



RAPPORT LNR 5593-2008

Konsekvensvurdering av
uhellsutslipp fra Yara
Norge AS, Herøya,
18. november 2007



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Konsekvensvurdering av uhellsutslipp fra Yara Norge AS, Herøya, 18. november 2007	Løpenr. (for bestilling) 5593-2008	Dato 29.04.2008
	Prosjektnr. Udemnr. O-27450	Sider Pris 21
Forfatter(e) Skaare, Bent Barman Bakke, Torgeir Tobiesen, August Molvær, Jarle, Merete Schøyen Sigurd Øxnevad	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Telemark	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Yara AS, Herøya, Norway	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Effektene av et uhellsutslipp til sjø av ca 30 m³ olje fra Yara, Herøya 18.11.2007 er vurdert. Oljefilm ble observert på overflata av Frierfjorden i dagene etter, men døde sjøfugl ble ikke observert. Oljen er ikke løselig i vann, tungt nedbrytbar og kan bioakkumulere. Eksponeringstiden i vannet i Frierfjorden og Langesundsfjorden forventes å være under 1-2 døgn, og akutte effekter på marine organismer er usannsynlig. Restolje regnes å være spredt i fjordsystemet og innblandet i strandsediment. Utlekking herfra regnes å opphøre innen et år. PAH i blåskjell viste økning fra 13 µg/kg før utslippet til 106 µg/kg den 04.01.2008, og reduksjon til 63 µg/kg den 26.02.2008. Langsom restitusjon kan skyldes både lav utskillelse og stadig tilførsel fra begravd olje. Olje er neppe akkumulert i fisk. PAH-utviklingen i blåskjell bør følges med nye analyser senere i 2008.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oljespill 2. PAH-akkumulering 3. Blåskjell 4. Restitusjon 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oil spill 2. PAH bioaccumulation 3. Blue mussel 4. Restitution
--	---



Torgeir Bakke
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder



Jarle Nygaard
Fag- og markedsdirektør

**Konsekvensvurdering av uhellsutslipp fra Yara
Norge AS, Herøya, 18. november 2007.**

Forord

Denne miljøkonsekvensutredningen er utarbeidet av NIVA på forespørsel fra Yara Norge AS i forbindelse med et uhellsutslipp av olje fra bedriftens anlegg på Herøya, Porsgrunn, i november 2007. Det er tidligere utarbeidet et notat om de første vurderinger som NIVA gjorde kort etter utslippet, og det ble avtalt at en mer dyptgripende konsekvensutredning skulle utarbeides etter som man fikk mer informasjon både om utslippskarakteristikk, spredning i miljøet og akkumulering i blåskjell. Nøkkelpersonell for gjennomføring av utredningen har vært seniorforsker Jarle Molvær, NIVA (spredningsvurderinger), forsker August Tobiesen, NIVA (utslippets toksiske egenskaper), forsker Bent Barman Skaare, NIVA, nå IFE (prosjektleder, beskrivelse av hendelsesforløp og utslippets fysiske-kjemiske egenskaper), seniorforsker Torgeir Bakke, NIVA (stedfortredende prosjektleder, økologiske effekter og bioakkumulering), forskningsassistent Merete Schøyen, NIVA (organisering av feltinnsamling og analyser av blåskjell) og forskningsassistent Sigurd Øxnevad (innsamling og opparbeiding av blåskjell). Alle disse takkes for innsatsen.

Kontaktperson hos Yara har vært Karina Aas.

Oslo, 29. april 2008

*Torgeir Bakke
Fung. prosjektleder*

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Bakgrunn	9
2. Hendelsesforløp	11
3. Karakteristikk av utslippet	13
3.1 Karakteristikk av utslippsvæsken	13
3.2 Kjemisk-fysiske egenskaper hos stoffene i utslippet	13
3.3 Bionedbrytbarhet	13
3.4 Fordampning	13
3.5 Miljømerking	13
4. Spredning med vannmassene	15
5. Sannsynlighet og mulig omfang av effekter på økosystemet	19
5.1 Giftighetsgrenser for vannlevende organismer	19
5.2 Sannsynlig influensområde	19
5.3 Sannsynlig eksponeringstid	19
5.4 Risiko for oppkonsentrering i næringskjeden	20
6. Sammenfatning av risikovurderingen	23
6.1 Risiko for akutte økologiske effekter lokalt	23
6.2 Risiko for langsiktige effekter i Frierfjorden – PAH i blåskjell	23
6.3 Behov for avbøtende tiltak	23
6.4 Skisse til overvåkingsprogram	24
7. Litteratur	25

Sammendrag

Denne rapporten gir en vurdering av de observerte og forventede effektene av et uhellsutslipp til sjø av ca 30 m³ olje som skjedde ved Yara, Herøya 18.11.2007. Dagen etter kunne et tynt oljelag sees over store deler av Frierfjorden. Ved befaring 26.11.2007 ble det ikke observert noe olje i strandsonen. Få eller ingen fugler er døde som følge av utslippet. Blåskjell (*Mytilus edulis*) for PAH-analyse ble tatt ved Croftholmen rett sør for Breviksundet 04.01.2008 og 26.02.2008. Ved begge innsamlingene ble det observert at olje piplet fram i fjæra.

Oljen som ble sluppet ut var sammensatt av lette og tunge naftenske destillater og brukes til å kondisjonere mineralgjødning. Den er ikke løselig i vann, er tungt nedbrytbar og kan bioakkumulere. De lette forbindelsene i oljen har sannsynligvis raskt fordampet eller løst seg i vannet. Tyngre forbindelser har antakelig dannet emulsjon og klumper som etter hvert skylles i land. Det er usannsynlig at det har vært akutte effekter på marine organismer.

Frierfjorden har i praksis tre horisontale vannlag, brakkvannslaget, mellomlaget ned til terskeldypet og bassengvannet. Oljen rant ut i overflaten, dvs. til brakkvannslaget. Oppholdstiden i den utgående brakkvannsstrømmen er typisk 6-10 timer. Dette tyder på at oljen kan ha nådd ut i Langesundsfjorden allerede om formiddagen 19.11.07 og Langesundsbukta i løpet av 20.11.07. Det er lite sannsynlig at lett bris, som ble målt i den aktuelle perioden, har påvirket spredningen. Eksponeringstiden i vannet i Frierfjorden og Langesundsfjorden forventes å være under 1-2 døgn. Olje som havner på strand vil kunne begraves i sedimentet og kan gradvis mobiliseres og vaskes ut i vannet igjen. Dette ble observert under innsamling av blåskjell på Croftholmen i januar og februar.

Sum PAH₁₆ i blåskjell samlet inn før og etter utslippet viste økning fra 13 µg/kg v.v i oktober 2007 til i snitt 106 µg/kg den 04.01.2008, og reduksjon til i snitt 63 µg/kg den 26.02.2008. Største forskjell i sammensetning av PAH-komponentene (PAH-profil) var mellom prøven tatt før utslippet og de to gruppene av prøver tatt etter utslippet. Profilen ved siste innsamling hadde ikke nærmet seg profilen før utslippet selv om totalkonsentrasjonen av PAH hadde minsket signifikant. Langsom restitusjon kan skyldes både lav utskillelse og stadig tilførsel fra begravd olje. Sum PAH i blåskjell har likevel hele tiden vært under tiltaksgrensen for kostholdsrestriksjoner. Omfanget av utslippet ansees også å være for lite til at det skal ha gitt målbare konsentrasjoner i fisk.

Man kan regne med at restolje i fjordsystemet finnes spredt og i lave mengder innblandet i strandsediment. Utlekking av betydning regnes å opphøre innen et år, og det sees ikke som formålstjenlig å iverksette tiltak for å fjerne oljen. Det anbefales imidlertid at utviklingen av PAH i blåskjell følges med nye analyser senere i 2008, for eksempel i september/oktober.

Summary

Title: Environmental impact assessment of an accidental oil discharge from Yara Norge AS, Herøya, 18th November 2007

Year: 2008

Author: Bent Barman Skaare, Torgeir Bakke, August Tobiesen, Jarle Molvær, Merete Schøyen, Sigurd Øxnevad

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5328-3

The report evaluates observed and anticipated effects of an accidental spill of 30 m³ oil to the sea outside Yara at Herøya, Porsgrunn, SE Norway. The spill occurred 18.11.2007. The subsequent day an oil sheen could be seen across large parts of the surface at Frierfjorden. During a site visit 25.11.2007 there was no visible oil along the shorelines. There was little or no seabird mortality due to the spill. Samples of blue mussel (*Mytilus edulis*) were taken for PAH analysis from Croftholmen south of Brevik on 04.01.2008 and 26.02.2008. At both occasions oil seeps were observed from shoreline sediments.

The spilled oil was composed of light and heavy naphtenic distillates, and is used in conditioning of mineral fertilizers. The oil is not water soluble, degrades slowly and may bioaccumulate. The light fraction of the oil probably evaporated quickly or may to some extent be dissolved in the water. The heavier fraction probably emulsified and formed lumps that may have stranded. Acute effects to marine organisms are unlikely.

The waters of the receiving Frierfjord is three layered: a surface brackish water layer, a transition layer down to sill depth and a basin layer below this. The oil entered the brackish water. The residence time of the outwards flowing part of this layer is typically 6-10 hours. This implies that the oil may have reached Langesundsfjorden early on 19.11.2007 and the coastal Langesundsbukta further out during 20.11.2007. The weak winds recorded during the event hardly influenced this transport. The exposure to the oil in the water column was probably less than 24-48 hours. Beached oil may have been buried and may gradually remobilise and enter the water again. This was observed during the blue mussel sampling at Croftholmen in January and February 2008.

The sum PAH₁₆ in blue mussel sampled before and after the spill showed an increase from 13 µg/kg w.w. in October 2007 to an average of 106 µg/kg w.w. on 04.01.2008, and a subsequent reduction to an average of 63 µg/kg w.w. on 26.02.2008. The largest difference in PAH composition (PAH profile) was seen between the pre-spill sample and all post spill samples. The profile at the last sampling had not yet shifted towards the pre-spill profile even though the overall PAH concentration had gone down significantly. Slow restitution may be due both to slow depuration from the mussel tissues and continuous input of oil from beach sediments. The sum PAH did not in any of the mussel samples exceed the Norwegian limit for health related remedial action (consumption restrictions). Furthermore, the severity of the spill is considered too small for measurable bioaccumulation to have occurred in fish.

One may expect that the remaining oil in the ecosystem is scattered and occurs in low amounts mixed into shoreline sediments. The mobilisation of this oil is expected to be insignificant within about a year and no actions to remove the oil are considered useful. It is, however, recommended that the development of the PAH body burden in blue mussel is pursued by repeated analyses later in 2008, e.g. in September/October.

1. Bakgrunn

18. november 2007 var det et uhellsutslipp av ”Nyfert 8031” fra Herøya Industripark. Denne rapporten gir en vurdering av de forventede og observerte effektene av utslippet på det marine miljøet i Frierfjorden og Langesundsfjorden. Rapporten ender i et forslag til program for oppfølgende undersøkelser med mål å klarlegge eventuelle langsiktige virkninger i området.

Vurderingen er gjort på basis av informasjon fra Yara om hendelsesforløp, mengde og kjemisk karakteristikk av utslippet, forsøk på spredningsbegrensende tiltak gjennomført av Yara samt resultater fra analyser av aromatiske oljekomponenter i blåskjell ved Croftholmen, Langesundsfjorden før og etter utslippet. Videre er det brukt annen informasjon om utslippsstoffenes fysiske egenskaper, toksisitet og nedbrytbarhet, samt eksisterende kunnskap om sprednings- og fortynningsforhold i vannmassene utenfor Herøya.

2. Hendelsesforløp

Utslippet fant sted på kvelden søndag 18.11.07 ved at en tank ble overfylt av oljen. Oljen rant dermed ut i en fangdam. Herfra ble en del av oljen sluppet ut fra den østre delen av Herøya Industripark til Frierfjorden via en oljeseparator som ikke fungerte som den skulle. Utslippet ble stoppet kl 21.30 på kvelden samme dag.

Ved visuell inspeksjon gjennomført av Yaras personell mandag formiddag kunne et tynt oljelag sees over store deler av Frierfjorden (jfr forsidefoto). Det ble ikke observert akkumuleringer av betydning i strandsonen. Ved henvendelsen til NIVA 20.11.07 ble det opplyst at Yara hadde satt i gang bruk av absorberende lenser fra båt i et forsøk på å konsentrere og samle opp oljen på overflaten i Frierfjorden. Kystverket var også engasjert i aksjonen.

Volumet av utslippet ble i første omgang estimert til å være mellom 10 og 50 m³, og senere undersøkelser har vist at volumet sannsynligvis lå rundt 30 m³.

I uken etter hendelsen gjennomførte Yara og Kystverket flere befaringer i området vha bil, båt og fly. Inspeksjonen viste at det i dette tidsrommet lå en film av olje på vannet i den østlige delen av Frierfjorden.

NIVA gjennomførte en befaring i området rundt Frierfjorden mandag 26. november. Befaringen omfattet møte med Karina Aas fra Yara samt visuell inspeksjon av kystlinjen med spesiell vekt på østsiden av fjorden. Det ble ikke observert noe olje i strandsonen på dette tidspunktet etter at det natten før hadde vært vind i området. Det var heller ingen lukt som tydet på oljeforurensning i strandsonen.

NIVA gjennomførte deretter prøvetaking av blåskjell ved Croftholmen 04.01.2008 og 26.02.2008. Ved begge innsamlingene ble det observert at olje piplet fram i fjæra i områder der vårt personell hadde tråkket (Figur 1).



Figur 1. Foto av mobilisert olje på Croftholmen 26.02.2008, tatt etter tråkking i fjæra. Kvisten i nederkant angir målestokk (Foto M. Schøyen).

3. Karakteristikk av utslippet

3.1 Karakteristikk av utslippsvæsken

Oljen som ble sluppet ut var av typen ”Nyfert 8031”. Den er sammensatt av destillater fra petroleum. Ifølge HMS datablad er 30 – 70 % hydrogenbehandlede lette naftenske destillater (CAS-nr 64742-53-6), mens 30 – 70 % er hydrogenbehandlede tunge naftenske destillater (CAS-nr 64742-52-5). Væsken har et innhold av DMSO (dimethylsulfoksid) på mindre enn 3 %. Den blir av Yara beskrevet som tyntflytende og brukes av Yara til å kondisjonere mineralgjødsel. Den relative tettheten av væsken er ifølge databladet ca 0,89 kg/liter. Væsken er ikke løselig i vann, og den har en log oktanol/vann fordelingskoeffisient høyere enn 6.

3.2 Kjemisk-fysiske egenskaper hos stoffene i utslippet

Oljen er en blanding av to destillasjonsprodukter, og derfor er det ingen bestemt fordeling av de ulike stoffene i produktet. Den lette naftaen er en destillasjonsfraksjon med kokepunkt fra -1 °C til 150 °C, og den tunge fraksjonen koker mellom 150 °C og 205 °C. Dette er store kokepunktsintervaller som gjør sammensetningen av blandingen umulig å forutsi. De oppgitte kjemisk-fysiske og økotoxikologiske egenskaper vil være tilsvarende unøyaktige, men det er likevel ikke slik at dette har betydning for miljørisikovurderingen.

3.3 Bionedbrytbarhet

I og med at ”Nyfert 8031” er et destillasjonsprodukt så vil det bestå av en rekke ulike naftalener med ulik kjemisk struktur og som derfor har ulike egenskaper mht bionedbrytbarhet. I databladet er det oppgitt at produktet i seg selv er tungt nedbrytbart med bionedbrytbarhet på 20 – 60 % basert på CO₂-utvikling i løpet av 28 dager. IUCLID-databasen oppgir testresultater for bionedbrytbarhet i området 6 – 51 % etter 28 dager for lette og tunge nafteniske destillater. I IUCLID-sammenheng er disse to destillat-produktene vurdert som like, og det er derfor de samme testene som er lagt til grunn. Den lave temperaturen i sjøen etter utslippet tilsier at bionedbrytning ikke vil ha noen signifikant betydning for skjebnen til utslippet på kort sikt (uker). Skjebnen til oljen vil i hovedsak være styrt av fysiske faktorer som fordampning av ”lette” forbindelser, innblanding av de komponentene som er noe vannløslig, mens tyngre forbindelser gjerne klumper seg sammen og danner emulsjoner. Disse klumpene kan etter hvert skylles i land og gradvis forvitres.

3.4 Fordampning

Da NIVA gjennomførte sin befarings litt over en uke etter hendelsen var det ingen lukt. Publikum som vi snakket med på befaringsen ga derimot uttrykk for at det hadde luktet noe de første 4 – 5 dagene etter hendelsen. Dette kan tyde på at en del av de flyktigste komponentene har fordampet. Det vil i stor grad være den delen av ”Nyfert 8031” som kommer fra de lette naftenske komponentene som har fordampet. Løsemiddelet, DMSO, har et kokepunkt på 189 °C og forventes derfor ikke å fordampe nevneverdig under de gitte forholdene. Øvrige stoffer vil også i større eller mindre grad ha fordampet, men det er ikke mulig på anslå omfanget av dette.

3.5 Miljømerking

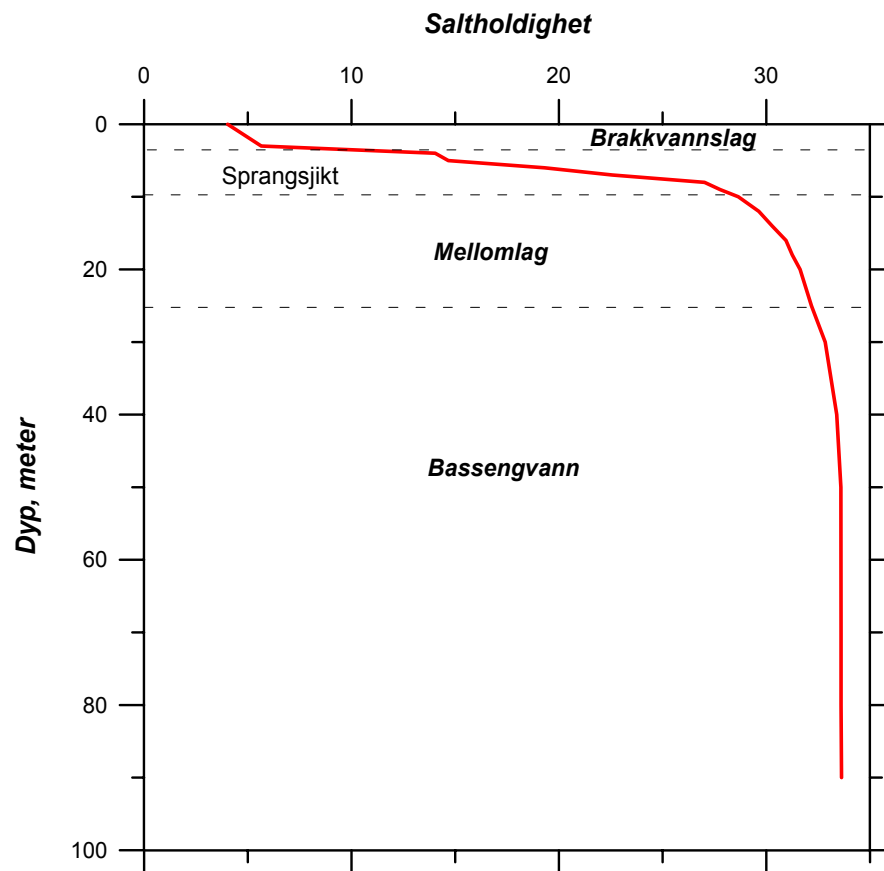
På grunnlag av at ”Nyfert 8031” ikke er lett bionedbrytbart og har en log oktanol/vann fordelingskoeffisient høyere enn 3 så skal det merkes med R53 (”Kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet”), men ettersom produktet ikke er giftig for vannlevende organismer, skal det ikke merkes som miljøfarlig.

4. Spredning med vannmassene

Den store ferskvannstilførselen fra Skienselva (som gjennomsnitt ca. 270 m³/s) og tersklene ved hhv. Brevik og i sørlig del av Langesundsfjorden gjør det naturlig å skjelne mellom tre hovedvannmasser (Figur 2):

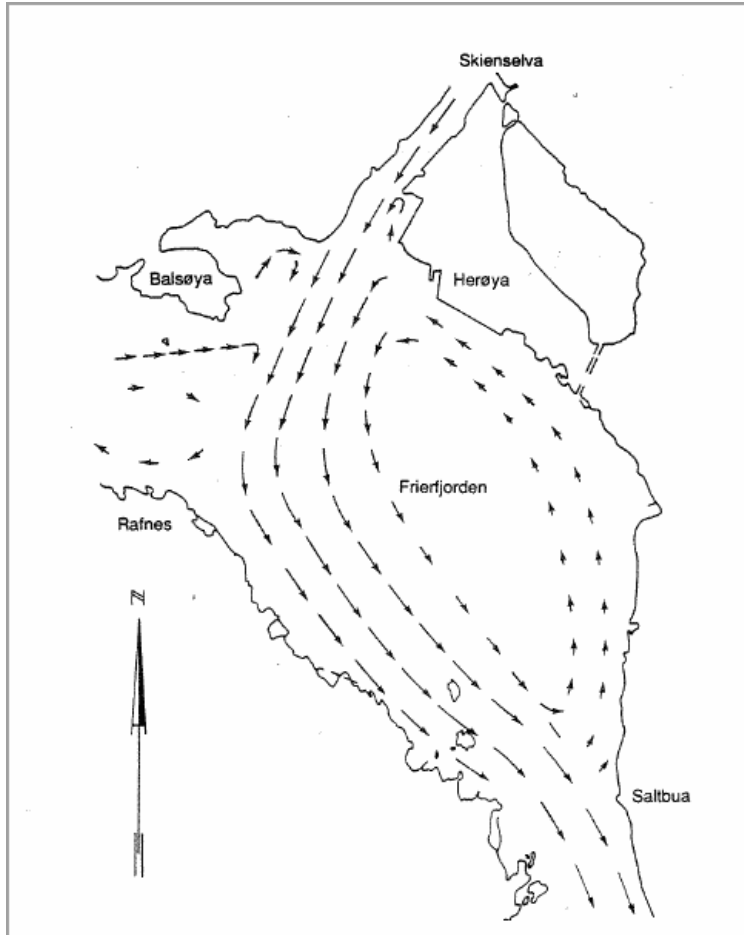
- brakkvannslaget
- mellomlaget som strekker seg ned til omkring terskeldypet eller litt dypere
- bassengvannet

Overgangen fra brakkvannslag til mellomlaget er karakterisert ved en sterk økning i saltholdighet, og omtales ofte som et sprangsjikt.



Figur 2. Generell vertikal inndeling av Frierfjordens vannmasser. Saltholdighet har formelt ikke benevning, men tilsvarer omtrent o/oo.

Oljen rant ut i overflaten, dvs. til brakkvannslaget. I Frierfjorden varierer tykkelsen av dette vannlaget mellom ca. 2 og 8 m, avhengig av ferskvannstilførsel og vindforhold, og strømmer raskt ut gjennom fjordområdet. Figur 3 skisserer det generelle strømbildet i Frierfjordens overflatelag, med en rask strøm ut fra munningen av Skienselva og langsomme bakevjer på begge sider av denne. Påvirkning fra vind kan få sirkulasjonen i bakevjene til å stoppe eller reversere.



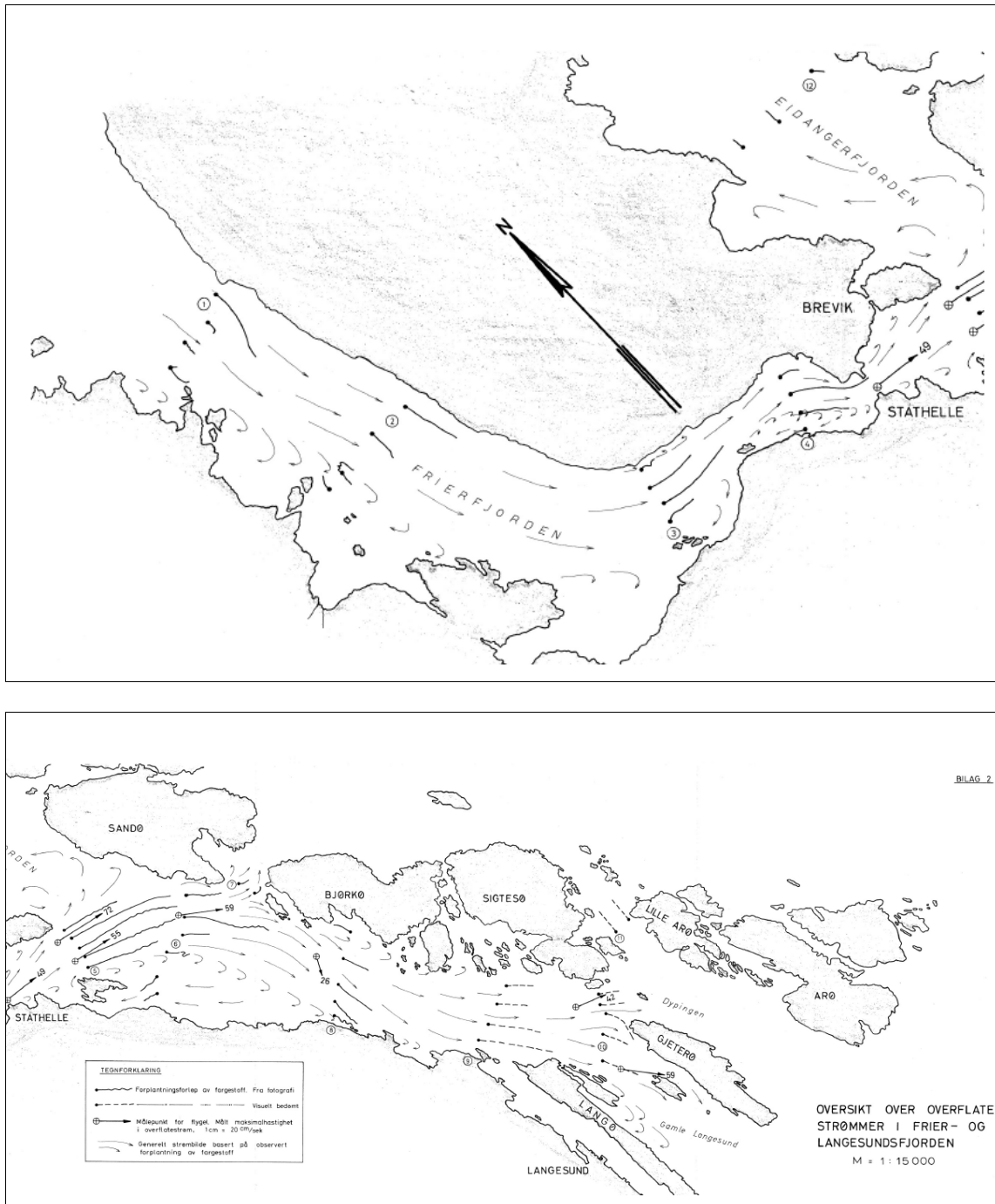
Figur 3. Generelt bilde av overflatestrømmen i Frierfjorden, med bakevjer på begge sider av en hurtig utstrømmende vannmasse (etter Molvær, 1976).

I forbindelse med planer om utvidelse av skipsleden inn til Frierfjorden ble det i 1965 utført en undersøkelse av strømforholdene i brakkvannslaget fra søndre del av Frierfjorden og til Langesund. I en rekke punkter ble det tilsatt fargestoff som langsomt løste seg opp og avsatte striper nedover i strømmen. Dette ble fotografert fra fly i høyde 2300 m. I tillegg ble det utført strømmålinger i en del utvalgte posisjoner (Trætteberg, 1965). På dette grunnlaget ble det tegnet strømkart som vist i Figur 4. Senere beregnet man typisk oppholdstid for brakkvannslaget i forskjellige fjordområder (Tabell 1).

Tabell 1. Typiske oppholdstider for brakkvannslaget i de forskjellige fjordområdene (etter Molvær og Stigebrandt, 1991).

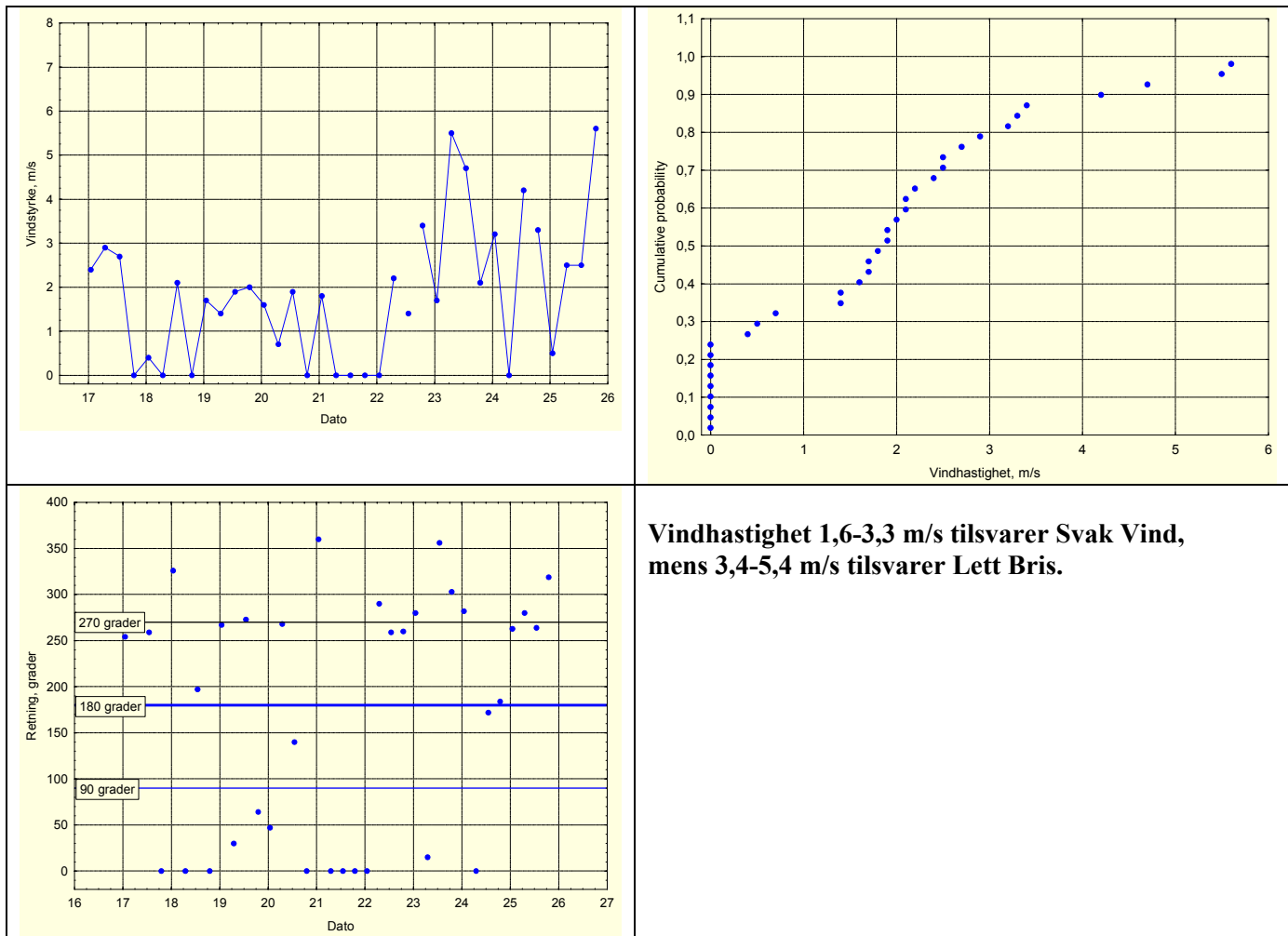
Område	Brakkvannslag
Frierfjord	2-3 døgn*
Eidangerfjord	3-5 døgn
Brevik- og Langesundsfjord	<1 døgn
Håøyfjord	1-2 døgn

*) Oppholdstiden i den utgående brakkvannsstrømmen er mye mindre - typisk 6-10 timer.



Figur 4. Oversikt over overflatestrømmer i søndre del av Frierfjorden (øverst) og i Langesundsfjorden (nederst). Kopiert fra Trætteberg (1965).

Vindstyrke og vindretning kan påvirke strømhastigheten og -retning i brakkvannslaget. Figur 5 viser vindmålinger på Geitryggen flyplass i tidsrommet 17-26.11.2007. Det var gjennomgående svak vind – lett bris fra sørlig eller vest-nordvestlig retning, og det er dermed lite sannsynlig at vinden i vesentlig grad påvirket spredningen av oljen i Frierfjorden. Langesundsfjorden er nærmere kysten og der kan man ikke se bort fra perioder med noe sterkere vind og sterkere påvirkning. På basis av Figur 4 bedømmes Croftholmen som meget egnet overvåkningssted for påvirkning av oljen som spredte seg ut av Frierfjorden



Figur 5. Beskrivelse av vindhastigheten målt hver 6. time i tidsrommet 17-26.11.2007 på Geitryggen flyplass. Øverst venstre: hastighet plottet mot tid. Øverst høyre: kumulativ fordeling av hastigheten. Nederst venstre: retning plottet mot tid. For det meste svak vind fra skiftende retning.

5. Sannsynlighet og mulig omfang av effekter på økosystemet

5.1 Giftighetsgrenser for vannlevende organismer

Giftigheten av ikke vannløselige organiske komponenter testes vanligvis på en WAF (Water Accommodated Fraction) som vil inneholde komponentene både i løst form og som små partikler. En WAF lages ved at en gitt mengde av teststoffet tilsettes mediet som skal benyttes i testen. Deretter står dette med omrøring i 20-24 timer. Man lar så testvannet stå uten røring i 4 timer slik at det dannes 2 faser. Vannfasen blir så dekantert og testorganismer tilsatt denne løsningen. Giftighetstesten blir deretter utført som vanlig. Det er utført tester både på alger, krepsdyr (dafnier) og fisk. I henhold til OECDs retningslinjer er det ikke nødvendig å teste høyere tilsetninger enn 1 g/l. Det er de samme testene som er lagt inn i IUCLID-databasen for begge destillatene. Det ble ikke oppnådd dødelighet i noen av de akutte giftighetstestene. LC₅₀ og EC₅₀ er derfor >1g/l. Også kroniske tester er utført for fisk og dafnier, men her var høyeste testede mengde 1 mg/l. Ingen av disse testene ga effekter, og man kan egentlig ikke utlede en PNEC verdi (Predicted No Effect Concentration) for teststoffet. Hvis man konservativt antar at 1 mg/l er en kronisk NOEC (No Effect Concentration) så vil man med en assessmentfaktor (AF) på 10 få en PNEC på 0,1 mg/l. Dette er omtrent det doble av den PNEC man vanligvis anslår for totalmengde olje overfor marine organismer.

5.2 Sannsynlig influensområde

Den foregående vurderingen av spredning med vannmassene viser to hovedtrekk:

- en rask transport med brakkvannsstrømmen ut gjennom fjordsystemet,
- bakevjer på begge sider av hovedstrømmen.

Dette tyder på at oljen kan ha nådd ut i Langesundsfjorden allerede om formiddagen mandag 19.11.07. Vindmålinger fra Geitryggen viser svak vind fra vest og det kunne bidra til en viss akkumulering i Frierfjordens østlige del. Den oljen som fulgte hovedstrømmen kan ha nådd Langesundsbukta i løpet av tirsdag 20.11.07.

I prinsippet vil oljen fordele seg i tre ”retninger”:

- fordamping; vi vet ikke hvor raskt oljen fordampet,
- tilbakeholdelse i strandsoner og i bakevjer; kan utgjøre en relativt stor andel av utslippet,
- transport med brakkvannet gjennom fjordsystemet og til Langesundsbukta; de andelene som ikke fordampet eller ble holdt tilbake i strandsonen.

Vi kan ikke vurdere hvor raskt oljen fordampet, men den raske transporten med brakkvannet tyder i seg selv på at strandsonen i enkelte områder også utenfor Brevik ble utsatt for olje.

5.3 Sannsynlig eksponeringstid

Eksponeringstiden i vannmassene i Frierfjorden og Langesundsfjorden forventes å være kort, dvs. under 1-2 døgn både fordi det antakelig skjedde en rask transport av olje på overflaten utover med brakkvannsstrømmen og fordi fordampning og nedblanding har ført til at gjenværende olje på overflaten har emulgert og klumpet seg. Alle disse prosessene fører til at den reelle konsentrasjonen av olje i vannmassene har vært lav og kortvarig. Det må forventes at vind, strøm og bølger har ført olje på overflaten inn til strandsonen. Olje som havner på svaberg vil ha kort oppholdstid både fordi den vaskes av igjen ved bølger og fordi den brytes ned under innvirkning av sollys. Olje som havner på sand- og muddertrender vil kunne begraves i sedimentet og lagres i lengre tid. Slik lagret olje kan senere mobiliseres og vaskes ut i vannet igjen gjennom bølgevasking og ved at øket temperatur utover

våren gjør oljen mindre viskøs. Ved innsamling av blåskjell på Croftholmen utenfor Brevik i januar og februar ble slik utvasking observert, bla som oljefilm på overflaten (se kapittel 5.4 og Figur 1). Dette betyr at vannmassene utenfor kan få tilført små mengder av remobilisert olje over lang tid. Det er umulig å anslå hvor lenge dette vil kunne vedvare, men man kan grovt regne med at den oljen som ikke har lekket ut innen et år sannsynligvis er så godt begravd eller så konsolidert i klumper at videre utvasking vil være ubetydelig.

5.4 Risiko for oppkonsentrering i næringskjeden

HMS datablad oppgir en log oktanol/vann fordelingskoeffisient (logP) på >3.9 til >6. Mens IUCLID for de samme stoffene oppgir at $\log P > 3.9$. Dette er basert på QSAR modellen CLOGP Version 3.5. I henhold til norske miljømerkeforskrifter og EU TGD (EU 2003) så må man anta at stoffer med $\log P > 3$ vil ha potensiale for bioakkumulering i vannlevende organismer. Uten detaljkjennskap til hvilke spesifikke organiske komponenter som inngår i ”Nyfert 8031” må man derfor anta at produktet vil bioakkumulere. For stoffer med $\log P > 4,5$ så vil bioakkumulering skje direkte via vannfasen, men i økende grad også via bytteorganismer ved økende logP. Lav bionedbrybarhet kombinert med høy bioakkumuleringsevne tilsier at dyr eksponert for utslippet vil ha tatt opp ulike komponenter av ”Nyfert 8031”.

Status for omfang og skjebne til utslippet lar seg antakelig best evaluere ved å analysere blåskjell over tid all den stund denne dyregruppen er mest eksponert. Blåskjell har liten evne til å bryte ned og skille ut oljekomponenter, spesielt PAH-forbindelsene. Ved å analysere vevsnivået av disse vil man både få et bilde av omfanget samt hvor lenge det tar før miljøet har restituert seg.

Prøver av blåskjell ble samlet inn på Croftholmen rett sør for Breviksundet ved to anledninger etter at utslippet hadde skjedd, den 04.01.2008 og 26.02.2008. Det var ikke mulig å finne skjell inne i Frierfjorden. Prøvene ble tatt med rive og hånd, samt snorkeldykking på dybder inntil 0,5 m dyp, og oppbevart kjølig før opparbeiding til blandprøver. Hver blandprøve besto av innmaten av 20 - 40 skjell som homogeniseres før de analyseres. Første prøveserie ble analysert av AnalyCen, Moss. Andre prøveserie ble analysert av NIVA.

Under det nasjonale overvåkingsprogrammet JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) blir det rutinemessig tatt blåskjellprøver på Croftholmen, siste gang i oktober 2007. En underprøve av disse ble gjort tilgjengelig for prosjektet som en referanseprøve fra perioden kort tid før utslippet skjedde. Denne prøven er analysert for PAH av NIVA på samme måte som prøvene tatt etter utslippet. Resultater av alle analysene er gjengitt i Tabell 2.

Sum PAH₁₆ var i referanseprøven 13 µg/kg v.v. I januar 2008 var sum PAH₁₆ steget til 106 µg/kg v.v. i snitt for de tre prøvene. Økningen omfattet de fleste PAH-komponentene analysert (Tabell 2). For benzo(a)antrasen, fluoranten, krysen/trifenylen, fenantren og pyren var konsentrasjonen mer enn 10-doblet. Da det ikke er rapportert om andre utslipp av olje i samme tidsrom er det grunnlag for å konkludere at den observerte økning skyldes uhellsutslippet fra Yara. I forhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøgifter i organismer endret blåskjell status fra ubetydelig forurenset (SFT klasse I) til moderat forurenset (SFT klasse II). Benzo(a)pyren har også sin egen klassifisering og her endret tilstanden i skjellene seg fra SFT klasse I til klasse III (markert forurenset).

I prøvene tatt 26.02.2008 hadde gjennomsnittlig sum PAH₁₆ sunket til 63 µg/kg v.v., Denne reduksjonen i PAH i løpet av vel 1,5 mnd var statistisk signifikant (t-test, $p < 0.05$). Skjellene var likevel fortsatt i SFT klasse II (moderat forurenset), nå også for benzo(a)pyren. Konsentrasjonsfallet omfattet en rekke av PAH-komponentene. For benzo(a)pyren, fluoranten, fenantren og pyren var konsentrasjonen vel halvert.

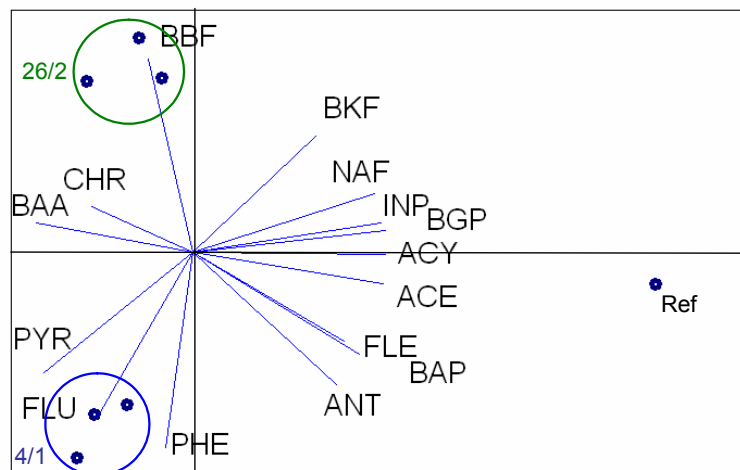
Personell som tok skjellprøvene observerte olje i grunnen i vannkanten ved begge innsamlingene. Oljen ble vasket ut i vannet etter at de hadde tråkket i sedimentet (Figur 1), men det var ikke mulig å anslå om intensiteten var ulik i de to tilfellene. PAH-resultatene tyder likevel på at eksponeringen har gått ned i løpet av januar-februar 2008.

Tabell 2. PAH-innhold ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i replikate blandprøver av blåskjell tatt på Croftholmen 04.01.2008 og 26.02.2008. En referanseprøve tatt samme sted i oktober 2007 er analysert for sammenligning.

Parameter	Oktober 2007	04.01.2008			26.02.2008		
	Referanse	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3
Acenaften	0,3	0,5	0,6	0,6	<0,5	<0,5	<0,6
Acenaftylen	0,4	0,6	0,8	0,7	<1	<1	<1
Antracen	0,3	1	1,5	1,6	<0,5	<0,5	<0,6
Benzo(a)antracen	0,9	8,2	10,1	10,8	6,4	6,4	5,2
Benzo(a)pyren	0,8	4,2	4,5	6,3	2,7	2,5	2,3
Benzo(b)fluoranten	1,6	10,3	12,5	14,7	15,0	16,0	12,0
Benzo(k)fluoranten	0,9	4,7	5,2	6,5	4,5	4,3	3,3
Dibenz(a,h)antracen	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5	0,5	<0,5
Fluorantene	1,9	20,1	25,5	25	11,0	12,0	7,9
Fluoren	0,2	0,7	0,9	1	<0,6	<0,6	<0,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,7	1,9	2,3	3,1	2,1	1,9	1,4
Krysen/Trifenylen	0,8	9,8	12,6	13,9	3,0	12,0	9,9
Naftalen	0,6	0,2	0,9	0,4	<2	<2	<2
Phenantren	0,8	7	10	9,2	3,4	3,7	2,2
Pyren	1,5	15,7	21,5	22,8	10,0	12,0	7,7
benzo(g,h,i)perylen	1,3	2,5	3,3	4,1	3,0	2,7	2,1
Sum PAH(16)	13	87	110	120	62	74	54

Den relative sammensetningen av PAH-komponentene (PAH-profil) er undersøkt ved bruk av multivariat PCA (prinsipalkomponent-analyse). For denne analysen ble konsentrasjon av hver komponent uttrykt som prosent av sum PAH_{16} for å eliminere konsentrasjonsforskjeller og rendyrke profilmforskjeller. Resultatet viste at største profilmforskjell var mellom referanseprøven og de seks prøvene tatt etter utslippet (Figur 6). Forskjellen beskrives av langs den horisontale akse (PC-akse 1) i figuren. Det var imidlertid også en betydelig profilmforskjell mellom prøvene fra januar og februar. Dette beskrives av den vertikale akse i figuren (PC-akse 2) som er helt uavhengig av PC-akse 1. Det var liten innbyrdes profilmforskjell mellom de tre parallelle prøvene fra hver innsamling.

Referanseprøven var preget av en rekke PAH-komponenter i omtrent like stor grad. Ved første innsamling etter utslippet hadde blåskjellene en profil som var dominert av 3 komponenter: fenantren, fluoranten og pyren. Ved siste innsamling hadde profilene endret seg til å være dominert av benzo(b)fluoranten og til dels benzo(k)fluoranten. Denne endringen kan reflektere både selektiv utskillelse av PAH over tid og forskjeller i kvantifisering av de ulike komponentene i de to laboratoriene som er brukt. Det viktigste trekket er imidlertid at profilen ved siste innsamling ikke har nærmet seg referanseprofilen.



Figur 6. PCA biplott av likhet i PAH-profil mellom de ulike blandprøvene av blåskjell. Hvert punkt angir en blandprøve og avstanden mellom punktene er mål for forskjellen i PAH-sammensetning. Prøver fra samme dato er innringet. Linjene fra sentrum og forkortelsene angir hvilke PAH-komponenter som dominerer i de ulike prøvene. Nærhet mellom en linje og et punkt viser at denne komponenten dominerer i prøven. Dette 2-dimensjonale plottet forklarer 88 % av total varians i PAH-sammensetning, noe som ansees å gi et godt bilde av profilforskjellene.

Vi har ikke gode profildata fra den utslupne oljen å sammenlikne med, kun analyse av de tekniske bestanddelene "Nyflex 210B", "Nyflex 800", "Nyflex 820" og "Nytex 810" (Nynäs Naphtenics AB, Sverige). I følge Yara (T. Tande pers. inf.) inngår "Nyflex 800" og "Nyflex 820" i "Nyfert 8031". To av de tre komponentene som dominerte i profilene fra januar er blant de tre eneste komponentene som var over deteksjonsgrensen i analysene av disse tekniske blandingene. Dette kan indikere at blåskjellene ble eksponert for utslippsoljen, men denne indikasjonen alene er likevel meget usikker.

6. Sammenfatning av risikovurderingen

6.1 Risiko for akutte økologiske effekter lokalt

Vannlevende organismer

Den akutte giftigheten til utslippet "Nyfert 8031" er lav, og eksponeringstiden har vært kort. Det er derfor usannsynlig at utslippet har gitt effekter på vannlevende organismer.

Fugler

Det er et velkjent problem at olje legger seg på overflaten av vann. Fugler som svømmer/dykker i områder med slik oljehinne får tilgriset sin fjærdrakt og fjærdrakten mister da sin isolerende evne der det er tilgriset av olje. Dette fører ofte til at de fryser hjel. I tillegg får fuglene i seg olje når de prøver å rense fjærene for olje, og dette kan gi leversvikt og anemi. Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Telemark (Pers. med. Trond Eirik Silsand) har ikke mottatt noen observasjoner av død fugl i den aktuelle perioden. Odd Frydenlund Steen (Fylkesmannen i Telemark) skriver i e-post: "Jeg ble kontaktet av folk fra Yara ifbm utslippet, de fulgte opp med tilbakemeldinger til oss og SFT i en periode etter utslippet. Det ble ikke rapportert skadet fugl som følge av utslippet som jeg kjenner til, men det ble oppgitt at det befant seg svaner i det aktuelle området noen dager etter selve utslippet." Havnekaptein ved Grenland Havn Asbjørn Høie skriver "Vi har ikke registrert meldinger om død eller tilgriset fugl i forbindelse med oljeutslippet". Forumsider på www.fugler.net og www.fugler.no ga heller ingen rapportering om døde fugler. Man kan derfor konkludere at få eller ingen fugler er døde som følge av utslippet.

6.2 Risiko for langsiktige effekter i Frierfjorden – PAH i blåskjell

De langsiktige effektene av utslippet er knyttet til bioakkumulering av oljekomponenter i næringskjeden, først og fremst av PAH. Profilanalysen viste at til tross for at konsentrasjonen av sum PAH₁₆ omtrent ble halvert fra januar til februar 2008, så var PAH-profilen fortsatt helt ulik referansen. Dette viser at det ca 3 mnd etter oljeutslippet var langt igjen til full restituering. Dette kan delvis skyldes langsom utskillelse av PAH fra skjellene og delvis at det fortsatt lakk olje ut i sjøen fra strandsonen. Denne utlekkingen må forventes å fortsette, ikke bare ved Croftholmen, men også andre steder der oljen kan ha blitt blandet inn i strandsedimentene. Vi regner likevel med at den oljen som ikke har lekket ut innen et år sannsynligvis er så godt begravd eller så konsolidert i klumper at videre utvasking vil være ubetydelig.

Omfanget av opptak er reflektert i blåskjell-analysene, men man kan ikke utelukke at andre filtrere også har akkumulert PAH fra oljen, og at den derved kan komme inn i dyr som spiser blåskjell eller andre dyr på grunt vann. Det er kjent at selv relativt lave konsentrasjoner av naftalener gir smak i fisk. Det er mulig å avgjøre om fisk har vært eksponert for oljeforbindelser enten direkte eller via mat, ved å måle på oljemetabolitter i galle på fisk, men slike prøver må taes relativt raskt etter eksponering (innen en uke) og ansees uaktuelle å følge opp nå. Vi mener likevel at omfanget av dette utslippet er for lite til at det skal ha gitt målbare konsentrasjoner i fisk.

6.3 Behov for avbøtende tiltak

På nåværende tidspunkt kan man regne med at det som finnes av restolje i fjordsystemet er det som er innblandet i sediment og som gradvis kan lekke ut. Sannsynligvis forekommer dette spredt og i lave mengder og vi ser det ikke som formålstjenlig å iverksette tiltak for å fjerne denne oljen. Som tidligere nevnt anser vi det for sannsynlig at utlekking av betydning vil være over innen et år.

Det bør også bemerkes at gjennomsnittskonsentrasjonen av sum PAH i blåskjell hele tiden har vært under tiltaksgrensen for kostholdsrestriksjon mht blåskjell som er på 250 µg/kg v.v. I januar var gjennomsnittnivået av benzo(a)pyren lik 5 µg/kg v.v, som akkurat tilsvarer tiltaksgrensen for kostholdsrestriksjon for blåskjell, mens nivået var klart under denne grensen i februar. Siden det allerede er kostholdsråd for Grenlandsfjordene på grunn av dioksiner, og PAH-nivåene synes å være på veg nedover etter utslippet, ser vi ikke behov for noen spesielle kostholdsrelaterte tiltak.

6.4 Skisse til overvåkingsprogram

Siden siste PAH-analyse i blåskjell bare viste delvis restitusjon anbefaler vi at utviklingen følges med nye analyser av blåskjell senere i 2008, for eksempel i september/oktober. Innsamling og analyser kan eventuelt koordineres med annen blåskjellovervåking i området som gjennomføres av NIVA høsten 2008 (JAMP og Grenlandsovervåkingen). I mellomtiden vil skjellene ha vært igjennom gyting (ca mai) der noe av PAH-en kan bli utskilt i egg og sperm, og de vil ha hatt en sommersesong med stort næringsopptak som kan ha "fortynnet" PAH i vevet. Vi ser det som lite hensiktsmessig å overvåke andre deler av økosystemet (sedimenter, fisk, sjøfugl) og foreslår at man bruker PAH i blåskjell som en indikator på ettervirkningene av oljespillet.

7. Litteratur

Molvær, J., 1976. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 4. Framdriftsrapport fra undersøkelser av vannutskiftningen i fjordområdene mars 1974-desember 1975. NIVA-rapport nr. 2588-1976. 49 sider + figurer.

Molvær, J. og Stigebrandt, A., 1991: Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 3. Vannutskiftning i fjordene. Overvåkingsrapport nr. 450/91. NIVA-rapport nr. 2588. Oslo/Gøteborg. 43 sider.

Trætteberg, A., 1965. Hydrografiske undersøkelser i Frier- og Langesundsfjorden. Oppdragsnr. 600235. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH. 7 sider + vedlegg.