



Dokumentasjon av effektivitet i oljevernet

Erfaringer med effektivitet ved mekanisk oppsamling i oljevernaksjoner

Statlig samarbeidsforum for FoU oljevern (Kystverket, Miljødirektoratet og Senter for oljevern og marint miljø)

Rapportnr.: , 2021-0786, Rev 02

Dokumentnr.: 1332735

Dato: 2021-12-16



Prosjektnavn:	Dokumentasjon av effektivitet i oljevernet	DNV AS Energy Systems
Rapporttittel:	Erfaringer med effektivitet ved mekanisk oppsamling i oljevernaksjoner	Environmental Risk Management-4100-NO
Oppdragsgiver:	Statlig samarbeidsforum for FoU oljevern (Kystverket, Miljødirektoratet og Senter for oljevern og marint miljø)	Veritasveien 1 1363 Høvik Norge
Kontaktperson:	Ingvild Skeie Liland	Tel: +47 67 57 99 00 CNORDNV11
Dato:	2021-12-13	
Prosjektnr.:	10293242	
Org. enhet:	Environmental Risk Mgt Nordics-4100-NO	
Rapportnr.:	2021-0786, Rev 02.	
Dokumentnr.:	1332735	

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Oppdragsbeskrivelse:

Erfaringer med effektivitet ved mekanisk oppsamling i oljevernaksjoner

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Hans Petter Dahlslett Group Leader, DNV	Odd Willy Brude Senior Principal Consultant, DNV	Tor Jensen Vice President/Head of section, DNV
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Harald B. Tvedt Principal Consultant, DNV		
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Ivar Singsaas and Per Daling Senior Research Scientists, SINTEF	Kristin R. Sørheim Senior Project Manager, SINTEF	

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2021. Alle rettigheter forbeholdes DNV. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller viderefordre hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning.

DNV GL distribusjon: Nøkkelord:
 ÅPEN. Fri distribusjon, intent og eksternt.
 INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.
 KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste*
 HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.
 *Distribusjonsliste: Distribution list.

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
02	16.12.2021	Norsk oversettelse av Rev No 01 iht. kontrakt	MARGRAV	HPDAHL	TJEN
01	24.11.2021	Mindre oppdateringer	HPDAHL	BRUDE	TJEN
0	10.09.2021	Endelig utgave	HPDAHL	BRUDE	TJEN
A	27.08.2021	Draft utkast	HPDAHL	BRUDE	

Innholdsfortegnelse

BEGREPER OG DEFINISJONER	1
1 SAMMENDRAG	2
2 INTRODUKSJON	5
2.1 Bakgrunn og hensikt	5
2.2 Arbeidsomfang	5
2.3 Metode	6
2.4 Analyse	8
2.5 Begrensninger	8
3 EFFEKTIVITET I MEKANISK OPPSAMLING	10
3.1 Mekanisk innsamling og opptak til havs	10
3.2 Effektivitet – terminologi og bruksområder	10
3.3 Faktorer som påvirker mekanisk oppsamling	11
3.4 Teknologiske fremskritt	13
4 UTSLIPPSTILFELLER	14
4.1 Macondo / Deepwater Horizon (2010)	14
4.2 Montara (2009)	28
4.3 Draugen (2003)	36
4.4 Godafoss (2011)	45
4.5 Golden Trader (2011)	52
4.6 Full City (2009)	57
4.7 Rocknes (2004)	64
4.8 Fu Shan Hai (2003)	70
4.9 Prestige (2002)	76
5 DISKUSJON.....	86
5.1 Beregnede effektiviteter for mekanisk oppsamling	86
5.2 Påvirkende/begrensende interne og eksterne faktorer	87
6 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.....	91
7 KILDER	93

BEGREPER OG DEFINISJONER

Mekanisk innsamlings- og opptakerprosess:

Fase	Begrep	Definisjon
Innsamling	Flaktykkelse (mm)	Tykkelsen på olje/emulsjonen på havoverflaten
	Slepehastighet (knop)	Hvor fort systemet går fremover mens opptak pågår
	Sveipebredde (m)	Avstand mellom de to ledende endene av innsamlingssystemet/lensene
	Innsamlingsrate (Encounter rate) (l ³ /t eller m ³ /dag)	Mengden olje samlet inn og bragt til opptaker per enhet tid (funksjon av tykkelsen på flaket, opptakerfart og sveipebredde)
	Gjennomstrømningseffektivitet (Throughput efficiency) (%)	Mengde olje innsamlet (i lense) relativt til mengde tatt opp (med opptaker)
Opptak	Total oljemengde samlet opp (m ³)	Volum olje/emulsjon oppsamlet av systemet
	Total væske samlet opp (m ³)	Volum væske samlet opp (olje/emulsjon + vann)
	Pumperate for opptaker (l/t eller m ³ /dag)	Volum væske opptakeren kan pumpe per enhet tid
	Oppsamlingseffektivitet av olje (%)	Olje/emulsjon samlet opp relativt til det totale volumet væske samlet opp (olje/emulsjon + vann)
Lagring	Primærlagring (m ³)	Volum olje som kan lagres uten lossing (om bord, eller i en lagringsenhet festet til oppsamlingsfartøyet).
	Effektivitet av emulsjonsbryter (%)	% av emulsjon oppsamlet som er separert til olje/vann av emulsjonsbryter
	Pumperate for tømning av separert vann (l/m eller m ³ /dag)	Volum fritt vann pumpet (dekantert) per enhet tid.
	Separeringseffektivitet (%)	% av fritt vann samlet opp som er sluppet ut igjen ved dekantering.
	Sekundærlagring (m ³)	Lagringsenhet hvor væsker som er lagret i hovedlageret blir flyttet til.
	Transitt-tid (min/timer)	Tid det tar å flytte enheter tur-retur (f.eks primærlagring til sekundærlagring og tilbake)
	Overføringsrate for pumpe (l/t eller m ³ /dag)	Overføringsrate for oppsamlet væske fra primærlagring til sekundærlagring.
	Lossingstid (t)	Tid brukt på å losse olje til sekundærlager (funksjon av volumet til hovedlageret og overføringsrate).
	Klargjøringstid	Tid brukt ved sekundærlageret fra ankomst til avgang, utenom selve lossetid (legge til, koble til og fra slanger osv.)

1 SAMMENDRAG

Rapporten oppsummerer resultatene fra en litteraturstudie som tar for seg erfaringer om effektivitet av mekanisk oppsamling ved oljeutslipp. Rapporten er utarbeidet av DNV og SINTEF for Statlig samarbeidsforum for FoU oljevern, heretter omtalt som Forumet. Forumet inkluderer tre norske statlige etater: Senter for oljevern og marint miljø, Kystverket og Miljødirektoratet.

Målet for studiet har vært å skaffe pålitelig og empirisk dokumentasjon om effektivitet ved mekaniske oppsamlingsaksjoner basert på erfaringer fra tidligere oljeutslipp og aksjoner. Studiet fokuserer på mekanisk oppsamling fra havoverflaten i marine kyst- og havområder. Ni forskjellige utslippshendelser ble valgt, noe som ga variasjon i utslippstørrelse, varighet, oljetype, utslippssted og oppsamlingsstrategi. Utslippshendelsene ble valgt i samarbeid med Forumet basert på et sett av kriterier.

Hovedspørsmålene har vært:

- Hvor mye av det totale oljeutslippet til havs ble samlet opp mekanisk?
- Hvor mye av oljen tilgjengelig for mekanisk oppsamling ble samlet opp?
- Hvilke faktorer (interne og eksterne) påvirket/begrenset aksjonen?

Grunnet omfanget av studiet, viste det seg at tilgjengelighet og kvalitet på detaljert informasjon var det mest kritiske kriteriet, og det som var vanskeligst å få tak i. Tilgjengelig data er ofte begrenset til estimater av utslippsmengder og oppsamling. Informasjon om oljevernstrategier, antall og type oppsamlingsystemer til havs, oljeegenskaper og forvitring, vær og sjøtilstander osv., i tidsforløpet til oppsamlingsaksjonen, er ofte mangelfull og generell.

Effektiviteten av mekanisk oppsamling basert på tilgjengelig olje på havoverflaten, ble funnet ved å bruke SINTEF's oljeforvittringsmodell (Oil Weathering Model, OWM). Modellen ser på faktorer som fordampning og nedblanding av olje etter et utslipp. Tilnærmingen og resultatene bør ses på som et supplement til eksisterende litteratur innen emnet.

Tilgjengeligheten og kvaliteten på dataene varierer mellom scenarioene, og det ble også avdekket variasjon mellom kilder som omtaler den samme hendelsen. En potensiell uklarhet er knyttet til rapporteringen av ren olje vs. olje/vannblandinger, hvor det ikke alltid er klart om det oppsamlede volumet er det ene eller det andre, eller en kombinasjon. Basert på dette bør selve tallene tolkes med varsomhet.

En faktor som også spiller inn på usikkerheten rundt oljeregnskapene, er at flere av tilfellene rapporterer om oppsamling av signifikante mengder fritt vann under aksjonen. Det ble ikke rapportert om at oppsamlet fritt vann i primærlagringstanker hindret eller begrenset oppsamling. Alle tilfellene demonstrerer at formål, strategi og taktikk i oljevern medfører avveininger mellom fordeler og ulemper i aksjonen. De viser også at oljevern forblir et konsekvensreducerende, og ikke konsekvenseliminerende, tiltak.

En oppsummering av studiets funn er presentert i Tabell 1-1. Ved beregning av oppsamlingseffektivitet som prosent av utslippsvolum, varierer resultatene mellom 4 – 75 %. Ved beregning av oppsamlingseffektivitet som prosent av tilgjengelig olje, øker effektiviteten tydelig eller signifikant ved alle tilfellene. Ved flere av hendelsene er også effektiviteten høyere enn «tommelfingerregelen» på 10 – 30 %, som det ofte blir referert til. Resultatene er knyttet til de spesifikke utslippstilfellene, og dataen støtter ikke en videre nedbrytning av effektivitetsestimater til systemnivå.

Tabell 1-1 Oversikt over hendelsene, beregnede effektiviteter og rapporterte begrensende faktorer for mekanisk oppsamling

	År	Navn	Type hendelse/utslipp	Oppsamling av oljeutslipp (%) ^{a)}	Oppsamling av tilgjengelig olje (%) ^{b)}	Rapporterte begrensende faktorer for mekanisk oppsamling
Petroleumshendelser	2010	Macondo ^{c)}	Utblåsning offshore (undervanns)	4 %	10 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljevernstrategi • Villeding fra luftstøtte • Rekved/tang • Operative restriksjoner
	2009	Montara ^{d)}	Utblåsning offshore (overflate)	9 %	13-22 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljevernstrategi • Oljeegenskaper
	2003	Draugen	Utslipp fra rør offshore (undervanns)	23 %	44-51 %	<ul style="list-style-type: none"> • Forsinket aksjonering • Overvåkning/fjernmåling • Spredte oljeflak
Skipshendelser	2011	Godafoss	Grunnstøting	57 %	63 %	<ul style="list-style-type: none"> • Lave temperaturer og havis
	2011	Golden Trader ^{e)}	Skipskollisjon	9 %	33 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Værforhold • Strategi/beslutningstaking
	2009	Full City	Grunnstøting	10 %	11 %	<ul style="list-style-type: none"> • Værforhold • Nærme land
	2004	Rocknes	Grunnstøting	31 %	32-35 %	<ul style="list-style-type: none"> • Nærhet til land • Tidevannsstrømmer • Taktikk
	2003	Fu Shan Hai	Skipskollisjon	75 %	80 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Strategi/beslutningstaking • Værforhold
	2002	Prestige	Skipshavari hvor skipet brakk i to	41 %	45 – 57 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Strategi/beslutningstaking • Værforhold

Fotnoter i Tabell 1-1:

- Estimert oppsamlingsratio (%) ved mekanisk oppsamling til havs av totalt rapportert utslippsvolum.
- Estimert oppsamlingsratio (%) ved mekanisk oppsamling til havs av utslippsvolumet predikert tilgjengelig på havoverflaten.
- Kjemisk dispergering ble brukt i tillegg til mekanisk oppsamling.
- Overflate og undervanns kjemisk dispergering og in-situ brenning ble brukt i tillegg til mekanisk oppsamling.
- Forenklet kalkulasjon pga. avvikende datakilder.

En utslippshendelse og den påfølgende oppsamlingsfasen er ofte kompleks og påvirket av flere faktorer, og med virkning på alle aspekter fra beslutningstaking til oppsamlingseffektivitet. Faktorer ved selve utslippet, som utslippstype, oljetype og utslippsvolum, definerer de ytre rammene for den operative strategien. Oljeegenskaper er en viktig faktor, som i sammenheng med værforhold og sjøtilstand kan få en signifikant innvirkning på beslutninger relatert til oljevernstrategi, taktikk og utstyr. Vær, sjøtilstand og andre faktorer på stedet som vind, bølger, strøm, temperatur, sikt,

og dagslys/mørke hadde en betydning ifm. alle utslippshendelsene, enten ved at forholdene var gunstige for mekanisk oppsamling hele tiden, eller deler av tiden. Evalueringene indikerer at HMS-betraktninger og beskyttelse av bekjempingsutstyr osv. prioriteres høyere enn forsøk på oppsamlingsaksjoner under marginale forhold.

HMS-relaterte faktorer er ofte relatert til emnene diskutert ovenfor, og i alle tilfellene ble HMS høyest prioritert, ofte basert på en aktsom og pragmatisk tilnærming. Mekaniske oppsamlingsaksjoner involverer også håndteringen av tungt utstyr på glatte dekk til havs, med relaterte farer. De vurderte tilfellene indikerer at kompetanse og ferdigheter ved håndtering av utstyret, samt forståelse for når en skal stoppe eller endre den pågående aksjonen, er avgjørende.

Tilfellene understreker viktigheten av en klar kommando-, kontroll- og kommunikasjonsstruktur, og at utfordringene øker med størrelsen på aksjonen. De fremhever også viktigheten av kompetanse, trening og ferdigheter hos involvert personell, både individuelt og organisatorisk på alle nivå. En godt håndtert aksjon er også relatert til det å ha et godt overblikk og en god forståelse av situasjonen (operativt bilde). Fjernmåling er en viktig kilde til støtte for effektiv aksjonsledelse, samt for god utnyttelse av de enkelte oppsamlingssystemer. For de fleste hendelsene ble utslippsvolumet underestimert i innledende fase, eller det var utfordrende å spore utslippet.

I alle aksjonene inngikk mekanisk oppsamling som en del av aksjonsplanen, enten som eneste tiltak eller i kombinasjon med kjemisk dispergering og in-situ brenning. Der mekanisk oppsamling var eneste strategi, innebar den taktiske prioriteringen oftest å samle opp oljen i nærheten av utslippspunktet for å begrense spredning med påfølgende skade på miljøet. For skipshendelsene inkluderte dette vanligvis å tømme resterende olje fra havaristen, samt innringing av havarist med oljelenser. Det kreves kort responstid og gunstige værforhold for å oppnå god effekt ved bruk av oljelenser til innringing. I de tilfellene skipshendelsene fant sted nært land og i dårlig vær, ble mekanisk oppsamling ofte begrenset til håndtering av gjenværende, drivende oljeflak. I slike tilfeller ble oppsamlingsaksjonen på sjø etterfulgt av omfattende strandrensaksjoner.

Det er ikke mulig å vurdere ytelsen til de ulike systemene som ble benyttet basert på tilgjengelig dokumentasjon. Det er heller ikke mulig å vurdere nivået på innsatsen under aksjonen. Spørsmål om hvorvidt flere eller andre type systemer kunne ha økt den helhetlige ytelsen og effektiviteten, kan ikke besvares klart. For å kunne besvare slike spørsmål bedre i fremtiden, er det anbefalt at bedre retningslinjer for rapportering av innsats og effektivitet under oljevernaksjoner blir utarbeidet.

2 INTRODUKSJON

2.1 Bakgrunn og hensikt

Rapporten oppsummerer resultatene fra en litteraturstudie som tar for seg erfaringer rundt effektivitet av mekanisk oppsamling ved oljeutslipp. Rapporten er utarbeidet for Statlig samarbeidsforum for FoU oljevern, heretter omtalt som Forumet, av DNV og SINTEF. Forumet inkluderer tre norske statlige etater: Senter for oljevern og marint miljø, Kystverket og Miljødirektoratet.

Senter for oljevern og marint miljø er en underordnet etat som rapporterer til Samferdselsdepartementet. Senterets oppgave er å være et ledende kompetansesenter innen oljevernberedskap og marint avfall, både nasjonalt og internasjonalt. Senteret skal fremme best tilgjengelig vitenskapelig og erfaringsbasert kunnskap, og være en katalysator for kostnadseffektive og miljøvennlige teknologier, metoder og andre tiltak i bekjempelse av oljesøl og marin forøpling.

Kystverket er Samferdselsdepartementets etat for sjøtransport, sjøsikkerhet, havner og akutt forurensningsberedskap. Kystverket arbeider aktivt for en effektiv og sikker sjøtransport gjennom å opprettholde transportnæringens behov for fremkommelighet og effektive havner. Kystverket ivaretar statens beredskap mot akutt forurensning, samt forebygger og begrenser skadevirkningene av akutt forurensning, og bidrar til en bærekraftig utvikling av kystsonen.

Miljødirektoratet er et direktorat under Klima- og miljødepartementet, med plikt til å utøve myndighet, utføre regjeringens politikk, faglig veiledning og tilsyn. Petroleumsseksjonen i Miljødirektoratet har som primæroppgave å behandle søknader om tillatelse i henhold til forurensningsloven, gi tillatelse til virksomhetene med spesifikke vilkår, utarbeide forskrifter og å stille krav til oljevernberedskap.

Formålet med Forumet er å fremme et mer miljøvennlig og effektivt nasjonalt oljevern. Ved å identifisere og synliggjøre kunnskapsgap og forskningsbehov, skal Forumet være en pådriver for koordinerte og kostnadseffektive forsknings- og utviklingstiltak med høy relevans for operativt oljevern.

2.2 Arbeidsomfang

Målet for studiet har vært å skaffe pålitelig og empirisk dokumentasjon på effektiviteten av mekaniske oppsamlingsaksjoner basert på erfaringer fra tidligere oljeutslippssulykker og aksjoner.

Studiet fokuserer primært på mekanisk oppsamling fra havoverflaten i marine kyst- og havområder. Utslipp fra både skipshendelser og petroleumsaktivitet har blitt studert, hvor 9 utslippstilfeller fra Norge, Sverige, Danmark, Spania, Frankrike, USA og Australia har blitt vurdert.

Studiet har en helhetlig tilnærming som fokuserer på rapportert eller estimert effektivitet på systemnivå eller for hele aksjonen, avhengig av tilgjengelig data. Det er ikke fokusert på potensiell eller rapportert kapasitet for systemkomponenter som for eksempel oljeopptakere.

Hovedspørsmålene har vært:

- Hvor mye av det totale oljeutslippet til havs ble samlet opp mekanisk?
- Hvor mye av oljen tilgjengelig for mekanisk oppsamling ble samlet opp?
- Hvilke faktorer (internt og eksternt) påvirket/begrenset aksjonen?

De generelle implikasjonene rundt disse spørsmålene er diskutert videre i kapittel 3. Tilfellene er deretter presentert i kapittel 4 og diskutert i kapittel 5. Konklusjoner og anbefalinger er presentert i kapittel 6.

2.3 Metode

2.3.1 Prosjektgjennomføring

Prosjektet har blitt gjennomført som en litteraturstudie våren og sommeren 2021. Grunnet kompleksiteten i emnet og behovet for et godt rammeverk startet prosjektet med møter mellom Forumet og DNV/SINTEF. I den innledende prosessen ble formålet, omfanget og begrensningene for studiet diskutert og justert og potensielle informasjonskilder ble evaluert, herunder eksisterende litteratur, databaser og nettbaserte ressurser, samt intern informasjon. Sentrale definisjoner og metodisk rammeverk ble diskutert og etablert, samt kriterier for valg av utslippshendelser. Basert på en iterativ prosess i prosjektet ble det til slutt valgt ut 9 utslippstilfeller. En oversikt over informasjonskilder som ble brukt i den innledende fasen er presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Informasjonskilder vurdert i den innledende screening prosessen.

Kilde	Type	URL
CEDRE	Database over internasjonale utslippshendelser	http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills
ITOPF	Utslippstilfeller/case-studier	https://www.itopf.org/in-action/case-studies/
IOPC Fond	Oversikt over hendelser vurdert av «The International Oil Pollution Compensation Funds»	https://iopcfunds.org/incidents/incident-map/
Kystverket	Oversikt over statlige ledede aksjoner siden 2002 (Norge)	https://www.kystverket.no/oljevern-og-miljoberedskap/aksjoner/
HELCOM	Oversikt over betydelige utslippshendelser i Østersjøen	https://helcom.fi/baltic-sea-trends/maritime/accidents/
EMSA	Oljevernberedskap og utslippstilfeller	http://emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=14&id=486
Marine Pollution Bulletin 163 (2021) 111848	Artikkel: "Effectiveness of mechanical recovery for large offshore oil spills" (D.S.Etkin, T.J.Nedwed)	https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111848
NOAA	Case-historier fra oljeutslipp 1967 - 1991	https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/1671

I neste fase ble hver hendelse evaluert med utgangspunkt i identifisert litteratur og dokumentasjon. For noen av hendelsene ble det samlet supplerende informasjon i møter med informanter med relevant personlig erfaring eller innsikt i en eller flere av oljevernaksjonene. Kildene som er benyttet er spesifisert i introduksjonskapittelet for hver hendelse.

2.3.2 Valg av utslippshendelser

Oljevernaksjoner er på mange måter unike, både med tanke på utslippshendelsen, valg av tiltak, og i hvilken kontekst og under hvilke forhold hendelsen skjer. Derfor vil ethvert studie av effektivitet under oljeoppsamling være sensitivt for hvilke hendelser som inngår i vurderingen.

I dette studiet har følgende kriterier blitt brukt for å prioritere og velge ut tilfellene:

- Type bekjempning: Mekanisk innsamling og opptak til havs
- Type hendelse: Akutte oljesøl – både skipshendelser og hendelser relatert til petroleumsindustrien
- Type utslipp: Både punktutslipp og kontinuerlig utslipp
- Type olje: Både drivstoffoljer og råoljer
- Geografi: Primært Nord-Amerika og Nord-Europa
- År: Nyere hendelser er prioritert framfor eldre
- Dokumentasjon: Tilgjengelighet og kvalitet på dokumentasjon/informanter

Disse kriteriene reflekterer fokuset i Forumet's mandat og fokus, og tar for seg hendelser og kontekster som anses relevant for norsk oljevern. Antall tilfeller som er valgt ut reflekterer også tidsrammen og ressursene som var tilgjengelige for studiet.

De utvalgte tilfellene omfatter kun hendelser hvor mekanisk oppsamling ble gjennomført. Det skal bemerkes at det finnes andre tilfeller, for eksempel utslippet på Statfjord A plattformen i 2007, hvor systemer ble mobilisert men ikke tatt i bruk grunnet dårlig vær.

De utvalgte utslippstilfellene i studiet er presentert i Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Utvalgte utslippstilfeller i studiet

År	Navn	Hendelsestype	Land
2002	Prestige	Skipshavari hvor skipet brakk i to	Spania
2003	Fu Shan Hai	Skipskollisjon	Danmark
2003	Draugen	Utslipp fra rør offshore (undervanns)	Norge
2004	Rocknes	Grunnstøting	Norge
2009	Full City	Grunnstøting	Norge
2009	Montara	Utblåsning, overflate	Australia
2010	Macondo	Utblåsning offshore (undervanns)	USA
2011	Godafoss	Grunnstøting	Norge
2011	Golden Trader	Skipskollisjon	Danmark

2.4 Analyse

Vi har introdusert en tilnærming for å estimere effektiviteten av mekanisk oppsamling av olje på havet, og brukt denne for oljeutslippstilfellene definert ovenfor. Dette er en trinnvis tilnærming som omfatter følgende elementer:

- Informasjon om oljeutslippet fra tilgjengelige kilder: Mengde olje sluppet ut, utslippsscenario (utblåsning eller punktutslipp), avstand til land, værforhold, mengde olje samlet opp til havs, potensielt andre bekjempningsalternativer (feks. bruk av dispergeringsmidler), mengde olje som er strandet og/eller blir samlet opp på strand osv. Noen av disse parameterene var i de valgte hendelsene ikke alltid godt dokumentert og i slike tilfeller ble det gjort anslag.
- Informasjon om oljetype: Om det er en råolje eller bunkersolje (eller et annet oljeprodukt). Mer spesifikt hvilken type råolje det er, eller evt. hvilken type bunkersolje (er det feks. en IFO 180 eller et tungt produkt som IFO 650). Noen få fysisk-kjemiske nøkkeldata om den aktuelle oljen bør være kjent, og helst også noe forvitningsdata (feks. vannopptak, viskositet osv.).
- En forutsetning for å kunne estimere effektiviteten av oljeoppsamlingsaksjoner er å ha et oljeregnskap. Det bør inkludere mengde olje som blir samlet opp til havs og langs strandlinjen (hvis relevant), olje fjernet fra overflaten ved hjelp av andre metoder (feks. dispergeringsmidler), fordampet olje og olje som er mikset inn i vannsøylen ved naturlig dispergering (mest relevant for råoljer) eller ved nedblanding (mest relevant for tunge bunkersoljer), grunnet bølgeaktivitet. Oljeforvitningsmodellen til SINTEF (OWM) har i dette prosjektet blitt brukt som støtte til å utarbeide et oljeregnskap (se neste punkt) i tilfeller hvor faktorene nevnt ovenfor ikke var tilgjengelige, feks. ikke inneholdt estimater på fordampning eller naturlig dispergering/nedblanding.
- SINTEF sin OWM har blitt brukt til å forutsi oljers forvitringsegenskaper som et grunnlag for massebalanseprediksjoner, som inkluderer fordampet-, naturlig dispergert/nedblandet- og overflateolje. For noen utslippstilfeller var den relevante oljetypen allerede inkludert i OWM databasen. For de som manglet den spesifikke oljetypen, ble en liknende olje valgt ut som «modellolje» basert på informasjon om oljetypen som ble sluppet ut (se punkt ovenfor). Der reelle værdata ikke har vært tilgjengelig er det benyttet antatte verdier for vind og temperatur i modellen.
- Massebalanse: Ved å kombinere oljeregnskapet med predikert massebalanse fra SINTEF sin OWM ble det mulig å utarbeide massebalanser som inkluderte figurer for mekanisk oppsamling (og andre bekjempningsalternativer hvis relevant). Disse er presentert som kakediagrammer. Effektiviteten til mekanisk oppsamling er presentert både som en funksjon av det totale oljeutslippet, og som en funksjon av olje som er beregnet som tilgjengelig for oppsamling på havoverflaten, hvor fordampning, olje blandet inn i vannsøylen som oljedråper, eller nedblandet olje har blitt ekskludert.

Fordi vi ville sammenlikne olje som ble samlet inn mekanisk med olje som var sluppet ut, var vi nødt til å utføre denne analysen basert på fersk olje. Dette betyr at alle volum (m^3) eller vekt (tonn) av forvitret olje måtte bli omregnet til vannfri olje. Dette kan lett føre til unøyaktigheter, fordi verdier som vanninnhold, grad av forvitring osv. må bli estimert. Denne analysen ble derimot brukt til å kvantifisere og visualisere den estimerte effektiviteten av mekanisk oppsamling av olje til havs for de forskjellige utslippstilfellene, med alle usikkerheter og begrensninger som er diskutert nedenfor.

2.5 Begrensninger

Grunnet omfanget av dette studiet viste det seg at tilgjengeligheten og kvaliteten på detaljert informasjon var den mest kritiske faktoren, og det som var vanskeligst å få tak i. Det finnes noen få omfattende oversikter over historiske oljeutslipp, men detaljnivået i disse oversiktene over mekanisk oppsamling er ofte begrenset til forenklete estimater av oljeutslipp og oppsamling. Informasjon om oljevernstrategier, antall og type opptakssystemer, oljeegenskaper og forvitring, vær og sjøtilstander osv., gjennom forløpet for aksjonen, er ofte mangelfull og generell.

Etterkantundersøkelser viste seg å være den mest verdifulle informasjonskilden i dette studiet. Slike rapporter varierer i form, innhold og detaljer, men er ofte den beste kilden mht. oppsummering av hendelsen og bekjempelsen. Det finnes imidlertid fortsatt potensielle feilkilder når det kommer til å finne oppsamlingseffektivitet. For det første er det av flere grunner utfordrende å nøyaktig fastslå størrelsen på et utslipp, og det blir derfor ofte et anslag. For det andre er utslippet tilgjengelighet for mekanisk oppsamling (eller andre oljevernstrategier, eller kombinasjoner) avhengig av flere faktorer, som utslippstype og -sted, oljeegenskapene og sjø- og værforholdene. Disse faktorene vil i stor grad avgjøre andelen av oljen som fordampes, dispergeres naturlig, eller ender opp på strendene – hvor den er utilgjengelig for mekanisk oppsamling til havs. Tilgjengelighetsfaktoren kan også påvirkes av tilgjengeligheten av egnede opptakssystemer, overvåkningsressurser og trent innsattpersonell. I mange etterkantsundersøkelser og evalueringsrapporter vurderes ikke slike forhold i detalj, og oppsamlingseffektivitet er ofte definert som andel av utslippet og ikke som andel olje/emulsjon som er tilgjengelig for oppsamling.

Emulgering, samt opptak av fritt vann som et biprodukt av oppsamlingsprosessen, vil påvirke oppsamlingsmengden, men de rapporterte kategoriene og enhetene for oppsamlet olje er ikke alltid spesifisert eller kjent. Vanligvis er skillet mellom oppsamlet væske (olje/emulsjon og vann), emulsjon, eller ren olje uklar, eller basert på estimater. Både vekt og volumenheter kan være rapportert, men de er ofte konvertert til én felles enhet. Hvis ikke egenskapene til den oppsamlede væsken er kjent og spesifisert, kan dette gi potensiale for feil.

Etterkantsundersøkelser legger vanligvis sammen totalen for kategorier som 1) sølt olje, 2) oppsamlet til havs, 3) oppsamlet ved strandlinje og 4) gjenværende olje i omgivelsene. Selv om dette gjenspeiler det samlede resultatet av en oljevernaksjon, er det fortsatt vanskelig eller umulig å spore tilbake og kvantifisere bidraget fra de forskjellige oppsamlingssystemene som har vært benyttet (vanligvis flere). I noen tilfeller rapporteres oppsamlingstall for individuelle systemer, men informasjon om aksjonstid og innsamlingsrate (encounter rate) mangler.

For å beregne massen av oppsamlet olje som en funksjon av tilgjengelig olje på havoverflaten, må prosesser som fordamping og fjerning av olje fra overflaten ved bølgeaktivitet (naturlig dispergering av oljedråper eller nedblanding av tung olje) tas med i betraktning. Disse prosessene har opprinnelig bare blitt estimert for noen få utslippstilfeller i dette studiet, og SINTEF sin OWM har derfor blitt brukt til å predikere disse prosessene (se seksjon 2.4) for de resterende oljene. Slike prediksjoner er avhengige av valg av olje, og kan introdusere usikkerheter/begrensninger hvis det finnes usikkerheter rundt oljetypen og dens inputdata i modellen. En tommelfingerregel her er at de fleste råoljer vil danne små dråper blandet inn i den øvre delen av vannsøylen ved økt bølgeaktivitet. Tyngre oljer, som bunkersolje, kan danne større dråper, klumper eller oljeflak som kan bli nedblandet av bølgeaktivitet. Denne nedblandede oljen kan komme tilbake til overflaten hvis været roer seg. I dette studiet, hvor reelle vinddata mangler, har vi benyttet SINTEF sin OWM med konstant vind (feks. 5 eller 10 m/s) (unntatt for Draugen-utslippet). Nedblandet olje har derfor blitt ansett som utilgjengelig for oppsamling på havoverflaten, selv om bølgeaktiviteten avtar. Prediksjonene som presenteres i denne rapporten navngir nedblandet olje som «naturlig dispergert», og dette bør forstås som dispergerte oljedråper fra lett forvitret råolje, og ellers som nedblandet/overvasket olje fra tunge bunkersoljer og sterkt forvitret og emulgert råolje.

Oppsummert finnes det flere potensielle feilkilder og unøyaktigheter i eksisterende informasjonskilder når man skal prøve å finne oppsamlingseffektivitet ved historiske oljevernaksjoner, både total for hele hendelsen og på systemnivå. Dette medfører usikkerhet i resultatene som må tas i betraktning. Til slutt understrekes det at sammenlikning av oppsamlingstall eller generalisering basert på et fåtall av eksempler, bør unngås, da hvert utslipp har unike omstendigheter. Tilnærmingen i dette studiet og relaterte funn bør derfor betraktes som et supplement til eksisterende studier og vurderinger.

3 EFFEKTIVITET I MEKANISK OPPSAMLING

3.1 Mekanisk innsamling og opptak til havs

Mekanisk oppsamling er antakelig den mest utbredte teknikken for å bekjempe akutt oljeforurensning i marine områder, og inkluderer metoder og teknologier beregnet for å samle opp og fjerne olje og emulsjon fra havoverflaten. Frittflytende olje vil sjeldent danne et lag så tykt at det kan bli fjernet/pumpet opp direkte på en effektiv måte. Oljesølet må vanligvis bli samlet inn og konsentreres med lenser så oljetykkelsen øker til noen millimeter eller mer. Begrepene *innsamling* og *opptak* er derfor ofte brukt. Det finnes mange variasjoner av mekanisk oppsamling og tilhørende teknologi, men den vanligste tilnærmingen innebærer en kombinasjon av lenser og oljeopptakere, styrt fra fartøy med lagringskapasitet for den oppsamlede oljen.

Omfanget av dette studiet dekker ikke de ulike komponentene, systemene, teknikkene og taktikkene som inngår i mekanisk innsamling og opptak. En oversikt over mekanisk oppsamling på et teknisk, taktisk og operativt nivå er for eksempel tilgjengelig i "At-sea containment and recovery. Good practice guidelines for incidentmanagement and emergency response personnel" (IPIECA/IOGP, 2015).

3.2 Effektivitet – terminologi og bruksområder

Mekanisk innsamling og opptak har som mål å fysisk samle inn og fjerne olje eller andre typer utslipp for å forhindre eller redusere miljøskader. Resultatet av oppsamlingsprosessen vil derfor reflektere nivået av måloppnåelsen. Flere begreper brukes for å uttrykke effektivitet i litteraturen; opptakseffektivitet, oppsamlingseffektivitet, systemytelse mv. Begrepene benyttes imidlertid ofte om hverandre, selv om det kan være nyanser mellom dem. Dette er tydeligere i engelsk hvor det kan skilles mellom:

- «Effectiveness» = evnen til å skape en effekt/et resultat
- «Efficacy» = evnen til å skape en ønsket effekt/resultat
- «Efficiency» = hvor godt effekten/resultatet blir skapt (ofte uttrykt som et forholdstall)

Normalt knyttes effektivitet i mekanisk oppsamling til volum olje som blir fjernet, snarere enn de spesifikke miljøgevinstene – selv om konsekvensreduksjon er den overordnede hensikten.

Andre relaterte begreper i litteraturen og i oljevern faglige miljøer generelt er oppsamlings*kapasitet* og bekjempelse*sevne*. Kapasitet blir ofte brukt til å beskrive det tekniske potensialet til gitte opptakssystemer eller systemkomponenter under gitte omstendigheter, mens bekjempelsesevne normalt refererer til den samlede evnen til å aksjonere på en hensiktsmessig og tilstrekkelig måte.

Dette studiet fokuserer på oppsamlingseffektivitet som andelen mekanisk oppsamlet olje i forhold til oljen som er sluppet ut og oljen som er tilgjengelig for oppsamling. Andre begreper og enheter som vanligvis blir brukt og som gjelder for de enkelte trinnene og komponentene i innsamlings- og opptaksprosessen er oppført innledningsvis i rapporten.

Vurdering av effektivitet og tilhørende terminologi har flere praktiske bruksområder, slik som:

- Planlegging og dimensjonering av oljevernberedskap
- Teknologiutvikling og dokumentasjon
- Innkjøp/salg
- Verifikasjon

Det finnes omfattende litteratur, inkludert forskningsrapporter, beste-praksis rapporter, standarder, metoder og verktøy, for planlegging, måling, kvantifisering og estimering av effektivitet, primært til bruk i beredskapsplanlegging. Planleggingsverktøy fokuserer ofte på spesifikke tekniske komponenter som pumpekapasitet, det samlede oppsamlingssystemet, eller den kombinerte effektiviteten i flere systemer. Variabler som oljeegenskaper, spredning av olje og værforhold reflekteres ofte i ulike detaljer og kompleksitet.

Litteraturen som sammenlikner erfaringer fra effektivitet under reelle utslippshendelser er til sammenligning mer begrenset. Ulike former for etterkantundersøkelser og evalueringsrapporter er vanlige, men de har naturlig nok et fokus avgrenset til den enkelte hendelse.

En vanlig tommelfingerregel blant beredskapsplanleggere og innsatspersonell er at en kan forvente mekanisk oppsamling til havs inntil ca. 10 – 30 % av et utslipp. Resten fordamper, blir blandet inn i vannet, eller ender opp på land. I en nylig publisert artikkel i «Marine Pollution Bulletin», anslår en oversikt over større offshore utslipp at kun 2 – 6 % av utslippene ble samlet inn gjennom mekanisk oppsamling til havs (D.S.Etkin, T.J.Nedwed, 2021). En annen studie så på oljevernaksjoner for middels store utslipp i amerikanske farvann fra 1993-2000, og fant at hovedandelen av utslipp hvor mekanisk oppsamling ble brukt hadde en oppsamlingsrate på 50 til 59 % (DeCola, udatert). Begge rapportene adresserer flere potensielle feilkilder i bakgrunnsdataen.

I Norge utfører Kystverket rutinemessige evalueringer av statlige aksjoner som beskriver hendelsen og aksjonen, inkludert oljeregnskap. Oljeregnskapet forsøker å kvantifisere volumet og forvitringen til de forskjellige fraksjonene av utslippet. Som beskrevet i forrige kapittel, er det ofte flere utfordringer når en forsøker å redegjøre for utslipp, og rapporteringen fokuserer ofte kun på de oppsamlede fraksjonene – slik som totalt oppsamlet volum til havs. Selv om dette sier noe om samlet volum, dokumenteres ofte ikke effektivitet på systemnivå og/eller for spesifikke tidsperioder under aksjonen. Hovedfokuset i etterkantundersøkelser er ofte å kartlegge miljømessige og samfunnsøkonomiske effekter av utslippet.

3.3 Faktorer som påvirker mekanisk oppsamling

Det er flere faktorer og kombinasjoner av faktorer som kan påvirke effektiviteten av mekanisk oppsamling til havs. Disse kan beskrives som eksterne faktorer som er relatert til selve hendelsen, dens kontekst og fysiske omgivelser. Interne faktorer refererer til selve aksjonen, og hvordan den blir styrt og utført. Interne faktorer er vanligvis også nært knyttet til beredskapsplanlegging og forberedelser før et utslipp, både på teknisk og organisatorisk nivå.

Eksterne faktorer (miljøforhold og oljeegenskaper) kan være:

- Utslippsvolum
- Oljetype og egenskaper
- Fordampning, biologisk nedbrytning, olje-i-vann dispergeringer og emulsjon
- Oljespredning og størrelsen på det berørte området
- Bekjempbar emulsjonsmengde
- Varighet av utslippshendelsen
- Utslippsområdet (kyst eller offshore)
- Bølgehøyde (før, under og etter utslippet)
- Havstrømmer

- Værforhold (temperatur, vind, regn og sikt)
- Andre relevante eksterne faktorer

Relevante interne/operative faktorer som er viktig for effektiviteten i mekanisk oppsamling kan være:

- Prioriteringer tatt under aksjonen – f.eks. beskyttelsen av sensitive miljøressurser vs. områder med store mengder bekjempbar olje
- Ble andre oljevernstrategier brukt (in-situ brenning, forsøk på å dispergere oljen)?
- Hva slags type system for mekanisk oppsamling ble brukt?
- Hvor mange systemer var tilgjengelige og i bruk?
- Hvem håndterte utstyret (organisering/kvalifikasjoner)?
- Varsling, mobilisering og aksjoneringstid
- Hvilken rolle spilte fjernmåling (overvåking og deteksjon)?
- System- og personellutholdenhet
- HMS-utfordringer (giftige gasser og fare for eksplosjon)
- Plunder og heft-faktorer
- Kapasitet for lagringstank, deponering av olje og emulsjon
- Olje-vann separasjon og lokale dekanteringsregler
- Andre relevante operative faktorer

Faktorer som kan redusere effektiviteten til mekanisk bekjempelse til havs ifølge IPIECA/IOGP-retningslinjen er listet nedenfor:

- Tilgjengeligheten av logistisk støtte (inkludert fartøy) for en eskalerende aksjon
- Sannsynligheten for hurtig spredning og fragmentering av oljen
- Dominerende miljøforhold (sjøtilstand, strøm og vind)
- Fartøys evne til å taue og manøvrere i lav hastighet
- Begrenset innsamlingsrate ("encounter rate") pga. lav slepehastighet eller liten sveipebredde
- Midlertidig lagringskapasitet offshore vs. oppsamlingsrater hos opptakere
- Tilgjengeligheten av kompetent personell til å gjennomføre og støtte aksjonen
- Begrenset synsfelt grunnet lav høyde over havet eller dårlig vær
- Mangel på luftstøtte og kommunikasjon

Et høyt beredskapsnivå kan bidra til å motvirke disse utfordringene og kan forbedre og øke effektiviteten. Nøkkelelementer i en god beredskap inkluderer:

- Forståelse av oljens egenskaper, forvitring, og potensielle effekter
- Bruk av sensitivitetskartlegging og oljeutslippsmodellering (dvs. for å predikere utbredelsen av den sølte oljen og hvor den sannsynligvis vil ha en innvirkning)
- Velge ut riktig utstyr for håndtering av oljen som er sølt
- Trene innsatsstyrker for å sikre kjennskap til utstyret og forståelse for passende håndteringsteknikker
- Bygge et effektivt samarbeid mellom grupper med forskjellige roller under aksjonen
- Periodiske øvelser, inkludert mobilisering av bekjempelsesutstyr

3.4 Teknologiske fremskritt

Det skal også bemerkes at bekjempelsesteknologi for mekanisk oppsamling til havs har utviklet og forbedret seg gjennom årene. Dette bør tas i betraktning ved vurdering av oppsamlingseffektiviteten hos utslippshendelser fra forskjellige tidsperioder slik som i dette studiet. Forbedringer relater til organisering, kommunikasjon, kompetanse, opplæring osv. er like viktig. En oversikt over teknologiske fremskritt de siste årene er presentert i rapporten «Utredning av status for forskning og utvikling innen oljevern. Kunnskapsstatus om effektive og miljøvennlige metoder og teknologi» (DNV/SINTEF, 2020).

4 UTSLIPPSTILFELLER

4.1 Macondo / Deepwater Horizon (2010)

4.1.1 Informasjonskilder

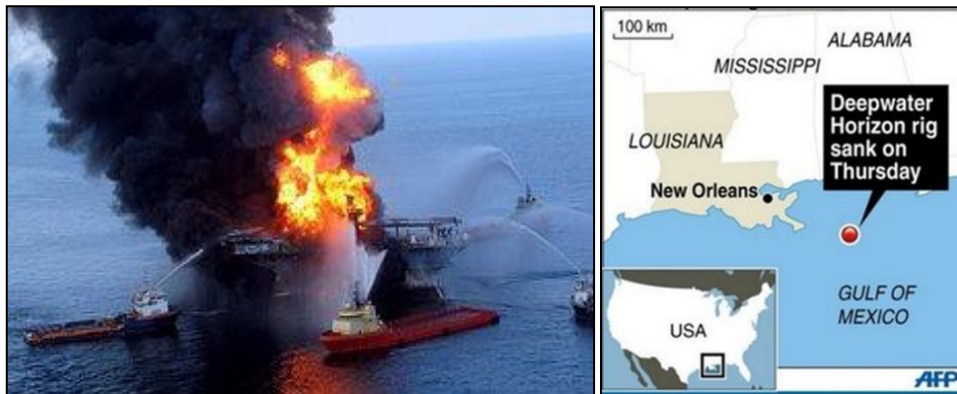
Hundrevis av dokumenter finnes for Macondo-brønnhendelsen og aksjonen. De følgende kildene har blitt valgt

- National Response Team, 2011: «On Scene Coordinator report *Deepwater Horizon* Oil Spill»: ([PDF](#)) [On Scene Coordinator Report Deepwater Horizon Oil Spill | Plinio Tavares - Academia.edu](#)
- CEDRE, 2020. Database for utslippstilfeller og farer i verdens vann. <http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills>.
- Dagmar Schmidt Etkin, Tim J. Nedwed, 2021: «Effectiveness of mechanical recovery for large offshore spill», Marine Pollution Bulletin, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111848>
- Daling et al, 2014: «Surface weathering and dispersibility of MC252 crude oil». Marine Pollution Bulletin, 87/2014: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.005>
- Leirvik, F., Daling, P.S., Trudell, K., Parschal, B., 2010: «A Cruise report – Assessment of dispersibility of DWH oil at different stages of weathering». SINTEF rapport A16062, ISBN 978-82-14-05004-2, 24 pp.
- US Navy, NAVSEA presentasjon, 2012: [PPT - Deepwater Horizon Disaster Response U.S. Navy Supervisor of Salvage and Diving NAVSEA 00C25 PowerPoint Presentation - ID:759670 \(slideserve.com\)](#)
- Lehr, B., Bristol, S., A. Possolo (Oil Budget Calculator, OBC), 2010. «Deepwater Horizon oil budget calculator: areport to the National Incident Command». The Federal Interagency Solutions Group, forsknings- og ingeniørteam for oljeregnskapberegning. Teknisk dokumentasjon. November 2010, 217 s. Tatt fra: [OilBudgetCalc_Full_HQ-Print_111110.pdf \(restorethegulf.gov\)](#)
- Jørgensen, A., 2021: Operative aksjonserfaringer, «Norlense»: Personlig kommunikasjon
- Nilsen, D., 2021: Operative aksjonserfaringer, «team NOFI»: Personlig kommunikasjon

4.1.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 20. april 2010, ca. 66 km utenfor kysten av Louisiana, eksploderte oljeriggen Deepwater Horizon (ved Macondo/MC 252 brønnen i Mexicogulften), etterfulgt av en brann (Figur 4-1). 17 personer ble skadet, og 11 andre meldt savnet. På tidspunktet for katastrofen, klarte den amerikanske kystvakten raskt å evakuere 115 av de 126 personene som var på riggen.

Riggen sank to dager senere, og de 2000 – 2500 m³ olje som befant seg på riggen brant enten opp, eller ble sluppet ut i havet. En omfattende mobilisering av oljevernmateriell ble raskt organisert, og det ble utført undersøkelser med fjernstyrte undervannsfarkoster (ROVs) som rapporterte en utblåsning på 159 m³ råolje per dag fra stigerøret som befant seg 1500 m under overflaten.



Figur 4-1 Eksplosjon på boreriggen Deepwater Horizon 20. april 2010, utenfor kysten av Louisiana.

Noen dager senere avslørte nye estimater at lekkasjen kunne være fem ganger større enn først antatt. Dermed ble det antatt at 800 m³ av råoljen lekk ut i havet hver dag. Da uavhengige eksperter ble involvert derimot, ble mengden utslippet olje antatt å være mer enn 10 ganger større: rundt 10 000 m³ per dag.

Ved å installere en «capping stack» (brønncapslingsutstyr) til toppen av BOP-en (utblåsningssikringen), klarte de å stoppe lekkasjen 15. juli. Brønnen ble endelig plugget 19. september. DWH/Macondo-hendelsen er det største oljeutslippet til havs i petroleumsindustriens historie.

Estimert utslippsvolum

Det er antatt at et volum mellom 700 000 og 860 000 m³ slapp ut i løpet av de 86 dagene med utblåsning. I begynnelsen av august 2010 kunngjorde et vitenskapelig team etablert av amerikanske myndigheter med ansvar for å vurdere mengden oljeutslipp, at deres forventede estimat var på 779 000 m³ (4,9 mill fat,) olje (dvs. ± 10 %). Av dette ble 16 % (125 000 m³, dvs. 820 000 bbl.) antatt direkte samlet opp da det lekk ut fra brønnhodet, ved å bruke et oppsamlingssystem ved brønnhodet («Riser Insertion Tube Tool» - RITT og et «Top-hat» system), som sugde deler av utslippet til Discover Enterprise-boreskipet. Det er derfor antatt at til sammen 655 000 m³ olje gikk ut i det marine miljøet (se også totale estimater for oljeregnskapet i Figur 4-9).

4.1.3 Aksjonen

Macondo/DWH-hendelsen satt i gang den største marine oljevernaksjonen noensinne. F.eks. ble over 6 000 fartøy, 82 helikoptere, 20 fly og over 47 849 innsatspersoner brukt på kun en dag da aksjonen var på sitt mest aktive.

Oljevernstrategi

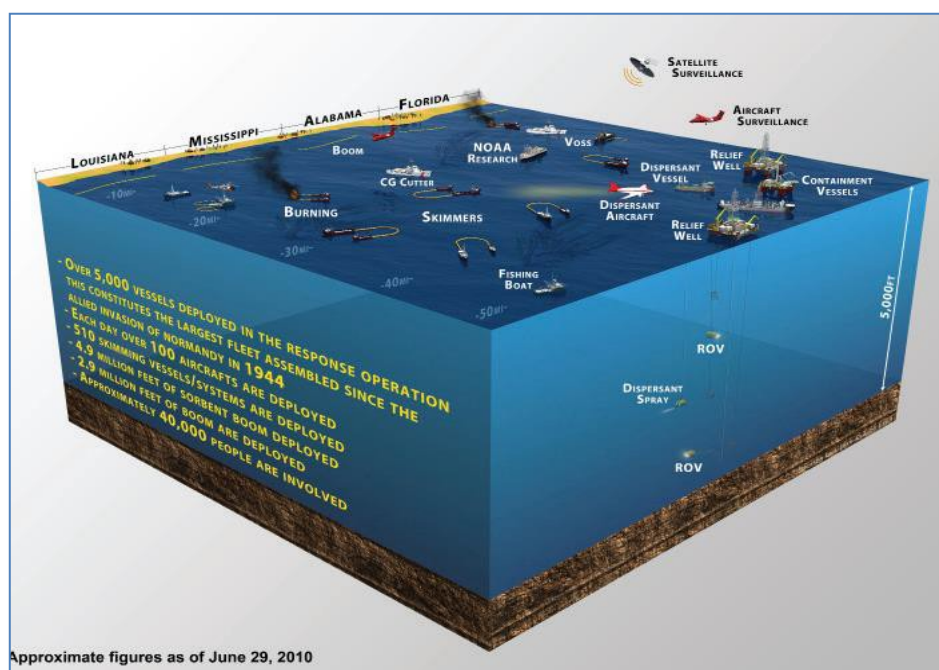
Den overordnede strategien som ble benyttet var å forhindre oljen i å nå kysten, spesielt følsomme områder i Louisiana.

I tillegg til tradisjonell mekanisk oppsamling til havs (se detaljer nedenfor), ble følgende viktige bekjempningstiltak mye brukt offshore:

- Undervannsdispergering (SSDI = SubSea Dispersion Injection) ved kilden: Totalt ble 3 000 m³ dispergeringsmiddel (Corexit 9559) injisert. Maksimalt 60 m³ dispergeringsmiddel kontinuerlig injisert per dag, fra dag 29 til lekkasjen ble stoppet (dag 86).
- Påføring av dispergeringsmiddel på overflaten: Totalt 4 000 m³ dispergeringsmiddel (90 % C 9550 og 10 % C9527).

- Påføring av dispergeringsmiddel fra fartøy og støtteskip (totalt 400 m³) ved brønnområdet nær boreriggene, for å kontrollere flyktige organiske komponenter (VOC = «Volatile Organic Compound») som utgjør en helse- og sikkerhetstrussel for mannskapet som arbeider ved brønnområdet (f.eks. RITT og «Top-hat» aksjoner).
- Luftpåføring fra fly (totalt 3 600 m³), operert offshore mer enn 5 nm fra kilden.
- In-situ brenning (ISB): ISB aksjoner ble utført offshore under rolige værforhold (< 5 m/s vind). Mer enn 400 ISB-aksjoner ble utført, og et estimert volum på 40 000 m³ (250 000 fat.) olje ble brent.

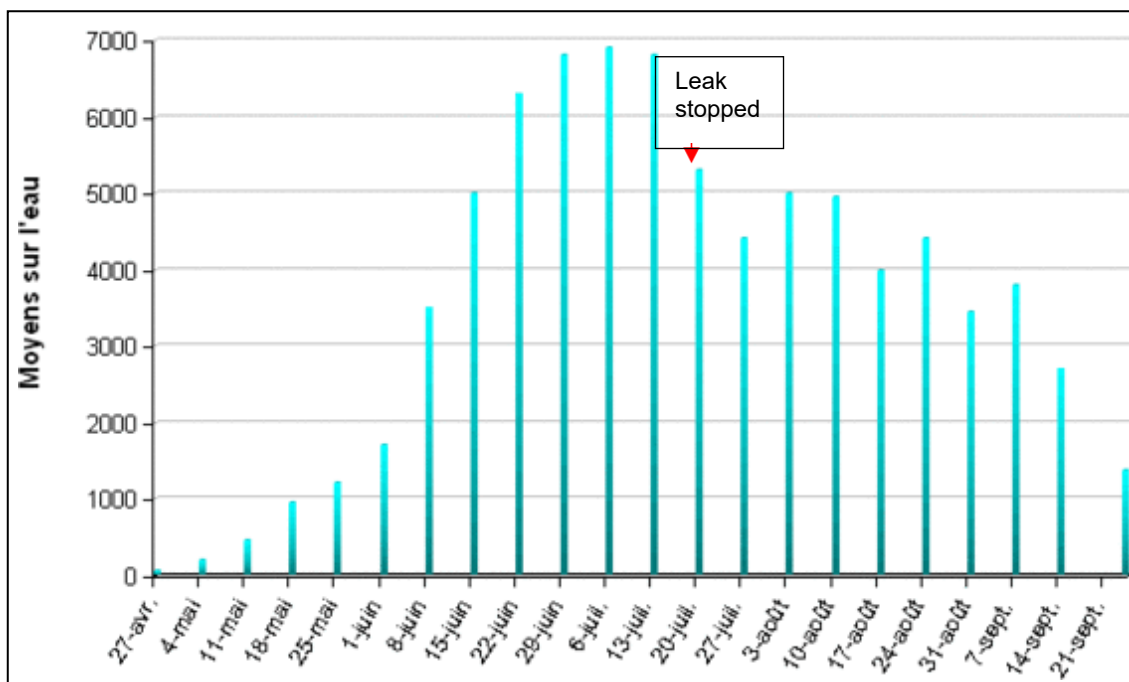
Figur 4-2 illustrerer områdeprioriteringene for de forskjellige oljevernstrategiene under aksjonen.



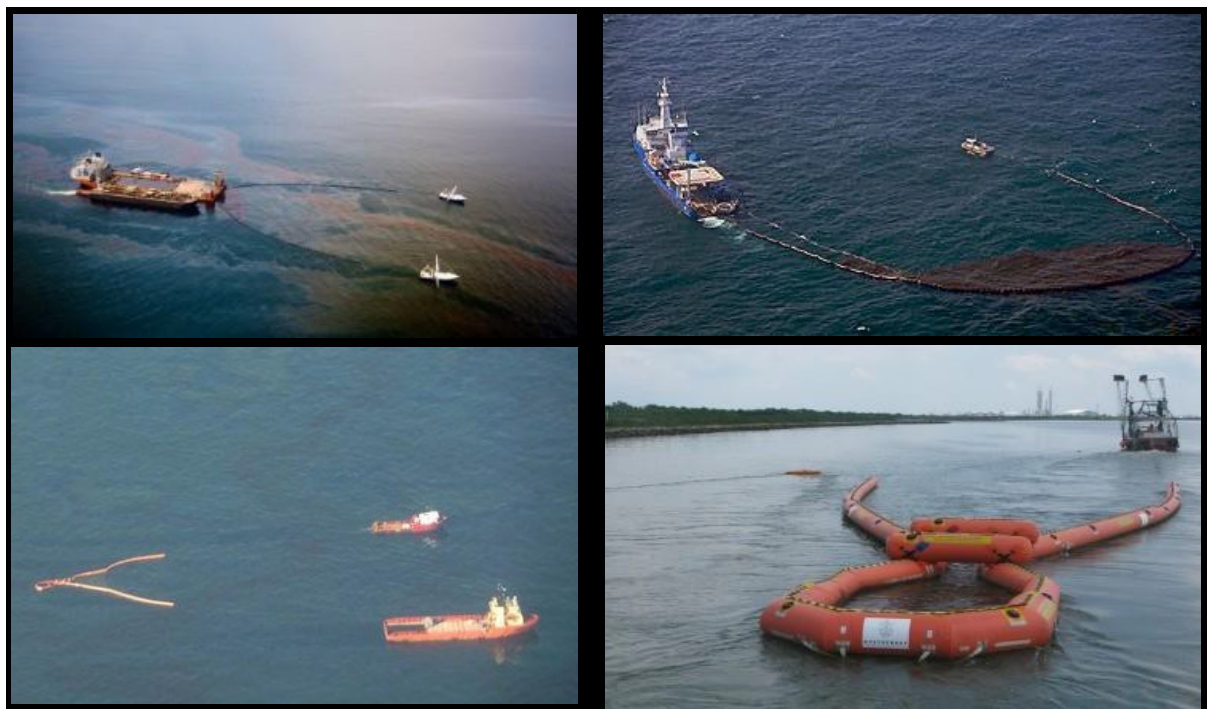
Figur 4-2 Skjematisert fremstilling av aksjonsområdet for de forskjellige responstrategiene.

Bekjempning ved mekanisk oppsamling

En enorm flåte av fartøy ble mobilisert i løpet av de to første månedene. Ved utgangen av juli hadde over 6000 skip og 540 lektre blitt mobilisert (Figur 4-3). Mer enn 750 forskjellige lense- og optakssystemer av alle typer ble brukt (se eksempler i Figur 4-4).



Figur 4-3 Antall fartøy / lekkere på stedet under aksjonsperioden (Cedre, 2020). «Leak stopped» = lekkasje stoppet.



Figur 4-4 Eksempler på mekaniske oppsamlingssystemer involvert i aksjonen (offshore).

Ikke alle innovative teknologier som ble testet ut under aksjonen var vellykkede. Som et eksempel: I begynnelsen av juli var den 335 m lange supertankeren «A Whale» blitt omgjort til en gigantisk overløpsopptaker for oljeoppsamling til havs (finansiert av taiwanske eiere). Tankskipet skulle være i stand til å pumpe opp en blanding av olje og vann, for så å

skille ut vannet, overføre oljen til et annet fartøy og dumpe vannet ut i havet igjen. Etter en rekke uavklarte tester valgte BP å ikke kontrahere dette fartøyet til bruk i aksjonen.

4.1.4 Påvirkende faktorer

Lokasjon

DWH-riggen var lokalisert 66 km utenfor kysten av Louisiana, hvor den nærmeste store operative havnen for offshore oljeindustri er Port Fourchon. Reisetiden til innsatsfartøyene var > 6-8 timer, som betydde at de offshore-klassifiserte innsatsfartøyene ble på stedet i flere dager for å minimere reisetiden.

Miljøforhold

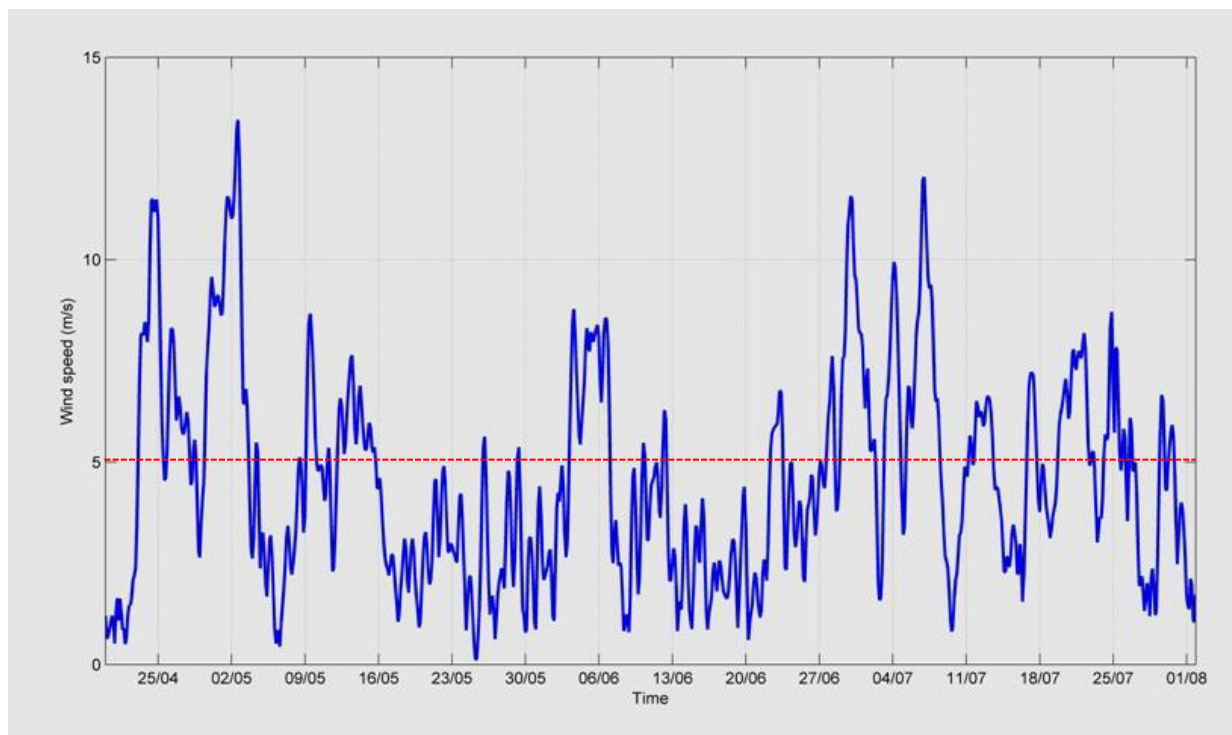
Det ble satt flere generelle begrensninger på innsatsfartøyene grunnet miljøforhold. F.eks.

- Ingen aksjoner med innsatsfartøy på natten / i mørket
- Ingen aksjoner med innsatsfartøy ved > 1 m signifikant bølgehøyde (dvs. > 5 – 6 m/s vind)

Figur 4-5 viser vindforholdene på stedet under hele utslippet (20. april til slutten av juli)

Statistisk sett var vindforholdene > 5m/s kun 38 % av tiden. Dette er betydelig roligere gjennomsnittlige havforhold sammenliknet med f.eks. Nordsjøen / Norskehavet, hvor vindhastigheter er > 5 m/s (dvs. brytende bølgeforld) 85 % av tiden under gjennomsnittlige havforhold. En annen gunstig parameter var havtemperaturen som lå på 32 °C.

Forekomsten av sjøgress i flekkvise områder forvirret overvåkningsfly til å feil-lede innsatsfartøy til områder med høy tetthet av sjøgress, som forårsaket driftsproblemer for lenser og opptakere (se Figur 4-6).



Figur 4-5 Vindforhold (m/s) ved området under hele utslippet (20. april til slutten av juli). 62 % av tidsperioden hadde vind < 5 m/s.



Figur 4-6 Øverst: Flekker av «tang» (venstre) vs. flak/områder med emulgert olje (høyre) skapte feil-leding fra overvåkningsfly. Midten/nederst: Eksempel på sjøgress som hindret oljeflyt inn i overløpsopptaker-systemene (Foto: SINTEF).

Oljeegenskaper og oljeforvitring til havs

Oljeeegenkapene og oljeforvittringsprosessen til Macondo MC-252-råoljen ble utført av Daling et al. 2014. Dette inkluderte omfattende laboratorie- og basseng testing av råoljens forvitringsegenskaper og dispergeringseffektivitet. Dataene ble brukt som input i oljeforvittringsmodellering (SINTEF sin OWM) hvor forvitringsegenskapene ble predikert under ulike miljøforhold. Laboratorie- og modelleringsdataen ble også validert mot tester av overflateolje / emulsjon tatt fra ulike posisjoner ved utslippskilden (Leirvik et. al. 2010).

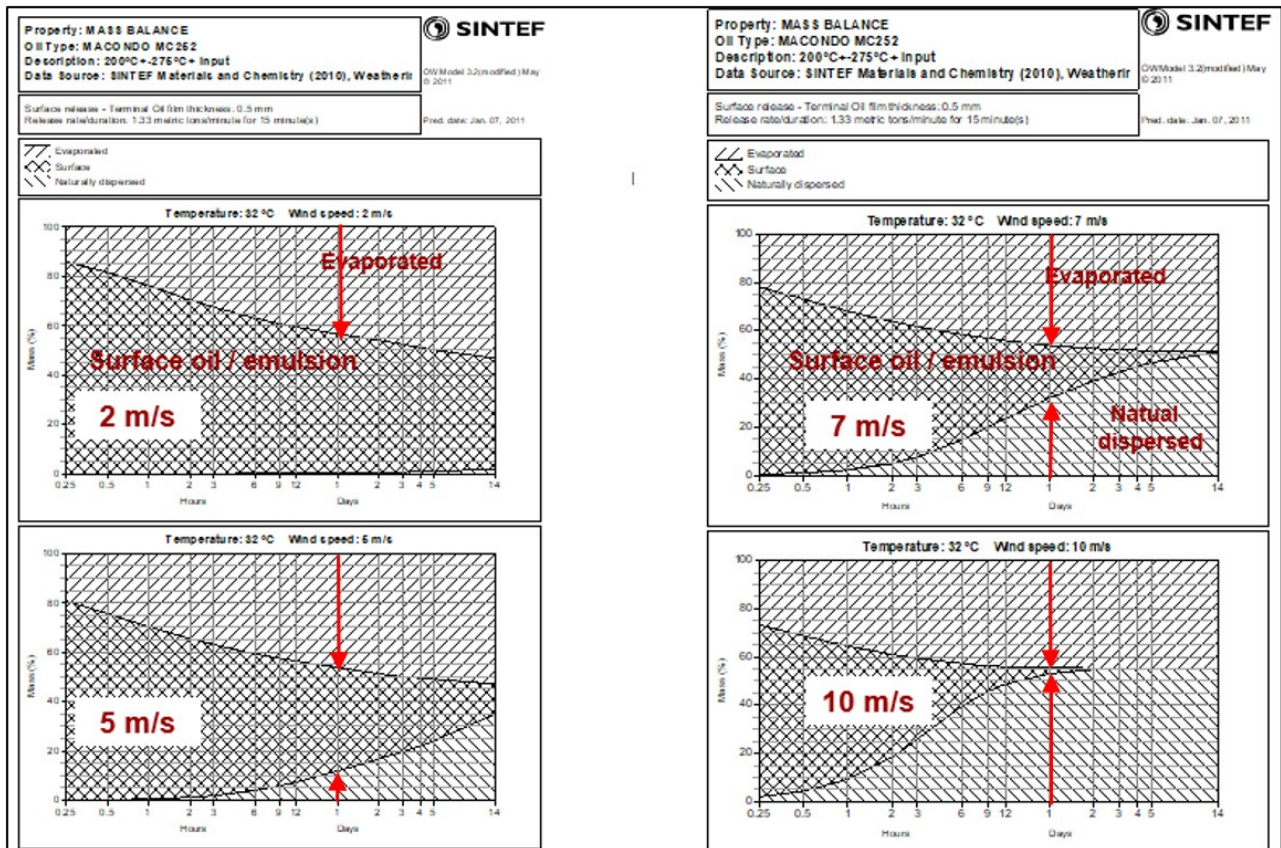
Macondo-oljen var en lett parafinsk råolje, med et høyere innhold av flyktige komponenter og et lavere innhold av tunge komponenter som asfaltener og voks, sammenliknet med de mest parafinske råoljene i Nordsjøen (se eksempel på sammenlikning med Oseberg-råoljen, Tabell 4-1 under).

Tabell 4-1 Oljeegenskaper til Macondo råoljen sammenlignet med Oseberg Blanding råoljen.

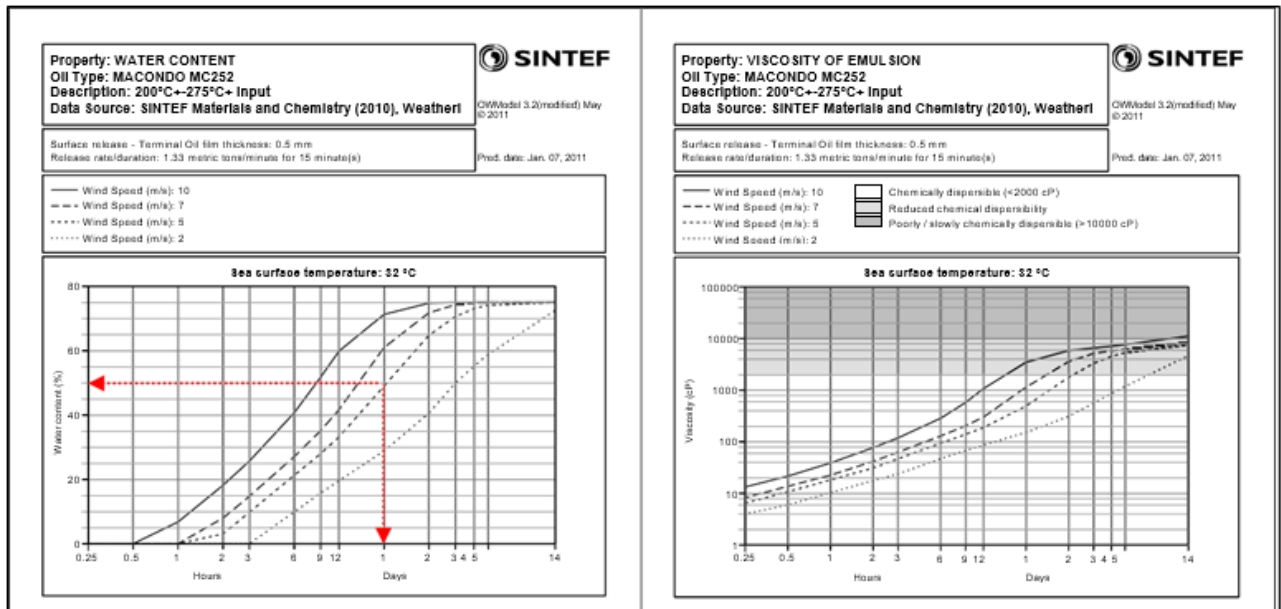
	MC 252 DWH råolje	Oseberg Blanding
Egenvekt (kg/l)	0.833	0.839
Flytepunkt (°C)	- 27	- 24
Viskositet (cSt ved 40°C)	4	5
Asfaltener (wt%)	0.15	0.2
Voks (wt%)	1.6	2.8
Destillasjon – TBP kurve		
150° C+ (vol. % tap) 200° C+	26.9	22.4
(vol % tap)	38.6	34.4
250° C+ (vol % tap)	49.7	44.7
Miljøtilsant:	GOM	Nordsjøen
Havtemperatur (Juni)	32°	13°
Solbestråling (UV – lys)	høy	lavere
Sjøtilstand / Vind		
(% av tid > 5 m/s vind)	38%	ca. 85 %

På grunn av det høye innholdet av flyktige stoffer og høye overflatetemperaturer i sjøen(32 °C), viser forvittringsprediksjoner fra SINTEF sin OWM at oljen som kommer til overflaten har høy fordampningsgrad (f.eks. 45 – 50 vol % fordampning i løpet av det første døgnet til havs, se Figur 4-7). Andre funn fra studiet viser en relativt langsom emulgering de første dagene i de rolige havforholdene (f.eks. vanninnhold < 50 vol % innen den første dagen, se Figur 4-8A). Emulsjonen som var generert hadde lav viskositet, noe som ga en høy effektivitet ved bruk av dispergeringsmidler, og et stort tidsvindu for bruk av disse midlene (> 1 uke, se Figur 4-8B). «Tidsvinduet» for muligheten til å brenne/tenne på oljen ble estimert til å være opptil 4 dager etter oljeutslipp under rolige havforhold. For olje som blir sluppet ut under høyere vindforhold (f.eks. 7 – 10 m/s vind), blir graden av naturlig dispergering svært høy, med den lave viskositeten og ustabile emulsjonen (se Figur 4-7).

Dette viser at alle de tre alternativene til overflatebekjempelse (mekanisk oppsamling, påføring av dispergeringsmidler og in-situ brenning) hadde et stort potensiale for å være effektive, basert på forvitringsegenskapene til overflateoljen/emulsjonen.



Figur 4-7 Predikert massebalanse for Macondo-oljen ved havoverflaten (32 °C havtemp.) under forskjellige vindforhold.

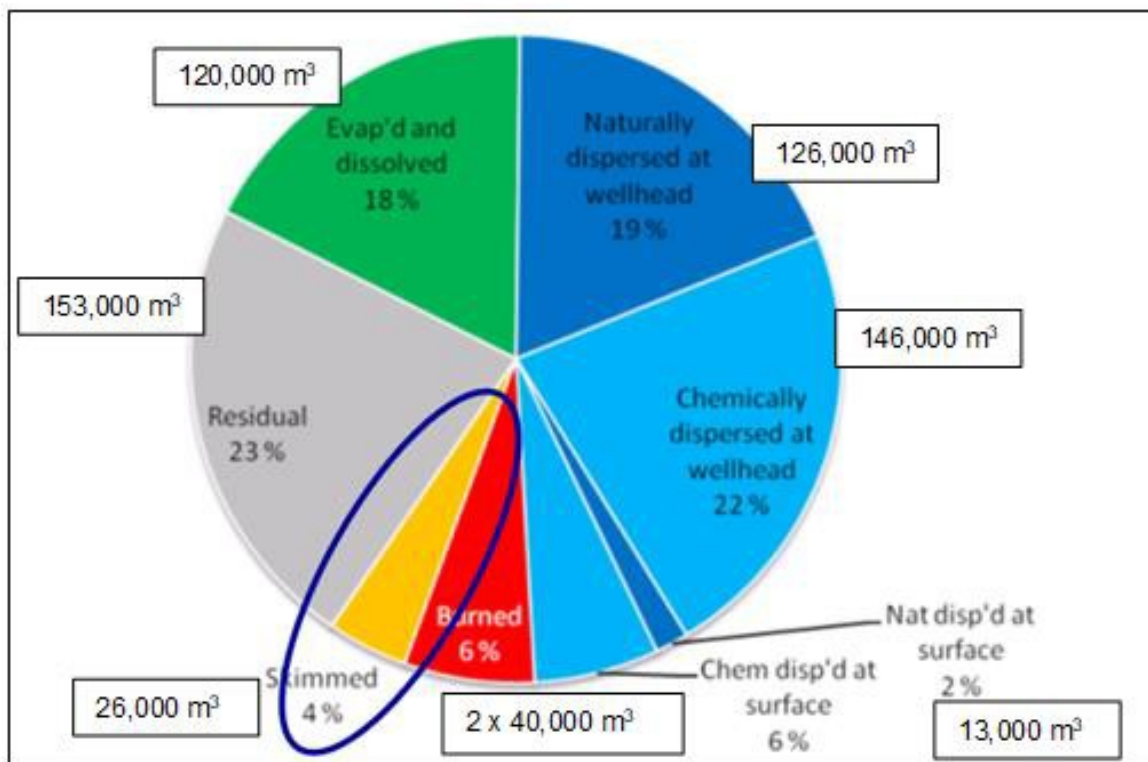


Figur 4-8 Predikert vannopptak (A) og viskositet av emulsjonen (B) ved havoverflaten (32 °C havtemp.) under forskjellige vindforhold.

4.1.5 Oppsamlingseffektivitet

Figur 4-9 viser det offisielle estimatet av det totale oljeregnskapet, inkludert fysiske forvitningsprosesser og det foreløpige effektivitetsestimater av de ulike oljevertiltakene (Lehr et al., november 2010). Denne beregningen er basert på et antatt utslipp på 779 000 m³ (4,9 mill fat.), hvor de 16 % (125 000 m³) som ble samlet opp direkte fra brønnhodet (RITT / Top-hat), er ekskludert fra figuren. Den beregnede mengden oppsamlet olje (rene vannfri oljester) er rapportert å være 25 000 m³ (160 000 fat). Figuren indikerer at ca. 4 % (av de 665 000 m³ med olje som ble sluppet ut i miljøet) ble samlet opp mekanisk ved overflaten. De mer langsiktige forvitningsprosessene (f.eks. biologisk nedbrytning) og videre skjebne (f.eks. synke til havbunn, stranding på land) er ikke inkludert i oversikten.

En tentativ beregning av oljen som er tilgjengelig for bekjempelse på havoverflaten, dvs. ved å eliminere fordampning, oppløsning og naturlig dispergering rundt kildeområdet, og den kjemiske spredningen på grunn av undersjøisk dispergeringsmiddelinjeksjon- SSDI ved brønnhodet, ville foreløpig doble effektivitetstallene for oppsamlingsaksjonen (Etkin og Nedwed, 2020). Basert på dette estimatet beregnet de at den mekaniske oppsamlingsaksjonen ville bidratt til rundt 5,5 – 8 % av oljen som var tilgjengelig for håndtering på havoverflaten. Dette er imidlertid fortsatt under den generelle tommelfingerregelen om at 10 – 30 % av den totale oljen forventes å bli samlet opp mekanisk i en oljeutslippshendelse (Etkin og Nedwed, 2020).



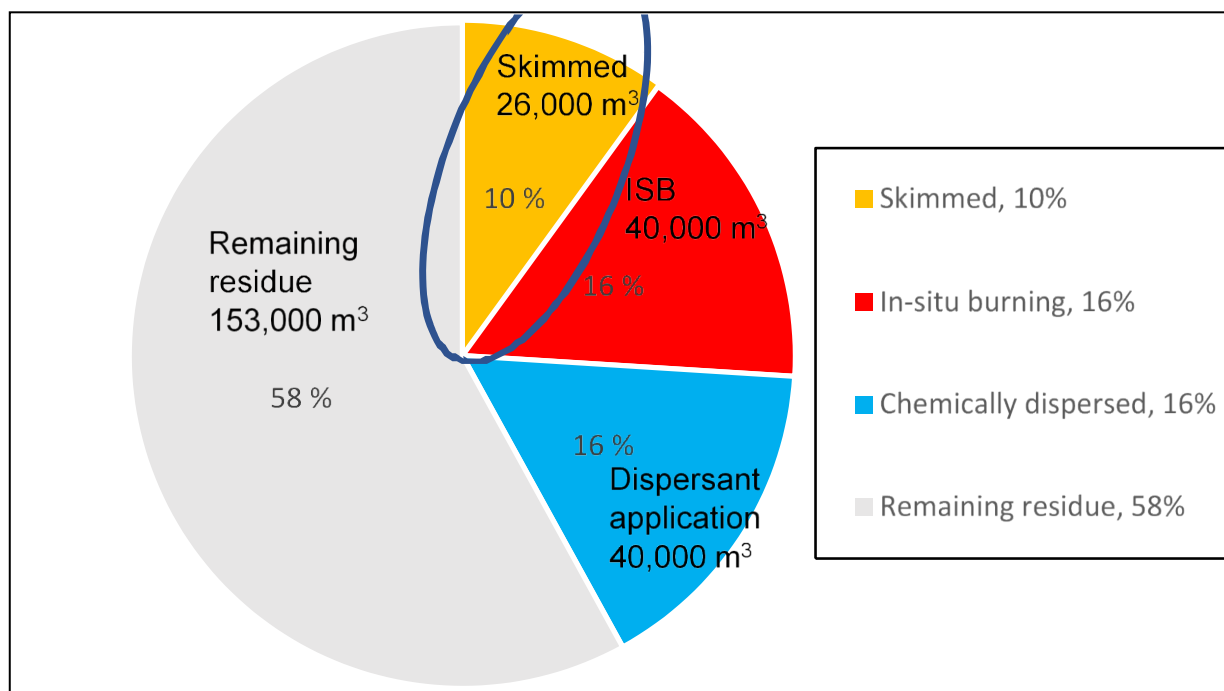
Figur 4-9 Anslag på oljeregnskapet basert på en antatt mengde på 665 000 m³ olje sluppet ut i miljøet (Lehr et al. 2010). «Skimmed» = oppsamlet, «residual» = gjenværende, «evap'd and dissolved» = fordampet og oppløst, «naturally dispersed at wellhead» = naturlig dispergert ved brønnhodet, «chemically dispersed at wellhead» = kjemisk dispergert ved brønnhodet, «nat disp'd at surface» = naturlig dispergert på overflaten, «chem disp'd at surface» = kjemisk dispergert på overflaten.

I denne rapporten har vi omskrevet oljeregnskapanslagene i Figur 4-9 ved kun å estimere den antatte oljen på havoverflaten tilgjengelig for overflatebekjempning ved å eliminere:

- Fordampet / oppløst: 120 000 m³
 - Naturlig dispergert olje ved brønnhode: 126 000 m³
 - Kjemisk dispergert ved brønnhode (SSDI): 146 000 m³
 - Naturlig dispergert på overflate: 13 000 m³
-
- Totalt 405 000 m³

Dette gir 665 000 m³ minus 405 000 m³ = 260 000 m³ oljerester (vannfri) på overflaten. Ved å anta en gjennomsnittlig emulgering av oljerestene med 50 % vann i løpet av det første døgnet til havs (Figur 4-8), gir det et antatt volum på ca. 520 000 m³ emulsjon på havoverflaten.

I Figur 4-10 har vi derfor kun vurdert mengden oljerester (vannfri) som antas å være tilgjengelig for overflatehåndtering (260 000 m³). Dette gir det følgende estimatet av massebalanse på overflaten for overflatehåndteringen (opptak, ISB, påføring av dispergeringsmiddel).



Figur 4-10 Estimert effektivitet for metodene for overflatebekjempning i forhold til den antatte mengden på 260 000 m³ tilgjengelig olje/emulsjon på havoverflaten sluppet ut i miljøet. «Remaining residue» = gjenværende rester, «skimmed» = oppsamlet, «ISB» = in-situ brenning, «dispersant application (chemically)» = påføring av dispergeringsmiddel (kjemisk).

«Gjenværende rester» er de flekkete og spredte oljerestene på overflaten som ikke ble fanget opp/behandlet av overflatehåndteringen, og som ble utsatt for langvarig forvitring (dvs. moussedannelse, nedblanding, synking og stranding).

4.1.6 Feltefaringer

Dette kapittelet gir noen eksempler på erfaringer gjort av offshore-team for mekanisk oppsamling under DWH-Macondo-hendelsen, for å få bedre innsikt og forståelse av noen av de operasjonelle og logistiske begrensningene, og taktiske prioriteringer fra innsatsledelsen som var ansvarlige for aksjonen offshore. Vi har hatt intervjuer med to norske aksjons-team involvert i den mekaniske oppsamlingen offshore under DWH-hendelsen.

Anders Jørgensen, Norlense

Det norske selskapet Norlense (Oljevern - Norlense) er et av verdens ledende selskaper for utvikling og produksjon av oljevernutstyr. Oljevern-produktene er utviklet for røffe værforhold. Norlense ble kontrahert direkte av BP for å bidra til mekanisk oppsamling. Selskapet var involvert i den mekaniske oppsamlingsaksjonen i perioden 9. – 20. juli med fire offshore lense/opptaks-systemer (hver 300 m NO 800 lenser og en Transrec 150 overløpsopptaker). Anders fungerte som rådgiver for oppsamlingssystemene.

Et av systemene var knyttet til KC (Kevin Costner) olje-vann-separasjonssystem installert på utslippsfartøyet Ella G, som kombinerte de tre egenskapene - opptak, separasjonsenheter og lagringskapasitet. No-800 ble operert i en "J-konfigurasjon" fra Ella G (se Figur 4-11). Følgende er hentet fra Norlense-loggen:

- 9/7: Gikk ut fra Port Fourchon til stedet. Fikk "stoppordre" på grunn av manglende tillatelse til å gå inn til området nær kilden. Måtte vente hele dagen og natten offshore.
- 10/7: Nær kilden (2-3 nm fra utslipps-boreriggen). Samlet opp 55 m³ olje/vann. Etter behandling i KC-separator -> 4 m³ rene oljerester.
- 11/7: 70 m³ emulsjon samlet opp
- 12/7: Ingen oppsamling tillatt (på grunn av værforhold: 7 m/s vind)
- 13/7: I et område med mye olje. 100 m³ emulsjon innsamlet i lensen i løpet av få timer. Klar til å ta opp emulsjonen, men OSC ga ordre til innsatsfartøyene om å forlate området umiddelbart for å prioritere sprøytmiddel fra luften. Ella G måtte "åpne" lensen og tømme 100 m³ innsamlet emulsjon i vannet igjen, og forlate "påføringssonen for dispergeringsmiddel" (frustrerende for innsatsteamene)
- 14/7: 37 m³ emulsjon oppsamlet
- 15/7: 44 m³ oppsamlet om natten + 30 m³ emulsjon oppsamlet i dagslys (2-3 nm fra utløsningsbrønnen på boreriggen). Siste dag på stedet med Ella G.

Tang og sjøgress i den innsamlet emulsjon reduserte tilflyt til overløpsopptakeren. Dette ble delvis løst ved å montere netting rundt opptakeren (se Figur 4-11).

Mesteparten av den oppsamlede emulsjonen ble fraktet til havn. Noe av emulsjonen ble separert om bord på Ella G, men det høye innholdet av tang reduserte effektiviteten til separatoren.



Figur 4-11 Topp: No-800 ble operert i en "J-konfigurasjon" fra Ella G. Bunn: "Hønsenetting" montert rundt optakeren for å forbedre tilflyt av emulsjonen inn i overløpet.

- 17 / - 19. juli: De tre andre Norlense-systemene ble guidet til et område nærmere kysten, da kilden hadde sluttet å lekke på det tidspunktet. Hensikten var å gjenvinne flekker med "tung" emulsjon spredt over et større område, ved å drive to 300 m lenser i åpen U-konfigurasjon for så å føre emulsjonen inn i en annen lense i J-konfigurasjon. Det ble derimot oppnådd lav oppsamlingseffektivitet, først og fremst fordi systemene ble ledet til områder hvor det ikke var olje, eller hvor emulsjonen var spredt i mindre flak over et stort område.

Generelle kommentarer fra Norlense

- Luftstøtten fra overvåkningsfly var i perioder mangelfull, men også noen ganger villedende ettersom tilstedeværelsen av områder med tang forvirret overvåkningsflyet til å lede innsatsfartøyene til områder med tang i stedet for område med olje/emulsjon.
- Vesentlig strengere restriksjoner for de mekaniske oppsamlingssystemene sammenlignet med erfaringer fra norske aksjoner. F.eks. ingen oppsamling i mørke, ingen drift under brytende bølgeforhold (> 5 m/s vind, uavhengig av type oppsamlingssystem).
- I perioder var det for mange oppsamlingsfartøy i samme område -> skapte "konkurrans" mellom systemene
- Den mekaniske oppsamlingen ble ikke gitt den samme prioriteten av Innsatsledelsen som ISB og påføring av dispergeringsmiddel fra luften. Dvs. at den oppnådde effektiviteten av mekanisk bekjempelse delvis gjenspeiler valgte strategier og taktiske beslutninger.

Dag Nilsen og Tor-Kristian Fagerheim, NOFI

NOFIs oljevern-ekspertise (<https://www.nofi.no/no/oilspill>) er utviklet de siste fire tiårene. Deres oljelenseprodukter regnes som blant de mest effektive på markedet. NOFIs Current Buster® -teknologi har vært en revolusjon innen oljevernssystemer, og er kjent for sin ytelse i oppsamling av olje ved høyere tauehastigheter enn andre lense-systemer.

Totalt ble 46 NOFI Current Buster (NCB)-systemer fra både Norge og oljeverndepoter rundt om i verden tatt i bruk i løpet av aksjonsperioden og fraktet til GOM. Dette inkluderte både offshoresystemer (NCB8 og NCB4) operert fra offshorefartøy (enbåt eller tobåt-systemer, se Figur 4-4), og mindre systemer (NCB2) som ble operert nærmere land av f.eks. fiskefartøy (enkeltfartøy-systemer, se Figur 4-4). Rollen for NOFI-personellet var primært opplæring av annet personell, støtte og operativt vedlikehold av NCB-systemene. For eksempel var Tor-Kristian Fagerheim ansvarlig for drift og vedlikehold av åtte av de større systemene (NCB8) som var i drift offshore nær kilden.

Følgende punkter ble identifisert under intervjuet med NOFI:

- Mengden emulsjon som ble samlet opp varierte sterkt fra dag til dag, avhengig av hvor responsystemene ble disponert av innsatsleder. F.eks. noen dager ble NCB-systemene henvist til et område uten olje.
- Aksjonsledelsen tillot ingen oppsamling om natten, og det var restriksjoner for å operere i bølger over 1 m. Likevel var havet generelt rolig, med bare noen få dager med bølger over 1 meter.
- Avfall/tang var en stor utfordring, blokkerte de fleste pumper og opptakere, og reduserte ofte oppsamlingseffektiviteten (se Figur 4-11). Noen opptakere, som åpne skruerpumper, fungerte bra.
- På "gode dager" med forekomst av vindstriper av emulsjon på sjøen, samlet to CB4-systemer koblet opp til OSV "Vanguard" opp 250 m³ emulsjon på en dag.
- Slampumper plassert på et separat pumpefartøy som betjente flere NCB-er, ble med stor suksess brukt til å tømme NCB-systemene når de var fulle av emulsjon (30 - 60 m³). Bare små mengder fritt vann ble pumpet fra NCB-systemene under slike tømmeoperasjoner.
- Flere CB-systemer var i drift i samme område, med god kommunikasjon imellom. Hver dag ble mengden innsamlet rapportert. Innsamlingskapasiteten rapportert fra NOFI Current Busters-systemene var ifølge NOFI i gjennomsnitt 3-5 ganger høyere enn «tradisjonelle lense-systemer som opererer i samme område».

Dag Nilsen (NOFI), som har over 40 års operativ erfaring fra flere oljeutslippsaksjoner i feltet, hevder at på grunn av drift, oseanografiske og miljømessige begrensninger (f.eks. rask spredning av overflateoljen til oppsplittede vindstriper, begrensninger i bistand fra overvåkningsfly, redusert oppsamlingskapasitet om natten osv.), "...en realistisk oppsamlingskapasitet for ett system vil mest sannsynlig være rundt noen få hundre m³ emulsjon over en periode på 24 timer, i stedet for den nominelle oppsamlingskapasiteten rapportert i mange beredskapsplaner...".

4.1.7 Konklusjoner

DWH/Macondo-hendelsen har vært det største og mest utfordrende marine oljeutslippet i historien fra petroleumsindustrien. Det er fortsatt mange usikkerhetsmomenter både for totalt estimert oljevolum som slapp ut fra brønnen på 1 500 m havdyp (antatt totalt å være 779 000 m³), men også usikkerhet i de kvantitative effektivitetstallene til de forskjellige bekjempningsaksjonene som fant sted - både ved brønnhodet på havbunnen, og aksjonen på havoverflaten. I tillegg vil det alltid være usikkerhet rundt mengden og skjebnen til oljen som unnslett bekjempningstiltakene og endte i det marine miljøet. Dette har det siste tiåret åpnet for diskusjoner og meninger om den eventuelle miljøskaden av oljeutslippet Macondo.

I denne rapporten har vi forsøkt å bearbeide de offisielle tallene i «Oljeregnskapberegningen» (Lehr et. al. 2010), for å gi et mer "korrekt" anslag på effektiviteten til den mekaniske oppsamlingsprosessen, ved å relatere oppsamlet volum til den antatte mengden olje/emulsjon som var tilgjengelig for bekjempningsaksjonene på overflaten. Dette er estimert til å være 260 000 m³ av de totalt 779 000 m³ som lakk ut fra brønnen. Ved å bruke disse tallene gir dette følgende beregnede "effektivitet" av bekjempningsmetodene på overflaten:

- | | |
|---|------|
| • Mekanisk gjenvinning | 10 % |
| • In-situ brenning (ISB) | 16 % |
| • Påføring av dispergeringsmidler på overflaten | 16 % |

Som diskutert ovenfor var det mange eksterne miljøfaktorer, sterke interne restriksjoner og aksjonsprioriteringer/taktiske avgjørelser fra aksjonsledelsen, som ifølge de deltakende norske mekaniske bekjempningsteamene var frustrerende for dem, da det hadde stor innflytelse på effektivitetstallene. Nøkkelfaktorer her er:

- Mangel på luftveiledning / villedende guiding til oppsamlingsfartøyene til områder med høye konsentrasjoner av tang og lite olje
- Oppsamlingsaksjoner om natten var ikke tillatt
- Oppsamlingsaksjoner i bølger > 1 m (> 5m/s vind) var ikke tillatt, uavhengig av type oppsamlingsystem
- I perioder var det for mange oppsamlingsfartøy i samme område; «konkurransen» mellom systemene
- Den mekaniske oppsamlingsaksjonen ble ikke gitt samme prioritet som ISB-aksjonene og aksjonene for påføring av dispergeringsmidler fra luften. Alle de tre alternativene for overflatehåndtering (mekanisk oppsamling, in-situ brenning og påføring av dispergeringsmiddel) hadde et potensiale for bekjempning basert på oljeforvitringsegenskapene til overflateoljen/emulsjonen i løpet av den første dagen. De relative effektivitetstallene mellom metodene gjenspeiler derfor prioriteringene og de taktiske beslutningene som ble tatt av aksjonsledelsen under aksjonen.

4.2 Montara (2009)

4.2.1 Informasjonskilder

Følgende kilder har blitt brukt:

- CEDRE, 2020. Database for utslippstilfeller og farer i verdens vann. <http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills>.
- Dagmar Schmidt Etkin, Tim J. Nedwed, Marine Pollution Bulletin, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111848>
- Australsk maritim sikkerhetsmyndighet (Australian Maritime Safety Authority (AMSA)): <https://www.amsa.gov.au/marine-environment/incidents-and-exercises/montara-well-head-platform-21-august-2009>
- Rapport på oljeegenskaper: <https://www.amsa.gov.au/file/2426/download?token=ZmJiQMn->
- Rapporten til «Montara Commission of Inquiry»: <http://www.iadc.org/wp-content/uploads/2016/02/201011-Montara-Report.pdf>

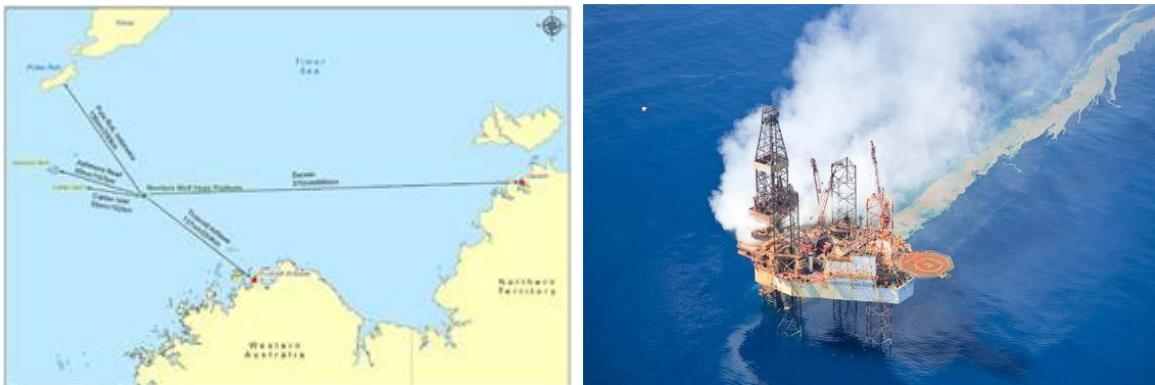
4.2.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 21. august 2009 skjedde et ukontrollert utslipp av olje og gass fra den mobile boreenheten Montara Wellhead. Hendelsen skjedde omtrent 230 km utenfor den nordvestlige kysten av Australia, i Montara-oljefeltet offshore i Timorhavet (Figur 4-12). De 69 ingeniørene og teknikerne på riggen ble umiddelbart evakuert uskadd til Darwin.

Hydrokarbonene som ble sluppet ut var sammensatt av:

- Lett råolje (men med et voksinnhold på opptil 11 %, og et flytepunkt på opptil 27 °C) som raskt dannet flak på vannoverflaten.
- En blanding av kondensat og gass som ble sluppet ut i atmosfæren og utgjorde en eksplosjonsfare i nærheten av riggen.

PTTEP Australasia, plattformoperatøren, estimerte at 64 tonn (400 fat) råolje gikk tapt per dag. Det skal derimot bemerkes at dette anslaget ikke kunne bekreftes på noe tidspunkt under hendelsen, og det var heller ikke mulig å gi noen mer nøyaktig vurdering. Lekkasjen fortsatte til 3. november 2009. Anslagsvis totalt 4 800 tonn ble deretter sluppet ut i havet. Bekjempningsaksjoner fortsatte til brønnen ble pluggert 3. desember 2009 (105 dager). Oljeflaket som ble dannet strakte seg opp til 40 km bredt og 136 km langt.



Figur 4-12 Kart som viser posisjonen til Montara-plattformen (til venstre) og et bilde som viser oljeriggen, og oljeflaket som driver bort (til høyre). Bildet tatt av Mark Hamilton og begge bildene kopiert fra: <https://www.amsa.gov.au/marine-environment/incidents-and-exercises/montara-well-head-platform-21-august-2009>

Over 130 overvåkingsflyvninger ble utført i løpet av aksjonen som startet på den første dagen av hendelsen. Gjennom hele hendelsen holdt det meste av den observerte oljen seg innenfor 35 kilometer fra plattformen, med flekker av oljefilm og forvitret olje rapportert på forskjellige avstander og i forskjellige retninger ettersom vind, temperatur og strøm varierte. De gunstige forholdene under mesteparten av perioden tillot oppsamling, men begrenset til en viss grad naturlige oppbrytningen av olje.

4.2.3 Aksjonen

Umiddelbar aksjonering inkluderte:

- Mobilisering av fly (inkludert et Hercules C-130-fly fra Singapore)
- Mobilisering av AMSA-personell
- Ekstra dispergeringsmiddel (opprinnelig ca. 50 tonn) for å supplere lagrene på AMSA Darwins utstyrslager.

AMSAs operative håndtering ble gjennomgått daglig basert på observasjoner fra overvåkingsflyvninger på morgenen. Utstyr fra oljeindustriagrene i Singapore og Geelong, samt AMSA-lagre i Darwin og andre stater, ble brukt i oppryddingsaksjonen. Innsatspersonell kom fra oljeindustrien, AMSA og fra nasjonale innsatsteam-ordninger. Dette inkluderte bistand fra alle stater og det nordlige territoriet. Assistanse ble også gitt av New Zealand-personell i samsvar med formelle ordninger mellom Australia og New Zealand. Totalt var 247 innsatspersoner involvert i aksjonen.

Strategi

Bruk av dispergeringsmidler:

Bruk av av dispergeringsmidler startet 23. august 2009 og fortsatte til 1. november 2009 (Tabell 4-2):

- Hercules C-130 sprayet totalt 12 000 liter dispergeringsmiddel 23. og 24. august.
- Fly kontrahert til AMSA som en del av Australias dispergeringsberedskap fortsatte sprøyteaksjoner ut i fra Truscott flyplass fra 25. august til 2. september, med sprøyting av 32 m³ dispergeringsmiddel.
- Dispergering fra fartøy ble utført fra 30. august til 1. november, med 118 m³ dispergeringsmiddel påført.

Det ble brukt totalt 162 m³ dispergeringsmidler. Observasjoner og prøvetaking indikerte at dispergeringsmidler var svært effektive for å hjelpe den naturlige nedbrytningsprosessen og minimere risikoen for oljesøl på rev og i strandsone.

Mekanisk oppsamling:

Mekanisk oppsamling startet 5. september 2009 og fortsatte til 30. november 2009 (Tabell 4-2), selv om ingen opptakbar olje ble lokalisert etter 15. november 2009. Disse aksjonene involverte to fartøyer som jobbet sammen med en 300 m lang oljelense, med en opptaker som opererte inne i lensen. Figur 4-13 viser emulsjon samlet i lensa og klar for opptak med oljeopptakeren.

To par fartøy gjennomførte den mekaniske oppsamlingen under mesteparten av aksjonen. Totalt ble det oppsamlet 844 m³ olje/vann blanding, hvor 493 m³ er estimert som olje.

Tabell 4-2 Oversikt over oljeverniltak (2009).

Oljevern	August	September	Oktober	November	Desember
Hercules påføring av dispergeringsmiddel	23.+24.				
Påføring av dispergeringsmiddel fra fly	2.	1.			
Påføring av dispergeringsmiddel fra fartøy	30.	1.			
Mekanisk oppsamling		5.		30.	


Figur 4-13 Rust-farget emulsjon innsamlet i en lense klar for opptak med oljeopptakert. Foto: AMSA.

Eksterne faktorer

Forholdene under mesteparten av oljevernaksjonen ble beskrevet som gunstige, og tillot dispergerings- og oppsamlingsaksjoner. Hovedmålet med oljevernberedskapen var å forhindre olje i å nå land. Alt i alt gikk aksjonen for Montara-utslippet bra. Ingen olje nådde land. Det nærmeste oljen var fra land ble registrert til 35 km fra den australske kysten og 94 km fra kysten av Indonesia (Vest-Timor). Begrensede mengder dispergeringsmidler ble påført av fly og båter, og mekanisk oppsamling ble benyttet.

Interne faktorer

Alle 69 personer på West Atlas borerigg ble evakuert trygt. Oljevernaksjonen ble koordinert av AMSA og ble beskrevet som vellykket. Et trent mannskap, god kommunikasjon og egnede fartøyer viste seg avgjørende for en sikker og effektiv innsats. Påføring av dispergeringsmiddel fra luften ble igangsatt i en tidlig fase, mens mekanisk oppsamling ble igangsatt nesten to uker etter at utblåsningen startet.

Montara-oljen var ganske lett, og kombinert med urolig sjøtilstand og høye lufttemperaturer, var fordampningen betydelig. Oljen hadde derimot et høyt flytepunkt (nær sjøtemperaturen) og størknede vokskaker ble observert spesielt i perioder med lite sollys (f.eks. om natten), og for olje som hadde forvitret en stund (økt flytepunkt). Størknet olje var mer utfordrende å håndtere både med bruk av dispergeringsmidler og mekanisk oppsamling.

Observasjoner gjort av innsatspersonellet indikerte: Det var fritt vann sammen med oljen som ble samlet opp. Ideelt sett kunne vannet ha blitt separert ut, men dette ble ikke godkjent. Begrenset lagring på dekk ble rapportert som begrensende for fremdriften, fordi fulle oppsamlingstanker resulterte i ventetid for å få de tømt av et annet fartøy. En av lensene som ble brukt til å samle inn oljen ble skadet på grunn av ytre krefter, noe som gjorde det nødvendig å slepe i svært lave hastigheter. Både utplasserings- og slepefartøyer var store, og ideelt sett kunne mindre fartøyer vært enda mer nyttige. Varmen var et stort problem ved arbeid på dekk, de fleste dagene var det over 50 °C, noe som gjorde dehydrering og heteslag til en stor fare. Det var svært begrenset med ly på dekk. Logistikkmessig var det et vanskelig utslipp å håndtere ettersom aksjonene foregikk 230 km fra land, og derfor var medisinsk evakuering og annen støtte langt unna. Avfall var også et problem under oppsamlingsaksjonene, og forårsaket et problem for opptakere og slanger.

4.2.4 Oppsamlingseffektivitet

Den estimerte mengden Montara-råolje som ble sluppet ut under hendelsen var 4 800 tonn. Med en tetthet på 0,851 kg/l, gir dette 5 640 m³ utslippet råolje. I startfasen av utslippet ble påføring av dispergeringsmidler brukt som eneste bekjempningstiltak. Mekanisk oppsamling startet ikke før 14 dager etter at utslippet startet.

Oljetype og egenskaper

Montara-olje er en voksaktig olje med et flytepunkt nær omgivelsestemperatur. Den 9. september ble totalt ti prøver av olje, som hadde drevet på havet en stund, analysert på land. Resultatene viste at alle prøvene var forvitret med et betydelig tap av lette (flyktige) hydrokarboner. Reduksjonen i oljevolum på grunn av fordampning for disse prøvene ble beregnet til å være mellom 4 % og 66 %, med et gjennomsnitt på 34 %. Bortsett fra analysen av volumtap på grunn av fordampning, har vi ikke klart å finne andre analytiske data for disse feltprøvene. Fersk Montara-råolje ble rapportert å ha følgende fysikalsk-kjemiske egenskaper:

- Tetthet (SG): 0,851 kg/l.
- Flytepunkt: 27 °C.
- Voksinnhold: 11,3 %.
- Viskositet: 3,726 ved 40 °C.

Beskrivelser av utseendet og oppførselen til Montara-råoljen ble mottatt regelmessig fra innsatspersonell på stedet, og disse ble støttet av fotografisk dokumentasjon. Nær kilden så det ut til at oljen spredte seg sakte og var begrenset til veldefinerte flak. Etter hvert som oljen ble varmet opp (f.eks. av sollys) overskred den flytepunktet, ble flytende og spredte seg lettere, og dannet mindre definerte og tynne flak. Olje innsamlet i lenser varierte fra "fersk" flytende olje med lav viskositet og brun farge, til lysere oljer, muligens emulsjoner. Den ferske oljen ble lett samlet opp av de utplasserte opptakerne, og inneholdt angivelig lite vann. Utseendet til emulsjonene som ble observert varierte, og gjenspeilet muligens graden av emulgering, men også muligens et variabelt voksinnhold. Separasjonen av voks fra oljen var tydelig, og vokskaker ble observert.

Massebalanse / oljeregnskap

SINTEF sin OWM har blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for Montara-råoljen, inkludert massebalanse uten noe oppsamlingsdata inkludert. Svært få analytiske data er funnet for Montara-oljen og OWM ble satt opp med to alternativer:

Alternativ 1: Det ble utarbeidet en kokepunktskurve for den ferske Montara-råoljen, basert på en simulert destillasjonsprofil tatt fra oljekarakteristikkrapporten utarbeidet for AMSA. Dette ble kombinert med de få fysikalsk-kjemiske dataene gitt ovenfor.

Alternativ 2: Kokepunkt kurven og de fysikalsk-kjemiske dataene for Montara ble sammenlignet med mange råoljer i OWM-databasen, og samsvarte ganske bra med en norsk råolje. Denne råoljen ble deretter brukt som en «modellolje», og predikasjoner ble utarbeidet basert på denne oljen.

Følgende input-data ble brukt:

- 800 tonn Montara-råolje sluppet ut over 10 uker (70 dager) – 21. august til 3. november 2008.
- Sjøvannstemperatur: 28 °C.
- Vind: 2, 5, 10 og 15 m/s.
- Vannopptak: 42 %.

Predikasjonene ved 5 m/s vind var like for de to alternativene ovenfor. Ved 10 m/s vind ga alternativ 1 en meget høy naturlig dispergering på 42 % (etter 24 timers forvitringstid), mot 28 % for alternativ 2. Alternativet med norsk råolje som «modellolje» (alternativ 2) ble valgt for videre beregninger i denne rapporten.

Figur 4-14 viser den predikerte massebalansen ved 5 og 10 m/s vind for alternativ 2. Værforholdene ble beskrevet som gunstige under det meste av utslippsperioden, men siden oljeoppsamlingsaksjonene pågikk i en periode på mer enn 70 dager, bør varierende vindforhold regnes med. Den mekaniske oppsamlingen pågikk trolig i forskjellige avstander fra utslippspunktet (riggen). Gjennomsnittlig antas det at det foregikk på en avstand tilsvarende 24 timers driftstid fra kilden, som benyttes i de videre beregningene.




Property: MASS BALANCE
 Oil Type: PIL MONTARA
 Description: aka Fenja
 Data Source: SINTEF Materials and Chemistry (2014), Weathering data used

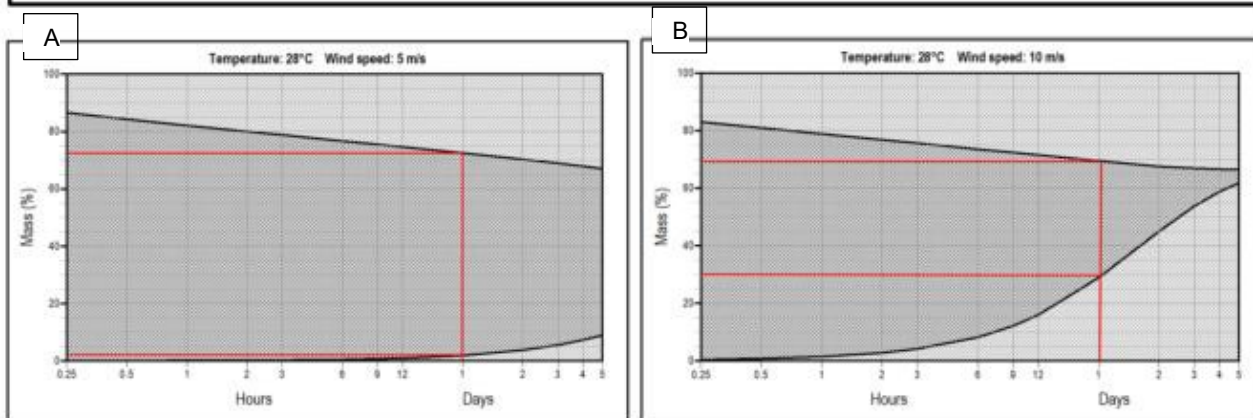


CWMModel© 13.0

Surface release
 Release rate/duration: 68.57 metric tons/day for 70 day(s)

Pred. date: Jul. 09, 2021

 Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



Figur 4-14 Predikert massebalanse av Montara-råolje ved 28 °C havtemperatur og 5 m/s vind (A), og 10 m/s vind (B), ved bruk av en norsk råolje som «modellolje».

Massebalanse som inkluderer alternativer for oljevernberedskap og estimering av effektivitet

Vi har ikke funnet reelle vinddata for denne hendelsen. Det ble rapportert om gunstige tilstander under det meste av perioden. I løpet av de 75 dagene med oljevernaksjoner bør det derimot forventes at vindforholdene varierte fra svært rolige forhold (5 m/s vind eller mindre) til røffere forhold (10 m/s vind eller mer). Som en tommelfingerregel kan en si at ved 5 m/s begynner bryte bølger (hvite topper) å oppstå på havet. Dette er et premiss for naturlig dispergering av olje som normalt øker med økende vindhastighet. Tabell 4-3 angir inngangsverdier og forutsetninger brukt som grunnlag for estimering av effektiviteten til de mekaniske oljeoppsamlingsaksjonene under hendelsen:

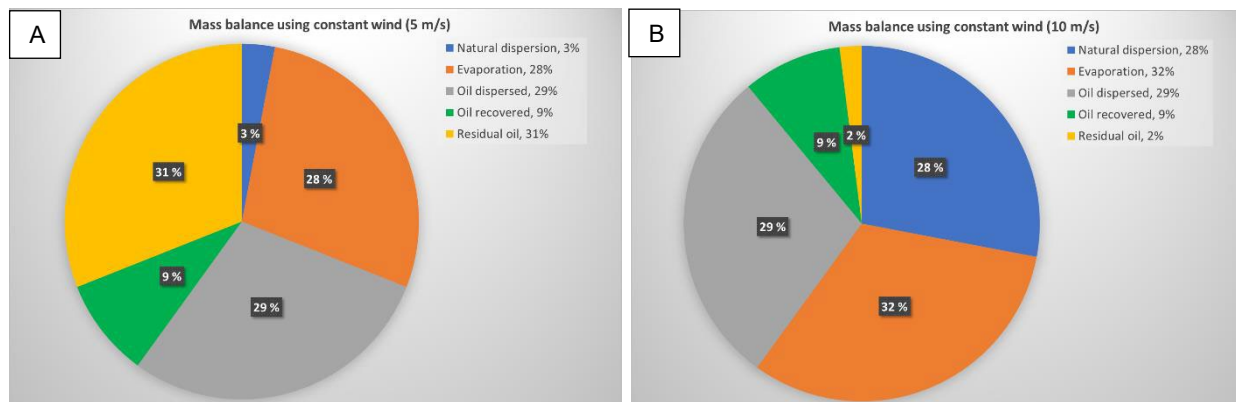
Tabell 4-3 Input-data og forutsetninger for massebalanseberegningene for Montara

Hendelse/aktivitet	Kommentarer
Oljeutslipp: 21/8–3/11, 2009	4 800 tonn Montara-råolje ble sluppet ut over en periode på ca. 75 dager. Dette gir: 5 640 m ³ , basert på tetthet: 0,851 kg/l. Råoljen beskrives som en lett olje, men med høyt voksinnhold og flytepunkt.
Bruk av dispergeringsmidler	23/8-24/8: 12 m ³ dispergeringsmiddel (Hercules) 25/8-02/9: 32 m ³ dispergeringsmiddel (Aircraft) 30/8-1/11: 118 m ³ dispergeringsmiddel (Vessel) Totally: 162 m ³ dispergeringsmiddel påført
Dispergert olje	Forutsetter en DOR (Dispergeringsmiddel-til-olje-ratio) på 1:10 (gir: 1 m ³ dispergeringsmiddel dispergerer 10 m ³ olje): <ul style="list-style-type: none"> 162 m³ dispergeringsmiddel brukt x 10 = 1 620 m³ oljerester dispergert.

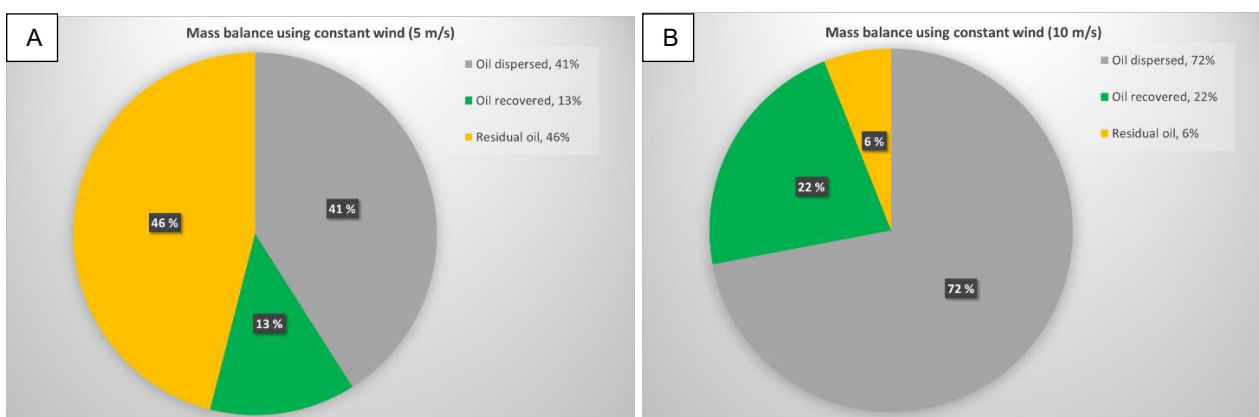
<p>Mekanisk oppsamling</p>	<p>05/9-15/11: To par fartøy deltok. Totalt 844 m³ produkt (olje-vann-blanding) ble samlet opp. Beregnet at 493 m³ av dette var oljerester. Basert på disse estimatene: Hvis det totale oppsamlede produktet bare inneholdt emulsjon (ikke noe fritt vann) ville vanninnholdet i emulsjonen vært 42 %.</p>																		
<p>Total massebalanse ved 5 og 10 m/s vind. Alle parametere inkludert.</p>	<p>Antagelser:</p> <ul style="list-style-type: none"> Både bruk av dispergeringsmidler og mekanisk oppsamling er utført i en avstand fra kilden tilsvarende 24 timers drifttid. Forutsetter en gjennomsnittlig havtemperatur på 28°C. <p>Tabell som viser mengden olje (beregnet som vannfri olje) som dispergeres eller samles opp som en prosentandel av oljen som frigjøres, fordampning og naturlig dispergering inkludert::</p> <table border="1" data-bbox="550 723 1428 945"> <thead> <tr> <th></th> <th>5 m/s vind (Figur 4.2.4A)</th> <th>10 m/s vind (Figur 4.2.4B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fordampet</td> <td>28% (1 579 m³)</td> <td>32% (1 805 m³)</td> </tr> <tr> <td>Naturlig dispergert</td> <td>3% (169 m³)</td> <td>28% (1 579 m³)</td> </tr> <tr> <td>Kjemisk dispergert</td> <td>29% (1 620 m³)</td> <td>29% (1 620 m³)</td> </tr> <tr> <td>Mekanisk oppsamling</td> <td>9% (490 m³)</td> <td>9% (490 m³)</td> </tr> <tr> <td>Oljerester</td> <td>31% (1 782 m³)</td> <td>2% (146 m³)</td> </tr> </tbody> </table>		5 m/s vind (Figur 4.2.4A)	10 m/s vind (Figur 4.2.4B)	Fordampet	28% (1 579 m ³)	32% (1 805 m ³)	Naturlig dispergert	3% (169 m ³)	28% (1 579 m ³)	Kjemisk dispergert	29% (1 620 m ³)	29% (1 620 m ³)	Mekanisk oppsamling	9% (490 m ³)	9% (490 m ³)	Oljerester	31% (1 782 m ³)	2% (146 m ³)
	5 m/s vind (Figur 4.2.4A)	10 m/s vind (Figur 4.2.4B)																	
Fordampet	28% (1 579 m ³)	32% (1 805 m ³)																	
Naturlig dispergert	3% (169 m ³)	28% (1 579 m ³)																	
Kjemisk dispergert	29% (1 620 m ³)	29% (1 620 m ³)																	
Mekanisk oppsamling	9% (490 m ³)	9% (490 m ³)																	
Oljerester	31% (1 782 m ³)	2% (146 m ³)																	
<p>Massebalanse av overflateolje ved 5 og 10 m/s vind. Kun olje tilgjengelig for oljevertiltak.</p>	<p>Antagelser:</p> <ul style="list-style-type: none"> Både bruk av dispergeringsmidler og mekanisk oppsamling er utført i en avstand fra kilden tilsvarende 24 timers drifttid. Forutsetter en gjennomsnittlig havtemperatur på 28°C. <p>Tabell som viser mengden olje (beregnet som vannfri olje) som dispergeres eller samles opp som en prosentandel av oljen tilgjengelig på overflaten, med fordampning og naturlig dispergering utelatt:</p> <table border="1" data-bbox="550 1211 1428 1368"> <thead> <tr> <th></th> <th>5 m/s vind (Figur 4.2.5A)</th> <th>10 m/s vind (Figur 4.2.5B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kjemisk dispergert</td> <td>41% (1620 m³)</td> <td>72% (1 620 m³)</td> </tr> <tr> <td>Mekanisk oppsamling</td> <td>13% (490 m³)</td> <td>22% (490 m³)</td> </tr> <tr> <td>Oljerester</td> <td>46% (1 782 m³)</td> <td>6% (146 m³)</td> </tr> </tbody> </table>		5 m/s vind (Figur 4.2.5A)	10 m/s vind (Figur 4.2.5B)	Kjemisk dispergert	41% (1620 m ³)	72% (1 620 m ³)	Mekanisk oppsamling	13% (490 m ³)	22% (490 m ³)	Oljerester	46% (1 782 m ³)	6% (146 m ³)						
	5 m/s vind (Figur 4.2.5A)	10 m/s vind (Figur 4.2.5B)																	
Kjemisk dispergert	41% (1620 m ³)	72% (1 620 m ³)																	
Mekanisk oppsamling	13% (490 m ³)	22% (490 m ³)																	
Oljerester	46% (1 782 m ³)	6% (146 m ³)																	

Som man kan se fra massebalansene presentert i Figur 4-15 og Figur 4-16, er det stor forskjell på predikert naturlig dispergering mellom de to simulerte vindhastighetene. Den totale massebalansen vi ser i Figur 4-14 viser at mengden olje som blir kjemisk dispergert og mekanisk samlet opp, som prosent av det totale oljeutslippet, er den samme uavhengig av vindhastighet. Hovedforskjellen er økt naturlig dispergering og mindre beregnet restoverflateolje ved økende vindhastighet. Mengden olje som samles opp mekanisk er estimert til å utgjøre 9 % av den totalt utslupne oljen (5 640 m³).

Ser vi på oljen som er predikert å være tilgjengelig på overflaten etter 24 timer ved 5 og 10 m/s vind (Figur 4-14), er oljemengden som samles opp mekanisk beregnet til å være mellom 13 % og 22 %, avhengig av vindforholdene (Figur 4-16).



Figur 4-15 Massebalanse inkludert dispergert og oppsamlet olje, ved 5 m/s (A) og 10 m/s (B) vind. Blå = naturlig dispergering, oransje = fordampning, grå = dispergert olje, grønn = oppsamlet olje og gul = restolje.



Figur 4-16 Massebalanse av overflateolje inkludert dispergert og oppsamlet olje, ved 5 m/s (A) og 10 m/s (B) vind. Grå = dispergert olje, grønn = oppsamlet olje og gul = restolje.

4.2.5 Konklusjoner

490 m³ av de 5 640 m³ utslippet olje ble samlet opp mekanisk under denne hendelsen. Det utgjør ca. 9 % av oljeutslippet. Etter 24 timers drift hadde ca. 31 % av oljen gått tapt til fordampning og naturlig dispergering ved 5 m/s vind, mens ved 10 m/s vind ville tapet vært opptil 60 % ifølge prediksjoner fra SINTEF sin OWM. Med dette tatt i betraktning, hadde effektiviteten av mekanisk oppsamling vært mellom 13 % (ved 5 m/s vind) til 22 % (ved 10 m/s vind) ut i fra mengden olje tilgjengelig på havoverflaten.

Dispergeringsmidler ble brukt i en tidlig fase av denne hendelsen, og mekanisk oppsamling ble igangsatt nesten 2 uker etter at utslippet startet. Ressursene som ble brukt var to par bekjempningssystemer. Det er vanskelig å si om mekanisk oppsamling ville vært mer effektivt dersom det hadde blitt satt i gang tidligere, og dersom flere systemer hadde blitt benyttet. Dette var en utblåsning med begrensede utslippsmengder per dag, så det er grunn til å tro at flere systemer ikke ville resultert i betydelig mer oppsamling. Det var imidlertid en "konkurrans" mellom bruk av dispergeringsmidler og mekanisk oppsamling, og dersom dispergeringsmidler ikke hadde vært brukt, ville mengden olje samlet opp mekanisk sannsynligvis vært høyere, og dermed effektiviteten av mekanisk oppsamling.

4.3 Draugen (2003)

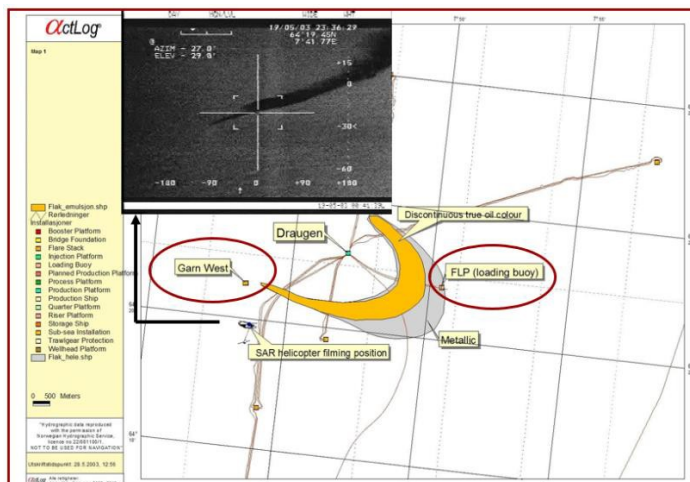
4.3.1 Informasjonskilder

Det er noen få kilder som diskuterer oljevernaksjonene for denne hendelsen, og informasjon på den totale mengden utslippet og oppsamlet olje ser ut til å være konsistent mellom de ulike kildene. Følgende kilder er brukt:

- Miljødirektoratet:
[https://nettarkiv.miljodirektoratet.no/hoeringer/tema.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Old-klif/2003/November/Anmelder Norske Shell ASA for oljeutslipp/index.html](https://nettarkiv.miljodirektoratet.no/hoeringer/tema.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Old-klif/2003/November/Anmelder%20Norske%20Shell%20ASA%20for%20oljeutslipp/index.html)
- Norsk Oljemuseum: <https://draugen.industriminne.no/nb/2018/05/25/det-tredje-storste-oljeutslippet/>
- Fra avis: <https://www.aftenbladet.no/okonomi/i/dqKBB/sprekk-og-uklare-rutiner-ga-oljeutslipp-paa-draugen>
- Per S. Daling, Merete Øverli Moldestad, Frode Leirvik (SINTEF Kjemi) og Arne Follestad (NINA) (2003): «Oljeutslipp på Draugen mai, 2003 – Fysikalsk-kjemisk karakterisering av oljeflak og vannmasser, samt fugleobservasjoner, 23. mai 2003.» SINTEF Rapport STF66 F03052.
- Frode Leirvik (2008): «Draugen – Egenskaper og forvitring på sjøen relatert til beredskap». SINTEF Rapport A5637.
- Kystverket: Et stort antall dokumenter fra Kystverkets arkiver inkludert daglige handlingsplaner.
- Oljedirektoratet: «Granskningsrapport etter hendelse knyttet til oljeforurensning på Draugenfeltet 19.5.2003».

4.3.2 Beskrivelse av hendelsen

Omtrent klokken 23.00 mandag 19. mai 2003, ble det visuelt observert betydelige mengder olje til sjøs fra Draugen-plattformen. Pågående lasting på stedet, samt oljeproduksjonen, ble umiddelbart stengt og det ble etablert en beredskapsorganisasjon både på Draugen og på Shells nødsentral i Kristiansund. Årsaken til lekkasjen viste seg å være sprekkdannelse i en 12" endekobling ved Garn Vest-manifolden på havbunnsrørledningen, bygget for å overføre oljen til Draugen. Avstanden til Draugen var 3 km. Et oljeflak på ca. én nautisk mil i omkrets ble oppdaget samme kveld. Figur 4-17 viser et øyeblikksbilde av situasjonen under utslippet 19. mai, basert på bilder fra SAR-helikopter. Det ble anslått at 750 m³ Draugen råolje ble sluppet ut i havet under hendelsen.



Figur 4-17 Øyeblikksbilde av situasjonen under utslippet 19. mai, basert på bilder fra SAR-helikopter.

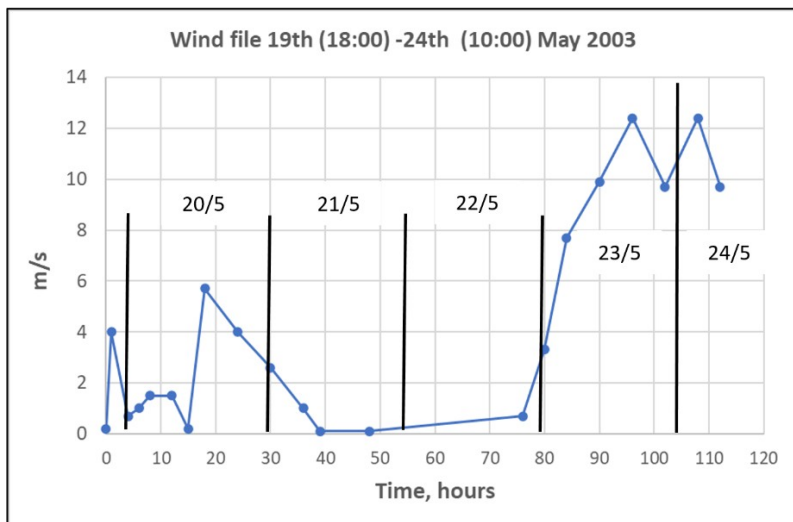
4.3.3 Aksjonen

Oljeoppsamling ble initiert ca. 12 timer etter at lekkasjen ble oppdaget, av OR-fartøyet «Skandi Stord». Tabell 4-4 gir en oversikt over de viktigste oljevernaktivitetene som ble rapportert under Draugen-utslippet.

Tabell 4-4 Hovedaktiviteter relatert til oljevernet for Draugen 2003 utslippet.

Dato	Tid	Aktivitet
19. mai	23.00	Utslippet ble oppdaget.
20. mai	10.50	Oljeoppsamling ble satt i gang av «Skandi Stord», assistert av «Ocean Fighter». «Skandi Stord» vurderte i utgangspunktet at oljeflaket var passende for mekanisk oppsamling.
20. mai	21.30	Oljeoppsamlingen ble avsluttet på grunn av spredte små oljeflak med lav tykkelse. Omtrent 580 m ³ av en blanding av emulsjon og vann ble samlet opp.
21. mai		Ingen eller svært liten oppsamling. «Skandi Stord» ble brukt til å prøve å dispergere oljen mekanisk ved bruk av baugbølgen. Bruk av dispergeringsmidler ble evaluert, men ble ikke anbefalt på grunn av miljøforhold. Mekanisk dispergering viste seg å ha liten effekt, ut i fra dokumentasjon fra fly (LN-SFT).
22. mai		OR-fartøy søkte etter olje og fortsatte med oljeoppsamling der det var mulig. Oljen spredde seg over store områder før flaket ble tynnet ut og delt i mindre flak som til slutt gikk i oppløsning.
23. mai		Mekanisk oppsamling fra "Skandi Stord" startet etter midnatt 23. mai, med fokus på tykkere striper i flaket. «Skandi Stolmen» ble mobilisert og hadde lenser i vannet klokken 12.15. Prøvetaking fra oljeflekkene og målinger av oljekonsentrasjoner i øvre vannsøyle er utført av SINTEF.
26. mai		Oljeoppsamling var ikke lenger mulig, og oppsamlingsaksjonene ble avsluttet. I tillegg til «Skandi Stord», ble «Skandi Stolmen» brukt i oppsamlingsaksjonene. Totalt ble det utvunnet 1 200 m ³ emulsjon/vann, og mengden ren olje ble beregnet til 176 m ³ .

Vindforholdene var gunstige for mekanisk oppsamling de tre første dagene, før vinden økte 23. mai til mellom 10 og 13 m/s, og holdt seg høy inntil oljeoppsamlingen ble avsluttet 26. mai. Figur 4-18 viser målt vind fra 19. mai (kl. 18.00) til 24. mai (kl. 10.00), med 3 timers mellomrom. Noen målinger mangler i en periode på 24 timer fra sent på dagen 21. mai, men vindforholdene ble rapportert å være rolige.



Figur 4-18 Vinddata fra 19. Mai til 24. mai 2003 på Draugen oljefeltet.

Strategi

Hovedstrategien var å bruke mekanisk oppsamling. Bruk av dispergeringsmidler ble evaluert, men ble ikke anbefalt på grunn av miljøforhold (f.eks. fiskelarver i området). Dessuten viste undersøkelser av hendelsen at påføringsutstyret ikke var operativt. Mekanisk dispergering ble forsøkt ved at et fartøy beveget seg gjennom flaket med høy hastighet, men det viste seg å ha liten effekt. Følgende mekaniske oppsamlingstiltak ble utført:

- OR-fartøyet «Skandi Stord», utstyrt med NOFO lense og Transrec optakersystem, startet med mekanisk oppsamling 12 timer etter at utslippet ble oppdaget. Under denne første mekaniske oppsamlingsaksjonen, som varte fra 10:50 til 21:30 den 20. mai, ble ca. 580 m³ blanding av emulsjon og vann samlet opp.
- Et annet OR-fartøy, «Skandi Stolmen», ble mobilisert og deltok i den andre oljeoppsamlingsaksjonen sammen med «Skandi Stord», fra 23. til 26. mai, hvor videre mekanisk oppsamling ble avsluttet. Det ble rapportert at ca. 620 m³ emulsjon og vann ble gjenvunnet under denne aksjonen, noe som resulterte i at totalt 1200 m³ emulsjon og vann ble samlet opp under hele oppsamlingsaksjonen.

Figur 4-19 viser et bilde av emulsjon innsamlet i linsen ved «Skandi Stord». Erfaring fra oppsamlingsaksjonene viste at Transrec-systemet pumpet mye fritt vann. Viskositeten til emulsjonen ble målt til 4400 – 10 000 cP (målt ved en skjærhastighet på 10 s⁻¹ og en temperatur på 10 – 12 °C) etter 3-4 dager til havs. Det ble rapportert at en dose på mer enn 1 000 ppm emulsjonsbryter (Alcopol) var nødvendig for å bryte emulsjonen. Det var problemer med å tømme tankene med oppsamlet emulsjon fra OR-fartøyet.



Figur 4-19 Emulsjon innsamlet i en lense klar for opptak av Transrec-systemet ombord på «Skandi Stord.»

Eksterne faktorer

Vindforholdene i perioden da det ble utført oljevernberedskap (ca. en uke) er vist i Figur 4-18. De første dagene var det meldt lite vind og signifikant bølgehøyde under 0,7 m. Det ble rapportert om tåke i området fra 20. mai til 23. mai, med lav vind. Dette kan ikke verifiseres fra de daglige handlingsrapportene under hendelsen. På dag 3 (23. mai) hadde oljen drevet nærmere Froan-området (Figur 4-20). Oljen hadde da dannet en høyviskøs og stabil vann-i-olje (w/o) emulsjon, og ble spredt over store områder. Observasjoner fra LN-SFT-flyet (fra ca. 1 000 fot) den 24. mai dokumenterte et flekkete oljeflak (Figur 4-21). Bildet med oransje/røddaktige emulsjonsflekker i Figur 4-20 kan tyde på at vindhastigheten var over 5 m/s, som regnes som den laveste vindhastigheten for brytende bølger (hvite topper).



Figur 4-20 Etter 3 dager (23. mai) hadde oljen drevet mot øst og var spredt over store områder med oransje/røddaktige emulsjonsflekker.



Figur 4-21 Observasjoner fra LN-SFT 24. mai 2003. Bildet til venstre viser flekker av emulsjon, 1-5 m i diameter, omgitt av oljefilm. Det høyre bildet viser et område med større flekker (50 -100 m lange).

Interne faktorer

I en rapport om hendelsen utarbeidet av Oljedirektoratet står det at:

- «Skandi Stord» ble mobilisert 1 time og 50 minutter etter visuell bekreftelse av olje på overflaten.
- Oljeoppsamling startet 12 timer etter at oljeutslippet ble oppdaget.
- SAR-helikopter med IR-kamera ble brukt på et tidlig tidspunkt for å overvåke oljen, men på grunn av tekniske problemer ble det ikke foretatt overvåking av oljen fra midnatt til kl. 07:30 om morgenen 20. mai.
- Utstyret som ble brukt til dispergering var ikke operativt, og kjemisk dispergering kunne derfor ikke utføres.

4.3.4 Oppsamlingseffektivitet

Den estimerte mengden Draugen-råolje som ble sluppet ut under denne hendelsen var på 750 m³. Denne mengden er konsistent mellom flere litteraturkilder. Det ble rapportert at totalt 1200 m³ blanding av fritt vann og emulsjon ble samlet opp. Vi har ikke klart å finne et anslag på hvor mye av dette som var fritt vann, og hvor mye som var emulsjon. Det er derimot rapportert at totalt 176 m³ vannfri olje (vanninnhold i emulsjonen utelatt) ble tatt i land fra oppsamlingsaksjonene.

Oljetype og egenskaper

Som grunnlag for denne evalueringen har vi brukt prediksjoner fra et forvitningsstudie på råolje fra Draugen blokk 6407/9 utført i 2008 (SINTEF rapport A5637). Det antas at disse dataene er relevante for oljesølet under 2003-hendelsen. Tabell 4-5 gir noen fysikalsk-kjemiske data for Draugen-råoljen.

Tabell 4-5 Fysikalsk-kjemiske data for Draugen-oljen basert på et forvittringsstudie ved SINTEF. «Residue» = rester.

Oljetype	Residue	Fordampet (vol.%)	Residue (vekt %)	Tetthet (g/mL)	Flammepunkt (°C)	Stivnepunkt (°C)	Viskositet 13°C (mPas)	Viskositet 5°C (mPas)
Draugen	Fersk	0	100	0,823	-	-24	6	11
	150°C+	30,1	74,2	0,875	49	3	54	161
	200°C+	40,9	63,9	0,890	96	12	284	843
	250°C+	52,9	51,8	0,904	137	18	1490	5890

SINTEF ble mobilisert offshore for oljeprøvetaking og -analyse, og basert på SINTEF-feltrapporten: «Oljeutslipp på Draugen mai, 2003 – Fysikalsk-kjemisk karakterisering av oljeflak og vannmasser, samt fugleobservasjoner, 23. mai 2003», ble følgende data rapportert basert på prøvetaking og analyse av totalt 4 prøver av overflateolje:

- Havtemperaturen ble målt til ca. 9°C.
- Vanninnholdet i emulsjonen ble målt til 55 – 62 % (innsamlet og målt 23. mai).
- Viskositeten ble målt til 4 400 – 10 000 cP ved skjær 10 s-1 og 10 – 12 °C (innsamlet og målt 23. mai).
- Basert på analyser ved bruk av GC-FID, ble fordampningen beregnet til ca. 50 % (innsamlet og målt 23. mai)

Massebalanse / oljeregnskap

SINTEF sin OWM har blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for Draugen-oljen, inkludert massebalanse, uten noe oppsamlingsdata inkludert. Det er utarbeidet to sett med prediksjoner, en med konstant vind (2, 5, 10 og 15 m/s) under hele simuleringsperioden (5 dager), og en med reelle vindhastigheter målt under hendelsen. Figur 4-22A viser den predikerte massebalansen ved bruk av 5 m/s vind, og Figur 4-22B ved bruk av de reelle vindhastighetene. Den første mekaniske oppsamlingsaksjonen startet 12 timer etter at utslippet ble oppdaget og varte i omtrent 12 timer, som angitt i de to figurene. Den andre oppsamlingsaksjonen startet omtrent 3 dager etter at utslippet ble oppdaget (23. mai). Dette er også vist i de to prediksjonene med den tredje røde vertikale linjen.

I prediksjonen med konstant vind på 5 m/s (Figur 4-22) er fordampningen i den første oppsamlingsaksjonen predikert å være mellom 38 til 42 %, og den naturlige dispergeringen mellom 3 og 4 %. Ved startpunktet for den andre oppsamlingsaksjonen er fordampningen predikert å være 48 %, og den naturlige dispergeringen 6 %.




Property: MASS BALANCE
 Oil Type: DRAUGEN 2007 13C
 Description:
 Data Source: SINTEF Materials and Chemistry (2007), Weathering data used

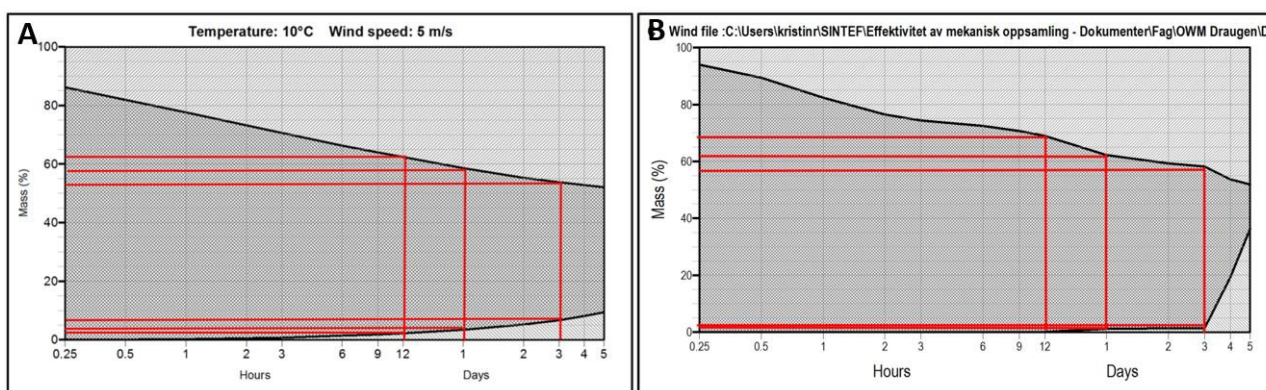


OWModel® 13.0

Surface release
 Release rate/duration: 125 cubic meters/hour for 6 hour(s)

Pred. date: Jul. 08, 2021

 Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



Figur 4-22 Predikert massebalanse av Draugen råolje ved 10°C havtemperatur og 5 m/s vind (A), og ved bruk av reelle vinddata under hendelsen (vindfil i Figur 4-18) (B).

For prediksjonen med reell vind (Figur 4-22B) er både fordampning og naturlig dispergering litt lavere, og oppsamling i den første aksjonen er predikert å være mellom 32 til 38 %, og den naturlige dispergeringen mellom 0 til 2 %. Ved startpunktet for den andre oppsamlingsaksjonen er fordampningen predikert å være 43 % og den naturlige dispergeringen 3 %. Analyse av prøver tatt ved starten av den andre oppsamlingsaksjonen (se ovenfor) indikerer en fordampning på ca. 50 %.

Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

Tabell 4-6 gir en oversikt over input/forutsetninger brukt som grunnlag for estimering av effektiviteten til de mekaniske oljeoppsamlingsaksjonene under Draugen-utslippet.

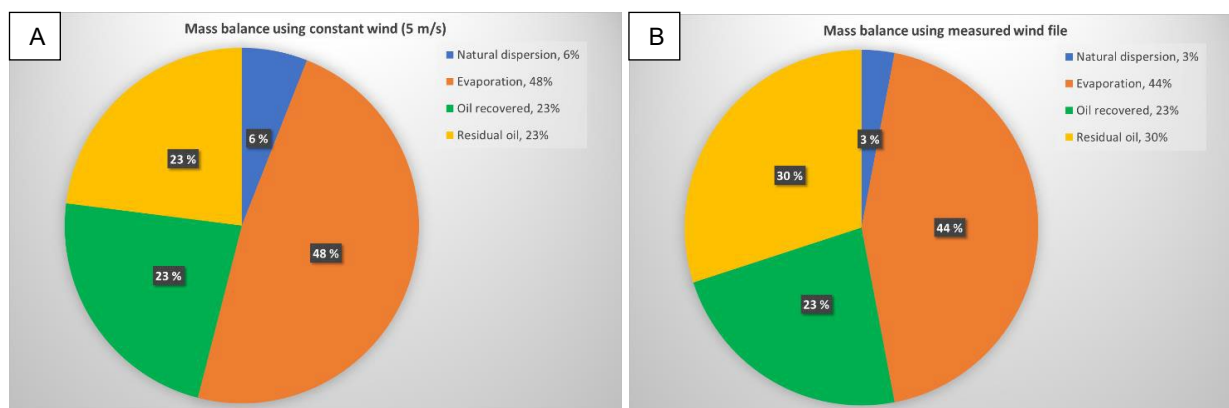
Tabell 4-6 Input og forutsetninger for massebalanseberegningene for Draugen.

Parameter	Kommentarer
Utsluppet olje 19/5 2003	750 m ³ av Draugen råolje ble sluppet ut over en periode på 6 timer.
1. oppsamlingsaksjon, 20. mai	580 m ³ blanding av fritt vann og emulsjon ble samlet opp over en periode på 12 timer.
2. oppsamlingsaksjon, 23. mai	620 m ³ blanding av fritt vann og emulsjon ble samlet opp over en periode på 2-3 dager.

Oljeoppsamling	Det ble rapportert at 176 m ³ vannfri olje ble fraktet til land. Dette er omtrent 15 % av den 1 200 m ³ blandingen av fritt vann og emulsjon som ble samlet opp under de mekaniske oppsamlingsaksjonene. Det mangler informasjon på hvor mye vannfri olje som ble samlet opp i hver av de to oppsamlingsaksjonene. Den vannfrie oljen som ble samlet opp utgjør ca. 23 % av råoljen som ble opprinnelig sølt.
Massebalanse ved 5 m/s vind	<p>Figur 4-22A og B viser en forskjell i massebalanse mellom den 1. og 2. oppsamlingsaksjonen. For å forenkle, har massebalansen som er predikert på dag 3 (start på den 2. oppsamlingsaksjonen) blitt brukt til å utarbeide en massebalanse som inkluderer den oppsamlede oljen.</p> <p>Fra Figur 4-22A: Fordampet: 48 % (360 m³ vannfri olje) Naturlig dispergert: 6 % (45 m³ vannfri olje) Oppsamlet: 23 % (176 m³ vannfri olje) Beregnet: Restolje: 23 % (169 m³ vannfri olje)</p>
Massebalanse ved reell vinddata	<p>Fra Figur 4-22B: Fordampet: 44 % (323 m³ vannfri olje) Naturlig dispergert: 3 % (23 m³ vannfri olje) Oppsamlet: 23 % (176 m³ vannfri olje) Beregnet: Restolje: 30 % (228 m³ vannfri olje)</p>

Figur 4-23A viser forventet massebalanse ved konstant vind på 5 m/s, inkludert oppsamlet olje. Restolje er forskjellen mellom mengden olje som slippes ut og parameterne som kan beregnes ut ifra prediksjonene (fordampning og naturlig dispergering), pluss den oppsamlede oljen. Sannsynligvis består den hovedsakelig av olje som er igjen på overflaten delt opp i mindre flak, og spredt over større områder, og som derfor er vanskelig å få tilgang til. Forutsatt at mengden olje angitt som restolje er på overflaten, ble ca. 50 % av tilgjengelig overflateolje samlet opp mekanisk.

For den predikerte massebalansen ved bruk av den reelle vindfilen (Figur 4-23B) var både fordampningen og den naturlige dispergeringen lavere enn for 5 m/s vind-prediksjonene. Fordi mengden olje som ble samlet opp var den samme, øker restoljen noe. Det betyr at mengden tilgjengelig overflateolje som samles opp synker til 44 %. Forskjellen mellom de to vindscenariene er derimot sannsynligvis svært liten.



Figur 4-23 Massebalanse inkludert oppsamlet olje ved bruk av 5 m/s konstant vind (A), og vind målt under hendelsen (B). Blå = naturlig dispergering, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje og gul = restolje.

4.3.5 Konklusjoner

Selv om det er usikkerhet knyttet til nøkkeltall fra oljeutslippet på Draugen i 2003, ser det ut til å være samsvar mellom ulike informasjonskilder. Det ble anslått at 750 m³ Draugen-råolje ble sluppet ut i løpet av noen timer. Omtrent 1200 m³ emulsjon og fritt vann ble samlet opp mekanisk gjennom to oppsamlingsaksjoner i ulike perioder. Omtrent 176 m³ vannfri olje ble fraktet til land etter oppsamlingsaksjonene. Forvitringen av oljen og massebalansen var forskjellig mellom de to oppsamlingsaksjonene, men ingen detaljert beregning for hver av aksjonene kan utføres med den tilgjengelige informasjonen. Derfor har vi brukt input-data på dag 3 (start av 2. oppsamlingsaksjon) som grunnlag for massebalanseberegningene.

Hvis vi trekker fra mengden overflateolje som fordampet og dispergerte naturlig, ser det ut til at omtrent 50 % av oljen tilgjengelig på overflaten ble samlet opp. De resterende 50 % overflateolje omtales som restolje, og besto hovedsakelig av olje spredt over større områder som flekker. Dette underbygges av bilder tatt under hendelsen. Også fra dag 3 økte vinden, og så ut til å holde seg relativt høy mot slutten av den andre oppsamlingsaksjonen. Da økte den naturlige dispergeringen på grunn av bølgeaktivitet, og i massebalansene presentert i Figur 4-23 kan naturlig dispergering være underestimert.

De mekaniske oppsamlingsaksjonene kan muligens ha vært enda mer effektive hvis:

- Oljeoppsamlingen var igangsatt tidligere enn det som ble utført (<12 timer etter at oljeutslippet ble oppdaget). Værforholdene var optimale for mekanisk oppsamling de første dagene.
- Mer enn ett mekanisk oppsamlingssystem hadde blitt mobilisert i en tidlig fase.
- Mer kontinuerlig fjernmåling fra fly hadde blitt utført.
- Oppsamlingsprosessen kunne ha pågått mellom kvelden 20. mai og morgenen 23. mai, hvor det ifølge tilgjengelig informasjon ikke ser ut til å ha blitt utført noen mekanisk oppsamling.

Som det er rapportert muntlig var det tåke i området de første 3 dagene etter utslippet. Dette kan ikke verifiseres fra skriftlig dokumentasjon, men dersom det er riktig, kan det ha forårsaket problemer for både fjernmåling av oljeflaket og mekanisk oppsamling.

4.4 Godafoss (2011)

4.4.1 Informasjonskilder

Informasjonen i dette kapittelet er basert på følgende kilder:

- Kystverket, 2014. Godafoss evalueringsrapport for aksjonen fra Kystverket (Evaluering av aksjon Godafoss).
- Kystverket 2011A. Evalueringer etter søl – «Operative erfaringer etter aksjon Godafoss - et sammendrag basert på alle sjøgående enheters evalueringer», Notat fra Trond Hjort-Larsen, 22.3.2011
- «Oljevern i 20 grader minus» – presentasjon fra Kystverket (Kystverket, udatert)
- Kystverket 2011B. Oljeregnskaprapport fra Kystverket «Oljeregnskap». Torunn Østmann. Kystverket, 14.10.2011.
- SINTEF, 2011. Rapport på oljekarakterisering («A20243 Åpen Rapport. Godafoss. Karakterisering av oljeprøver, naturlige prosesser og mulige tiltaksalternativer»). SINTEF Materialer og Kjemi 2011-09-05.
- Personlig kommunikasjon med Kystverket-personell involvert i aksjonen.

4.4.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 17. februar 2011 var konteinerfartøyet Godafoss på vei ut av Fredrikstad da det grunnstøtte på Kvernskjærrevet i Hvalerskjærgården (Figur 4-24 og Figur 4-25). Fartøyet var lastet med 439 containere og hadde 555,5 m³ tung fyringsolje (IFO 380) om bord.

Klokken 20.00 fikk Horten VTS melding om grunnstøtingen. Fartøyet fikk omfattende skader på undersiden av skroget, og fire oljetanker ble skadet/penetrert. 112 m³ tungolje rant raskt ut i havet. Det ble gjort et omfattende arbeid til havs og langs land for å begrense skadevirkningene av utslippet. Parallelt med håndteringen til havs ble gjenværende olje i de skadede tankene pumpet ut. Oppsamlingen på sjøen ble avsluttet 28.02 da Godafoss dro ut av norsk farvann til Danmark for reparasjon.

Aksjonen gikk da over i en strandrensefase som varte gjennom 2011, og ble avsluttet sommeren 2012.



Figur 4-24 Godafoss etter grunnstøtingen. Photo: Kystverket.

4.4.3 Aksjonen

Strategi

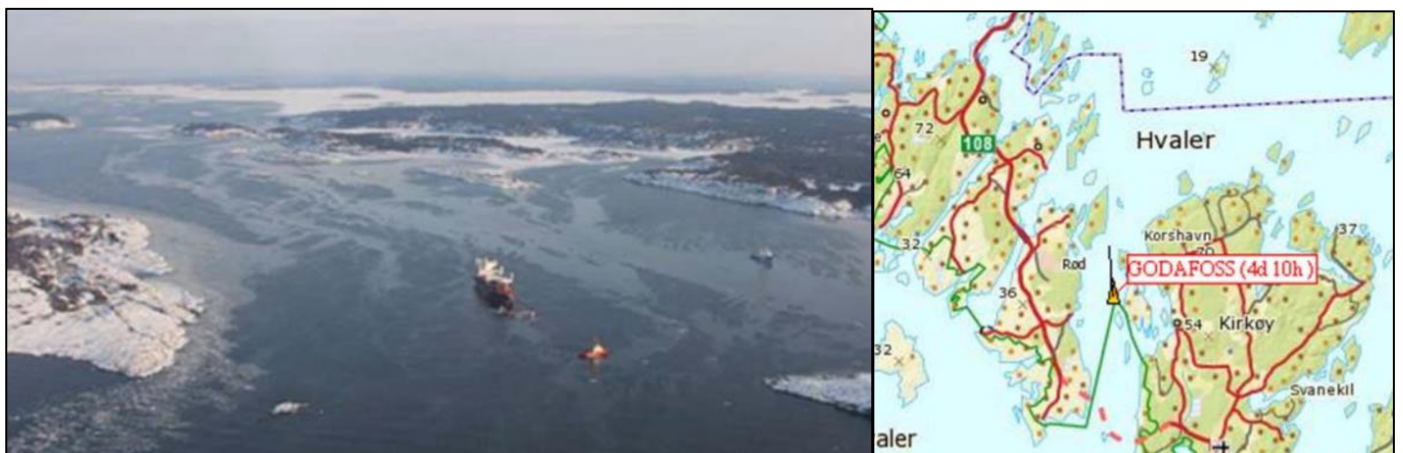
Kystverket mobiliserte en stor statlig aksjon ved midnatt 18.02.2011, som inkluderte Kystvakten, Kystverkets OR-fartøy, svenske fartøy og kommunale ressurser. Aksjonen ble også støttet med fjernmåling fra Kystverkets overvåkingsfly. Lenser rundt fartøyet var det første tiltaket gjort for å redusere spredning av olje, deretter oppsamling i åpent hav, samt i is.

Ressursene involvert i mekanisk oppsamling til havs var:

- CGV "Harstad" + TW Balder (NOFI 800 S lense)
- CGV «Nornen» (NO 450 S lense og grabbopptaker)
- OV 01 oljevernartøy
- OV 03 oljevernartøy (Sandvik transportbånd)
- KBV 001 Poseidon (Lamor Side Collector (LSC), Lamour børste-belteopptaker, varmekapasitet om bord)
- KBV 051 Skiy (innebygd, avansert system med samlearmer, fritt-flytende opptaker, ORO tank 190 m³)
- Ingeborg Platau

Eksterne faktorer

Aksjonen ble utført under svært kalde værforhold. Et høytrykk over Sør-Skandinavia førte til lave temperaturer helt ned til minus 20 °C. Oslofjorden frøs ut til Færder. Vanskelige forhold med havis i fjorden rundt fartøyet gjorde det vanskelig å anslå størrelsen på utslippet. På grunn av lite vind skjedde spredningen av oljen hovedsakelig pga. havstrømmer. I første omgang beveget oljen seg i smale striper med strømmen inn til Oslofjorden, og deretter mot Vestfoldkysten og ned forbi Telemark og Agder fylkene. Det ble funnet olje på land så langt sør som til Lindesnes. Kulden gjorde den veldig tykk og lett å samle opp til havs og på land. Når det ble mildere, ble oljen mer tyntflytende og vanskeligere å samle opp.



Figur 4-25 Godafoss sin posisjon ved grunnstøtingen. (Photo: Kystverket)

Interne faktorer

Ifølge Kystverkets evaluering etter utslippet, var de viktigste positive erfaringene fra aksjonen til havs:

- En svært stor andel av utslippet (ca. 50 %) ble samlet opp til havs. En viktig årsak til dette var KBV 001 og KV Harstads utstyr for å oppdage oljen i mørket.
- Samarbeidet med svenske Küstbevakningen fungerte svært bra. Kombinasjonen av svenske og norske store og små enheter med ulik grad av mobilitet, fleksibilitet og operasjonsområder viste viktigheten av å ha en rekke ulike ressurser tilgjengelig i aksjonen.
- Bruk av svenske og norske overvåkingsfly, helikoptre og AIS-bøyer ga et godt bilde av driften og spredningen av oljen.
- Det var viktig at de svenske fartøyene ble bedre utstyrt med systemer som kunne håndtere olje blandet med is. Systemene hadde kapasitet til å smelte is, og tilgang på varme som kunne løsne frosne koblinger osv.

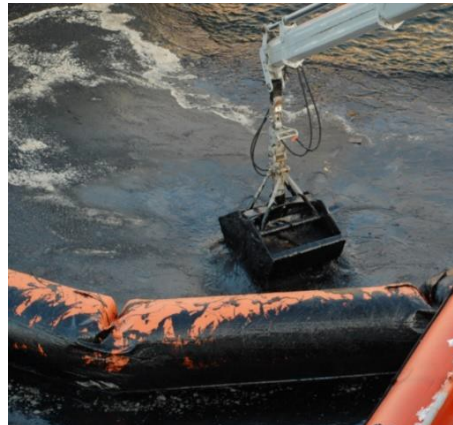
Ifølge Kystverket var de viktigste strategiske og taktiske forbedringspunktene fra aksjonen:

- Rask innsamling med lenser rundt skipet ble forsinket og påvirket av sjøis. KBV 050 hadde lenser på stedet fredag 17.02. 05:00, (Expandi 4300) som kunne vært brukt, men av en eller annen grunn ble ikke lenser fullt installert rundt skipet før flere timer senere, når de ankom fra Kystverkets lager. Dette førte til noe lekkasje av olje.
- Det ble notert noen kommunikasjonsutfordringer, spesielt fra fly til fartøy.
- Det skadede skipet ble dratt av skjæret mens mesteparten av oljevernressursene (KV Nornen, Harstad, buster-systemer, osv.) fortsatt var på vei til Østfoldkysten etter oppdrag på Vestfold-siden.
- Det var begrensede opptakerressurser (både i antall og type) som håndterte den svært viskøse oljen (se Figur 4-26), som førte til redusert oppsamling i en periode. Kun KV Nornen var utstyrt med grabb. Dette resulterte i mye transport frem og tilbake for KV Nornen for å levere olje, noe som gjorde at innsatsleder sjø (som var KV Nornen) til tider var utilgjengelig på stedet. Mangelen på tilstedeværelse førte til noen kommunikasjonsutfordringer.
- Mer ressurser i drift utenfor Kragerø 20. februar kunne gitt større oljeoppsamling.
- Eskorten av «Godafoss» til Danmark ble gjort for sent på dagen, og med for høy hastighet gjennom vannet i første fase, og med mangel på aktivt oljevernutstyr.
- Olje som hadde festet seg til utsiden av skroget burde vært fjernet før «Godafoss» ble slept bort. Det ble senere antatt at denne oljen forurenset svenske farvann under slepet – anslått til 5 tonn.

Kystverkets første rapporter på oppsamlet væske levert fra innsatsfartøyene involvert i aksjonen er presentert i Tabell 4-7.

Tabell 4-7 Rapportert olje levert fra innsatsfartøy (Kystverket).

Dato	Tatt opp	Levert	Akkumulert	Kommentar
18.02	KBV 050 6 m3			
19.02		KV Nornen 16 m3	16 m3	Levert i Horten
	Harstad/Balder 22 m3			
		KV Nornen 22 m3	38 m3	Levert i Horten
	Oljevern 03 2 m3			Meldt at så langt er det tatt opp 47 m3 fra sjøen
	Ingeborg Platou 0,2 m3			
	KV Harstad + T/B Balder 18 m3			
	Oljevern 4 m3			Levert Skjærhalden ? Meldt at så langt er det tatt opp 67 m3 fra sjøen
20.02	KV Harstad ? m3	KV Nornen ? m3		Meldt at så langt er det tatt opp 90 m3 fra sjøen
21.02	KV Harstad 8 m3	KV Nornen 8 m3		Levert Langesund Meldt at så langt er det tatt opp 110 m3 fra sjøen
22.02	KBV Fartøy 44 m3 totalt			KV Nornen meldte inn at KVB fartøy totalt har levert 44 m3, men de mener selv å ha levert 53 m3....
	KV Harstad 13 m3			
25.02	Oljevern 01 24 m3 olje og oljeholdig is fra lensa som var rundt fartøyet tidligere.			
26.02	Oljevern 03 44 m3 olje og oljeholdig is fra lensa som var rundt fartøyet tidligere	KV Nornen 20 m3 oljeholdig is		Levert i Langesund
27.02	Oljevern 01 24 m3 olje og is			



Figur 4-26 Viskøs olje grunnet lave temperaturer (Photo: Kystverket).

4.4.4 Oppsamlingseffektivitet

Estimering av oppsamlingseffektivitet

Ifølge opplysninger fra Kystverket var estimert mengde bunkersolje sluppet ut i havet under denne hendelsen 112 m³, beregnet som vannfri olje. Olje fjernet fra oljetankene på stedet var 123 m³, og senere ved kai i Danmark ble det fjernet 320 m³.

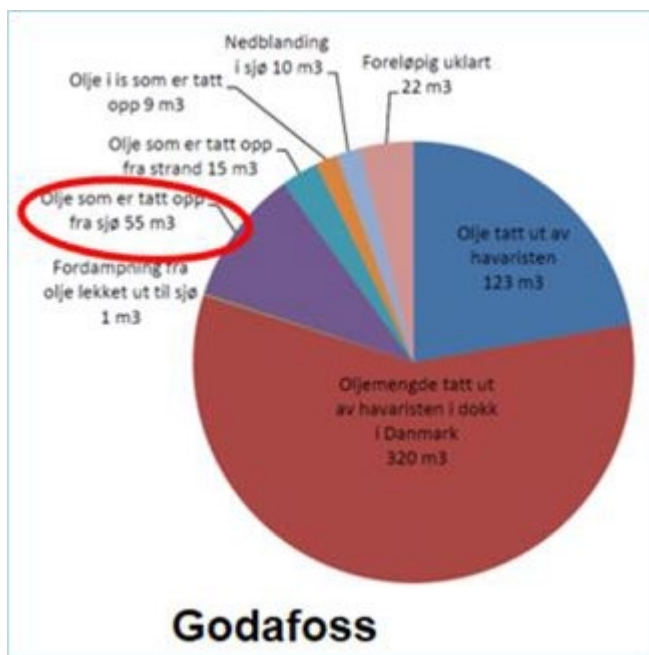
Oljetype og egenskaper

Det ble kun utført svært begrensede fysisk-kjemiske analyser av drivstoffet ombord på Godafoss. En tetthet på 0,99 g/ml ble målt for en prøve fra «dagtanken», som indikerer en tung fyringsolje. En viskositet på 395 cP (skjærhastighet 10s-1) målt ved 50°C indikerer at det var en HFO 380. Viskositeten for den "ferske" (ikke-forvitrede) oljen var på 1°C målt til 111 000 – 121 000 cP (skjærhastighet 10s-1).

Modellering av oljeforvitringsegenskaper ble ikke utført for dette utslippet. Lav temperatur, «rolige» værforhold og tilstedeværelse av is ga lav eller svært moderat spredning av oljeflaket. Basert på erfaring fra lignende hendelser og kunnskap om oppførselen til tunge fyringsoljer, bør det forventes en svært lav grad av fordampning. I dette tilfellet ble fordampningen estimert til 1 % (ca. 1 m³) av den sølte oljen. Normalt ville nedblanding av oljedråper i vannsøylen også vært i moderat størrelsesorden for slike oljetyper, men skjærkrefter mellom isflak fremmet dannelsen av oljedråper i størrelsen 1-2 mm, og slike oljedråper ble observert både under og i isen. Et konservativt estimat fra oppsamlingsaksjonene indikerer at så mye som 10 m³ av oljeutslippet ble blandet inn i vannsøylen som oljedråper.

Massebalanse / oljeregnskap

Fordi det ble utarbeidet et oljeregnskap kort tid etter hendelsen av Kystverket, har ikke SINTEF sin OWM blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for denne hendelsen. Oljeregnskapet utarbeidet av Kystverket er presentert i Figur 4-27. Det inkluderer mengder olje som ble fjernet fra fartøyet på stedet og senere ved kai i Danmark.



Figur 4-27 Predikert oljeregnskap etter Godafoss oljeutslippet (Kilde: Kystverket).

Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

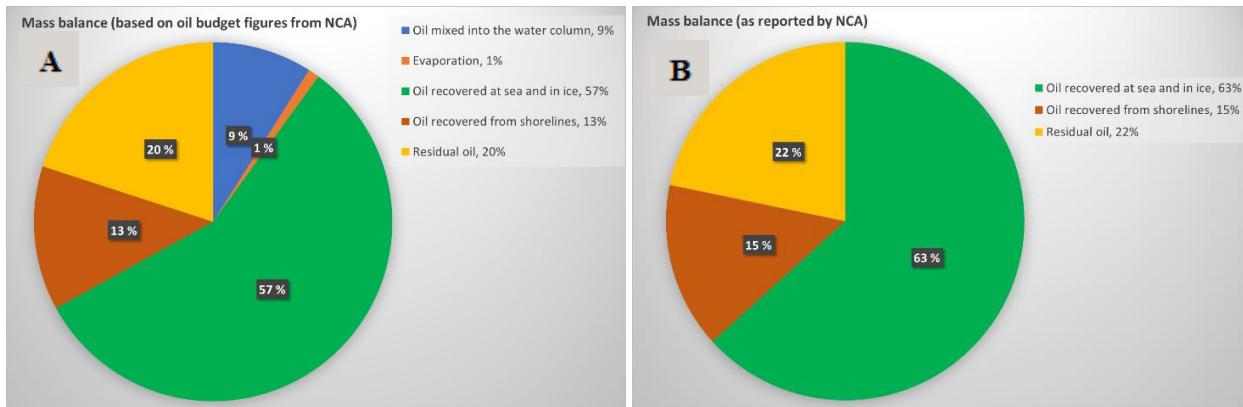
Tabell 4-8 oppsummerer Kystverkets oljeregnskap som er presentert i Figur 4-27, minus oljemengdene som fjernes fra fartøyet på en kontrollert måte. Tallene ligger til grunn for kakediagrammene for massebalanse som er presentert i Figur 4-28.

Tabell 4-8 Input-data til massebalanseberegninger for Godafoss.

Parameter	Kommentarer
Utsluppet olje 17/2 2011	112 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff.
Oppsamlet til havs	55 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff kalkulert som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Oppsamlet fra is	9 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff kalkulert som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Oppsamlet fra strandlinjer	15 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff kalkulert som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Fordampet olje	1 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff kalkulert som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Blandet inn i vannsøylen	10 m ³ av HFO 380 bunkersdrivstoff kalkulert som «fersk» (ikke forvitret) olje.

I den videre diskusjonen om effektiviteten til den mekaniske oppsamlingen, utelukkes oljemengden som ikke er tilgjengelig for mekanisk oppsamling. I dette tilfellet betyr det olje som har fordampet fra overflaten, olje som ble blandet inn i vannsøylen og olje som strandet.

Figur 4-28A viser massebalansen for olje sølt til havs (112 m³) basert på oljeregnskapet utarbeidet av Kystverket (Figur 4-27). Oljen som ble oppsamlet til havs og i is utgjør 57 % av det totale oljeregnskapet. 20 % av den frigjorte oljen kan ikke gjøres rede for, og beskrives som restolje. Ved å trekke fra oljen som ikke er tilgjengelig for mekanisk oppsamling (fordampet olje og olje blandet inn i vannsøylen), øker oppsamlingen av olje til havs til 63 %, oppsamling fra strandlinjer til 15 % og restoljen til 22 % (Figur 4-28B).



Figur 4-28 Massebalanse som inkluderer alle parametere tatt med i oljeregnskapet (A), og utelatte oljemengder som ikke var tilgjengelig for mekanisk oppsamling (B). Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje til havs og fra is, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

4.4.5 Konklusjoner

Kystverket rapporterer at maksimalt 112 m³ olje ble sluppet ut til havs fra Godafoss, og at tallet trolig var lavere på grunn av en underestimert mengde olje som ble tatt ut av fartøyet ved kai i Danmark. Uansett var den mekaniske oljeoppsamlingen til havs etter Godafoss-utslippet effektiv. Lave temperaturer, rolige værforhold og tilstedeværelse av is ga lav spredning av oljen. Fordampningen var svært lav, hovedsakelig på grunn av at det tunge bunkersdrivstoffet (HFO 380) ikke inneholdt noen betydelige mengder flyktige komponenter, kombinert med den lave spredningen av olje. Nedblanding av oljedråper i vannsøylen er også normalt svært lav for slike oljetyper med de rolige værforholdene tatt i betraktning. Olje som ble blandet inn i vannsøylen var derimot estimert til 9 %, basert på virkningen mellom isflak som lagde en skjærkraft som skapte store oljedråper som ble skjøvet under og innlemmet i isen.

Det beste estimatet fra den mekaniske oppsamlingen til havs under Godafoss-utslippet er at 57 % av oljen på overflaten ble samlet opp, og dette øker til 63 % hvis vi ser på mengden olje som er tilgjengelig for oppsamling på overflaten.

4.5 Golden Trader (2011)

4.5.1 Informasjonskilder

Følgende kilder er brukt som grunnlag for hendelsen:

- SHK, 2012. Den svenske havarikommisjonen. «Marine Safety Investigation report, joint safety investigation into the collision between the Maltese bulk carrier Golden Trader and the Belgian fishing vessel Vidar». Marine safety investigation Report No.: 18/2012.»
- <https://www.itopf.org/in-action/case-studies/case-study/golden-trader-denmark-2011/>
- Kustbevakningen, 2011. Operation Kyrkesund. Pdf-dokument.
- MSB & HaV, 2011. Oljepåslag på Tjørn 2011. En utvärdering av forberedelser, förmågor och håndtering.

4.5.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 10. september 2011 kolliderte bulkskipet Golden Trader (28 240 GT) med fiskefartøyet Vidar (385 GT) 39 km utenfor den vestlige kysten av Danmark, og slapp ut middelstung fyringsolje (IFO 180). Oljelekkasjen ble forårsaket av brudd i skroget på tungolje-tanken nr. 1 på styrbord side (Figur 4-29). Den første oppføringen i dekklogggen indikerte ingen lekkasje ut til miljøet. Etter dette ble det meldt om en estimert lekkasje på 4 m³. I granskingsrapporten oppgir Søværnets Operative Kommando (SOK) opplysninger som indikerer at kollisjonen resulterte i to oljeutslipp, der utslippet som drev nordover var på mer enn 400 tonn (sluppet ut i løpet av et minutt), mens den sørlige delen var på det meste 150 tonn.



Figur 4-29 Bilder av Golden Trader etter kollisjonen med fiskefartøyet Vidar (Kilde: Kustbevakningen, 2011).

Morgenen etter (11. september) fikk Golden Trader tillatelse til å ankre nær Hanstholm, Danmark, på grunn av dårlig vær, etterfulgt av en flytting til Ålbækbukta utenfor Skagen 12. september.

Fem dager etter kollisjonen (15. september) rapporterte den svenske havarikommisjonen (SHK) til etterforskningsenheten for marin sikkerhet (MSIU = «Marine Safety Investigation Unit») om betydelige store oljeflak i Kyrkesund og rundt øya Klädesholmen. Så langt hadde MSIU bare vært klar over kollisjonen.

Den 16. september 2011 ble det observert olje langs strandlinjen til den svenske kommunen Tjørn. Hendelsen resulterte i at 15 km kystlinje ble truffet av olje i betydelig grad, mens sporadiske flekker med strandet lett olje ble observert så langt som 150 km mot nord, i Strömstad, og 15 km sør for det største strandingsområdet.

4.5.3 Aksjonen

Den umiddelbare reaksjonen til den danske admiralflåten (Søværnets Operative Kommando (SOK)) var å sende egne miljøvernkip som var i området til hendelsesstedet. På dette tidspunktet var fokuset rettet mot inspeksjon av begge fartøy, innsamling av oljeprøver fra lagringstanken for tungolje, og inspeksjon av gyldigheten av blant annet sertifikater, dagloggbøker og oljejournalboken. SOK holdt også tilbake begge fartøyene. På dette tidspunktet informerte Golden Trader-mannskapet SOK om at det ble antatt at ca. 1 m³ tung fyringsolje ble sluppet på sjøen på grunn av kollisjonen.

På kvelden 10. september sendte SOK en «SafeSeaNet» (SSN) situasjonsrapport til EUs kyststater, Norge og Island. Rapporten informerte om hendelsen, men gjorde oppmerksom på at utslippsvolumet var ukjent. I e-posten til Kystverket stod det at utslippsvolumet, ifølge besetningsmannskapet, var på ca. 1 m³. Som svar på rapporten ble ingen tiltak utført av den norske eller svenske kystvakten/Svensk Maritime Clearance (SMC). SOK sendte ikke ut en forurensningsadvarsel i henhold til Bonn- og København-avtalen, siden utslippet ikke ble vurdert som "sannsynlig til å utgjøre en alvorlig trussel mot kysten".

Strategi

Basert på værmeldingen som forventet dårligere forhold, beordret SOK Golden Trader til å bevege seg mot land for å søke ly. Basert på prognosen ble fartøyet først flyttet til Vigsøbukta, etterfulgt av en andre flytting til Ålbækbukta. Det ble ikke meldt om ytterligere forurensning under overføringen til Ålbæk.

Den 12. september ble det utgitt en ny SSN SITREP-rapport som ble sendt til samme mottakere som den første rapporten, med informasjon om at 60 m³ olje-vann var samlet inn. Det ble ikke mottatt noe svar.

Bekjempelsesstrategien var mekanisk oppsamling. Om morgenen 11. september observerte et helikopter fra SOK olje som kunne samles inn med en beregnet tykkelse på 1 cm. SOK estimerte størrelsen på utslippet til om lag 150 tonn. I perioden 11. til 12. september samlet miljøfartøyet GUTH inn en olje-vannblanding på 60 tonn, der ren olje utgjorde 50 tonn fra utslippet sørover. På dette tidspunktet hadde fartøyet problemer med utstyret på grunn av dårlig vær.

Tirsdag 13. september observerte et dansk overvåkingsfly oljespor på sin «Side Looking Airborne Radar» (SLAR). På grunn av værforholdene ble ingen innsatsfartøy sendt til området. Den 14. september sendte SOK en forespørsel til den svenske kystvakten om å gjennomføre en luftrekognosering med SLAR i området vest for Hirtshals, hvor ingen olje ble observert. 15. september kom den første oljen til svensk kystlinje. Først den 16. ble det klart at utslippet nordover var fra et større utslipp. Basert på flyobservasjoner ble mengden estimert til 25-30 tonn, men det ble senere oppdaget at oljelaget hadde en tykkelse på opptil 1 meter.

Til havs varte aksjonen i noen dager, mens oppryddingsprosessen nær kysten og kystlinjen pågikk frem til 5. november. Flere myndigheter var involvert i forurensningsaksjonen, med mange ansatte og andre ressurser. To ideelle organisasjoner hjalp til. Innen oktober 2011 var 500 m³ ren olje etter prosessering samlet opp. Et høyt vanninnhold før behandling ble anslått, anslagsvis 10 – 15 % etter 1 - 2 dager på sjøen og >50 % når oljen ankom strandsonen.

Innsatsstyrkene til den svenske kystvakten og det svenske sivilforsvaret (MSB) brukte pumper, børsteopptakere og mekaniske gravemaskiner for å samle opp den emulgerte oljen fra vannet. Lenser ble plassert i Strømsundbukta 15. september (tidlig fase) for å begrense potensiell oljeforurensning (Figur 4-30). Frivillige fra den svenske hæren samlet inn olje manuelt som var strandet langs kysten, og gjennomførte undersøkelser av de mange små øyene som ble berørt.



Figur 4-30 Lenseplassering nærme land i svenske farvann den 15. september, 2011 (Kilde: Kustbevakningen, 2011).

De gjenværende oljeflekkene og oljebefengt avfall ble fjernet av en lokal entreprenør i ca. 15 måneder, hvor Tjörn kommune hadde tilsyn med arbeidet. En handlingsplan for prioriteringer og godkjente metoder for rengjøring i sensitive områder ble utviklet av Miljø- og viltavdelingen på Tjörn. Ingen kjemisk dispergering ble påført under aksjonen.

Eksterne faktorer

Den viktigste ytre faktoren som hindret oppsamling av olje var det skiftende værforholdet gjennom hele aksjonen, med vindhastigheter opptil 10 m/s. I tillegg ble dette kombinert med fyringsoljens egenskaper som gjorde det mulig for et stort oljeflak/søl (nordgående) å ikke bli oppdaget før det nådde svensk strandlinje.

Interne faktorer

Viktige interne faktorer som kan ha påvirket utfallet av oppsamlingsstrategien var kommunikasjon og oljetype.

Endringene i oljeegenskapene når oljen traff sjøen, slik at det skapte klumper under overflaten ifm. det dårlige været, kombinert med opplysningene fra mannskapet om utslippsmengden førte til at man fokuserte på det sørlige utslippet som pågikk over lenger tid og med synlige spor. En faktor som kan ha hatt innvirkning på utslippsvolumet var beslutningen om å flytte Golden Trader til skjermet vann, basert på værmeldingen.

I fasen for mobilisering og mekanisk oppsamling, svarte SOK umiddelbart med et fartøy som samlet opp ca. 1/3 av det sørgående oljeutslippet på 2 dager. På grunn av værforholdene og skader på utstyr ble aksjonen innstilt på dette tidspunktet. Manglende tilbakemeldinger fra naboland etter at SOK gjorde de oppmerksomme på hendelsen, kan også tas i betraktning. Når det gjelder strandoppyrdding i Tjörn fylke på den svenske vestkysten, konkluderte Myndigheten for samhällsskydd och beredskap (MSB) og Havs och Vatten myndigheten (HaV) at kommunen hadde begrenset med kunnskap om hvordan man håndterer denne typen utslipp, og hvilken type bistand de kan forvente fra nasjonale myndigheter. For å forbedre oljevernberedskapen anbefalte myndighetene etableringen av en beredskapsplan, og kommunikasjon av denne, for å øke kunnskap hos de involverte. I tillegg var utførelsen av øvelser viktig.

4.5.4 Oppsamlingseffektivitet

Det totale utslippsvolumet for hendelsen varierer fra 200 tonn til mer enn 500 tonn, avhengig av kilde. Det siste volumet er basert på granskningsrapporten som ble utgitt i forbindelse med hendelsen, og inkluderer to separate utslippshendelser: 400 tonn sluppet ut umiddelbart etter kollisjonen, etterfulgt av et utslipp nummer to på opptil 150 tonn i løpet av de neste timene, forårsaket av fartøyets bevegelser.

Når det kommer til mengde oppsamlet olje korresponderer mengdene for oppsamlet olje til havs, mens mengden oppsamlet olje nær og langs strandlinjen varierer fra 500 m³ ren olje (granskningsrapport) til 550 tonn emulgert olje (>70 % vanninnhold) (165 tonn ren olje) (ITOPF).

Tabell 4-9 gir en oversikt over de forskjellige resultatene ved bruk av ulike input-data. Granskningsrapporten er brukt som grunnlag.

Tabell 4-9 Fraksjon av oppsamlet olje til havs.

Hendelse/aktivitet	Kommentarer			
Oljeutslipp: 10/09, 2011	Oljeutslipp i to deler: estimert ca. 400 m ³ (nordgående) og ca. 150 m ³ (sørgående) av IFO 180 olje. Granskningsrapporten indikerer at flaket som beveget seg nordover ble sølt ut i løpet av minutter. Oljetetthet: 0,991 kg/l. Oljen er beskrevet som middelstung fyringsolje (IFO 180).			
Mekanisk oppsamling	<p>11/9-12/9: Ett innsatsfartøy på stedet. Totalt 60 m³ produkt (olje-vann-blanding) ble samlet opp, hvor 50 m³ av dette ble estimert som oljerester. Vanninnhold i emulsjonen var 17 %, alt fra det sørgående flaket.</p> <p>13/9: Dårlige værforhold – ingen innsatsfartøy ble sendt til området.</p> <p>14/9: Ingen olje ble observert ved luftrekognosering langs området med forventet forekomst, hvor prediksjonene var basert på observert olje dagen før.</p> <p>15/9: Rapportert om den første oljen til land. Flaket beveget seg nordover, men var ikke observert på overflaten eller i vannsøylen; all oppsamling foregikk langs og på land.</p> <p>16/9: Hendelsen ble karakterisert som et større oljeutslipp som krevde full aksjonering fra den svenske kystvakten.</p> <p>14/10: Samlet opp 500 m³ ren olje, etter prosessering. Før prosessering var vanninnholdet estimert til 50 %.</p>			
Calculations		Av det totale oljeutslippet ^{a)}	Av oljen tilgjengelig for oppsamling	Kommentar
	Oppsamlet olje til havs (%)	9	33	Antar at kun den sørgående oljen var tilgjengelig for oppsamling.
a) Inkluderer det nord- og sørgående utslippet.				

4.5.5 Konklusjoner

- Kunnskapen og erfaringen til kommandoteamet var avgjørende for beslutningstaking (eg. beslutningen om å flytte fartøyet til skjermet vann under de krevende værforholdene).
- Værforhold og oljetype/-egenskaper var viktige faktorer mht. tidsvindu for aksjonering og mengde olje tilgjengelig for oppsamling.
- Åpen og transparent kommunikasjon/dialog med mannskapet på det skadede fartøyet var avgjørende for å vurdere og evaluere nødvendig beredskapsnivå.
- Totalt ble det samlet opp 50 tonn drivstoff til havs fra det sørgående utslippet, estimert til 1/3 av utslippet. Av det totale utslippsvolumet (500-550 tonn) ble 9-10 % ren olje samlet opp, hvor det nordgående utslippet ble antatt å befinne seg under havoverflaten, og derfor ikke tilgjengelig for mekanisk oppsamling.

4.6 Full City (2009)

4.6.1 Informasjonskilder

Informasjonen i dette kapittelet er basert på følgende kilder:

- PWC, 2010. Full City rapport på responseevaluering for Kystverket. PWC. 17.2.2010
- Presentasjon av erfaringer fra Kystverket (Kystverket, udatert)
- Personlig kommunikasjon med Kystverks-personell involvert i aksjonen

4.6.2 Beskrivelse av hendelsen

På morgenen 30. juli 2009 seilte bulkskipet MV Full City fra Skagen i Danmark. Skipet ble deretter bunkret med ca. 1100 tonn tungolje og noe diesel. Skipet ankom Langesund i Telemark på morgenen samme dag. Skipet var da i ballast og skulle laste kunstgjødsel på Herøya i Porsgrunn. Mens man ventet på å gå til havn, ankret Full City opp ved Såsteinflaket utenfor Langesund, etter instruks fra skipets agent. Skipet lå da 0,9 nautiske mil fra nærmeste land. Såsteinflaket ligger åpent mot Skagerrak, og er ubeskyttet mot vind fra sør. På ankringstidspunktet blåste det sterk kuling fra sørøst, og bølgehøyden ble anslått til 2-4 meter. Et stormvarsel ble sendt over radioen.

Utover kvelden ble været dårligere, og vinden økte til sterk kuling, samtidig som den dreide fra sørøst til sørvest. Bølgehøyden ble beregnet til 4-6 meter. Full City svaiet fort og falt hardt i sjøen. Informasjon fra AIS-systemet viste at skipet begynte å drive mot land like før midnatt, og like etter midnatt tok Breivik VTS kontakt med fartøyet med informasjon om at det drev, og informasjon om status ble etterspurt. Kapteinen forsøkte å få fartøyet i gang og kontrollere situasjonen, men dette mislyktes. Full City gikk på grunn klokken 00:23 på Såstein. Klokken 00:37 ba kapteinen om assistanse. Fartøy ble deretter sendt for å evakuere mannskapet. På grunn av dårlig vær og sjø var det ikke mulig å mobilisere slepfartøy.

4.6.3 Aksjonen

Strategi

Store ressurser deltok i den statlige aksjonen (Figur 4-31), og det interkommunale utvalget mot akutt forurensning (IUA) i Telemark, Vestfold og Aust-Agder ble mobilisert. I tillegg bistod Sivilforsvaret og Heimevernet. IUA Østfold, Vest-Agder og Kristiansand ble også satt i beredskap. Oljevernustyr fra Kystverkets lager i Horten og Kristiansand ble mobilisert. I tillegg bidro Kystverkets overvåkingsfly og et helikopter til å få oversikt fra luften. Kystverkets mange styrker fra Svalbard i nord til Kristiansand i sør ble benyttet. Kystvakten bistod med fartøysressurser. Det samme gjorde den svenske kystvakten.



Figur 4-31 Full City 2 august 2009 (Foto: Kystverket).

Ressurser brukt i aksjonen til havs inkluderte:

- Kystverkets fartøy (6 fartøy)
- Kystvakten (3 fartøy - inkl. 1. datter-fartøy)
- Den svenske kystvakten (3 fartøy), samt overvåkingsfly
- Sjøheimevernet (4)
- Skjærgårdstjenesten, lokale fartøyer, slepebåter mm.

Totalt ble 7 forskjellige mekaniske oppsamlingssystemer tatt i bruk til havs:

- Kystverket (2)
- Kystvakten (3)
- NOFO (1)
- Nåværende Buster (1)
- Harbor Buster (1)

Eksterne faktorer

Sterk vind og høy sjø gjorde at skadene på skipet økte i løpet av natten, før skipet ble stående på grunn utenfor Såstein. Fartøyet fikk omfattende skrogskader som resulterte i oljeutslipp. Dette forurenset kystlinjen, inkludert flere verneområder og fuglereservater. Kystverket fikk melding om grunnstøtingen klokken 00:50. Redningsaksjonen ble ledet av Hovedredningssentralen. Kort tid etter at store deler av mannskapet fra Full City ble evakuert, satte Kystverket i gang en statsledet oljevernaksjon.

Utslippet forårsaket forurensning i området fra Stavern i Vestfold til Lillesand i Aust-Agder, og rundt 200 områder ble forurenset med olje (Figur 4-32). Blant annet var 37 vernede natur- og fugleområder og geologisk vernede områder forurenset av olje. I tillegg ble mange uteområder og private eiendommer tilgriset av olje. Mer enn 2000 sjøfugler døde som en direkte årsak av hendelsen.

Interne faktorer

Skipssjefen på kystvaktskipet KV Nornen ble utnevnt til skadestedsleder sjø for aksjonen (SKL-Sjø). Sjøgående fartøy var underlagt SKL-Sjø. Kystverket sendte en rådgiver til SKL-Sjø (KV Nornen). Da vedkommende bodde i Tromsø tok det litt lengre tid å få en rådgiver om bord, enn om det hadde vært en rådgiver tilgjengelig nærmere aksjonsstedet. Kystverket har utarbeidet en funksjonsplan med sjekklister for SKL-Sjø. Funksjonsplanene hadde ikke blitt gjort fullt tilgjengelig for Kystvakten siden de kun var tilgjengelig i Kystverkets interne beredskapsplan. Funksjonsplanen for rådgiveren til SKL-Sjø var beskrevet i samarbeidsavtalen mellom Kystvakten og Kystverket, som er en del av KYBAL14 tilgjengelig i fartøyets KYBAL-perm. Rådgiveren til SKL-Sjø ble tilkalt for å bistå SKL-Sjø / Skipssjefen med oljevernkompetanse, sikker informasjonsflyt, tilgang til logger, nettverk og koordinering mellom aksjonsledelsen og SKL-Sjø, samt få innsikt i Kystverkets planlegging. Dette var viktig blant annet fordi Kystvakten ikke har tilgang til Kystverkets operative planlegging. SKL-Sjø hadde et stort ansvar både som kaptein på eget fartøy og som leder av oljevernaksjonen til sjøs.



Figur 4-32 Den akutte fasen ved strandlinjene (Foto: Kystverket)

SKL-Sjø opplevde at informasjonen de fikk om oljeobservasjoner var preget av at den ikke var tilstrekkelig analysert og verifisert. SKL-Sjø fikk blant annet inn store mengder bilder, som tok lang tid å laste ned. Den svenske måten å utnytte overvåkingsflyene på viste seg å være svært effektiv. En operatør om bord i flyet hadde i oppgave å observere hvor oljen befant seg, og dirigere fartøy dit. SKL-Sjø opplevde at IUA ikke hadde tilstrekkelig kompetanse for bruk av oljevernutstyr og kapasiteter om bord på sjøgående fartøy. Tildelte ressurser ble derfor ikke brukt godt nok til å samle opp olje i bukter og vikar.

Ifølge SKL-Sjø skjedde førstegangsvarsling raskt og effektivt. Siden hendelsen fant sted midt i fellesferien var det noe lavere tilgjengelighet for ressurspersoner og andre aktører. Hendelsen fant derimot sted i sentrale deler av Østlandet, hvor det er god tilgjengelighet på ressurser. SKL-Sjø hadde gode erfaringer med å gjennomføre korte statusmøter for nye deltakere i aksjonen, og møtene ble gjennomført med VHF og telefon. SKL-Sjø måtte forholde seg til de enkelte IUA-lederne. Koordinering ble vanskelig gjort siden IUA håndterte aksjonen annerledes og de hadde begrenset kunnskap om sjøgående evner. Det var derfor utfordrende å etablere en felles forståelse av situasjonen og vanskelig for SKL-Sjø å gjøre prioriteringer for innsatsen, inkludert å koordinere IUAs sjøgående enheter i strandsonen med annen sjøgående aksjonering. Innkallingen av Sjøheimvernets (SHV) styrker ble foretatt uten at dette var koordinert med SKL-Sjø. SHV-styrkene ble på forespørsel lagt under IUA, men ble etter hvert underlagt SKL-Sjø som en del av den havgående operasjonen. Kommandomessig ble SHV ledet av SHV-personell i Stavern. SHV planla med en annen forbindelse i Langesund, noe som ikke var ønskelig fra SKL-Sjø. Det var en uklar rollefordeling i Kystverket om hvem som skulle ta seg av dialogen med havaristen. Forlis-seksjonen i beredskapsavdelingen håndterte kontakten med rederi og bergingsselskap i starten. SKL-Sjø hadde i denne perioden ikke tilstrekkelig informasjon om hva som skjedde om bord på havaristen. Dialogen med SMIT Salvage ble ikke oppfattet som optimal av SKL-Sjø. Kystverket sendte POLREP til Kystvaktens sentrale ledelse, men POLREP ble ikke videresendt til svenske fartøy. En medvirkende årsak til dette var, ifølge Kystvakten, at skipet Langeland sank samme natt, og det var en forveksling mellom «Langesund» og «Langeland». Kystverk Rederi har spesifikke oppgaver innen oljevernberedskap, og oljevernutstyr er også stasjonert på Oljevern 01-04. Kystverket har uttalt at mer opplæringserfaring vil kunne gjøre fartøy og mannskap bedre forberedt for en oljevernaksjon med hensyn til utstyr, prosedyrer og koordinering osv.

KV Nornen fikk teknisk bistand fra Kystverket. Logistikkstøtten var til tider noe forvirrende. Det ble etablert et avansert depot, men det var utfordrende å ha god oversikt over tilgjengelig materiale, inkludert hvor materialet befant seg og når materialet var ankommet depotet for henting. I ett tilfelle var det en periode hvor materialet var ankommet for henting, uten at det var varslet til KV Nornen.

HMS hadde høyt fokus gjennom hele perioden. Kystvakten har tradisjonelt høyt fokus på HMS, og dette fungerte godt under aksjonen. SHV var i mindre grad forberedt på HMS-utfordringene i en oljevernaksjon. De hadde ikke på seg verneklær og var dårlig informert, men ble orientert om bord på Kystvakten. HMS var et tema på alle møter og stod høyt på agendaen.

4.6.4 Oppsamlingseffektivitet

Estimering av oppsamlingseffektivitet

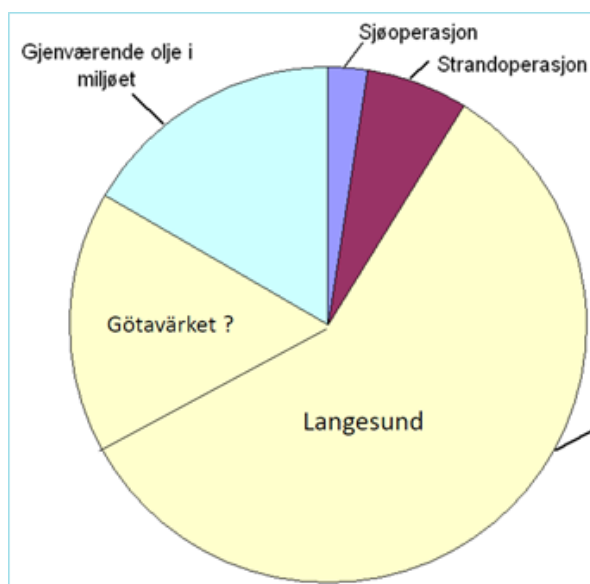
Ifølge opplysninger fra Kystverket er den estimerte mengden bunkersolje som ble sluppet ut til havs under denne hendelsen på 294 tonn, regnet som vannfri olje. Den første fasen etter grunnstøtingen var en redningsaksjon, og oljevernaksjonen startet da denne ble avsluttet. Kystverkets prioritet for aksjonene på sjøen var å hindre oljen i å nå sårbare områder og naturlige ressurser, oppsamling av fritt-flytende olje, unngå remobilisering av olje fra strandlinjer og overvåking ved bruk av helikopter og fly. Grunnstøtingen fant imidlertid sted svært nær kysten med kort drifttid til strandlinjer.

Oljetype og egenskaper

Det ble rapportert at fartøyet hadde ca. 1005 tonn tung fyringsolje (IFO 180) og 120 tonn diesel ombord. Det er svært få fysikalsk-kjemiske data rapportert for oljen, men en prøve tatt på havet i den akutte fasen hadde en viskositet på 52000 cP (18 °C; skjær 10s⁻¹), og et vanninnhold på 42 %.

Massebalanse / oljeregnskap


Det ble utarbeidet et oljeregnskap av Kystverket. Av de totalt 1 154 tonn olje som var om bord i Full City, ble 27 tonn tatt opp i sjøaksjoner, 74 tonn tatt opp i strandaksjoner, 860 tonn ble pumpet fra fartøyet og 191 tonn olje ble igjen i miljøet. Figur 4-33 illustrerer oljeregnskapet fra Full City-hendelsen. Prediksjoner om forvitringsegenskapene til oljen ser ikke ut til å ha blitt utført, og prosesser som fordampning og olje blandet inn i vannsøylen var ikke en del av det opprinnelige oljeregnskapet. Været var røft på tidspunktet for grunnstøtingen, og forvitringen av oljen kunne ha vært betydelig i startfasen.

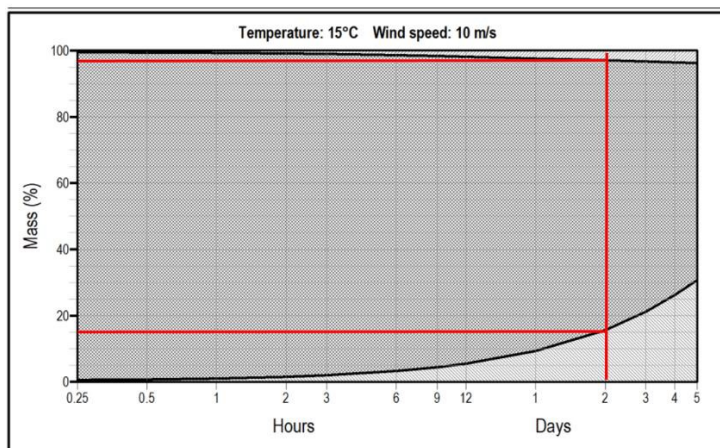


Figur 4-33 Estimert oljeregnskap etter Full City utslippet (Kilde: Kystvakten).

Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

For å prøve å estimere effektiviteten av den mekaniske oppsamlingsaksjonen til havs, som en funksjon av mengden olje tilgjengelig for oppsamling på havoverflaten, ble SINTEF sin OWM brukt til å forutsi forvitringsegenskaper for utslipp av et IFO 180 bunkersdrivstoff (Figur 4-34). En sjøvannstemperatur på 15 °C og en vindhastighet på 10 m/s er brukt som input til prediksjonene. Hvis vi antar at oljen i gjennomsnitt var forvitret i to dager før oppsamling, ville fordampningen vært ca. 3 %, og oljen som ble blandet inn i vannsøylen eller ble nedblandet ville vært ca. 15 %.

Property: MASS BALANCE Oil Type: IFO 180 NS, 13C Description: Data Source: SINTEF Materials and Chemistry (2014), Weathering data used	 <small>OWModel© 13.0</small>
Surface release Amount/duration of oil spill : 294 cubic meters 12.000000hour	<small>Pred. date: Aug. 19, 2021</small>
Legend: Evaporated (white) Surface (grey) Naturally dispersed (dotted)	



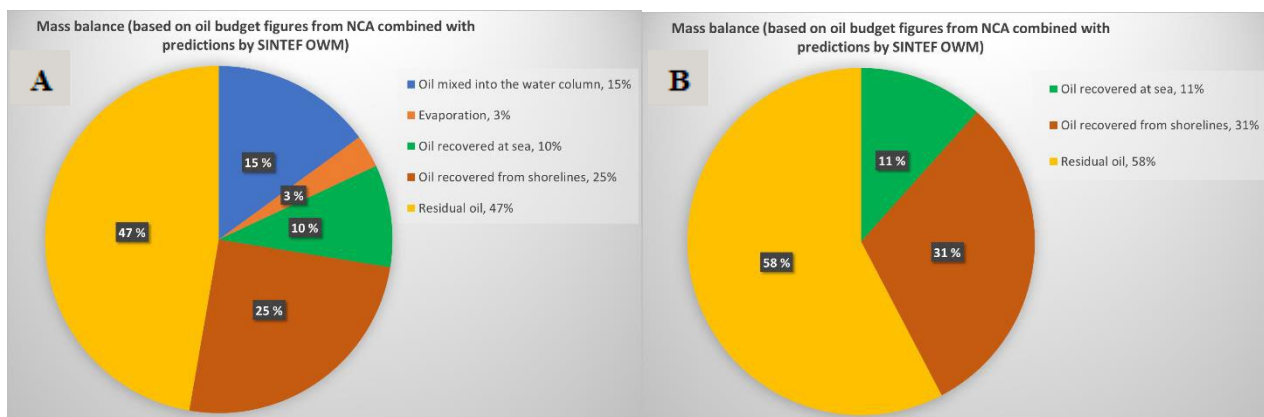
Figur 4-34 Predikert massebalanse av en IFO 180 bunkersdrivstoff, som oljen sluppet ut fra Full City. Havtemperatur på 15°C og vindhastighet på 10 m/s.

Tabell 4-10 oppsummerer Kystverkets oljeregnskap som presentert i Figur 4-33, minus oljemengdene som er fjernet fra fartøyet på en kontrollert måte. Disse tallene er benyttet til å utarbeide kakediagram for massebalanse som presentert i Figur 4-35.

Tabell 4-10 Input til massebalanseberegninger for Full City.

Parameter	Kommentarer
Utsluppet olje 31/7 2009	294 tonn av IFO 180 bunkersdrivstoff.
Olje samlet opp på havet	28 tonn av IFO 180 bunkersdrivstoff beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Olje samlet opp på strandlinjer	74 tonn av IFO 180 bunkersdrivstoff beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Fordampet olje	3%, som er lik 9 tonn, av IFO 180 bunkersdrivstoff beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Blandet inn i vannsøylen	15%, som er lik 44 tonn, av IFO 180 bunkersdrivstoff beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.

Figur 4-35A viser massebalansen for olje sølt til havs (294 tonn) basert på oljeregnskapet utarbeidet av Kystverket (Figur 4-33), kombinert med prediksjoner om olje som er fordampet og blandet inn i vannsøylen, og som ikke blir ansett som tilgjengelig for mekanisk oppsamling. Oljen som samles opp i havet utgjør bare 10 % av det totale utslippet. Så mye som 47 % av den utslippede oljen kan ikke bli gjort rede for, og beskrives som restolje. Ved å utelate oljen som regnes som ikke tilgjengelig for mekanisk oppsamling, øker oppsamlet olje til 11 %, og restoljen til 58 % (Figur 4-35B). Det ble samlet opp 2-3 ganger mer olje fra strandlinjer sammenlignet med havoverflaten.



Figur 4-35 Massebalanse inkludert oljeregnskap-data fra Kystverket og predikert massebalanse fra SINTEF sin OWM (A), og med oljemengder som ikke var tilgjengelig for mekanisk oppsamling (fordampet olje og olje blandet inn i vannsøylen) utelatt (B). Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

4.6.5 Konklusjoner

Oljemengdene som ble samlet opp fra havoverflaten var små for Full City-utslippet. Dette skyldes flere faktorer, der nærhet til land sannsynligvis er den viktigste. Oljen traff strandlinjer kort tid etter at utslippet startet, og strandlinjer ble forurenset over lang avstand fra utslippspunktet og nedover sør-østkysten av Norge. På grunn av oljespredningen nærme kysten, var det utfordrende å utføre oppsamlingsaksjoner til havs. En stor del av oljen som ble sølt fra fartøyet (191 tonn) ble igjen i miljøet. Olje som fordampes, blandes inn i vannsøylen eller nedblandet i vannet, er trolig en del av dette, men en stor del av denne fraksjonen bestod trolig av strandet olje som ikke kunne samles opp, også kalt restolje i Figur 4-35.

Bare 11 % av den frigjorte oljen på havoverflaten ble samlet opp mekanisk. Det er derimot rimelige forklaringer på hvorfor dette tallet var lavt. Et lignende utslipp i mer åpent farvann ville trolig gi høyere oppsamlingstall, med oljetypen tatt i betraktning.

4.7 Rocknes (2004)

4.7.1 Informasjonskilder

Informasjonen i dette kapittelet er basert på følgende kilder:

- Kystverket, 2004. Rocknes hendelsesrapport fra Kystverket («Rocknes-ulykken. Rapport fra Kystverket. 23.november 2004»).
- SINTEF, 2004. SINTEF rapport om oljeanalyser og oljeregnskap fra utslippet ("Rocknes – analysator av olje ombord og oljeregnskap. Foreløpig rapport".) Dato: 2004-08-30.
- Personlig kommunikasjon med Kystverket og tidligere NOFO-personell involvert i aksjonen.

4.7.2 Beskrivelse av hendelsen

Lasteskipet M/S Rocknes gikk på grunn 19. januar 2004 ca. kl. 16:30 ved Revskolten fyr ved Bergen. Skipet begynte raskt å krenge, og gikk helt rundt på under ett minutt (Figur 4-36). Skipet var lastet med om lag 23 000 tonn stein og hadde 470 m³ tungolje og 70 m³ diesel om bord. Av et mannskap på 28 døde 18, inkludert skipets kaptein.

Tjenesten for fartøytrafikken (VTS) varslet Kystverkets beredskapsavdeling ca. klokken 16.45. IUA Bergen (interkommunal beredskap) ble varslet og var en del av Kystverkets aksjon for strand- og landaksjonering, mens Kystverket selv konsentrerte seg om aksjonen på sjøen.



Figur 4-36 Rocknes posisjon i Vattlestraumen (Foto: Kystverket)

4.7.3 Aksjonen

Rederiet vurderte tiltak for å sikre skipet, mens Kystverket hadde tilsyn med håndteringen av fartøyet. 18 personer var savnet etter ulykken og det ble antatt at mange av dem var inne i fartøyet. Politiet hadde ansvar for å sikre havaristen og nærmeste område rundt, av hensyn til redningsarbeidet. Det var ikke aktuelt å starte en oljevernaksjon i nærheten av havarist før redningsarbeidet var avsluttet. Samtidig ble det konstatert at det var umulig å lete etter savnede da fartøyet lå opp ned, ikke var

stabil og ble holdt på plass av andre skip. Det ble derfor planlagt å flytte skipet til havn hvor det kunne foretas søk etter savnede. Rederne samarbeidet med forsikringselskaper og bergingsspesialister for å prøve å redusere risikoen for forurensning.

Strategi

Oppsamling av olje på sjøen ble igangsatt da området ble frigitt etter redningsaksjonen 19. januar klokken 23:43. De første oljelensene var i drift 20. januar klokken 00:20.

Kystverkets Skadestedsleder på sjø ("SKL-S") var i utgangspunktet om bord på Kystverkets oljevernartøy «Oljevern 01». 20. januar kl 04:00 ankom kystvaktartøyet KV "Ålesund", og SKL-S' oppgave ble deretter overført til kapteinen på dette fartøyet. I løpet av natten 19.-20. januar ble flere enheter satt inn i oljevernaksjonen. Klokken 05.00 var tre oppsamlingssystemer i aksjon. I den ekstraordinære situasjonen ble et betydelig antall båter og andre ressurser mobilisert, eller de handlet på eget initiativ. Senere 20. - 21. januar var det stor pågang av bedrifter og enkeltpersoner som tilbød sine tjenester og ressurser med tanke på å bekjempe oljeforurensning. Noen satt også privat utstyr inn i oljevernaksjonen uten godkjenning fra aksjonsledelsen. Tiltak for å hindre videre spredning av olje fra fartøyet og oppsamling av fri olje fra havet ble iverksatt med inntil sju mekaniske oppsamlingssystemer. Likevel var det uunngåelig at olje som ikke kunne samles opp ville treffe land. Derfor ble det satt inn flere lenser som ledet olje inn i bukter og sund som allerede var truffet av olje. Her kunne det lettere kontrolleres og tas opp. Under sjøaksjonen ble det brukt flere typer oljebekjempelsesutstyr.

Eksterne faktorer

Vatlestraumen er et smalt sund påvirket av tidevannsstrømmer, og aksjonen på sjøen måtte tilpasse seg skiftende tidevann da strømmen i perioder var for sterk for effektiv oppsamling (Figur 4-37).



Figur 4-37 Olje som driver med strømmen i Vatlestraumen (Foto: Kystverket).

Interne faktorer

De enkelte enhetene som deltok i oppsamlingsaksjonen til havs, oppnådde svært ulike resultater med hensyn til oppsamlet oljemengde. Noen tok opp mye vann i forhold til olje, og ulikt opplæringsnivå av innsatsstyrkene ble pekt på som en av årsakene til dette. Et behov for analyse av effektiviteten til oppsamlingssystemet ble også tatt opp etter hendelsen. Alt det oppsamlede vannet ble levert til behandling, noe som økte kostnadene for aksjonen. En høy terskel for å be om transportstøtte ble også adressert i evalueringsrapporten, samt begrenset overvåkingsinformasjon om estimerte utslippsmengder. Normalt er flyene som Kystverket disponerer i stand til å gi gode anslag på mengden olje som er sluppet ut til havs. Aksjonsledelsen fikk imidlertid lite

informasjon fra flyet om estimert oljemengde under denne aksjonen. Årsaken til dette var at oljen i stor grad befant seg langs land og i bukter og vikene. Det ble derimot bekreftet at helikoptre var et egnet overvåkingsverktøy, spesielt for detaljerte undersøkelser, og oversikten over oljens utbredelse var god.

Da fartøyet var klart til å flyttes, var det lite fritt-flytende olje igjen på havet. Rederen ble pålagt å etablere en omfattende beredskapsplan for flyttingen, for å forhindre at ny olje som kan bli sluppet ut under slep forårsaker økt forurensning. Den 28. januar ble skipet flyttet til Ågotnes. Etter avtale med rederiet tok Kystverket seg av beredskapen. Til tross for omfattende beredskapstiltak ble det sluppet ut noe olje, og ytterligere oppsamling på havet var nødvendig. Ved ankomst var skipet rigget med oljelenser og etter at havariet ble snudd og ikke lenger representerte noen fare for forurensning, ble oljevern tiltakene ved fartøyet avsluttet.

Den 29. januar var det ikke lenger fritt-flytende olje igjen på havet. Dermed ble demobiliseringen av deltakerne i den maritime oljevernaksjonen igangsatt. Deltakende skip ble sendt til rengjøring før de fikk forlate aksjonsområdet. På grunn av den sekundære risikoen for forurensning, måtte et stort antall fartøy rengjøres. Renseanlegget hadde ikke kapasitet til å håndtere dette, som medførte noe venting både på at utstyret ble levert for rengjøring ved CCB, og for rengjøring av skipene ved Onyx-anlegget.

4.7.4 Oppsamlingseffektivitet

Rocknes var en alvorlig ulykke og berging av liv ble prioritert på et tidlig tidspunkt. De første lensene for oljeoppsamling ble utplassert like etter midnatt 20. januar. Ifølge informasjon fra Kystverket var den estimerte mengden fyringsolje om bord på Rocknes 470 m³ tungolje og 70 m³ diesel. Det er ikke presentert noen tall på hvor mye av dette som ble sluppet ut til havs. I de videre beregningene antar vi at all tung fyringsolje ble sluppet ut til havs, mens diesel ikke er inkludert.

Oljetype og egenskaper

Den tunge bunkersoljen om bord på Rocknes var en HFO 380. Dette var en blanding av oljer bunkret ved Esso Skålevik (tetthet: 0,974 kg/l; viskositet: 37000 cP (5 °C og skjær 10 s⁻¹)) og Shell Rotterdam (tetthet: 0,991 kg/l; viskositet: 47500 cP (5 °C og skjær 10 s⁻¹)). Fysisk-kjemiske analyser av Rocknes oljen indikerte at den lignet mer på Skålevik bunkersoljen, og denne oljen ble brukt som grunnlag for prediksjon av forvitringsegenskapene til havs for Rocknes-oljen ved bruk av SINTEF sin OWM. Prøveanalyser av forvitret Rocknes-olje ga vannopptak på opptil 50 % og viskositeter på opptil 237000 cP.

Massebalanse / oljeregnskap

SINTEF sin OWM har blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for Rocknes HFO 380, inkludert massebalanse uten oppsamlingsdata inkludert. Sjøtemperaturen i området ble målt til 5 °C. Prediksjoner ble utført både ved 5 og 10 m/s vindhastighet. Det antas at all HFO 380 om bord (458 tonn) lakk ut i havet i løpet av 24 timer. I den videre evalueringen er det antatt at oljen i gjennomsnitt drev i 2 dager før den ble samlet opp. Figur 4-38 viser predikert massebalanse ved 5 og 10 m/s vind med en indikasjon på oljemassen (i prosent) som ble fordampet (øvre rød linje) og blandet inn i vannsøylen (nedre rød linje) etter 2. dagers drivtid på sjøen.

Property: MASS BALANCE
 Oil Type: IFO 380 ROCKNES
 Description: Slagen HFO-370 + field samples
 Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2004), Weathering data used

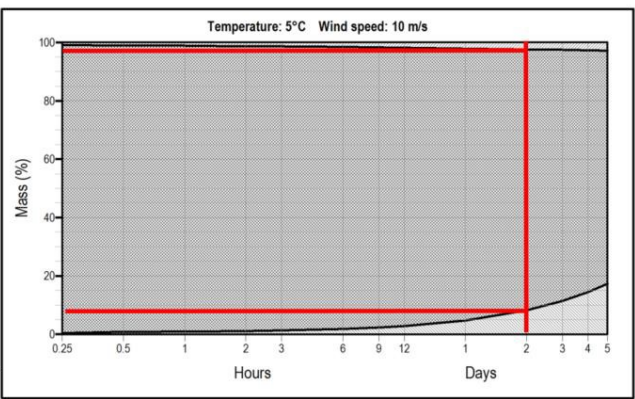
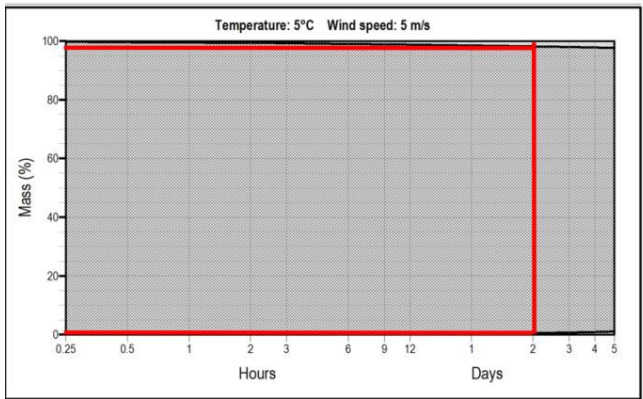


OWModel© 13.0

Surface release
 Release rate/duration: 19.58 metric tons/hour for 24 hour(s)

Pred. date: Aug. 19, 2021


 Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



Figur 4-38 Predikert massebalanse av HFO 380 bunkersdrivstoffet fra Rocknes. Sjøtemperatur på 5 °C og vindstyrke på 5 og 10 m/s.

Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

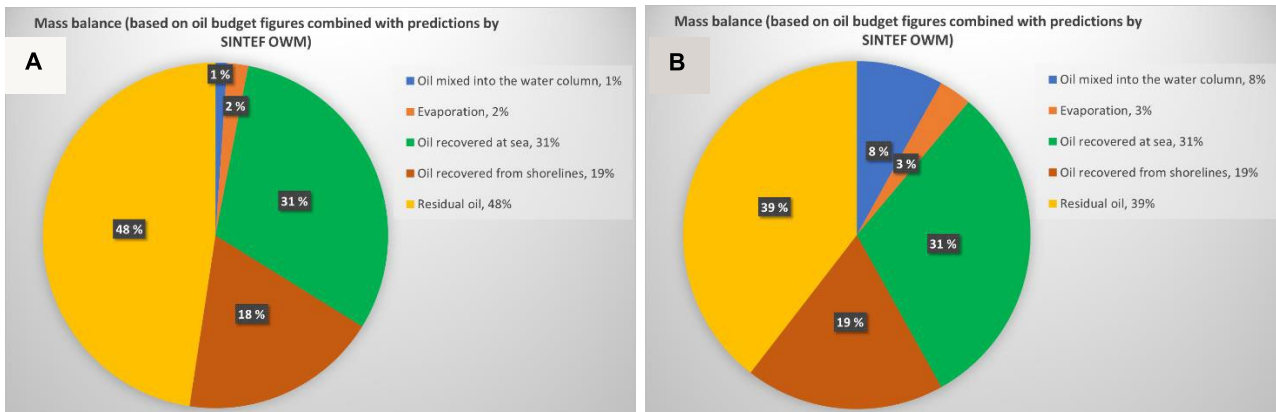
Tabell 4-11 oppsummerer forutsetningene og input-parameterne som er brukt for å utarbeide massebalansen for Rocknes.

Tabell 4-11 Input for massebalanseberegninger for Rocknes.

Parameter	Kommentarer
Utsluppet olje 19/1 2004	Fartøyet hadde 470 m ³ tungolje (HFO 380) om bord. Med en målt tetthet på 0,974 kg/l gir dette 458 tonn. Det er ingen opplysninger om hvor mye som ble sølt, så i de videre beregningene er det lagt til grunn at hele mengden HFO 380 ble sluppet ut til havs. 70 m ³ diesel om bord er ikke inkludert i beregningene.
Oljeoppsamling til havs	141 tonn HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Olje samlet opp ved strandlinjer	85 tonn HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.

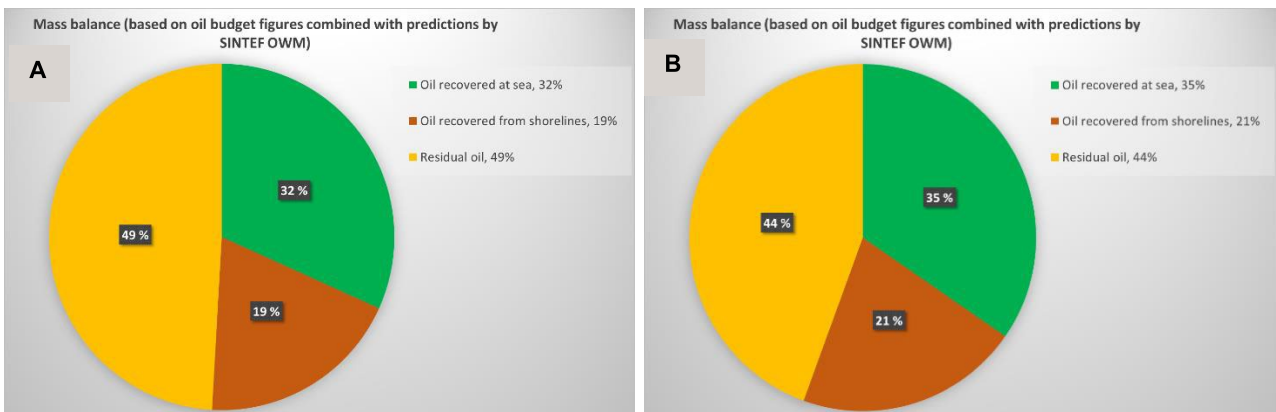
Fordampet olje	Ved 5 m/s vindhastighet: ca. 2 %, som tilsvarer 9 tonn, av HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje. Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 3 %, som tilsvarer 14 tonn av HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.
Blandet inn i vannsøylen	Ved 5 m/s vindhastighet: ca. 1 %, som tilsvarer 5 tonn, av HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje. Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 8 %, som tilsvarer 37 tonn, av HFO 380 beregnet som «fersk» (ikke forvitret) olje.

Figur 4-39 viser massebalansen for utsluppet olje til havs (458 tonn) ved 5 og 10 m/s vindhastighet. Fordampningen er nesten lik for de to vindhastighetene, men mengden olje blandet inn i vannsøylen øker betraktelig fra 5 til 10 m/s. Restolje, som er forskjellen mellom olje som er sølt og olje som er fordampet, blandet inn i vannsøylen og gjenvunnet, utgjør en stor brøkdel av den totale massebalansen. Siden det er usikkerhet rundt mengden olje frigjort, er også tallene for restolje tilsvarende usikre. Mengden olje som ble samlet opp mekanisk på sjøen er beregnet til 31 % av det totale utslippet.



Figur 4-39 Massebalanse basert på total mengde utslippet olje (458 tonn) ved 5 m/s (A) og 10 m/s (B) vind. Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordamping, grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

Hvis vi ser på oljemengden som teoretisk sett var tilgjengelig for mekanisk oppsamling på overflaten (fordampet olje og olje blandet inn i vannsøylen utelatt), øker effektiviteten til 32 eller 35 % avhengig av vindstyrken (Figur 4-40). Økningen skyldes en nedgang i restolje ved økende vindhastighet, fordi mer olje fjernes fra overflaten ved innblanding i vannsøylen.



Figur 4-40 Massebalanse basert på overflateolje tilgjengelig for mekanisk oppsamling (fordampet olje og olje blandet inn i vannsøylen utelatt) ved 5 m/s (A) og 10 m/s (B) vind. Grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

4.7.5 Konklusjoner

Til tross for utfordrende forhold med smalt farvann og kort drivtid til strandlinjer, var effektiviteten for mekanisk oppsamling til sjøs relativt høy for Rocknes-hendelsen. Andelen definert som restolje er relativ høy, men tallene er svært usikre på grunn av usikkerhet rundt hvor mye olje som ble sluppet ut i havet. Nesten 10 dager etter at fartøyet gikk på grunn ble det slept til Kystsenterbasen (CCB) på Ågotnes. Mer olje ble sluppet ut, og noe gikk tapt under denne aksjonen, som indikerer at ikke all den opprinnelige oljen ble sluppet ut på grunnstøtingsstedet.

Fordi olje som ble samlet opp på sjø og på strandlinje var sterkt infisert av rusk, bark, søppel mv var det svært utfordrende å utarbeide et oljeregnskap basert på beregninger av ren olje. Når man kombinerer dette med usikkerheten rundt mengde olje sluppet ut gir det svært usikre tall, noe som også ble understreket i evalueringsrapporten fra hendelsen.

4.8 Fu Shan Hai (2003)

4.8.1 Informasjonskilder

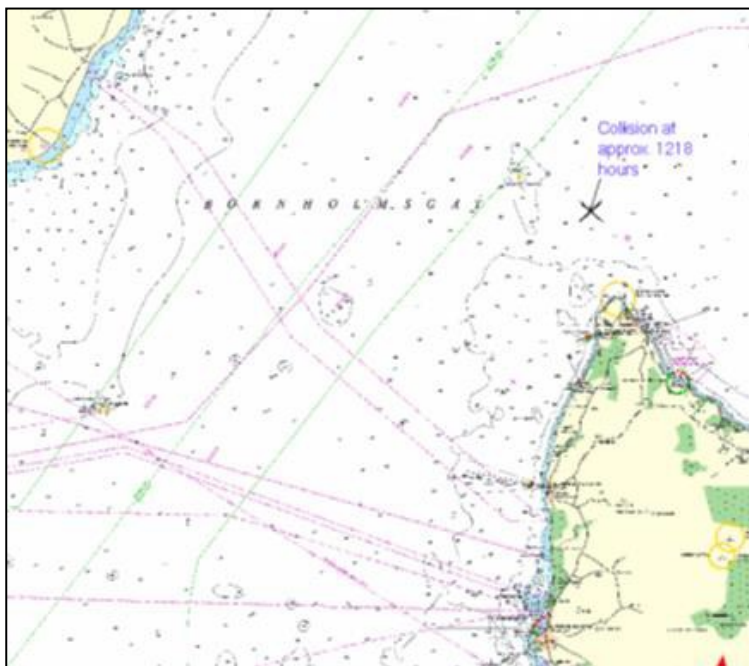
Informasjonen i dette kapittelet er basert på følgende kilder:

- Andersen; R.N., JD-Contractor A/S, 2013 «Emptying the Fu Shan Hai of oil». Presentasjon i pdf-format.
- Den danske Sjøfartsstyrelsen (DMA), 2003. «Collision between Chinese bulk carrier FU Shan Hai and Cypriot container vessel Gdynia». Havarirapport. Dato: 7. august 2003.
- Christiansen, B., M., 2003. 3D. «Oil drift and Fate Forecast at DMI». Teknisk rapport nr. 03-36. Dansk Meteorologisk Institutt, Danmark.
- Pålsson, Jonas & Hildebrand, Lawrence & Linden, Olof. (2017). «Limitations of the Swedish coordination capacity for large oil spills». International Oil Spill Conference Proceedings. 2017. 2017040. 10.7901/2169-3358- 2017.1.000040.
- SCG, 2003. «Swedish Coast Guard Operation Fu Shan Hai» - Kustbevakningen.html

4.8.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 31. mai 2003 kolliderte det kinesiske bulkskipet Fu Shan Hai og det kypriotiske containerskipet Gdynia i Østersjøen, 5,6 km NNV for Hammer Odde, Bornholm, Danmark (Figur 4-41). Det kinesiske fartøyet tok inn vann umiddelbart og kantret. Kystvaktfartøyet KBV 202 tilbød danske myndigheter å taue vraket til grunnere vann for å redusere risikoen for ukontrollert oljeutslipp. Danske myndigheter avsto, men ba KBV 202 om å holde seg i nærheten. Et par timer senere fikk Kystvakten en forespørsel fra Danmark om tauing. KBV 202 klarte å slepe Fu Shan Hai 1,5 nautiske mil, men ble tvunget til å stoppe da det var åpenbart at skipet ville synke om kort tid. Kort tid etter sank Fu Shan Hai til en dybde på 65 meter (Figur 4-42).

Fu Shan Hai fraktet 1680 tonn bunkersolje IFO 380, 110 tonn diesel og 35 tonn smøreolje, totalt 1825 tonn. Fartøyet fraktet en last på 66 000 tonn gjødsel fra Ventspils, Latvia.



Figur 4-41 Lokasjon for kollisjonen mellom Fu Shan Hai og Gdynia (Kilde: DMA, 2003).



Figur 4-42 Fu Shan Hai i ferd med å synke etter kollisjon med konteinerskipet Gdynia (Kilde: SCG, 2003).

4.8.3 Aksjonen

I oljevernaksjonen ble mekanisk oppsamling til sjøs med svenske, danske og tyske ressurser benyttet. Tre dager etter utslippet (3. juni) var 500 tonn olje samlet opp. Samtidig fryktet man at 100 gjenværende tonn med drivende olje nærmet seg svenskekysten i Skåne-regionen. På dette tidspunktet lakk skipet fortsatt olje og olje nådde kysten sør for Simrishamn. I løpet av den første operasjonsuken ble det samlet opp 1000 tonn olje- og vannblanding til sjøs. På slutten av den første uken førte endringer i værforholdene til at olje drev ut fra den skånske kystlinjen. De rådende værforholdene kombinert med mindre oljetilgjengelighet reduserte den mekaniske oppsamlingseffektiviteten til sjøs.

I løpet av de påfølgende to ukene var et dansk fartøy kontinuerlig til stede på utslippsstedet med tre svenske miljøfartøy i beredskap mens luftforsvaret overvåket området kontinuerlig. I denne perioden lekket fartøyet fortsatt olje, men mindre enn i den tidlige fasen; værforholdene ble imidlertid vurdert som alvorlige, og ingen fartøyer drev med oppsamling av olje. I denne fasen var det fralandsvind, noe som førte oljen bort fra vestkysten av Sverige.

Strategi

Som beskrevet ovenfor var strategien å slepe det skadede fartøyet til et grunnere område for å redusere risikoen for ukontrollert oljesøl. Det ble tidlig igangsatt mekanisk oppsamling til havs, og aksjonsressursene inkluderte danske, svenske og tyske ressurser den første uken. I løpet av 2. uke forverret værforholdene seg, fra 4-8 m/s den første uken til 15-16 m/s i perioder i den 2. uken, noe som satte tre svenske miljøfartøy i stand-by modus.

På overvåkingsiden var det hele tiden et dansk fartøy ved havaristlokasjonen, og luftovervåking ble utført kontinuerlig.

Den svenske kystvakten satte ut en 800 m lense for å begrense strandpåslag. Totalt ble det samlet opp 78 m³ olje fra svenske strender, og 10 m³ på dansk side.

Gjenværende olje i vraket ble samlet opp i to dykkeaksjoner, i 2003 og i 2013. Totalt ble det samlet opp 1134 tonn olje i disse aksjonene.

Eksterne faktorer

Været under hendelsen var bra, med vindstyrke på 6 m/s. Det relativt rolige været den første uken etter hendelsen gjorde det mulig for oppsamlingsfartøyene å operere i dette tidsrommet. Samtidig drev oljen mot land. Uken etter var det ingen oppsamling (uegnede forhold) på grunn av dårlig vær, samtidig som vinden blåste vestover og førte olje bort fra den svenske kysten. Tøffere værforhold bidro også til å blande oljen ned i vannsøylen.

Endring av oljeegenskaper over tid resulterte i en høyviskøs emulsjon som inneholdt opptil 65 % vann etter 3 dager til havs (fra ca. 38 % etter 1 dag), noe som førte til store mengder som skulle håndteres av oppsamlingsfartøyet. Med samme tetthet som sjøvann (0,992 kg/l vs. 1,005 kg/l) ble oljen egnet for nedblanding i havet med økte bølgebevegelser, mens roligere vær resulterte i tilbakekomst til vannoverflaten.

Interne faktorer

Danske myndigheter overvåket situasjonen i hendelsens tidligste faser, og besluttet i løpet av et par timer å slepe Fu Shan Hai til et grunnere område (med bistand fra den svenske kystvakten), for å begrense risikoen for et ukontrollert utslipp. Den operative kommandoen ba tidlig om bistand fra Sverige og Tyskland, samt igangsatte oppsamling til sjøs. I tillegg var kontinuerlig overvåking på utslippsstedet og videre oljedrift en del av strategien.

Den raske responsen sikret en relativt høy grad av oppsamlet olje til havs i løpet av 1. uke – 1 000 tonn olje-og vannblanding.

Den svenske kystvakten (Kbv 202) brukte Lamor børstesystem, mens de danske fartøyene (Gunnar Seidenfaden) brukte Ro Desmi opptaker. På grunn av ulikt antall systemer og driftstid, finnes ikke effektivitetstall for enkeltsystemer.

Et aspekt som ble trukket fram frem i etterkant av hendelsen, var kravet om å styrke beredskapsnettverket mellom nabokommuner, ved å etablere et «Incident Management System» for nasjonale tverrorganisatoriske kriser, som for eksempel store oljeutslipp. Det ble også påpekt behov for flere øvelser for å bygge kapasitet og nødvendige relasjoner på tvers av ulike organisasjoner.

4.8.4 Oppsamlingseffektivitet

Beregningen av mekanisk oppsamlingseffektivitet legger forenklet til grunn at diesel og smøreolje har samme egenskaper som tungolje, som var det viktigste hydrokarbonproduktet ombord på Fu Shan Hai.

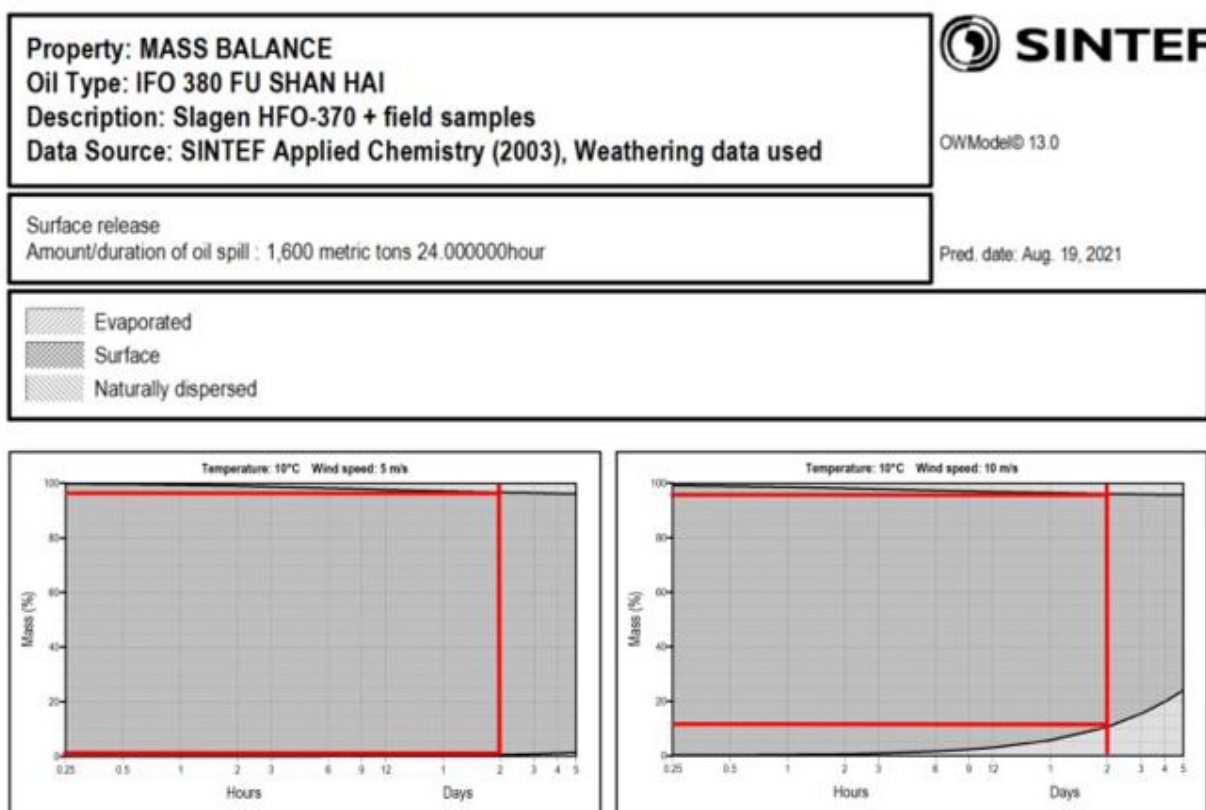
Det er usikkerhet knyttet til hvor mye olje som ble sluppet ut i havet under denne hendelsen, men vi anslår at det ble sluppet ut ca. 706 m³ olje, og at utslippet hovedsakelig bestod av IFO 380. Værforholdene var gunstige for mekanisk oppsamling den første uken etter utslippet, og mesteparten av oljen som ble samlet opp på havet ser ut til å ha blitt tatt opp i den perioden. Dessuten var avstanden til land (5-6 km) gunstig for oppsamlingsaksjoner til havs.

Oljetype og egenskaper

SINTEF mottok 6 prøver av forvitret olje samlet inn fra havet og fra strandlinjer. Prøvene tatt til havs hadde en tetthet på 0,992 – 0,995 kg/l, et vanninnhold varierende fra 38 % til 65 %, og en viskositet på 30 500 – 46 000 cP (målt ved 12 °C og en skjærhastighet på 10 s⁻¹). Det ble konkludert med at oljen var en IFO 380, og en lignende olje ble funnet i SINTEF sin OWM-database og brukt til å predikere forvitringsegenskaper til oljen sølt.

Massebalanse / oljeregnskap

SINTEF sin OWM har blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for Fu Shan Hai IFO 380, inkludert massebalanse uten noe oppsamlingsdata inkludert. Sjøtemperaturen i området ble målt til 12 °C, og en temperatur på 10 °C ble brukt som input til modellen. Prediksjoner er gjort ved både 5 og 10 m/s vindhastighet, men fordi det meste av oljen ser ut til å ha blitt samlet opp under lave vindforhold den første uken, er det kun 5 m/s vindprediksjonen som er brukt i den videre evalueringen. Her er det antatt at oljen i gjennomsnitt drev i 2 dager før den ble samlet opp. Figur 4-43 viser predikert massebalanse ved 5 og 10 m/s vind, med en indikasjon på oljemassen (i prosent) som ble fordampet (øvre rød linje) og blandet inn i vannsøylen (nedre rød linje) etter to dagers drivtid på havet.



Figur 4-43 Predikert massebalanse for IFO 380 bunkerdrivstoffet fra Fu Shan Hai. Sjøtemperatur på 10 °C og vindstyrke på 5 og 10 m/s.

Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

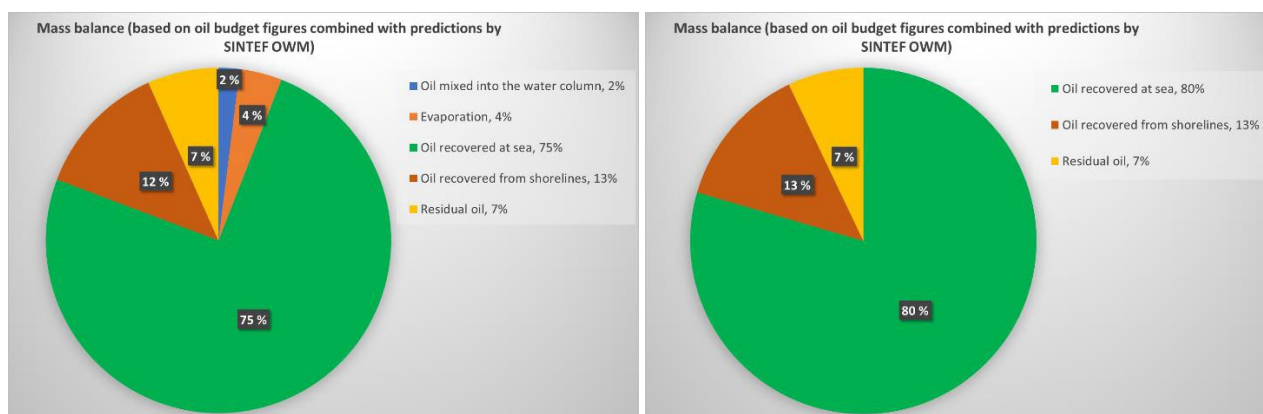
Tabell 4-12 oppsummerer forutsetningene og input-parameterne brukt i massebalanseberegningene for Fu Shan Hai.

Tabell 4-12 Input til beregninger av massebalanse for Fu Shan Hai

Parameter	Comments
Utsluppet olje 31/5 2003	Fartøyet hadde 1680 tonn tungolje (IFO 380), 110 tonn diesel og 35 tonn smøreolje om bord, noe som ga en total oljemengde på 1 825 tonn. Ved å bruke tettheten for IFO 380 (0,991 kg/l) for all oljen om bord, vil det totale volumet være 1842 m ³ . Det ble rapportert at 1136 m ³ olje ble fjernet fra vraket under dykkeaksjoner. Ved å trekke dette fra det totale volumet om bord, kan det anslås at 706 m ³ (beregnet som ren olje) ble sluppet ut

	i havet. For å forenkle, antas det at dette beløpet består av IFO 380.
Oppsamlet olje til havs	Opptil seks svenske, fire danske og to tyske fartøy deltok den første uken (1/6 – 8/6). Uken etter var det dårlige værforhold for mekanisk oppsamling. Svenske fartøy tok opp 220 tonn væske (1/6 og 2/6). 750 tonn væske ble gjenvunnet 3/6. Det er beregnet at totalt 528 m ³ av IFO 380, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje, ble samlet opp mekanisk fra vannoverflaten.
Olje samlet opp ved strandlinjer	89 m ³ av IFO 380 beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje.
Fordampet olje	Ved 5 m/s vindhastighet: ca. 2%, som tilsvarer 9 m ³ av IFO 380, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje. Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 3%, som tilsvarer 14 m ³ av IFO 380, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje.
Blandet inn i vannsøylen	Ved 5 m/s vindhastighet: ca. 1%, som tilsvarer 5 m ³ av IFO 380, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje. Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 8%, som tilsvarer 37 m ³ av IFO 380, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje.

Figur 4-44 viser massebalansen for olje sluppet ut til havs (706 m³) ved 5 m/s vindhastighet. Den viser at bidraget fra fordampning og innblanding av olje i vannsøylen er lavt for denne oljetypen ved valgt vindhastighet. Mengden olje som er oppsamlet til havs er svært høy, og mengden olje som ikke kan gjøres rede for (restolje) er lav. Hvis vi utelukker olje som er naturlig fjernet fra overflaten (fordampet og blandet inn i vannsøylen), som i Figur 4-44B, er mengden olje oppsamlet til havs beregnet til 80 %.



Figur 4-44 Massebalanse basert på total mengde utslippet olje (706 m³) (A) og overflateolje tilgjengelig for mekanisk oppsamling (fordampet olje og olje blandet inn i vannsøylen utelukket) (B) ved 5 m/s vind. Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

4.8.5 Konklusjoner

Vi har ikke funnet noen tall som indikerer hvor mye olje som ble sluppet ut i havet under denne hendelsen i de tilgjengelige dokumentene. Mengden brukt i disse beregningene (706 m³) ble estimert ved å trekke fra oljen som ble fjernet fra vraket under dykkeroperasjoner fra hele oljemengden om bord. Derfor har massebalanseestimerer en høy grad av usikkerhet. Den mekaniske oppsamlingsaksjonen til havs ser derimot ut til å ha vært effektiv. Det var optimale værforhold den første uken etter kollisjonen da mesteparten av oljen så ut til å ha blitt tatt opp, og avstanden fra land var gunstig for mekanisk oppsamling.

Andre funn

- Kunnskapen og erfaringen til kommandoteamet er avgjørende med hensyn til beslutningstaking (f.eks. beslutning om å slepe fartøyet til grunnere vann for å sikre bedre utslippskontroll og få inn beredskapsressurser)
- Værforhold og oljetype/egenskaper er viktige faktorer når det kommer til driftsvinduet for aksjonen.
- Effektiviteten til forskjellige oppsamlingsutstyr er uklar på grunn av faktorer som at driftstiden for hvert beredskapssystem er ulik, hvor alle fartøy fra Sverige var utstyrt med Lamor børstesystem og de danske fartøyene med Ro Desmi opptakere. Basert på det totalt oppsamlede volumet på 528 m³ ren olje i løpet av den første uken, ble anslagsvis 80 % av tilgjengelig olje på havoverflaten samlet opp.
- Rask mobiliseringstid av ressurser, første uke med oppsamling var effektiv, andre uke hadde værforhold som ikke egnet seg for oppsamling til havs.
- Evalueringen etter hendelsen påpekte behov for bedre nettverksbygging og opplæring og øvelser på tvers av organisasjoner for å styrke beredskapen ved fremtidige hendelser.

4.9 Prestige (2002)

4.9.1 Informasjonskilder

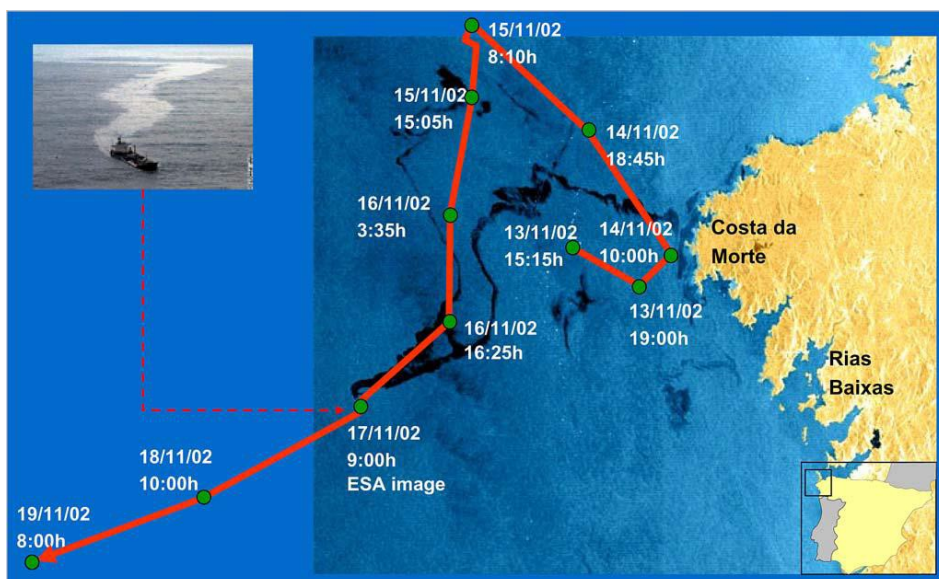
Informasjonen i dette kapittelet er basert på følgende kilder:

- IOSC, 2005. «Evaluation of the response by specialised foreign vessels to the release of oil from Prestige». Konferansebidrag fra Tim Wadsworth, en seniorkoordinatør ved «The International Tanker Owners Pollution Federation» (ITOPF) som er involvert i mange internasjonale utslipp.
- Albaigés, J., Morales-Nin & Vilas, F., 2006. «The Prestige oil spill: A scientific response». Marine Pollution Bulletin 53, side 205-207.
- Gonzales, M., Utiarte, A., Pozo, R. & Collings, M., 2006. «The Prestige crisis: Operational oceanography applied to oil recovery, by the Basque fishing fleet». Marine Pollution Bulletin 53, side 369-374.
- IOPC-fondet, 2020. Prestige. Pdf-dokument.
- Per Gustav Steimler, 2021. Førstehåndserfaring fra personell under oppsamlingsaksjonen. Personlig kommunikasjon, juni 2021.

4.9.2 Beskrivelse av hendelsen

Den 13. november 2002 begynte det Bahamas-registrerte tankskipet Prestige (81 564 DWT), som fraktet 76 972 tonn IFO 650 fyringsolje, å få slagside og lekke olje under dårlig vær 56 km utenfor Cabo Fisterra (Galicia, Spania) (Figur 4-45). Den 19. november, da det var tatt under slep, knakk fartøyet i to og sank 260 km vest for Vigo (Spania), på mer enn 3560 meters dyp. Anslagsvis 13 700 tonn av lasten var igjen i vraket, noe som indikerer et utslipp av ca. 63 200 tonn tungoljebrensel. Mellom mai og september 2004 ble rundt 13 000 tonn last fjernet fra den fremre delen av vraket. Omtrent 700 tonn var igjen i akter seksjonen.

Med en oljetype som var motstandsdyktig for vær, kombinert med de eksisterende strøm- og vindforholdene, resulterte i strandet olje langs vestkysten av Galicia og Biscayabukta (Spania og Frankrike), den nordlige delen av Portugal, og med spor langs kystlinjen til Storbritannia (Kanaløyene, Isle of Wight og Kent)



Figur 4-45 Prestige utslippslokasjon og sleperute offshore (Kilde: Albaigés et al., 2006).

4.9.3 Aksjonen

Basert på størrelsen på utslippet og de tøffe forholdene, ba spanske myndigheter om bistand fra nabostater via bilaterale avtaler, og fra stater lenger unna gjennom EU (EC). Siden olje drev inn i portugisisk farvann, ble en lignende forespørsel utsendt fra portugisisk marine. Da oljen drev inn i fransk farvann forble franske fartøy under kontroll av franske myndigheter.

I løpet av den påfølgende måneden samlet en stor flåte seg, med seksten fartøy fra åtte nasjoner (Tabell 4-13).

Tabell 4-13 Oversikt over utenlandske tiltaksfartøy som deltok i opprydningsaksjonen etter oljeutslippet fra Prestige (IOSC,2005). «Country of home port» = tilknytningsland», «Vessel» = fartøy, «Port of departure» = avgangshavn.

Country of home port	Vessel	Port of departure
Belgium	UNION BEAVER	Antwerpen
Denmark	GUNNAR SEIDENFADEN	Korsør
France	AILETTE	Brest
	ALCYON	Brest
Germany	NEUWERK	Cuxhaven
Italy	AQUA CHIARA	Porto Tórrés
	TITO	Livorno
Netherlands	ARCA	Scheveningen
	RIJNDELTA	Rotterdam
Norway	FAR SCOUT/BOA SIW*	Mongstad/Trondheim
	NORMAN DRAUPNE/BAMSE*	Trondheim/Stavanger
	NORTHERN CORONA	Aberdeen, U.K.
United Kingdom	BRITISH SHIELD	Annaba, Algeria
	SEFTON SUPPORTER	Liverpool

* FAR SCOUT and NORMAN DRAUPNE were accompanied by BOA SIW and BAMSE to facilitate deployment of boom.

Strategi

Strategien for aksjonen var mekanisk oppsamling til havs (utført av offshore fartøy), nært land (fiskefartøy) og strandrensing på land. Ingen kjemisk dispergering ble benyttet under aksjonen.

Det første utenlandske offshore fartøyet (AILETTE) ankom 14. november, dagen etter utslippet startet. Det andre fartøyet (RUNDELTA) ankom Spania 19. november. Det siste fartøyet (NORMAN DRAUPNE) ankom 29. desember.

Aksjonsfasen til havs varte fra 14. november 2002 til 11. februar 2003. Mengden oppsamlet olje var på sitt høyeste den første måneden av aksjonen. Fartøyene brukte ulike opptakere, med den generelle observasjonen at effektiviteten avtok over tid med endringer i oljeegenskaper.

I den tidlige fasen var oppsamlingseffektiviteten god på grunn av oljens flytbarhet og konsentrasjon.

Fiskefartøy ble brukt i aksjonen nært land. Deres manøvreringsevne, sammenlignet med offshorefartøyene, gjorde de egnet til å samle opp olje i disse farvannene, samt samle opp oljeflak som er for små og spredt for de større spesialiserte fartøyene. Lavt fribord tillot manuell oppsamling av olje med bruk av langskaftede øser/hover, og mekanisk ved bruk av garn, trål og grabber festet til fartøyskraner.

Mangel på robuste tiltak under de første ukene av hendelsen, illustrerte svakhetene ved beslutningssystemer og organisatoriske kapasiteter. Grunnet mangelen på en beredskapsplan, var de første opprydningsaksjonene på land basert på den massive responsen fra tusenvis av frivillige. Strandlinjeoppryddingen stod for ca. 15 % (3 196 tonn) av volumet samlet til havs. For hvert tonn oppsamlet olje ble 4-5 tonn strandmateriale (olje sammen med sand og tang) håndtert.

Eksterne faktorer

Den viktigste ytre faktoren som forhindret oppsamlingen av olje var det skiftende værforholdet gjennom aksjonen, med vind på opptil 13-17 m/s, og dønninger på opptil 5 meter. Tidevannsstrømmene hadde innvirkning på den landbaserte aksjonen.

Forholdene begrenset aksjonsvinduet til systemene i ulik grad, avhengig av båtstørrelse og utstyr, samt forårsaket at store homogene oljeflak (hundrevis av meter i diameter og titalls centimeter tykke) fragmenterte flakene til mindre flekker (<5 m i diameter). I januar hadde oljen forvitret til små flekker og tjærekuler.

Interne faktorer

På grunn av endringen i oljekarakteristikken over tid, flak som brøt ned til mindre deler, og som potensielt ble nedblandet i vannsøylen, gikk det mer tid til å lete etter oljen, enn til å samle den opp. Det hadde derfor vært gunstig for mekanisk oppsamling å være tidlig på utslippsstedet.

Mobiliseringstid var en kritisk parameter. De første innsatsstyrkene samlet opp mer olje sammenlignet med de senere styrkene, på grunn av mengden tilgjengelig olje.

Oljetypen og værforholdene hindret aksjonsprosessen, men fartøyets egenskaper kombinert med type oppsamlingssystem, hadde også innvirkning på effektiviteten til de enkelte systemene. Fartøy med høyt fribord muliggjorde utplassering av lense- og oppsamlingsutstyr under tøffere forhold. Større lagertanker vil også være gunstig for offshorefartøyene, og vil begrense antallet turer til land (Tabell 4-14).

Tabell 4-14 Lagringskapasitet hos utenlandske oppsamlingsfartøy (m³). «Vessel» = fartøy og «Storage capacity» = lagringskapasitet.

Vessel	Storage capacity (m ³)	Vessel	Storage capacity (m ³)
TITO	290	NEUWERK	1,000
UNION BEAVER	~300	NORTHERN CORONA	1,000
G. SEIDENFADEN	310	ARCA	1,060
AILETTE	500	ACQUIA CHIARA	1,084
ALCYON	500	SEFTON SUPPORTER	1,350
NORMAND DRAUPNE	798	RJNDELTA	3,548
FAR SCOUT	1,000	BRITISH SHIELD	3,835

Når det gjelder oljeopptakere, var hovedtypene diskskimmere, overløpsskimmere, grabber og børsteskimmere (Tabell 4-15). Diskskimmere var den minst effektive opptakeren, og fikk mannskapet på ACQUIA CHIARA til å fortsette å samle

opp olje ved å bruke grabb og trålegarn. Årsaken til dette er at oljeegenskapene og vann-i-olje-emulsjonen resulterte i dårlig oppsamlingsevne. Transrec-skimmeren fungerte bra i den tidligste fasen, på grunn av oljekonsentrasjon og flytbarhet. Med økt viskositet og fragmentering gikk effektiviteten ned. Grabbene muliggjorde en mer fleksibel justering i henhold til værforholdene. Plassering av armene langs fartøyets skrog reduserte pumpeavstanden til lagertanken. På grunn av friksjon i systemet fungerte det ikke optimalt. Børsteskimmeren ble brukt av ett fartøy i skjernet farvann, som oppdaget begrensede mengder olje. Basert på begrenset driftstid ble ikke systemet evaluert.

Tabell 4-15 Typer opptakere tilgjengelig på utenlandske oppsamlingsfartøy. «Vessel» = fartøy, «skimmer description» = beskrivelse av opptaker, «Disc» = disk, «Weir» = overløp, «Sweeping Arm» = grabb og «Brush» = børste.

Type	Vessel	Skimmer description
Disc	ACQUIA CHIARA/ TITO	OCS disc skimmer & 400m of Mannesmann Offshore Boom.
Weir	AILETTE/ ALCYON	Transrec 250 weir skimmer with Hi-Wax adapter, Foilex 250 weir skimmer & 300m high-sea boom
	FAR SCOUT/ NORMAND DRAUPNE	Transrec 250 weir skimmer with Hi-Wax adapter & 400m of Ro-Boom 3500 boom
	GUNNAR SEIDENFADEN	DESMI Terminator weir skimmer & 1,000m of Ro-Boom 2000 boom
Sweeping Arm	ARCA	2 x 13.5m sweeping arms
	NEUWERK/ RIJNDELTA/ SEFTON SUPPORTER	2 x 15m sweeping arms
Brush	UNION BEAVER	2 x Lori brush skimmers

Kommandosentralen med ansvar for en så stor operasjon med multinasjonale deltakere, krever svært gode leder- og kommunikasjonsevner for å sikre et optimalt resultat under de eksisterende forholdene. I dette tilfellet ble kommandoen i Spania utført av SASEMAR og i Frankrike av D'ENTRE-CADSTEAUX. I tillegg til kontrollenhetene, er det viktig å ta det enkelte utenlandske fartøyets (mannskapets) erfaring i betraktning, i en internasjonal operasjon som Prestige.

Som en del av strategien bestemte det spanske lederteamet seg for å taue fartøyet offshore 14. november. Denne forflytningen av skipet under de harde værforholdene førte til økt lekkasje (så mye som 40 000 tonn) og en rekke "oljebølger" som ankom den spanske, portugisiske og/eller franske kysten.

I kystnære områder førte mobiliseringen av et stort antall fiskefartøyer (180) til mer oppsamlet olje sammenlignet med offshore spesialiserte oppsamlingsfartøy. Dette skyldtes høy fleksibilitet og muligheten for å gå etter mindre flak med olje.

4.9.4 Oppsamlingseffektivitet

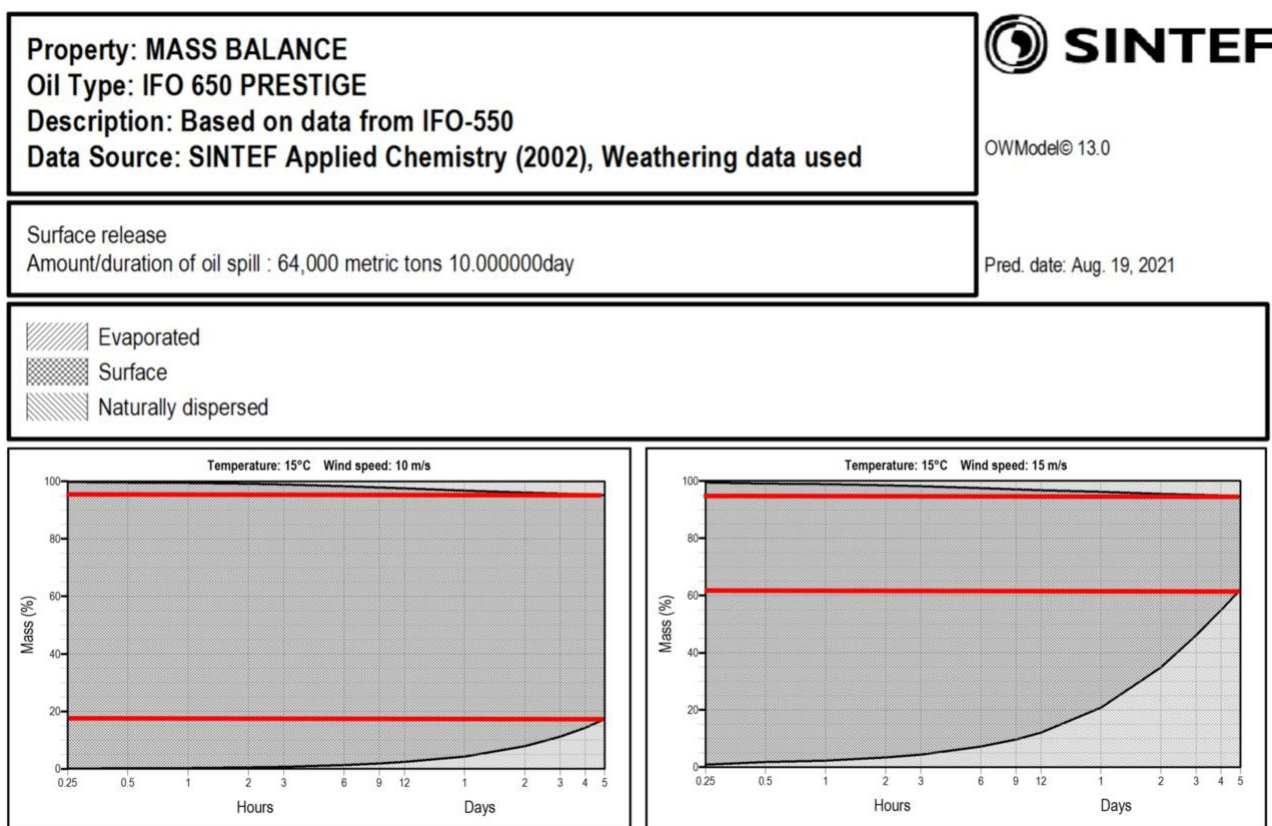
Det er anslått at ca. 64 000 m³ av IFO 650 ble sluppet ut til havs fra Prestige over en periode på flere måneder. Det var skiftende værforhold med vind opp til 17 m/s. Oljetypen anses normalt som utfordrende når det gjelder oppsamlingsaksjoner. Samtidig dannet oljen tykke lag med homogene flak som kan være gunstig for mekanisk oppsamling. Det ble rapportert om stranding av olje langs kystlinjer i flere land, men vi har ikke funnet noen spesifikke tall for oljeoppsamling på strandlinjer, så dette er ikke tatt med i videre beregninger.

Oljetype og egenskaper

SINTEF mottok 5 prøver av forvitret olje tatt opp fra havet og 1 prøve olje fra fartøystankene. De forvitrede prøvene ble tatt i løpet av en periode på ca. 3 måneders forvitring til havs. Prøven av oljen tatt ombord på Prestige hadde en tetthet på 0,995 kg/l og en viskositet på 43 400 cP (ved 15 °C og skjærhastighet 10 s⁻¹). De forvitrede prøvene hadde en tetthet på 1,009 – 1,013, et vanninnhold på 45 – 60 % og en viskositet på 83 500 – 297 000 (ved 15 °C og skjærhastighet 10 s⁻¹). Det ble konkludert med at dette var en IFO 650-olje. En lignende olje ble funnet i SINTEF sin OWM-database, og brukt til å predikere forvitringsegenskaper til oljen som ble sluppet ut.

Massebalanse / oljeregnskap

SINTEF sin OWM har blitt brukt til å predikere forvitringsegenskaper for Prestige IFO 650, inkludert massebalanse uten noe oppsamlingsdata inkludert. Sjøtemperaturen i området ble målt til 12 – 15 °C og en temperatur på 15 °C ble brukt som input til modellen. Prediksjoner utføres ved både 10 og 15 m/s vindhastighet, fordi oljen ble sølt langt til havs i vintersesongen, med vanligvis høye vindforhold. I den videre evalueringen er det antatt at oljen i gjennomsnitt drev i 5 dager før den ble samlet opp. Figur 4-46 viser predikert massebalanse ved 10 og 15 m/s vind, med indikasjon på oljemassen (i prosent) som ble fordampet (øvre rød linje) og blandet inn i vannsøylen (nedre rød linje) etter 5 dagers drivtid på havet. Fordi oljen danner emulsjoner med høy tetthet, nær sjøvannstetthet, vil den bli overvasket av sjøvann når vindhastigheten øker. Begrepet "Naturlig dispergert" i prediksjonen representerer derfor overvasket olje og ikke oljedråper. Den kan dukke opp igjen på overflaten når bølgeaktiviteten avtar.



Figur 4-46 Predikert massebalanse for IFO 650 bunkersdrivstoffet fra Prestige. Sjøtemperatur på 15°C og vindstyrke på 10 og 15 m/s.

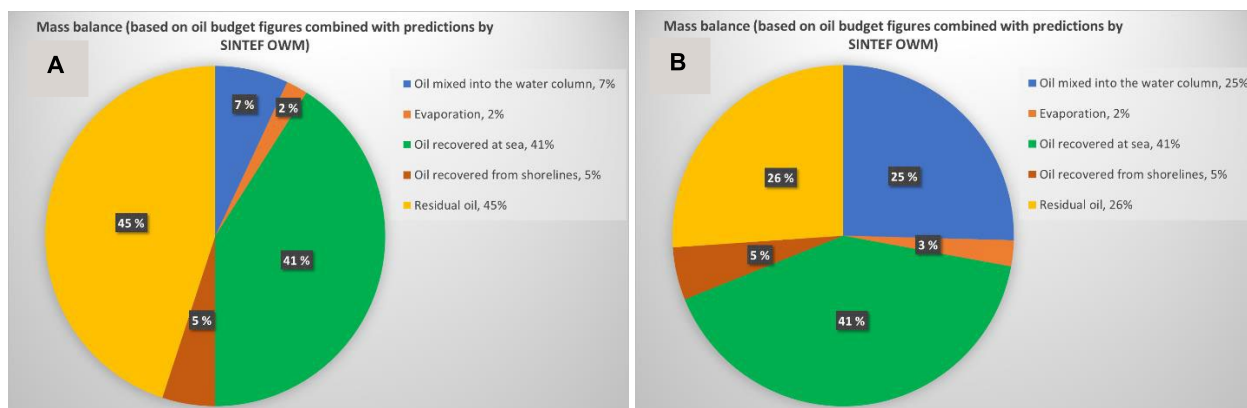
Massebalanse inkludert oppsamling og estimering av effektivitet

Tabell 4-16 oppsummerer forutsetningene og input-parameterne som er brukt for å utarbeide massebalansen for Prestige.

Tabell 4-16 Input til beregninger for massebalanse for Prestige.

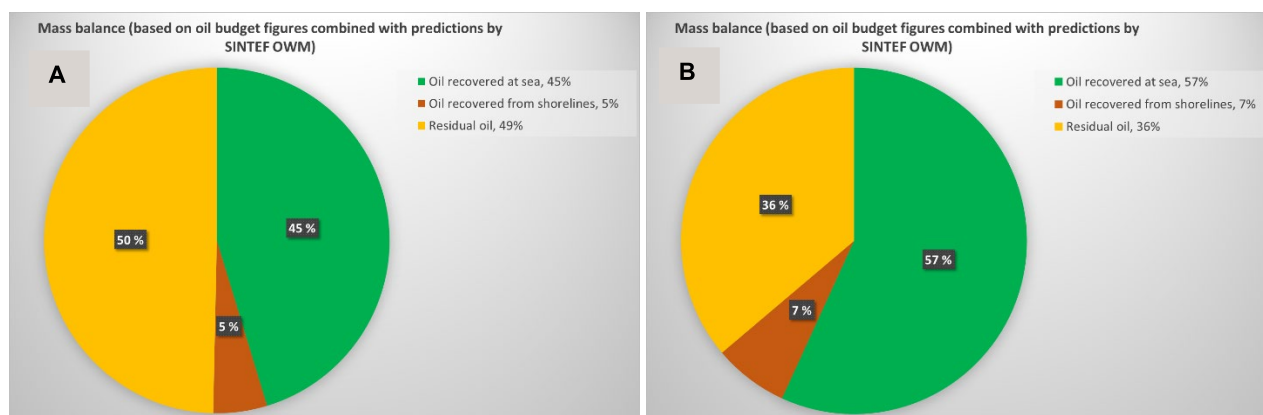
Parameter	Kommentarer
Utslippet olje; startet 13/11 2002	Fartøyet fraktet 76 972 tonn IFO 650 fyringsolje. Tettheten ble målt til 0,995 kg/l, noe som ga 77 359 m ³ IFO 650. 13 700 tonn ble rapportert som gjenværende olje i vraket etter at det sank. Mengden olje som ble sluppet ut i havet under denne hendelsen ble da estimert til 63 700 tonn (64 000 m ³). Oljeutslippet startet 13/11, men fartøyet brøt i to og sank på 3500 m 19/11. Etter at det sank, fortsatte fartøyet å lekke, men i en fallende rate. Oljeoppsamlingsaksjoner pågikk fra starten av utslippet til 11/2-2003.
Oljeoppsamling til havs	Det er rapportert at totalt 17 000 tonn blanding av olje og vann-i-olje (w/o) emulsjon ble samlet opp av spesialiserte offshorefartøy og 35 500 tonn blanding av olje og vann-i-olje (w/o) emulsjon ble samlet opp av fiskefartøy. Vanninnholdet i emulsjonene varierte mellom 45 og 60 %. I de videre beregningene er det antatt at oljen som ble samlet opp av fiskefartøy var til havs (ikke strandlinjer), at gjennomsnittlig vannopptak var 50 % og at olje/vannblanding som samles opp (totalt 52 500 tonn) består av en w/o emulsjon med 50 % vann. Dette gir: 26 250 tonn ren olje. Tettheten av oljen på det tidspunktet er beregnet til å være rundt 1 kg/l, noe som gir et volum på 26 250 m ³ IFO 650 oppsamlet olje.
Olje samlet opp på strandlinjer	Det rapporteres at ca. 12-15 % av HFOen som ble samlet opp til havs ble samlet opp på land. Dette gir ca. 3 196 tonn.
Fordampet olje (fra predikert massebalanse)	Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 5%, som tilsvarer 1 312 m ³ av IFO 650, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje. Ved 15 m/s vindhastighet: ca. 6%, som tilsvarer 1 575 m ³ av IFO 650, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje.
Blandet inn i vannsøylen – nedblandet (fra predikert massebalanse)	Ved 10 m/s vindhastighet: ca. 17%, som tilsvarer 4 463 m ³ av IFO 650, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje. Ved 15 m/s vindhastighet: ca. 62%, som tilsvarer 16 275 m ³ av IFO 650, beregnet som "fersk" (ikke-forvitret) olje.

Figur 4-47 viser massebalansen for olje sølt til havs (64 000 m³) ved 10 og 15 m/s vindhastighet. Bidraget fra fordampning er lavt, og påvirkes lite av økende vindhastighet. Oljemassen som blandes inn i vannsøylen øker betydelig med økende vindhastighet. Dette er tungolje som overvaskes av sjøvann når bølgeaktiviteten øker med økende vindhastighet. Denne nedblandede oljen kan komme tilbake til overflaten i rolige værforhold, og derfor være tilgjengelig for mekanisk oppsamling. En betydelig del av dette oljeutslippet ble rapportert å være samlet opp mekanisk (41 % av det totale oljeutslippet). Den delen av olje som beregnes som restolje er sannsynligvis en blanding av olje som er igjen på overflaten (f.eks. tjærekuler), olje på strandlinjer og nedsunket tungolje/emulsjon.



Figur 4-47 Massebalanse basert på total mengde oljesøl (64 000 m³) ved 10 m/s (A) og 15 m/s (B) vind. Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

Dersom vi antar at oljefraksjonen som fordampes og blandes inn i vannsøylen som nedsenket olje ikke er tilgjengelig for mekanisk oppsamling, kan massebalansen estimeres som i Figur 4-48. Avhengig av vindforholdene anslås det at mellom 45 % og 57 % av oljen tilgjengelig på overflaten ble samlet opp.



Figur 4-48 Massebalanse basert overflateolje som er tilgjengelig for mekanisk oppsamling (fordampet og nedblandet olje utelatt) ved 10 m/s (A) og 15 m/s (B) vind. Blå = olje blandet inn i vannsøylen, oransje = fordampning, grønn = oppsamlet olje til havs, rød = olje samlet opp fra strandlinjer, gul = restolje.

4.9.5 Feltefaringer

I tillegg til informasjonen ovenfor, intervjuet prosjektgruppen Per Gustav Steimler 15. juni 2021, en tidligere NOFO-ansatt som deltok i oppsamlingsaksjonen, først ombord på NOFO-fartøyet Far Scout (Figur 4-49), og senere på NOFO-fartøyet Norman Draupne, med for å supplere informasjonen med førstehåndserfaringer fra felt:

Kommando:

- Opprinnelig dårlig organisert i Spania. Ordren var "Hvis du ser olje, pump olje" - etter det var det overlatt til oss selv.

- Taktikken var å ha 1 nautisk mil mellom operative systemer, kunne vært redusert til ½ nm, ville ha økt effektiviteten.
- I løpet av den første perioden, svært lite støtte fra fjernmåling, oljeflak oppdaget visuelt. Dette begrenset arbeidet til dagtid.
- Senere (i Frankrike) kom støtte fra et overvåkningsfly som oppdaget olje fra luften og brukte røyksignal/flare for å signalisere posisjoner til bekjempbar olje til oppsamlingssystemene.

Utstyr:

- Når opptakeren var full av olje ble den for tung til å løfte over dekkjelenderet.
- De hadde en opptaker i reserve, men denne var ikke identisk med den første – dette gjorde det komplisert å ta reservedeler fra den ene til den andre. Å ha en mekaniker om bord viste seg å være avgjørende.

Mobilisering:

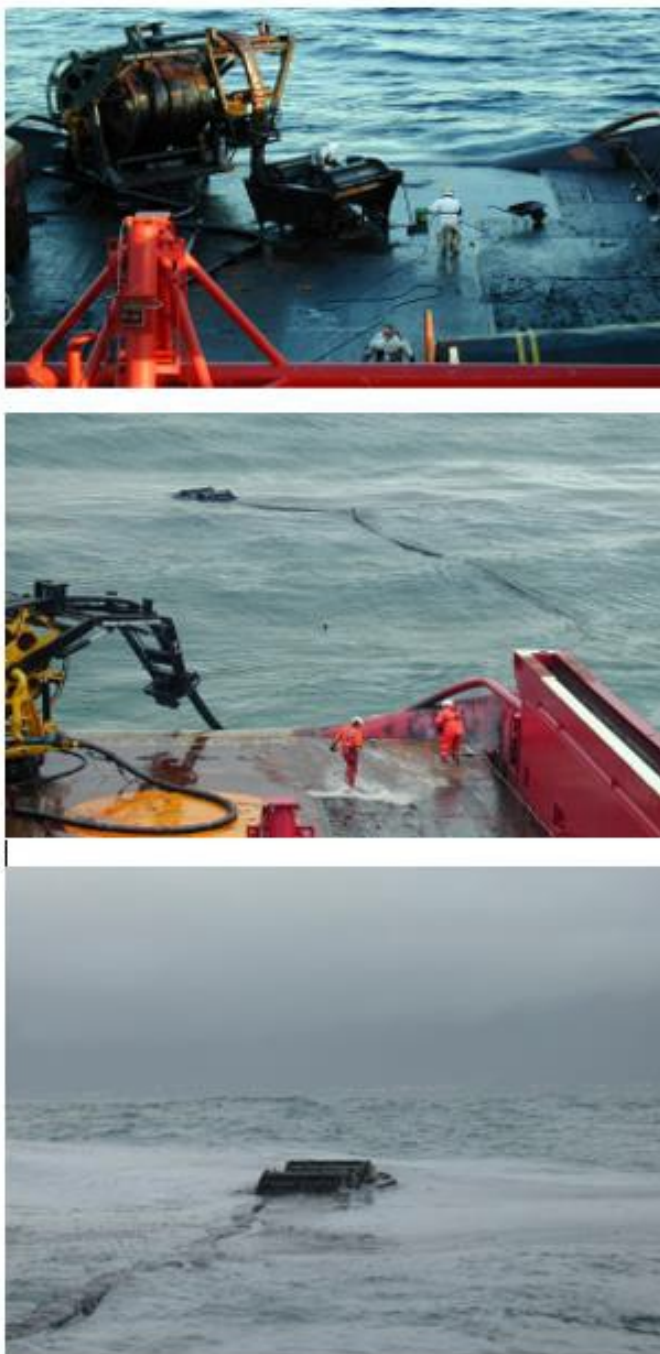
- Hadde vært mer effektiv hvis de hadde kommet tidligere på stedet når oljen var mer konsentrert.
- Forsinket på grunn av plassmangel ved kai.
- Oljeutslippet ble redusert ved å bringe skipet til land ("Offerbukt") og ikke taue det offshore.

Lossing:

Tykkelsen på oljen krevde varme for å få oljen ut av tankene.

HMS:

- Mannskapets sikkerhet var prioritert. Viktig å holde dekket rent (unngå glatt dekk).
- Viktig med etablering av skitne og rene soner om bord på fartøyene.
- Viktig med en god oppdatering for personellet både før og etter jobbdagen.



Figur 4-49 Aksjonen fra NOFO-fartøy Far Scout (Kilde: Per Gustav Steimler).

4.9.6 Konklusjoner

Også for Prestige er det usikkerhet knyttet til både utslipp av olje og hvor mye som ble samlet opp. Vi har brukt tallene rapportert i tilgjengelig dokumentasjon, og kombinert det med prediksjoner om forvitringsegenskaper og massebalanse ved bruk av SINTEF sin OWM. Vi estimerer en relativt høy effektivitet. For å forenkle har vi antatt at blandingen av olje og vann-i-olje (w/o) emulsjonen rapportert å ha blitt samlet opp, bestod av en 50 % w/o emulsjon. Dette kunne også ha inkludert noe fritt vann, rekvend etc., som i våre beregninger ville ha redusert andelen oppsamlet olje.

Prestige-oljen var en tungolje som gikk dypt i havet og lett ble overvasket av bølger. Når SINTEF sin OWM kjøres ved konstant vind (i dette tilfellet 10 og 15 m/s), anses den overvaskede og nedsenkede oljen som utilgjengelig for senere oppsamling. Denne tilnærmingen har sine begrensninger, og diskuteres videre i avsnitt 2.5. Fraksjonen av oljen som anses å være overvasket kan dukke opp igjen i roligere vær, og dermed være tilgjengelig for oppsamling. Dette øker usikkerheten for Prestige-beregningen. Tallene som presenteres her som olje samlet opp til havs er trolig ganske optimistiske, og andelen er trolig lavere. Dessuten kan noe av oljen som rapporteres å bli samlet opp av fiskefartøyer være olje samlet opp på strandlinjer.

Andre funn

- Kunnskapen og erfaringen til kommandoteamet var avgjørende med hensyn til beslutningstaking (f.eks. beslutning om å slepe fartøyet videre til havs under de harde værforholdene)
- Værforhold og oljetype/-egenskaper var nøkkelfaktorer når det gjelder operasjonsvinduet for aksjonen.
- I dårlig vær var større fartøy å foretrekke (mer sikkert, kan jobbe lenger på sjøen uten å risikere mannskapets sikkerhet).
- Opptakertype er avhengig av oljetype og væregenskaper
- Rask mobilisering etter internasjonal varslings viktig (det meste av oljen ble samlet opp på et tidlig stadium). Viktig med godt lederskap.
- Bruk av fiskefartøy i kystnære farvann, viktig for å samle opp de mindre flakene.
- Totalt ble 1/3 av den frigjorte oljen samlet opp mekanisk på havet, henholdsvis 1/3 av offshorefartøyene og 2/3 av fiskebåtene. Med faktorer som fordampning og nedblanding tatt i betraktning under bruk av SINTEF sin OWM-modell, er oppsamlingseffektiviteten som brøkdeler av tilgjengelig olje estimert til 45-57 % (avhengig av vindforhold).

5 DISKUSJON

Utslippshendelsene beskrevet i forrige kapittel representerer et bredt spekter av hendelser, utslippstyper og oljevernaksjoner. I dette kapittelet diskuteres hovedspørsmålene for studiet basert på funnene:

- Hvor mye av det totale oljeutslippet til havs ble samlet opp mekanisk?
- Hvor mye av oljen tilgjengelig for mekanisk oppsamling ble samlet opp?
- Hvilke faktorer (internt og eksternt) påvirket/begrenset aksjonen?

5.1 Beregnede effektiviteter for mekanisk oppsamling

En oversikt over utslippene og beregnede effektiviteter for mekanisk oppsamling er presentert i Tabell 5-1.

Ved estimering av oppsamlingseffektivitet som prosentandelen samlet opp av totalt volum sølt olje, varierer effektiviteten fra 4 – 75 %. Ved estimering av oppsamlingen i prosent av tilgjengelig olje, øker effektiviteten merkbart eller betydelig i alle tilfeller. Effektiviteten er i flere tilfeller også høyere enn «tommelfingerregelen» på 10 – 30 % som ofte refereres til. I Fu Shan Hai-saken er den estimerte effektiviteten i forhold til tilgjengelig olje så høy som 80 %, etterfulgt av Godafoss på 63 %. Prestige og Draugen har begge rundt 50 % effektivitet, før Rocknes med 32 – 35 % og Montara med 13 – 22 %. I den nedre enden ligger Macondo med 10 % og Full City med 11 %. Resultatene indikerer at mekanisk oppsamling i mange tilfeller har høyere effektivitet enn ofte rapportert, når man tar hensyn til tilgjengelighet påvirket av oljeforvitring.

Det skal bemerkes at resultatene er sensitive for de valgte tilfellene. I dette utvalget er kun tilfeller der mekanisk oppsamling fant sted inkludert. Andre tilfeller som ikke dekkes av dette studiet, hvor oppsamlingen var 0 % på grunn av ulike årsaker, eksisterer også. Dette, samt variasjonen fra sak til sak, betyr at et gjennomsnitt av de estimerte effektivitetene i dette studiet ikke nødvendigvis vil være representativt på et generelt nivå.

Kildene for utslippstilfellene i studiet støtter ikke en ytterligere nedbrytning av effektivitetsestimater på systemnivå. På grunn av mangel på detaljer og kvalitet i tilgjengelige bakgrunnsdata, vil slike estimater være gjenstand for betydelig usikkerhet.

Tabell 5-1 Oversikt over hendelsene, beregnede effektiviteter og rapporterte begrensende faktorer for mekanisk oppsamling

	År	Navn	Type hendelse/utslipp	Oppsamling av oljeutslipp (%) ^{a)}	Oppsamling av tilgjengelig olje (%) ^{b)}	Rapporterte begrensende faktorer for mekanisk oppsamling
Petroleumshendelser	2010	Macondo ^{c)}	Utblåsning offshore (undervanns)	4 %	10 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljevernstrategi • Villeding fra luftstøtte • Rekved/tang • Operative restriksjoner
	2009	Montara ^{d)}	Utblåsning offshore (overflate)	9 %	13-22 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljevernstrategi • Oljeegenskaper
	2003	Draugen	Utslipp fra rør offshore (undervanns)	23 %	44-51 %	<ul style="list-style-type: none"> • Forsinket aksjonering • Overvåkning/fjernmåling • Spredte oljeflak
Skipshendelser	2011	Godafoss	Grunnstøting	57 %	63 %	<ul style="list-style-type: none"> • Lave temperaturer og havis
	2011	Golden Trader ^{e)}	Skipskollisjon	9 %	33 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Værforhold • Strategi/beslutningstaking
	2009	Full City	Grunnstøting	10 %	11 %	<ul style="list-style-type: none"> • Værforhold • Nærme land
	2004	Rocknes	Grunnstøting	31 %	32-35 %	<ul style="list-style-type: none"> • Nærhet til land • Tidevannsstrømmer • Taktikk
	2003	Fu Shan Hai	Skipskollisjon	75 %	80 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Strategi/beslutningstaking • Værforhold
	2002	Prestige	Skipshavari hvor skipet brakk i to	41 %	45 – 57 %	<ul style="list-style-type: none"> • Oljeegenskaper • Strategi/beslutningstaking • Værforhold

Fotnoter i Tabell 5-1:

- f) Estimert oppsamlingsratio (%) ved mekanisk oppsamling til havs av totalt rapportert utslippsvolum.
g) Estimert oppsamlingsratio (%) ved mekanisk oppsamling til havs av utslippsvolumet predikert tilgjengelig på havoverflaten.
h) Kjemisk dispergering ble brukt i tillegg til mekanisk oppsamling.
i) Overflate og undervanns kjemisk dispergering og in-situ brenning ble brukt i tillegg til mekanisk oppsamling.
j) Forenklet kalkulasjon pga. avvikende datakilder.

5.2 Påvirkende/begrensende interne og eksterne faktorer

Dette kapittelet diskuterer faktorene som ble rapportert å påvirke eller begrense den mekaniske oppsamlingen. Faktorene som diskuteres er strukturert tematisk, men det understrekes at flere av faktorene kan virke sammen.

5.2.1 Utslippstype

Hendelsene som forårsaket utslippene i sakene inkluderer punktutslipp knyttet til grunnstøting av skip, skipskollisjon og oljerørsvikt, og kontinuerlig utslipp knyttet til utblåsninger. En av utblåsningene var skjedde på stort havdyp (Macondo), mens resten av utslippene hovedsakelig skjedde på havoverflaten. Flere av skipshendelsene skjedde nært, eller relativt nært, strandlinjen/kysten – og forårsaket også betydelig stranding av olje. Varigheten av utslippene varierte betydelig, men generelt hadde skipshendelsen og punktutslippene relativt kort varighet sammenlignet med de lengre utblåsningshendelsene. Utslippsmengdene varierte også betydelig fra 112 m³ (Godafoss) til 779 000 m³ (Macondo). For alle de studerte tilfellene er det usikkerhet knyttet til både utslippsvolumet og oppsamlet volum.

De estimerte oppsamlingsforholdene viser ingen enkle, klare mønstre med hensyn til hvordan utslippstyper, volumer osv. påvirker oppsamlingen. Likevel hadde utslippstypene betydelig påvirkning på gjennomføringen av oppsamlingsaksjonene, uten at det kan defineres som en begrensende faktor i seg selv, selv om det påvirket oppsamlingsaksjonen. For eksempel ble responsen i noen av tilfellene i utgangspunktet utsatt på grunn av søk og redningsaksjoner («Search and Rescue operations» = SAR), noe som skyldes at SAR har høyere prioritet enn oljevern. Utslippstypen og situasjonen på stedet definerer dermed rammene for aksjonene.

5.2.2 Oljeegenskaper

Oljetyperne og deres egenskaper varierer i dette studiet fra tunge fyringsoljer til lette råoljer. Oljeegenskapene, i kombinasjon med værforhold og sjøtilstander, kan ha en betydelig påvirkning på beslutningene når det gjelder både strategier, taktikk og utstyr. Gjennomgangen indikerer at kompetanse om oljetyper, egenskaper og atferd er en nøkkelkomponent for en vellykket aksjon. For eksempel, i Prestige-hendelsen, ble skipet slept ut på havet med sikte på å redusere støtet. Dette kunne teoretisk sett vært en hensiktsmessig beslutning hvis skipet hadde hatt en lettløselig olje om bord med begrensede skadevirkninger. Men da lasten bestod av svært hardfør og tung fyringsolje, ble ikke denne effekten oppnådd.

Andre rapporterte problemer knyttet til oljeegenskaper er nedblanding av olje, typisk for drivstoffoljer med lignende tetthet som vann, noe som gjør deteksjon og sporing av flak utfordrende. Også i oppsamlingsprosessen ble oljeegenskaper noen ganger rapportert som en utfordring – for eksempel svært tyktflytende olje på grunn av kaldt vær. Som påpekt i flere av vurderingene etter utslipp er det viktig å ha en bred «verktøykasse» med systemer og utstyr som kan håndtere aktuelle utslippstyper. En annen observasjon fra utslippstilfellene er at de rapporterte oljeregenskapene i varierende grad vurderer oljeforvitningsprosesser som emulgering og fordampning, noe som gir en potensielt betydelig feilkilde ved rapportering av oppsamlede volumer.

5.2.3 Vær og sjøtilstander

Dette er faktorene som representerer de naturgitte faktorene på stedet som vind, bølger, strømmer, temperaturer, sikt og dagslys/mørke. Som en generell observasjon spilte sjøtilstander og vær en vesentlig rolle for oppsamlingen i alle tilfeller, enten ved at forholdene var gunstige for mekanisk oppsamling til havs hele tiden, eller deler av tiden. Flere av fartøysutslippene skjedde under, eller var forårsaket, av dårlig vær. Kombinert med nærhet til land ga dette generelt et kort/reduert driftsvindu for mekanisk oppsamling på sjøen, siden oljen på relativt kort tid havnet på strandlinjen. Dette ble spesielt demonstrert under Full City. I den andre «enden» ligger Fu Shan Hai og Godafoss, som hovedsakelig hadde rolig vær og høy oppsamlingsgrad.

Hendelsesrapportene indikerer at begrensninger for aksjoner på grunn av vær og sjøtilstander osv. er et svært reelt faktum som innsatspersonell sjeldent strider om i evalueringer etter aksjoner. Evalueringene indikerer også at HMS-hensyn og beskyttelse av innsatsutstyr mv ofte prioriteres fremfor å drive oppsamling under marginale forhold. Unntaket blant de aktuelle tilfellene kan være Macondo, der konservative operasjonelle begrensninger ble håndhevet av aksjonsledelsen – bl.a. ingen oppsamlingsaksjoner i mørket og strenge begrensninger for oppsamlingsaksjoner i moderate bølger. Ut ifra disse hendelsene er det ikke grunnlag for å fastsette absolutte driftsgrenser knyttet til vær- og sjøtilstander, de blir en vurderring på stedet.

5.2.4 HMS-relaterte faktorer

HMS-relaterte faktorer er ofte relatert til temaene som er diskutert ovenfor, og dermed utslippsspesifikke. Siden HMS for innsatsstyrkene er hovedprioritet under en aksjon, bør ikke HMS defineres som en begrensende faktor i seg selv. Det er en variabel som i kombinasjon med andre eksterne faktorer definerer mulighetsvinduet for oppsamlingsaksjonen. For eksempel må brann- og eksplosjonsfarer vurderes før man går inn på stedet, og fartøy, utstyr og personlig beskyttelse må stå i forhold til risikoer eller krav.

Fra utslippshendelsene er det observert at HMS generelt ble gitt høyeste prioritet, ofte basert på en vaksom og pragmatisk tilnærming, men ikke uten utfordringer. For eksempel kan det å opprettholde rene soner på innsatsfartøy virke enkelt og grunnleggende, men i praksis er det tidkrevende og krever et strengt regime – spesielt under kontinuerlig aksjoner, som rapportert fra Prestige-aksjonen. Mekaniske oppsamlingsaksjoner innebærer også håndtering av tungt utstyr på glatte dekk til sjøs, med de farene som er involvert. Som hendelsesrapportene indikerer, er kompetanse og ferdigheter i håndtering av utstyret, og innsikt i når man skal stoppe eller endre den pågående driften, avgjørende.

5.2.5 Lederskap, kontroll og kommunikasjon

Et klart lederskap er avgjørende, som innebærer at alle innsatsenheter jobber mot et felles mål, med passende midler. I alle tilfeller i studiet ble en eller annen form for aksjonsledelsessystem (f.eks. ICS = «Incident Command System») brukt, men på ulike detalj- og modenhetsnivåer. I etterkant av flere av sakene ble forbedringer av organisering, samt presisering av prosedyrer og roller, identifisert som sentrale forbedringer. Når det gjelder oppsamling til havs inkluderer dette bl.a. bedre prediksjon og formidling av oljens posisjon og kommunikasjon av dette til oppsamlingssystemene.

Som eksemplene indikerer, øker utfordringene for lederskap, kontroll og kommunikasjon med omfanget av aksjonen, og betydelig dersom flere land er involvert. I flere av hendelsene som traff internasjonalt farvann var ledelseslinjen uklar eller komplisert. Rapporteringsprosedyrene for oppsamlet olje varierer også, og legger til potensielle feilkilder i oljeregnskapene.

5.2.6 Aksjonsmål, strategier og taktikker

I alle tilfellene var mekanisk oppsamling en del av responsstrategien, enten som eneste strategi eller i kombinasjon med påføring av dispergeringsmiddel (Montara og Macondo) og in situ brenning (Macondo). Der mekanisk oppsamling var den eneste strategien, var den taktiske prioriteringen vanligvis å samle opp oljen nær utslippskilden for å begrense spredning og ytterligere påvirkning. For skipshendelsene inkluderer dette normalt tømning av gjenværende olje fra skipet og innsamling ved hjelp av lenser, hvor skipet er omkranset av lenser. Innsamling med lenser er en vanlig strategi i Norge, og den ble brukt i de tre norske hendelsene. For å oppnå maksimal effekt fra lenser kreves kort responstid og gunstige forhold. Siden skipshendelsene ofte skjedde nært land og i dårlig vær, ble deler av utslippet ikke samlet ved bruk av denne taktikken i de fleste tilfeller, og oppsamlingssystemer for åpent vann ble brukt for å bekjempe drivende oljeflak. I disse tilfellene ble oppsamlingen til havs ofte kombinert med opprydningsaksjoner langs strandlinjer.

For de tilfellene hvor mekanisk oppsamling ble brukt i kombinasjon med andre metoder, ble andre problemer rapportert. Ved å kombinere strategier, redusert dette utvilsomt potensialet for mekanisk oppsamling, men dette var ikke ubegrunnet. For eksempel var tetting av opptaker-systemer pga. tang et argument for in-situ brenning i Macondo-aksjonen. Alle aksjonene viser at mål, strategier og taktikker i oljevernberedskapen innebærer avveininger mellom fordeler og ulemper i bekjempelsen. Evnen til å velge de optimale tiltakene i en aksjon ser ut til å være spesielt nært knyttet til å ha en god forståelse av situasjonen, samt aktuelle ressurser tilgjengelig. Alle casene underbygger at oljevern er et konsekvensreducerende, og ikke konsekvenseliminerende, tiltak.

5.2.7 Fjernmåling

Fjernmåling inkluderer systemer som er i stand til å oppdage og bestemme posisjon, areal og evt. mengde forurensning på havoverflaten. Fjernmåling kan utføres fra satellitter, fly, helikoptre, aerostater, droner, anlegg, skip eller land. Fjernmåling vil dermed være en viktig informasjonskilde både på strategisk og taktisk nivå.

For mekanisk oppsamling er evnen til å treffe de tykkeste delene av oljeflaket med linse og opptaker nøkkelfaktoren for en effektiv oppsamling, noe som betyr at systemet må posisjoneres deretter. Tilsynelatende virker dette som en enkel oppgave, men er sannsynligvis fortsatt en av hovedutfordringene for mekanisk oppsamling. Utfordringen dukker opp på flere nivåer; for det første må oljen være mulig å detektere. I flere tilfeller, som Golden Trader, ble betydelige utslippsmengdene liggende under overflaten og ble dermed ikke oppdaget før i strandsonen. I andre tilfeller begrenset dårlig vær, is eller tåke deteksjonen av olje. Utslippstilfellene indikerer at dette ofte kan føre til undervurdering av utslippsmengder i de innledende fasene.

Når oljen er mulig å detektere, krever det fortsatt teknologi, kompetanse og ferdigheter for å identifisere tykkere oljeflekker. I flere av sakene ble det rapportert at oppsamlingssystemene ble veiledet til områder med kun svært tynne oljeflekker, med begrenset oppsamling som resultat. For oppsamling i mørket eller ved dårlig sikt, er moderne sensorer og teknologi nødvendig. I Godafoss-saken var dette avgjørende for oppsamlingsaksjonen til havs.

5.2.8 Innsamlings- og opptakssystemer og komponenter

Type og antall opptakssystemer og komponenter er i begrenset grad presentert i detalj i kildene, noe som gjør det vanskelig å vurdere nærmere. Fra Macondo ble fordelene med lense-systemer som kunne brukes med høyere slepehastighet fremhevet. Det samme konseptet ble derimot tettet med is under Godafoss-utslippet. Tilsvarende kan ulike opptakere og annet utstyr ha sine fordeler og ulemper, og tiltenkte bruksområder. Den generelle observasjonen er derfor at oppsamlingssystemer og -systemer må være brukbare for forventede scenarier, og teknisk kompetanse for tilstrekkelig betjening må være tilgjengelig. Det er også viktig å kjenne til systembegrensningene, for å redusere skader. En vanlig rapportert observasjon er behovet for vedlikehold og reparasjoner i feltet, samt modifikasjoner. Dette krever tekniske ferdigheter, samt reservedeler og hjelpeutstyr. Dette er også viktig for effektive logistikk- og driftssykluser.

Flere av hendelsene rapporterer om betydelig oppsamling av fritt vann under oppsamlingsprosessen, en faktor som også øker usikkerheten i oljeregnskapene. Det ble ikke rapportert at oppsamlet fritt vann i primære lagertanker hindret oppsamling. Dekantering av vann med eller uten tvungen separering (emulsjonsbryter eller mekanisk separering) ble sjelden spesifisert. I Prestige-saken var den oppsamlede oljen for stiv til å støtes ut av tankene og krevde derfor oppvarming.

5.2.9 Kompetanse, opplæring og ferdigheter hos innsatsstyrkene

Kildene til dette studiet understreker viktigheten av kompetanse, opplæring og ferdigheter for involvert personell, både individuelt og organisatorisk på alle nivåer. Evalueringsrapportene fra utslippene fremhever ofte at kompetanse og opplæringsnivåer spilte en betydelig rolle, og kan være helt avgjørende for en vellykket aksjon. Dette er også nært knyttet til operativ organisering, og kommunikasjon mellom nivåene og enhetene som deltar i aksjonen.

6 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

- Ved estimering av oppsamlingseffektivitet som prosentandelen av oppsamlet utslippsvolum, varierer effektiviteten i de utvalgte tilfellene fra 4 – 75 %. Når man justerer for tilgjengeligheten av olje som kan samles opp på havoverflaten, øker effektiviteten til mellom 10 – 80 %. Dette er (i varierende grad) merkbart eller betydelig høyere enn for oppsamling av totalt utslippsvolum. Resultatene indikerer at mekanisk oppsamling i mange tilfeller har høyere effektivitet enn ofte rapportert, når man tar hensyn til tilgjengelighet knyttet til oljeforvitring.
- Resultatene er sensitive for de valgte tilfellene. I dette utvalget er det kun inkludert tilfeller der mekanisk oppsamling faktisk fant sted. Det finnes også andre tilfeller der oppsamlingen var 0 % av ulike årsaker (for eksempel Statfjord A-utslippet i 2007). Dette, samt variasjonen fra hendelse til hendelse, betyr at et gjennomsnitt av de estimerte effektivitetene i dette studiet ikke nødvendigvis vil være representative generelt.
- For alle utslippstilfellene er det usikkerhet knyttet til rapporterte oljeregnskap. Dette er på grunn av flere faktorer og feilkilder, som starter med estimater av utslippsmengdene. Utslippstørrelser ble i utgangspunktet ofte undervurdert også under utslippene. Å nøyaktig definere størrelsen på et utslipp kan være utfordrende av flere grunner, og blir ofte anslag. Tilgjengeligheten for mekanisk oppsamling (eller andre bekjempningsstrategier, eller kombinasjoner) er avhengig av flere faktorer, som utslippstype og -sted, oljeegenskapene og sjø- og værforholdene. Disse faktorene vil i stor grad avgjøre hvor mye av oljeutslippet som fordamper, dispergerer naturlig eller havner i strandlinjen – der den ikke er tilgjengelig for mekanisk oppsamling på sjøen. Tilgjengelighetsfaktoren kan også påvirkes av tilgjengeligheten av egnede oppsamlingssystemer, overvåking og trenete innsatsstyrker. Ofte i hendelsesrapporter tar ikke utslippets skjebne høyde for slike forskjeller, og oppsamlingseffektivitet defineres ofte som en andel av den antatte utslippsmengden, ikke som en andel av olje/emulsjon som er tilgjengelig for oppsamling.
- Emulgering samt opptak av fritt vann som et biprodukt av oppsamlingsprosessen vil påvirke oppsamlingsmengden, men de rapporterte kategoriene og enhetene for oppsamlet olje er ikke alltid klart spesifisert eller kjent. Vanligvis er skillet mellom oppsamlet væske (olje/emulsjon og vann), emulsjon eller ren olje uklar, og basert på estimater. Både vekt- og volumenheter rapporteres, men de konverteres ofte til én felles enhet som introduserer potensial for feil, med mindre egenskapene til den oppsamlede væsken er kjent og spesifisert.
- Dataene i dette studiet støtter ikke en ytterligere nedbrytning av effektivitetstall til systemnivå. På grunn av mangel på detaljer og kvalitet i tilgjengelige bakgrunnsdata, vil slike estimater være gjenstand for betydelig usikkerhet. Det er fortsatt vanskelig eller umulig å spore tilbake og kvantifisere bidraget fra de enkelte oppsamlingssystemene som er involvert. I noen tilfeller rapporteres oppsamlingstall for enkeltssystemer, men informasjon om total tid i aksjonen og i kontakt med olje mangler.
- Det finnes mange påvirkende faktorer, og de er ofte relatert til hverandre. I noen av tilfellene spiller visse spesifikke faktorer en dominerende rolle, som vær og sjøtilstand, men for de fleste tilfellene er det totalen av flere faktorer som begrenser aksjonen/oppsamlingen. En primær faktor, og premisset for mekanisk oppsamling, er tilgjengeligheten til oljen ved havoverflaten. Dette påvirkes i hovedsak av eksterne faktorer som oljeegenskaper, vær og sjøtilstand, og plasseringen av utslippet. Dermed definerer de ytre faktorene det øvre potensialet for en effektiv oppsamling av olje til havs. Gitt at oljen er tilgjengelig for oppsamling og en tilstrekkelig aksjon er utført, indikerer dette studiet at mekanisk oppsamling kan være svært effektivt.
- Innenfor rammen av de eksterne faktorene spiller også flere interne faktorer en rolle for effektiviteten. Riktige strategier og beslutningstaking tidlig etter utslippet rapporteres ofte som en viktig faktor for en vellykket aksjon generelt, og har ofte en betydelig effekt for det totale resultatet. Rask og nøyaktig deteksjon/oversikt over utslippet er også sentralt, som det også er med en tilsvarende aksjon på et høyt taktisk og teknisk nivå. Å kombinere strategier, som påføring av kjemiske dispergeringsmidler og mekanisk oppsamling, vil sannsynligvis redusere mengden som blir mekanisk oppsamlet, men kan fortsatt være en nyttig strategi. Andre interne faktorer som utstyrssvikt, logistiske mangler og utfordringer med organisering og kommunikasjon, har alle potensialet til å redusere den totale effektiviteten, men dette

studiet indikerer at slike faktorer i stor grad kan motvirkes av kompetanse, ferdigheter og tilstrekkelig planlegging på alle nivåer.

- Basert på funnene i dette studiet anbefales det å etablere bedre rutiner for dokumentasjon av oppsamlingseffektivitet til sjøs under aksjoner. Dette bør inkludere et felles rammeverk for sporing av oppsamling på systemnivå, og sikre en mer detaljert og nøyaktig logging av tiltakene under aksjonen. Dette vil muliggjøre en bedre evaluering av aksjoner til havs, og gi bedre informasjon om effektiviteten under aksjonen og påvirkning av eksterne og interne faktorer. Et felles nasjonalt regime bør vurderes, og et initiativ for internasjonal harmonisering kan også være mulig.
- En relevant oppfølging av dette studiet kan også være å undersøke hvordan oljetilgjengelighet, samt interne og eksterne faktorer, tas i betraktning i eksisterende planleggingsverktøy, som modelleringsverktøy og systemkalkulatorer. Det kan være av interesse å rekonstruere noen av utslippstilfellene beskrevet i denne rapporten ved å bruke slike verktøy, for å beregne effektiviteten av mekanisk oppsamling. Dette kan gi innsikt i hvordan resultatene til disse verktøyene er sammenlignet med mer empiriske data, og sensitiviteten til de ulike faktorene.

7 KILDER

Hovedkildene for denne rapporten er gitt i kapittel 4 i innledningen til hvert utslippstilfelle i studiet. De andre kildene brukt er:

- DeCola, E., udatert: «Review of Oil Spill Responses on Moderately-Sized Spills in US Waters from 1993 – 2000». Rapport for Prince William Sound Regional Citizens Advisory Council. NUKA-rapport.
- DNV/SINTEF, 2020: « Utredning av status for forskning og utvikling innen oljevern. Kunnskapsstatus om effektive og miljøvennlige metoder og teknologi.» Senter for oljevern og marint miljø. Rapport nr. 2019-1318, Rev 1. Dok. No. 808258. Dato: 2020-01-31
- IPIECA/IOGP, 2015: «At-sea containment and recovery. Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel». IOGP-rapport 522. Publiseringsdato: 2015







Om DNV

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

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