

**SINTEF****NINA****SINTEF Materialer og kjemi**

Postadresse: 7465 Trondheim
 Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
 4. etg.
 Telefon: 4000 3730
 Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Etterkantundersøkelser –
 Oljeutslipp på Statfjordfeltet 12.12.2007**

Sluttrapport

FORFATTER(E)

Merete Øverli Moldestad, Mark Reed og Arne Follestad

OPPDRAAGSGIVER(E)

NOFO og StatoilHydro ASA

RAPPORTNR. SINTEF A7130	GRADERING Åpen	OPPDRAAGSGIVERS REF. Karl Henrik Bryne og Hanne Jorun Storhaug Ervik	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04547-5	PROSJEKTNR. 800962	ANTALL SIDER OG BILAG 19/16
ELEKTRONISK ARKIVKODE Sluttrapport_EKU_endelig.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <i>Merete Øverli Moldestad</i> Merete Øverli Moldestad	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <i>Alf G. Melbye</i> Alf G. Melbye
ARKIVKODE	DATO 2008-06-08	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <i>Tore Aunaas</i> Tore Aunaas, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Denne rapporten beskriver kort konklusjonene fra etterkantundersøkelsene etter utslippet på Statfjord A 12.12.2007.

Alle rapporter og notater som ble laget av SINTEF og NINA under oljevernaksjonen og i ettertid er gitt som vedlegg til rapporten.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Miljø	Environment
GRUPPE 2	Kjemi	Chemistry
EGENVALGTE	Oljesøl	Oil spill
	Oljeutslipp	Oil spill
	Statfjord	Statfjord

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	3
2	Innledning	4
3	Leveranser	5
4	Oljens egenskaper og spredning på overflata og i vannmassene	6
4.1	Vurderinger i tidlig fase etter utslippet.....	6
4.2	Befaring og prøvetaking på Staffjord og Gullfaksområdet.....	6
4.3	Videre oppfølging – anbefalinger som ble gitt og konklusjoner	7
4.3.1	Prøvetaking av olje på overflata og oljekonsentrasjoner i vannmassene.....	7
4.3.2	Modellering av oljens spredning.....	7
4.3.3	Oljesølsidentifikasjon	13
5	Sjøfugl	14
6	Konklusjoner	16
7	Definisjoner	17
8	Vedlegg	18

1 Sammendrag

Onsdag 12.12.2007 ble ca. 4400 m³ olje ved et uhell sluppet ut under bøyelasting fra Statfjord A plattformen. De to første døgnene etter utslippet var været dårlig med relativt mye vind og store bølger. SINTEF ble kontaktet av NOFO gjennom avtale om Etterkantundersøkelser som er inngått mellom SINTEF og NOFO, onsdag 12.12.2007 om ettermiddagen. Et feltteam fra SINTEF og NINA ble mobilisert 13.12.2007 for prøvetaking og befarings på utslippsområdet og i områdene rundt 14.12.2007.

Under de rådende værforholdene ble oljen blandet ned i vannmassene som dråper, og etter ca. 2 dager ble det kun observert tynn oljefilm på overflata med små klumper av olje/emulsjon. Dette var meget patchvis og spredt, og ble observert i nærheten av både Statfjord og Gullfaks. Det ble målt lave konsentrasjoner av olje i vannmassene (100 ppb).

Modellberegninger som er gjort i ettertid viste at overflatearealet som var dekket med olje over 0.1 mm tykkelse var maksimum 2 km² kort tid etter utslippet, og at overflateoljen for det meste var borte etter 2 dager. Beregninger viser også at oljekonsentrasjonen var i nærheten av bakgrunnsverdiene for Nordsjøen etter ca. 20 dager.

Skadeomfanget på sjøfugl antas å være begrenset ut fra at oljen ikke spredte seg over store områder. Det ikke ble observert alkefugler i området, men værforholdene kan ha medført at noen ble oversett. Det ikke ble rapportert om sjøfugl som ble observert med oljeskader i fjærdrakta. En fiskebåt som deltok i sleping av lense, hadde mye fugl rundt seg i et område med mye fugl på sjøen, selv om den ikke var i aktivt fiske. Fiskebåter - eller andre båter - som hiver ut avfall, uansett om det er fiskeavfall eller ikke, kan trekke til seg mye fugl som dermed kan bli skadet av olje på sjøen.

Det ble ikke gjennomført overvåkning av marine organismer ut fra en vurdering av årstid og geografisk område.

2 Innledning

Onsdag 12.12.2007 ble ca. 4400 m³ olje ved et uhell sluppet ut under bøyelasting fra Statfjord A plattformen. De to første døgnene etter utslippet var været dårlig med relativt mye vind (opp mot 45 knop) og bølgehøyder opp mot 7 m. SINTEF ble kontaktet av NOFO gjennom avtale om Etterkantundersøkelser som er inngått mellom SINTEF og NOFO, onsdag 12.12.2007 om ettermiddagen. Et feltteam fra SINTEF og NINA ble mobilisert 13.12.2007 for prøvetaking og befaring på utslippsområdet og i områdene rundt 14.12.2007.

I henhold til avtalen med NOFO på etterkantundersøkelser, ble både Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) og Havforskningsinstituttet kontaktet (HI) for å utarbeide en foreløpig plan for etterkantundersøkelser. Det ble avklart at HI ikke skulle mobiliseres sammen med SINTEF og NINA den 13.12. Ut fra en vurdering av geografisk område og årstid, vurderte HI at det ikke var nødvendig å overvåke vannsøylen.

I henhold til Aktivitetsforskriften §53 skal ”etterkantundersøkelser utføres ved akutt forurensning for å identifisere og beskrive risiko for forurensning.” I veiledningen til denne paragrafen står følgende ”Med etterkantundersøkelser menes kjemiske og biologiske undersøkelser både under og i etterkant av akutt forurensning. Resultatene av slike undersøkelser bør kunne brukes både i bekjempningsfasen med hensyn til vurdering av aktuelle tiltak for optimal bekjemping av forurensningen, og i saneringsfasen med hensyn til identifisering av ressurser som skades. Slike undersøkelser kan kreve spesiell instrumentering og måleteknisk utstyr, spesielt ved undervannsutslipp for undersøkelser i vannsøylen. Prinsipper for undersøkelser etter akutt forurensning er beskrevet i Statens forurensningstilsyns veiledning 99:05 om etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø, som gir spesifikasjoner for slike undersøkelser.”



Figur 1 Lastebøye ved Statfjord A (bilde tatt av Kystverket).

3 Leveranser

Følgende notater og rapporter er levert av SINTEF og NINA (alle er gitt i vedlegg):

Rådgivning under oljevernaksjonen og feltundersøkelse

1. Notat om mobilisering ifm utslipp på Statfjord 12.12.2007 (SINTEF) 12.12.07
2. Mulig sammensetting av olje sluppet ut på Statfjordfeltet 12.12.2007 (SINTEF) 12.12.07
3. Vurdering av dispergerbarhet av oljeutslipp på Statfjord A (SINTEF) 12.12.07
4. Skjebne Statfjord olje ifm utslipp 12.12.2007 (SINTEF) 13.12.07
5. Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord (SINTEF) 14.12.07
6. Feltrapport Statfjord utslipp (SINTEF) 15.12.07
7. Diverse prøvetakingsprosedyrer (SINTEF)
8. Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting, 12. desember 2007. Samlerapport. (SINTEF) 20.12.07

Sjøfugl

9. Vurdering av sjøfuglforekomster innenfor mulig influensområde i åpent hav for oljeutslipp fra Statfjord A, desember 2007 (NINA) 12.12.07
10. Registreringer av sjøfugl 13.12.2007 i Statfjord-området (NINA) 13.12.07
11. Registreringer av sjøfugl 14.12.2007 i Statfjord-området (NINA) 14.12.07
12. Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser på sjøfugl etter utslippet på Statfjord, (NINA) 15.12.07

Modellsimuleringer

13. OSCAR-simuleringer (utslipp fra 150 m dyp) (SINTEF) 13.12.07
14. OSCAR-simuleringer (10 og 150m dyp) (SINTEF) 14.12.07
15. OSCAR-simuleringer av oljeutslipp fra Statfjord Offshore Loading System A, 12. desember 2007 (SINTEF) 28.03.08

Oljesølidentifikasjon

16. Rapport oljesølidentifikasjon (SINTEF) 31.03.08

4 Oljens egenskaper og spredning på overflata og i vannmassene

4.1 Vurderinger i tidlig fase etter utslippet

SINTEF gjorde en del vurderinger i tidlige fase på oppdrag for aksjonsledelsen. Dette omfattet vurderinger av oljens egenskaper, skjebnen til oljen og bruk av dispergeringsmidler.

Ut fra de værforhold som var det første døgnet ble det forventet stor grad av naturlig dispergering og at levetiden av emulsjonen på overflaten ville være begrenset (tynn oljefilm). Ut fra disse vurderingene anså derfor SINTEF dispergering å ha en begrenset nytteverdi.

4.2 Befaring og prøvetaking på Statfjord og Gullfaksområdet

SINTEF var på Statfjord- og Gullfaksfeltene på befaring og prøvetaking 14.12.2007, og prøvetaking av overflate olje og målinger av oljekonsentrasjoner i vannmassene ble gjennomført. I begge områdene ble det observert tynn oljefilm (sheen/rainbow/metallic) med små klumper av olje/emulsjon fra 1 og opptil 10 cm størrelse – meget patchvis og spredt. I nærheten av Gullfaks A plattformen var det større områder med tynn oljefilm med små patchvise olje/emulsjonsklumper av forskjellig størrelse innimellom, tilnærmet det samme som rundt utslippsstedet men vesentlig større i utbredelse. Sheen-områdene var oppdelt i ”windrows” med mindre områder imellom uten synlig sheen.

Det ble tatt prøver av overflateoljen. Analysene av overflateoljen viser at oljen fra de oppsamlede olje/emulsjonsklumpene er kraftig avdampet, og svarer til et residue på ca. 280°C+ (ca. 50% fordampning i forhold til fersk olje). Dette indikerer at de stammer fra en tynn oljefilm, noe som også forklarer det lave vanninnholdet i klumpene (oljefilmen er for tynn til at oljen effektivt tar opp vann). Viskositeten til emulsjonen ligger på ca. 9000 cP og vanninnholdet i emulsjon var 20-25%.

Det ble også foretatt målinger med UV-F samt tatt vannprøver for kalibrering, og vannprøvene viste kun spor av hydrokarboner. En av vannprøvene tatt ved Gullfaks A viser et tydelig n-alkanmønster, og er signifikant inneholdende olje, i en konsentrasjon på ca. 100 ppb (0,1 mg/L) over bakgrunnsverdien. Denne prøven kan i teorien inneholde olje fra produsert vann, men under prøvetaking var det oljeklumper til stede på overflata.

Det var meget vanskelig prøvetaking grunnet spredte klumper, høy sjø og kort tidsrom med dagslys. Sikkerheten til feltteamet ble kontinuerlig vurdert i forhold til om prøvetaking var mulig under de rådende forholdene.

Resultatene fra feltbefaringene er rapportert i vedlegg 10 og 12.

4.3 Videre oppfølging – anbefalinger som ble gitt og konklusjoner

I det følgende er anbefalingene fra SINTEF om videre oppfølging av etterkantundersøkelsene mhp oljens egenskaper og utbredelse samt status i forhold til hva som er gjort presentert. Plan for etterkantundersøkelser av oljens skjebne er gitt i vedlegg 7.

4.3.1 Prøvetaking av olje på overflata og oljekonsentrasjoner i vannmassene

Slik som situasjonen var 14.12.2007, med lite olje på overflata (tynn olje over stort område) og indikasjoner på relativt lave oljekonsentrasjoner i vannmassene, så ikke SINTEF behovet for å videre prøvetaking og overvåkning. Dersom situasjonen endret seg for eksempel ved at mye olje kom til overflata, burde dette blitt vurdert på nytt. SINTEF har ikke fått tilbakemelding på at det ble observert olje/emulsjon på overflata etter dette.

4.3.2 Modellering av oljens spredning

SINTEF anbefalte at modellsimuleringer med OSCAR skulle kjøres for å ha oversikt over hvor oljen befant seg til enhver tid. Dette kunne for eksempel gjøres ved simuleringer hver annen dag med oppdaterte værdata (historiske fra de siste dagene) og værprognosene fremover, og tillegg ta hensyn til input fra flyovervåkning i forhold til hvor oljen befinner seg på gitte tidspunkt. Dette ble ikke gjort men modellsimulering av utslippet fra 12.12.2007 til 12.01.2008 ble gjennomført i ettertid på oppdrag for StatoilHydro. Disse beregningene av oljens skjebne vil være viktig grunnlag i oljeregnskapet etter utslippet på Statfjord.

Området ble overvåket av fly frem til nyttår. Det ble ikke observert olje fra flyovervåkning etter tre dager, og flyobservasjoner har derfor i liten grad blitt brukt i forbindelse med modellsimuleringene.

Drift og spredning på overflaten og i vannsøylen er drevet av vind og strøm som er beregnet av Det Norske Meteorologiske Instituttet (met.no). Oljen ble sluppet ut fra sjøbunnen, grunnet et brudd i et 20-tommers lasteslange. Utslippets varighet er estimert til å ha vært 45 minutter, fra 150 meters dyp. Nærsonemodulen i OSCAR, basert på SINTEF sin oljeutblåsningsmodell DeepBlow, er brukt for å etablere den initiale fordelingen av olje i vann og på overflaten, før den drives videre av strøm og vind.

Det viste seg at de reelle strømdataene ga for stor transport i forhold til observasjoner fra feltet. Tre beregningsmetoder er derfor brukt for å evaluere effekten av potensielle feil i strømstyrken på langtidsskjebnen til oljen:

1. Bruk av strømdata som levert, uten forandring
2. Bruk av strømdata med beregnet hastighet redusert ved en faktor av 2 slik at beregninger bedre tilpasses observasjoner, og
3. Bruk av strømdata fra metno med korreksjon av oljens geografiske spredning på overflata ut fra flybilder tatt etter 28 og 55 timer.

Fordeling av oljen 10 timer etter utslippet er vist i Figur 2. Maksimum total hydrokarbon konsentrasjoner THC i vannet (dvs. total hydrokarbon konsentrasjon i vannet, sum av løste komponenter og oljedråper) er omkring 100 ppm. Tykkeste oljen på sjøoverflaten er omkring 4 mm. Oljen strekkes i nord-sør retning pga vind, nedblanding og strømning i vannet.

Det kan være av interesse å vurdere mulige biologiske effekter av oljen fra utslippet på Statfjord. OSCAR er brukt for å beregne hvor stort volum som ble berørt over bestemte konsentrasjonsterskler over tid. Figur 3 og Figur 4 viser eksempler for løste hydrokarboner og for total hydrokarboner (THC), for det scenario hvor strømfeltet er brukt uforandret.

Tersklene valgt er i ppb for løste hydrokarboner og ppm for total hydrokarboner. Figur 3, for eksempel, viser at volum i vannet hvor løste hydrokarbon konsentrasjoner overstiger 100 ppb er maksimum rundt 2 km³ etter omkring 2 dager, og reduseres raskt og forsvinner grunnet fortynning etter 4 dager. Hvis vi ser på samme konsentrasjonsnivå for total hydrokarboner (Figur 4), her 0.1 ppm, er maksimum volum opp i 10 km³ over flere døgn før den fortynnes vekk etter 8 dager.

Etter omkring 20 dager (Figur 5), ved årsskiftet 2007-2008, er alle beregnede oljekonsentrasjonene i nærheten av bakgrunnsverdiene for Nordsjøen. Stagg og McIntosh (1996), for eksempel, rapporterer bakgrunnsverdier, inkludert utslipp fra oljevirkomheten, til 3 – 4 µg/l, eller ppb. Alle beregnede oljekonsentrasjoner etter 20 dager er under 5 ppb, men romlig fordeling varierer avhenging av beregningsmetoden. Biodegradering etter 20 dager har fjernet over 30% av oljemassen.

Massebalanse for hele utslippet over tid er vist i Figur 6. Her ser vi at oljen på overflata forsvinner fort, og er mer eller mindre helt bort etter 3 dager. Små mengder kommer tilbake til overflaten når dropper i vannet stiger oppover, men disse blir fort dispergert tilbake i vannet av bølgene. Total degraderingsrate reduseres over tid etter det letteste nedbrytbare komponenter forsvinner, og bare de tyngre, mer vanskelige nedbrytbare komponenter er igjen.

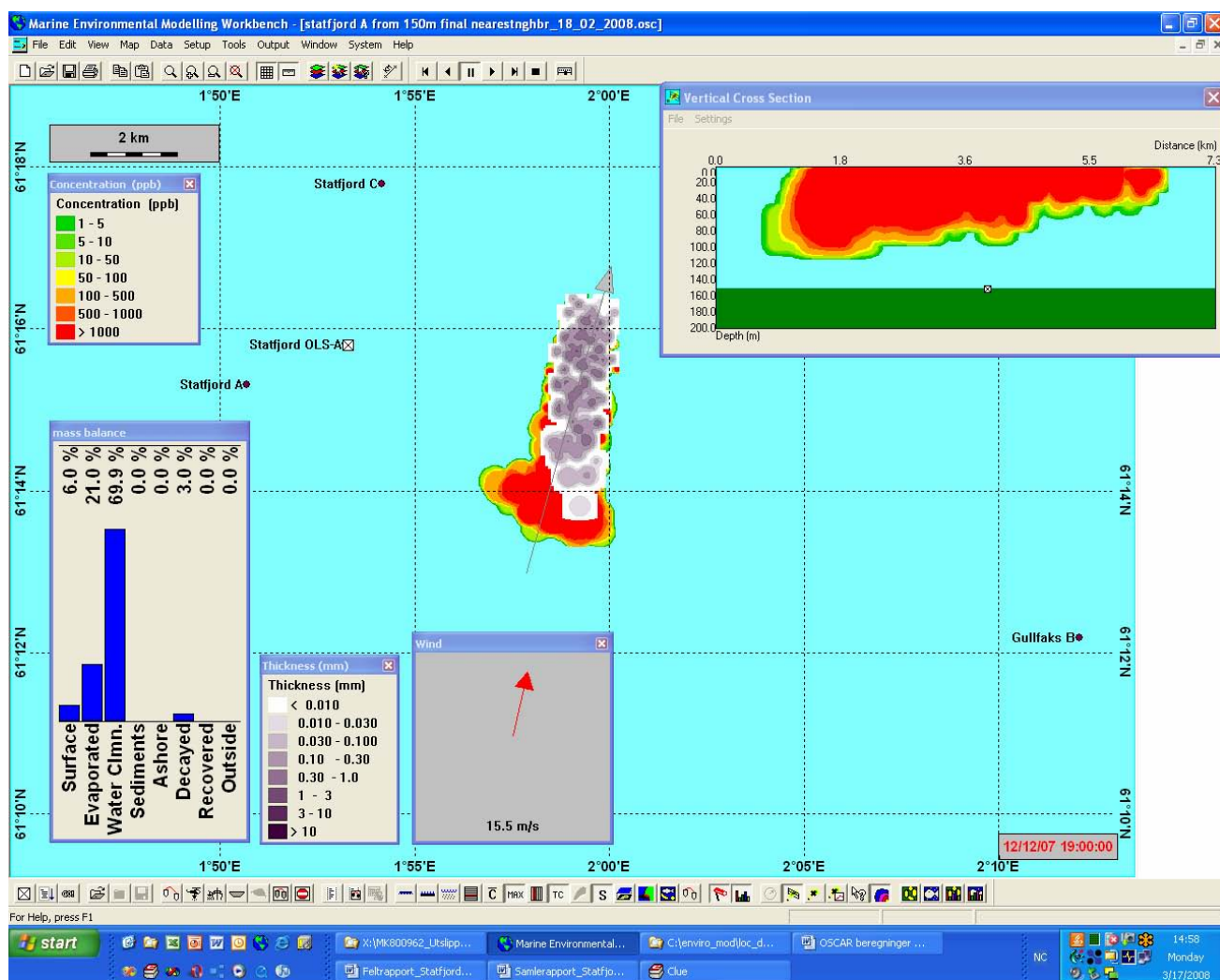
Sveipet areal for olje på vannoverflaten og i vannet er vist i Figur 7. Figuren for overflate oljen viser maksimum tykkelsen i hvert sted over hele 25 dagers simulasjonstid. Figuren for løste hydrokarboner i vannet viser området hvor løste konsentrasjoner har vært høyere en 1 ppb over bakgrunn. Det presiseres at bildene er integrert over hele simulasjonen, og derfor viser ikke et øyeblikks sprednings bilde.

OSCAR-simuleringene fra utslippet på Statfjord er gitt i:

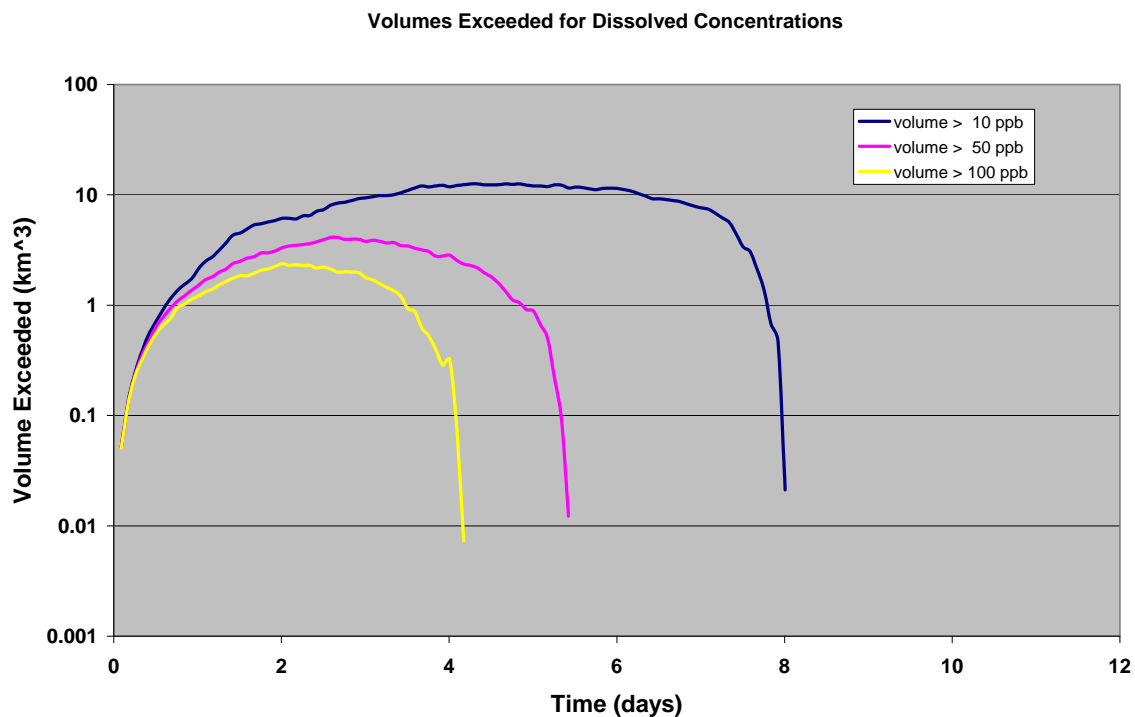
Vedlegg 13: OSCAR-simuleringer (utslipp fra 150 m dyp) (SINTEF) 13.12.07

Vedlegg 14: OSCAR-simuleringer (10 og 150m dyp) (SINTEF) 14.12.07

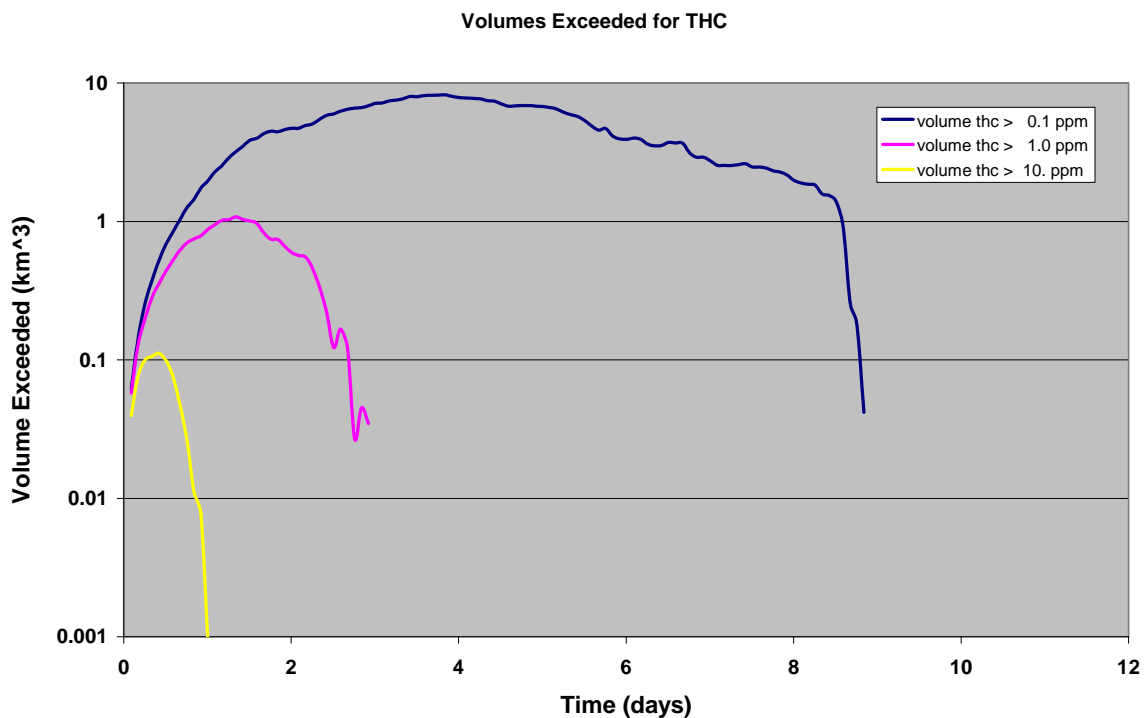
Vedlegg 15: OSCAR-simuleringer av oljeutslipp fra Statfjord Offshore Loading System A, 12. desember 2007 (SINTEF) 28.03.08



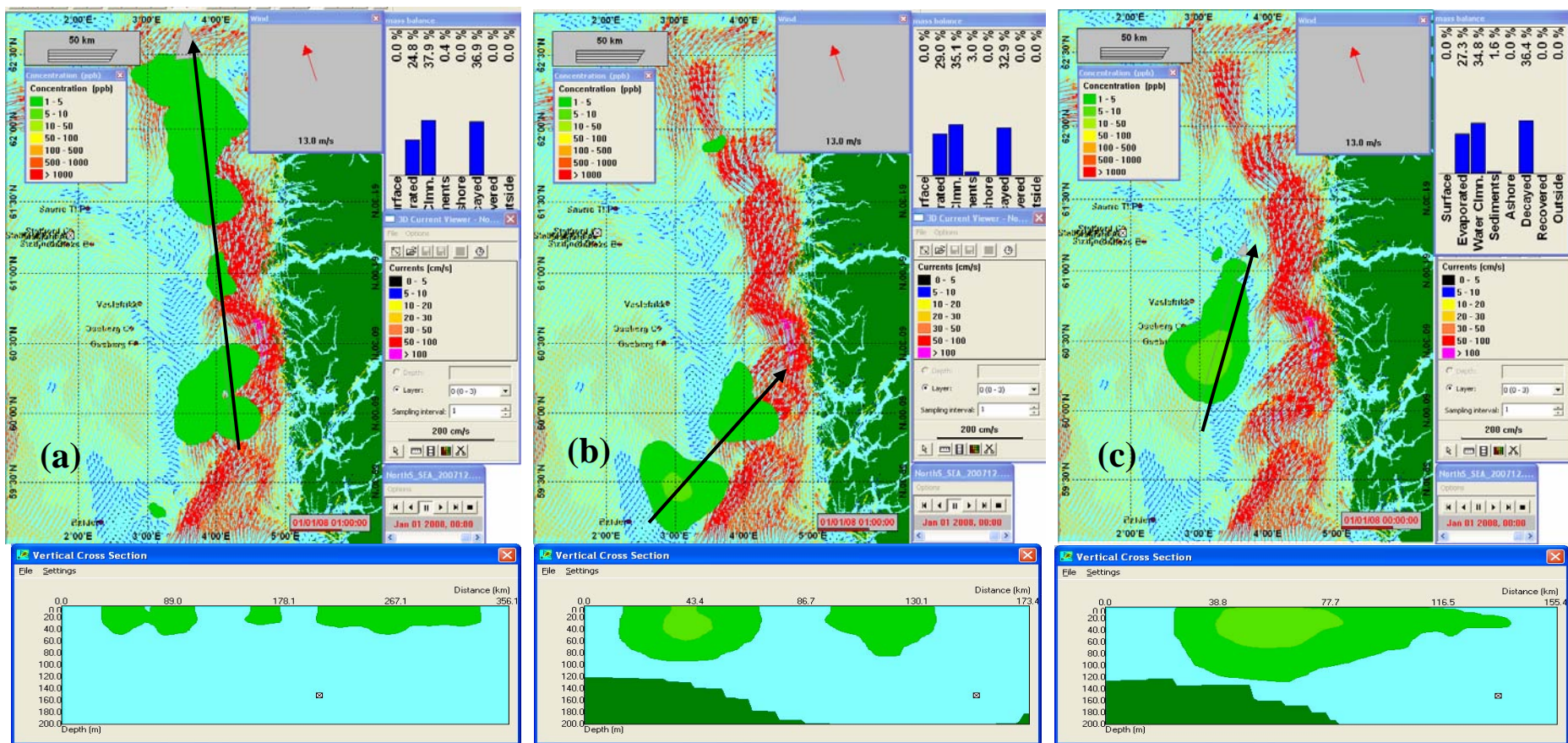
Figur 2. Fordeling av oljen 10 timer etter utslippet. Maksimum oljekonsentrasjon (THC) i vannet er omkring 100 ppm. Tykkeste oljen er omkring 4 mm. Oljen strekkes i nord-sør retning pga vind, nedblanding og strømming i vannet.



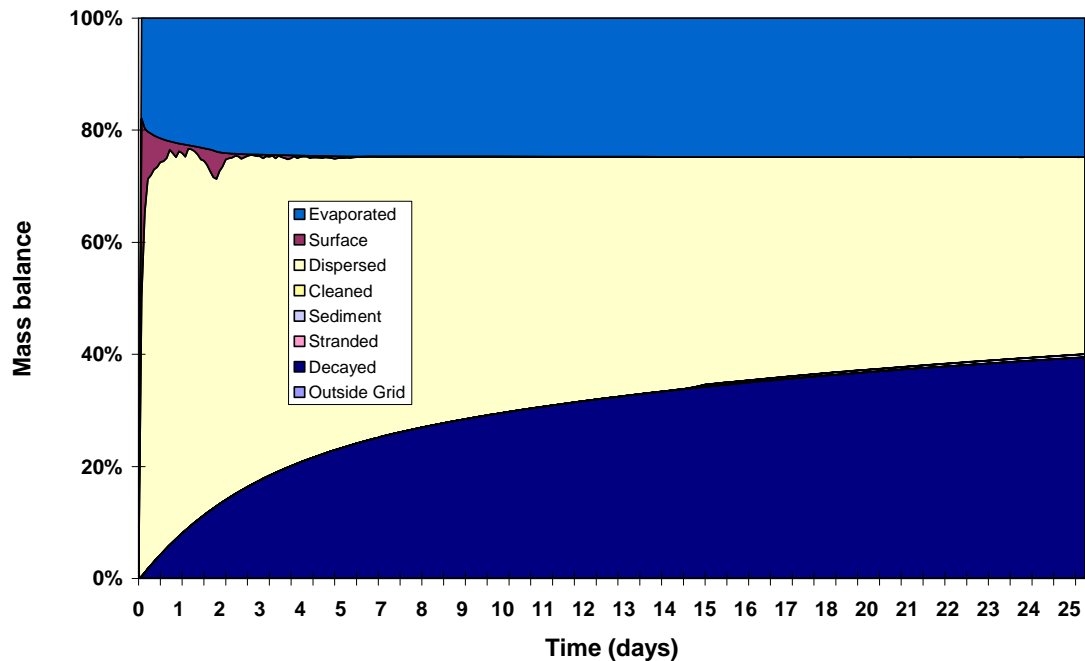
Figur 3. Løste hydrokarboner: Vannvolum hvor bestemte terskler overskrides som funksjon av tid.



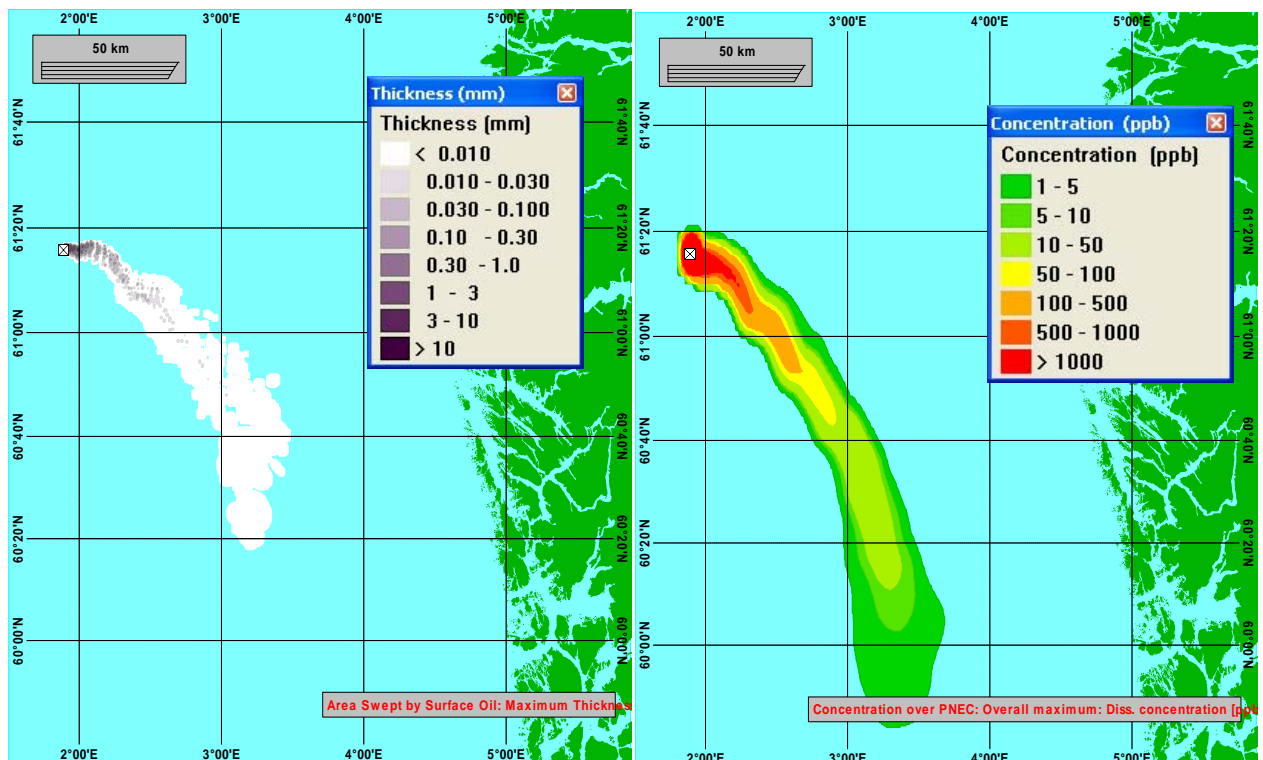
Figur 4. Total hydrokarboner: Vannvolum hvor bestemte terskler overskrides som funksjon av tid.



Figur 5. Sammenligning av THC konsentrasjonsfelt etter omkring 20 dager (ved 01/01/2008) for 3 beregningsmetoder. Daværende strømfelt vises som bakgrunn. Alle konsentrasjoner er under 5 ppb, men romlig fordeling varierer avhengig av beregningsmetoden. (a) Beregning med strømdata uten forandring gir største utbredelse av THC feltet. (b) Beregning inkludert oppdatering av oljedråper og overflate olje gir minste utbredelse av konsentrasjons felte, grunnet økt fortykning (c) Beregning med redusert strøm hastighet, tilpasset observasjoner.

Staffjord A, bottom release, 4400 m³


Figur 6. Massebalanse for utslipp av 4400 m³ Staffjord C olje fra 150 m dyp, 12 desember 2007, kl 09:00.



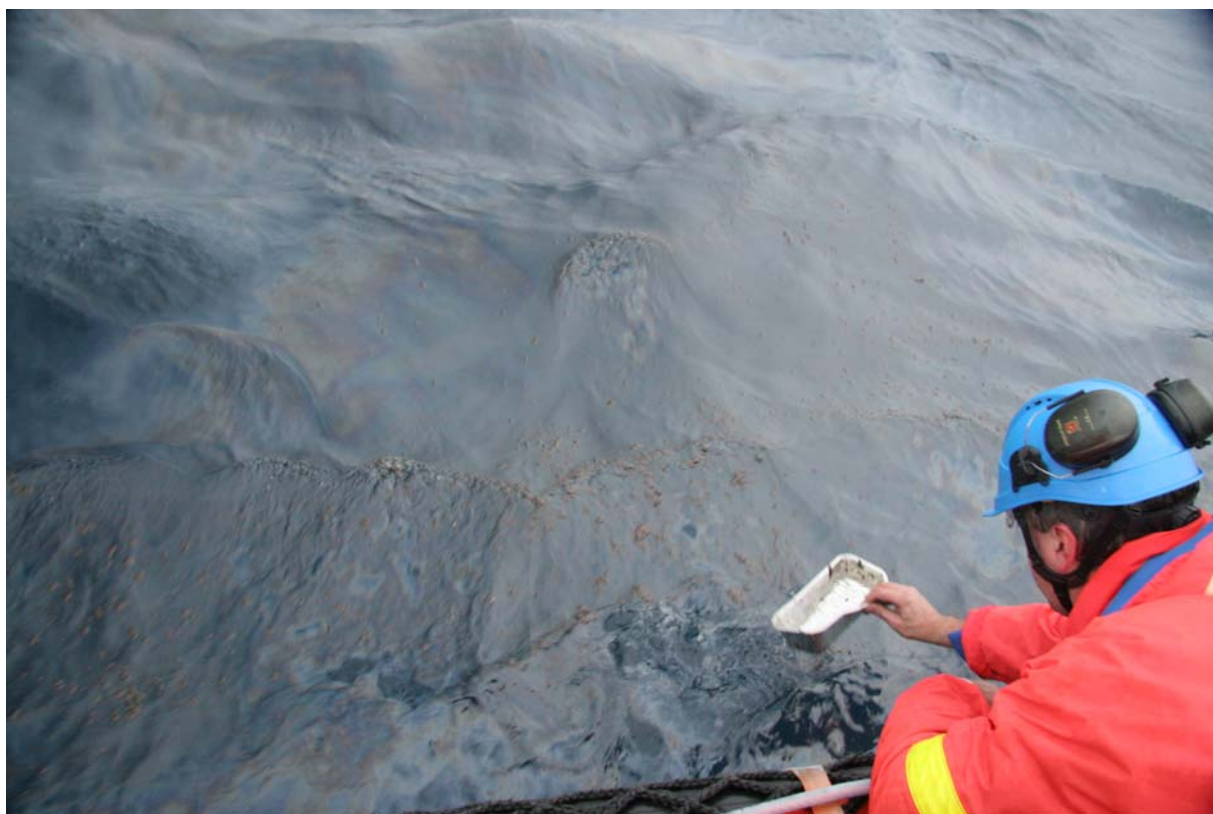
Figur 7. Sveipet areal over hele 25-dagers simulasjonstid for olje på vannoverflaten (venstre) og i vannet (høyre). Figuren for overflate oljen viser maksimum tykkelsen i hvert sted over hele 25 dagers simulasjonstid. Figuren for løste hydrokarboner i vannet viser området hvor løste konsentrasjoner har vært høyere en 1 ppb over bakgrunn. Det presiseres at bildene er integrert over hele simulasjonen, og viser ikke et øyeblikks sprednings bilde.

4.3.3 Oljesølsidentifikasjon

SINTEF anbefalte å gjøre oljesølsidentifikasjon på prøver tatt etter utslippet på Statfjord. Fire olje/emulsjonsprøver ble analysert for å identifisere om oljen kom fra på Statfjord A. To prøver tatt av SINTEF (en på Statfjordfeltet og en på Gullfaksfeltet) ble analysert samt en prøve tatt allerede 12.12.2007 kl. 22:40 av Havila Troll på Statfjordfeltet. En prøve tatt 19.12.2007 ved "West Venture" (i nærheten av Troll-feltet) er mottatt. Det er ikke mottatt prøver tatt av fugler eller tatt på sjø og strand for å identifisere om Statfjord var kilden.

GC kromatogrammene av de to emulsjonsprøvene tatt av SINTEF to dager etter utslippet på Statfjord og Gullfaksfeltene. Emulsjonsprøvene har omtrent samme forholdstallene, og dette indikerer at de er fra samme kilde. Ut fra disse dataene kan det ikke avgjøres med om emulsjonsprøvene er fra utslippet på Statfjord A, men i følge Melbye *et al.* 2007 (Vedlegg 12) er dette sannsynlig. De to emulsjonsprøvene er ikke analysert på GC/MS (nivå 2). Prøven tatt på Trollfeltet ikke er identisk med den tilsendte prøven fra Statfjord A.

Rapport for oljesølsidentifikasjon er gitt i Vedlegg 15.



Figur 8 Prøvetaking av overflateolje/emulsjon.

5 Sjøfugl

5.1 Befaringer på Statfjord.

Forekomst av sjøfugl på Statfjord og Gullfaksområdet ble undersøkt 13.12. ved observasjoner fra helikopter i ordinær rutetraffic til Statfjord A og C og Snorre B, og 14.12 med et eget helikopter som er fast stasjonert på feltet (se vedlegg 17 og 9). Beredskapsopplegget for befaringer av sjøfuglforekomster i utslippsområdet fungerte fullt ut tilfredsstillende i forhold til logistikk, med bl.a. transport til og fra feltet.

Værforholdene var vanskelige med tanke på å oppdage mørke fugler på sjøen, mens fugler i flukt var relativt uproblematisk å oppdage. Det ble hovedsakelig observert havhest, stormåker (svartbak og gråmåke) og havsule. Rundt plattformene ble det observert relativt høye antall av måker, med 3-400 rundt Statfjord A, 80-90 rundt Statfjord C og 2-300 rundt Snorre B. Takseringene fra helikopter 14.12 viste forøvrig lave tettheter både i områder med oljesøl og i tilgrensende områder. Det ble ikke observert alkefugler under søket, og selv om det ikke kan utelukkes at de kunne forekomme i området, indikerer resultatene at det ikke var større forekomster av alkefugl i området.

Forekomsten av sjøfugl i det aktuelle influensområdet er dårlig kartlagt på denne tiden av året, men observasjonene avviker ikke i særlig grad fra beregnede tettheter.

Det ble observert tre fiskebåter nord for det oppgitte søksområdet, hvorav to senere ble oppgitt å delta i tauing av lense i området. Rundt eller like i nærheten av den ene av båtene ble det observert ca. 45 havsule, ca. 50 havhest og ca. 65 stormåker.

5.2 Videre oppfølging – anbefalinger som ble gitt

Skadeomfang: Det ble ikke sett døde eller skadde fugler på sjøen, og det ble heller ikke sett måker som spiste av døde fugler. Så kort tid etter utslippet var det heller ikke å forvente at mange fugler skulle ha omkommet, ettersom fugler med moderate skader først vil omkomme av kulde eller sult en tid etter skaden. Denne tida vil variere med flere faktorer, bl.a. skadeomfang, temperatur, artens levevis m.m.

I en plan for videre arbeid med etterkantundersøkelsene (se vedlegg 11), ble det bedt om at mannskap på plattformer og fartøyer skulle rapportere døde fugler, og evt. samle inn disse, og observasjoner av fugler med olje i fjærdrakta. Flere negative rapporter kom inn, dvs. at det ble sett relativt mye fugl uten synlige skader av oljesøl. Med de rådende værforhold ble det derfor ikke anbefalt at videre undersøkelser ble igangsatt.

Det ble ikke observert alkefugler under søket, men dette utelukker ikke at alkefugler fantes i området. Værforholdene var ikke spesielt gode for å kunne oppdage alkefugler på sjøen, så noen kan ha blitt oversett. Men resultatene indikerer at det ikke var større forekomster av alkefugl i området.

Søksområde: Før helikoptersøket 14.12. presenterte pilotene et søksområde som de var bedt om å søke gjennom innenfor tildelt tid til søket, ca 30 min. Området var definert av aksjonsledelsen på forhånd, basert på siste oversikt over hvor oljen i området befant seg. Dette ville ha medført søk kun i et område med relativt mye olje, ut fra at de ønsket å kartlegge om det fantes død fugl i området. For å kunne få oversikt over sjøfuglforekomsten i områder som kunne rammes av

oljeflaket, ble søket utvidet i tid fra 30 min til 75 min for å få dekket områder også utenfor områder med mye olje på sjøen.

Sjøfugl som skades av olje, vil kunne dø senere som følge av kulde eller sult. Det er lite sannsynlig at en vil finne død fugl allerede en eller to dager etter utslippet. For fremtidige etterkantundersøkelser bør fokuset i første omfang være på å kartlegge hva som potensielt kan bli eller allerede kan ha blitt skadet av oljen, og da må det søkes i uberørte områder, der en kan forvente "normale" tettheter av sårbare arter.

Fiskebåter i området: Det var ikke fiskeriaktivitet i området da utslippet skjedde, men to båter deltok i oppsamlingsaksjonen ved å slepe en lense da søket etter fugl foregikk 14.12. Selv om de ikke fisket, samlet det seg likevel et relativt mye sjøfugl seg rundt en av båtene, som da lå nord for det oppgitte søksområdet. Fugl som følger fiskebåter for å utnytte utkast vil ofte legge seg på sjøen for å avvete utkast av fiskeslo eller fisk som ikke skal tas vare på, eller de legger seg på vatnet for å spise på fisk som er for store til å kunne plukkes opp fra vatnet uten å lande. Fugl som legger seg på sjøen på denne måten, eller prøver å snappe mat fra overflata, vil lett kunne skades av olje.

Det kan ofte ligge mye sjøfugl rundt fiskebåter i påvente av utkast, men i fiskepauser eller under tråling kan de ligge så langt unna at det kan være vanskelig å se dem fra fiskebåten, utenom en og annen måse som streifer omkring. Men med en gang det kastes noe overbord fra en fiskebåt, vil de nærmeste fuglene stupe ned for å se om det var noe spiselig som ble kastet. Det vil være et klart signal til de andre fuglene om at her kan det nå være mat å få, og på kort tid kan hele skokken med fugl være rundt båten - og kanskje i nærkontakt med oljen. Dersom fiskebåter hyres inn for å delta i en oppsamlingsaksjon, vil det derfor være svært viktig at det ikke kastes noen form for avfall over bord fra disse så lenge de deltar i aksjonen og befinner seg i områder med olje på sjøen.

Ved senere aksjoner bør det bør derfor innarbeides som standard rutine at fiskebåter i aktivt fiske varsles ved utslipp og ber dem stanse fiske i områder med olje på vannet. Alle båter i området må klart henstilles om ikke å kaste avfall på sjøen. Det vil være uheldig om en på denne måten lokker fugl inn i områder med olje og dermed sterkt øker risikoen for at de blir tilsølt.

6 Konklusjoner

I forbindelse med utslippet på Statfjord 12.12.2007 har SINTEF og NINA gjennomført etterkantundersøkelser. Hovedkonklusjonene er:

- På grunn av dårlig vær ble oljen blandet ned i vannmassene. Etter ca. 2 dager ble det observert tynn oljefilm på overflata med små klumper av olje/emulsjon fra 1 og opptil 10 cm størrelse – meget patchvis og spredt i nærheten av både Statfjord og Gullfaks.
- Naturlig dispergering var stor på grunn av værforholdene, og bruk av dispergeringsmidler ble vurdert å ha begrenset nytteverdi.
- Vannprøver tatt på Statfjordfeltet etter ca. 2 dager viste kun spor av hydrokarboner. En av vannprøvene tatt ved Gullfaks A ca. 2 dager etter utslippet hadde en oljekonsentrasjon på ca. 100 ppb (0,1 mg/L) over bakgrunnsverdien.
- Det er ikke mottatt prøver tatt av fugler eller tatt på sjø og strand for å identifisere om Statfjord var kilden.
- Modellberegninger av oljens spredning på overflata og i vannmassene viste at
 - Overflate areal dekket med olje over 0.1 mm var maksimum 2 km² kort tid etter utslippet, og overflateoljen var for det meste borte etter 2 dager.
 - Alle beregnede oljekonsentrasjonene var i nærheten av bakgrunnsverdiene for Nordsjøen etter ca. 20 dager. Maksimum konsentrasjoner var under 5 ppb etter 20 dager.
 - Omtrent 30% av oljen fordampet.
 - Omkring 1/3 av totalmassen var biodegradert etter ca. 20 dager, og like mye var fremdeles i vannsøylen.
 - Andel olje sedimentert på sjøbunnen ble estimert til 1 – 3 % etter 20 dager.
- Det ble ikke gjennomført overvåkning av marine organismer ut fra en vurdering av årstid og geografisk område.
- Skadeomfanget på sjøfugl antas å være begrenset ut fra at
 - Oljen ikke spredte seg over store områder.
 - Det ikke ble observert alkefugler i området (men værforholdene kan ha medført at noen ble oversett).
 - Det ikke ble rapportert om sjøfugl som ble observert med oljeskader i fjærdrakta. En fiskebåt som deltok i sleping av lense, hadde mye fugl rundt seg i et område med mye fugl på sjøen, selv om den ikke var i aktivt fiske. Fiskebåter - eller andre båter - som hiver ut avfall, uansett om det er fiskeavfall eller ikke, kan trekke til seg mye fugl som dermed kan bli skadet av olje på sjøen.

7 Definisjoner

cP	Centi Poise (måleenhet for viskositet)
DeepBlow	Modellverktøy for å beregne undervannsutslipp
Dispergering	Bruk av dispergeringsmidler for å øke oljens evne til å danne oljedråper som blandes ned i vannmassene
Emulsjon	vann-i-olje emulsjon dvs. vanndråper fordelt i oljen
Etterkantundersøkelser	Kjemiske og biologiske undersøkelser både under og i etterkant av akutt forurensning for å identifisere og beskrive risiko for forurensning.
GC	Gasskromatografi. Instrument for detaljert kjemisk analyse av oljekomponenter
GC/MS	Gasskromatografi med massespektrometer. Instrument for detaljert kjemisk analyse av oljekomponenter.
Metallic	Fargekoder i hht Bonn Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)
Oljesølsidentifikasjon	Standardisert kjemisk analysemetodikk for å identifisere kilden til oljeutslipp (CEN, 2006) basert på detaljerte analyser av biomarkører i oljen
OSCAR	Oil Spill Contingency and Response modell. Modellverktøy for å beregne spredning av olje på overflata og i vannmassene samt beregne oljekonsentrasjoner i vannmassene.
ppb	Parts per billion ($\mu\text{g/l}$)
ppm	Part per million (mg/l)
Rainbow	Fargekoder i hht Bonn Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)
Residue	Oljerest hvor de letteste komponentene er dampet av
Sheen	Fargekoder i hht Bonn Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)
THC	Total hydrokarboner (konsentrasjon)
Windrows	Vind og bølger vil bryte oljeflaket opp i bånd ("windrows"), som hovedsakelig vil være utstrakt parallelt med vindretningen.

8 Vedlegg

Vedlegg 1

SINTEF-Notat - Mobilisering ifm utslipp på Statfjord 12.12.2007 20

Vedlegg 2

SINTEF-Notat - Mulig sammensetting av olje sluppet ut på Statfjordfeltet 12.12.2007 24

Vedlegg 3

SINTEF-Notat - Vurdering av dispergerbarhet av oljeutslipp på Statfjord C 27

Vedlegg 4

SINTEF-Notat - Skjebne Statfjord olje ifm utslipp 12.12.2007 41

Vedlegg 5

SINTEF-Notat - Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord 44

Vedlegg 6

SINTEF Rapport - Feltrapport Statfjord utslipp 47

Vedlegg 7

- 59
- A) Prøvetaking av tynn oljefilm
 - B) Følgebrev til prøver av oljeforurensning:

Vedlegg 8

SINTEF-Rapport A7131 -Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting, 12. desember 2007. Samlerapport 64

Vedlegg 9

Foreløpig notat, NINA - Vurdering av sjøfuglforekomster innenfor mulig influensområde i åpent hav for oljeutslipp fra Statfjord A, desember 2007 84

Vedlegg 10

NINA - Registreringer av sjøfugl 13.12.2007 i Statfjord-området 86

Vedlegg 11

NINA -Registreringer av sjøfugl 14.12.2007 i Statfjord-området 88

Vedlegg 12

Notat NINA - Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord 93

Vedlegg 13

SINTEF Notat - OSCAR-simuleringer. Utslipp på Statfjord 12.12.2007 95

Vedlegg 14

OSCAR 100

Vedlegg 15

SINTEF Rapport A6234 - OSCAR-simuleringer av oljeutslipp fra Statfjord Offshore Loading System A, 12. desember 2007

103

Vedlegg 16

SINTEF Rapport A7123 - Utslipp Statfjord A – oljesølidentifikasjon


121

Vedlegg 1

SINTEF-Notat

Mobilisering ifm utslipp på Statfjord 12.12.2007

NOTAT

 SINTEF SINTEF Materialer og kjemi Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: Brattørkaia 17B, 4. etg. Telefon: 4000 3730 Telefaks: 930 70730 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		GJELDER Mobilisering ifm utslipp på Statfjord 12.12.2007			
		BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE
ARKIVKODE GRADERING Fortrolig		GÅR TIL Nina Jakobsen, StatoilHydro Karl Henrik Bryne, NOFO			
ELEKTRONISK ARKIVKODE Notat_mobilisering.doc					
PROSJEKTNR.	DATO	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER		ANTALL SIDER	
	2007-12-12	Merete Øverli Moldestad, Svein Ramstad, Alf Melbye, Svein-Håkon Lorentsen (NINA)		3	

SINTEF ble oppringt av NOFO ved Karl Henrik Bryne 12.12.2007 kl.15.50 for å mobilisere ihht til avtalen om etterkantundersøkelse (EKU) som er inngått mellom SINTEF og NOFO. SINTEF ble bedt om å skissere aktuelle tidspunkt for oppmøte i Bergen torsdag 13.12 samt å lage et utkast til plan for etterkantundersøkelse.

Følgende opplysninger ble gitt av NOFO:

- Relativt dårlig vær i området (3,5 m signifikant bølgehøyde, kraftig vind)
- Ca. 4000 m³ olje sluppet ut

I løpet av ettermiddagen/kvelden ble disse opplysningene supplert fra Operasjonsledelsen i Bergen ved Nina Jakobsen:

- Oljetypen er Brent blend som er en blanding av Snorre og Statfjord A (i forhold 80/20)
- Havila Troll er på feltet og har utstyr for prøvetaking på overflate (prøver er allerede tatt)

Forslag til program for EKU

SINTEF, NINA, HI og IRIS har en avtale med NOFO om gjennomføring av etterkantundersøkelser i region 2-4, og dette forslaget til initielle aktiviteter i etterkantundersøkelsen, er basert på veiledning SFT 99:05 (Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø).

I utgangspunktet skal det foretas prøvetaking og feltobservasjoner, men dette kan begrenses av den faktiske vær-situasjonen. Planlegging av feltaktiviteten i den initielle fasen vil være basert på de siste tilgjengelige værprognoser mottatt fra aksjonsledelsen. En forutsetning for de fleste av feltaktivitetene fra SINTEF er at disse kan utføres fra en lettått / MOB-båt, men en effektiv bruk av så små fartøy vil være begrenset av bl.a. HMS, bølgehøyde og mørke. Værvinduet for feltaktivitetene med bruk av MOB-bått som arbeidsplattform, basert på erfaring fra tilsvarende feltarbeid, er begrenset opp til liten kuling, eller strengere hvis skadestedsleder og personell fra SINTEF finner det forsvarlig.

Aktuelle aktiviteter i den initielle fasen er:

- Dokumentasjon av oljens egenskaper – overflate
 - Prøvetaking av overflateolje
 - Modellering av oljens egenskaper på overflata, massebalanse
- Olje i vannsøylen
 - *In situ* målinger av oljekonsentrasjoner og prøvetaking (vannprøver)
 - Modellering av oljekonsentrasjoner og spredning i vannmassene
- Sjøfugl
 - Kartlegging / vurdering av sjøfuglforekomster i åpent hav
 - (Evt. registrering av rammede individer)
- Planlegging / oppdatering av aktiviteter for akuttfasen basert på SFT 99:05
 - Influensområde
 - Oljens fysikalsk/kjemiske egenskaper
 - Fordeling av sårbare miljøressurser
 - Værprognoser
- Generell rådgivning av operasjonsledelsen
- Koordinering, HMS-ledelse og administrasjon av aktiviteter

Havforskningsinstituttet (HI) har blitt kontaktet for innspill til eventuelle aktiviteter i den initielle fasen av etterkantundersøkelser av biologi i vannsøylen. HI konkluderer med at det ikke vil være nødvendig å sette i gang denne type undersøkelser basert på informasjon om utbredelse og forekomster av fisk i dette området (se også www.imr.no).

En vurdering av sjøfuglforekomstene i området er vedlagt som et eget notat fra NINA (Svein-Håkon Lorentsen). Det anbefales at det foretas en kartlegging av potensielt truede sjøfuglbestander i nærheten av og i forkant av fløket (basert på oppdaterte drivbaneberegninger) så snart værforholdene tillater dette (dvs. vindstyrke liten kuling eller lavere). En slik kartlegging foretas best fra helikopter.

Mobilisering

Forberedelser til alle aktivitetene beskrevet over er allerede initiert, og personell fra både SINTEF og NINA vil kunne ankomme Bergen torsdag formiddag. Mobilisering vil bli iverksatt etter avrop fra NOFO.

De foreslåtte aktivitetene er regulert av gjeldende kontrakt mellom SINTEF og NOFO for utførelse av etterkantundersøkelser.

SINTEF forslår følgende felt-team:

- Alf G. Melbye
- Ivar Singsaas
- Frode Leirvik eller Oddveig Bakken
- Arne Follestad (NINA)

Fly fra Trondheim til Bergen 13.12.2007 går til følgende tidspunkt:

- 06:30
- 06:45
- 09:30
- 10:35
- 12:05
- 14:10
- 15:30
- 18:15
- 19:05
- 21:05

Kontaktpersoner

Kontaktpersoner hos SINTEF er:

Merete Øverli Moldestad (beredskapstelefon 93 05 94 76)

Alf G. Melbye (98 24 34 58)

Ivar Singsaas (98 24 34 67)

Mark Reed (98 24 34 71)

Vedlegg 2

SINTEF-Notat

Mulig sammensetting av olje sluppet ut på Statfjordfeltet

12.12.2007

MEMO


SINTEF
SINTEF Materials and Chemistry

 Address: NO-7465 Trondheim,
NORWAY

 Location: Brattørkaia 17B,
4. etg.

Telephone: +47 4000 3730

Fax: +47 930 70730

Enterprise No.: NO 948 007 029 MVA

MEMO CONCERNS

**Mulig sammensetting av olje sluppet ut på
Statfjordfeltet 12.12.2007**

FOR YOUR ATTENTION

COMMENTS ARE INVITED

FOR YOUR INFORMATION

AS AGREED

DISTRIBUTION

 StatoilHydros operasjonsledelse, Nina Jakobsen
Bredskapsteam SINTEF

X

X

FILE CODE

CLASSIFICATION

Intern

ELECTRONIC FILE CODE

Document1

PROJECT NO.

DATE

2007-12-12 – 23:30

PERSON RESPONSIBLE / AUTHOR

Per Johan Brandvik

NUMBER OF PAGES

2

Mulig sammensetting av blandingsolje sluppet ut på Statfjordfeltet 12.12.2007

I forbindelse med utsippet fra Statfjordfeltet 12.12.2007 har SINTEF blitt bedt om å anslå sammensettingen til og egenskapene av denne oljen. I følge opplysninger onsdag ettermiddag fra StatoilHydros operasjonsledelse i Bergen ved Nina Jakobsen er oljen en blanding av følgende oljer:

- Statfjord A: 20%
- Snorre A: 80%

SINTEF har foretatt en forvittringsstudie av Statfjord A i 2001 (Moldestad et al, 2001) og tilsvarende av Snorre A (da kalt Snorre blend) i 1992 (Hokstad og Daling, 1992). Forvittringsstudiet av Snorre A er seinere oppdatert i 2004, da kalt Snorre TLP (Resby, 2004).

Begge disse oljene er middels voksrike parafinske oljer som karakteriseres høy avdamping, et hurtig vannopptak og dannelse av stabile, viskøse emulsjoner. Se andre notater fra SINTEF når det gjelder prediksjoner av oljesølets egenskaper for aktuelle værprognoser (vil fortløpende bli oppdatert).

Som et best tilgjengelig estimat for denne blandingsoljens sammensetting og egenskaper, har vi antatt et blandingsforhold på 20:80 og lineære forhold mellom oljenes sammensetting og egenskaper. Dette synes å være en rimelig antagelse for en blanding av slike relativt like oljer (se tabell 1 neste side).

Tabell 1: Antatt sammensetting av oljen sluppet ut på Statfjordfeltet 12.12.2007

Oil Type	Statfjord A		Snorre TLP (A)		Blend	
Percentage in blend	20 %		80 %		100 %	
Specific gravity (g/l)	0,827		0,834		0,833	
Pour point (°C)	0		3		2	
Visc. at 13°C (cP)	43		8		15	
Asphaltenes (wgt.%)	0,06		0,28		0,24	
Wax (wgt.%)	4,30		5,20		5,0	
TBP curves	Statfjord A		Snorre TLP (A)		Blend	
	°C	Vol%	°C	Vol%	°C	Vol%
	65	8,2	65	6,7	65	7,0
	90	12,3	90	11,5	90	11,7
	150	25,6	150	24,5	150	24,7
	182	36,6	182	29,5	182	30,9
	240	42,6	240	40,3	240	40,8
	320	58,4	320	55,7	320	56,2
	375	67,3	375	66,9	375	67,0
	420	73,2	420	72	420	72,2
	525		525		525	
	565		565		565	

Sammensetting og egenskaper til denne blandingen er meget nær Statfjord C oljens egenskaper (Moldestad et al., 2001). Forvittringsstudiet for Statfjord C er også mer omfattende en det begrensede studiet som ble utført på Snorre TLP (A).

Konklusjon:

SINTEF vil derfor bruke data fra forvittringsstudiet av Statfjord C i prediksjoner for forvitring, drivbane etc. (SINTEF Oljeforvittrings Modell og OSCAR) i vårt videre arbeid med dette oljesølet.

Referanser – Forvittringsstudier ved SINTEF

Hokstad, J. N., Daling, P. S., 1992. Snorre-oljens forvitringsegenskaper på sjøen - En håndbok for Saga Petroleum a.s, IKU rapport nr. 22.2039.00/01/92, Trondheim, 1992


Resby, J. L. M., 2004. Snorre TLP, Snorre B og Vigdis oljene Forvitringsegenskaper relatert til beredskapstiltak. SINTEF rapport STF66 F04041, Trondheim, 2004.

Moldestad, M. Ø., Singaas, I., Resby, J L M., Faksness L-G. og Hokstad, J.N. 2001: Statfjord A, B og C Egenskaper og forvitring på sjøen, karakterisering av vannløselige komponenter relatert til beredskap. SINTEF report STF66 F00138, Trondheim, 2001.

Vedlegg 3

SINTEF-Notat

Vurdering av dispergerbarhet av oljeutslipp på Statfjord C

 SINTEF SINTEF Materialer og kjemi Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: Brattørkaia 17B, 4. etg. Telefon: 4000 3730 Telefaks: 930 70730 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		NOTAT					
		GJELDER Vurdering av dispergerbarhet av oljeutslipp på Statfjord C.			BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING
ARKIVKODE ELEKTRONISK ARKIVKODE Notat_prediksjoner-ver2.doc		GRADERING GÅR TIL Jostein Toft, StatoilHydro					X
PROSJEKTNR.	DATO	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER		ANTALL SIDER			
	2007-12-12, 17:00	Per S. Daling / Merete Moldestad		13			

Sintef har blitt bedt om en kort vurdering av muligheten for å dispergere oljeflaket fra utslippet på Statfjord C i dag.

Ut fra den informasjon vi har om værforhold og oljers forvitringsegenskaper med basis i tidligere forvitringsstudier av ulike oljer fra Statfjord-/Brentfeltet, finner dere vedlagt forvitringsprediksjoner av hhv. olje fra Statfjord C og Brent Blend. SINTEF har ikke fått bekreftelse på eksakt oljekvalitet som har blitt sluppet ut, men generelt har de parafinske oljene på Statfjord feltet relativt like forvitringsegenskaper, og vi anser disse to prediksjonene som foreliggende som representative. Prediksjonene er gjort med sjøtemperatur: 8°C, og med tre ulike vindstyrker: 10, 15 og 20 m/s.

Vi har gjort følgende vurderinger og anbefalinger (kl. 17:00):

- Værforholdene er oppgitt til å være 45knop (22-23 m/s). Dette er over de generelle grenser (< 20m/s) som settes for påføring av dispergeringsmiddel. Dette ut fra at ved slike høye sjøtilstander, vil oljen som fortsatt er på overflaten bli lett brutt opp og fragmentert, samt at den også lett "overvaskes" av den grove sjøen. Dette gjør at effektivitet av selve påføringen og dermed effekten eller nytteverdien av en dispergeringsaksjon vil bli begrenset. (Dette gjelder for både påføring fra båt og fra fly).
- Oljen på Statfjord / Brent -feltet er en parafinsk olje som emulgerer rask (ca. 70-75% vann) og vil få en rask viskositetsøkning under de rådende værforhold. Øvre viskositetsgrense for kjemisk dispergering av Statfjord C er ca. 14.000 cP, mens for Brent er ca. 7000 cP. Dette gjør at "tidsvinduet" for dispergerbarhet med bruk av dispergeringsmiddel blir mellom 6 til 12 timer etter utslipp. Dette innebærer at emulsjonen som fortsatt er på overflaten pr. i kveld sannsynligvis er "på grensen" for kjemisk dispergering. I morgen anses det som liten sannsynlig at emulsjonen vil la seg dispergere kjemisk, og effekten av bruk av dispergeringsmiddel vil mest sannsynlig være liten.
- Ut fra de værforhold som har vært i dag, så er det grunn til å tro (se prediksjoner av massebalanser) at det har vært en stor grad av naturlig dispergering. Dersom disse værforholdene forsetter det kommende døgnet, er det å anta "levetiden" av emulsjonen på overflaten vil være begrenset (< 1-2 døgn), og at det derfor mest sannsynlig kun vil være rester av tynn oljefilm igjen på overflata.
- Ut fra disse vurderingene anser vi derfor dispergering å ha en begrenset nytteverdig.

Vedlegg: Prediksjoner Statfjord C

Property: EVAPORATIVE LOSS
Oil Type: STATFJORD C BLEND
Description: TBP from Statoil
Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering dat

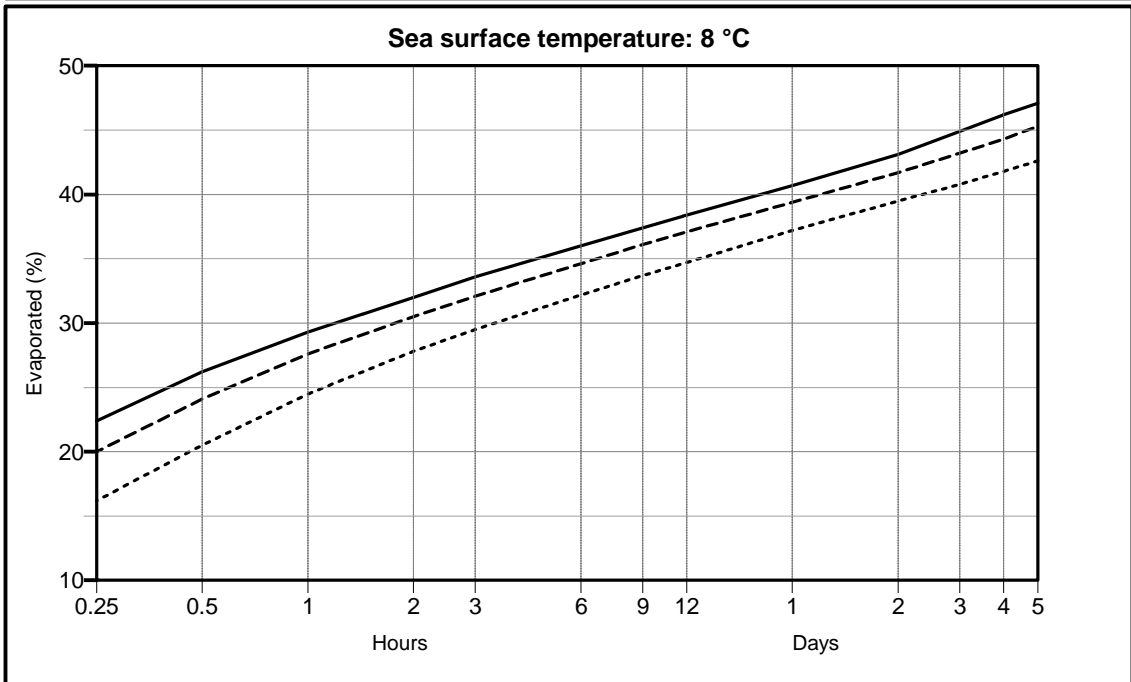



OWModel 3.0.1
© 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

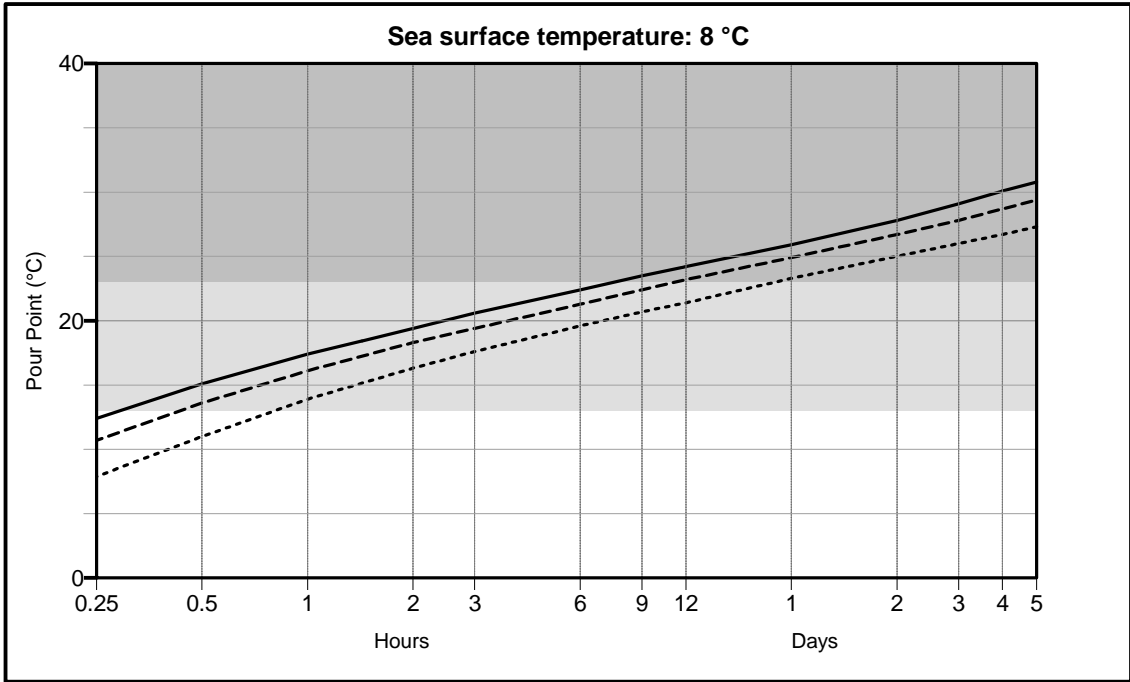
Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20
 - - - Wind Speed (m/s): 15
 ····· Wind Speed (m/s): 10



Property: POUR POINT FOR WATER-FREE OIL Oil Type: STATFJORD C BLEND Description: TBP from Statoil Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering dat	 OWModel 3.0.1 © 2007
Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)	Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20 - - - Wind Speed (m/s): 15 ····· Wind Speed (m/s): 10	□ Chemically dispersible ◻ Reduced chemical dispersibility ◼ Poorly / slowly chemically dispersible
--	---



Based on pour point measurements of weathered, water-free oil residues.

Property: WATER CONTENT
Oil Type: STATFJORD C BLEND
Description: TBP from Statoil
Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering dat

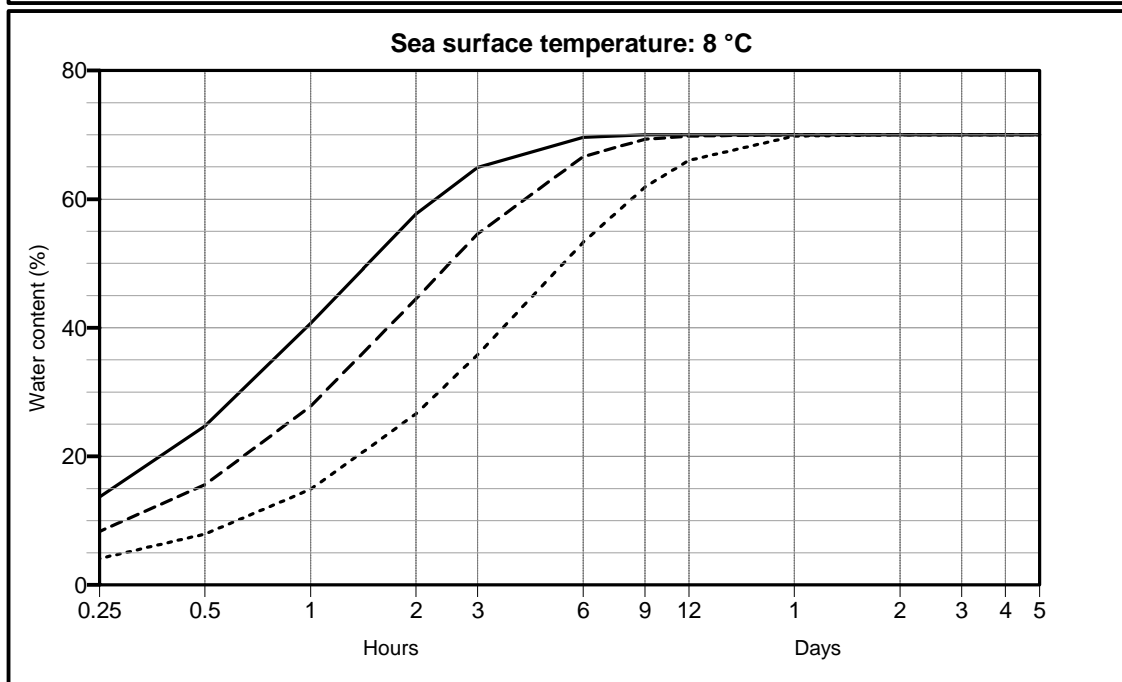


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20
 - - - Wind Speed (m/s): 15
 ····· Wind Speed (m/s): 10



Property: VISCOSITY OF EMULSION
Oil Type: STATFJORD C BLEND
Description: TBP from Statoil
Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering data

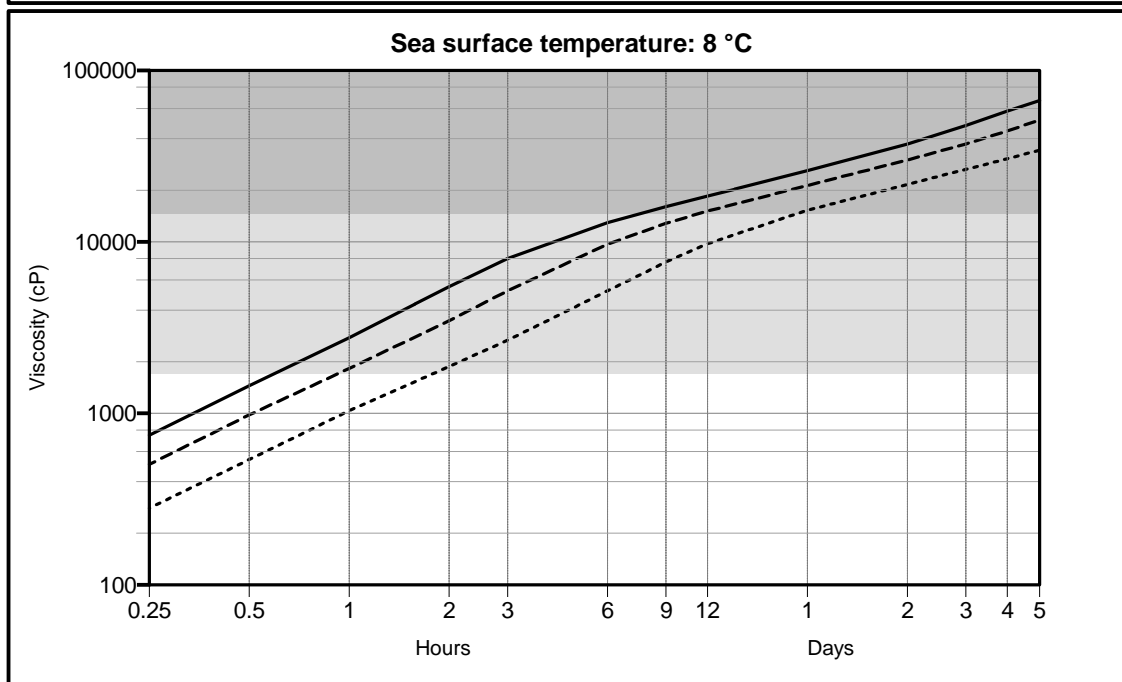


OWModel 3.0.1
© 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20	□ Chemically dispersible (<1700 cP)
- - - Wind Speed (m/s): 15	▒ Reduced chemical dispersibility
⋯ Wind Speed (m/s): 10	■ Poorly / slowly chemically dispersible (>14500 cP)



Based on viscosity measurements carried out at a shear rate of 10 reciprocal seconds.
 Chemical dispersability information based on experiments under standard laboratory conditions.

Property: MASS BALANCE
Oil Type: STATFJORD C BLEND
Description: TBP from Statoil
Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering dat

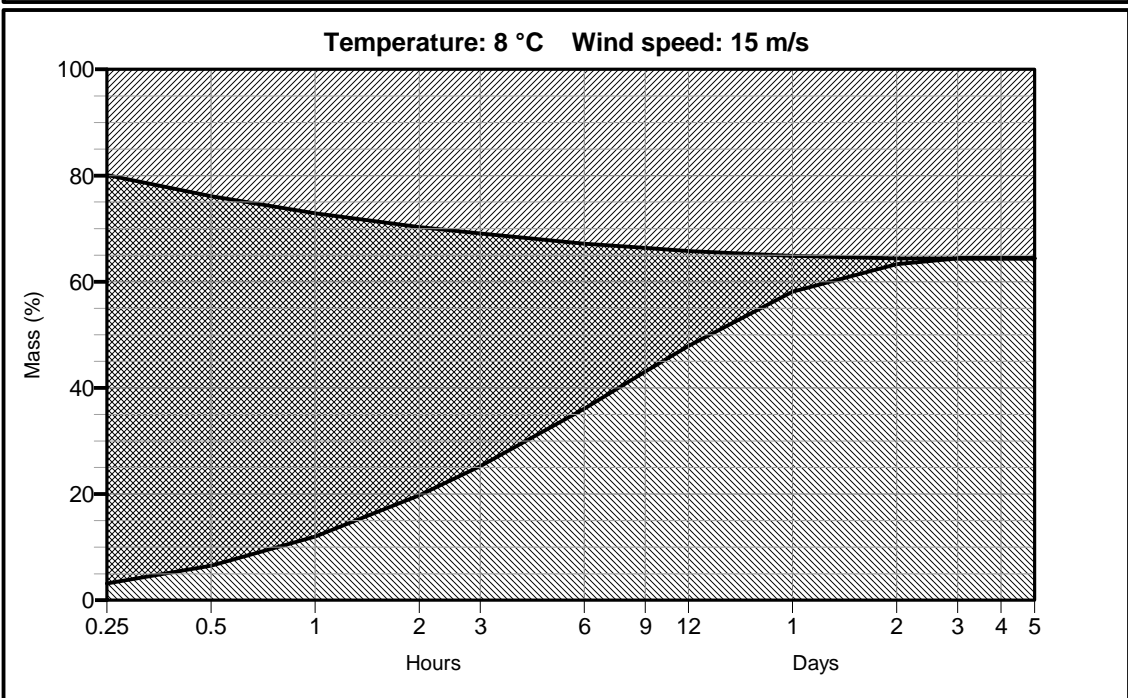
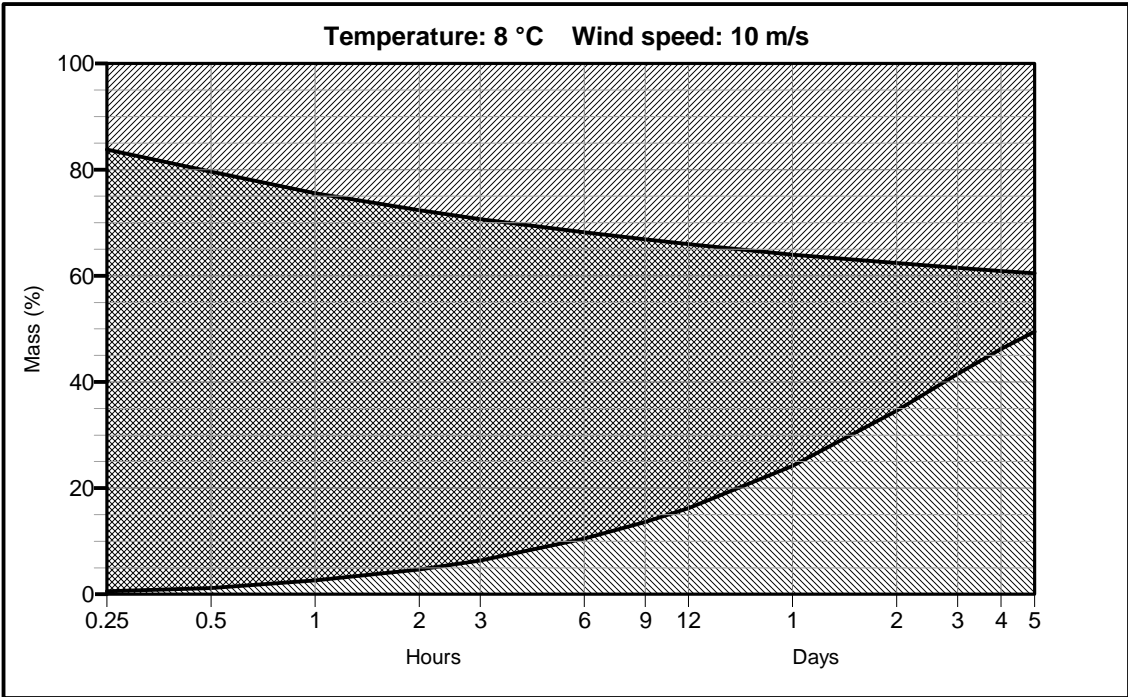


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

 Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed






Property: MASS BALANCE
Oil Type: STATFJORD C BLEND
Description: TBP from Statoil
Data Source: SINTEF Applied Chemistry (2000), Weathering dat

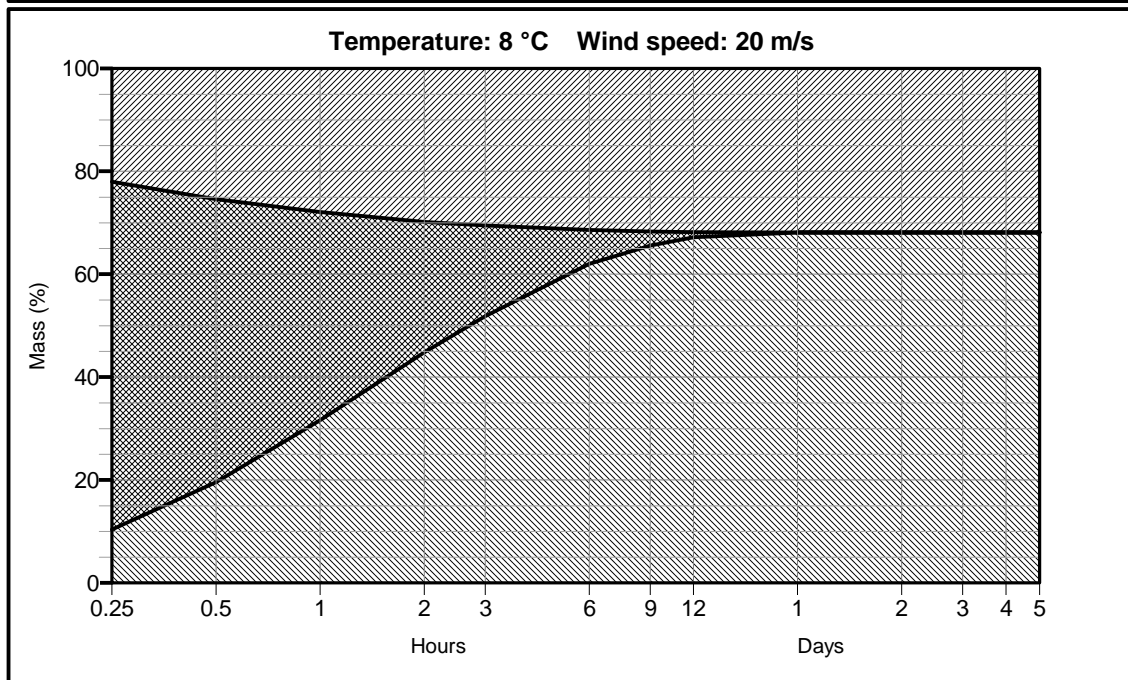


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

 Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



The algorithm for prediction of natural dispersion is preliminary and is currently under improvement. Model predictions have been field-verified up to 4-5 days.

Prediksjoner Brent Blend

Property: EVAPORATIVE LOSS
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

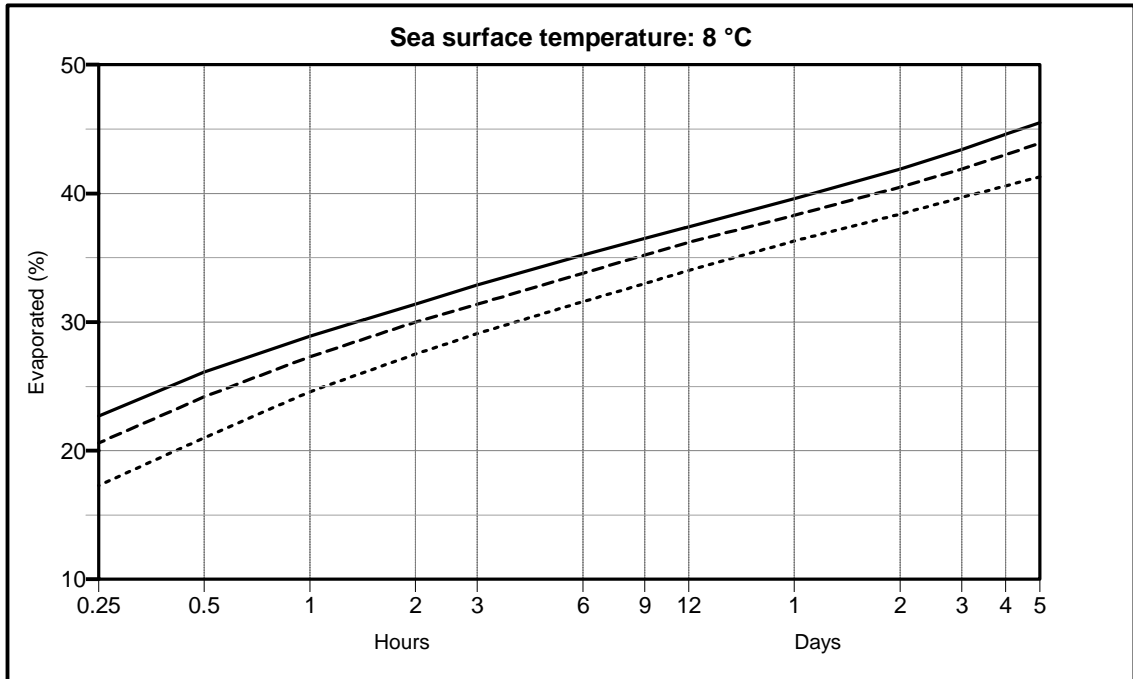


OWModel 3.0.1
© 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20
- - - Wind Speed (m/s): 15
· · · · Wind Speed (m/s): 10



Property: POUR POINT FOR WATER-FREE OIL
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

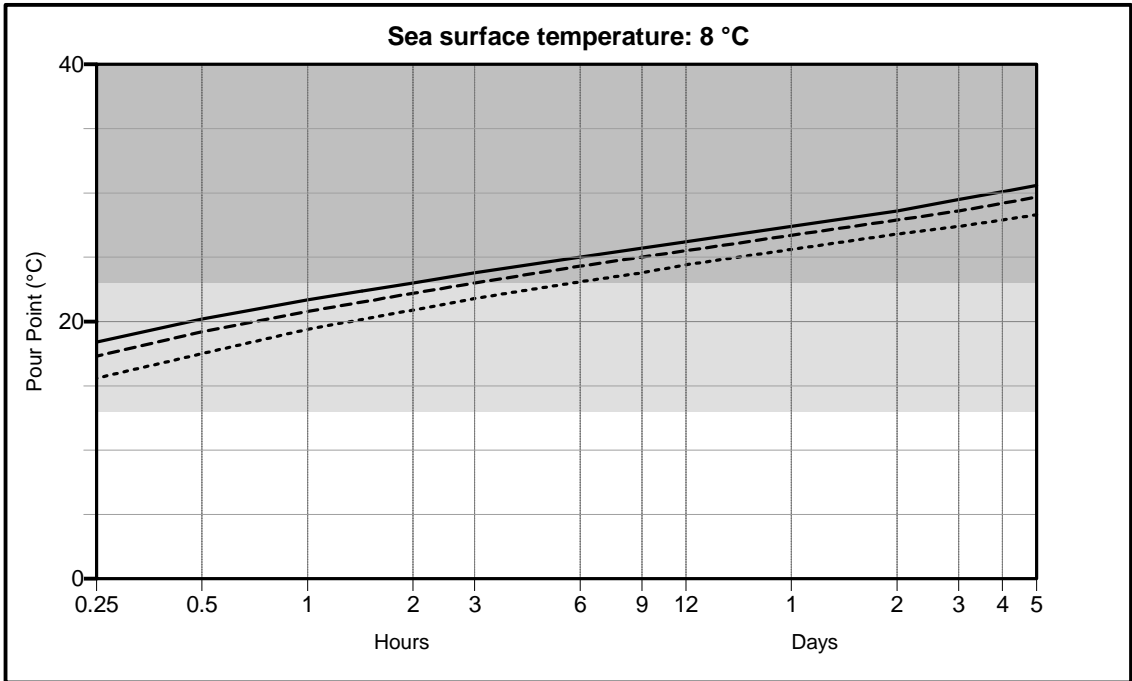


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20	□ Chemically dispersible
- - - Wind Speed (m/s): 15	▒ Reduced chemical dispersibility
- · - · - Wind Speed (m/s): 10	■ Poorly / slowly chemically dispersible



Based on pour point measurements of weathered, water-free oil residues.

Property: WATER CONTENT
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

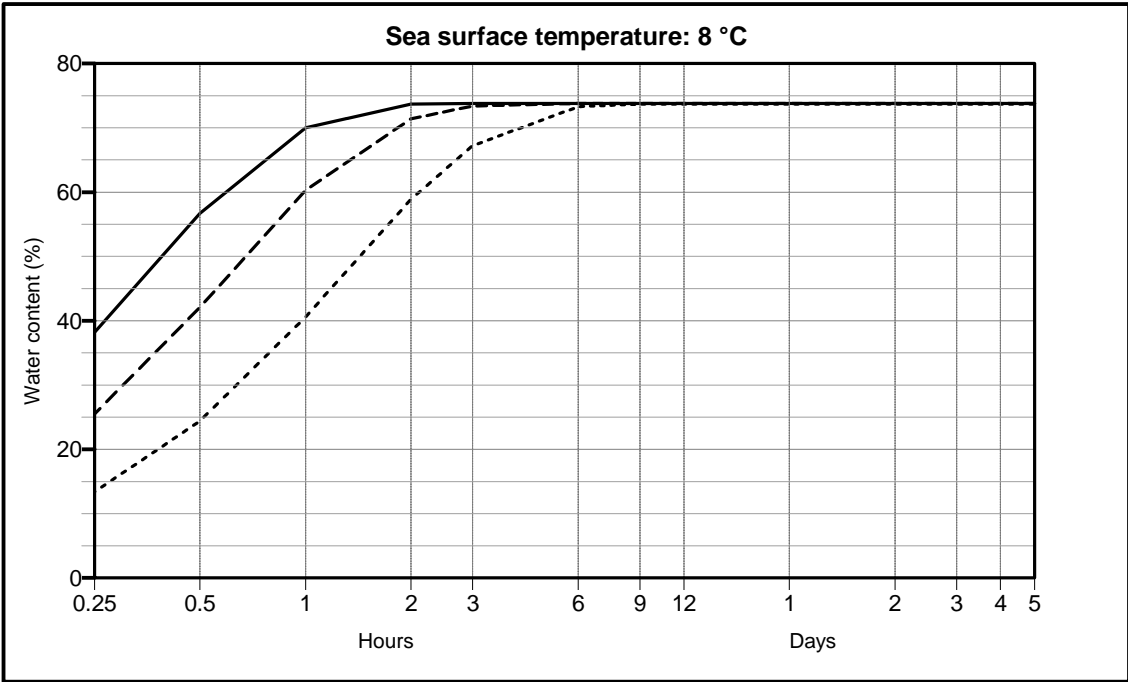


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20
 - - - Wind Speed (m/s): 15
 ····· Wind Speed (m/s): 10



Property: VISCOSITY OF EMULSION
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

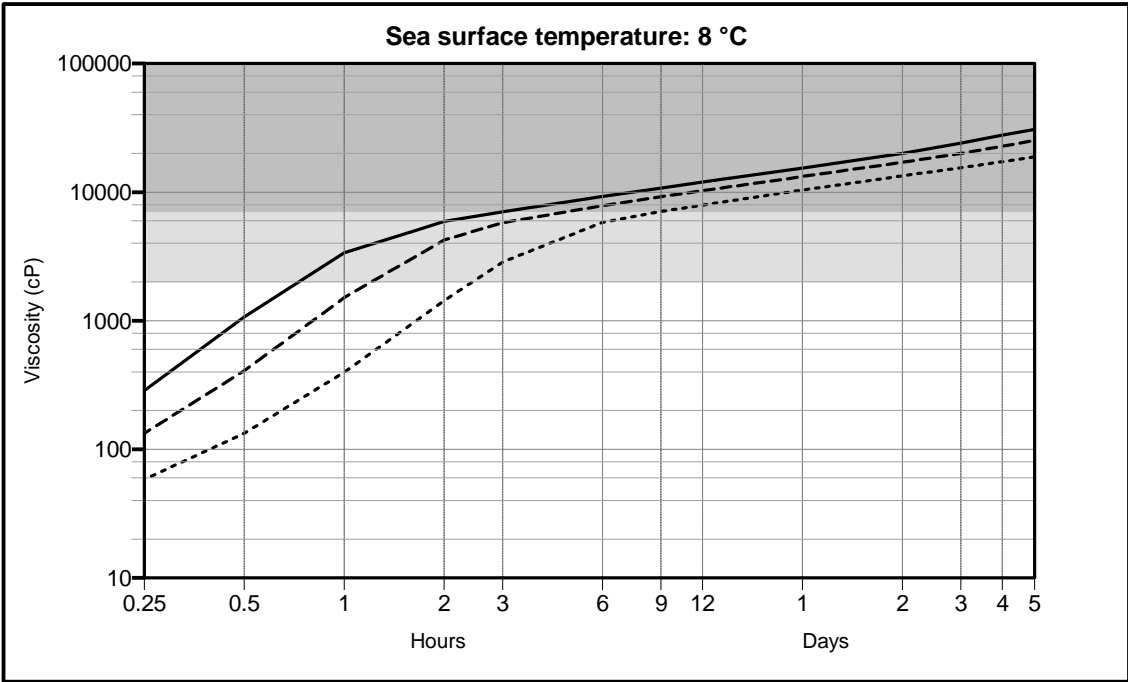


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

— Wind Speed (m/s): 20	□ Chemically dispersible (<2000 cP)
- - - Wind Speed (m/s): 15	▒ Reduced chemical dispersibility
⋯ Wind Speed (m/s): 10	■ Poorly / slowly chemically dispersible (>7000 cP)



Based on viscosity measurements carried out at a shear rate of 10 reciprocal seconds.
 Chemical dispersability information based on experiments under standard laboratory conditions.

Property: MASS BALANCE
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

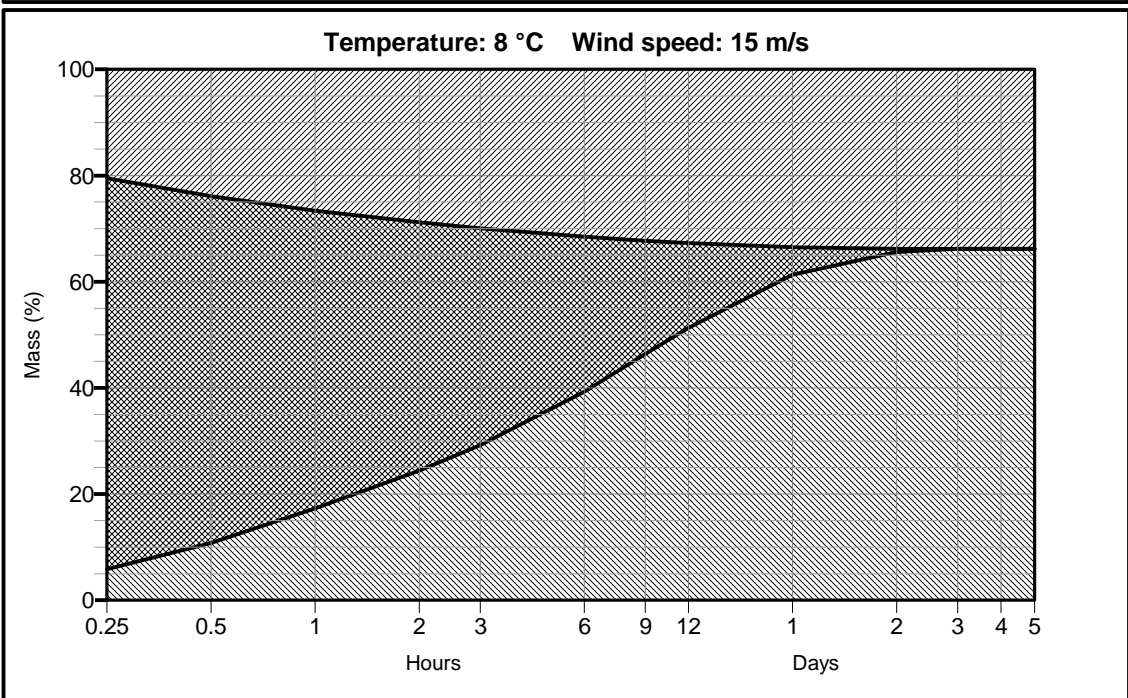
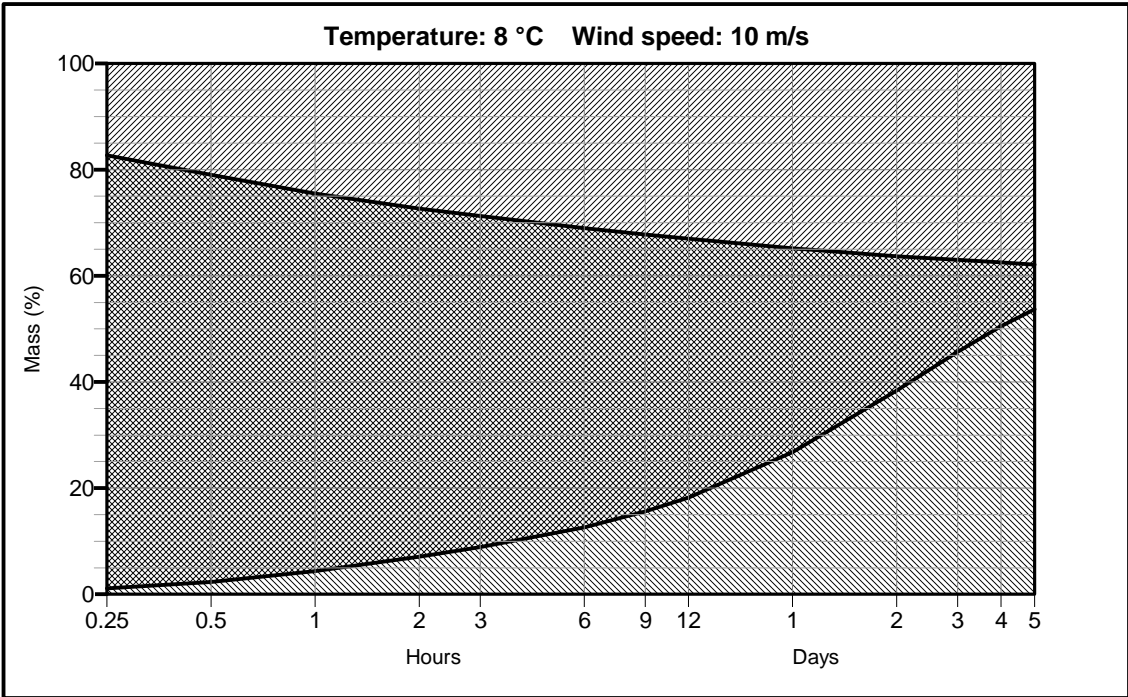


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



Property: MASS BALANCE
Oil Type: BRENT BLEND (IKU)
Description:
Data Source: IKU Petroleum Research (1993), Weathering data

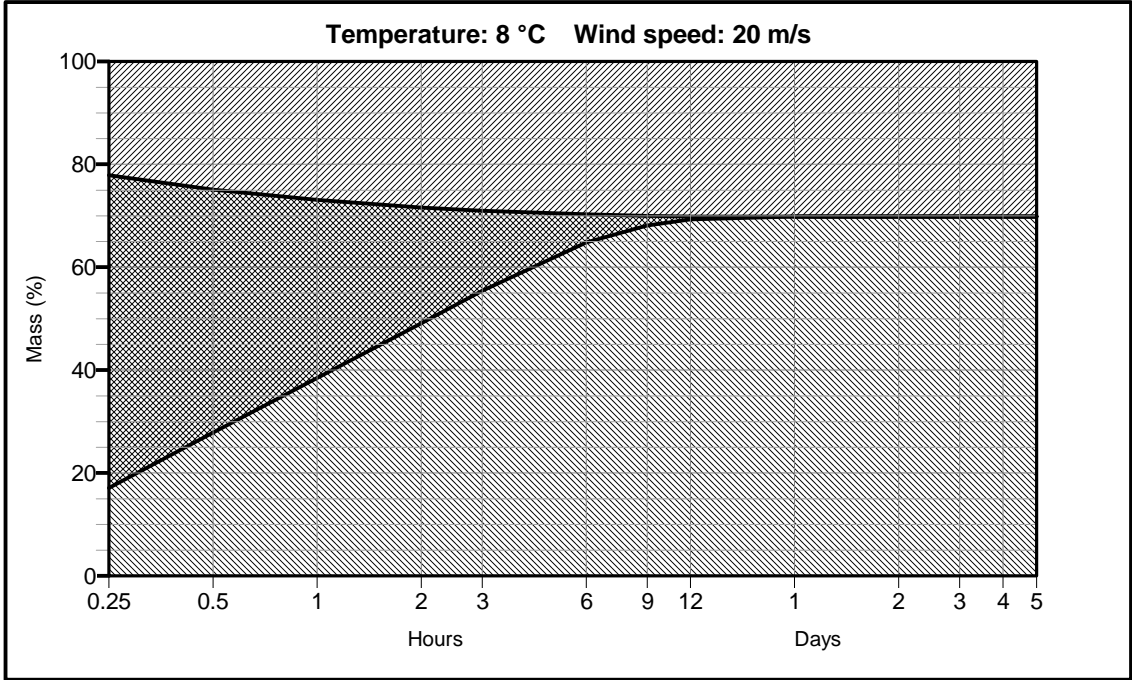


OWModel 3.0.1
 © 2007

Surface release - Terminal Oil film thickness: 1 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Dec. 12, 2007

Evaporated
 Surface
 Naturally dispersed



The algorithm for prediction of natural dispersion is preliminary and is currently under improvement. Model predictions have been field-verified up to 4-5 days.

Vedlegg 4

**SINTEF-Notat
Skjebne Statfjord olje ifm utslipp 12.12.2007**

NOTAT



SINTEF Materialer og kjemi

Postadresse: 7465 Trondheim
 Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
 4. etg.
 Telefon: 4000 3730
 Telefaks: 930 70730
 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

GJELDER

Skjebne Staffjord olje ifm utslipp 12.12.2007

BEHANDLING

UTTALELSE

ORIENTERING

ETTER AVTALE

GÅR TIL

 Frode Engen, StatoilHydro
 Annette Boye, StatoilHydro
 Karl Henrik Bryne, NOFO
X
X

X

ARKIVKODE

GRADERING

Fortrolig

ELEKTRONISK ARKIVKODE

Notat_sjebne_Staffjord.doc

PROSJEKTNR.

DATO

SAKSBEARBEIDER/FORFATTER

ANTALL SIDER

800957

2007-12-13

Merete Øverli Moldestad

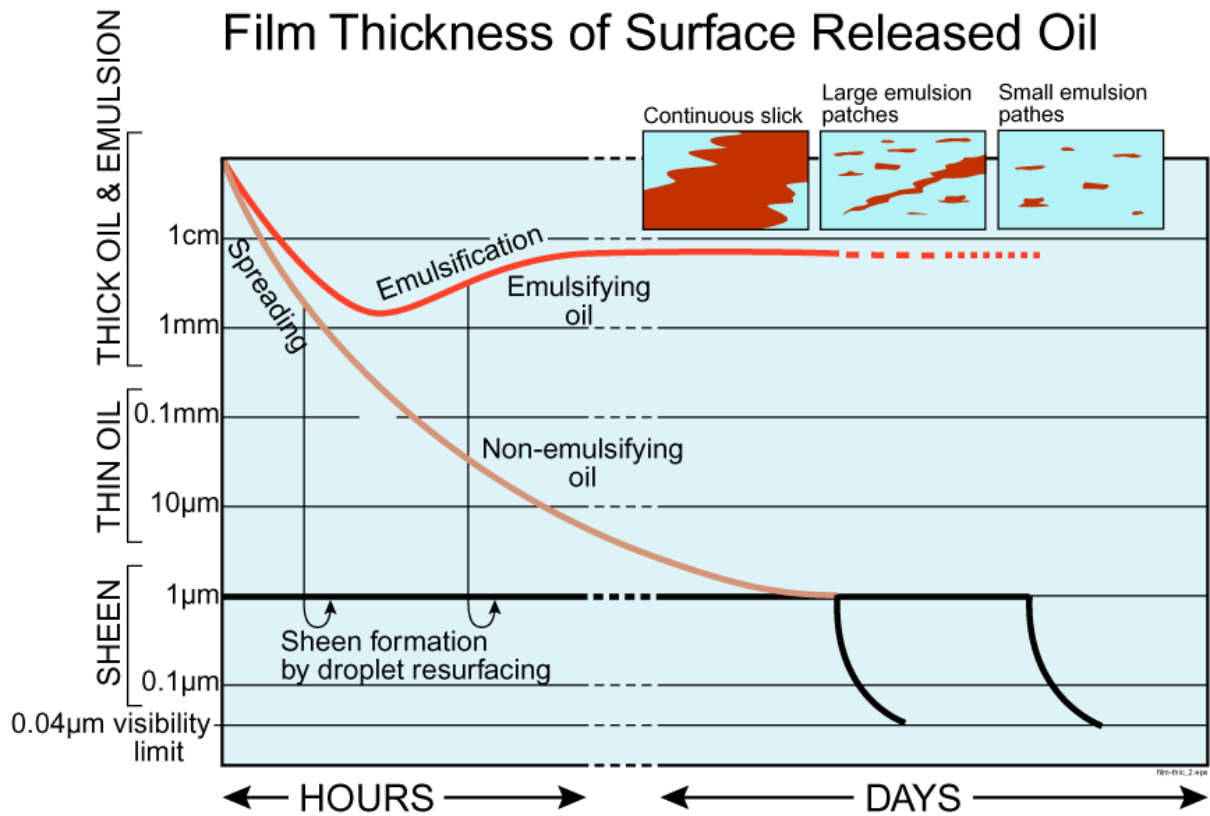
2

I forbindelse med utslippet på Staffjord 12.12 2007 ble SINTEF kontaktet av StatoilHydro 13.12.2007 for å gjøre noen vurderinger og betraktninger rundt skjebnen til oljen.

Generelt så danner oljer som emulgerer et kontinuerlig oljeflak (avhengig av værforhold) som etter hvert brytes opp i mindre flak og til slutt klumper ("patches") (Figur 1). I den første fasen vil det dannes oljedråper. Disse dråpene dispergeres naturlig ned i vannmassene og spres både horisontalt og vertikalt, og forventes ikke å komme til overflata igjen som et tykt flak men kan være kilden til tynt "sheen" på overflata hvis værforholdene blir roligere.

Gjenværende olje på overflata emulgerer og viskositeten til flaket øker. Flaket er kontinuerlig i denne første fasen, etter hvert brytes den opp i mindre flak som igjen brytes ned i klumper. Det dårlige været som var de første dagene etter utslippet på Staffjord har gjort at nedbrytningen av flaket til klumper har skjedd relativt raskt og at disse klumpene er blitt blandet ned i vannmassene. Disse klumpene vil tentativt ha en størrelse på 5-20 cm i diameter (har lite erfaringsdata på størrelsen av disse).

SINTEF har per dato ikke mottatt og analysert prøver fra dette utslippet, men ut modellberegninger av Staffjord C olje (som brukes som modellolje for utslippsoljen) anslås tettheten til emulsjonen vil være ca. 0,98 når det tas hensyn til innblanding av vann og avdamping. Dette tilsier at oljen flyter på overflata og har stor oppdrift, men den store bølgeaktiviteten i dagene etter utslippet har slått klumpene ned i vannmassene. Disse klumpene blir overlatt til strømmene i vannmassene og kan spres over store områder. Ved roligere vær kan disse klumpene muligens komme til overflata igjen.




Figur 1 Filmtykkelse og utvikling av flakets tilstand.

Vedlegg 5

SINTEF-Notat

Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord

NOTAT

 SINTEF SINTEF Materialer og kjemi Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: Brattørkaia 17B, 4. etg. Telefon: 4000 3730 Telefaks: 930 70730 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		GJELDER Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord				BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE
		GÅR TIL Opearsjonsledelsen StatoilHydro Karl Henrik Bryne, NOFO				X		X	
ARKIVKODE	GRADERING								
	Fortrolig								
ELEKTRONISK ARKIVKODE									
Notat_videre_EKU									
PROSJEKTNR.	DATO	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER	ANTALL SIDER						
800962	2007-12-14	Merete Øverli Moldestad	2						

Et feltteam fra SINTEF og NINA har 13. og 14.12.2007 gjort befaring og prøvetaking ifm utslippet på Statfjord. Operasjonsledelsen ved Jostein Toft har bedt om en videre plan for arbeidet med etterkantundersøkelsen.

Sjøfugl

Arne Follestad har vært i helikopter over området 13. og 14. desember. En plan for videre kartlegging av sjøfugl i området vil bli utarbeidet når rapporten fra dagens befaring er klar. Denne planen oversendes lørdag 15. desember.

Olje på vann og i vannmassene

Et feltteam på 3 personer har i dag vært på befaring i området. Det er tatt oljeprøver på overflata og vannprøver ved utslippspunktet og i Gullfaksområdet. I tillegg er det gjort *in-situ* målinger av oljekonsentrasjoner i vannmassene. Resultatene fra dette vil bli rapportert så snart prøvene er analysert.

1. Prøvetaking av olje på overflata og oljekonsentrasjoner i vannmassene

Slik som situasjonen er nå, med lite olje på overflata (tynn olje over stort område) og indikasjoner på relativt lave oljekonsentrasjoner i vannmassene (blir verifisert av vannprøvene som er tatt), ser ikke SINTEF behovet for å mobilisere feltteam for prøvetaking i tida fremover. Båter i området som eventuelt kommer over forvitret olje bør ta prøver og sende SINTEF for analyse. SINTEF kan være behjelpelig med veiledning i forbindelse med prøvetaking.

Dersom situasjonen endres for eksempel ved at mye olje kommer til overflata, bør dette vurderes på nytt.

2. Modellering av oljens spredning

Modellsimuleringer med OSCAR bør kjøres for å ha oversikt over hvor oljen befinner seg til enhver tid. Dette kan for eksempel gjøres hver annen dag med oppdaterte værdata (historiske fra de siste dagene) og værprognosene fremover. I tillegg kan simuleringene ta hensyn til input fra flyovervåkning i forhold til hvor oljen befinner seg på gitte tidspunkt. Disse simuleringene vil også kunne gi nyttig input til oljeregnskapet for denne oljevernaksjonen.

3. Oljesølsidentifikasjon

Etter hvert som oljen spres over store områder vil det være nødvendig å identifisere oljen som blir prøvetatt, for å se om dette utslippet er kilden til oljen. Dette kan også gi viktig informasjon om utbredelsen av utslippet dvs. hvor store områder oljen har spredt seg over.

Vedlegg 6

**SINTEF Rapport A7122
Feltrapport Statfjord utslipp**

**SINTEF Materialer og kjemi**

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
4. etg.
Telefon: 4000 3730
Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

48 of 137

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Feltrapport Statfjord utslipp

FORFATTER(E)

Alf G. Melbye, Ivar Singasaas, Oddveig M. Bakken

OPPDRAAGSGIVER(E)

NOFO

RAPPORTNR. SINTEF A7122	GRADERING Åpen	OPPDRAAGSGIVERS REF. Karl Henrik Bryne	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04545-1	PROSJEKTNR. 800962	ANTALL SIDER OG BILAG 11
ELEKTRONISK ARKIVKODE 6_Feltrapport_Statfjord.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <i>Merete Ø. Moldestad</i> Merete Ø. Moldestad	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <i>Merete Ø. Moldestad</i> Merete Ø. Moldestad	
ARKIVKODE	DATO 2007-12-15	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Tore Aunaas, Forskningsjef <i>Tore Aunaas</i>	

SAMMENDRAG

Denne rapporten gir en beskrivelse av feltaktiviteter utført av SINTEF-personell i forbindelse med uhellsutslipp av råolje fra Statfjord onsdag 11.12.2007. Arbeidet ble utført fredag 13.12.2007 fra kystvaktfartøyet KS Leikvin.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Miljø	Environment
GRUPPE 2	Olje	Oil
EGENVALGTE	Etterkantundersøkelser	Aftermath monitoring

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Mobilisering	3
2	Feltaktiviteter.....	3
3	Vurdering av situasjonen offhore	6
4	Videre arbeid	6

1 Mobilisering

Onsdag 11. desember 2007 skjedde det et utslipp av ca. 4000 m³ olje under bøyelasting fra Statfjord C plattformen. De to første døgnene etter utslipp var det relativt mye vind (opp mot 45 knop) og bølgehøyder opp mot 7 m. SINTEF ble mobilisert gjennom avtale om Etterkantundersøkelser med NOFO onsdag 12- desember 2007 om ettermiddagen. Det ble avtalt avreise til Bergen dagen etter. Alf G. Melbye, Ivar Singsaas og Oddveig M. Bakken fra SINTEF reiste fra Værnes 13. desember kl. 12.05, medbringende 275 kg utstyr fordelt på 19 kolli. Ved ankomst Flesland ble utstyret oppbevart på flyplassen mens vi dro til Sandsli for briefing. Ettersom værvarslingen viste at været skulle bedre seg noe på fredag ble det besluttet at vi skulle dra ut samme kveld. StatoilHydro jobbet med å finne et fartøy som skulle gå ut på kvelden og en opsjon var "Bourbon Tampen" som skulle gå fra Florø kl. 19.00. Vi dro da med fly fra Flesland til Florø kl. 16.45 og var om bord på "Bourbon Tampen" ca. kl 18.00. Ute på Gullfaksfeltet ble vi overført til KV "Leikvin" med MOB båt kl. 08.15.

Logg:

12/12: Mobilisert av NOFO (16.15)
 12/12: Planlegging, møte, prediksjon av oljens forvitring og modellering (20.30-24.00).
 12/12: Klargjøring og avreise til Værnes (08.00-11.00)
 13/12: Værnes til Bergen (12.05)
 13/12: Møte og briefing på Sandsli (13.30-15.45)
 13/12: Bergen til Florø (16.45)
 13/12: Avreise "Bourbon Tampen" ut til Gullfaks (ca. 19.00)
 14/12: Overført fra "Bourbon Tampen" til KV "Leikvin" (ca. 08.15).

2 Feltaktiviteter

Det ble avtalt med StatoilHydro på Sandsli at vi skulle vektlegge målinger med UV-Fluorescens i vannsøylen men samtidig også forsøke å ta prøver fra overflateemulsjon. Det var også et ønske at vi skulle foreta noen målinger rundt utslippsstedet.

KV "Leikvin" gikk nord-vest over i retning Statfjord C på morgenen 14/12 for at vi kunne foreta målinger og prøvetaking i området rundt antatt utslippssted. Fra moderfartøyet kunne vi se et område med sheen og det ble bestemt å sette MOB båten på vannet for å foreta målinger i dette området.

Logg:

14/12: Ca. 10.30: ut med MOB båt for første måling/prøvetaking Statfjord C.
 14/12: Ca. 12.30: inn med MOB båt.

Observasjoner, målinger og prøvetaking:

I sheen området fløt det klumper av emulsjon fra 1-10 cm i størrelse. Det var såpass lite emulsjon og klumpene var så spredt at det var vanskelig å få tatt en prøve med noe særlig volum. Dessuten var det relativt høy sjø – tentativt 4-5 m bølger. Det ble tatt en overflateprøve i dette området. Deretter ble UV-Fluorescensen satt i vannet og det ble foretatt målinger i området. Det ble tatt en vannprøve for kalibrering.

Overflateprøve 1: ca 10.40

61°16.197
 01°54.748

Vannprøve 1: 11.57 (grunneste pumpe, 3m)

61°16.486
 01°54.748

Det ble rapportert fra LN SFT at det var ”olje” over større områder lengre sør-øst i retning Gullfaks og NOFO besluttet utlegging av lenser. Det ble besluttet at KV ”Leikvin” skulle bevege seg til dette området for videre målinger og prøvetaking. I nærheten av Gullfaks A plattformen var det større områder med sheen med emulsjonsklumper av forskjellig størrelse innimellom, tilnærmet det samme som rundt utslippsstedet men vesentlig større i utbredelse.

Logg:

14/12: Ca. 13.30: ut med MOB båt for andre runde måling/prøvetaking Gullfaks A.

14/12: Ca. 15.00: inn med MOB båt.

Observasjoner, målinger og prøvetaking:

Her startet vi med UV-F målinger i vannsøylen og det ble tatt fire vannprøver. Deretter ble det forsøkt tatt prøve av overflateemulsjon. Dette var like vanskelig som ved Statfjord C fordi emulsjonsklumpene var like spredt og økende vind utover dagen vanskeliggjorde prøvetaking..

Start 2. runde måling (etter lunsj): 13.30

I nærheten av Gullfaks A. Startet med UV/F målinger:

61°10.909

02°10.263

Vannprøve 2: 13.48 (grunneste pumpe, 3 m)

61°10.794

02°10.276

Målt UV/F: -6.4

Målinger dypeste pumpe: -5.9/-6.2

Vannprøve 3: 13.55 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.558

02°10.498

Målt UV/F: -0.3

Vannprøve 4: 14.02 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.318

02°10.831

Målt UV/F: -0.2

Vannprøve 5: 14.05 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.231

02°10.913

Målt UV/F: -0.0

Overflateprøve 2: ca 10.30

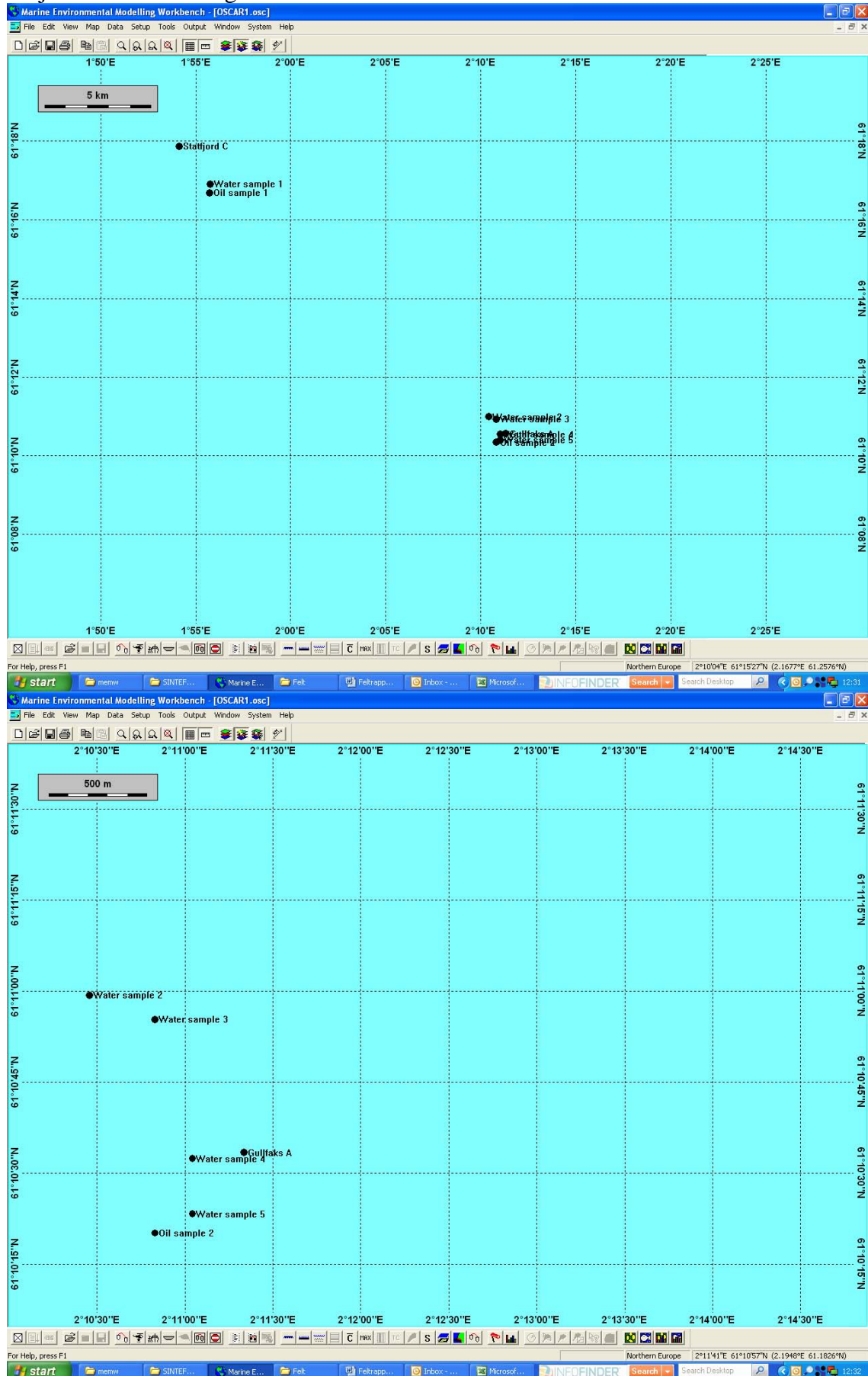
Tar en prøve av overflateemulsjonen. Virker ikke å være veldig viskøs??

Med basis i følgende forhold;

- Det så ikke ut til at situasjonen var annerledes andre steder enn der vi gjorde målinger – som også rapportert av LN SFT.
- Værforholdene var på grensen til at det var forsvarlig og hensiktsmessig å gjøre målinger fra lettboat – arbeidsforholdene var meget vanskelige
- Dagslyset var i ferd med å forsvinne

- ble det besluttet ikke å foreta flere målinger eller ta flere prøver denne dagen.

NOFO hadde to systemer ute en kort tid denne ettermiddagen men både mengde olje/emulsjon på overflaten og relativt grov sjø gjorde det ugunstig med oppsamling ved bruk av lenser. NOFO aksjonen ble avsluttet ganske raskt.



Figur 1 Prøvetaking ved Statfjord C og Gullfaks A 14. desember 2007. Den nederste figuren viser prøvetakingspunkter fra Gullfaksfeltet med noe større oppløsning.

3 Vurdering av situasjonen offshore

Vi ble satt ut i MOB båt fra KV "Leikvin" ca. 10.30 fredag 14/12 i området ved antatt utslippssted rundt Statfjord C og lastebøye. Dette var et område med sheen som kunne sees fra moderfartøyet, begrenset i utstrekning. Det var avtalt med StatoilHydro at dette kunne være et sted å starte målingene samtidig som vi på dette tidspunkt manglet ytterligere informasjon fra LN SFT. Været hadde bedret seg noe, men det var fortsatt vanskelige forhold for prøvetaking og målinger fra lettboat. Det var tynn oljefilm (sheen) i dette området, med små klumper av emulsjon fra 1 og opptil 10 cm størrelse – meget patchvis og spredt. Det ble tatt en prøve av overflateemulsjon. Det var meget vanskelig prøvetaking grunnet spredte klumper og urolig sjø. Det ble foretatt målinger med UV-F samt tatt vannprøver for kalibrering.

Etter overflyging av LN SFT ble det rapportert større områder med sheen rundt Gullfaks plattformene og vi besluttet å gå dit. Etter lunsj ble vi satt ut i MOB båt ca. 13.30 i nærheten av Gullfaks A plattformen. Her var utstrekningen av sheen og emulsjonsklumper vesentlig større enn rundt Statfjord C, men ellers var bildet det samme med tynn oljefilm (sheen) med små patchvise oljeklumper fra 1 til 10 cm i diameter.

4 Videre arbeid

I forhold til feltarbeid anbefales det fra vår side å ha fokus på følgende områder:

1. Prøvetaking av olje på overflata og oljekonsentrasjoner i vannmassene

Slik som situasjonen har vært, med lite olje på overflata (tynn olje over stort område) og indikasjoner på relativt lave oljekonsentrasjoner i vannmassene (blir verifisert av vannprøvene som er tatt), ser ikke SINTEF behovet for å mobilisere feltteam for prøvetaking i tida fremover. Båter i området som eventuelt kommer over forvitret olje bør ta prøver og sende SINTEF for analyse. SINTEF kan være behjelpelig med veiledning i forbindelse med prøvetaking.

Dersom situasjonen endres for eksempel ved at mye olje kommer til overflata, bør dette vurderes på nytt.

Innsamling av oljeprøver der det på senere tidspunkt skulle bli observert olje bør prioriteres Dette kan enten gjøres ved å samle inn emulsjonsklumper etter beste evne, eller bruk av prøvetakingskoffert for de fartøy som har dette tilgjengelig. SINTEF kan gjerne konsulteres hvis det er spørsmål omkring metodikk for prøvetaking.

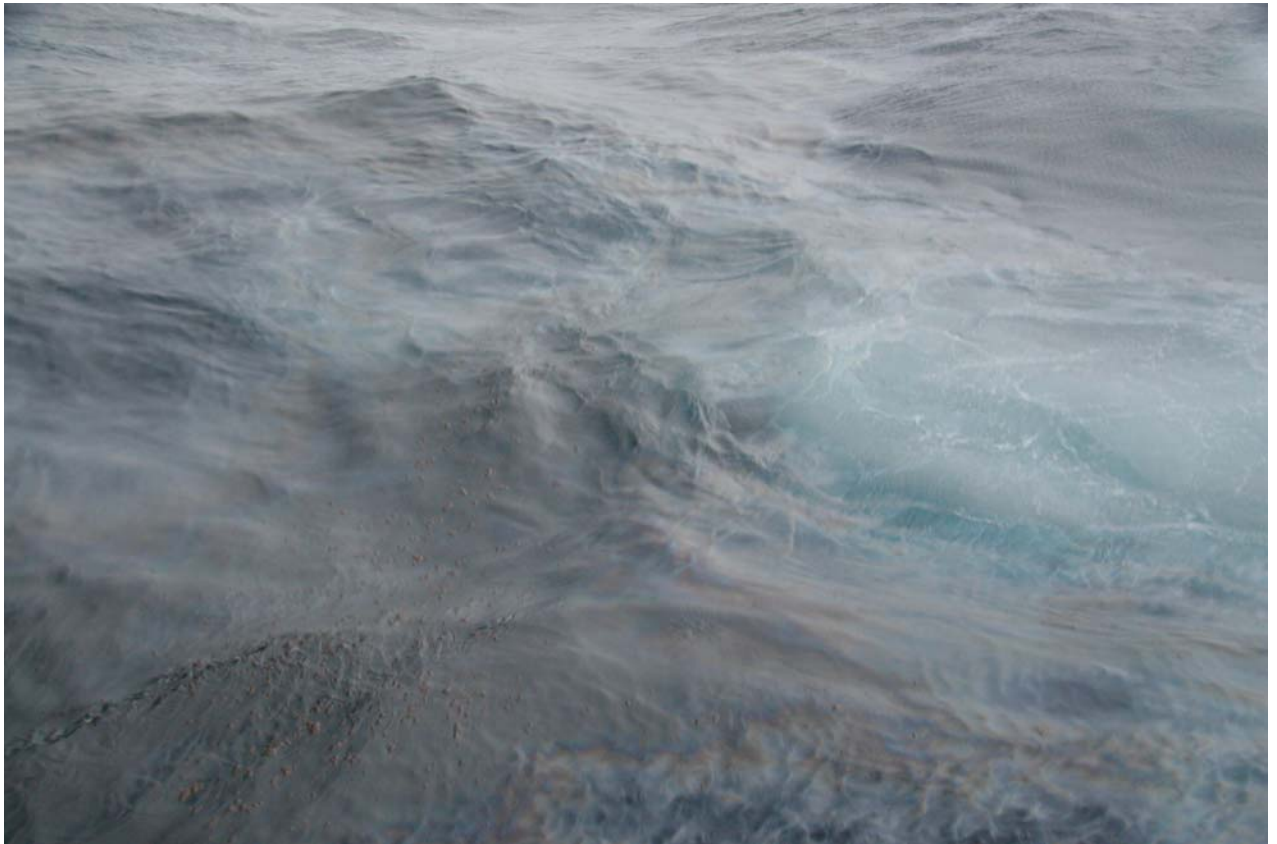
2. Modellering av oljens spredning

Modellsimuleringer med OSCAR bør kjøres for å ha oversikt over hvor oljen befinner seg til enhver tid. Dette kan for eksempel gjøres hver annen dag med oppdaterte værdata (historiske fra de siste dagene) og værprognosene fremover. I tillegg kan simuleringene ta hensyn til input fra flyovervåkning i forhold til hvor oljen befinner seg på gitte tidspunkt. Disse simuleringene vil også kunne gi nyttig input til oljeregnskapet for denne oljevernaksjonen.

3. Oljesølsidentifikasjon

Etter hvert som oljen spres over store områder vil det være nødvendig å identifisere oljen som blir prøvetatt, for å se om dette utslippet er kilden til oljen. Dette kan også gi viktig informasjon om utbredelsen av utslippet dvs. hvor store områder oljen har spredt seg over.

VEDLEGG: BILDER



Figur 1 *Område med "sheen" og emulsjonsklumper*



Figur 2 *Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm*



Figur 3 Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm



Figur 4 Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm.



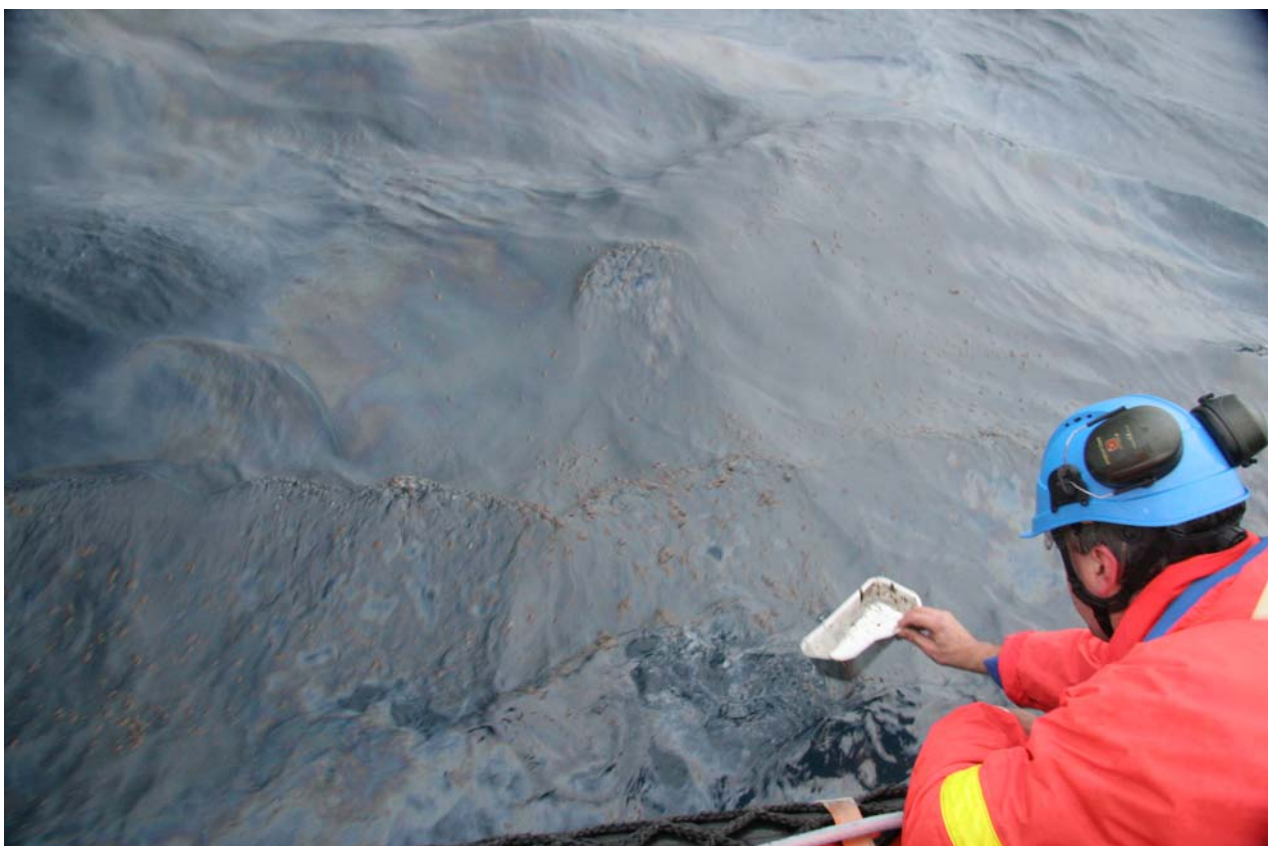
Figur 5 Lastebøye ved Statfjord C.



Figur 6 Gullfaks A plattformen.



Figur 7 Prøvetaking overflateemulsjon.



Figur 8 Prøvetaking overflateemulsjon.



Figur 9 *Måling med UV-Fluorescens.*

Vedlegg 7

A) Prøvetaking av tynn oljefilm

B) Følgerev til prøver av oljeforurensning:

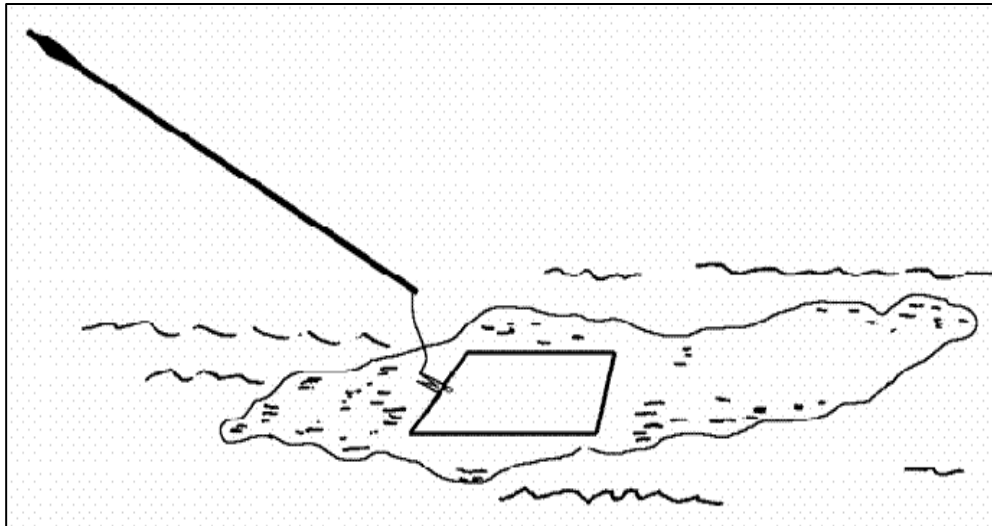
Prøvetaking av tynn oljefilm

Nødvendig utstyr:

Engangskamera, engangshansker, kniv, klesklype, fiskestang, teflonpad, 100 mL glassflaske, blyant, merkelapp, sikkerhetspose.

Prøvetaking:

1. Ta oversiktsbilde med engangskamera eller vha et digitalt kamera hvis mulig
2. Ta på rene hansker. NB! Stor forurensningsfare.
3. Fest fiskesnøret til hullet i klesklypa.
4. Ta teflon nettet ut av Zip posen og klip den fast i klesklypa.
5. Før klesklypa og teflon nettet ned til oljefilmen og la den ligge i filmen i ca. 15 sekunder. Ta bilde av prøvetakingen med engangskameraet.



6. Heis opp teflon nettet. Prøv å unngå at teflon nettet kommer i kontakt med andre ting. Dette for å unngå forurensning.
7. Overfør teflon nettet til glass flasken (100 mL) ved hjelp av rene engangs hansker og skru på korken.
8. Merkelappen påføres nødvendig data med blyant og klistres på flasken.
9. En av de tre kvitteringslappene på sikkerhetsposen klistres på angitt sted på merkelappen. Flasken legges i sikkerhetsposen og posen klistres igjen etter anvisning på posen.
10. Sett flasken og pose tilbake i eska som glasset opprinnelig stod i.
11. Er det hensiktsmessig å ta flere prøver går en tilbake til punkt 2 og starter med nytt rent utstyr.
12. Etter endt prøvetaking gjennomføres prosedyre for pakking og forsendelse.

Følg brev til prøver av oljeforurensning:

Side ____ av ____

Avsender:	Sted, dato:
Kontaktperson, tlf:	
Mottaker:	
SINTEF Materialer og kjemi Marin Miljøteknologi 7465 Trondheim	
Referanseperson i SINTEF:	

Beskrivelse av forurensningen (utbredelse, tykkelse, farge, etc.), bruk egne vedlegg ved behov for større plass, husk da sidenummerering:

Hensikten med eventuelle analyser:

Skisse av forurensningen (marker evt. hvor i flaket prøvene er tatt og dimensjon på flak):

Vedlegg 8

SINTEF-Rapport A7131

**Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting,
12. desember 2007.**

Samlerapport

**SINTEF Materialer og kjemi**

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
4. etg.
Telefon: 4000 3730
Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting, 12. desember 2007.**Samlerapport**

FORFATTER(E)

Alf G. Melbye, Ivar Singasaas, Per J. Brandvik, Mark Reed, Oddveig M. Bakken, Øistein Johansen, Merete Ø. Moldestad

OPPDRAKSGIVER(E)

NOFO

RAPPORTNR. SINTEF A7131	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Karl Henrik Bryne	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 978-82-14-04548-2	PROSJEKTNR. 800962	ANTALL SIDER OG BILAG 19
ELEKTRONISK ARKIVKODE A7131_Samlerapport_Statfjord_12.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <i>Merete Ø. Moldestad</i> Merete Ø. Moldestad	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <i>Per S. Daling</i> Per S. Daling	
ARKIVKODE	DATO 2007-12-20	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <i>Tore Aunaas</i> Tore Aunaas, Forskningsjef	

SAMMENDRAG

Denne rapporten gir en samlet beskrivelse av aktiviteter utført av SINTEF-personell i forbindelse med uhellsutslipp av råolje fra Statfjord onsdag 12.12.2007. Arbeidet ble utført fra onsdag 12/12 og til torsdag 20.12.2007.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Miljø	Environment
GRUPPE 2	Olje	Oil
EGENVALGTE	Etterkantundersøkelser	Aftermath monitoring

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Introduksjon	3
2	Mulig sammensetting av blandingsoljen	3
3	Feltaktiviteter.....	4
4	Analyser.....	8
5	Modellering av drift og spredning	10
6	Videre arbeid	13
	VEDLEGG: BILDER	15

1 Introduksjon

Onsdag 12. desember 2007 skjedde det et utslipp av ca. 4000 m³ olje under bøyelasting fra Statfjord C plattformen. De to første døgnene etter utslipp var det relativt mye vind (opp mot 45 knop) og bølgehøyder opp mot 7 m. SINTEF ble mobilisert gjennom avtale om Etterkantundersøkelser med NOFO onsdag 12- desember 2007 om ettermiddagen.

Det ble onsdag ettermiddag satt i gang arbeid med å predikere oljens egenskaper basert på opplysninger om at den besto av 20 % Statfjord A og 80 % Snorre. Videre ble det avholdt et møte på SINTEF onsdag kveld for planlegging av aktivitetene og forberedelse til å reise offshore. Samtidig ble også de første simuleringene med OSCAR modellen foretatt for å predikere oljen drift på overflaten, massebalanse og spredning i vannsøylen.

I henhold til avtale med NOFO på etterkantundersøkelser, ble både Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) og Havforskningsinstituttet kontaktet (HI) for å utarbeide en foreløpig plan for etterkantundersøkelser. Det ble avklart at HI ikke anså det nødvendig å mobilisere feltarbeid sammen med SINTEF og NINA den 13.12.

Det ble avtalt avreise til Bergen dagen etter. Alf G. Melbye, Ivar Singsaas og Oddveig M. Bakken fra SINTEF, samt Arne Follestad fra NINA reiste fra Værnes 13. desember kl. 12.05, medbringende 275 kg utstyr fordelt på 19 kollo. Ved ankomst Flesland ble utstyret ble utstyret oppbevart på flyplassen under briefing på Sandsli. Ettersom værvarslingen viste at været skulle bedre seg noe på fredag ble det besluttet å dra offshore samme kveld. StatoilHydro jobbet med å finne et fartøy som skulle gå ut på kvelden og en opsjon var "Bourbon Tampen" som skulle gå fra Florø kl. 19.00. Vi dro da med fly fra Flesland til Florø kl. 16.45 og var om bord på "Bourbon Tampen" ca. kl 18.00. Ute på Gullfaksfeltet ble vi overført til KV "Leikvin" med MOB båt kl. 08.15 fredag morgen.

Logg:

12/12: Mobilisert av NOFO (16.15)

12/12: Planlegging, møte, prediksjon av oljens forvitring og modellering (20.30-24.00).

12/12: Klargjøring og avreise til Værnes (08.00-11.00)

13/12: Værnes til Bergen (12.05)

13/12: Møte og briefing på Sandsli (13.30-15.45)

13/12: Bergen til Florø (16.45)

13/12: Avreise "Bourbon Tampen" ut til Gullfaks (ca. 19.00)

14/12: Overført fra "Bourbon Tampen" til KV "Leikvin" (ca. 08.15).

2 Mulig sammensetting av blandingsoljen

I forbindelse med utsippet fra Statfjordfeltet 12.12.2007 har SINTEF blitt bedt om å anslå sammensettingen til og egenskapene av denne oljen. I følge opplysninger onsdag ettermiddag fra StatoilHydros operasjonsledelse i Bergen ved Nina Jakobsen er oljen en blanding av følgende oljer:

- Statfjord A: 20%
- Snorre A: 80%

SINTEF har foretatt en forvitningsstudie av Statfjord A i 2001 (Moldestad et al, 2001) og tilsvarende av Snorre A (da kalt Snorre blend) i 1992 (Hokstad og Daling, 1992).

Forvitningsstudiet av Snorre A er seinere oppdatert i 2004, da kalt Snorre TLP (Resby, 2004).

Begge disse oljene er middels voksrrike parafinske oljer som karakteriseres høy avdamping, et hurtig vannopptak og dannelse av stabile, viskøse emulsjoner. Se andre notater fra SINTEF når det gjelder prediksjoner av oljesølets egenskaper for aktuelle værprognoser (vil fortløpende bli oppdatert).

Som et best tilgjengelig estimat for denne blandingsoljens sammensetting og egenskaper, har vi antatt et blandingsforhold på 20:80 og lineære forhold mellom oljenes sammensetting og egenskaper. Dette synes å være en rimelig antagelse for en blanding av slike relativt like oljer (se tabell 1 neste side).

Tabell 1: Antatt sammensetting av oljen sluppet ut på Statfjordfeltet 12.12.2007

Oil Type	Statfjord A		Snorre TLP (A)		Blend	
Percentage in blend	20 %		80 %		100 %	
Specific gravity (g/l)	0,827		0,834		0,833	
Pour point (°C)	0		3		2	
Visc. at 13°C (cP)	43		8		15	
Asphaltenes (wgt.%)	0,06		0,28		0,24	
Wax (wgt.%)	4,30		5,20		5,0	
TBP curves	Statfjord A		Snorre TLP (A)		Blend	
	°C	Vol%	°C	Vol%	°C	Vol%
	65	8,2	65	6,7	65	7,0
	90	12,3	90	11,5	90	11,7
	150	25,6	150	24,5	150	24,7
	182	36,6	182	29,5	182	30,9
	240	42,6	240	40,3	240	40,8
	320	58,4	320	55,7	320	56,2
	375	67,3	375	66,9	375	67,0
	420	73,2	420	72	420	72,2
	525		525		525	
	565		565		565	

Sammensetting og egenskaper til denne blandingen er meget nær Statfjord C oljens egenskaper (Moldestad et al., 2001). Forvittringsstudiet for Statfjord C er også mer omfattende en det begrensede studiet som ble utført på Snorre TLP (A).

Konklusjon:

SINTEF vil derfor bruke data fra forvittringsstudiet av Statfjord C i prediksjoner for forvitring, drivbane etc. (SINTEF Oljeforvittrings Modell og OSCAR) i vårt videre arbeid med dette oljesølet.

Referanser – Forvittringsstudier ved SINTEF

Hokstad, J. N., Daling, P. S., 1992. Snorre-oljens forvitringsegenskaper på sjøen - En håndbok for Saga Petroleum a.s, IKU rapport nr. 22.2039.00/01/92, Trondheim, 1992

Resby, J. L. M., 2004. Snorre TLP, Snorre B og Vigdis oljene Forvitringsegenskaper relatert til beredskapstiltak. SINTEF rapport STF66 F04041, Trondheim, 2004.

Moldestad, M. Ø., Singaas, I., Resby, J L M., Faksness L-G. og Hokstad, J.N. 2001: Statfjord A, B og C Egenskaper og forvitring på sjøen, karakterisering av vannløselige komponenter relatert til beredskap. SINTEF report STF66 F00138, Trondheim, 2001.

3 Feltaktiviteter 14.12

Det ble avtalt med StatoilHydro på Sandsli at vi skulle vektlegge målinger med UV-Fluorescens i vannsøylen men samtidig også forsøke å ta prøver fra overflateolje. Det var også et ønske at vi skulle foreta noen målinger rundt utslippsstedet.

KV "Leikvin" gikk nord-vest over i retning Statfjord C på morgenen 14/12 for at vi kunne foreta målinger og prøvetaking i området rundt antatt utslippssted. Fra moderfartøyet kunne vi se et område med sheen og det ble bestemt å sette MOB båten på vannet for å foreta målinger i dette

området. Vi ble satt ut i MOB båt fra KV ”Leikvin” ca. 10.30 fredag 14/12 i området ved antatt utslippssted rundt Statfjord C og lastebøye. Dette var et område med sheen som kunne sees fra moderfartøyet, begrenset i utstrekning. Det var avtalt med StatoilHydro at dette kunne være et sted å starte målingene samtidig som vi på dette tidspunkt manglet ytterligere informasjon fra LN SFT. Været hadde bedret seg noe, men det var fortsatt vanskelige forhold for prøvetaking og målinger fra lettboat. Det var tynn oljefilm (sheen/rainbow/metallic) i dette området, med små klumper av olje fra 1 og opptil 10 cm størrelse – meget patchvis og spredt. Det ble tatt en prøve av overflateoljen. Det var meget vanskelig prøvetaking grunnet spredte klumper og urolig sjø. Det ble foretatt målinger med UV-F samt tatt vannprøver for kalibrering.

Logg:

14/12: Ca. 10.30: ut med MOB båt for første måling/prøvetaking Statfjord C.

14/12: Ca. 12.30: inn med MOB båt.

Observasjoner, målinger og prøvetaking:

I sheen området fløt det klumper av olje fra 1-10 cm i størrelse. Det var såpass lite olje og klumpene var så spredt at det var vanskelig å få tatt en prøve med noe særlig volum. Dessuten var det relativt høy sjø – tentativt 4-5 m bølger. Det ble tatt en overflateprøve i dette området. Deretter ble UV-Fluorescensmåleren satt i vannet (hhv 1 og 3 meter og 3 og 5 meters dyp) og det ble foretatt målinger i området. Det ble tatt en vannprøve for kalibrering.

Overflateprøve 1: ca 10.40

61°16.197

01°54.748

Vannprøve 1: 11.57 (grunneste pumpe, 3m)

61°16.486

01°54.748

Det ble rapportert fra LN SFT at det var ”olje” (sheen og oljeklumper) over større områder lengre sør-øst i retning Gullfaks og NOFO besluttet utlegging av lenser. Det ble besluttet at KV ”Leikvin” skulle bevege seg til dette området for videre målinger og prøvetaking. I nærheten av Gullfaks A plattformen var det større områder med sheen med oljeklumper av forskjellig størrelse innimellom, tilnærmet det samme som rundt utslippsstedet men vesentlig større i utbredelse. Sheenområdene var oppdelt i ”windrows” med mindre områder imellom uten synlig sheen. Etter lunsj ble vi satt ut i MOB båt ca. 13.30 i nærheten av Gullfaks A plattformen. Her var utstrekningen av sheen og oljeklumper vesentlig større enn rundt Statfjord C, men ellers var bildet det samme med tynn oljefilm (sheen/rainbow/metallic)) med små patchvise oljeklumper fra 1 til 10 cm i diameter.

Logg:

14/12: Ca. 13.30: ut med MOB båt for andre runde måling/prøvetaking Gullfaks A.

14/12: Ca. 15.00: inn med MOB båt.

Observasjoner, målinger og prøvetaking:

Her startet vi med UV-F målinger i vannsøylen og det ble tatt fire vannprøver. Deretter ble det forsøkt tatt prøve av overflateolje. Dette var like vanskelig som ved Statfjord C fordi oljeklumpene var spredt og økende vind utover dagen vanskeliggjorde prøvetaking..

Start 2. runde måling (etter lunsj): 13.30

I nærheten av Gullfaks A. Startet med UV/F målinger:

61°10.909

02°10.263

Vannprøve 2: 13.48 (grunneste pumpe, 3 m)

61°10.794

02°10.276

Målinger dypeste pumpe: -5.9/-6.2

Vannprøve 3: 13.55 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.558

02°10.498

Vannprøve 4: 14.02 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.318

02°10.831

Vannprøve 5: 14.05 (grunneste pumpe, 3m)

61°10.231

02°10.913

Overflateprøve 2: ca 10.30

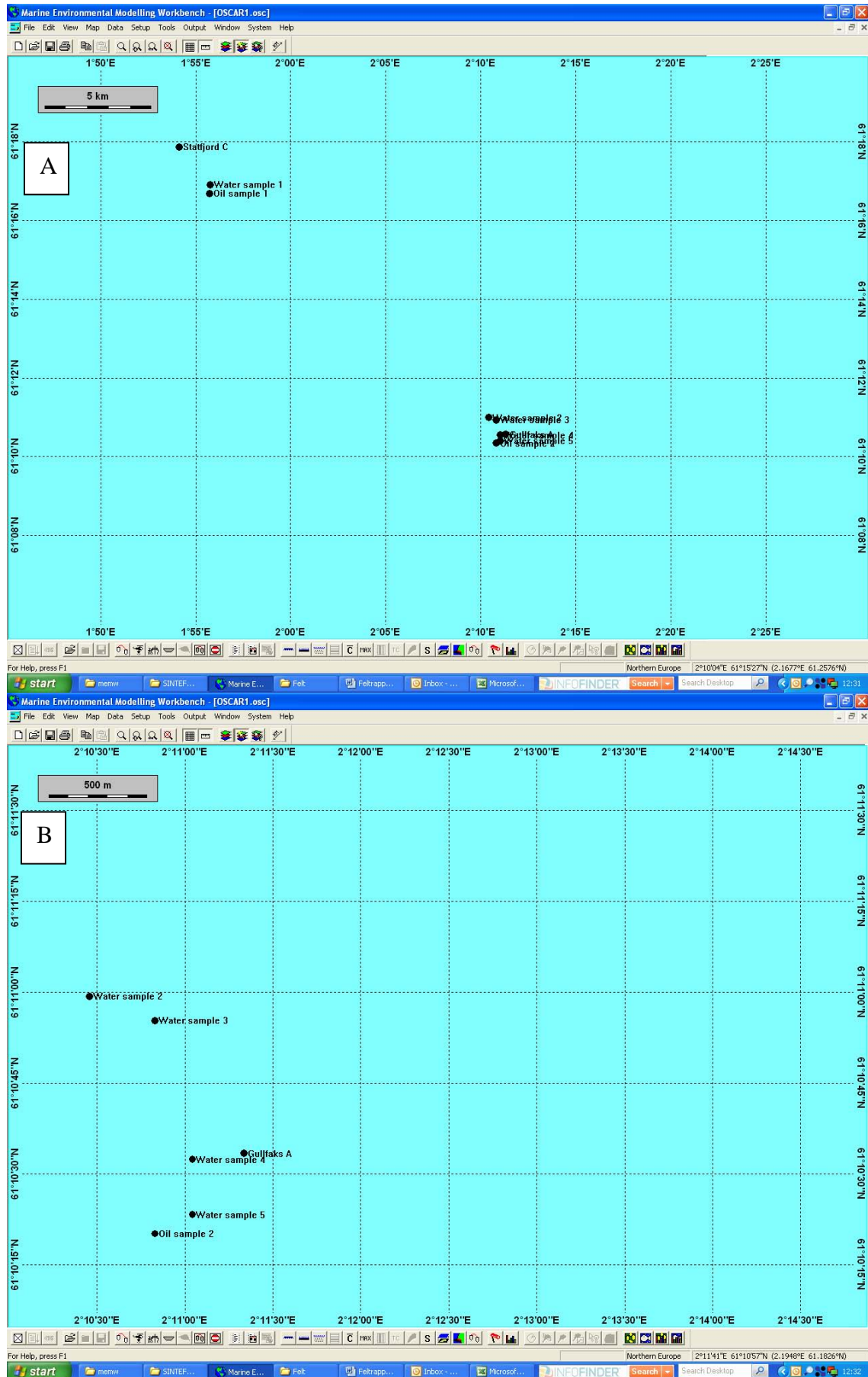
Tar en prøve av overflateoljen. Virker ikke å være veldig viskøs??

Med basis i følgende forhold;

- Det så ikke ut til at situasjonen var annerledes andre steder enn der vi gjorde målinger – som også rapportert av LN SFT.
- Med økende vind var værforholdene på grensen til at det var forsvarlig og hensiktsmessig å gjøre målinger fra lettboat – arbeidsforholdene var meget vanskelige
- Dagslyset var i ferd med å forsvinne

- ble det besluttet ikke å foreta flere målinger eller ta flere prøver denne dagen.

NOFO hadde to systemer ute en kort tid denne ettermiddagen men både mengde olje på overflaten og relativt grov sjø gjorde det ugunstig med oppsamling ved bruk av lenser. NOFO aksjonen ble avsluttet ganske raskt.



Figur 1 A) Prøvetaking ved Statfjord C og Gullfaks A 14. desember 2007.
 B) Prøvetakingspunkter fra Gullfaksfeltet med noe større oppløsning.

4 Analyser

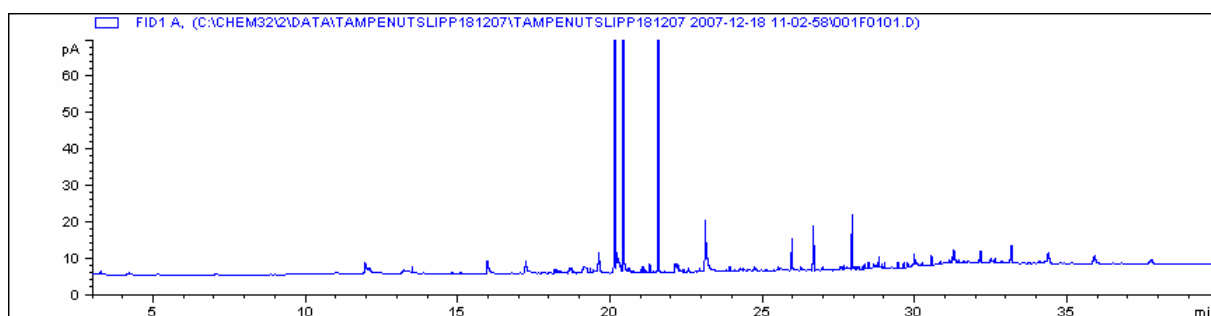
Tre vannprøver og to oljeprøver fra overflata har blitt analysert i forhold til de parametere angitt i tabellen under.

Prøvetype ¹⁾	Gasskromatografi	Vanninnhold	Viskositet	Tetthet (vannfri prøve)
Vannprøve 1	X			
Vannprøve 2	X			
Vannprøve 3	X			
Overflateprøve 1	X	X	X	X
Overflateprøve 2	X	X	X	X

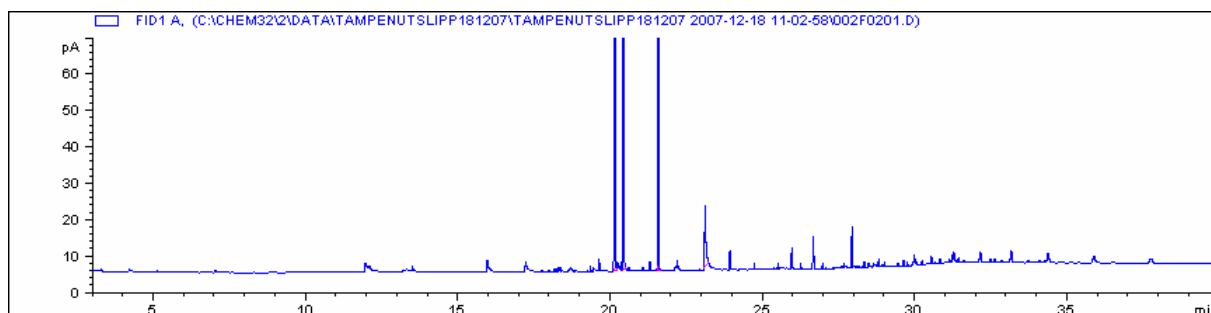
1) Vannprøve 4 og 5 ble knust i transport

Vannprøver

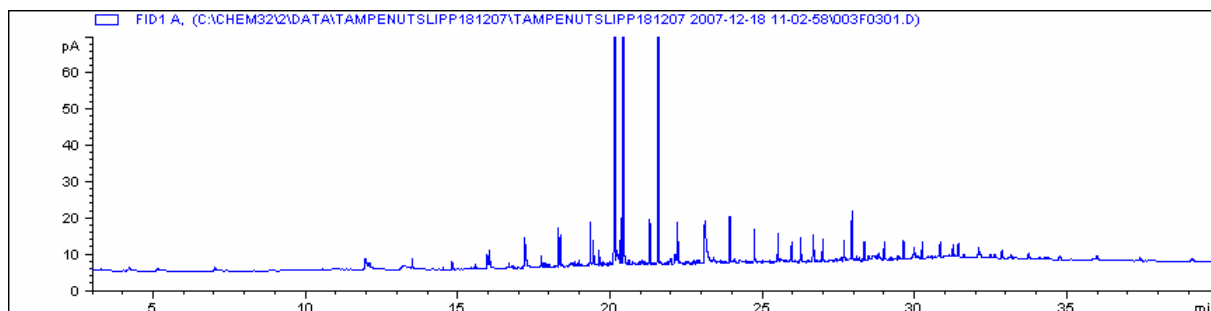
Vannprøvene ble tilsatt internstandarder, ekstrahert med diklormetan, dampet inn og analysert med gasskromatografi. Figur 1-3 viser gasskromatogrammene fra analyse av vannprøvene.



SINTEF Id.: 2007-0677 - vannprøve 1 kl.: 10:57



SINTEF Id.: 2007-0678, vannprøve 2 kl.: 13:47



SINTEF Id.: 2007-0679, vannprøve 3 kl.: 13:55

Vannprøvene 1 og 2 viser kun spor av hydrokarboner, mens vannprøve 3 viser et tydelig m-alkanmønster, og er signifikant inneholdende olje, i en konsentrasjon på ca. 100 ppb (0,1 mg/L) over bakgrunnsverdien. Prøve 2 og 3 ble prøvetatt i nærhet av Gullfaks A plattformen, og kan i teorien inneholde olje fra produsert vann, men under prøvetaking var det oljeklumper til stede på overflata.

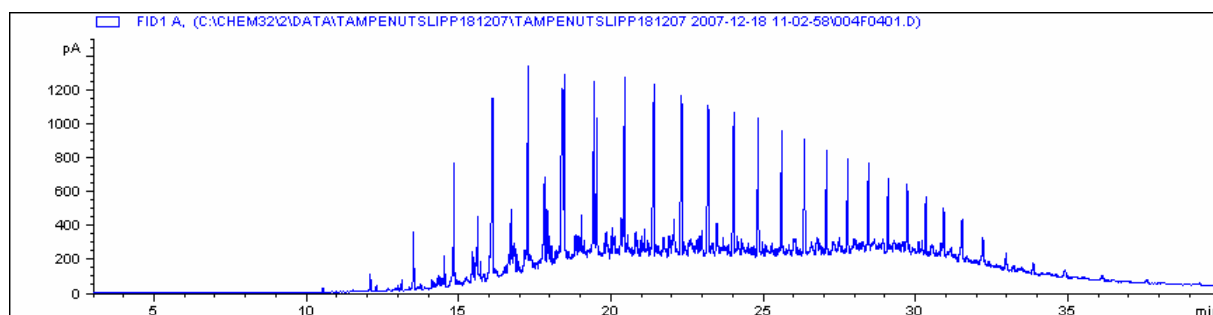
Overflateprøver

Tabellen under oppsummerer fysikalsk-kjemiske måleverdier for de to overflateprøvene som ble analysert.

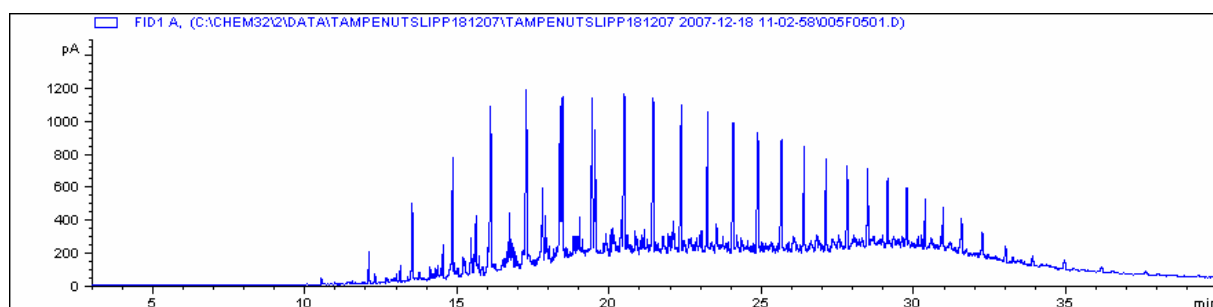
Prøve, Id.	Beskrivelse	Vanninnhold, Vol %	Viskositet (cP)		Tetthet vannfri, g/ml ved 15,5°C	Estimert fordampningsgrad*	Dispergerings-effektivitet, IFP-testen, %
			10 s ⁻¹	100 s ⁻¹			
Overflateprøve 1	Prøve tatt når utslippsstedet ved Statfjord C	22,3	9260	2570	0,9200	280°C+, ca. 50 %	2,2
Overflateprøve 2	Prøve tatt i nærheten av Gullfaks A plattformen	23,7	8850	2480	0,9015	280°C+, ca. 50 %	1,2

* Fordampningsgrad estimert ut fra Gasskromatogram og målt tetthet for vannfri olje.

Figurene under viser gasskromatogrammene fra de to overflateprøvene.



SINTEF Id.: 2007-0680, Overflateprøve 1



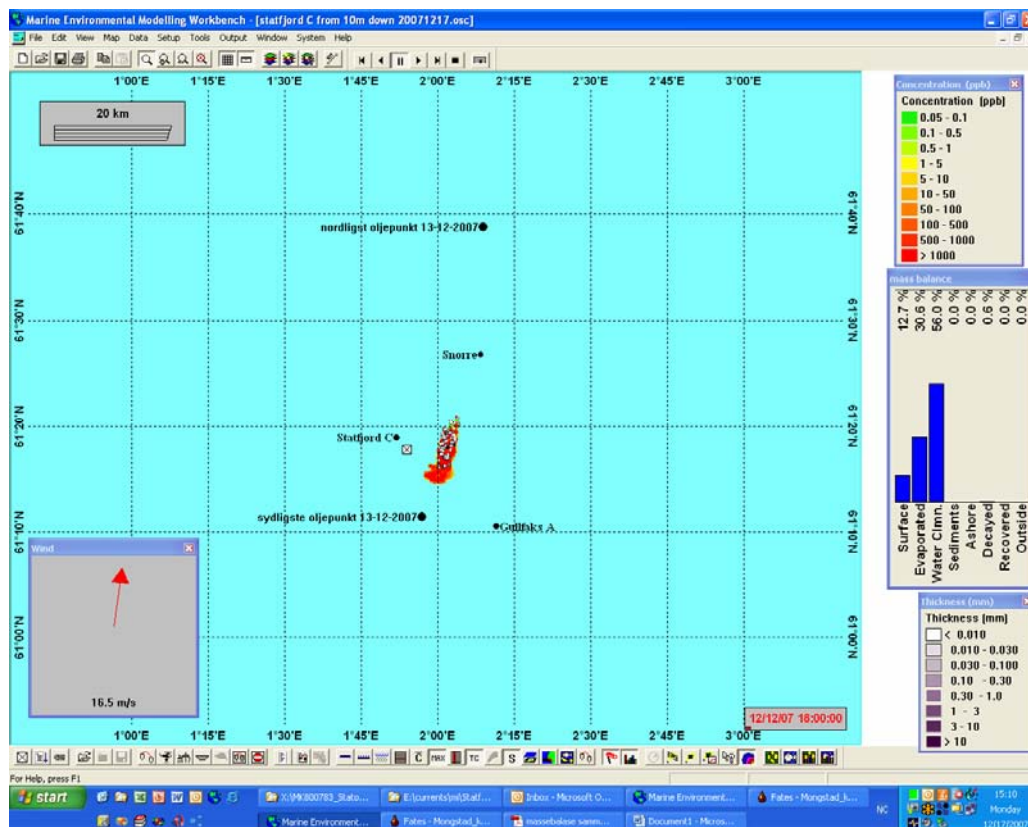
SINTEF Id.: 2007-0681, Overflateprøve 2

Analysene viser at oljen fra de oppsamlede oljeklumpene er så kraftig avdampnet, som svarer til et residue på ca. 280°C+ (ca. 50% fordamping i forhold til fersk olje). Dette indikerer at de stammer fra en tynn oljefilm, noe som også forklarer det lave vanninnholdet i klumpene (oljefilmen er for tynn til at oljen effektivt tar opp vann). På grunn av den svært høye avdampningen vil disse oljeklumpene ha et høyt stivnepunkt, og vil ikke la seg effektivt dispergere (i henhold til standardisert metodikk – IFP metoden).

Modellering av drift og spredning

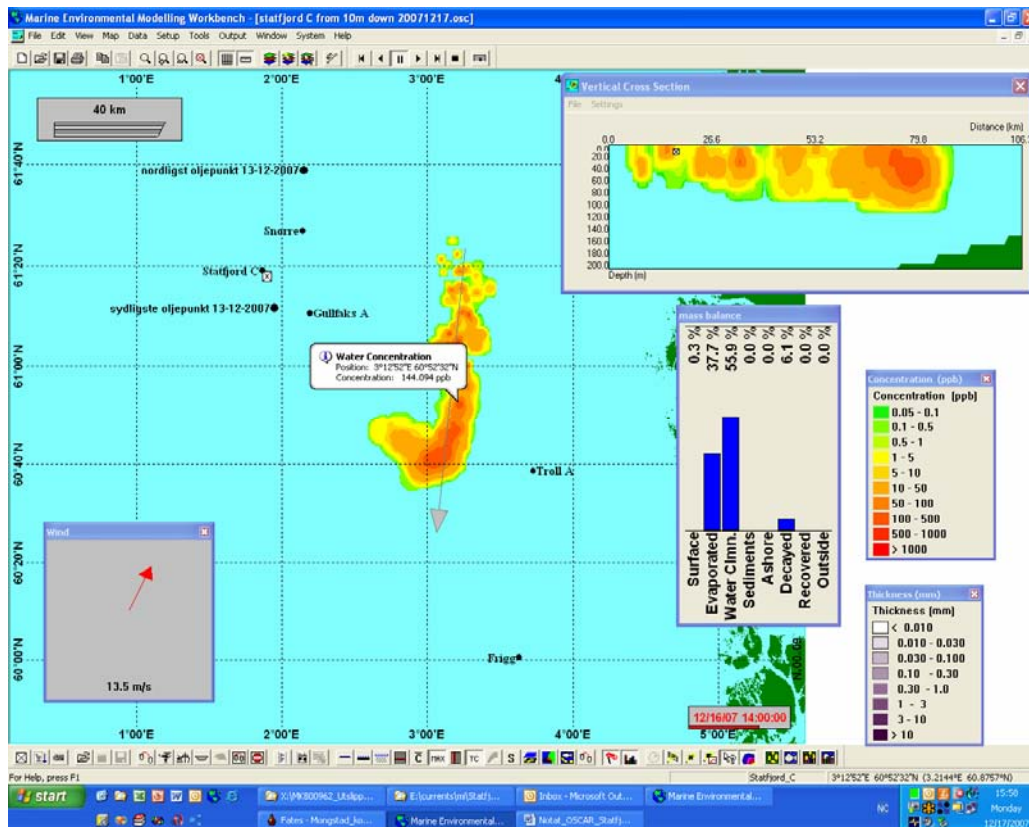
OSCAR-modellen er brukt for å beregne spredning på overflata og i vannmassene samt konsentrasjoner av olje i vannmassene. Utslippsbetingelser oppgitt av StatoilHydro er:

- Utslipp av 4000 m³ Statfjord C olje
- Start 10:00 12-12-2007
- Varighet 2 timer
- Vind og strøm prognosert av Metno 12.12.2007 - .12.19.2007
- Utslipp fra 10 m dybde

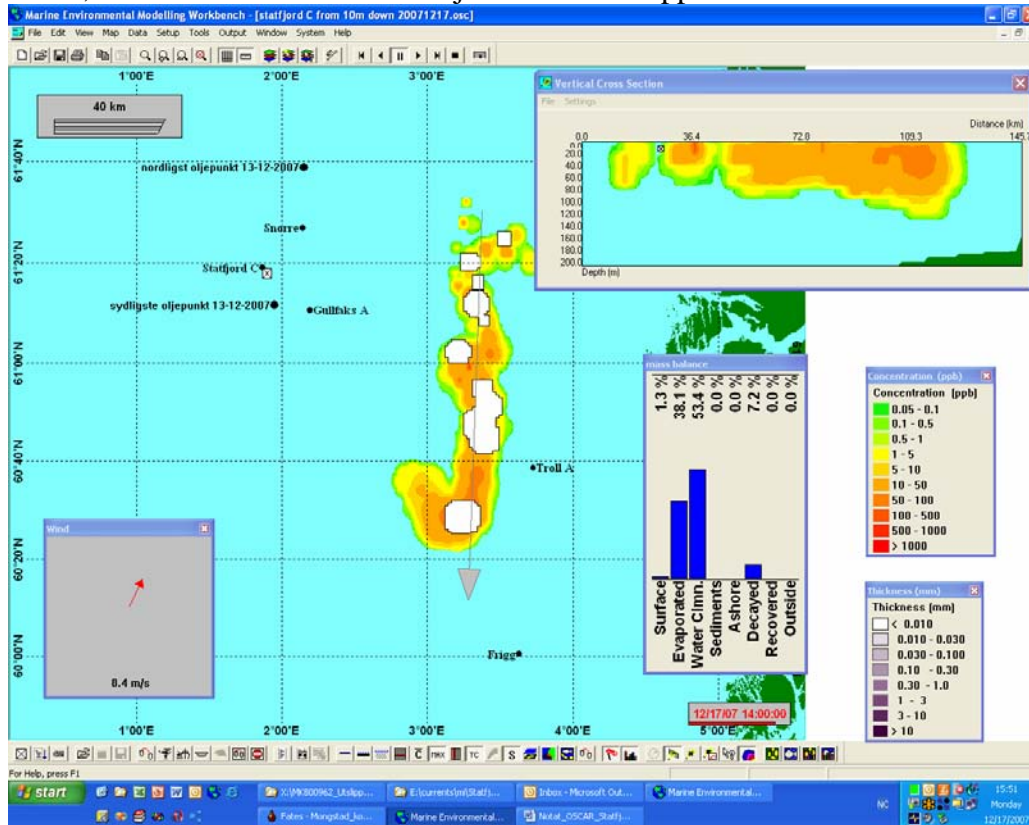


Prognosert olje utstrekning i vannet (farger) og på overflaten (firkanter, svart-hvit); omkring 13% av oljen på overflaten; 12-12-2007 kl 18:00; maksimum konsentrasjoner i vannet er rundt 10 ppm total hydrokarboner (THC; løst pluss dråper); maksimum løst konsentrasjoner rundt 1 ppm.

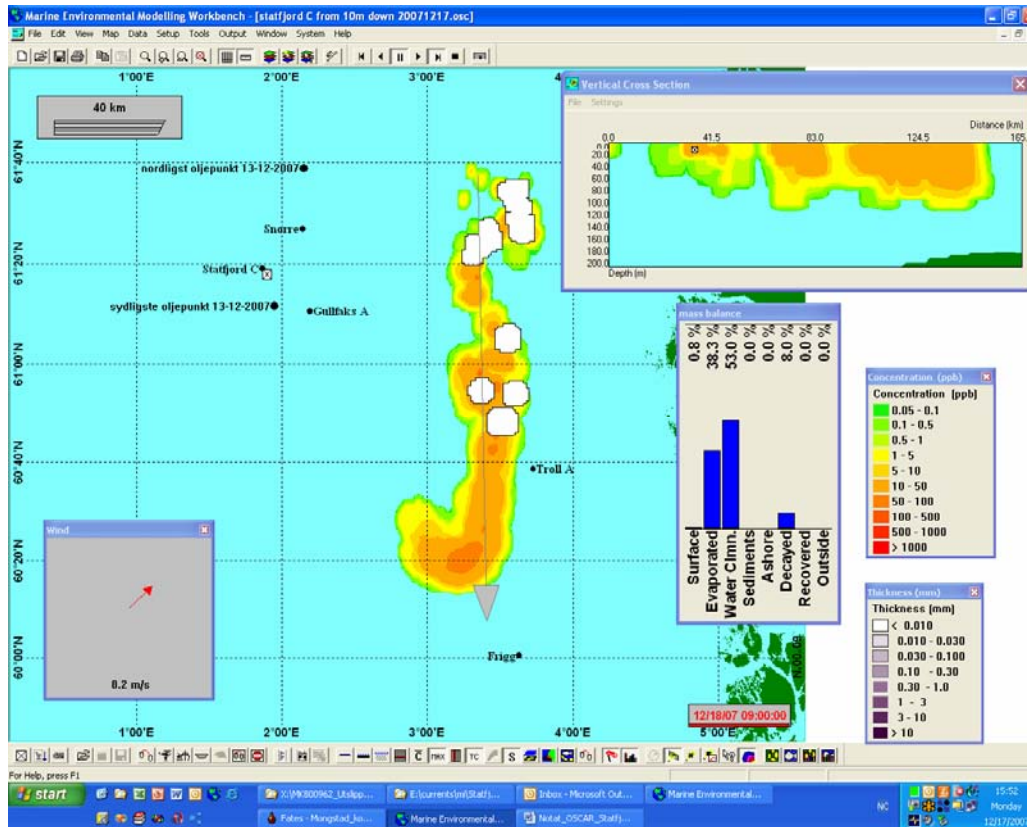
Prognosert olje utstrekning i vannet (farger); omkring 4% av oljen på overflaten 13-12-2007 kl 14:00; maksimum vann konsentrasjoner rundt 2 ppm total hydrokarboner (THC)



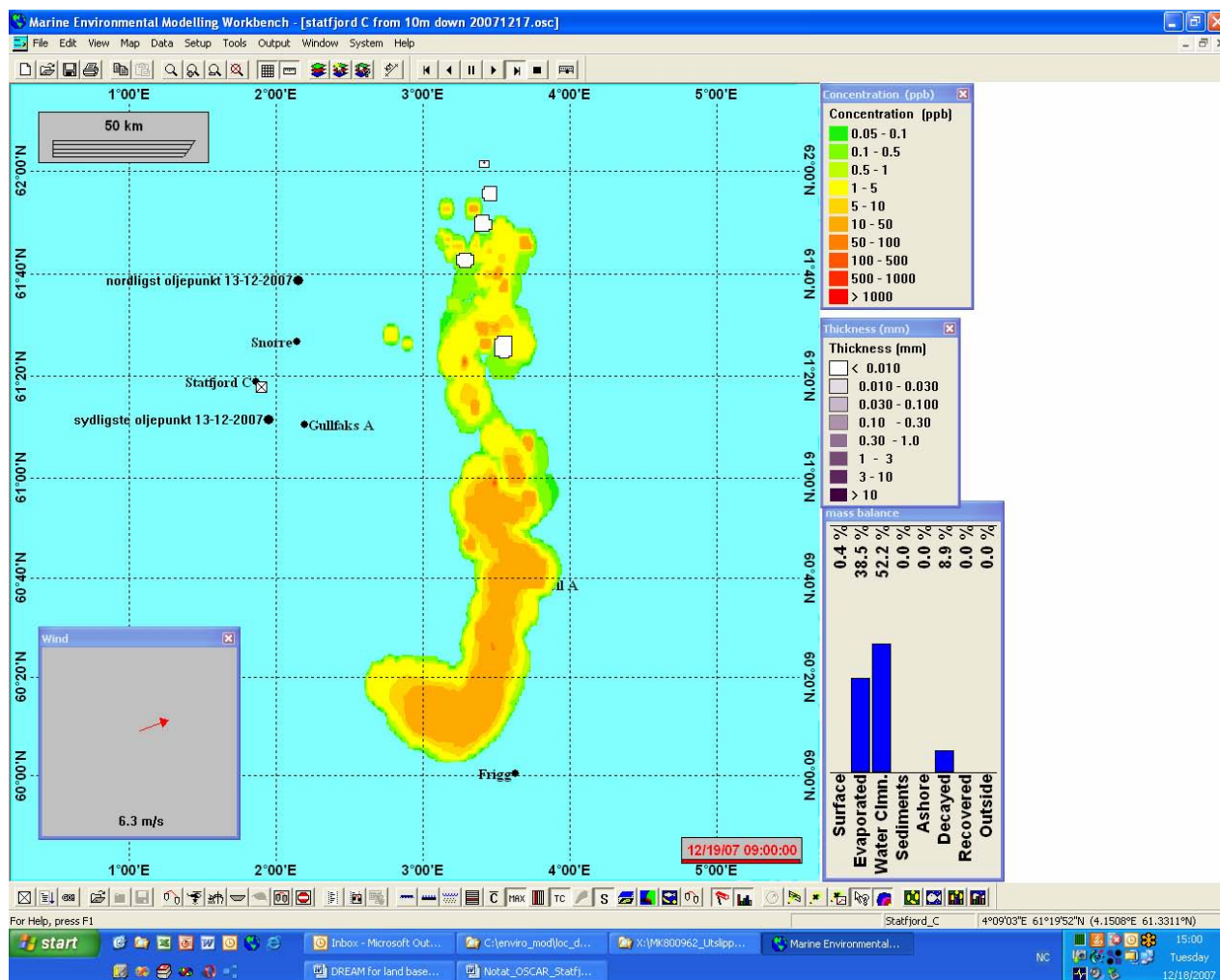
Prognosert olje utstrekning i vannet (farger); lite og veldig tynn olje på overflaten 16-12-2007 kl 14:00; maksimum vann konsentrasjoner rundt 150 ppb THC



Prognosert for 17-12-2007 kl 14:00: litt over 1 % av oljen på overflaten; maksimum vann konsentrasjoner rundt 100 ppb THC



Prognosert for 18-12-2007 kl 09:00; olje i vannet strekker seg over 150 km nord-sør. Omkring 1% av oljen på overflaten; maksimum vann konsentrasjoner 90 - 100 ppb THC



Prognosert for 19-12-2007 kl 09:00; olje i vannet strekker seg over 200 km nord-sør. Under 1% av oljen på overflaten; maksimum vann konsentrasjoner rundt 100 ppb THC

5 Videre arbeid

I forhold til feltarbeid anbefales det fra vår side å ha fokus på følgende områder:

1. Prøvetaking av olje på overflata

Slik som situasjonen har vært, med lite olje på overflata (tynn olje over stort område) og indikasjoner på relativt lave oljekonsentrasjoner i vannmassene (blir verifisert av vannprøvene som er tatt), ser ikke SINTEF behovet for å mobilisere felteam for prøvetaking i tida fremover. Båter i området som eventuelt kommer over forvitret olje bør ta prøver og sende SINTEF for analyse. SINTEF kan være behjelpelig med veiledning i forbindelse med prøvetaking. Dersom situasjonen endres for eksempel ved at mye olje kommer til overflata, bør dette vurderes på nytt.

Innsamling av oljeprøver der det på senere tidspunkt skulle bli observert olje bør prioriteres Dette kan enten gjøres ved å samle inn overflateolje etter beste evne, eller bruk av prøvetakingskoffert for de fartøy som har dette tilgjengelig. SINTEF kan gjerne konsulteres hvis det er spørsmål omkring metodikk for prøvetaking.

2. Modellering av oljens spredning

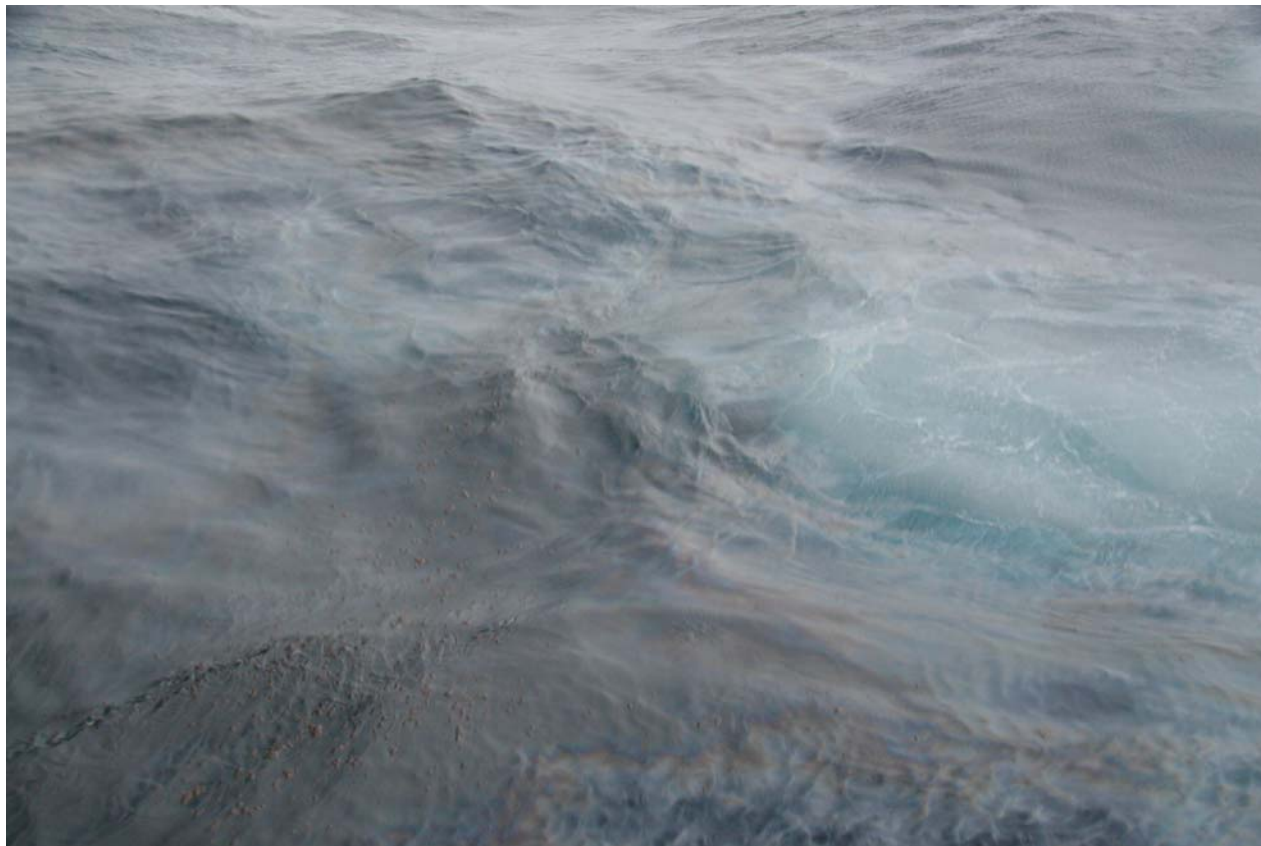
Modellsimuleringer med OSCAR bør kjøres for å ha oversikt over hvor oljen befinner seg til enhver tid. Dette kan for eksempel gjøres hver annen dag med oppdaterte værdata (historiske fra de siste dagene) og værprognosene fremover. I tillegg kan simuleringene ta hensyn til input fra

flyovervåkning i forhold til hvor oljen befinner seg på gitte tidspunkt. Disse simuleringene vil også kunne gi nyttig input til oljeregnskapet for denne oljevernaksjonen.

3. Oljesølsidentifikasjon

Etter hvert som oljen spres over store områder vil det være nødvendig å identifisere oljen som blir prøvetatt, for å se om dette utslippet er kilden til oljen. Til dette benyttes en egen analysemetodikk for identifisering (CEN Guidelines, 2006, part 2). Dette kan også gi nyttig informasjon om utbredelsen av utslippet dvs. hvor store områder oljen har spredt seg over.

VEDLEGG: BILDER (14.12.2007)



Figur 1 *Område med "sheen" og emulsjonsklumper*



Figur 2 *Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm*



Figur 3 Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm



Figur 4 Klumper med emulsjon, tentativt 1-10 cm.



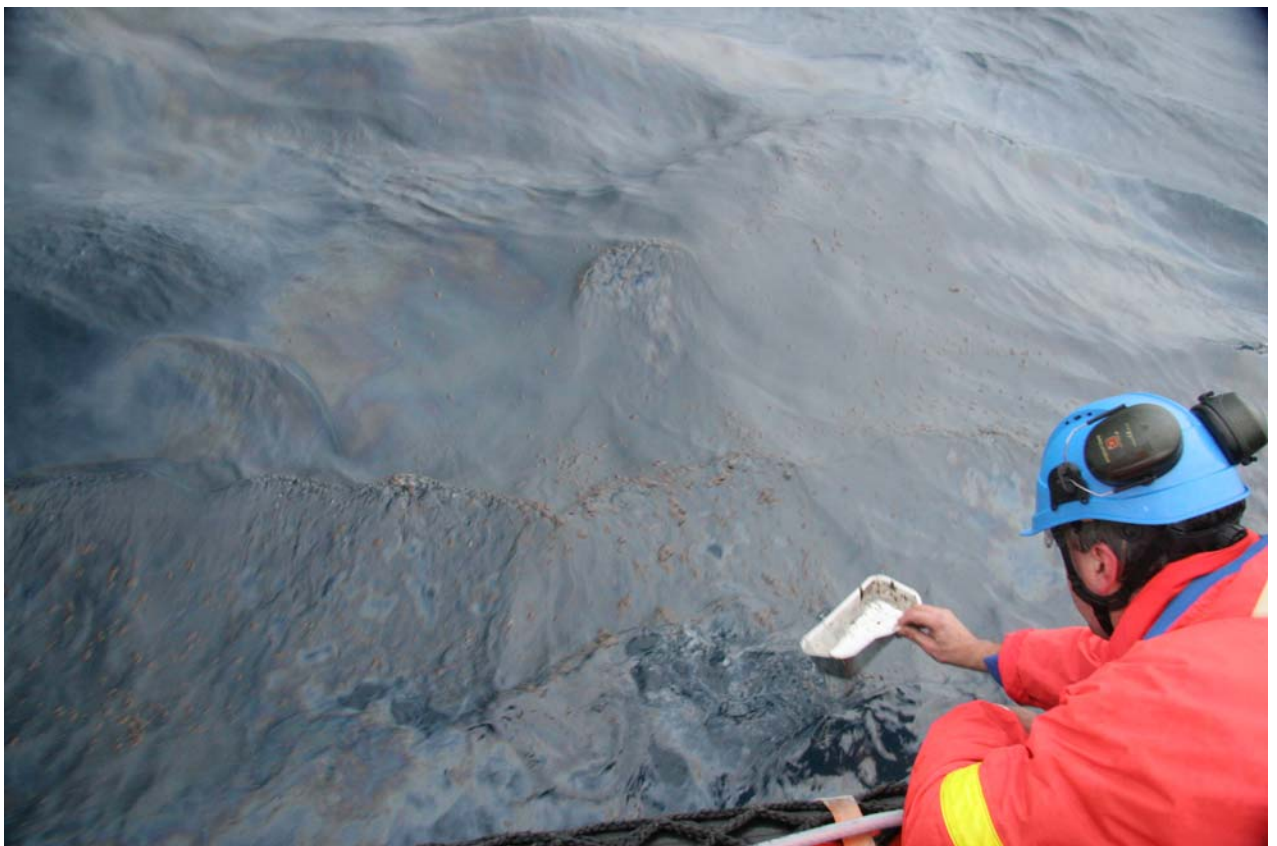
Figur 5 Lastebøye ved Statfjord C.



Figur 6 Gullfaks A plattformen.



Figur 7 Prøvetaking overflateemulsjon.



Figur 8 Prøvetaking overflateemulsjon.



Figur 9 *Måling med UV-Fluorescens.*

Vedlegg 9

**Foreløpig notat, NINA
Vurdering av sjøfuglforekomster innenfor mulig
influensområde i åpent hav for oljeutslipp fra Statfjord A,
desember 2007**

Vurdering av sjøfuglforekomster innenfor mulig influensområde i åpent hav for oljeutslipp fra Statfjord A, desember 2007

Foreløpig notat, 12.12.2007, 23:00

Svein-Håkon Lorentsen, Norsk institutt for naturforskning, NINA
e-post: shl@nina.no, tlf: 93466770

Det mulige influensområdet er foreløpig vurdert å ligge i området fra Statfjord-feltet og nordover mot havområdene vest for Stadt, dvs til ca 62°N. Generelt er dette et havområde der det er gjort få sjøfugltellinger i åpent hav vinterstid. NINA har derfor et noe mangelfullt datagrunnlag for å underbygge en vurdering av potensielle sjøfuglforekomster. I vår database fra perioden 1980-2002 har vi data fra 37 000 km transekter i dette området (i praksis området fra Bergen til Stadt og nesten til Færøyene). Beregnede tettheter av noen alkefuglarter er gitt under.

Art	Tetthet (individer/km ²)
Lomvi	1,25
Lunde	0,04
Alke	0,13
Alkekonge	0,32

Det er også gjort sannsynlighetsberegninger for å påtreffe noen aktuelle sjøfuglarter i området. De mest sårbare artene vil sannsynligvis være alkefugl, og en sannsynlighetsfordeling for å treffe på lomvi finnes her (<http://www.seapop.no/bilder-1/kart-til-apent-hav/fordeling-av-arter/utbredelse-lomvi-vinter>). Lomvi er ført opp på den norske rødlista som kritisk truet, og den norske bestanden er redusert med mer enn 95% siden 1980-tallet. Tilsvarende kart over sannsynlighetsfordeling for lunde kan finnes her: <http://www.seapop.no/bilder-1/kart-til-apent-hav/fordeling-av-arter/utbredelse-lunde-vinter>.

Andre arter kan forekomme med like stor sannsynlighet, og det er blant annet kjent at området kan være et viktig overvintringsområde for alkekonge. Andre arter (blant annet havhest og ulike måkefugler) antas å være vanlige i området men er ikke like sårbare overfor oljesøl som alkefuglene.

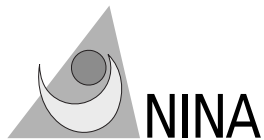
Forekomsten av sjøfugl i det aktuelle influensområdet er så dårlig kartlagt på denne tiden av året at NINA vil anbefale at det foretas en kartlegging av sjøfugl fra båt eller helikopter i nærheten av og i forkant av oljeflaket så snart værforholdene gjør dette praktisk mulig (krever vind av styrke liten kuling eller lavere). En slik kartlegging vil være viktig for å vurdere mulig skadeomfang. NINA vil kunne mobilisere en observatør som reiser ned til Bergen i løpet av torsdag. Langtidsvarselet (www.met.no) tyder på avtagende vind fredag og/eller lørdag. Det ideelle for oss hadde vært om vår initielle kartlegging kunne foretas fra helikopter, noe som vil kunne effektivisere arbeidet betydelig.

NINA planlegger parallelt hvilke andre undersøkelser som vil være aktuelle hvis oljen nærmer seg land eller det begynner å strande døde sjøfugl.

Vedlegg 10

NINA

Registreringer av sjøfugl 13.12.2007 i Statfjord-området



Registreringer av sjøfugl 13.12.2007 i Statfjord-området

Av Arne Follestad, NINA

Observert fra helikopter (Super Puma Mark 2) i ordinær rutetrafikk til Statfjord A og C og Snorre B.

Avgang 14.45, landa 17.05

Observerte i 2000' etter avgang, til vi nærmet oss Statfjord A. Inn mot plattformen observert fra 500', og fra Statfjord A og til et ca. kvarter etter Snorre B, fra 300'. Posisjoner er notert for observasjonsstart og – slutt.

Kraftig vind med grov sjø, mange skavler som brøt og mye skum/skumstriper. Lavt skydekke, dårlige lysforhold for å oppdage fugl på sjøen. Greie forhold for å oppdage flygende fugler med hvit eller lys fjærdrakt, som havhest, havsule og måker.

Totalt ble det observert syv havsuler, alle i voksendrakt, og åtte havhester som ikke var relatert til plattformene. Uten å ha beregnet tettheter på noen måte, er dette en relativt normalt lav tetthet av disse artene. Den siste havsula ble observert på vatnet. Dette er normal atferd for flere arter når mørket siger på, men dette vil også representere en ekstra risiko for å komme i kontakt med olje/blåskimmer i løpet av natta. Det ble imidlertid ikke sett samlinger av fugl, slik det tidligere er notert lenger sør i Nordsjøen.

Rundt plattformene ble det observert relativt høye antall av måker, med 3-400 rundt Statfjord A, 80-90 rundt Statfjord C og 2-300 rundt Snorre B.

Sen avgang og dårlige værforhold gjorde at det ikke var mulig å oppdage alkefugl på sjøen. For å få en bedre kartlegging av om alkefugler finnes i Statfjord-området, vil det være ønskelig med en ny tur tidligere på dagen, forhåpentligvis med bedre lysforhold og mindre grov sjø.

I dag holdt helikopteret en fart på 110 knop, vel 200km/t. Ved nye forsøk er det ønskelig å holde lavere fart, kanskje rundt det halve, i den tiden en søker på 300'.

Vedlegg 11

NINA

Registreringer av sjøfugl 14.12.2007 i Statfjord-området

Registreringer av sjøfugl 14.12.2007 i Statfjord-området

av Arne Follestad, NINA.

Jeg dro med helikopter i ordinær rutetrafikk ut til Statfjord C, og startet befaringen derfra med et helikopter som er fast stasjonert på feltet for lokal trafikk (shuttle) mellom plattformene.

Værforhold: Det var SV frisk bris i området, med noen skumskavler, men ikke skumstriper som dagen før. Lysforholdene var gode det meste av tida med søk, særlig når det kunne observeres medsols.

Søksområde:

Ved ankomst fikk jeg presentert et søksområde som pilotene var bedt om å søke gjennom innenfor tildelt tid til søket, ca 30 min. Området var definert av ledelsen på forhånd med posisjoner for hjørnepunktene av en firkant (se kart), basert på siste oversikt over hvor oljen i området befant seg.

Etter en stund i søk så jeg at det var lagt opp til søk kun i områder med relativt mye olje. Dette til tross for at jeg kvelden før hadde signalisert at jeg ønsket å søke vel så mye i områder uten olje for å kunne få et bilde av sjøfugltettheten her. Etter en stund ble derfor søksopplegget endret for å søke også utenfor området med olje, og disponibel tid til søket ble også økt, slik at vi søkte i en time og et kvarter. I siste del av søket fløy vi parallelt med den vestlige avgrensningen av angitt søksområde. Vi søkte også rundt plattformene i området, primært for å se etter (måke)fugler i tilknytning til disse.

Gjennomføring av søket

Vi benyttet en Super Puma og fløy i 200 fots høyde (ca. 70 m), med en fart på 70 knop (130 km/t). Klokkeslett ble notert når helikopteret endret kurs, slik at observasjonene kan forholdes til om de ble gjort i med eller motlys, om søket var i områder med mye, lite eller nesten ikke olje, og når vi passerte plattformer og lastebøyer. Dette kan muliggjøre en beregning av tetthet i de ulike områdene, selv om den må bli forholdsvis grovt beregnet.

Observasjonene ble gjort fra høyre side av helikopteret, med forholdsvis bra dekning i en sektor på om lag 100-150 meter ut fra helikopteret (ikke rett ned pga begrenset utsikt den veien). Søket for alkefugl ble begrenset til om lag 100 meter for å ha en rimelig sjanse til å oppdage disse artene på sjøen.. Dette skulle tilsi et dekningsområde på 16 - 24 km².

Observasjoner

73 flokker og enkeltindivider av fugl ble notert, med om lag 300 individer totalt. Anslag av måker ved plattformene er grove, og tilsvarende gjelder det som ble notert rundt en fiskebåt.

Rundt plattformene ble det observert mindre antall måker, hvorav en del ungfugler (ikke artsbestemt, men trolig gråmåke og svartbak, samt noen krykkjer ved en av plattformene). Dette var færre fugler enn det som ble sett dagen før, men de høyeste antallene ble da notert rundt plattformer uten synlig olje på sjøen (Statfjord A og C og Snorre). Nå var det til dels mye olje på sjøen rundt plattformene som ble sjekket.

Observasjoner utenom plattformer og fiskebåt, er i tabell 1 sammenliknet med tettheter som ble funnet i november 1994 i forbindelse med et større prosjekt som dekket store deler av Nordsjøen og Skagerrak (Camphuysen et al. 1995). Tetthetene er gitt for den NE sektor, som dekker havområdet mellom 57°30'N og 62°N, og mellom 2°E og 7°E.

Tabell 1. Observasjoner av sjøfugl 14.12.2007, sammenliknet med tettheter som ble funnet i november 1994 (jfr. Camphuysen et al. 1995). Merk at tetthetene i områder med lite eller spredt olje, var høyere, jfr. tekst.

Art	Antall individer	Tettheter (antall individer pr. km ²) ved dekning av 24 km ² (dette toktet)	Tettheter i nov. 1994 (fra båt)
Havhest	44	1,8	2,89
Havsule	15	0,6	0,26
Gråmåke	12	0,5	0,16
Svartbak	11	0,5	0,16
Krykkje	1	0,04	0,09

Observasjonsmaterialet omfatter arter som er lette å observere fra helikopter, ut fra sine lyse farger (mye hvitt eller grått). Tetthetene som ble funnet ligger nær eller ikke så langt unna det som ble funnet i november 1994 (jfr. Camphuysen et al. 1995).

Det er i tabell 1 ikke tatt hensyn til at det var tydelige forskjeller på forekomsten av sjøfugl i områder med og uten olje. I området med relativt mye oljesøl var det tydelig lavere tettheter av sjøfugl sammenliknet med ytterkantene av søksområdet, der det var mindre olje å observere. Det er her ikke gjort forsøk på å beregne tettheter i ulike deler av området, men grovt anslått ble rundt halvparten av søket utført i områder med relativt mye olje på overflaten. Tetthetene i områder med lite eller spredt olje var derfor høyere enn det som er gitt som gjennomsnitt for hele området i tabell 1.

I området med mest olje ble det sett relativt få fugler, men en havhest og ei havsule ble sett på vannet i områder med relativt mye olje på overflata. Fra helikopteret var det imidlertid ikke mulig å se om disse var skadet av oljen, men sjansen for at de var det, er store.

Det ble ikke sett døde eller skadde fugler på sjøen, og det ble heller ikke sett måker som spiste av døde fugler. Men så kort tid etter sølet var det heller ikke å forvente at mange fugler skulle ha omkommet, ettersom de med moderate skader først vil omkomme av kulde eller sult en tid etter skaden. Hvor lang tid dette vil ta varierer med mange faktorer, bl.a. skadeomfang (hvor mye av fuglen som er tilgriset), temperatur, artens levevis m.m.

Det ble ikke observert alkefugler under søket, men dette utelukker ikke at alkefugler fantes i området. Værforholdene var ikke spesielt gode for å kunne oppdage alkefugler på sjøen, så noen kan ha blitt oversett. Resultatene indikerer imidlertid at det ikke var større forekomster av alkefugl i området.

Fiskebåter

Det ble observert tre fiskebåter nord for det oppgitte søksområdet, hvorav den ene tydeligvis var i aktivt fiske. Følgende arter ble notert rundt eller like i nærheten av denne båten:

Havhest	ca. 45
Havsule	ca. 50
Måser ubest.	ca. 65

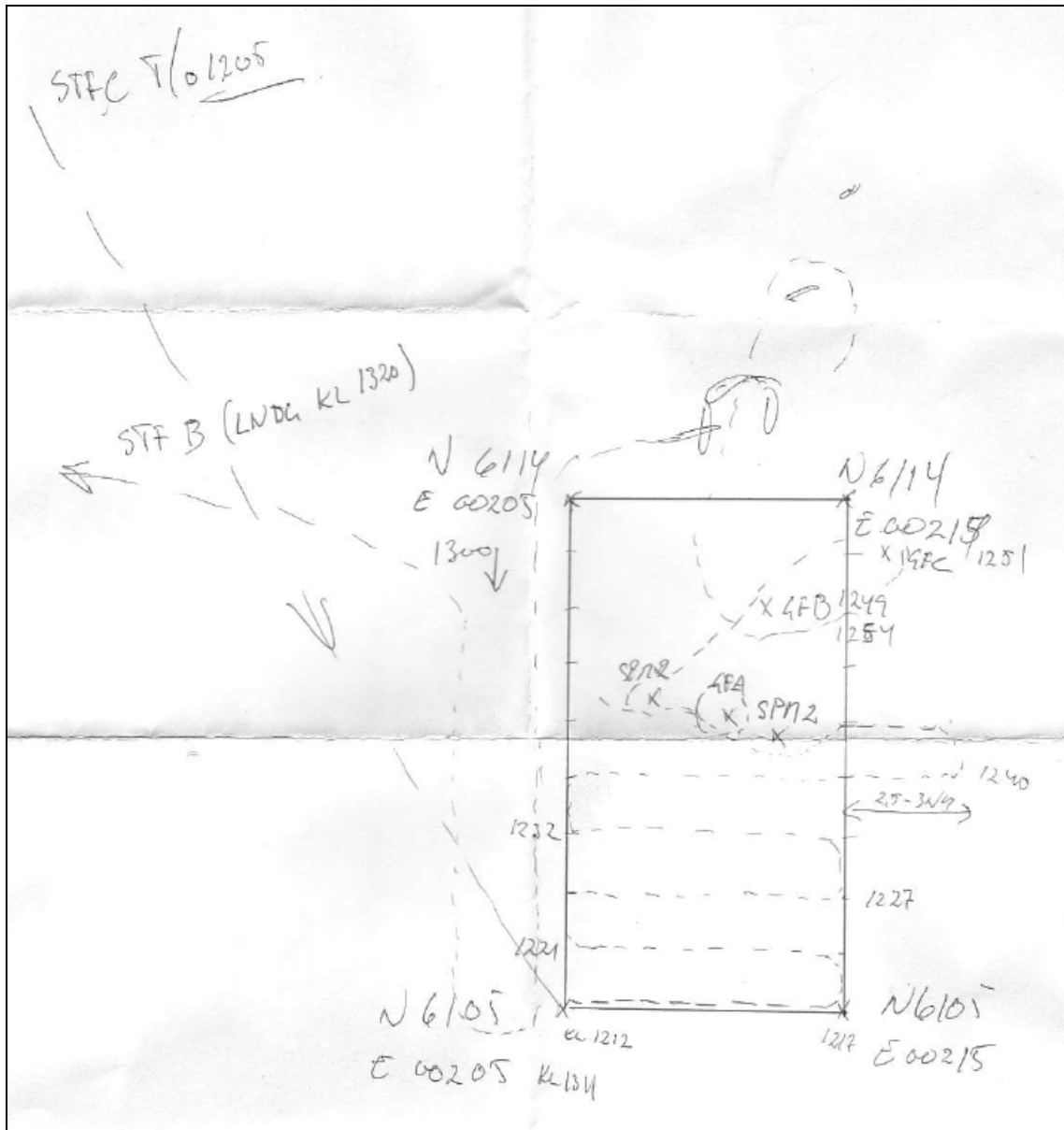
Både denne båten og to andre som det ikke var fugl i nærheten av, lå i område med olje på sjøen. Fugl som følger fiskebåter for å utnytte utkast (se Camphuysen et al. 1995) vil ofte legge seg på sjøen for å avvete utkast av fiskeslo eller fisk som ikke skal tas vare på, eller de legger seg på vatnet for å spise på fisk som er for store til å kunne plukkes opp fra vatnet uten å lande. De kan da lett komme i berøring med olje på overflata og ble skadet.

Ved senere aksjoner bør en være oppmerksom på at fiskebåter på denne måten kan trekke til seg mye fugl inn i et område med olje på sjøen, og i den grad det er mulig, søke å unngå at det fiskes i områder med olje på vannet, eller i det minste at båtene ikke kaster avfall på sjøen.

I den grad trålere benyttes til å legge ut lenser bør man også være oppmerksomme på at disse kan trekke til seg fugl.

Referanser:

Camphuysen, C.J., Calvo, B., Durinek, J., Ensor, K., Follestad, A., Furness, R.W., Garthe, S., Leaper, G., Skov, H., Tasker, M.L. & Winter, C.J.N. 1995. Consumption of discards by seabirds in the North Sea. - Final report EC DG XIV research contract BIOECO/93/10. NIOZ Rapport 1995-5, Netherlands Inst. for Sea Res., Texel, 202 + LVI pp.



Søksområde, fra helikopteret tok av fra Statfjord C kl. 12.05 til det landet på Statfjord B kl. 13.20. Nord for det oppgitte søksområdet (rektangel) er det antydning omtrentlig posisjon for oljevern fartøyer og fiskebåter (de to nordøstligste).

Vedlegg 12

Notat NINA

Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord

NOTAT

Plan for videre arbeid med etterkantundersøkelser etter utslippet på Statfjord

Svein-Håkon Lorentsen, NINA

Et feltteam fra SINTEF og NINA har 13. og 14.12.2007 gjort befarings- og prøvetaking ifm utslippet på Statfjord. Operasjonsledelsen ved Jostein Toft har bedt om en videre plan for arbeidet med etterkantundersøkelsen. NINA har ansvar for den sjøfuglfaglige delen av arbeidet.

Forsker Arne Follestad fra NINA har vært 2 turer med helikopter over området. Den første gangen (torsdag 13.12) var det sterk vind og skumskavler som gjorde observasjonsforholdene meget vanskelige. Det ble observert en del havsuler, havhest og måker i området men ingen fugl på sjøen. Fredag den 14.12 var forholdene langt bedre, bris, lavere sjø med kun enkelte skumtopper og delvis medsol. Helikopteret ble disponert i 1 time og 15 minutter og det ble fløyet over et stort område, både tilsølte og tilsynelatende rene områder. Flyhøyden var på ca. 200 fot. Det ble også denne dagen observert en del havsuler, havhest og måker i området men heller ikke da noen fugl på sjøen. Follestad utelukker ikke at det kan være alkefugl i området, men det er åpenbart ikke store forekomster. Operasjonsledelsen ble muntlig orientert om Follestads observasjoner fredag kveld.

Slik situasjonen er nå, og under de rådende værforhold, anser NINA at det ikke er nødvendig å gjøre flere forsøk på å kartlegge sjøfugl i området. Dersom situasjonen endres, for eksempel ved at mye olje kommer til overflata, bør dette vurderes på nytt.

Hvis det begynner å dukke opp oljeskadd sjøfugl bør eventuelle tiltak vurderes. Skyting av fugl anbefales ikke før etter samråd med sjøfuglfaglig kompetanse. Det anbefales at mannskaper på båtene i området noterer ned og rapporterer observasjoner av oljeskadd sjøfugl. Det hadde også vært fint om mannskapet kunne ha plukket ut/talt 50-100 sjøfugl (måker, havhest og havsule er lett å observere) og registrert hvor store andeler av disse som eventuelt er oljeskadd. Dette kan gjerne gjøres minst en, gjerne to, ganger for dagen. Resultatene sendes NINA.

Hvis det begynner å dukke opp døde sjøfugler bør det settes i gang innsamling. Disse lagres på frys inntil de kan prosesseres videre. Fugl som finnes merkes med funnsted og dato. Innsamling av fugl i åpent fra store fartøyer er ikke så enkelt og det er viktig at gjeldende sikkerhetsforskrifter følges. All død sjøfugl bør i prinsippet samles inn, bl.a. for å kunne dokumentere dødsårsak, om eventuelle oljeskader stammer fra Statfjord utslippet, samt herkomst for berørte bestander (med tanke på senere oppfølging på hekkeplass).

I forbindelse med slike uhellshendelser er det viktig å skaffe seg informasjon om sjøfugl unnviker olje på hav. Slike registreringer er vanskelig å gjøre fra helikopter med bare en observatør tilstede. Hvis slike data skal samles inn bør det skje fra båt men NINA vurderer det vanskelig å samle inn relevante data på dette under de rådende værforhold og vil foreløpig ikke anbefale at slike studier settes i gang. Dersom situasjonen endres, for eksempel ved at mye olje kommer til overflata, bør dette vurderes på nytt.

Eventuell fiskeriaktivitet i området bør instrueres nøye om å ikke slippe fisk eller fiskeavfall på sjøen. Fiskeriaktivitet generelt, og fiskeavfall på sjøen, vil lokke til seg fugl som derved kan bli oljeskadd.

Vedlegg 13

**SINTEF Notat
OSCAR-simuleringer
Utslipp på Statfjord 12.12.2007**

NOTAT



SINTEF

SINTEF Materialer og kjemi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
4. etg.

Telefon: 4000 3730
Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

GJELDER

OSCAR-simuleringer
Utslipp på Statfjord 12.12.2007

BEHANDLING

UTTALELSE

ORIENTERING

ETTER AVTALE

GÅR TIL

Jostein Toft, StatoilHydro
Nina Jakobsen, StatoilHydro
Karl Henrik Bryne, NOFO
Frode Engen, StatoilHydro

X

X

X

ARKIVKODE

GRADERING

Fortrolig

ELEKTRONISK ARKIVKODE

Notat_OSCAR_Statfjord.doc

PROSJEKTNR.

DATO

800957

2007-12-13

SAKSBEARBEIDER/FORFATTER

Mark Reed/Øistein Johansen

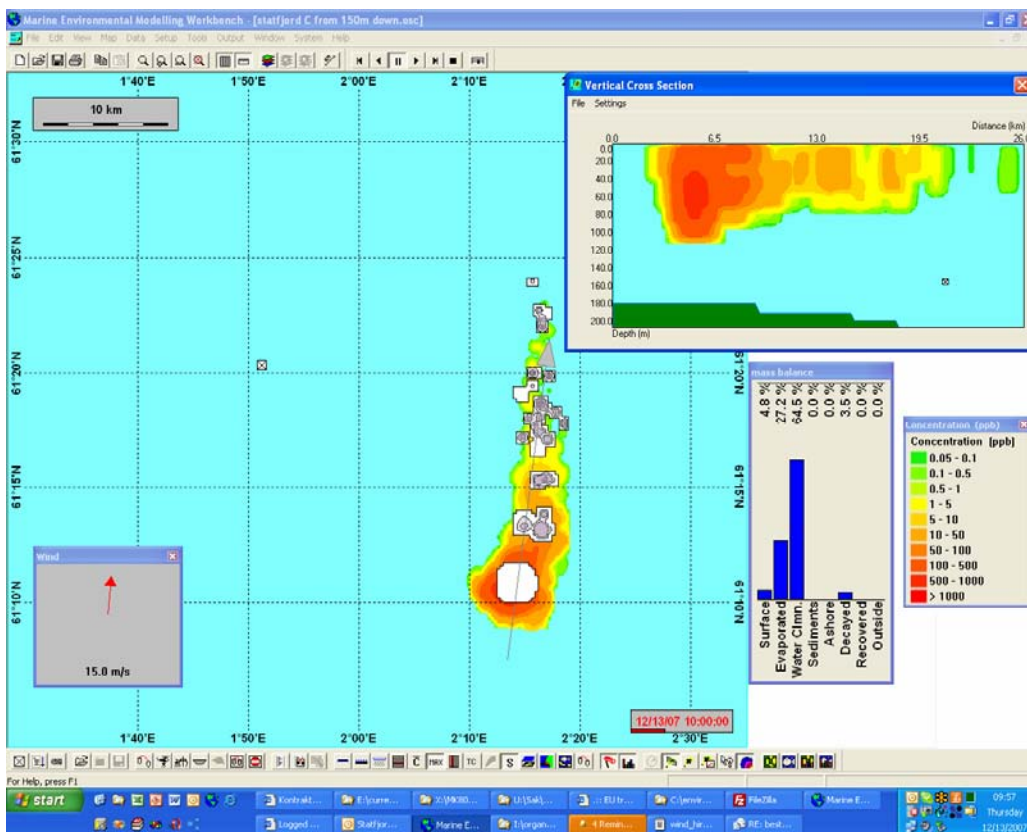
ANTALL SIDER

4

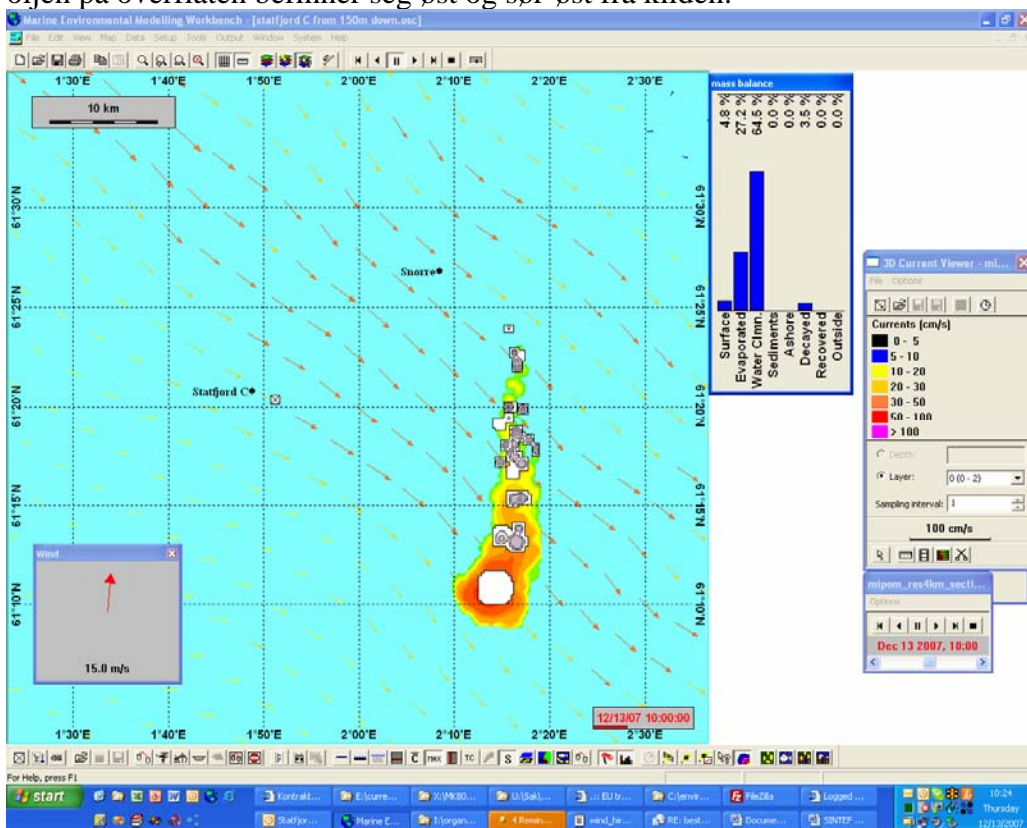
OSCAR-modellen er brukt for å beregne spredning på overflata og i vannmassene samt konsentrasjoner av olje i vannmassene. Utslippsbetingelser oppgitt av StatoilHydro er:

- Utslipp av 4000 m³ Statfjord C olje
- Start 10:00 12-12-2007
- Varighet 2 timer
- Vind og strøm prognosert av Metno 12-12-2007*
- Utslipp fra 150 m dybde

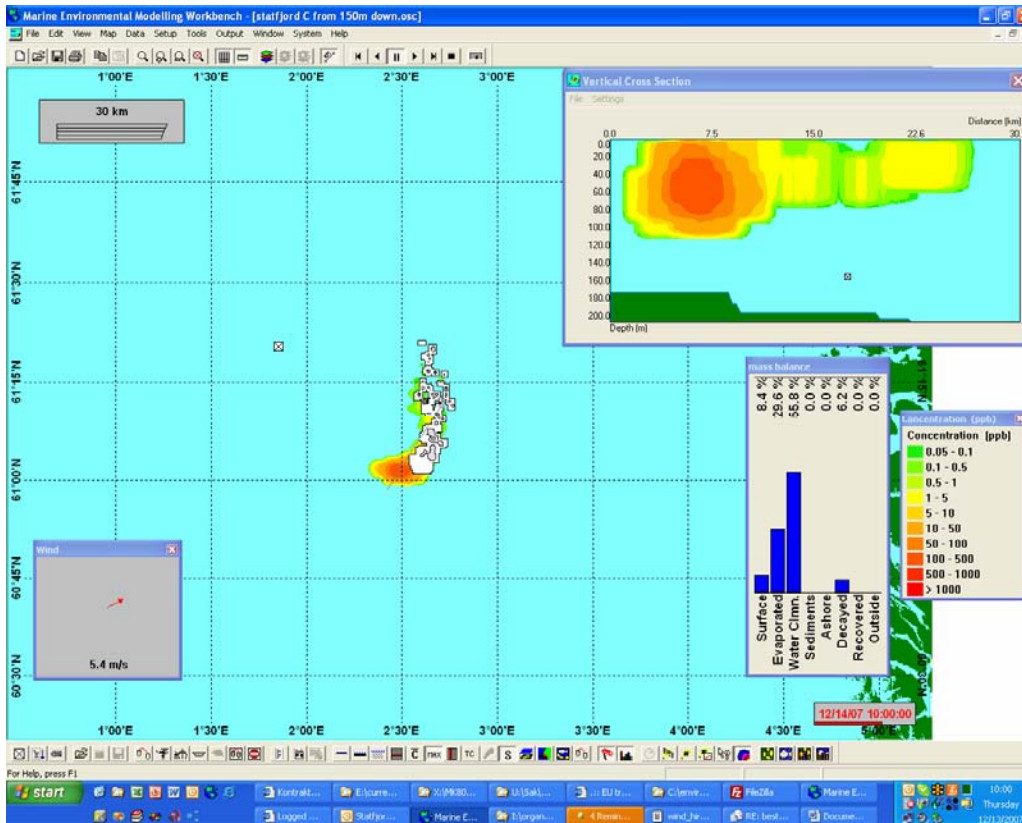
* nye prognoser kommer inn hver 12 timer fremover



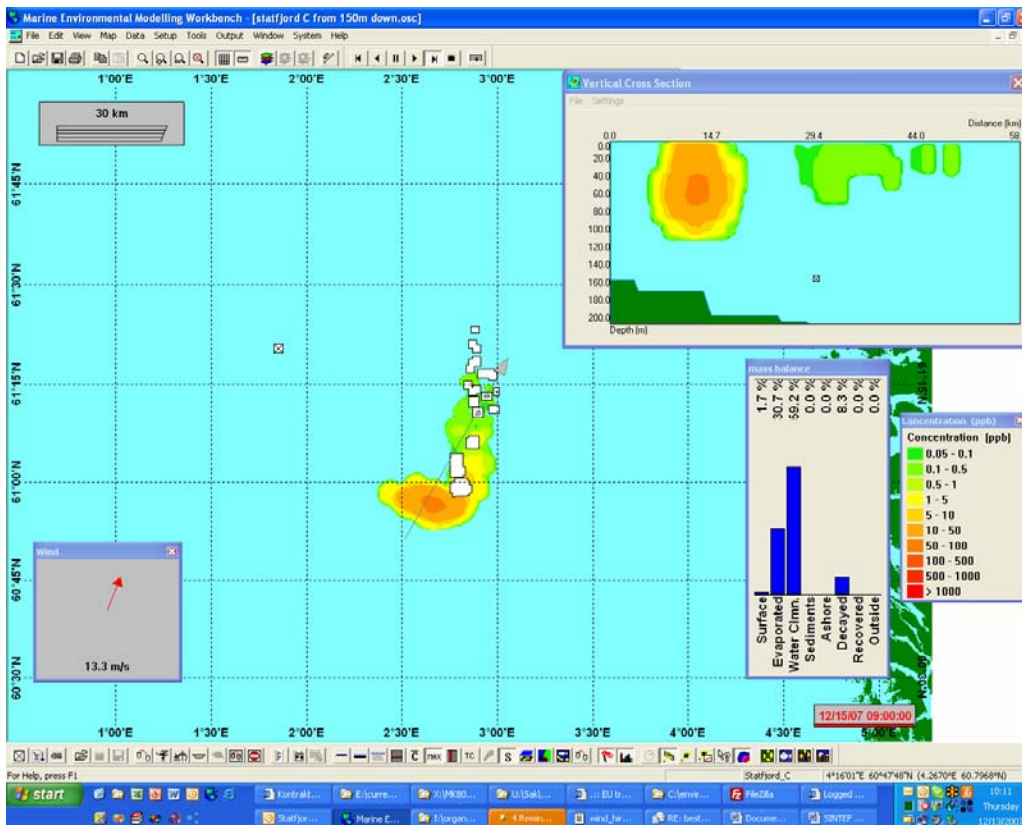
massebalanse, tynn olje på overflate (hvite firkanter), THC i vannet 13-12-2007, kl 10:00 oljen på overflaten befinner seg øst og sør-øst fra kilden.



Samme som bildet ovenfor, men inkludert strømfeltet for tidspunktet, som forklarer drivretning for oljen. Olje på overflaten piskes stadig vekk ned i vannet, og kommer tilbake til overflaten.

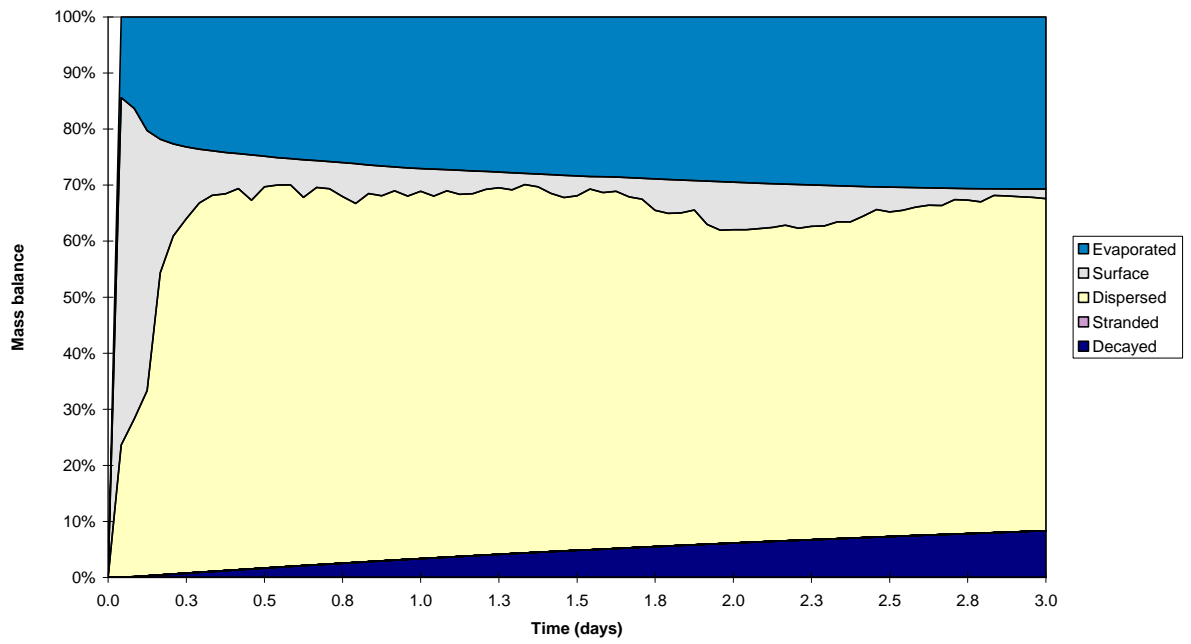


massebalanse, tynn olje på overflate (hvite firkanter), THC i vannet 14-12-2007, kl 10:00



massebalanse, tynn olje på overflate (hvite firkanter), THC i vannet 15-12-2007, kl 09:00

statfjord C from 150m down



Massebalanse over tid

Vedlegg 14

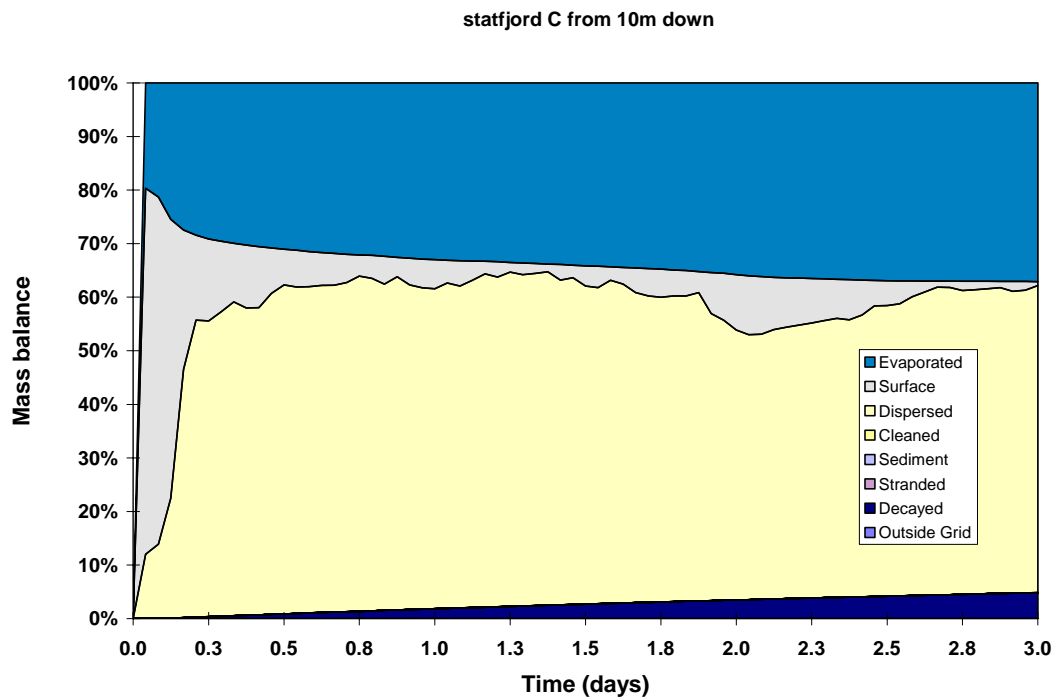
OSCAR

Sammenligning av massebalansene for utslipp 4000 m³ over 2 timer, starttid 10:00, 12-12-2007. Vind fra Metno, prognoserte fra 13-12-2007.

Massebalansene er veldig likt, grunnet høy vindhastighet og tilsvarende høye bølger. Oljen dispergeres naturlig fort ned i vannet uansett.

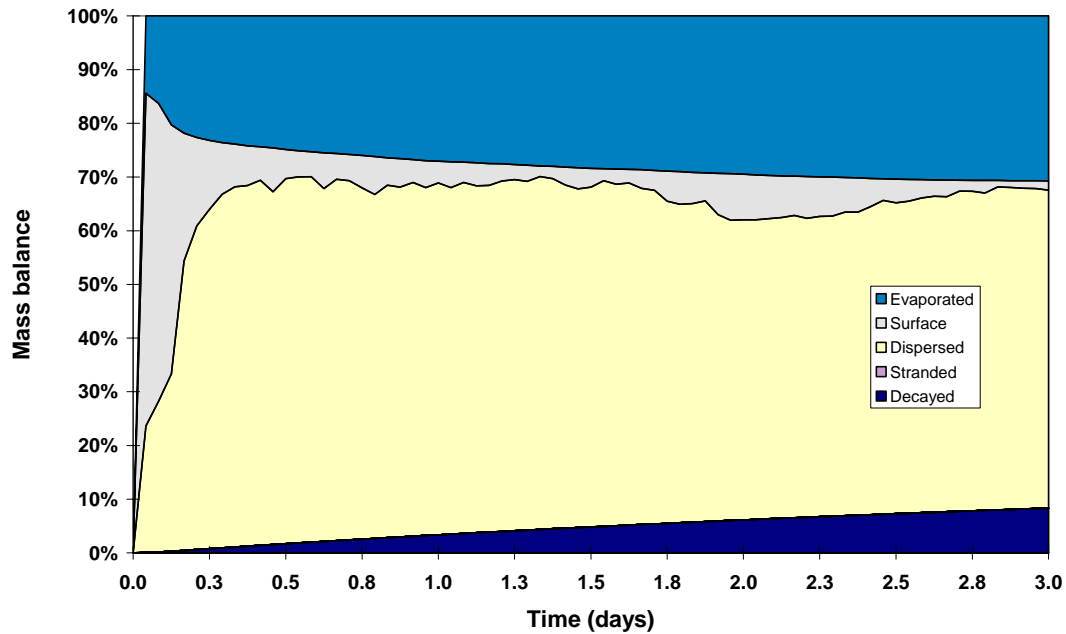
I værprognosen løyer vinden den 14. desember (dag 2+ i figurene), og noen av oljen stiger igjen til overflaten. Modellen prognoserer at det kommer omkring 10% av total utslippet tilbake til overflate midt på dagen i dag, hvis vinden dabber ned til 5 – 6 m/s (Figur 3).

Mark Reed
SINTEF Marin Miljøteknologi
Trondheim 14-12-2007

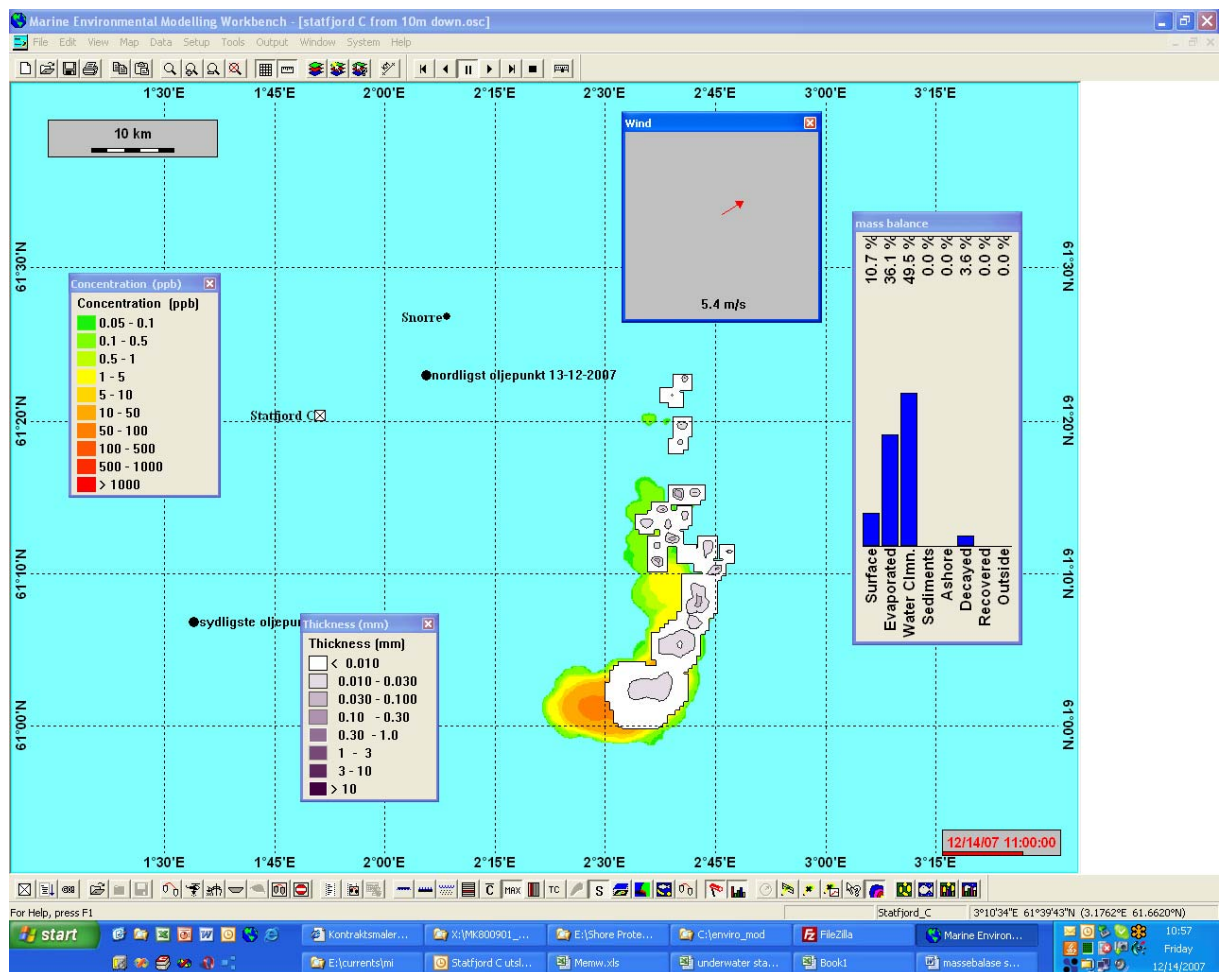


Figur 1: massebalanse for utslipp fra 10 m

statfjord C from 150m down



Figur 2: massebalanse for utslipp fra 150 m



Figur 3: prognosert stigning av oljen tilbake til overflate hvis vinden løyer ned til 5 – 6 m/s.

Vedlegg 15

**SINTEF Rapport A6234
OSCAR-simuleringer av oljeutslipp fra Statfjord Offshore
Loading System A, 12. desember 2007**

**SINTEF Materialer og kjemi**

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
4. etg.
Telefon: 4000 3730
Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

104 of 137

SINTEF RAPPORT

TITTEL

OSCAR-simuleringer av oljeutslipp fra Statfjord Offshore Loading System A, 12. desember 2007

FORFATTER(E)

Mark Reed

OPPDRAGSGIVER(E)

StatoilHydro ASA og NOFO

RAPPORTNR. SINTEF A6234	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Karl Henrik Bryne, NOFO	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04530-7	PROSJEKTNR. 800962	ANTALL SIDER OG BILAG 17
ELEKTRONISK ARKIVKODE OSCAR beregninger utslipp Statfjord OLS-A 12-2007_final.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Merete Moldestad	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Henrik Rye
ARKIVKODE	DATO 2008-03-25	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Tore Aunaas, forskningssjef	

SAMMENDRAG

En 3-dimensjonal oljedriftsmodell er brukt til å beregne skjebnen til omkring 4400 m³ olje som ble sluppet ut under et lastingsuhell hos Statfjord Offshore Loading System A, tilkoblet Statfjord A plattform. Drift og spredning på overflaten og i vannsøylen er drevet av vind og strøm som er beregnet av Det Norske Meteorologiske Instituttet (met.no). Oljen ble sluppet ut fra sjøbunnen, grunnet et brudd i et 20-tommers lasteslange. Utslippets varighet er estimert til å ha vært 1 time, fra 150 meters dyp. Nærsonemodulen i OSCAR, basert på SINTEF sin oljeutblåsningsmodell DeepBlow, er brukt for å etablere den initiale fordelingen av olje i vann og på overflaten, før den drives videre av strøm og vind.

Det viste seg at input strømdata ga for stor transport i forhold til observasjoner fra feltet. Tre beregningsmetoder er derfor brukt for å evaluere effekten av potensielle feil i strømstyrken på langtidsskjebnen til oljen:

1. Bruk av strømdata som levert, uten forandring
2. Bruk av strømdata redusert ved en faktor slik at beregninger tilpasses observasjoner, og
3. Bruk av en oppdateringsopsjon i OSCAR, hvor modellen korrigerer beregninger underveis, styrt av observasjoner input som tidsstempelt GIS polygoner.

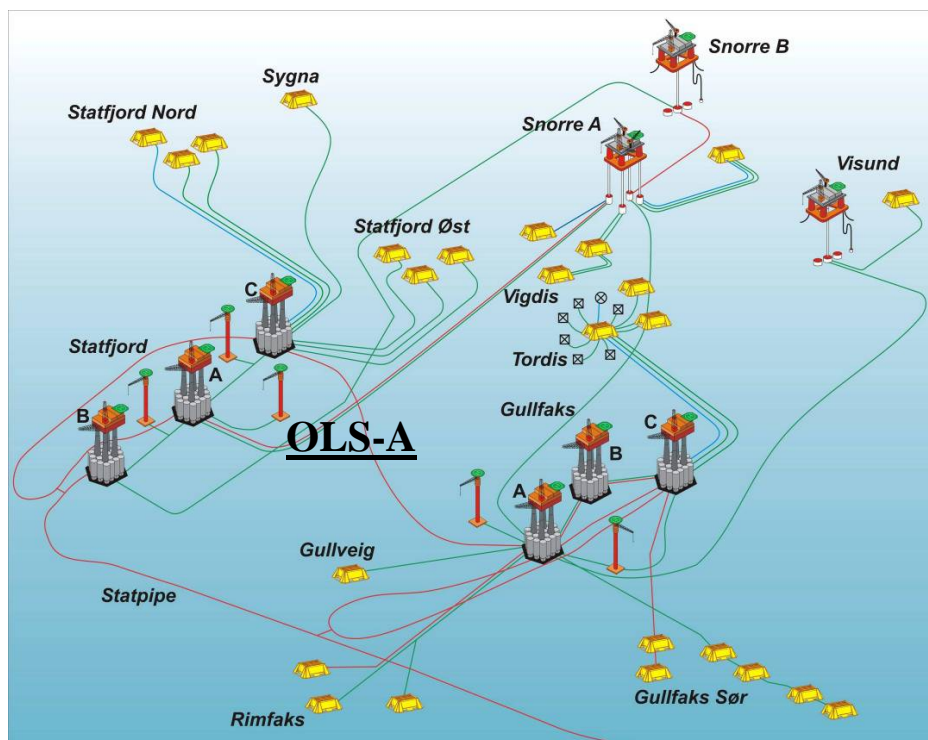
STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Miljø	Environment
GRUPPE 2	Olje	Oil
EGENVALGTE	Oljeutslippssimulering	Oil spill modelling
	OSCAR	OSCAR

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn.....	3
2	Detaljer rundt nærsoneberegninger	4
3	Strømningsmønster	7
4	Beregningsresultater	9
5	Konklusjoner	17
6	Referanser	17

1 Bakgrunn

En 3-dimensjonal oljedriftsmodell er brukt til å beregne skjebnen til omkring 4400 m³ olje som ble sluppet ut under et lastings uhell hos Statfjord Offshore Loading System (OLS) A, tilkoblet Statfjord A plattform (Figur 1).



Figur 1. Skjematiske kart over Statfjord og nabo- installasjoner. OLS-A vises i midten.

Drift og spredning på overflaten og i vannsøylen er drevet av vind og strøm beregnet av Det Norske Meteorologiske Instituttet (met.no). Oljen ble sluppet ut fra sjøbunnen, grunnet et brudd i et 20-tommers lasteslange. Basert på informasjon fra StatoilHydro, er utslippet beregnet over 1 time. Nærsonemodulen i OSCAR, basert på SINTEF sin oljeutblåsningsmodell DeepBlow, er brukt for å etablere initiell fordeling av olje i vann og på overflaten, før den drives videre av strøm og vind.

Met-ocean data er fra met.no sin 4-km havmodell, med oppløsning i tid på 2 timer. Det var opprinnelig planlagt å bruke data fra samme modell for Scenarier 2 og 3, men det viste seg at data var utilgjengelig fra modellen etter 1.1.2008, grunnet tekniske problemer. Det ble derfor brukt data fra en annen 4-km modell, men oppløsning i tid er begrenset til 6 timer.

Utslippsbetingelser basert på informasjon fra StatoilHydro er:

- Utslipp av 4400 m³ Statfjord C olje
- Start 08:30 12-12-2007
- Varighet 1 time
- Vind og strøm beregnet av met.no 12.12.2007 - .12.01.2008
- Utslipp fra 150 m dybde

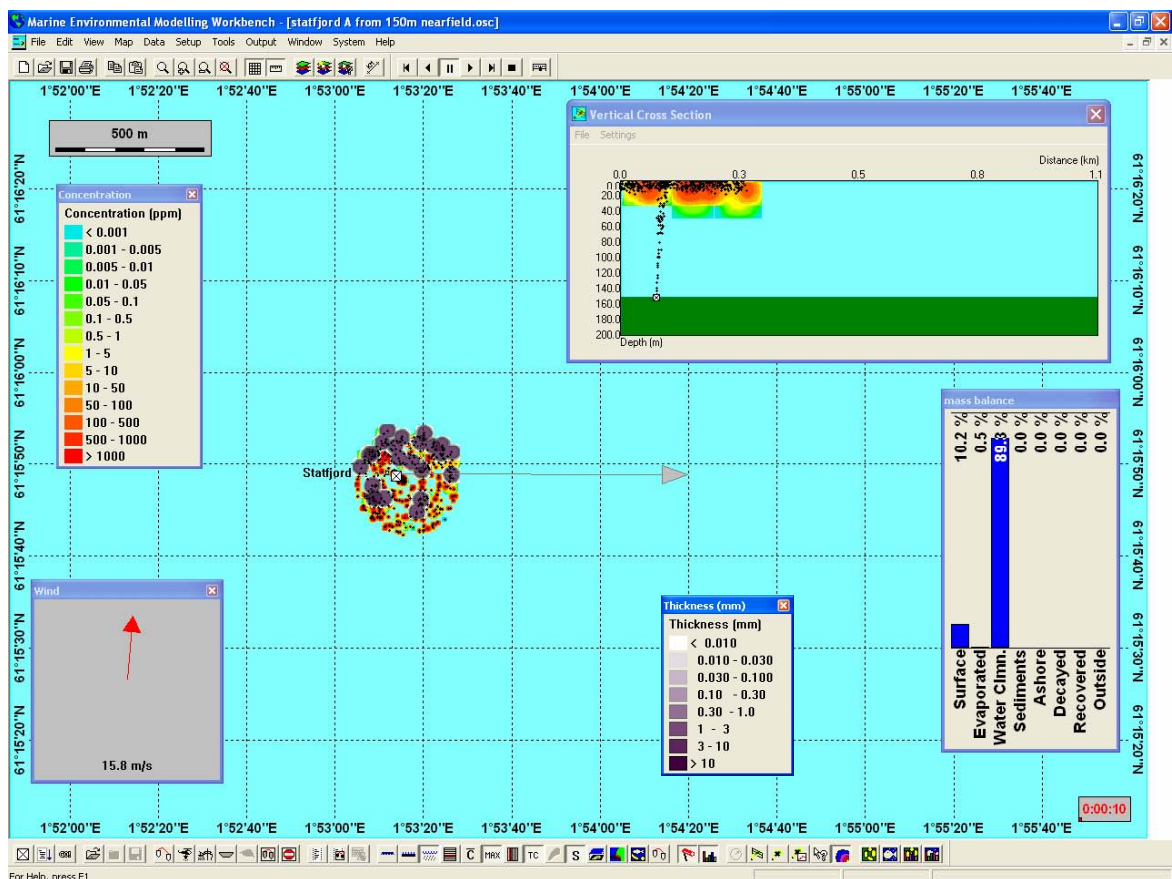
Utslipet var egentlig en blanding av 80% Snorre A og 20% Statfjord A. Blandingen er forventet å oppføre seg veldig likt Statfjord C (Melbye *et al.*, 2007), og forvittringsdata for Statfjord C (Moldestad *et al.*, 2001) er derfor brukt i beregningene. I OSCAR beregningene her er det antatt konsentrasjon for suspendert organisk sediment i vannsøylen til 1 mg/l, med en middels synkehastighet av 3 m/døgn. Adsorpsjon av løste komponenter til synkende partikler, og mulige

interaksjoner av mindre oljedråper med bunnsediment, kan resultere i litt olje i bunnsediment over lang tid, men dette er ikke ventet til å ha stor betydning i så dypt vann..

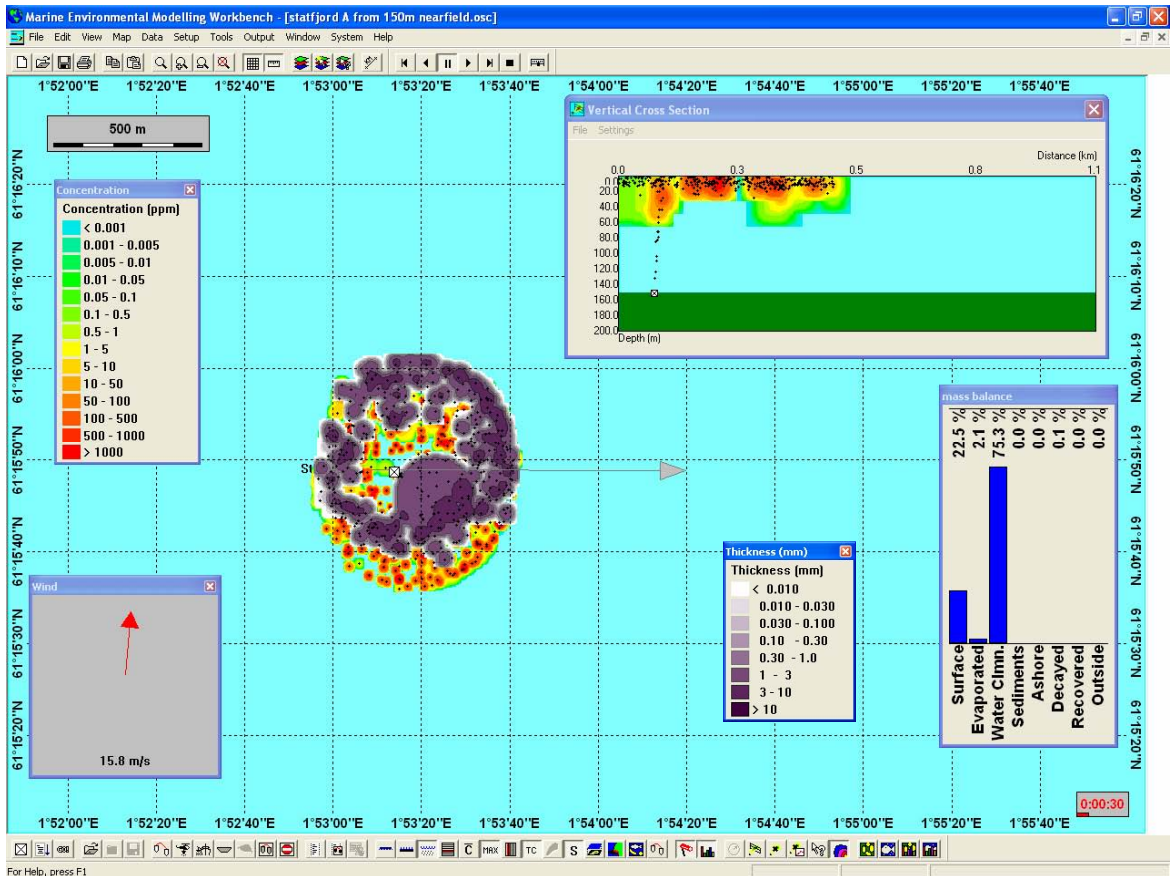
2 Detaljer rundt nærsoneberegninger

Nærsonemodulen i OSCAR, basert på SINTEF sin oljeutblåsningsmodell DeepBlow, er brukt for å etablere initiell fordeling av olje i vann og på overflaten, før den drives videre av strøm og vind. Utvikling av utslippet rundt utslippspunktet er vist i *Figur 2 - Figur 5* for tidspunktene 10, 30, 60, og 110 minutter etter utslippsstart.

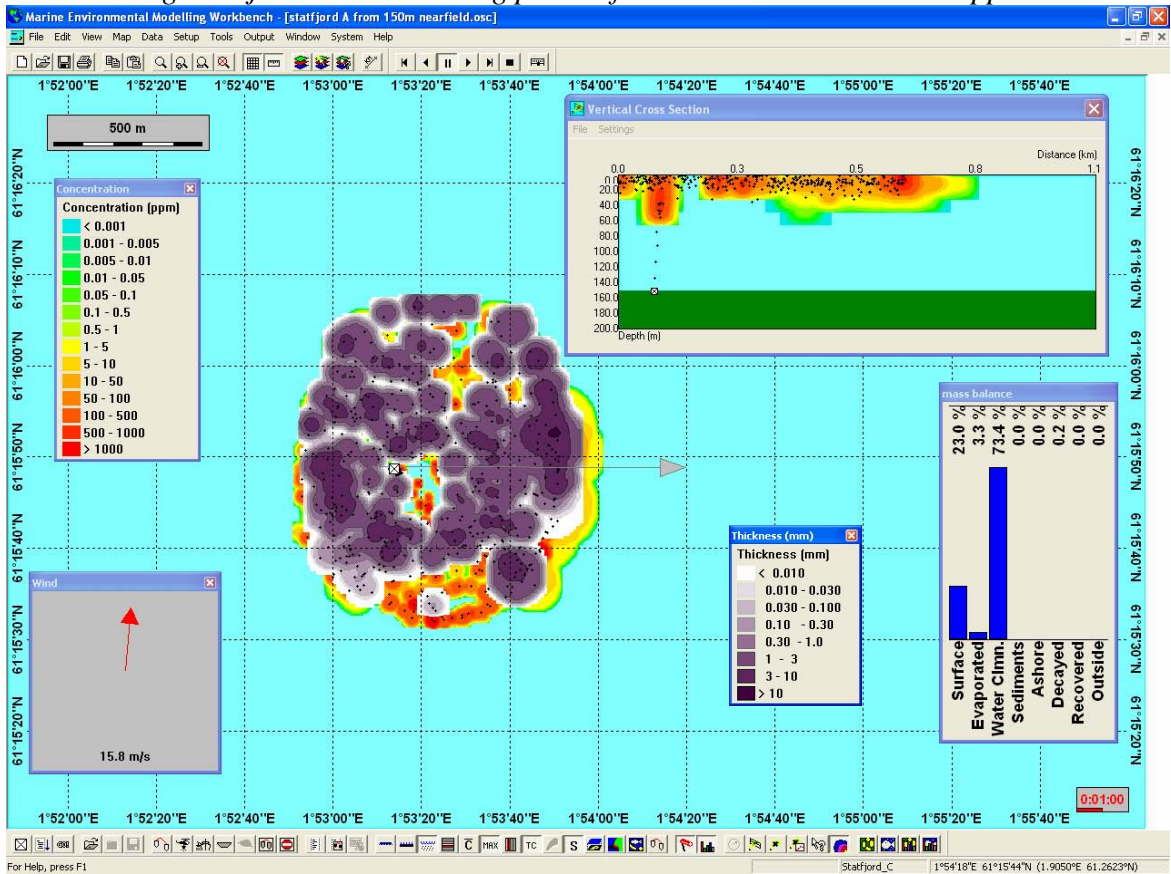
Utslipet har stor utslippsrate, over 1000 L pr. sek. Oljen er lettere enn vann, slik at utslippet vil stige opp. Ved overflaten vil utslippet bre seg utover i overflatelagene. Mønsteret er modifisert av vinden som blåser oljen nordover, samtidig som oljen blir raskt pisket ned i vannet igjen, og strømmen driver oljen mot sørøst (*Figur 6*). Strømhastigheten kl. 07:00 den 12.12.2007 er beregnet til 5 – 10 cm/s mot sørøst.



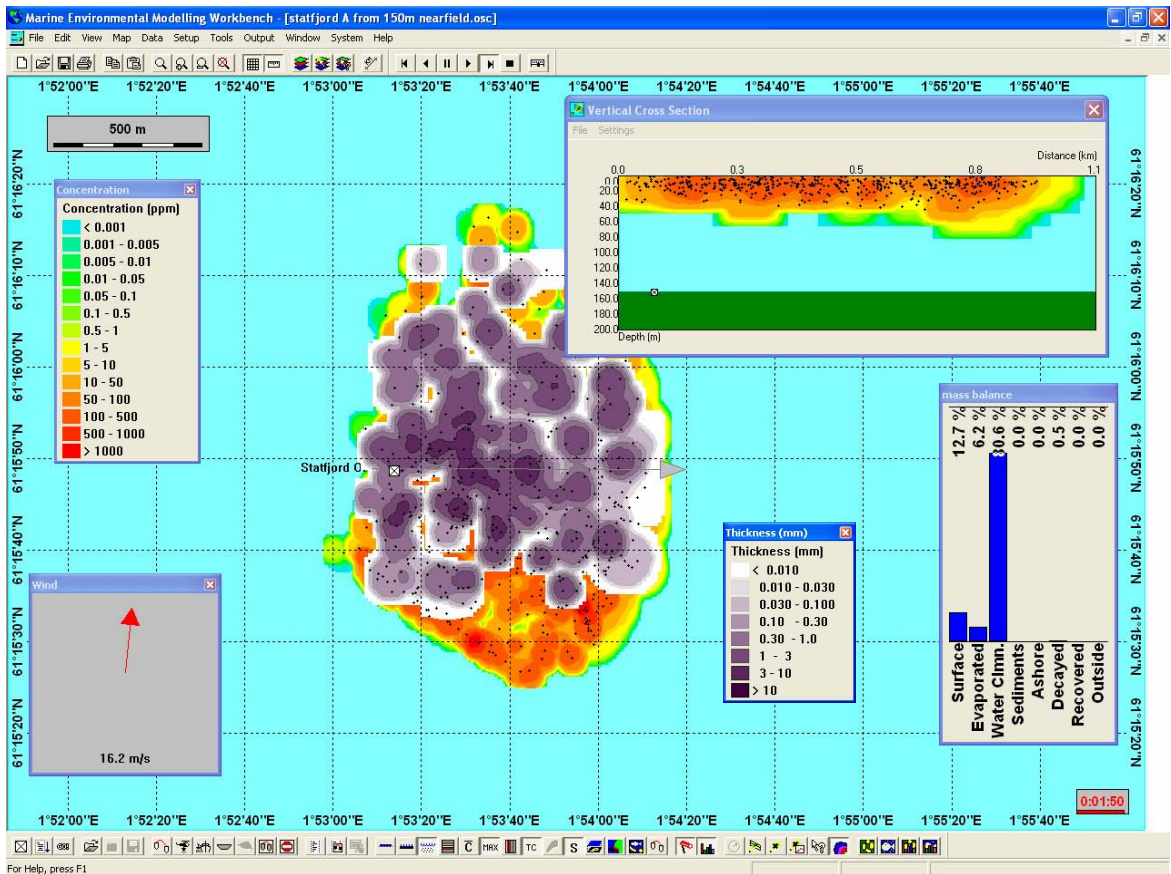
Figur 2. Fordeling av olje i vannmassene og på overflaten 10 minutter etter utslippsstart. Konsentrasjonsnøkkel, vind styrke og retning, tykkelsen av olje på overflaten, massebalanse, og vertikal snitt vises. Digital klokken nede i høyre hjørne vises tid i timer og minutter etter oppstart av utslippet.



Figur 3. Fordeling av olje i vannmassene og på overflaten 30 minutter etter utslippstart.



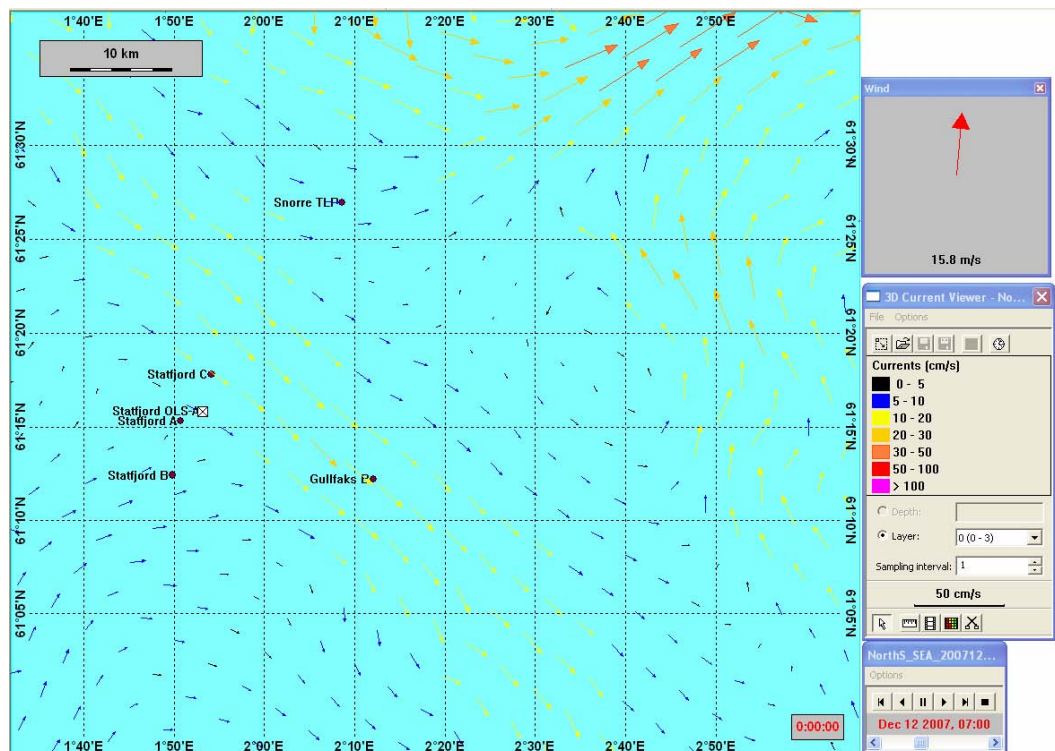
Figur 4. Fordeling av olje i vannmassene og på overflaten 1 time etter utslippstart. Vinden blåser oljen nordover, samtidig som oljen raskt blir pisket ned i vannet igjen. Strømmen driver oljen mot sørøst.



Figur 5. Fordeling av olje i vannmassene og på overflaten 1 time 50 minutter etter utslippstart.

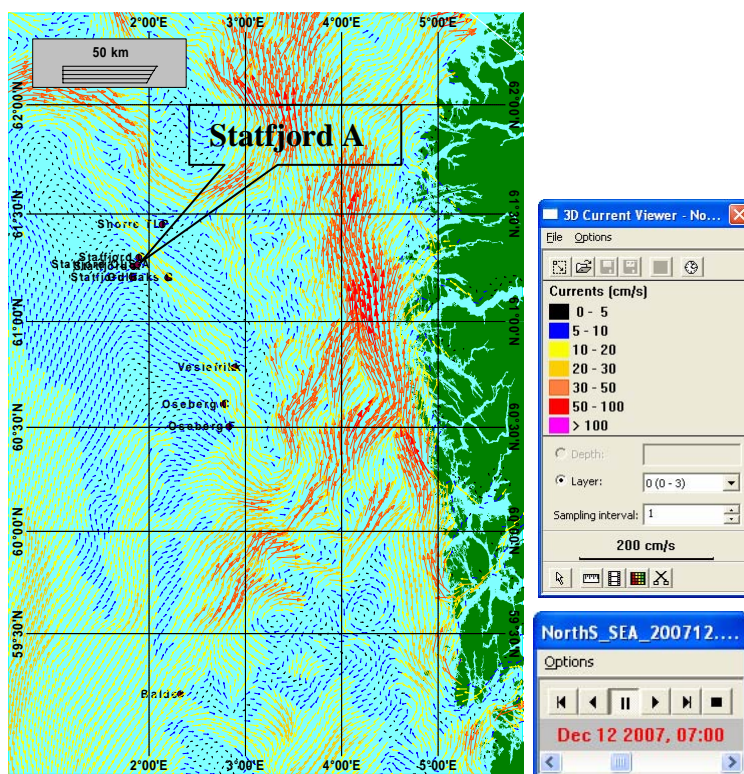
3 Strømmingsmønster

Som basis for å forstå resultatene av beregningene er en serie med bilder av overflatstrømmen tatt med her. *Figur 6* viser strømfeltet i området rundt Statfjord og Gullfaks feltene. En dominerende strømreretning mot sørøst fra Statfjord og forbi Gullfaks er synlig, og viser seg å være karakteristisk for området. *Figur 7* viser strømmingsmønsteret over et større område ved samme tidspunkt.

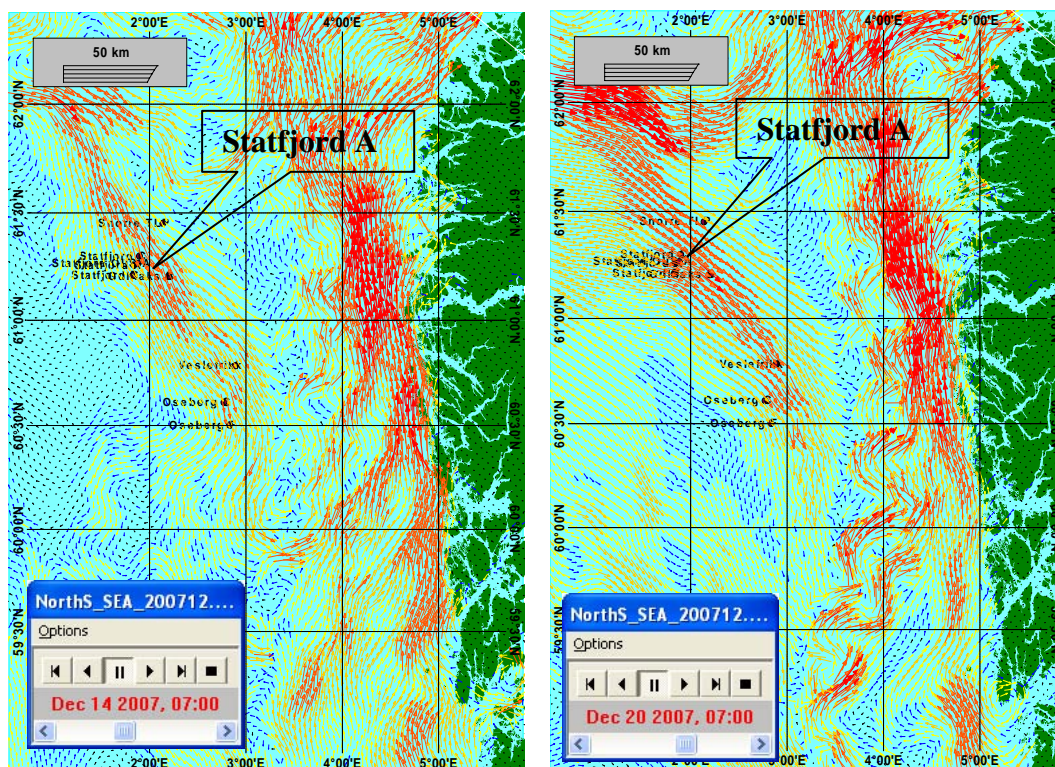


Figur 6. Strømmønsteret i overflaten i Statfjord området, beregnet for kl 07:00 den 12.12.2007. Strømhastigheten er 5 – 10 cm/s mot sørøst.

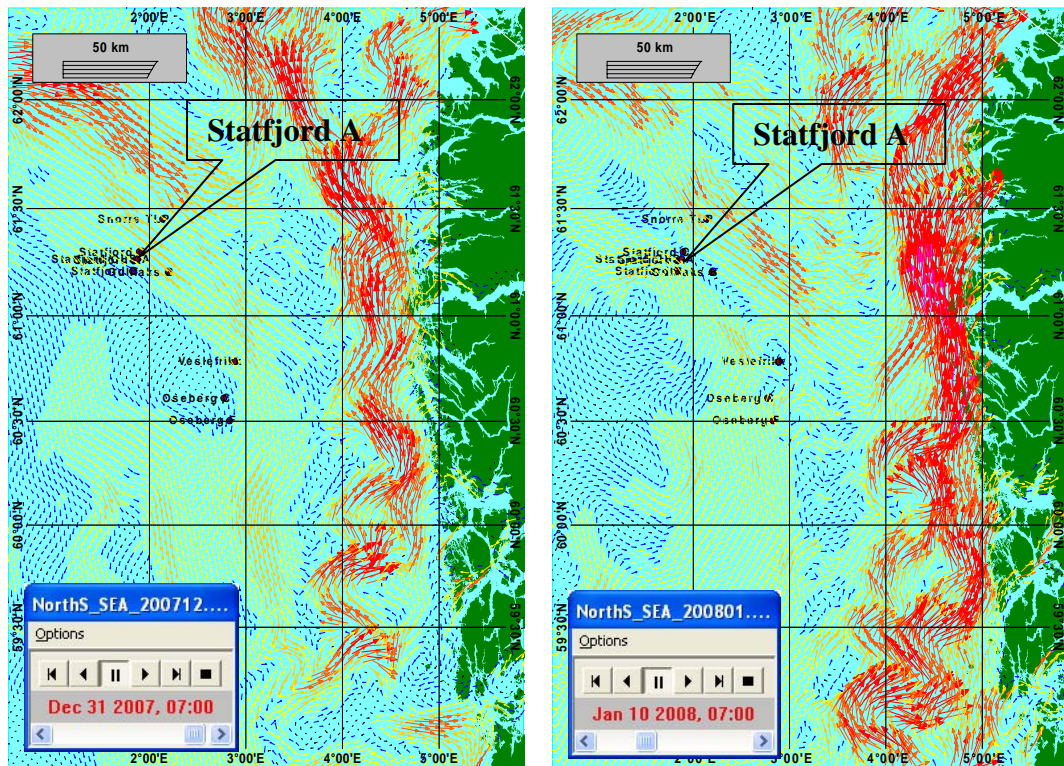
Flere ”snapshots” er vist i *Figur 8* og *Figur 9* for forskjellige tidspunkt opp til 10. januar, 2008. Alle bilder er ved kl 07:00. Ut fra strømmønsteret som er vist forventes det at hydrokarboner og andre substanser i vannet vil bli transportert sørøst inntil de er tatt opp i kyststrømmen, som vil da føre dem nordover. Det viser seg at dette er delvis riktig, men at et område sørøst for Oseberg tenderer til å beholde forurensningen (forvitret olje) en stund før den blir spredt nordover.



Figur 7. Strømmønstret på overflaten langs norskekysten, beregnet for kl 07:00 den 12.12.2007.



Figur 8. Strømmønstret på overflaten langs norskekysten, beregnet for kl 07:00 den 14.12.2007 og den 20.12.2007. Hastigheten gjennom Statfjordområdet er ofte opp mot 0.5 m/s.

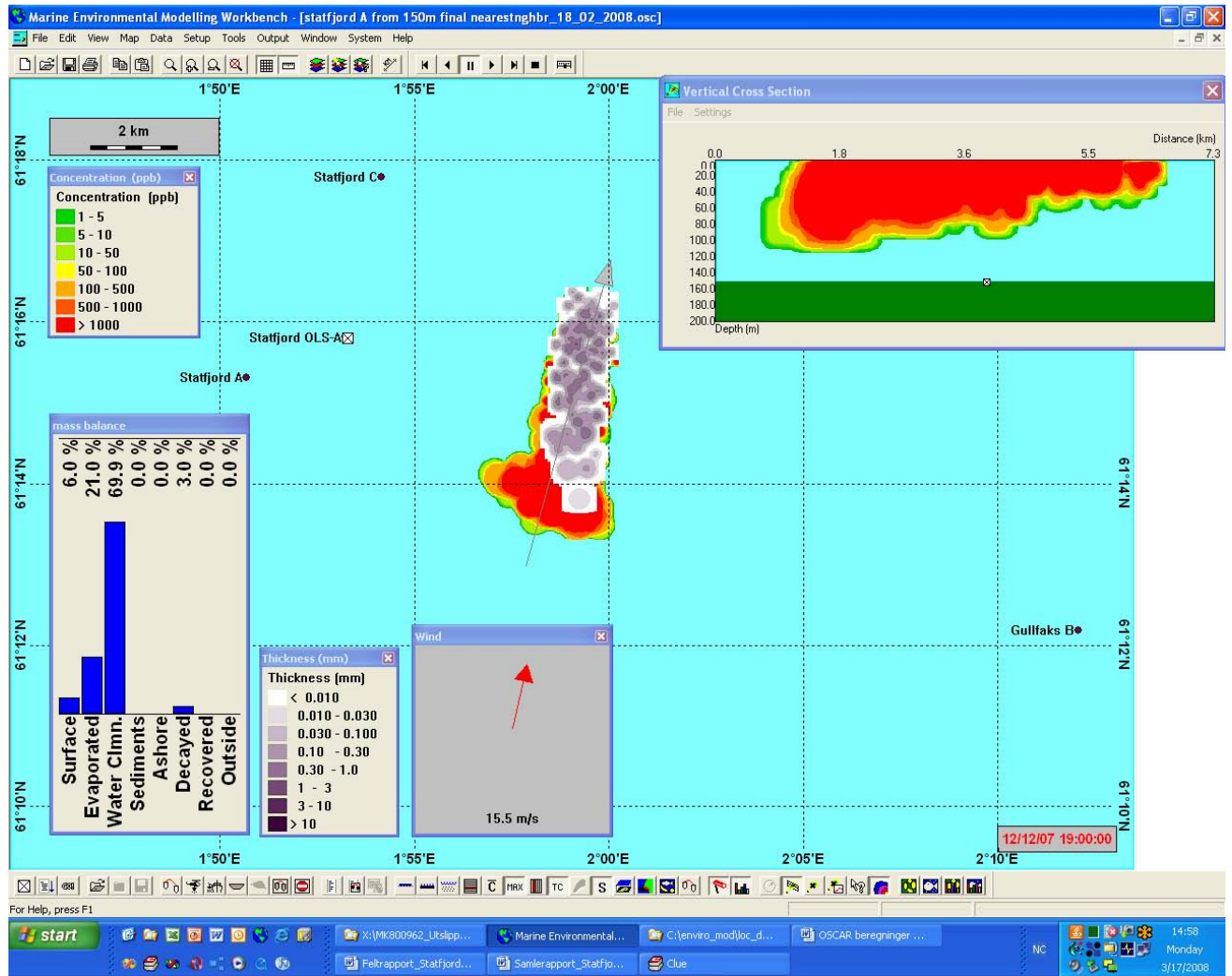


Figur 9. Strømmønstrer på overflaten langs norskekysten, beregnet for kl 07:00 den 31.12.2007 og den 10.01.2008. Her er strømmingen svakere offshore, men sterkere nordover langs kysten.

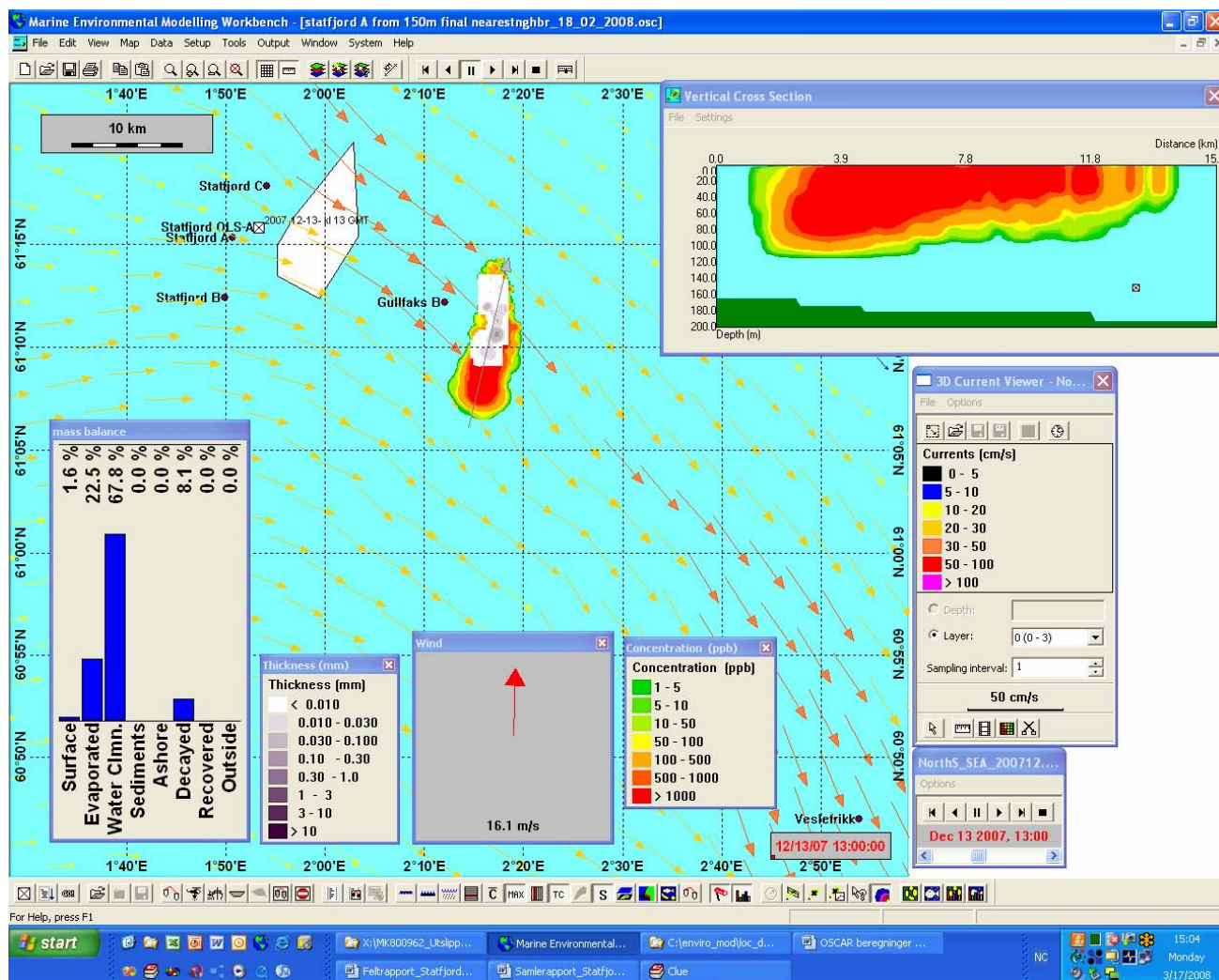
4 Beregningsresultater

Fordeling av oljen 10 timer etter utslippet er vist i *Figur 10*. Maksimum total hydrokarbon konsentrasjoner THC i vannet (dvs. total hydrokarbon konsentrasjon i vannet, sum av løste komponenter og oljedråper) er omkring 100 ppm. Tykkeste oljen på sjøoverflaten er omkring 4 mm. Oljen strekkes i nord-sør retning pga vind, nedblanding og strømming i vannet.

Oljens beregnede lokasjon 28 timer etter utslippet, sammenlignet med observert lokasjon av oljeflaket rapportert av Kystverket (det hvite polygon nærmeste Statfjord feltet) vises i *Figur 11*. Det er tydelig at strømstyrke beregnet av met.no er 2- til 3-ganger høyere enn det som egentlig var til stede, mens retningen er helt korrekt. Maksimum hydrokarbon konsentrasjon ved dette tidspunktet er omkring 5 ppm. Det observerte avviket i strømhastigheten forventes å ha liten effekt på fortynningen, da utbredelsen av flaket synes å være i god overensstemmelse med observasjonene.



Figur 10. Fordeling av oljen 10 timer etter utslippet. Maksimum THC i vannet er omkring 100 ppm. Tykkeste oljen er omkring 4 mm. Oljen strekkes i nord-sør retning pga vind, nedblanding og strømning i vannet.

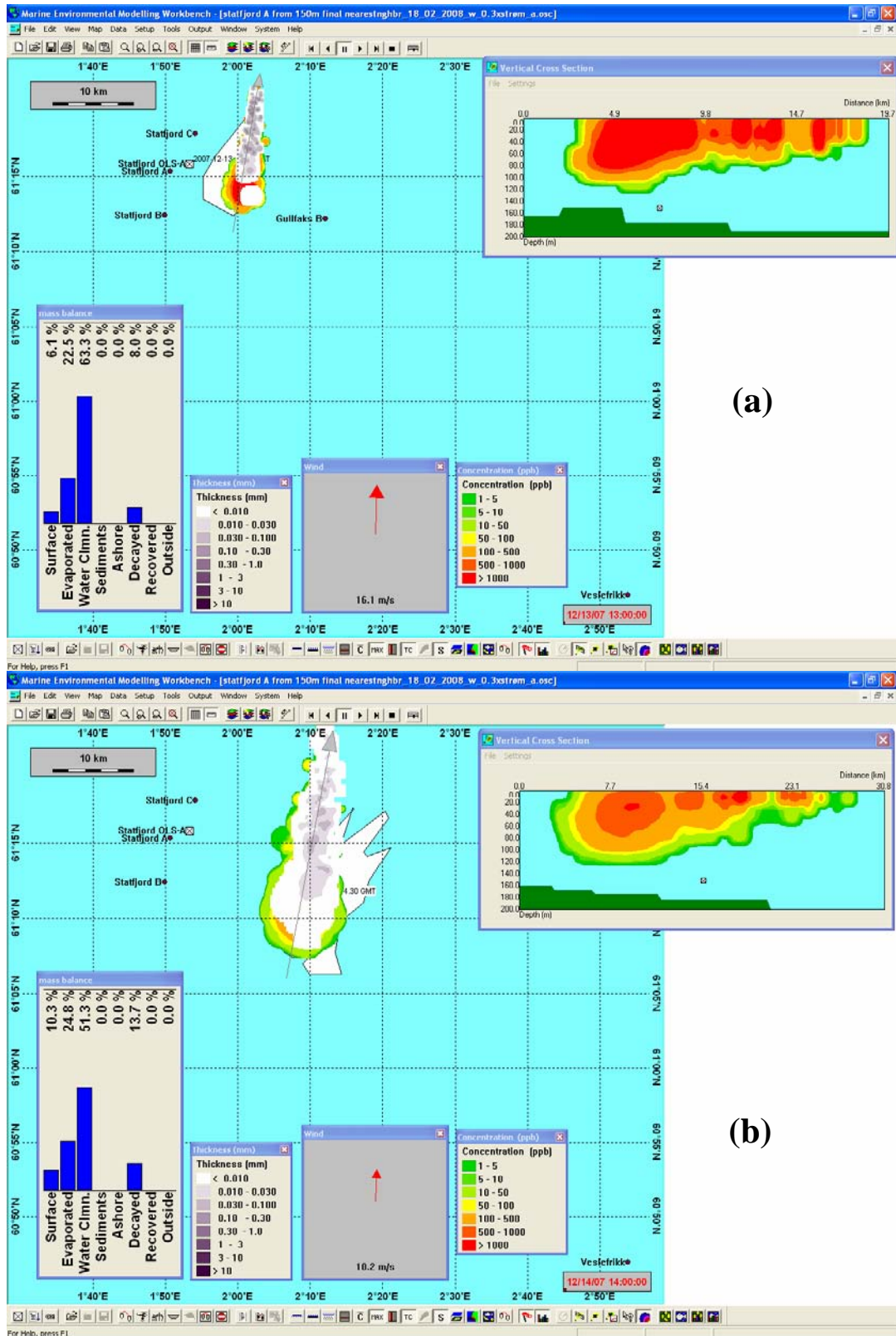


Figur 11. Fordeling av oljen 28 timer etter utslippet, sammenlignet med observert lokasjon av oljeflaket rapportert av SFT (det hvite polygon nærmeste Statfjord feltet). Maksimum hydrokarbon konsentrasjon ved dette tidspunkt er omkring 5 ppm. Observert avvik i strømstyrken er ikke ventet til å ha noen stor effekt på fortynningen, da utbredelsen av flaket synes å være i god overensstemmelse med observasjonene.

Høy strømhastighet kan resultere i at høye oljekonsentrasjoner beregnes i modellen mye lengre vekk fra kilden enn det som er tilfelle i realiteten. Tre beregningsmetoder er derfor brukt for å evaluere effekten av potensielle feil i strømstyrken på langtidsskjebne til oljen:

1. Bruk av direkte strøm data, uten forandring
2. Bruk av strømdata redusert ved en faktor så at beregninger tilpasses observasjoner, og
3. Bruk av en oppdaterings opsjon i OSCAR, hvor modellen korrigerer beregninger underveis, styrt av selv observasjoner, representert i systemet ved tidsstemplet GIS polygoner.

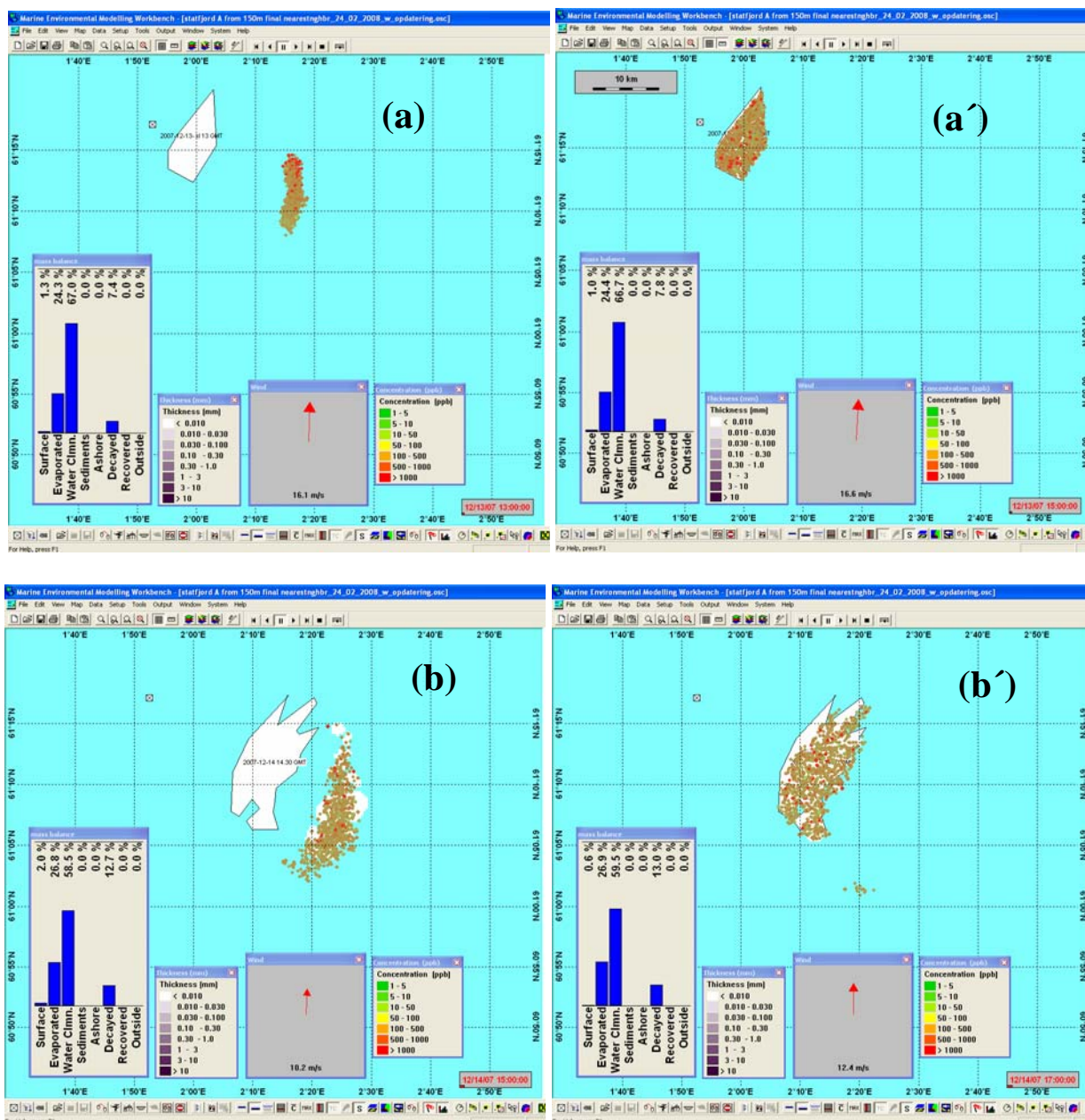
Figur 12 viser effekten av en reduksjon i strømhastighet ved faktor av 0.3. Figur 12a, fordeling av oljen 28 timer etter utslippet, lagt oppå observert lokasjonen av oljeflaket rapportert av LN-SFT (det hvite polygon nærmeste Statfjord feltet), kan sammenlignes med Figur 11, hvor strømstyrken ikke er korrigert. Figur 12b viser en sammenligning med observert overflateolje etter omkring 50 timer. Beregnet overflateolje er omtrent riktig plassert. Bruk av oppdaterings funksjonalitet i OSCAR er demonstrert i Figur 13, ved bruk av observasjoner rapportert fra 13 og 14 desember, 2007.



Figur 12. Effekt av reduksjon i strømhastighet ved faktor av 0.3. (a) Fordeling av oljen 28 timer etter utslippet, sammenlignet med observert lokasjon av oljeflaket rapportert av SFT (det hvite polygon nærmeste Statfjord feltet). Sammenlignes med Figur 11, hvor strømhastigheten ikke er korrigert. (b) Sammenligning med observasjoner etter omkring 50 timer.

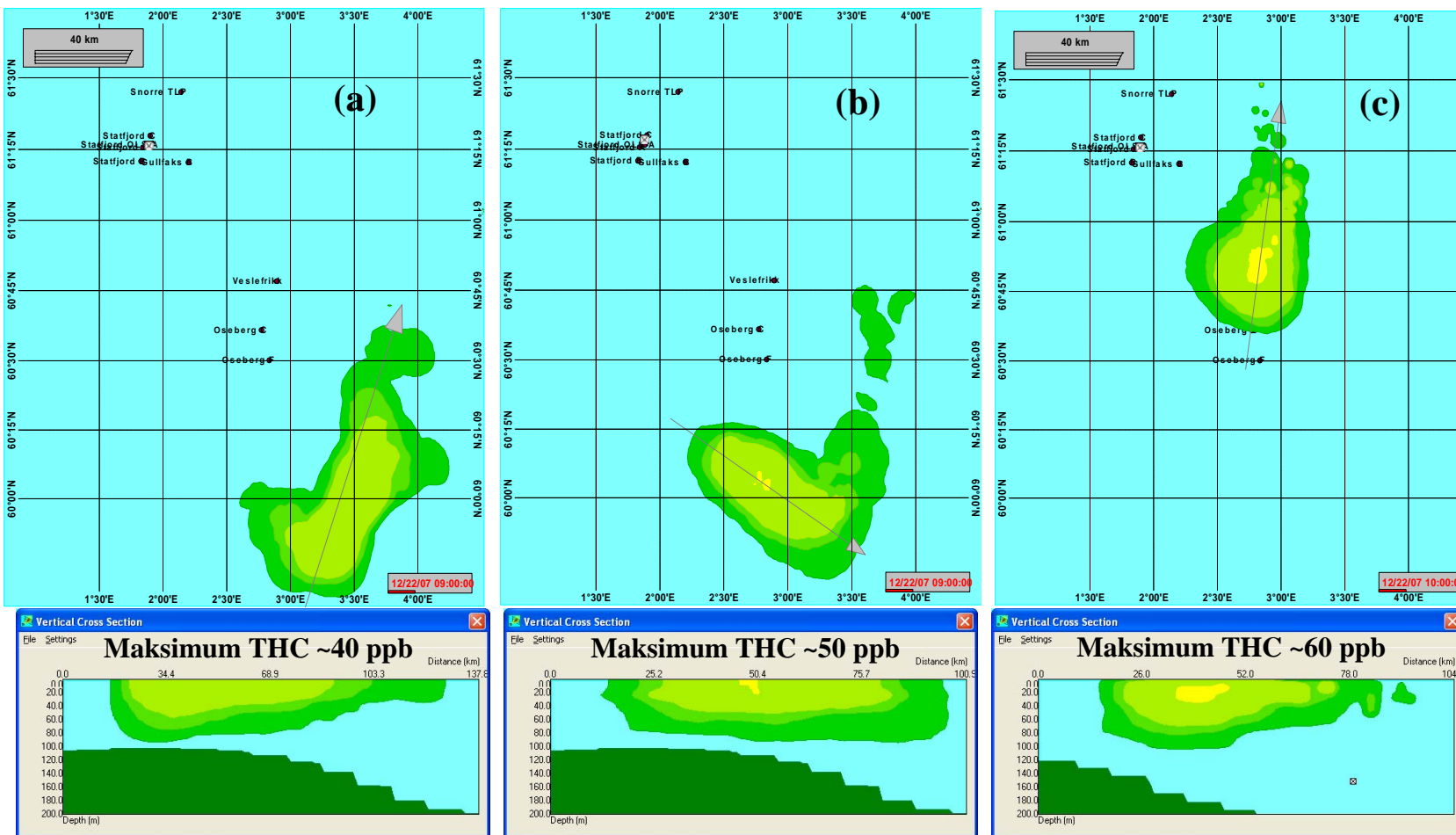
Total hydrokarbon konsentrasjoner etter 10 dager er vist i Figur 14, hvor resultat (a) er beregnet med strøm som levert, (b) er beregnet med strøm som levert, og oppdatering av oljens romlige fordeling underveis, styrt av GIS polygoner, og (c) er beregnet med

en reduksjons faktor av 0.3 for strøm hastighet over hele felt og hele beregnings periode. Maksimum THC verdier er ganske likt, forholdsvis 40, 50, og 60 ppb etter 10 dager. Geografisk fordeling av oljen er rimelig likt for (a) og (b), hvor strømfeltet ikke er forandret, mens oljens lokasjon er mest forandret i (c), hvor strømfeltet har redusert styrke med faktor 0.3.



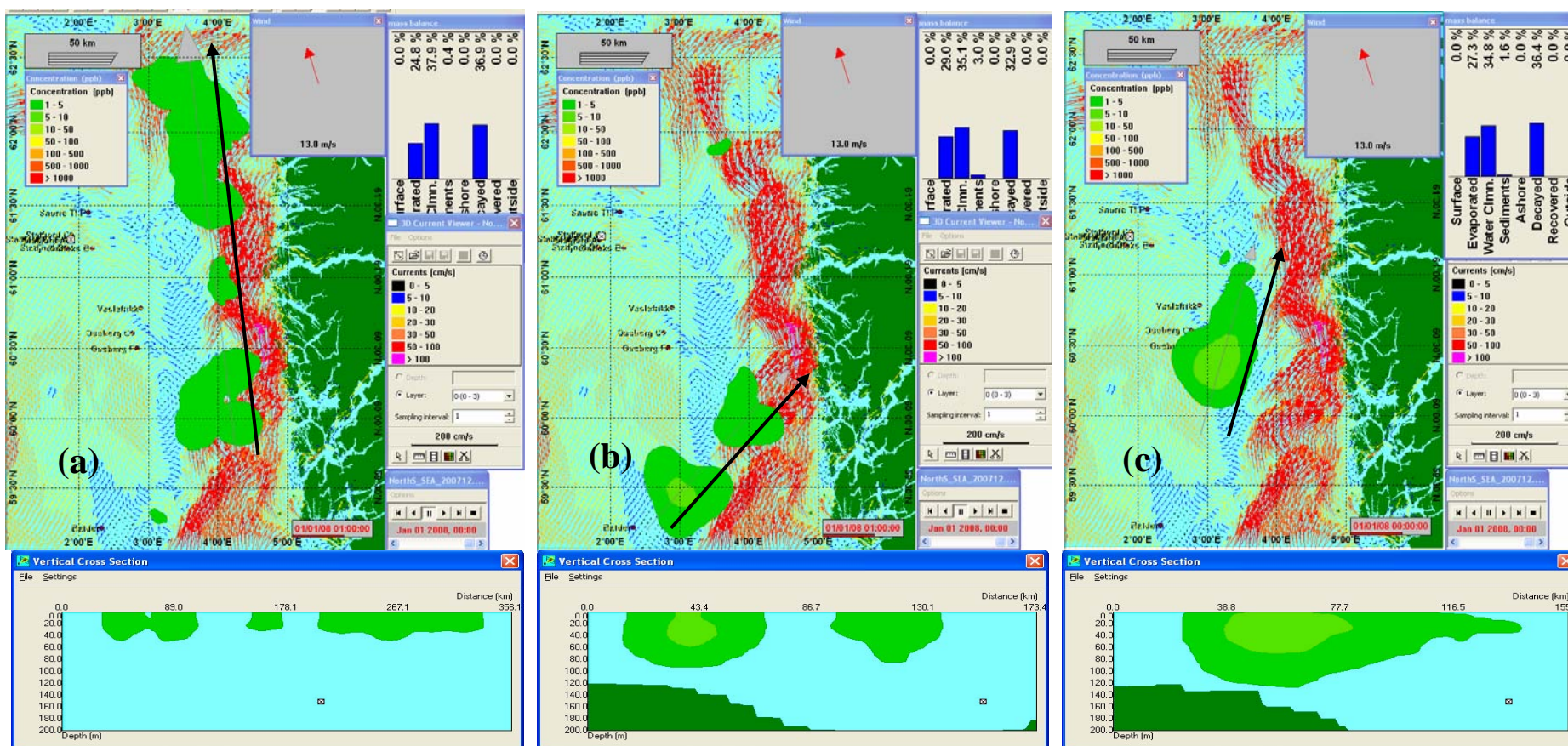
Figur 13. Oppdatering av oljens fordeling og lokasjon etter observert fordeling. (a) Beregnet fordeling av oljen 28 timer etter utslippet, og (a') korrigert til observert lokasjon av oljeflaket rapportert av LN-SFT (det hvite polygon nærmere Statfjord feltet). (b) Beregnet lokasjon etter omkring 50 timer. (b') Korrigerede fordeling etter observasjon for samme tidspunkt.

Etter omkring 20 dager (Figur 15), ved årsskiftet 2007-2008, er alle beregnede oljekonsentrasjonene i nærheten av bakgrunnsverdiene for Nordsjøen. Stagg og McIntosh (1996), for eksempel, rapporterer bakgrunnsverdier, inkludert utslipp fra oljevirkosmeten, til 3 – 4 µg/l, eller ppb. Alle beregnede oljekonsentrasjoner etter 20 dager er under 5 ppb, men romlig fordeling varierer avhenging av beregningsmetoden. Biodegradering etter 20 dager har fjernet over 30% av oljemassen.



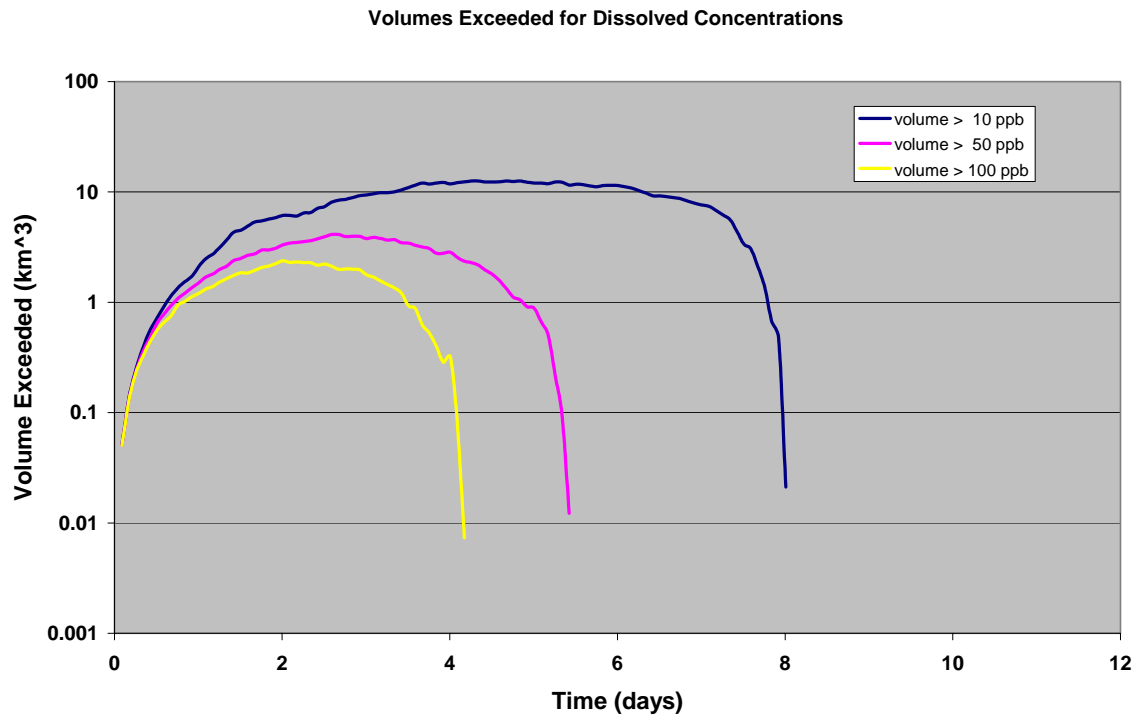
Figur 14. THC etter 10 dager:

- (a) Beregnet med strøm som levert, og uten oppdatering av oljens fordeling underveis;
 - (b) Beregnet ved oppdatering av oljens romlig fordeling, styrt av GIS polygoner;
 - (c) Beregnet med en reduksjonsfaktor av 0.3 for strøm hastighet.
- Maksimum THC verdier er henholdsvis 40, 50, og 60 ppb.

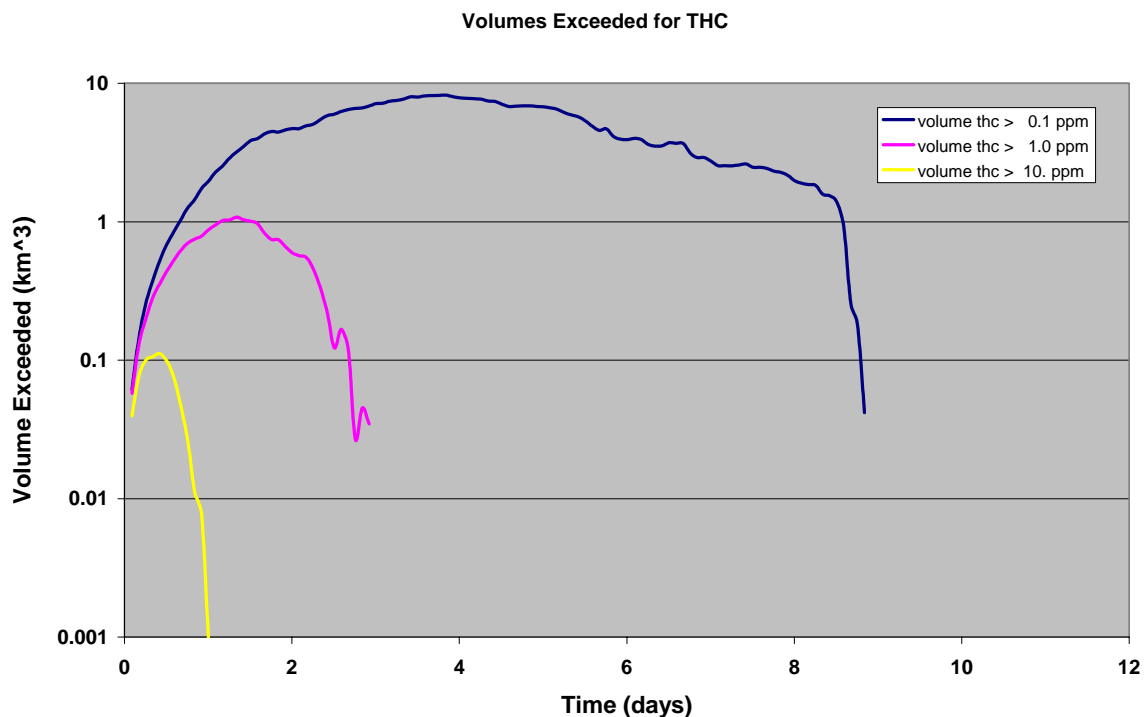


Figur 15. Sammenligning av THC konsentrasjonsfelt etter omkring 20 dager (ved 01/01/2008) for 3 beregningsmetoder. Daværende strømfelt vises som bakgrunn. Alle konsentrasjoner er under 5 ppb, men romlig fordeling varierer avhenging av beregningsmetoden. (a) Beregning med strømdata uten forandring gir største utbredelse av THC feltet. (b) Beregning inkludert oppdatering av oljedråper og overflate olje gir minste utbredelse av konsentrasjons felte, grunnet økt fortykning (c) Beregning med redusert strøm hastighet, tilpasset observasjoner.

Det vil også være av interesse å vurdere mulige biologiske effekter av oljen fra utslippet på Statfjord. OSCAR er brukt for å beregne hvor stort volum som ble berørt over bestemte konsentrasjonstærskler over tid. Figur 16 og Figur 17 viser eksempler for løste hydrokarboner og for total hydrokarboner (THC), for det scenario hvor strømfeltet er brukt uforandret. Tærsklene valgt er i ppb for løste hydrokarboner og ppm for total hydrokarboner.



Figur 16. Løste hydrokarboner: Vannvolum hvor bestemte tærskler overskrides som funksjon av tid.



Figur 17. Total hydrokarboner: Vannvolum hvor bestemte tærskler overskrides som funksjon av tid.

5 Konklusjoner

Numeriske modeller er brukt her for å estimere skjebnen til 4400 m³ av råolje som ble sluppet ut fra Statfjord feltet ved et uhell den 12. desember 2007. Sammenligning av simulerte bevegelser av oljeflak viser at strømningsdata input til oljedrift modellen i dette tilfellet hadde for høy hastighet rundt utslippstedet. Dette ble klart fra sammenligning med observasjoner fra SFT sin overvåkingsfly.

En overestimering av strømhastighet kan resultere i at høye oljekonsentrasjoner i vannsøylen beregnes i modellen mye lengre vekk fra kilden en ville vært tilfelle i realiteten. Tre beregningsmetoder er derfor brukt for å evaluere effekten av potensielle feil i strømhastigheten på langtids skjebne til oljen:

1. Bruk av direkte strøm data, uten forandring;
2. Bruk av strømdata redusert ved en faktor, her 0.3, så at beregninger tilpasses observasjoner;
3. Bruk av en oppdaterings opsjon i OSCAR, hvor modellen korrigerer beregninger underveis, styrt av selv observasjoner, representert i systemet ved tidsstemplet GIS polygoner.

Det viser seg at maksimum konsentrasjoner av total hydrokarboner er ganske likt for alle tre beregningsmetoder etter både 10 og 20 dager, mens geografisk fordeling av oljen var mest forskjellig når strømhastigheten var redusert over hele strømfeltet.

Maksimum konsentrasjoner var under 5 ppb etter 20 dager, for alle tilfeller. Etter 20 dager var også omkring 1/3 av totalmassen biodegradert, og like mye var fremdeles i vannsøylen. Omtrent 30% av oljen var fordampet, dette er noe lavere en forventet i forhold til om oljen ville vært sluppet ut på overflata og fortsatte å være der. I scenarier beregnet her var utslippet ved 150 meters dyp, og noen av de lettere, vannløselige oljekomponentene ble løst i vannet på veien opp til overflata. I tillegg var det veldig sterk vind og store bølger de første timene etter utslippet, og oljen ble kontinuerlig pisket ned i vannet hver gang den kom til overflaten. I OSCAR beregningene er det antatt konsentrasjon for suspendert organisk sediment i vannsøylen til 1 mg/l, med en middels synkehastighet av 3 m/døgn. Dette gir litt olje (1 – 3 %) på sjøbunnen over tid.

6 Referanser

Melbye, A., I. Singasaas, P. J. Brandvik, M. Reed, O. M. Bakken, Ø. Johansen, M. Moldestad, 2007. Samlerapport: Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting, 12. desember 2007. SINTEF rapport F4260 til NOFO.

Stagg, R. M., and A. McIntosh, 1996. Hydrocarbon concentrations in the northern North Sea and effects on fish larvae. *Science of the Total Environment* 186: 189-201.

StatoilHydro, 2008. Granskingsrapport: Utslipp av olje under lasting til Navion Britannia fra Statfjord OLS-A, 12.12.2007. 58 sider

Moldestad, M.Ø., Singasaas, I., Resby, J.L.M., Faksness, L-G. og Hokstad, J.N., 2001. Statfjord A, B og C - Egenskaper og forvitring på sjøen, karakterisering av vannløselige komponenter relatert til beredskap.

Vedlegg 16

**SINTEF Rapport A7123
Utslipp Statfjord A – oljesølidentifikasjon**



SINTEF Materialer og kjemi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Brattørkaia 17B,
4. etg.

Telefon: 4000 3730
Telefaks: 930 70730

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

122 of 137

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Utslipp Statfjord A – oljesølidentifikasjon

FORFATTER(E)

Liv-Guri Faksness og Kjersti Almås

OPPDRAGSGIVER(E)

StatoilHydro ASA

RAPPORTNR. SINTEF A7123	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Tor Fadnes	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04546-8	PROSJEKTNR. 800962	ANTALL SIDER OG BILAG 16
ELEKTRONISK ARKIVKODE 16_Statfjord A_identifikasjon.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <i>Merete Ø. Moldestad</i> Merete Ø. Moldestad	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <i>Per S. Daling</i> Per S. Daling
ARKIVKODE	DATO 2008-06-18	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <i>Tore Aunaas</i> Tore Aunaas, forskningssjef	

SAMMENDRAG

SINTEF mottok tre oljeprøver for oljesølidentifikasjon etter uhellsutslippet på Statfjord A den 12. desember, 2008: Utslippsoljen Statfjord A, oljeprøver fra sjøen på hhv Statfjordfeltet og i nærheten av Trollfeltet. Prøvene ble analysert i henhold til standardisert metodikk for oljesølidentifikasjon (CEN, 2006).

GC/MS analysene med visuell sammenligning av ionekromatogram og beregning av diagnostiske forholdstall viste at oljeprøven fra Statfjordfeltet har positiv match med utslippsprøven fra Statfjord A. Ved å sammenligne oljeprøven fra Trollfeltet (tatt den 19. desember) med utslippsprøven, viser resultatene at det er signifikante forskjeller mellom denne prøven og utslippsprøven (non-match), dvs at oljen fra Trollfeltet ikke er identisk med den tilsendte prøven fra Statfjord A.

Det var ikke mulig å antyde kilden til sølprøven fra Troll-feltet ved sammenligning med et begrenset antall oljer fra SINTEFs oljeidentifikasjonsdatabase.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akutt oljeforurensning	Oil spill
GRUPPE 2	Identifikasjon/fingerprinting	Identification/fingerprinting
EGENVALGTE	Diagnostisk karakterisering	Diagnostic characterisation
	Kjemisk analyse	Chemical analysis
	Statfjord	Statfjord

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
2	Materialer og metoder	3
2.1	Analysemetodikk	3
2.2	Prøveopparbeiding	3
2.3	GC/FID screening analyser (nivå 1)	5
2.4	GC/MS analyser (nivå 2)	6
2.5	Eliminering og beregning av diagnostiske forholdstall (nivå 3)	10
2.6	Sammenligning av prøver	11
2.7	Multivariate analyser	12
3	Konklusjon	13
4	Referanse	14
	Vedlegg A. Databehandling og sammenligning av diagnostiske forholdstall	15

1 Innledning

Onsdag 12. desember 2007 skjedde det et utslipp av ca. 4000 m³ råolje under bøyelasting fra Statfjord A plattformen. SINTEF har mottatt to prøver til analyser for å finne ut om disse kom fra utslipp på Statfjord A. Den ene prøven var tatt på Statfjordfeltet mens den andre ble tatt ved Troll. I tillegg ble det tatt overflate/emulsjonsprøver av SINTEF på Statfjordfeltet to dager etter utslippet.

2 Materialer og metoder

SINTEF mottok tre oljeprøver for oljesølidentifikasjon etter uhellsutslippet på Statfjord A den 12. desember, 2007. Prøvene ble registrert i SINTEFs laboratoriedatabase og gitt unik SINTEF ID (Tabell 2.1). Prøve 2008-003 er kilden til utslippet (referanseprøve fra Statfjord A), prøve 2008-002 ble tatt på sjøen ved Statfjord A samme dag, mens prøve 2007-699 ble tatt på sjøen i nærheten av Troll-feltet den 19. desember, 2007. I tillegg ble det tatt vannprøver og overflate/emulsjonsprøver av SINTEF på Statfjordfeltet den 14. desember (Melbye et al., 2007). GC kromatogram av de to emulsjonsprøvene er også inkludert.

Tabell 2.1 *SINTEF ID og prøvebeskrivelse for prøver analysert for oljesølidentifikasjon*

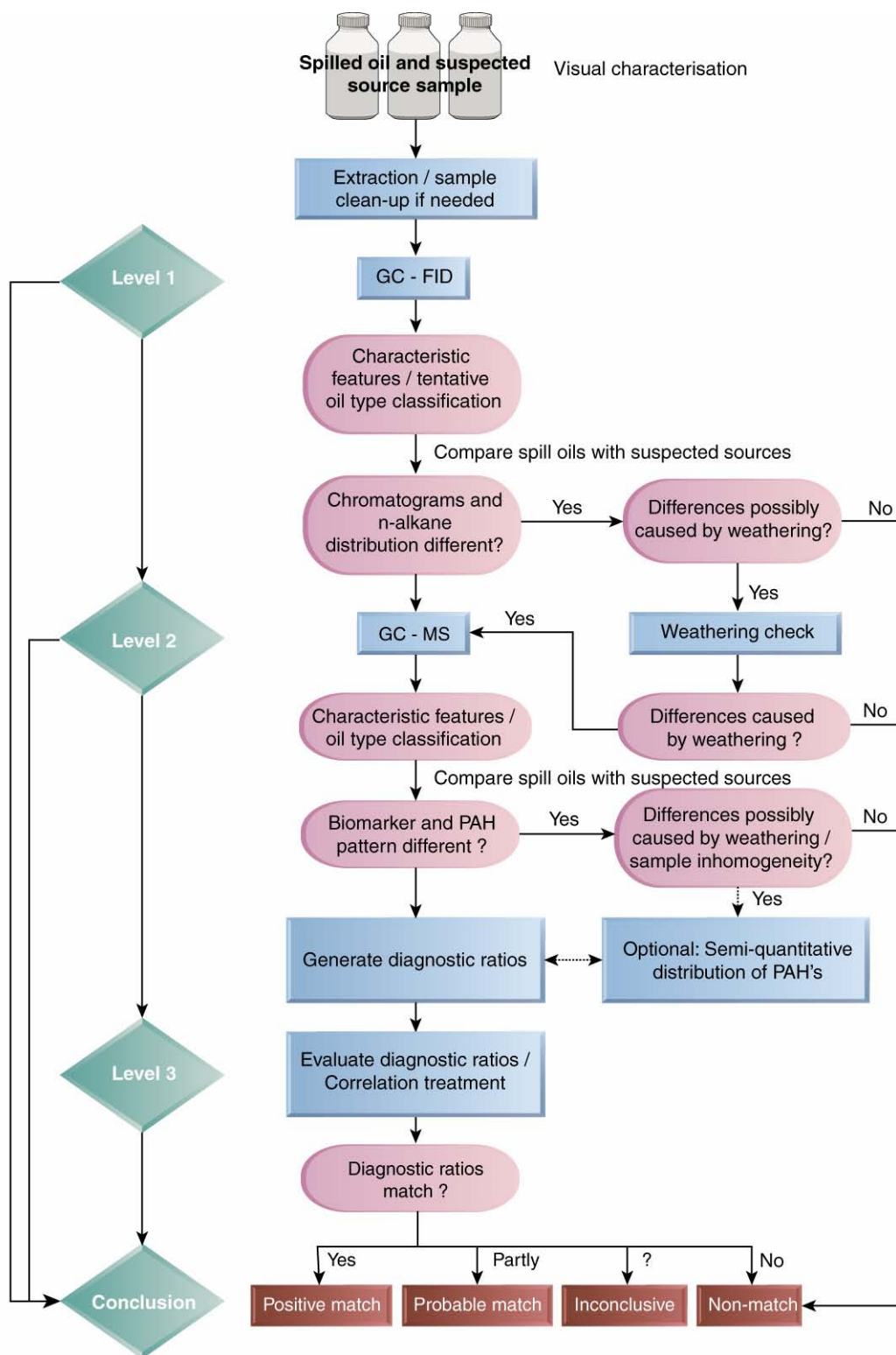
SINTEF ID	Prøve dato	Prøvebeskrivelse/prøvetakningssted
2007-699	19.des	Oljeprøve tatt 19/12-07 kl. 11:40 ved "West Venture" i pos. N60°48'E003°26.7' (i nærheten av Troll-feltet)
2007-680	14.des	Emulsjon/overflateprøve I v/Statfjord A (pos. N61°16.2'E001°54.7')
2007-681	14.des	Emulsjon/overflateprøve II v/Gullfaks A
2008-002	12.des	Oljeprøve tatt 12/12-07 kl. 22:40 av "Havila Troll" (på Statfjordfeltet)
2008-003	12.des	Råoljeprøve tatt 12/12-07 fra Statfjord A, cargo no. 6658 ST Part 1. Tanker name: "Navion Britannia". Destination: Wilhelmshaven

2.1 Analysemetodikk

Som en basis for en diagnostisk analyse av oljer (fingerprinting) benytter SINTEF en metodikk utviklet gjennom Nordtest og den Europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN: "CEN/BT/Task Force 120 Oil Spill identification: Part 2 Analytical methodology and interpretation of results" (CEN, 2006). Et flytskjema for identifikasjon av oljeforurensning som beskriver analyser og databehandling for sammenligning av oljer i henhold til CEN (2006) er vist i Figur 2.1. I tillegg ble det utført en multivariat analyse hvor de mottatte prøvene ble sammenlignet med utvalgte oljer i SINTEFs Oljeidentifikasjonsdatabase (SOLID).

2.2 Prøveopparbeiding

Det ble tatt ut en aliquot av lastepróven Statfjord A (referanse) og oljeprøvene fra utslippet. Prøvene ble veid ut i 5 ml prøveglass og løst i diklormetan (DCM) for å gi en konsentrasjon på omtrent 10 mg olje/ml. For å fjerne vann i ekstraktene ble det tilsatt vannfritt natriumsulfat. Det er utført en screening analyse (nivå 1) av alle prøvene på gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID) og diagnostisk fingerprintinganalyse på gasskromatograf med massespektrometer (GC/MS), dvs. nivå 2 i Figur 2.1



Ground-truth all correlations using all available data

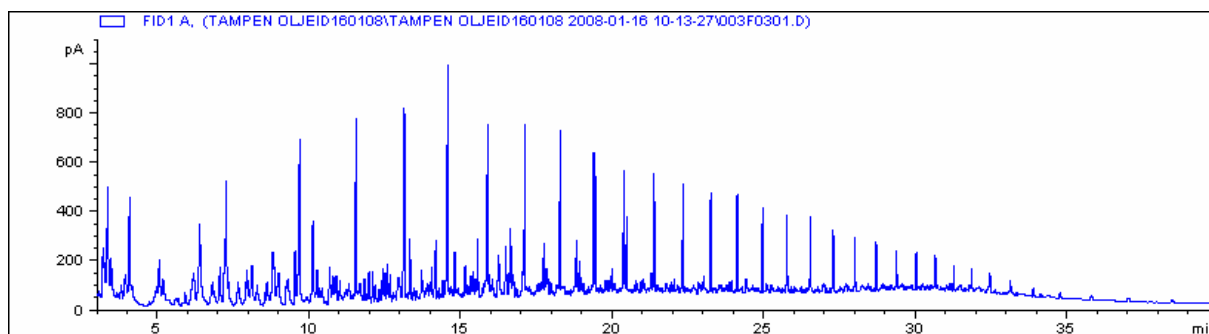
Figur 2.1 Flytskjema for diagnostisk fingerprintingmetodikk

2.3 GC/FID screening analyser (nivå 1)

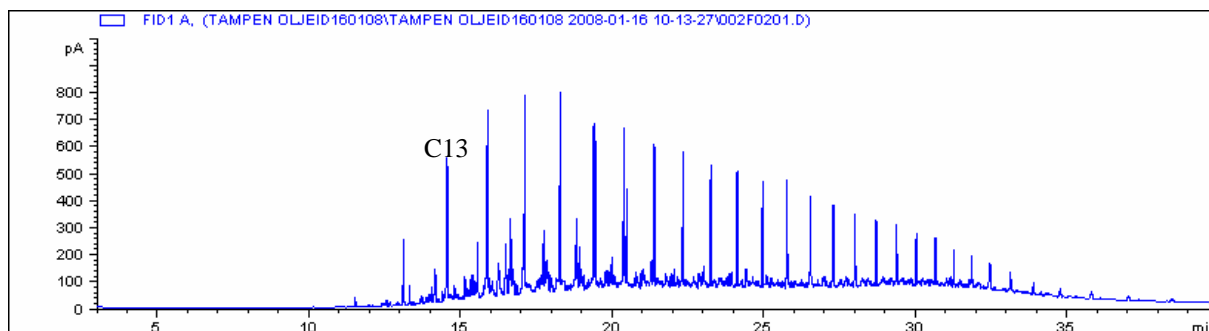
GC/FID-analysene viser fordeling av hydrokarboner i tillegg til forhold mellom n-alkaner (nC_{17} og nC_{18}) og asykliske isoprenoider (pristan og fytan). Fra GC-kromatogrammene av oljene ser det ut til at alle prøvene er fra en parafinsk råolje. De to prøvene tatt på sjøen (Figur 2.3 og Figur 2.4) er en del forvitret i forhold til referanseprøven (Figur 2.2). De beregnede forholdstallene fra GC/FID-analysene er gitt i Tabell 2.2. Forskjellene i forholdstallene er små, og kan skyldes forvitring.

Ut fra GC/FID-analysene (nivå 1) kan det ikke konkluderes om de to prøvene fra hhv Statfjordfeltet og Troll har "positiv match" eller "non match" med referanseoljen fra Statfjord A. Prøvene ble derfor analysert på GC/MS (nivå 2).

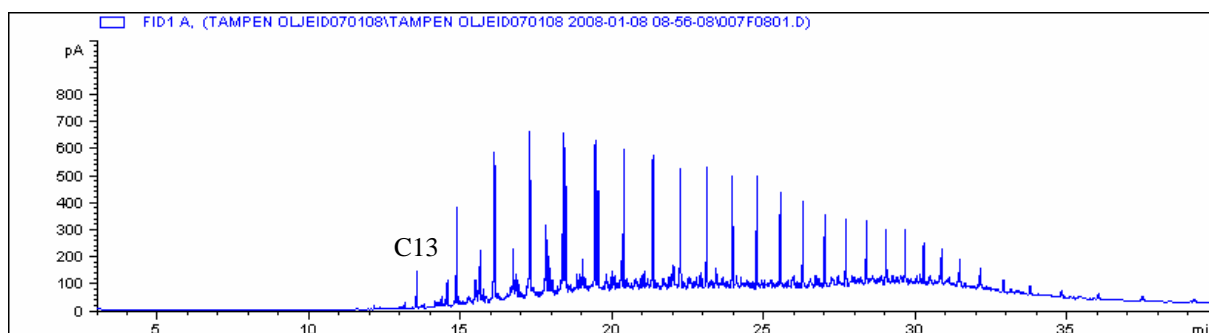
GC kromatogrammene av de to emulsjonsprøvene tatt av SINTEF to dager etter utslippet (Figur 2.5 og Figur 2.6) viser at disse oljeprøvene har mistet en større andel av de lettere komponentene enn oljen fra samme dag som utslippet (Figur 2.3). Emulsjonsprøvene har omtrent samme forholdstallene (Tabell 2.2), og dette indikerer at de er fra samme kilde. Ut fra disse dataene kan det ikke avgjøres med om emulsjonsprøvene er fra utslippet på Statfjord A, men i følge Melbye et al. (2007) er dette sannsynlig. De to emulsjonsprøvene er ikke analysert på GC/MS (nivå 2).



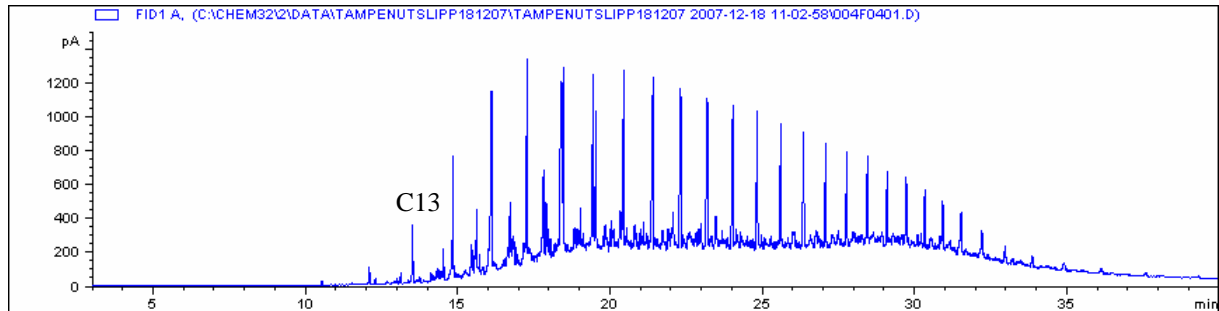
Figur 2.2 Lasteprobe fra Statfjord A (SINTEF ID 2008-0003)



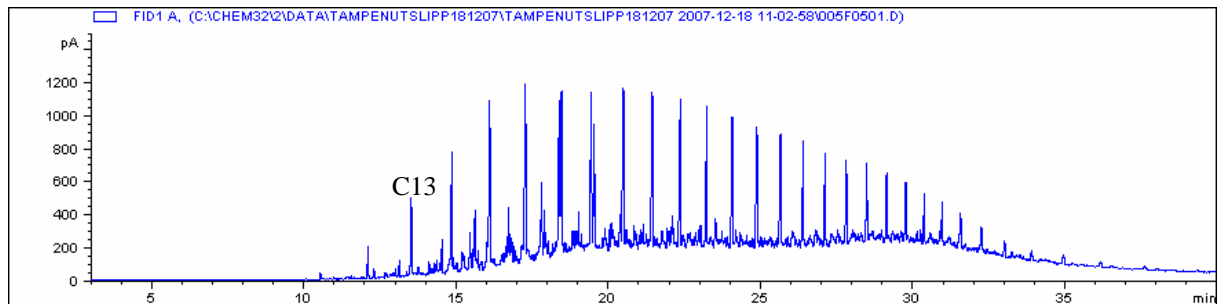
Figur 2.3 Oljeprøve tatt av "Havila Troll" ved Statfjord (SINTEF ID 2008-0002)



Figur 2.4 Oljeprøve tatt ved Troll-feltet i pos. $N60^{\circ}48' E003^{\circ}26,7'$ (SINTEF ID 2007-0699).



Figur 2.5 Emulsjon/overflateprøve I tatt ved Statfjord A (SINTEF ID 2007-0680)



Figur 2.6 Emulsjon/overflateprøve II tatt ved Gullfaks A (SINTEF ID 2007-0681)

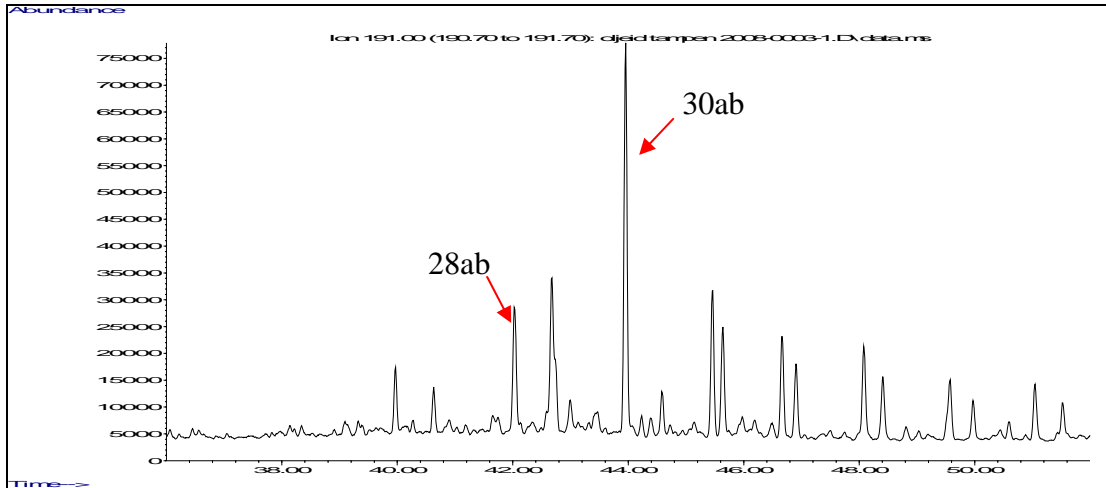
Tabell 2.2 Forholdstall fra GC-FID analyser

SINTEF ID	2008-0003 Lasteprøve fra Statfjord A	2008-0002 Olje på sjø Statfjord	2007-0699 Olje på sjø Troll-feltet	2007-0680 Emulsjon Statfjord A	2007-0681 Emulsjon Gullfaks A
n-C17/pristane	1.12	1.14	1.13	0.94	0.94
n-C18/phytane	1.58	1.64	1.50	1.29	1.24
pristane/phytane	1.44	1.49	1.45	1.36	1.32

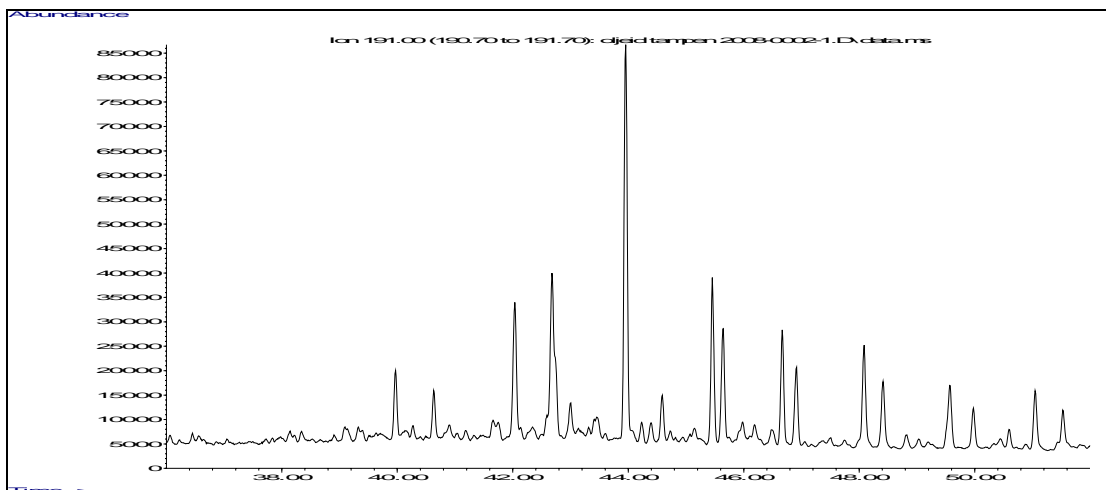
2.4 GC/MS analyser (nivå 2)

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og biomarkører ble analysert ved bruk av gasskromatograf (GC) med massespektrometer (MS). Spesifikt utvalgte diagnostiske komponenter fra denne analysen danner grunnlaget for å generere diagnostiske forhåndstall for de ulike oljeprøvene, som igjen danner basis for sammenligning av oljenes fingerprinting (i henhold til CEN (2006)). Evaluering av diagnostiske forhåndstall er presentert og diskutert i avsnitt 2.5.

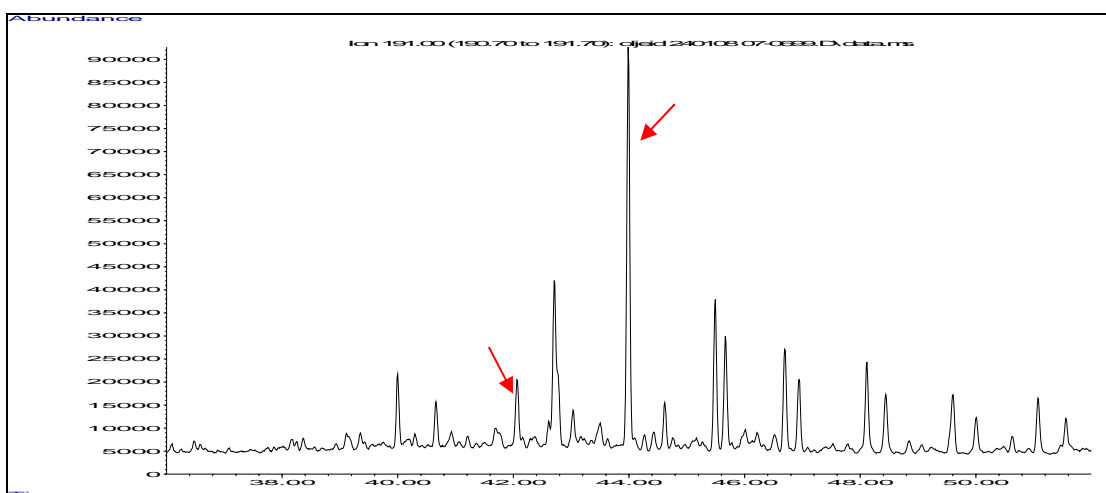
Ionekromatogrammene av hopaner (m/z 191) er gitt i Figur 2.7 til Figur 2.9, triaromatiske steroider (m/z 231) i Figur 2.10 til Figur 2.12 og C1-fluorantener/pyrener/benzofluorener (m/z 216) i Figur 2.13 til Figur 2.15. Noen av de visuelle ulikhetene er markert med røde piler.



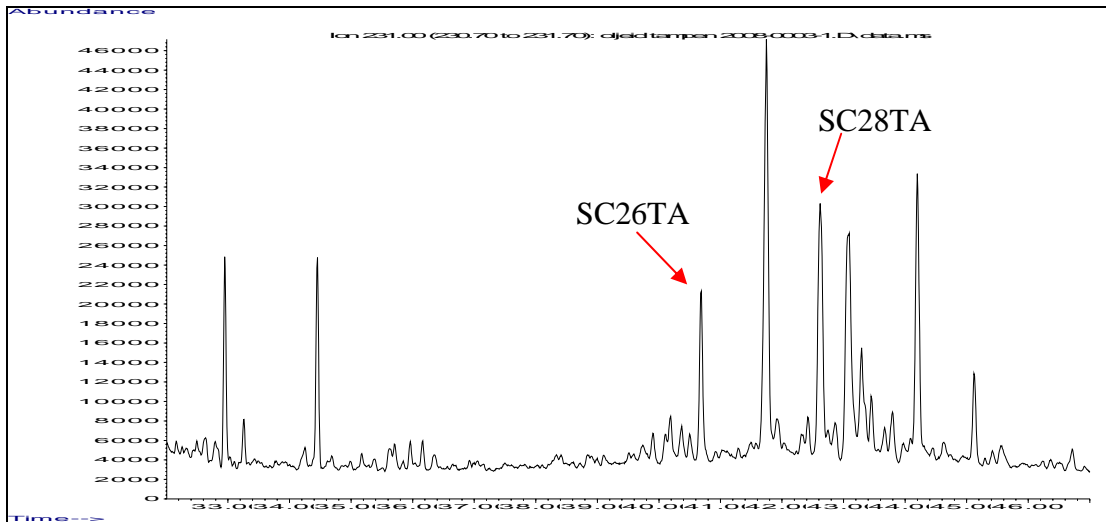
Figur 2.7 Lasteprøve fra Statfjord A, m/z 191 (SINTEF ID 2008-0003)



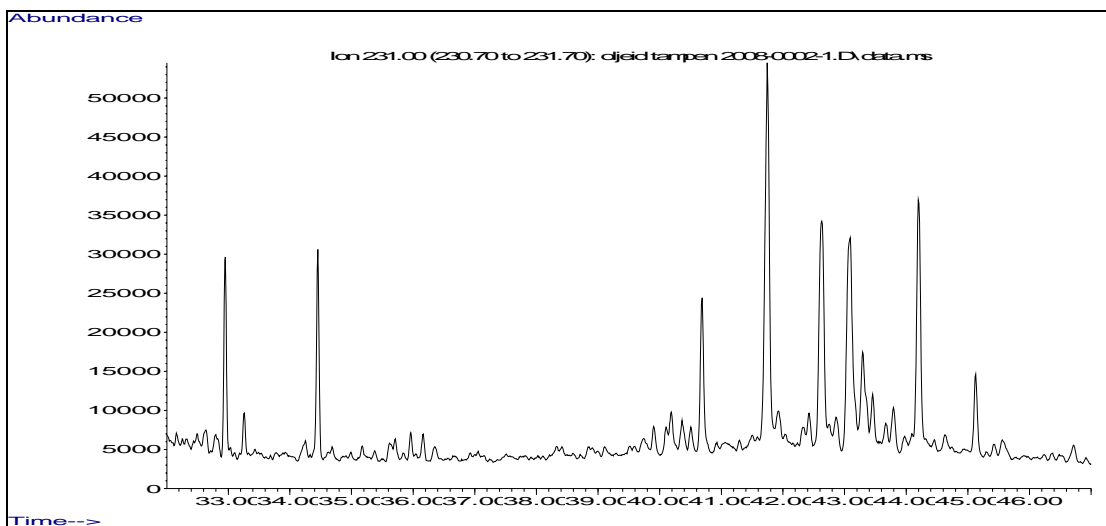
Figur 2.8 Oljeprøve tatt av "Havila Troll" ved Statfjord, m/z 191 (SINTEF ID 2008-0002)



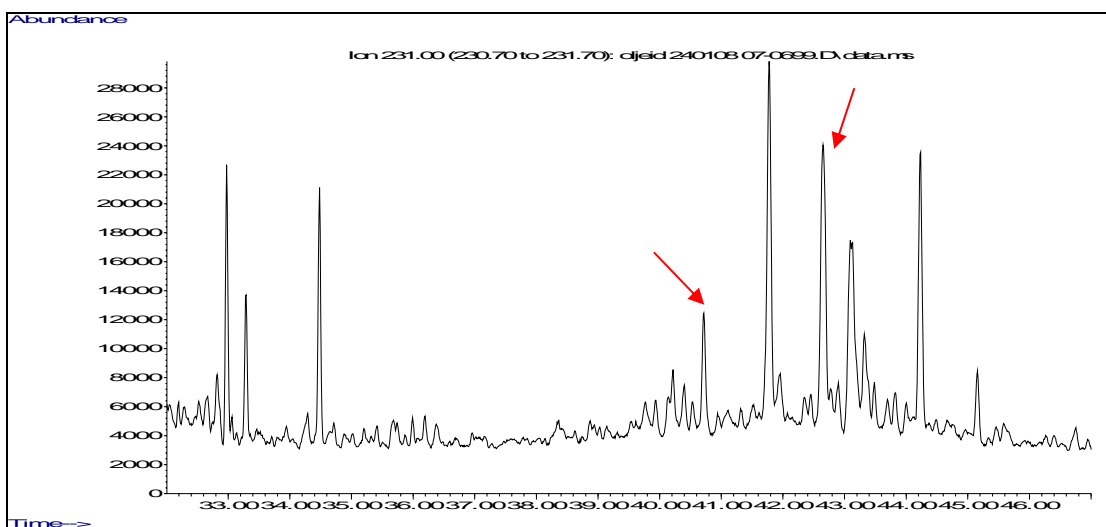
Figur 2.9 Oljeprøve tatt ved Troll-feltet i pos. N60°48' E003°26.7', m/z 191 (SINTEF ID 2007-0699).



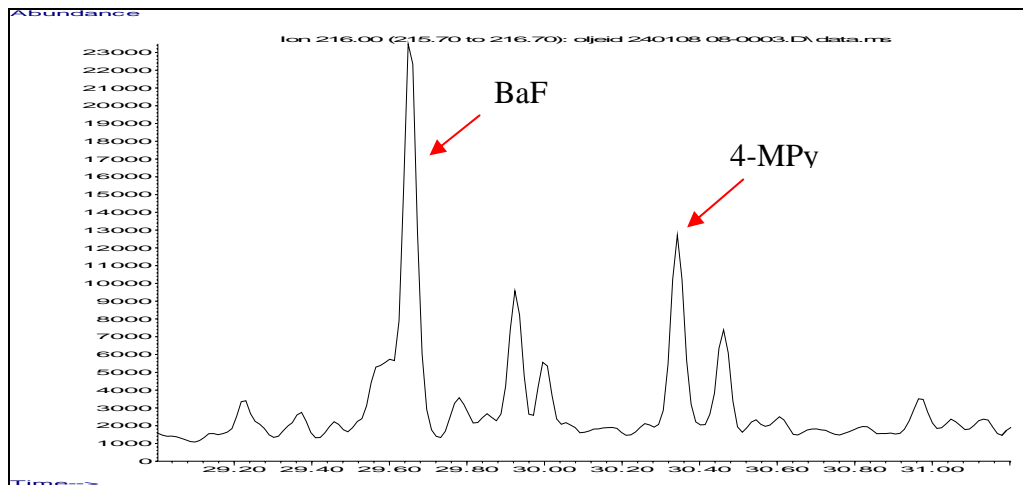
Figur 2.10 Lasteprøve fra Statfjord A, m/z 231 (SINTEF ID 2008-0003)



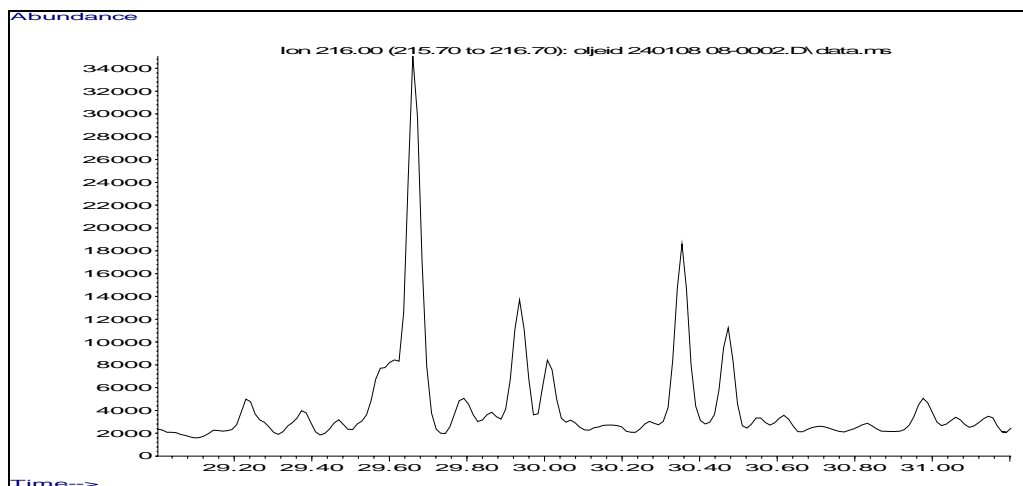
Figur 2.11 Oljeprøve tatt av "Havila Troll" ved Statfjord, m/z 231 (SINTEF ID 2008-0002)



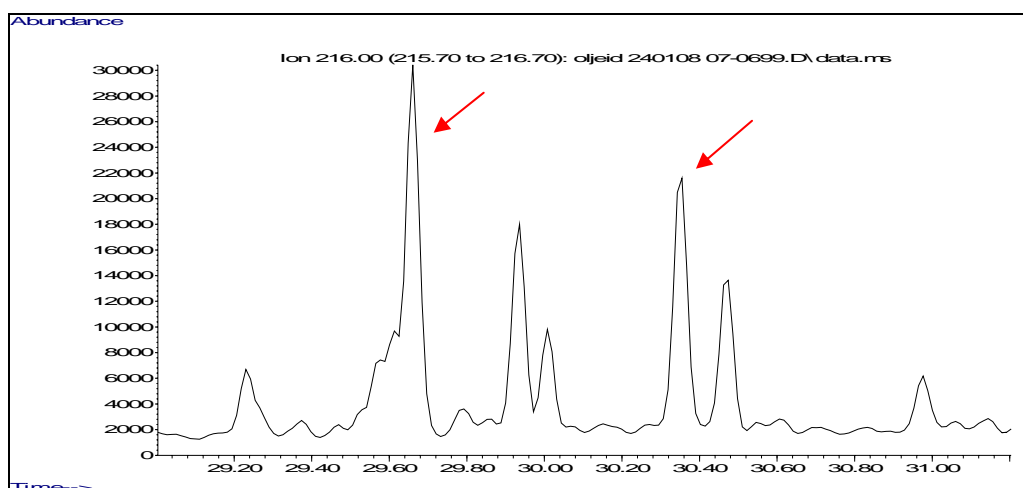
Figur 2.12 Oljeprøve tatt ved Troll-feltet i pos. N60°48' E003°26.7', m/z 231 (SINTEF ID 2007-0699).



Figur 2.13 Lasteprøve fra Statfjord A, m/z 216 (SINTEF ID 2008-0003)



Figur 2.14 Oljeprøve tatt av "Havila Troll" ved Statfjord, m/z 216 (SINTEF ID 2008-0002)



Figur 2.15 Oljeprøve tatt ved Troll-feltet i pos. $N60^{\circ}48' E003^{\circ}26.7'$, m/z 216 (SINTEF ID 2007-0699).

2.5 Eliminering og beregning av diagnostiske forhåndstall (nivå 3)

Etter en evaluering /elimineringprosedyre med hensyn på prøvenes beskaffenhet (forvitring /fordamping) og deteksjonsgrenser for PAH og biomarkører ble 29 diagnostiske forhåndstall benyttet videre i sammenligning av prøver. Det henvises til CEN (2006) for kriterier som legges til grunn for eliminering og evaluering av diagnostiske forhåndstall. Diagnostiske forholdstall er gitt i Tabell 2.3.

Tabell 2.3 Diagnostiske forholdstall for biomarkører og PAH-forbindelser (Utslippsprøven fra Statfjord A er analysert 3 ganger)

	2008-0003 UtslippsprøveStatfjord A		2008-0002 Olje på sjø Statfjordfeltet	2007-0699 Olje på sjø Trollfeltet
	Gj.snitt	Stdev (%)		
<i>m/z 191</i>				
C28 tricyclics	0.05	7.0	0.06	0.06
C29 tricyclics	0.07	3.0	0.07	0.08
C28+C29tricyclics	0.13	4.0	0.13	0.14
27Ts	1.49	3.4	1.48	1.70
28ab	0.34	4.0	0.35	0.17
25nor30ab	ND	ND	ND	ND
29ab	0.40	2.1	0.41	0.42
29Ts	ND	ND	ND	ND
30d	0.08	2.6	0.09	0.09
30O	ND	ND	ND	ND
30G	ND	ND	ND	ND
<i>m/z 217 and 218</i>				
29aaS	0.95	4.9	0.90	1.04
29bb	1.13	1.0	1.10	1.28
27bbSTER	0.54	0.5	0.54	0.51
28bbSTER	0.42	1.0	0.40	0.40
29bbSTER	0.56	0.7	0.57	0.60
<i>m/z 231</i>				
TA21	0.77	4.8	0.74	0.88
TA26	0.66	2.2	0.69	0.43
TA27	0.82	3.9	0.80	0.68
<i>PAH</i>				
2-MP/1-MP	0.74	0.5	0.75	0.75
4-MD/1-MD	3.10	1.0	2.99	2.93
C2-dbt/C2-phe	0.38	3.2	0.38	0.34
C3-dbt/C3-phe	0.38	5.6	0.39	0.32
C3-dbt/C3-chr	2.72	5.1	2.82	2.16
Retene/C4-phe	0.15	2.2	0.15	0.15
B(a)F/4-Mpy	2.08	3.2	2.07	1.45
B(b+c)F/4-Mpy	0.71	2.4	0.73	0.81
2Mpy/4-Mpy	0.37	2.7	0.37	0.40
1Mpy/4-Mpy	0.51	2.8	0.50	0.57

ND: Ikke detektert

2.6 Sammenligning av prøver

Sammenligning av diagnostiske forhåndstall er utført i henhold til CEN (2006) hvor repeterbarhet (r) benyttes som testmetode. Ut fra den analytiske variabilitet benyttes et relativ standardavvik (RSD) på 5 %. Sammenligning av diagnostiske forhåndstall er utført ved å beregne kritisk differanse (CD) ved å multiplisere repeterbarhetsgrensen ($r_{95\%}$) med gjennomsnittsverdier for diagnostiske forhåndstall mellom utslippsoljen og oljeprøvene. Tabellene A1 og A2 (vedlegg A) oppsummerer konklusjonene fra databehandlingen av diagnostiske forhåndstall i henhold til disse kriterier. Beregningene ble utført ved at de to sølprøvene ble sammenlignet med utslippsprøven.

Figur 2.16 viser prosent differanse relativt til gjennomsnitt for samtlige diagnostiske forhåndstall som vist i Tabell 2.4. Kriteriet benyttet for positiv match (iht CEN-guideline) er at % differanse av forholdstallene mellom to prøver skal være mindre enn 14% ("Critical difference" (CD)).

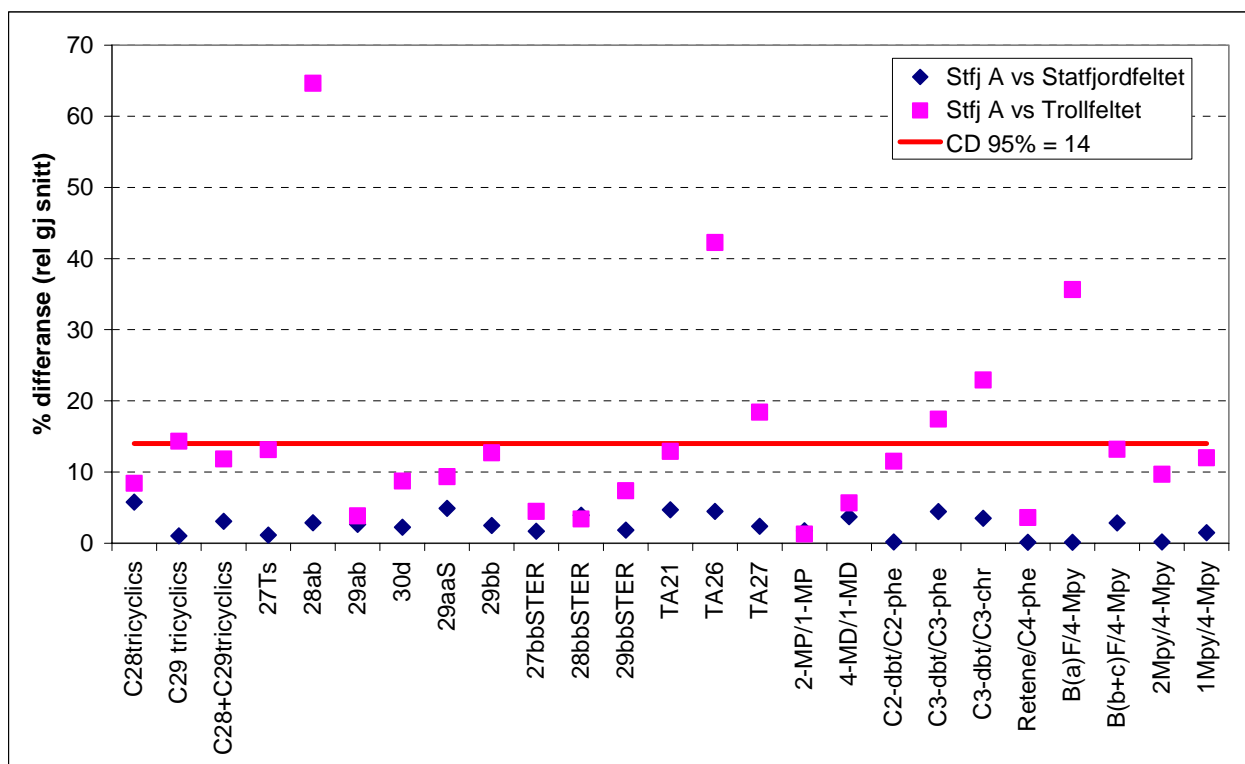
Tabell 2.4 Sammenligning av to diagnostiske forholdstall: Dersom % differanse mellom de to prøvenes forholdstall er < 14% har prøvene "positiv match". CD > 14% er markert med rødt.

Diagn.forhåndstall	Utslippsprøve vs fra Statfjordfeltet	Utslippsprøve vs fra Trollfeltet
C28tricyclics	5.8	8.4
C29 tricyclics	1.0	14.3
C28+C29tricyclics	3.1	11.8
27Ts	1.1	13.1
28ab	2.9	64.6
25nor30ab	ND	ND
29ab	2.6	3.8
29Ts	ND	ND
30d	2.2	8.7
30O	ND	ND
30G	ND	ND
29aaS	4.9	9.3
29bb	2.5	12.7
27bbSTER	1.7	4.5
28bbSTER	3.9	3.4
29bbSTER	1.8	7.4
TA21	4.7	12.9
TA26	4.5	42.2
TA27	2.4	18.4
2-MP/1-MP	1.7	1.3
4-MD/1-MD	3.7	5.6
C2-dbt/C2-phe	0.2	11.5
C3-dbt/C3-phe	4.4	17.4
C3-dbt/C3-chr	3.5	23.0
Retene/C4-phe	0.1	3.6
B(a)F/4-Mpy	0.1	35.6
B(b+c)F/4-Mpy	2.8	13.2
2Mpy/4-Mpy	0.2	9.7
1Mpy/4-Mpy	1.5	12.0

ND: ikke detektert

Resultatene viser at oljeprøven som ble tatt på Statfjordfeltet og utslippsprøven fra Statfjord A har positiv match, dvs at prøvene sannsynligvis er fra samme kilde. Ved å sammenligne oljeprøven fra Trollfeltet med utslippsprøven, viser resultatene at det er signifikante forskjeller mellom denne

prøven og utslippsprøven, dvs at oljen fra Trollfeltet ikke er identisk med prøven fra Statfjord A (SINTEF ID 2008-003).



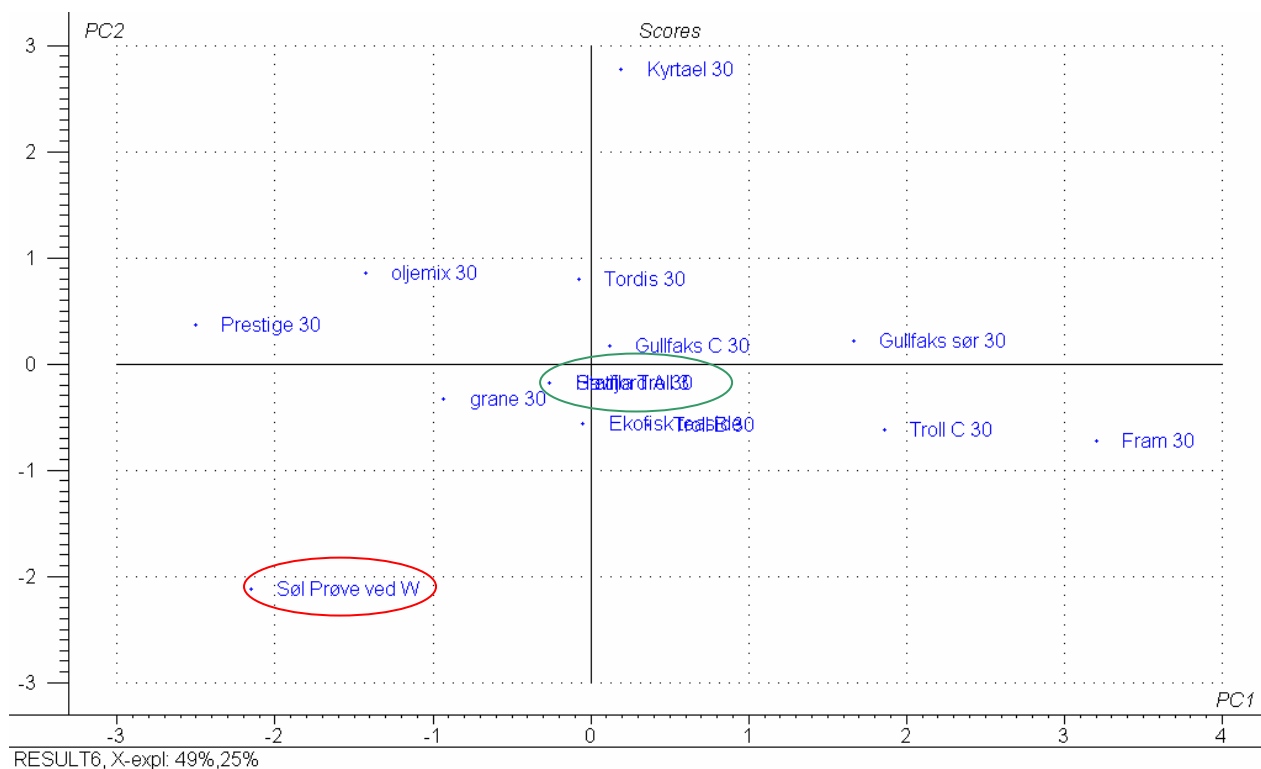
Figur 2.16 Sammenligner diagnostiske forholdstall av utslippsprøven fra Statfjord A med hhv oljeprøve fra Statfjordfeltet og Trollfeltet. (Data gitt i Tabell 2.4)

2.7 Multivariate analyser

Det er også utført multivariat prinsipalkomponent analyser (PCA) som sammenligner de mottatte prøvene med tilsvarende kjemiske analyser av oljeprøver fra SINTEFs Oljeidentifikasjonsdatabase (SOLID) for om mulig å antyde kilden til prøven fra Trollfeltet. SOLID inneholder opprinnelig ca 80 ulike oljer, men pga at GC/MS-betingelsene for de mottatte oljeprøvene er forskjellig fra oljene i databasen, ble et utvalg av oljene analysert på nytt under samme betingelser som sølprøvene. Figur 2.17 viser PCA-score plott fra disse analysene, mens en liste over de oljetypene som er benyttet er gitt i Tabell 2.5

Tabell 2.5 Oljer brukt i PCA-analysen

Oljer fra SOLID	Utslippsprøver
Fram	Statfjord A (mistenkt kilde)
Grane	Sølprøve fra Tampen
Gullfaks C	Sølprøve fra Trollfeltet
Gullfaks S	
Tordis	
Troll B	
Troll C	
Ekofisk Teeside	
Kyrtael	
Prestige	
SINTEF oljemix	



Figur 2.17 PCA-score plot, multivariat analyse av diagnostiske forholdstall fra GC/MS analyser fra Tampen-utslippet sammenlignet med tilsvarende analyser av oljer i SOLID. Rød ring marker prøven fra Troll-feltet, mens grønn ring markerer utslippsprøven fra Statfjord A og oljen fra Tampen-feltet.

Den multivariate analysen viser liten variabilitet mellom den mottatte oljen fra Statfjord A og sølprøven fra Tampenområdet (markert med grønn ring i Figur 2.17), så disse antas å være fra samme kilde. Videre viser PCA-plottet at oljen fra Trollfeltet (markert med rød ring) ikke er sammenfallende med hverken oljen fra Statfjord A eller de øvrige oljene i Tabell 2.5.

3 Konklusjon

Ut fra GC/FID-analysene (nivå 1) kan det ikke konkluderes om de to prøvene fra hhv Statfjordfeltet og Trollfeltet har "positive match" eller "non match" med utslippsoljen fra Statfjord A. Prøvene ble derfor også analysert på GC/MS (nivå 2).

GC/MS analysene med visuell sammenligning av ionekromatogram og beregning av diagnostiske forholdstall viste at oljeprøven fra Statfjordfeltet har positiv match med utslippsprøven fra Statfjord A. Ved å sammenligne oljeprøven fra Trollfeltet med utslippsprøven, viser resultatene at det er signifikante forskjeller mellom denne prøven og utslippsprøven, dvs at oljen fra Trollfeltet ikke er identisk med den mottatte oljeprøven fra Statfjord A.

Det var ikke mulig å antyde kilden til sølprøven fra Troll-feltet ved sammenligning med et begrenset antall oljer fra SINTEFs oljeidentifikasjonsdatabase.

4 Referanse

CEN (2006). Oil spill identification – Waterborne petroleum and petroleum products – Part 2: Analytical methodology and interpretation of results. Technical report. CEN/TR 15522-2:2006, November 2006.

Melbye, A.G., Singaas, I., Brandvik, P.J., Reed, M., Bakken, O.M., Johansen, Ø., og Moldestad, M.Ø. 2007. Utslipp av olje på Statfjordfeltet i forbindelse med lasting 12.desember, 2007. Samlerapport. SINTEF rapport F4260 .

Vedlegg A. Databehandling og sammenligning av diagnostiske forholdstall

Tabell A1 og A2 oppsummerer konklusjonen fra databehandlingen av diagnostiske forholdstall i henhold til kriteriene basert på RSD = 5%, og repeterbarhetsgrense på r95% som anbefalt i CEN guideline (2006).

Tabell A1. Sammenligner utslippsprøven (2008-0003) med oljeprøven fra Statfjordfeltet (2008-0002), basert på RSD 5%.

Diagnostisk forhåndstall	Statfjord A	Statfjordfeltet	Gj.snitt	Abs diff	kritisk diff	% diff (rel.til gj.snitt)
C28tricyclics	0.05	0.06	0.06	0.00	0.01	5.8
C29 tricyclics	0.07	0.07	0.07	0.00	0.01	1.0
C28+C29tricyclics	0.13	0.13	0.13	0.00	0.02	3.1
27Ts	1.49	1.48	1.49	0.02	0.21	1.1
28ab	0.34	0.35	0.34	0.01	0.05	2.9
25nor30ab	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29ab	0.40	0.41	0.41	0.01	0.06	2.6
29Ts	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30d	0.08	0.09	0.09	0.00	0.01	2.2
30O	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30G	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29aaS	0.95	0.90	0.93	0.05	0.13	4.9
29bb	1.13	1.10	1.12	0.03	0.16	2.5
27bbSTER	0.54	0.54	0.54	0.01	0.08	1.7
28bbSTER	0.42	0.40	0.41	0.02	0.06	3.9
29bbSTER	0.56	0.57	0.56	0.01	0.08	1.8
TA21	0.77	0.74	0.76	0.04	0.11	4.7
TA26	0.66	0.69	0.68	0.03	0.09	4.5
TA27	0.82	0.80	0.81	0.02	0.11	2.4
2-MP/1-MP	0.74	0.75	0.74	0.01	0.10	1.7
4-MD/1-MD	3.10	2.99	3.05	0.11	0.43	3.7
C2-dbt/C2-phe	0.38	0.38	0.38	0.00	0.05	0.2
C3-dbt/C3-phe	0.38	0.39	0.38	0.02	0.05	4.4
C3-dbt/C3-chr	2.72	2.82	2.77	0.10	0.39	3.5
Retene/C4-phe	0.15	0.15	0.15	0.00	0.02	0.1
B(a)F/4-Mpy	2.08	2.07	2.07	0.00	0.29	0.1
B(b+c)F/4-Mpy	0.71	0.73	0.72	0.02	0.10	2.8
2Mpy/4-Mpy	0.37	0.37	0.37	0.00	0.05	0.2
1Mpy/4-Mpy	0.51	0.50	0.51	0.01	0.07	1.5

ND: Ikke detekterbar, evt ikke til stede

Tabell A2. Sammenligner utslippsprøven (2008-0003) med oljeprøven fra Trollfeltet (2007-0699), basert på RDS 5%. Verdier i rødt angir $CD > 14\%$.

Diagnostic ratios	Statfjord A	Trollfeltet	Gj.snitt	Abs diff	Critical diff	% diff (rel.til gj.snitt)
C28 tricyclics	0.05	0.06	0.06	0.00	0.01	8.4
C29 tricyclics	0.07	0.08	0.08	0.01	0.01	14.3
C28+C29tricyclics	0.13	0.14	0.13	0.02	0.02	11.8
27Ts	1.49	1.70	1.60	0.21	0.22	13.1
28ab	0.34	0.17	0.26	0.16	0.04	64.6
25nor30ab	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29ab	0.40	0.42	0.41	0.02	0.06	3.8
29Ts	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30d	0.08	0.09	0.09	0.01	0.01	8.7
30O	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30G	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29aaS	0.95	1.04	1.00	0.09	0.14	9.3
29bb	1.13	1.28	1.21	0.15	0.17	12.7
27bbSTER	0.54	0.51	0.52	0.02	0.07	4.5
28bbSTER	0.42	0.40	0.41	0.01	0.06	3.4
29bbSTER	0.56	0.60	0.58	0.04	0.08	7.4
TA21	0.77	0.88	0.83	0.11	0.12	12.9
TA26	0.66	0.43	0.55	0.23	0.08	42.2
TA27	0.82	0.68	0.75	0.14	0.10	18.4
2-MP/1-MP	0.74	0.75	0.74	0.01	0.10	1.3
4-MD/1-MD	3.10	2.93	3.02	0.17	0.42	5.6
C2-dbt/C2-phe	0.38	0.34	0.36	0.04	0.05	11.5
C3-dbt/C3-phe	0.38	0.32	0.35	0.06	0.05	17.4
C3-dbt/C3-chr	2.72	2.16	2.44	0.56	0.34	23.0
Retene/C4-phe	0.15	0.15	0.15	0.01	0.02	3.6
B(a)F/4-Mpy	2.08	1.45	1.76	0.63	0.25	35.6
B(b+c)F/4-Mpy	0.71	0.81	0.76	0.10	0.11	13.2
2Mpy/4-Mpy	0.37	0.40	0.39	0.04	0.05	9.7
1Mpy/4-Mpy	0.51	0.57	0.54	0.06	0.08	12.0

ND: Ikke detekterbar, evt ikke til stede