# “Full City” og reiselivet.

Analyse av virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. En underveisrapport

Tor Arnesen
Birgitta Ericsson
Svein Erik Hagen

ØF-rapport 14/2010

# Østlandsforskning

Østlandsforskning er et forskningsinstitutt som ble etablert i 1984 med fylkeskommunene og høgskolestyrene/de regionale høgskolesentra i fylkene Oppland, Hedmark og Buskerud som stiftere i samarbeid med Kommunaldepartementet.

Østlandsforskning er lokalisert i høgskolemiljøet på Lillehammer og har i tillegg kontorer i Hamar. Instituttet driver anvendt, tverrfaglig og problemorientert forskning og utvikling.

Østlandsforskning er orientert mot en bred og sammensatt gruppe brukere. Den faglige virksomheten er konsentrert om to områder:

Næringsliv og regional utvikling
Velferd, organisasjon og kommunikasjon

Østlandsforsknings viktigste oppdragsgivere er departement, fylkeskommuner, kommuner, statlige etater, råd og utvalg, Norges forskningsråd, næringslivet og bransjeorganisasjoner.

Østlandsforskning har samarbeidsavtaler med Høgskolen i Lillehammer, Høgskolen i Hedmark og Norsk institutt for naturforskning. Denne kunnskapsressursen utnyttes til beste for alle parter.

# "Full City" og reiselivet.

Analyse av virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra "Full City"-ulykken. En underveisrapport

Tor Arnesen
Birgitta Ericsson
Svein Erik Hagen

ØF-rapport 14/2010

| | |
|---|---|
| **Tittel:** | ”Full City” og reiselivet. Analyse av virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. En underveisrapport. |
| **Forfattere:** | Tor Arnesen, Birgitta Ericsson og Svein Erik Hagen. |
| **ØF-rapport nr.:** | 14/2010 |
| **ISBN nr.:** | 978-82-7356-674-4 |
| **ISSN nr.:** | 0809-1617 |
| **Prosjektnummer:** | 1024 |
| **Prosjektnavn:** | Full City Reiselivsundersøkelse |
| **Oppdragsgiver:** | Kystverket |
| **Prosjektleder:** | Tor Arnesen |
| **Referat:** | Full City forulykket med utslipp av 300 tonn bunkersolje nær land utenfor Bamble kommune 31. juli 2009. Denne rapporten er en underveisrapport i arbeidet med å undersøke økonomiske konsekvenser for reiselivet med tilknyttede næringer (handel, opplevelser, attraksjoner) i utslippsområdet. Det endelige svaret på det spørsmålet er avhengig av økonomi- og sysselsettingstall for 2010-sesongen. Disse vil være tilgjengelige høsten 2011. Underveisrapporten har gjort en analyse av ulykken fra et reiselivsperspektiv. Videre er det gjort en analyse av bedriftenes forventninger til 2010-sesongen og en tidelig gjennomgang av utviklingen av sesongen mht gjestedøgn, arrangementer og lignende. Den kommersielle delen av reiselivet i området er relativt begrenset. For næringen som helhet var ulykken åpenbart uheldig for ferie- og fritidstrafikken, den skjedde dog på et ”heldig” tidspunkt hvor brorparten av sesongen allerede var tilbakelagt. Yrkestrafikken ble ikke vesentlig berørt av hendelsen. 2010-sesongen Så langt er det ikke rapportert vesentlige endringer i ferie- og fritidstrafikken for 2010, men her er ennå ikke tallmaterialet komplett. For enkeltbedrifter kan bildet være et |
| **Emneord:** | |
| **Key words:** | |
| **Dato:** | November 2010 |
| **Antall sider:** | 75 |
| **Pris:** | Kr 150,- |
| **Utgiver:** | Østlandsforskning<br>Postboks 223<br>N-2601 Lillehammer<br>Telefon 61 26 57 00<br>Telefax 61 25 41 65<br>e-mail: post@ostforsk.no<br>http://www.ostforsk.no<br>Dette eksemplar er fremstilt etter KOPINOR, Stenergate 1 0050 Oslo 1. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar. |

# Innhold


1 English Summary ..... 8

2 Oppsummering ..... 10

3 Om rapporten ..... 12

3.1 En underveisrapport ..... 12

3.2 Målsetningen med denne underveisrapporten ..... 13

4 ”Et skjærgårdsparadis …” ..... 15

4.1 Bamble som representant ..... 15

4.2 skjærgården som produkt ..... 15

4.3 Kystforvaltning ..... 16

5 Såstein - Langesund kl. 00:23, 31. juli 2009 – og tiden som fulgte. ..... 18

5.1 Hva som innledningsvis ble sagt om Omfang ..... 19

5.1.1 Nyheter som spor av hensyn som er tatt ..... 19

5.1.2 Massemedia og myndigheter om ulykken ..... 20

5.1.3 Interfuel IF 380 ..... 21

5.1.4 Skader – sjøfugl ..... 22

5.2 ”Full City” forsvinner fra området ..... 24

6 Påvirkning på reiselivsrelevant natur og naturressurser ..... 25

6.1 Et viktig grep for næringa: et forskningsprogram ..... 25

6.2 Sjømat ..... 25

6.3 Bakgrunnsforurensingen og ’lokal sjømat’ ..... 27

6.4 Langesund Fiskefestival 2009 ..... 28

6.5 Været i 2009-sesongen ..... 30

6.6 Vi lukker 2009-bolken: Fra Kystverkkonferansen 2009- Erfaringer etter ’Full City’ ..... 32

7 2010- utviklingen fram mot sesongstart ..... 34

7.1 Sjøbunnen ..... 34

7.2 Sjøfugl ikke tema i 2010 ..... 35

7.3 Fisk og sjømat i 2010 ..... 35

7.4 Langesund Fiskefestival 2010 ..... 36

7.5 Opprenskning fortsetter i mai noen ”følsomme” steder ..... 36

7.6 Været i 2010-sesongen ... 39
8 Dekning i pressen 2009 og 2010 ... 41
8.1 Pressen i 2009 ... 41
8.2 Hva som kom på print så langt i 2010 ... 41
8.3 Ulykker, Risiko og reiseliv ... 42
9 Områdeavgrensing for studien – Kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet ... 45
9.1 Kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet ... 45
9.2 Tilgjengelighet fra sentrale reiselivsmarkeder ... 46
9.3 Fritidsboliger i området ... 47
9.4 Naust, båthus, sjøbu ... 50
10 kontakter med aktører i utvalgsområdet ... 51
10.1 Om intervjuene ... 51
10.2 Hvem og hva som ble besøkt for befaring og samtale ... 52
10.3 Oppsummering av intervju og befaringer ... 52
10.3.1 Visit Grenland og Telemarksreiser ... 53
10.3.2 Bamble/Langesund ... 53
10.3.3 Larvik kommune ... 54
10.3.4 Kragerø kommune ... 55
10.3.5 Risør kommune ... 55
10.4 Justering av områdeavgrensingen for den kvantitative delen av analysen ... 55
11 Gjestedøgn og gjester – oppdaterte tall ... 56
11.1 Katastofeturisme? ... 56
11.2 Tall og næringen ... 57
11.3 Struktur og statistikk ... 58
11.4 Trafikkutvikling de siste 10 åra ... 61
11.5 Fritidsbåttrafikken ... 66
11.6 Oppsummering av statistikken ... 67
12 Økonomitall for reiselivssnæringen og tilknyttede næringer ... 69
13 Referanser ... 74

# 1 ENGLISH SUMMARY

This is a interim report presenting results from the analysis of economic impacts of tourism / travel business and related industries following the oil spill from the "Full City" accident in August 2009 on the coast of Bamble municipality in the county of Telemark, Norway (see map Figur 216) . The final report will be published ultimo 2011. The progress of this analysis must follow the reporting procedures and access to accounting figures from the industry. Number for the 2010-season will be available medio 2011. The mission of the analysis is to estimate the potential economic impacts for the 2010 season, and possibly for the post-accident part of the 2009 season. Individual companies are not subject to discussion or reporting - the analysis is kept at an aggregated level.

The coast north and south of Bamble municipality can be justly and in a tourism marketing context without exaggeration be described as "an archipelago paradise." It was here the accident happened. It is in this framework the consequences for tourism should be considered for Bamble and the adjacent municipalities affected by this accident.

First impressions of the potential amenities to be enjoyed in an area are important in tourism. The potential for negative impact on tourism thus starts with the narratives created as the situation develops. In the immediate aftermath of the accident a chaotic situation existed and it was difficult to get a coherent picture of how extensive the accident was and what damage it could cause to the natural qualities and affect leisure experiences in the area. This persisted for some time over in August, and entailed a range of media coverage that was not in favour of tourism in the area "selling" nature as an essential part of the leisure product. Eventually - and not least with the establishment and ongoing dissemination of a research program and an effective clean-up - the debate took a more sober track. By the end of December, there was relatively little fear to trace among tourism operators for the upcoming season.

Interviews with key actors and inspection in the affected area shows that the analysis of measurable effects may be limited to Bamble Municipality, Kragerø Municipality and parts of Larvik Municipality (map Figur 216). The Municipalities of Tjøme and Sem serve as reference areas for development before and after the accident.

Tourism activities in the area is above all characterized by the Norwegians' holiday use of the area during the summer months. It is especially the privately owned holiday homes that contribute to the large guest volumes in the area as such.

The accident happened at the “shoulder season” with holiday and leisure traffic normally in seasonal decline. Normally the shoulder season produce some hectic weekends in August, but with strongly declining traffic during the week. The industry actors affected by the incident experienced a substantial reduction if not a full stop in the post accident leisure traffic. Occupational, professional or non-leisure traffic was not affected by the incident, and in addition the event generated an increased occupational traffic that some commercial actors benefited from.

The long term trend for the commercial tourism in Bamble has, according to statistics been slightly negative. The same trend has also been observed for camping sites in the reference municipalities Tjøme and Sem. Both in Bamble and Kragerø municipalities occupational traffic at the hotels have shown a modest increase in 2009, but the same it is not registered in the reference municipalities Tjøme and Sem. This increase may be

related to traffic volume generated by the clean-up work force being brought into the area after the accident. It is still too early, though, to say. The figures for the year 2010 is not yet published in full, so there is no basis to draw any solid conclusions in either the short or long term.

We have so far only assessed available numbers on the volume of guest nights produced by the commercial accommodation establishments on short term. Guest nights produced may indicate the possible effects, and possible changes in the attractiveness of the area on a longer time scale. Lasting changes must be measured over time, both backward and forward from the time of the incident, and pr. today there are not enough figures to it.

What matters is, ultimately, if it can be detected effects on firm economy in 2010 that can be attributed to the accident. If no effect can be detected, it seems reasonable to assume that the industry has gone clear of damage from the spill. If an effect can be detected there will be a rational for following the industry beyond 2010. Numbers on economic performances in the industry for 2010 accounts will not available before the autumn of 2011.

With the exception of one firm, Langesund Bad, we have so far and at the entrance to the 2010 season not been able to register companies that have implemented marketing initiatives or product development schemes to possibly "fix" a reputation damage that the accident could have caused.

## 2 OPPSUMMERING

Dette er første rapport – en underveisrapport - som presenterer resultater fra analyse av økonomiske virkninger for reiselivet og tilknyttede næringer etter ulykken sist i juli med oljeutslipp fra "Full City" i august 2009. Rapporteringen av dette arbeidet gjøres i denne underveisrapporten og en sluttrapport i 2011. Fasene i en slik analyse må følge rapporteringsrutiner og tilgang til tall fra næringen. Oppdraget består i å analysere eventuelle økonomiske virkninger for 2010-sesongen, og eventuelt for restsesongen i 2009. Enkeltbedrifter og deres situasjon blir ikke gjenstand for drøfting – analysen holdes på et aggregert nivå.

Bamblekysten, og kyststrekningene nord og sørover langs Oslofjorden kan med rette og i en reiselivssammenheng uten markedsføringsmessig overdrivelse karakteriseres som "et skjærgårdsparadis". Det var her ulykken skjedde. Det er i denne rammen konsekvenser for reiselivet bør vurderes – for Bamble-kysten og for de øvrige kommunene berørt av denne ulykken.

I tiden etter ulykken var det et rimelig kaotisk bilde av hvor omfattende ulykken var og hvilke skader den kunne gi på natur og opplevelseskvaliteter i området. Dette vedvarte noen tid ut over i august, og medførte en rekke oppslag i media som ikke var til fordel for reiselivet i området – som for ferie- og fritidstrafikken "selger" naturen som en essensiell del av produktet. Etter hvert – og ikke minst med etablering av og løpende formidling fra et forskningsprogram og en effektiv opprydning – kom debatten inn i et mer nøkternt spor. Innen utløpet av desember var det relativt lite frykt å spore blant reiselivsaktørene for den kommende sesongen.

Intervjuer med sentrale aktører og befaring i det berørte området viser at analyse av målbare effekter med fordel kan begrenses til Bamble kommune, Kragerø kommune og deler av Larvik kommune. Tjøme og Nøtterøy kan fungere som referanseområder for utviklingen før og etter ulykken.

Ulykken skjedde på et tidspunkt da reiselivssesongen for ferie- og fritidstrafikk var på hell. Normalt ville denne vart til et par helger ut i august, men med sterkt avtakende trafikk. Nå ble det for flere aktørers vedkommende om ikke full stopp i ferie- og fritidstrafikken grunn av Full City, så i alle fall en vesentlig reduksjon. Yrkestrafikken ble ikke berørt av hendelsen, i tillegg til at selve hendelsen genererte en øket yrkestrafikk som enkelte kommersielle aktører fikk.

Reiselivsvirksomheten i området er framfor alt preget av nordmenns feriebruk av området i sommermånedene. Det er særlig de privateide fritidsboligene som bidrar med de store gjestevolumene.

Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har, i flg. offisiell statistikk, vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy. Både i Bamble og i Kragerø syns yrkestrafikken på hotellene å ha økt, men det er ikke registrert i Tjøme/Nøtterøy. Det kan ha sammenheng med trafikkvolum som etterarbeidet etter forliset gav, men er ennå for tidlig å si. Tallene for hele året 2010 er heller ennå ikke publisert, slik at det er ikke grunnlag å trekke noen konklusjoner verken på kort eller lengre sikt om evt. volummessige effekter av forliset.

Vi har i så langt utelukkende sett på volumtall, dvs. gjestedøgn, ved de kommersielle overnattingsbedriftene. Gjestedøgn kan indikere mulige effekter, og evt. endringer i attraktivitet og attraksjonskraft. Varige endringer må måles over tid både bakover og framover fra hendelsestidspunktet, og pr. i dag fins ikke nok tallmateriale til det.

Det avgjørende er til syvende og sist om det kan registreres effekter på bedriftenes økonomi som kan tilbakeføres til forliset. De bedriftsøkonomiske regnskapene for 2009 blir offentliggjort i september året etter. De er stort sett tilgjengelige for 'våre' bedrifter, men det vil ikke være mulig å registrere evt. regnskapsmessige effekter før tidligst i 2010-regnskapet, som altså ikke er tilgjengelig før ut på høsten 2011.

Med unntak av Langesund Bad har vi ved inngang til 2010-sesongen ikke kunnet registrere at bedrifter eller aktører har iverksatt markedsføringstiltak eller produktutvikling for eventuelt å "rette på" en omdømmeskade som ulykken skulle ha forårsaket.

# 3 OM RAPPORTEN

## 3.1 EN UNDERVEISRAPPORT

Dette er første rapport – en underveisrapport - som presenterer resultater fra analyse av økonomiske virkninger for reiselivet og tilknyttede næringer etter ulykken med oljeutslipp fra "Full City" i august 2009. Rapporteringen av reiselivsanalysen gjøres i denne underveisrapporten og en sluttrapport i 2011. Fasene i en slik analyse må følge rapporteringsrutiner og tilgang til tall fra næringen. Oppdraget består i å analysere eventuelle økonomiske vikninger for 2010-sesongen, og eventuelt for restsesongen i 2009. Ulykken skjedde ved inngangen til august 2009. Økonomi- og sysselsettingstall for 2009-sesongen foreligger i disse dager, dvs fra medio oktober 2010. Det betyr at ved denne underveisrapporteringen er ikke økonomi- og sysselsettingstall for 2010 tilgjengelig, og vi kan derfor ikke i denne omgang kan avslutte analysene. Gjestedøgnstall blir fortløpende, men med et visst tidsmessig etterslep, tilgjengelig på månedsbasis, mens økonomi- og sysselsettingstall blir tilgjengelig på årsbasis høsten påfølgende år.

Underveisrapporten beskriver reiselivets struktur i området, hvordan ulykken utviklet seg i et reiselivsperspektiv og hvordan "produksjonsforholdene" (vær, medieoppmerksomhet og andre faktorer som påvirker forbrukeradferd i reiselivsmarkedet) har vært og er for reiselivet etter ulykken og fram til rapporteringsdato. Analysen baserer seg også på tilgjengelig gjestedøgnsstatistikk fram til rapporteringsdato 2010, på intervjuer med reiselivsaktører og bruk av økonomi- og sysselsettingsdata for 2009.

Det som gjenstår til den endelige og konklusive rapporten foreligger er å analysere økonomi- og sysselsettingstall for 2010 for å gi et svar på hvilke sysselsettingsmessige og økonomiske konsekvenser for reiselivet ulykken kan ha hatt. Tall for sysselsetting og økonomitall for næringen for 2010 vil være tilgjengelige om drøyt ett år, slik at sluttrapporten vil foreligge primo desember 2011.

| Forløp: | 2009 | | | 2010 | | | 2011 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | → 30.07 | ULYKKEN INNTREFFER | 01.08 →31.12 | 01.01 → 30.09 | 01.10 → 31.12 | → 15.11 | 01.12 |
| **Tilgjengelige kvantitative data:** | | | | | | | |
| **Gjestedøgn** | | | → fram til oktober 2010 | | | | → hele 2010 |
| **Sysselsetting** | | | → Fram til 2009 | | | | → 2010 |
| **Økonomitall** | | | → Fram til 2009 | | | | → 2010 |
| **Klima / Vær** | | | → til oktober 2010 | | | | → hele 2010 |
| **Rapportering = Underveisrapport + Sluttrapport** | **Denne publikasjonen:**<br>**Underveisrapport** dekker denne fasen med spørsmålene:<br>Hva var situasjonen før ulykken?<br>Hvordan utviklet sesongen seg målt i gjestedøgn?<br>Hvilke forventninger kunne man i utgangspunktet ha til restsesongen 2009 og sesongen 2010?<br>Hvordan påvirket ulykken reiselivets situasjon:<br>• Fysisk – oljesøl og forurensning av strender, sjømat etc?<br>• Markedets oppfatning av område som reiselivsprodukt – kommunikasjon i massemedia etc?<br>Hvilke tiltak gjorde reiselivet ved og etter ulykken for å kompensere for ulykkens påvirkning:<br>• Fysisk i forhold til forurensing av strender etc?<br>• I kommunikasjon med sitt marked?<br>• I kontakt med myndigheter?<br>Hvordan utviklet antall gjestedøgn seg etter ulykken? | | | | | | | |
| | **Publikasjon høsten 2011:**<br>**Sluttrapport** dekker hele fasen fram til og med 2010 med det overordende formålet å analysere økonomiske og andre virkninger på reiselivet av Full City-ulykken for påfølgende sesong(er). | | | | | | |

### 3.2 MÅLSETNINGEN MED DENNE UNDERVEISRAPPORTEN.

Rapporteringen fra analysen av virkninger for reiselivet av "Full City"-ulykken faller som vist i foregående avsnitt i to deler, denne underveisrapporten som utnytter den informasjonen og det tallmaterialet som p.t. foreligger om og fra næringen og en sluttrapport etter at økonomitall for 2010 foreligger ultimo 2011.

Målsetningen med denne rapporten er:

1. Å beskrive ulykken fra et reiselivsperspektiv – selve ulykken, når den skjedde, hvordan den utviklet seg fra den ene sesong til den neste, hvordan utviklingen ble formidlet til et reiselivsmarked.
2. Å klarlegge om eller med hvilke forbehold det er mulig å sammenlikne trenden inn mot og med 2009-sesongen med 2010-sesongen – her er det særlig været i de to sesongene vi se på.
3. Å avgrense et område hvor det er rimelig å gjøre en kvantitativ vurdering av konsekvenser for reiselivet, og finnet et område som ikke ble berørt og som kan fungere som en referanseutvikling

4. Å beskrive reiselivets og tilknyttede næringers struktur i området basert på sysselsettingstall fram til 2010 og økonomitall fram til 2009.
5. Å beskrive kvantitativt utviklingen før og etter ulykken så langt det er tilgjengelig tallmateriale (se diskusjonen foran) – her blir det med vekt på gjestedøgn og resonnementer basert på dette.
6. Å summere opp og klargjøre for sluttrapport når økonomitall for 2010 foreligger ultimo 2011.

## 4 "ET SKJÆRGÅRDSPARADIS …"

Natur og samfunn kobles i konsekvenser for reiselivet ved grunnstøting med påfølgende oljesøl fra bulkskipet Full City på Såstein utenfor Langesund kl. 00:23, 31. juli 2009. Det er slik her fordi områdets naturkvaliteter er et sentralt aktivum for reiselivet. Hoved-"trøkket" rammet Bamblekysten, men også kommuner nord og syd for denne ble influert i varierende omfang. Men for å få et innblikk i sammenhenger mellom natur og reiseliv i disse kommunene, kan Bamble selv fungere som en modell eller en representant for kommunene langs denne kyststripa. Selvsagt er det forskjeller mellom kommunene, og de skal vi da også komme tilbake til. Men mye er likt, og mange problemstillinger er like.

*Figur 1: Fyret på Mejulen med øya Kråka i bakgrunnen. (Foto: Andersen)*

### 4.1 BAMBLE SOM REPRESENTANT

Bamble er kommunen i Telemark med den lengste kyststripen. Fra innerst i Voldsfjorden grenser den mot vest nord-vest til Skien, og i syd syd-vest til Fossingfjorden ved Kragerø. Totalt har kommunen ca.72 km. kystlinje når man følger bukter og nes. I tillegg fines mange større og mindre øyer.

Bamble er en av de store industrikommunene i Telemark, og er også Telemarks største fiskerikommune med ca. 60 yrkesaktive fiskere.

### 4.2 SKJÆRGÅRDEN SOM PRODUKT

Tur og opplevelseslitteratur for området framhever nettopp skjærgården som i dette eksemplet:

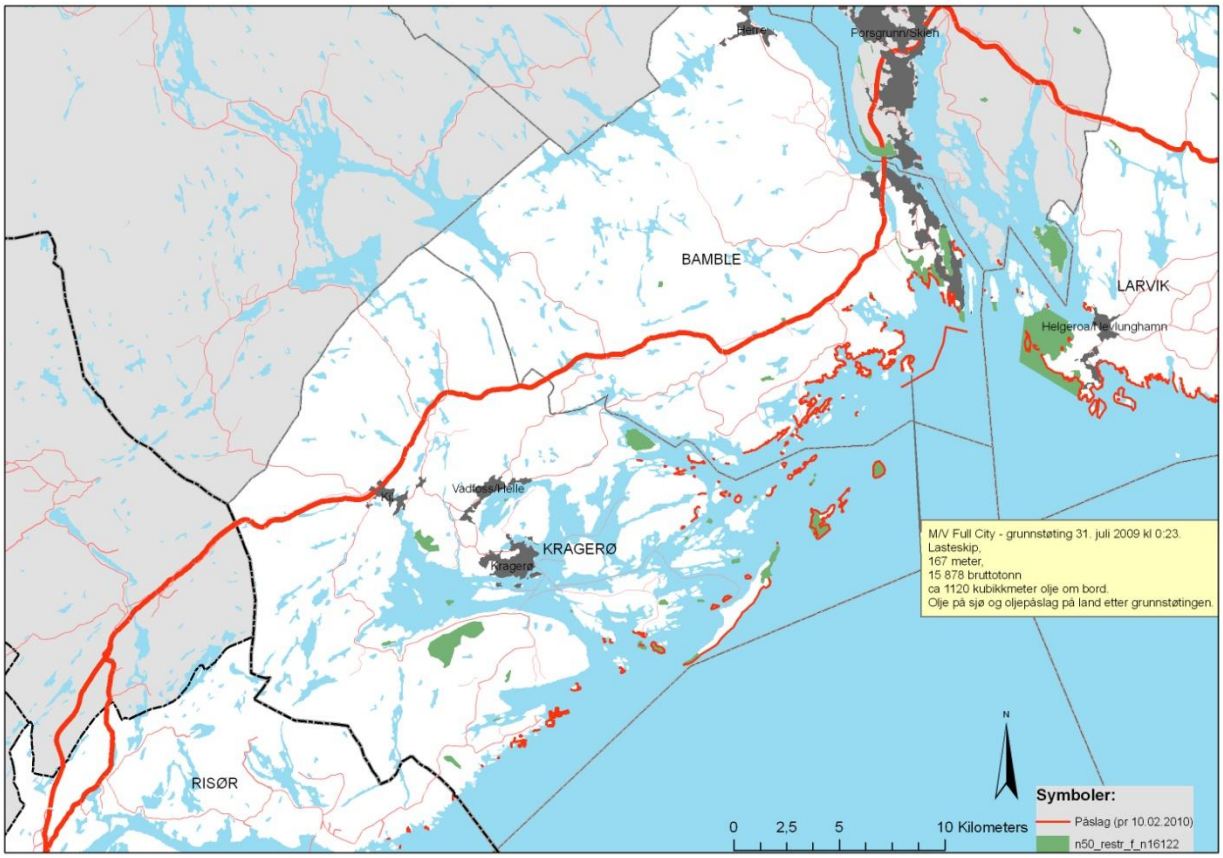
*Bamblekysten. Et skjærgårdsparadis med holmer og skjær, fjorder og bukter med svaberg og trange sund. Her er det små hvitmalte hus med røde sjøbuer som klamrer seg fast i skorter og viker og forteller om generasjoners liv her i havkanten.* (J. E. Tangen & S. Tangen, 2008)

Meningen med dette sitatet er ikke å forfalle til romantiske skriblerier. Snarere er påstanden at dette kan gjerne sies å være en romantisering, men like fullt en høyst reell kvalitet ved det produktet reiselivet presenterer her og som jo er tema i denne analysen. Bamblekysten, og kyststrekningene nord og sørover langs Oslofjorden kan med rette og i en reiselivssammenheng uten markedsføringsmessig overdrivelse karakteriseres som "et skjærgårdsparadis". Det var her ulykken skjedde. Det er i denne rammen konsekvenser for reiselivet bør vurderes – for Bamble-kysten og for de øvrige kommunene berørt av denne ulykken.

### 4.3 KYSTFORVALTNING

Bamble har ved hjelp av sin kystsoneplan og Skjærgårdsparken (etablert 1994) sikret rekreasjonsområder for dagbesøkende både fra land og sjøsiden. Det er gjort frivillige servituttavtaler for øyer og strandarealer på i alt 2.500 daa. Det er sommerturister og ferietid som setter sitt preg på en rekke lokalsamfunn i skjærgården.

Både planverket og etablering av forvaltingsordninger som Skjærgårdsparken representerer en institusjonalisering og styrking av rekreasjonsbruk av skjærgården sammen med naturvernhensyn. Dette er i utgangspunktet i reiselivets interesse, ettersom skjærgården er et sentralt begrep i næringen sin kontakt med sitt marked.




*Figur 2: Registrert påslag av olje pr 10.02 2010 og restriksjonsområder på kysten av Bamble og Kragerø. Kart: Østlandsforskning. Kilde påslag: Kystverket.*

Ser vi mer detaljert på hvor påslag av olje har vært i forhold til restriksjonsområder, så illustrerer figuren hvordan nettopp restriksjonsområdene innenfor skjærgården i kjerneområdet er tungt berørt. Det er for reiselivet betydelige utfordringer knyttet til kommunikasjon med sitt marked om en sentral produktkvalitet: Skjærgården. Dette bringer oss over til selve ulykken og utviklingen fram til sesongstart 2010.

## 5 SÅSTEIN - LANGESUND KL. 00:23, 31. JULI 2009 – OG TIDEN SOM FULGTE.

Det Panama-registerte bulkskipet «Full City[1]» med et mannskap på 23 ankrer opp i Oslofjord på grunn av sterk kuling i Skagerrak. Skipet sliter seg fra anker og begynner å drive klokken 23:50, 30. juli 2009. Skipet driver i nordlig retning i omtrent en halvtime før det går på grunn ved Såsteinen utenfor Langesund kl. 00:23, 31. juli. En losbåt observerer skipet mens det er i drift, men skipet selv varsler ikke om ulykken. Klokka 00:40 31. juli 2009 blir meldingen om havariet mottatt hos Hovedredningssentralen.

*Figur 3: Viser drift av skipet inn mot grunnstøting på Såstein. Kartet presentert på Kystverkets konferanse i Svolvær 3. desember 2009.*

Tidsforløpet under ulykken var slik (Dimmen, 2009):

- Fra start av drift til grunnstøting: ca 33 min
- Fra start av drift til trafikksentral ble varslet: ca 23 min
- Fra trafikksentral varslet til grunnstøting: ca 10 min

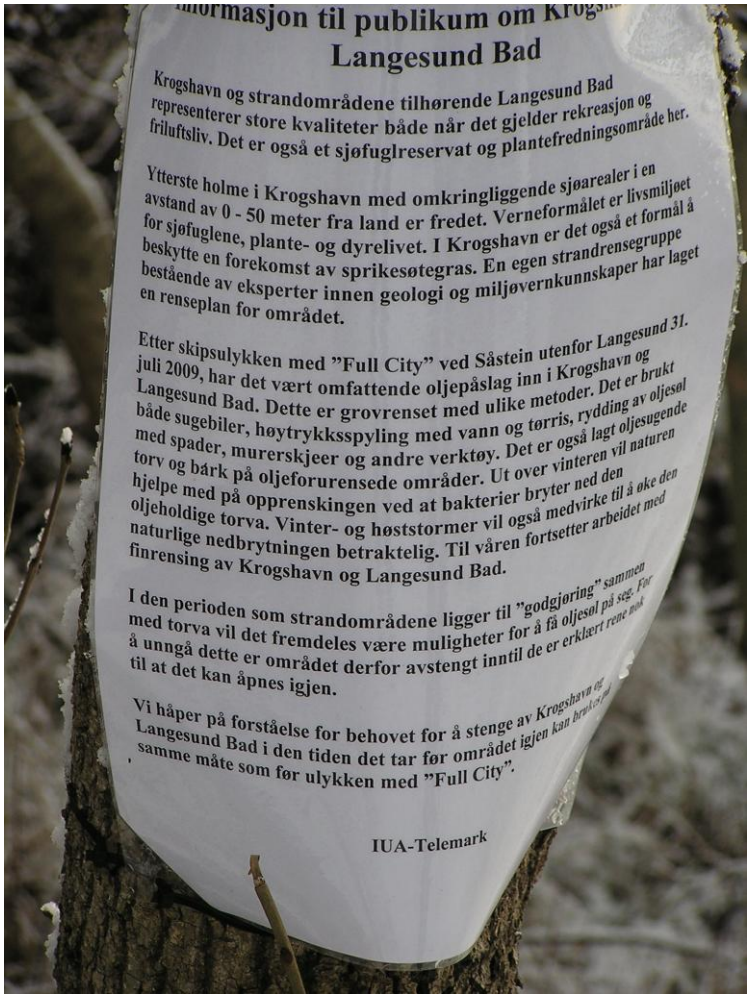
Som følge av omfanget av hendelsen besluttet Kystverket tidlig fredag morgen den 31. juli 2009 å iverksette en statlig aksjon mot akutt forurensing.

Utover Kystverkets egne ressurser har i løpet av aksjonen de berørte interkommunale utvalgene mot akutt forurensning (IUA) i henholdsvis Vestfold, Telemark og Aust-Agder aksjonert. I tillegg har blant annet Kystvakten, den svenske Kustbevakningen, Norges oljevernforening for operatørselskaper (NOFO) og Sjøheimevernet bistått under aksjonen. Personell fra Fylkesmannen i de berørte fylkene, Statens naturoppsyn,

[1] Skipet er under kontroll av det statseide kinesiske rederiet COSCO og hadde kinesisk mannskap.

Direktoratet for naturforvaltning og Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) har bistått blant annet med miljøfaglig personell, logistikk og organisering av vasking av sjøfugl.

Poenget med å trekke fram dette i en reiselivskontekst er å vise at man her sto overfor en meget stor hendelse i de mest sentrale delene av Norge og hvor alle tunge institusjoner på forurensningssiden er på plass. Dette er institusjoner som for så vidt i utgangspunktet ikke bidrar til å profilere området som et reiselivsprodukt. Det er grunn til å se mer detaljert på hvordan ulykken ble håndtert i forhold til befolkningen og faktorer som må antas å forme forbrukeradferd i reiselivet.




*Figur 4: Denne informasjonen var på plass ved Krogshavn medio desember 2009. På dette tidspunkt var området ikke fysisk avstengt, men informasjonen var allikevel fremdeles der, men noe utdatert. Foto: Birgitta Ericsson.*

## 5.1 HVA SOM INNLEDNINGSVIS BLE SAGT OM OMFANG

### 5.1.1 Nyheter som spor av hensyn som er tatt

Forskning om nyheter og ulykker har avdekket at nyheter ikke kan forstås alene som en passiv rapport eller avspeiling av tilstanden i verden men og som uttrykk for og spor av formål og hensikter hos aktører som har en praktisk interesse i å produsere en type nyheter i stedet for en annen (H Molotch & M Lester, 1999). Med en slik sosiologisk tilnærming er vi interessert i mediebildet og framstillingen av hendelser og handlinger etter ulykken fra to perspektiver:

- Hva det legges vekt på som en publikumshendelse, hvordan forløpet framstilles.

- Bruke vektleggingen som en indikator på hvilke sosiale hensyn som får dominere nyhetsfeltet: hvilken posisjon har reiselivet i nyhetsproduksjonen.

Forholdet mellom lokale og nasjonale media er også av interesse i forbindelse med en vurdering av reiselivet og media. For reiselivsmarkedet i regionen er framstillingen av de nasjonale media viktige og for spørsmålet om tilreisende og det bildet de får formidlet, det viktigste. Normalt vil en finne at lokale media har en mer omfattende dekning enn nasjonale media – nærhet til en slik ulykke er en god indikator på hvor opptatt media er av hendelsen og handlingene (H. Molotch & M. Lester, 1975). Det er også tilfellet her (se kapittel 8). I denne gjennomgangen vil vi konsentrere oss om nasjonale media sin dekning i tillegg til sentrale myndigheter og interesseorganisasjoner (NGO'er).

### 5.1.2 Massemedia og myndigheter om ulykken

MV Full City hadde ved grunnstøtingen inntil 1000 kubikkmeter tungolje og 120 kubikkmeter lettolje om bord. Situasjonen var rimeligvis uoversiktlig innledningsvis – også mht til olje på sjøen og olje i båten (NTB, 2009b). Lengst sør, mot Risør og Lyngør, ble det 2. august observert tynn oljefilm, og noen oljeklumper – pressen fulgte og formidlet løpende nye funn, små som større (Hauge, 2009b). I det hele tatt, oljeutslippet - observerbart som en tynn oljefilm og noen klumper - spredte seg de første dagene over et stort område, fra vest av Larviksfjorden til Grimstad. Olje ble observert på utsiden av Jomfruland utenfor Kragerø, ved Bamble og i retning av Risør (Hauge, 2009b), ned til Arendal og senere Mandal (Claussen, 2009b). Skip på svenskekysten ved Koster meldte også om observert olje i det området de mente kom fra havaristen.

Det innledende bildet hva angår omfang var kaotisk og preget av usikkerhet, noe som også pressen formidlet (Claussen, 2009a). Kystverket fryktet en stund at den varslede vinddreiningen vil føre til at olje som har rammet Telemark- og Agder-kysten, vil drive ut i sjøen for så å komme tilbake (Holgersen, 2009). Det var i det hele tatt frykt for betydelige ødeleggelser som preget bildet i pressen (Torgersen & Holgersen, 2009).

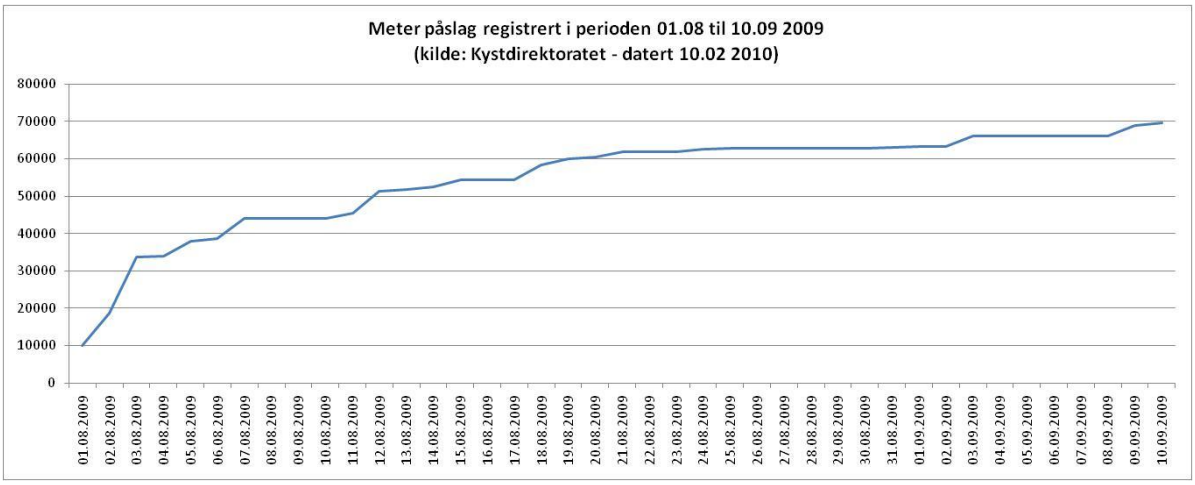
Det er ikke tvil om at deler av riksmedia formidlet et dystert bilde, og tok i bruk sterke retoriske grep. Som en illustrasjon meldte VG 1. august at "*Sørlandskysten vil bli et oljebad*" (Verdens Gang - VG, 2009a) , reportasje om at Langsundfolk mente at "*Nå er badesesongen ødelagt* " (Verdens Gang - VG, 2009b) og "*Miljøeksperter: - Kan bli en stor miljøkatastrofe*" (Verdens Gang - VG, 2009c)

Til sammen regnet Kystverket i utgangspunktet som et grovt estimat at rundt 120 km av kystlinjen mellom Grimstad og Larviksfjorden var tilgriset av olje og krever vask for hånd. Fiskeri- og kystdepartementet rapporterte i revidert statsbudsjett medio desember 2009 at det var registrert ca. 155 landpåslag, noe som tilsvarer om lag 75 km strandlinje (Fiskeri- og kystdepartementet, 2009).

Per 10.02 2010 er det i Kystdirektoratets kartdatabase registrert en utvikling av observerte påslag som vist i Figur 5 under.

Ca halvparten av antall målte meter oljepåslag ble observert og målt i løpet av første uka etter ulykken.

Det var mer andre ord innledningsvis en overestimering av påslagslengder snarere enn en underestimering, og bildet som ble skapt i media i så måte var altså i overkant av hva som viste seg å bli tilfelle. Figur 5 kan nok også være et bilde på intensiteten i mediebildet – dekningen var hyppig i riksmedia en 3 ukers tid, for deretter å roe seg adskillig.




*Figur 5: Meter påslag olje registrert i perioden 01.08 til 09.09 2009. Kilde: Kystdirektoratet.*

Oljen ble etter hvert registrert å ha truffet land om lag 180 steder, og man regnet med at 250 personer måtte delta i arbeidet med opprydding fram til desember 2009.

Kystverket anslo tidlig mengden olje som slapp ut i sjøen til å være mellom 50 og 200 tonn av de vel 1100 tonn olje skipet hadde ombord.

Flere miljøprioriterte områder og friluftsområder ble tilgriset av olje.

### 5.1.3 Interfuel IF 380

Oljen var iflg Kystverket tungolje av typen Interfuel IF 380. Hva er så det, er det "farlig for helsa", og hva er sannsynligheten for å bli eksponert for dette – vil være de "folkelige" spørsmålene som en turist eventuelt forholder seg til og foretar sine reisebeslutninger på bakgrunn av.

Interfuel IF380 er en destillasjonsrest fra råolje som er sort på farge og med karakteristisk lukt. Produktet er meget viskøst ved romtemperatur. Interfuel er uløselig i vann og løselig i organiske løsemidler. I håndteringsansvisningen for Interfuel 380 heter det.

> *"Unngå lekkasje. Unngå søl, noe som bl.a. kan gi glatt gulv/veibane. Lagres oppvarmet på tank ved ca. 60° C. Unngå hud og øyenkontakt. Vask straks hud som er blitt tilsølt. Kjøl ned for å unngå brannskader."* (Torgersen & Holgersen, 2009)

Hva angår miljøfakta opplyser Statoil at:

> … *Produktet brytes vanskelig ned i naturen.* …(Statoil, 2002)

I utgangspunktet altså en oljefraksjon som har et betydelig potensial for å forringe et område ra et turistisk perspektiv.

Forut for denne ulykken var det opparbeidet erfaring og gjort analyser i Norge med liknende utslipp av IF 380 etter forlis med M/S Server i 2007[2] og M/V Rocknes[3]. SINTEF gjennomførte analyser på oppdrag fra Kystverket. SINTEF rapporterte at denne oljetypen i egenskaper er fattig på flyktige og vannløslige komponenter, samtidig som de har en høy tetthet og viskositet (Altin, 2008). I forbindelse med et utslipp av en høyviskøs olje er det de vannløselige bestanddelene i oljen som vil ha størst potensial for å skade organismene i vannsøylen siden oljen under normale forhold ikke vil dispergeres ned i vannsøylen og gi dråper som er små nok til at de er beitbare for filtrerende organismer – som skjell. Den vannløselige fraksjonen er også av spesiell interesse på grunn av at det er denne som lettest tas opp i organismene som lever fritt i vannsøylen. (Altin, 2008) konkluderer med at:

> *…det er små sjanser for at utslippet av bunkersolje har forårsaket omfattende akutte skader på organismene i vannsøyla. De frie vannmassene er et dynamisk system som er i stadig bevegelse slik at områder med forhøyede konsentrasjoner vil fortynnes og det vil være en stadig rekruttering av nye organismer fra tilgrensende vannvolum.*

Det var mer andre ord noe bedre utgangspunkt for et annet vesentlig punkt for reiselivet: Konsekvenser for forurensning av sjømat og for så vidt sjøbunn synes å være mindre.

*Figur 6: Oljefilm dekker stein i strandkanten i Krogshavn medio desember 2009. På den tiden var det ikke synlig større oljeansamlinger på vannet eller på land. Foto: Birgitta Ericsson*

På grunn av de topografiske forholdene på stedet, hvor blant annet store deler av strendene og havbunnen består av rullesteiner som vil holde på oljen, var det innledningsvis fryktet at det kan ta så mye som 10-15 år før skadevirkningene er borte (Hultgren & Ramsdal, 2009). Det var et foruroligende perspektiv for reiselivsnæringa hva angikk den synlige natur (tilgrising av strandlinje), mens forhåpningene for "den usynlige natur" (forurensning av sjømat, sjøbunn og lignende) var bedre fra et reiselivsperspektiv.

### 5.1.4 Skader – sjøfugl

Den første dagen ble 120 fugler avlivet av viltnemnda i Bamble. Saken nådde tidelig pressen som en umiddelbar

[2] Det Kypros-registrerte lasteskipet M/S "Serve
fredag 12. januar 2007. All oljen rant ut fra en tank som inneholdt 290 tonn med bunkersolje.
[3] MV "Rocknes" kantret 19. januar 2004 ved Vatlestraumen, ved Bjorøy utenfor Bergen. MV "Rocknes" inneholdt bl.a. 445 tonn tungolje av typen IF380, 67 tonn marin diesel og 21 tonn smøreolje. Betydelige mengder olje er havnet både i sjøen og på land.

konsekvens og vel også som et signal om alvoret i situasjonen (NTB, 2009a). Avlivingen av fugl ble støttet av Norges Miljøvernforbund, som argumenterte med at dette var det mest humane (Hauge & Olsen, 2009).

2. august 2009 la Direktoratet for naturforvaltning (DN) ned forbud mot mere skyting av tilsølt fugl. Begrunnelsen for forbudet var at truede fuglearter må berges. Tre av artene som ble rammet av oljesølet - teist, hettemåke og makrellterne - var alle på den nasjonale rødlisten over arter som er truede eller sårbare.

Enkelte dyr blir ikoniske tegn på ulykker og dens konsekvenser for media. I oljeforurensing på hav gjelder dette ikke minst fugl. Mer enn noe annet blir bilder av oljeskadet fugl et av de første bilder av tragedien som en slik ulykke kan være. Så også i denne saken, hvor også debatten om fuglene skulle avlives eller vaskes en periode var et dominerende tema i det offentlige rom – som en illustrasjon meldte VG allerede 1. august at det var "*Full strid om drap på oljeskadde fugler*" (Verdens Gang - VG, 2009). Man må vel kunne si at bruk av begrepet "drap" her er i overkant retorisk, men det avspeiler i alle fall en temperatur og fokus på saken i riksmedia innledningsvis. Fuglene ble "politiske dyr" og et signal på myndighetenes evne og vilje til å rydde opp og ta kontroll over utviklingen etter ulykken. Saken utviklet seg såpass at miljøvernministeren måtte eller ville ta en befaring – departementet melder 5. august at "Miljø- og utviklingsminister Erik Solheim reiser i dag til Langesund for å se på vasking av sjøfugl etter oljeutslipp fra Full City-forliset." (Miljøverndepartementet, 2009). DN varslet så at all tilsølt fugl skulle vaskes. Norsk Ornitologisk Forening, NOAH - for dyrs rettigheter, Verdens Naturfond (WWF) og Norges Naturvernforbund bidro i forbindelse med vaskingen(Hauge, 2009c)(Wolf, 2009). Denne diskusjonen om vask eller ikke ble ført i den nasjonale pressen (Hauge, 2009a) og preget det bildet som ble dannet av ulykken den første tiden[4].

Av fugleartene ble ærfugl hardest rammet. Det ble tidelig anslått at 90% av den oljeskadede fuglen var ærfugl, og Norges Miljøvernforbund fremmet etter ulykken krav om at ærfugljakta i området måtte stanses i minst to år.

Som et signal til publikum og i neste omgang til et reiselivsmarked var denne innledende fokus på og debatten om sjøfuglene et signal om at det var en betydelig forurensing her og det var innledningsvis ikke uvanlig med bekymring for områdets omdømme. For eksempel melder NRK Telemark 18. august at

> "*-Det er jo dårlig reklame, sier NN oppgitt. Vi er i et område som har slitt med industri som har forurensa. Vi har vært godt i gang med å bedre omdømmet og kvaliteten – så får vi dessverre denne stygge ulykka. Surt, konstaterer NN.*" (NRK Nyheter Telemark, 2009).

Primo mars 2010 er analysene over sjøfuglskader klar. Den viser at 2000 til 2500 sjøfugler satte livet til, hvorav ærfugl utgjorde 1500–2000 individer (Kystverket, 2009a).

[4] I deler av de rammede områdene var anslaget at ca 2/3 av fuglebestanden berørt. WWF varslet om at de hadde observert tilsølte steinkobber i nærheten av havaristedet. Situasjonen viste at det er stor faglig uenighet med hensyn til hvordan skadet sjøfugl skal behandles, og om vasking av disse har noen hensikt. Problemstillingen med vask av fugl kontra avliving går på hva som er mest humant. Forkjemperne for vasking mener man skylder fuglen et forsøk, og henviser til at 60-90% av fuglen overlever frem til utsetting (normalt etter 3-4 uker (eller mer). Motstanderne mener fuglen har lidd nok, og argumenterte med at fanging, transport, foring og vasking påfører villfugler et unaturlig stress.

### 5.2 ”FULL CITY” FORSVINNER FRA OMRÅDET

Lossing av olje ut av skipet ble igangsatt 6. august 2009 og sluttført 17. august 2009. Akuttfasen av aksjonen ble avsluttet 12. august 2009. Aksjonen gikk da over i en fase med strandrensning. Hoveddelen av arbeidet ble planlagt avsluttet i begynnelsen av desember 2009, men det var påregnet strandrensingsarbeid også våren 2010. Omfanget av dette ville avhenge av hvor mye naturen selv har fjernet av gjenværende oljepåslag i løpet av vinteren, og om olje som er trukket ned i vannmassene har blitt presset opp igjen og gitt nye påslag.

MV Full City ble trukket av grunnen og slept til «Natokaia» i Eikstrand i Bamble kommune for undersøkelse og utbedring. 14. september 2009 ble MV Full City slept fra «Natokaia» med destinasjon Gøteborg (Fiskeri- og kystdepartementet, 2009).

Etter denne dato begynner fotodokumentasjonens og minnenes tid – og spor i form av påslag av olje som

*Figur 7: Fra Krogshavn mot Såstein i horisonten medio desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson.*

vitner om ulykken.

## 6 PÅVIRKNING PÅ REISELIVSRELEVANT NATUR OG NATURRESSURSER

Vekst i Grenland (VIG) sendte i februar 2010 en søknad til Fiskeri og kystdepartementet som en oppfølging av samtaler om samarbeid etter Full City ulykken. Her gir VIG en redegjørelse for situasjonen i Bamble kommune, og tanker om hvordan kystområdene som ble rammet av ulykken opprettholder og styrker sin attraktivitet i ettertiden (Vekst i Grenland - ViG, 2010). De søker her om 24 MNOK for å arbeide med omdømmet etter ulykken – noe de ikke får. Men brevet er interessant som en oppsummering av hvordan denne første tiden ble opplevd lokalt – og den frykten som var tilstede for langsiktige virkninger:

> *"... Over natten ble fiske og badebyen Langesund i Bamble kjent over hele verden for bilder av svaberg og sjøfugl dekket av olje. Badesesongen tok brått slutt, sjøen og strendene var ubrukelige. Befolkningen var i sjokk og sorg, - alle fikk vi lære hvor verdifull og sårbar naturen vår er i forhold til behovet for nødvendig transport langs, og til og fra vår kyst.*
>
> *Etter ulykken ble det gjennomført et stort opprenskingsarbeid. Kommunale og interkommunale myndigheter sammen med fylkeskommunale og statlige instanser arbeidet sammen for å rydde opp etter ødeleggelsene. Engasjementet fra lokalbefolkning og andre frivillige var stort. Hver stein ble vasket av mannskaper side om side. Et stort arbeid ble nedlagt i å redde oljeskadet sjøfugl. Så langt synes aksjonen å ha gitt gode resultater.*
>
> *Kystverket lover rene strender sommeren 2010. Fylkesmannens miljøvernavdeling uttrykker bekymring for naturmiljøområdenes utvikling de neste årene, men går sommeren positivt i møte med utgangpunkt i innsatsen som er lagt ned i vasking av strendene."* (op. cit)

### 6.1 ET VIKTIG GREP FOR NÆRINGA: ET FORSKNINGSPROGRAM

Det var innledningsvis en uoversiktlig situasjon med berettiget bekymring – hvor mye skade på natur og samfunn har egentlig denne ulykken forårsaket, og hvor lenge vil man måtte leve med konsekvensene av ulykken. Et viktig grep myndighetene tok relativt tidlig var å sette i gang et forskningsprogram som på en rekke sentrale områder satte i gang analyser og produserte kunnskap om nettopp slike spørsmål. Ut over 2009 begynte de første resultatene å komme, og debatten om ulykken kom inn i et mer strukturert spor.

Det er ikke minst viktig for reiselivsnæringa og dens markedskommunikasjon å kunne vise til et solid kunnskapsgrunnlag når de skal markedsføre området som et attraktivt produkt.

### 6.2 SJØMAT

Sjømatkvalitet er et tema som kommer opp i kjølvannet av oljeforurensinger av denne typen (Yender, J. M. Lord, & C. Lord, 2002). Av særlig interesse i sammenheng med reiselivet er årsakssammenhenger og oppfatninger om sammenhenger i markedet mellom ulykken og kvaliteten på sjømat i influensområdet. Svært tidlig i prosessen ble sjømatkvalitet adressert. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) meldte allerede 6. august at instituttet – som har ansvaret for Program for trygg sjømat - hadde

"*startet analysearbeidet av sjømat fanget i områdene ved det havarerte lasteskipet "Full City" utenfor Langesund, slik at mattryggheten kan vurderes.*" (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, 2009a)

Det ble tatt prøver av matfisk (torsk, sei, hyse, lyr, ål, makrell) og skalldyr (krabbe og skjell). Disse ble analysert for prøvene for PAH[5] og PCB[6] - stoffer som knyttes til forurensning av sjømat ved en oljeforurensning - for å vurdere mattryggheten.

Mattilsynet var 5. august 2009 ute med kostholdsråd i etterkant av "Full City"-ulykken:

- *"Salg: Mat som omsettes skal være trygg og også overholde alle grenseverdier som er satt i regelverket. Alle virksomhetene som er involvert har et selvstedig ansvar for å sikre dette."*
- *Selvfangst: Mattilsynet anbefaler at det ikke fiskes/fangstes i synlig oljeforurenset område. Fisk og sjømat som lukter/smaker olje skal ikke spises. Publikum bør begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil ny informasjon blir gitt. Fisken blir forurenset når den trekkes gjennom oljefilmen som ligger på overflaten.*

*Det synes som om villfisk unngår oljeforurenset vann, men oppdrettsfisk vil ikke være i stand til å unnslippe oljen. Fisk har evne til å bryte ned PAH i lever og skille ut nedbrytingsprodukter via gallen. Tidligere undersøkelser har også vist at det ikke ble påvist PAH i oppdrettslaks fra oljeforurenset område.*

*Fisk som ikke lukter eller smaker olje er ikke farlig å spise selv om den er fisket i et område der det kan ha vært oljeforurensning. Når den synlige oljeforurensningen er borte, er det ikke lenger PAH-rester i fisken og fisken kan spises selv om området har vært oljeforurenset.*

*Virvelløse dyr, som skjell og krepsdyr vil trolig være mer utsatt i forbindelse med oljesøl fordi de mangler avgiftningsmekanismene som fisk har. Skjell vil være mest utsatt for PAH-forurensning fordi de filtrerer store mengder vann og akkumulerer miljøgifter.*

*For å være på den sikre siden, bør publikum begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil analyser tatt i området er ferdig, og nivåene av PAH er under grenseverdien. Det samme gjelder for hummer, men den er totalt fredet fram til 1. oktober.* (Mattilsynet, 2009).

Dette var en nyhet som ble dekket av riksmedia og av lokale / regionale media langs kysten. Oppslag av typen "Forsiktig med sjømat nå!" (Jomfruland.net, 2009) var karakteristiske for meldinger som gikk til publikum i denne innledende fasen.

Knapt en måned senere, 7. september 2009, var NIFES ferdig med sine analyser av sjømatsikkerheten (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, 2009b). Trykket på sjømaten letter. Kystverket oppsummerer konklusjonene på følgende vis:

*Sjømatanalyser som hittil er tatt viser liten effekt på fisk og krabbe i fra området, men påvirkning på skjell. NIFES anbefaler derfor at kostholdsrådet, sendt ut 5.8. 09 fra Mattilsynet, opprettholdes inn til videre. Om de noe høye verdier på blåskjell skyldes utslipp fra "Full City" eller bakgrunnsforurensning er under vurdering.* (Kystverket, 2009b)

Mattilsynet valgte samme dag å opprettholde sine tidligere kostholdsråd:

---

[5] **P**oly**a**romatiske **h**ydrokarboner (PAH) består av mange forskjellige forbindelser. PAH dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale - som tungolje (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2008).

[6] **P**oly**k**lorerte **b**ifenyler (PCB) er giftige, tungt nedbrytbare og bioakkumulerende. I Norge har PCB vært forbudt siden 1980, men utlekking fra kasserte produkter sprer fortsatt PCB til miljøet.(Klima- og forurensningsdirektoratet, 2009)

> *Mattilsynet opprettholder kostholdsrådet etter Full City-forliset etter at NIFES har vurdert analyseresultatene av fisk, krabbe og skjell fra området utenfor Langesund. Analysene viser liten effekt på fisk og krabbe, men påvirkning på skjell. Fiske/fangst i synlig oljeforurenset område anbefales fortsatt ikke. Fisk og sjømat som lukter/smaker olje skal ikke spises. Publikum bør begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje.* (Mattilsynet, 2010b)

Nye kostholdsråd ble varslet fra Mattilsynet medio mars 2010. Myndigheter langs kysten fulgte dette nøye, og brukte sine kanaler for allerede 09.09 2009 å lufte muligheten: "*Skjærgårdsmat – faren over?*"(Prosjektet: Kystopplevelser i Tvedestrand, 2009).

### 6.3 BAKGRUNNSFORURENSINGEN OG 'LOKAL SJØMAT'

Denne henvisningen til bakgrunnsforurensingen i dette området er relevant for vår forståelse av rammene for kommersiell profilering og håndtering av produktet 'lokal sjømat'.

En rekke norske havner og fjorder har hatt kostholdsråd gjennom mange 10-år. Det er per i dag kostholdsråd for 31 geografisk avgrensede områder i norske fjorder og havner. Utviklingen i antall fjorder og havner med kostholdsråd viser en kraftig økning fra 1998 til 2005 (fra 14 til 31) (Økland, 2005). Årsaken til økningen er i følge Mattilsynet (Mattilsynet, 2005) en bevisst satsning på kartlegging av miljøgifter i sjømat fra forurensnings- næringsmiddelmyndighetenes side.

Allerede på 1960-tallet ble det inn ført kostholdsråd for Grenlandsfjordene, og siden 1980-tallet har fjordsystemet vært fulgt opp med kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner[7]. Kostholdsråd fram til 2009 var hovedsakelig knyttet til Hydros nå nedlagte magnesiumsproduksjon på Herøya i Frierfjorden i Porsgrunn kommune. Fram til medio 1990 medførte magnesiumproduksjonen svært store utslipp – selv i en internasjonal målestokk (Økland, 2005) - av klororganiske forbindelser[8]. Fra 2002 var gjeldende kostholdsråd i området følgende:

2002, klorerte organiske forbindelser, særlig dioksiner

> *Konsum av all fisk og skalldyr fanget i Frierfjorden og Voldsfjorden ut til Brevikbroen frarådes. Videre frarådes konsum av sjøørret fanget i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Konsum av ål, sild, makrell, krabbe og lever fra fisk fanget mellom Brevikbroen og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn), Til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet frarådes.* (Økland, 2005)

[7] 1960-tallet for kvikksølv, så for en rekke miljøgifter i 1982, 1984, 1985, 1988 og 2002 (Økland, 2005).
[8] Herunder dioksiner. Dioksiner er en samlebetegnelse på klorholdige giftstoffer. Giften fører over lang tids eksponering til økt risiko for kreft, reproduksjonsforstyrrelser, nedsettelse av immunforsvaret, nevrotoksiske effekter og «hormonvirkninger». (Folkehelseinstituttet, 2008)

Dette er illustrert i neste figur:

*Figur 8: Kostholdsråd for Grenlandsfjordene pr. 2002. Etter Økland 2005*

Området har altså forut for "Full City"-ulykken allerede en etablert vanskelig sjømat-situasjon. I Langesundsbukta – inklusive Såstein – var det allerede til dels frarådet all eller redusert konsum av fisk og krabbe. Det var ikke frarådet konsum av skalldyr for øvrig.

Når derfor Mattilsynet som redegjort for foran opprettholdt kostholdsråd i ulykkesområdet, så gjelder rådene fra 2002, pluss følgende formulering for skjell (som også er sitert over):

> *"For å være på den sikre siden, bør publikum begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil analyser tatt i området er ferdig, og nivåene av PAH er under grenseverdien. Det samme gjelder for hummer, men den er totalt fredet fram til 1. oktober."* (Mattilsynet, 2009)

Ulykken kan derfor sies å utspille seg i et område som allerede har et reiselivsmarked og en tilhørende forbrukeradferd som er til en viss grad er vant til problemer med sjømatkvaliteten. Det er rimelig å anta at de som har brukt området tidligere som reiselivsområde (og for så vidt som friluftsområde) er mer fleksible, mer tilpassningsdyktige og i bedre stand til å vurdere mer konkret hvordan situasjonen i naturen rent faktisk påvirker deres fritidsinteresser. Et ytterligere belegg for dette er gjennomføringen av Langesund fiskefestival i august 2009.

### 6.4 LANGESUND FISKEFESTIVAL 2009

Langesund med ca 5500 innbyggere er det administrative sentrum i Bamble kommune, og en del av tettstedskomplekset Brevik/Porsgrunn/Skien. Langesund ligger på halvøy helt ytterst ved grensen til Ytre Oslofjord og Skagerrak ved innseilingen til Frierfjorden.

Langesund er den kystbyen i Norge som har flest soldager i året, og byen yrer av folkeliv fra mai til august. Da blomstrer kulturliv med konserter og festivaler som preger bybildet. Hver sommer arrangeres det blant annet fiskefestival, shantyfestival og flere store konserter[9]. Av disse kan Langesund Fiskefestival sies å være særlig utsatt for konsekvenser av Full City – ulykken, og kan også brukes som en indikator på eventuelt endret forbrukeradferd.

Langesund Fiskefestival ble i 2009 planlagt arrangert 7. og 8. august for 20. gang. Målsetningen med festivalen er blant annet å "*fremme fiske*" og å fokusere på "*sjømat, båtliv og det maritime*"(Langesund Fiskefestival, 2009).

Fiskefestivalen har gjennom årene vokst til en av de – om ikke den – største havfiskefestivalen i Norge. År om annet deltar i størrelsesorden 200 fiskere (se Figur 11 side 36). Arrangement er da også viktig rent kommersielt for Langesund.

Festivalen ble avholdt som planlagt i 2009. Det hersket noe usikkerhet om festivalen kunne arrangeres som planlagt, men festivalledelsen forsikret:

> *Fiskefestivalen går sin gang*
>
> *Skulle noen være i tvil om det blir fiskefestival i helga, så kan de bare finne fram fiskeutstyret. – Alt går som planlagt, sier festivalsjef Kai Thorsen Dalene.*
>
> *– Folk tror kanskje ikke at det blir fiskefestival på grunn av oljekatastrofen. Det eneste er at det kan bli noen begrensninger på områder å fiske i. Ellers går konkurransene som normalt, både den internasjonale- og barnefiskekonkurransen, forteller Thorsen Dalene.*
>
> *Han vil likevel ha løpende kontakt med myndighetene om utviklingen i forbindelse med oljekatastrofen.*
>
> *Innaskjærs*
>
> *– Vi holder oss mest innaskjærs, og så langt har oljen holdt seg borte derfra. Men det vil bli restriksjoner på hvor det kan fiskes utaskjærs. Det vil vi informere deltakerne nærmere om, og vi kommer til å dele ut kart med begrensningene, forteller festivalsjefen.* (Bjerløv Karlsen, 2009a)

Et visst preg gav "Full City"-ulykken festivalen. Dette kommer til uttrykk hos en ivrig blogger i fiskemiljøet – her et utdrag fra bloggen "Fiskesjuk" datert 12. august:

> *Det ble ikke den helt optimale oppkjøringen til årets konkurranse. Først kræsja en diger båt på Såstein, så fikk jeg plutselig mye å gjøre med forberedelsene til festivalen, så viste det seg at Trosbyfjorden og mye av områdene mellom den og Langesund var sperra av lenser …* (Isaksen, 2009)

Det var også en viss nervøsitet blant båtfolk, såpass IUA Telemark gikk ut med en presisering:

> *Oljesølet: Fiskefestival på egen risiko*

[9] Bob Dylan og a-ha spilte på Wrightegaarden, byens kulturhus og konsertscene, i 2001. Også andre store artister som Leonard Cohen, Little Richard, B.B. King, Turboneger, Elton John og mange andre har spilt i Langesund.

*Det er ventet mange tilreisende hobbyfiskere til Langesund i forbindelse med helgens fiskefestival. Men den som kommer med båt må selv ta sjansen på at båten ikke blir tilsølt med olje.*

*Ifølge en pressemelding fra IUA Telemark vil ikke tilreisende småbåter som nå får tilgriset båten sin med oljesøl fra «Full City»-forliset få erstattet skadene. Disse båtene vil heller ikke inngå i båtvaskeordningene som opprettes i forbindelse med oppryddingsaksjonen etter forliset.*

*I samråd med innsatsledelsen av oljevernaksjonen har arrangørene av fiskefestivalen publisert et kart med anbefalte områdebegrensninger - og oppdatert informasjon om antatt trygge områder blir offentliggjort når festivalen kommer i gang for alvor.*

*Langesund Fiskefestival, som startet i dag er en av Norges største åpne sjøfiskekonkurranser. Konkurransen samler 200-300 deltakere og er spesielt attraktiv grunnet Langesundsfjordens store artsrikdom. Men i år må altså fiskeentusiastene ta noen ekstra, høyst uvelkomne hensyn, og festivalledelsen understreker viktigheten av at alle båtførerene stiller opp på skippermøtet.* (Hanchen Michelsen, 2009)

Men sluttresultatet for 2009-festivalen var bra – og tilsynelatende uten at "Full City"-ulykken hadde hatt negativ påvirkning på deltakelse (Figur 11) eller fangst:

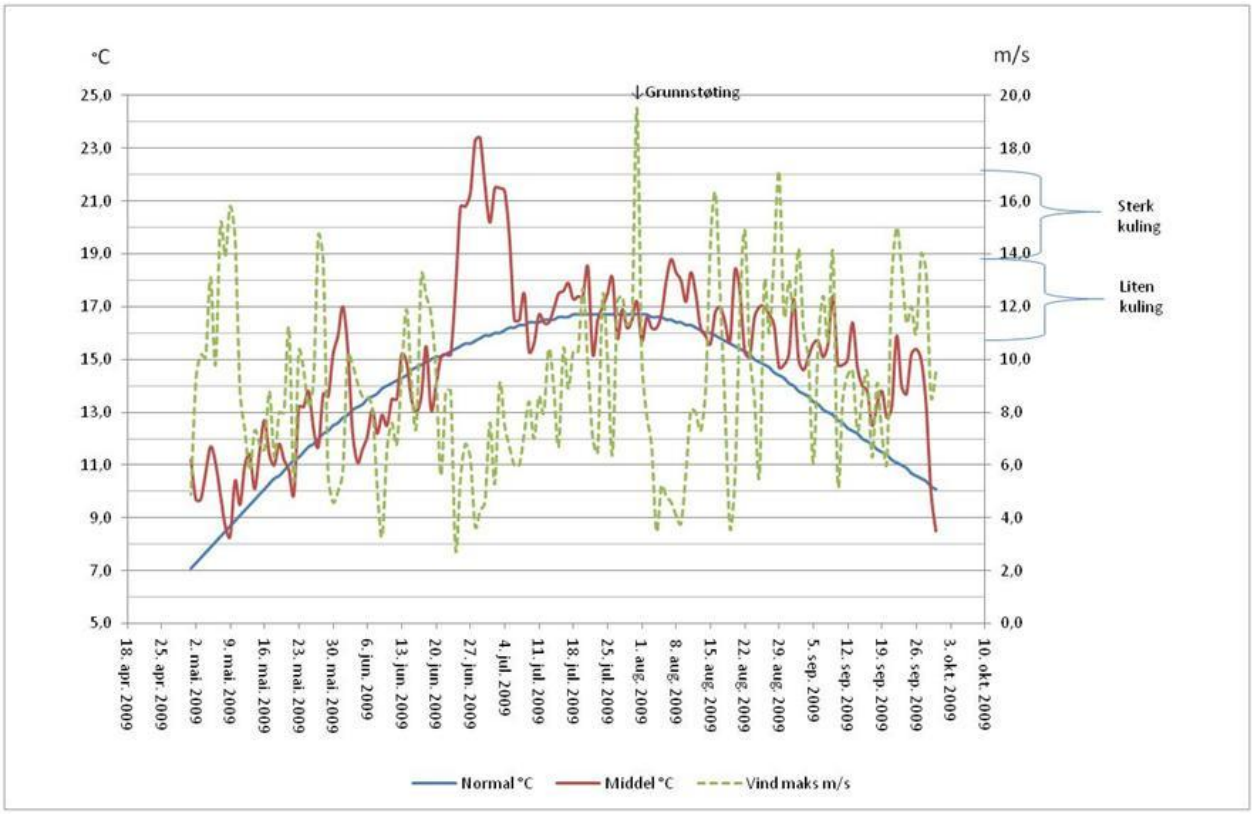
*Fanget mer fisk enn i fjor.*

*Over 1000 kilo fisk ble fanget under årets fiskefestival i Langesund, hvilket er over 200 kilo mer enn i 2008. Festivalen ble også veldig godt besøkt.*

*– Oppslutningen rundt festivalen var langt bedre enn vi hadde forventet med tanke på den oljekatastrofen som vi er midt oppi. Barnefiskekonkurransen telte 90 barn, og vi hadde på forhånd håpet på 60-70. I tillegg deltok det 195 i voksenklassen, noe som er over 30 flere enn i fjor. Det var også over 800 personer som deltok i «tipp vekta»-konkurransen, så det har vært veldig mange folk innom, forteller en svært fornøyd festivalsjef Kai Thorsen Dalene.* (Bjerløv Karlsen, 2009b)

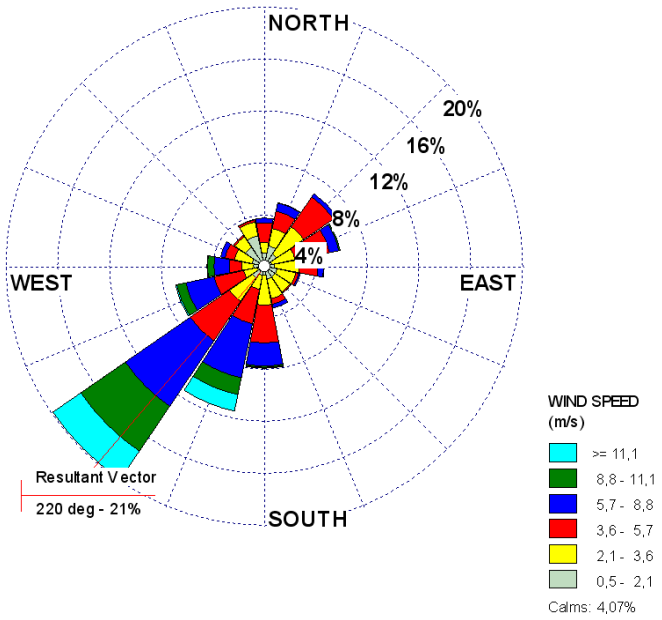
### 6.5 VÆRET I 2009-SESONGEN

Været en avgjørende faktor for ferie- og fritidstrafikken – og hvordan var været den sommeren og tidlig høst? Temperatur og vind er to sentrale parametere i den sammenheng – og disse er illustrert i neste figur:




*Figur 9: Temperatur og vindforhold i perioden 18. april 2009 til 1. oktober 2009 for Langesund. Ved sterk kuling vil vinden brekke kvister av trærne, og det er tungt å gå mot vinden. På sjøen er det middels høye bølger av større lengde. Data: DNMI.*

Medio juli og ut september lå middeltemperaturen godt over normaltemperaturen. Det var derimot relativt mye vind i perioden med mange dager med kuling i kastene. Opplevelsen og virkning av vind vil også avhenge av vindretning. For perioden 1. mai til 31. august 2009 er denne vist oppsummert i Figur 10 nedenfor.




*Figur 10: Vindrose for perioden 1. mai 2009 til 31. august 2009 – målepunkt er Jomfruland. Kilde: DNMI – figur ØF. Hovedparten av de kraftigste vindene (liten kuling og mer) fulgte den dominerende vindretningen som er vind fra syd-vest hvilket betyr pålandsvind inn mot Krogshavn-området. Data: DNMI.*

Den dominerende vindretningen (målepunkt Jomfruland) var fra sør-vest, hvilket vil oppleves som pålandsvind og vinder som følger kyststripa med tilhørende bølgemønster innover fjorden langs Telemarkskysten. I denne omgang registrerer vi kun vindretningen med tanke på sammenlikning med 2010-sesongen. Det kommer vi tilbake til under.

### 6.6 VI LUKKER 2009-BOLKEN: FRA KYSTVERKKONFERANSEN 2009- ERFARINGER ETTER 'FULL CITY'

Kystverket gjennomførte konferansen "*Det skjer igjen – erfaringer etter 'Full City'*" i Svolvær 3. desember 2009. Det var 120 deltagere på konferansen. Deltakerlisten (Kystverket, 2010b) viser at det var ingen deltakere fra reiselivet. Derimot var man fra ordførerhold opptatt av hvilke effekter slike ulykker har på reiselivet i utlykkesområdene.

På konferansen ble det presentert en del nøkkeltall og foreløpige konklusjoner for enkelte problemstillinger:

- Nøkkeltall:
    - Til sammen 70 km strandlinje berørt
    - Det var registrert til sammen 195 ulike innsatsområder hvor det var innslag av olje
    - Så langt var 15000 - 18000 dagsverk benyttet i innsatsområdene

    - Så langt var det brukt i størrelsesorden 200 - 250 mill kr på oppryddingsarbeidet.

- Rundt 293 kubikkmeter tungolje (IF 180) slapp ut i følge beredskapsdirektør Johan Marius Ly på konferansen.

- Opprenskingsarbeidet ble foreløpig parkert for vinteren, men starter opp igjen i mars 2010 (NRK Nordland, 2009).

- Kystverkets beredskapsavdeling konkluderte med at alt ble gjort til riktig tid og i riktig rekkefølge da lasteskipet "Full City" gikk på grunn utenfor Langesund i juli i år. – (NRK Nordland, 2009)

## 7 2010- UTVIKLINGEN FRAM MOT SESONGSTART

Det nye året kommer med ny informasjon om tilstand etter ulykken. Flere av de forholdene som berøres er av interesse for reiselivet, så som sjømatkvalitet, badevannskvalitet og mer generelt oppfatningen av om området er rammet inn i en ny sesong på en måte kan få reiselivsmarkedet skeptisk til området.

Vi kan også her skille mellom to perspektiv som informasjonen må vurderes etter. Det ene er de faktiske forhold når det gjelder badevann, sjømat etc. som leveres av forsknings- og utredningsarbeidet som gjøres i kjølvannet av ulykken. Det andre er *formidlingen* av de faktiske forhold til befolkningen, og til reiselivsmarkedet som er fokus her.

### 7.1 SJØBUNNEN

I november 2009 ble det gjennomført en visuell undersøkelse og tatt bunnsedimentprøver fra sjøbunnen ved Såstein og i Krogshavn. Undersøkelsene av sjøbunn viste i all hovedsak et rent og friskt miljø ved Såstein. Her viste prøver fra bunnsediment at det ikke er behov for ytterligere tiltak med hensyn til sjøbunnen. Sedimentprøver fra Krogshavn påviste olje og tjæreforbindelser (PAH) i sedimenter på grunne områder, og det ble gjennomført ytterligere oppfølging av bunnsedimentene ved Krogshavn. Det ble forventet at gjenværende olje og PAH i sjøbunnen skulle bli "betydelig redusert gjennom vinteren". Rapport om tilstanden på sjøbunnen ble publisert februar 2010 (Norborg, Rørvik Salomonsen, & Lundsør, 2010). Den viste at det var vedvarende problemer knyttet kun til Krogshavn. Her ble det påvist olje og tjæreforbindelser (PAH) i sedimenter på grunne områder – områder som også fra et reiselivsperspektiv er sentrale. Det ble påvist behov for videre oppfølging av bunnsedimentene her. Nye sedimentprøver ble varslet før badesesongen. I de delene av Krogshavn med stor vannutskifting ble det ikke funnet rester av oljeforurensning på sjøbunnen (*op cit*).

Senere, i juni 2010, kommer neste rapport fra Norconsult (Haugestøl, Salomonsen, & Lenes, 2010) fra undersøkelser av olje i sediment i friluftslivsområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City. Denne konkluderer med følgende:

> *… For området innerst i bukta ved Langesund Bad … overskrider den totale livstidsdosen av benzo(a)pyren ved bading grenseverdi for human helse. Vi anbefaler ansvarlig myndighet om å informere om at mye bading i område … ved Langesund Bad kan medføre en helserisiko. … Konsentrasjonen av olje og PAH-stoffer vil sannsynligvis gå betraktelig ned i løpet av sesongen 2010. I forkant av badesesongen i 2011 bør det foretas en ny prøvetaking av sedimentet og risikovurdering for human helse.* (op. cit. p 4 )

For så vidt en foruroligende melding for Langesunds befolkning, og bedriften Langesund Bad (omtales under) spesielt.

Kystverket tolker denne undersøkelsen slik i sin omtale av den på sine hjemmesider:

> *I april 2010 ble sedimentprøver tatt fra sjøbunnen ved friluftslivsområdet Krogshavn og i bukta ved Langesund Bad. Generelt viser analyseresultat betydelig reduksjon i olje og tjærestoffer (PAH) sammenlignet med prøvene som ble tatt i november 2009. Analyseresultatene viser situasjonen i april 2010.* (Kystverket, 2010b)

Dette er en – etter vår oppfatning – for unyansert formidling av rapporten. Rapporten kommer med klare anbefalinger som omfatter badeadferd som Kystverket tilsynelatende ikke følger opp.

### 7.2 SJØFUGL IKKE TEMA I 2010

Ut over forløpet i 2009 og fokus på sjøfugl i den sammenheng (se Kapittel 5.1.4, side 22ff) var ikke sjøfugl noe tema i pressens omtale i 2010av området og ulykken. Sjøfuglproblematikken kan derfor ikke antas å påvirke områdets attraktivitet fra et reiselivsperspektiv inn i 2010-sesongen.

Det er allikevel viktig å være oppmerksom på at slike rapporter kan være utgangspunktet for medieoppslag og for så vidt være en katalysator for å gjenopplive minnene om ulykken og området. 2. mars kom rapport om sjøfugl (Lorentsen et al., 2010), som viste hvor mange fugl som døde i akuttfasen, samtidig som rapporten ikke gir noen grunn til bekymring fra et reiselivsperspektiv og for 2010-sesongen som da var under oppseiling. Rapporten kan vel ikke sies å være en god nyhet, men den var heller ikke "farlig" for reiselivet og kan vel neppe antas å ha påvirket vesentlig markedet og forbrukeradferden i noen retning.

### 7.3 FISK OG SJØMAT I 2010

Tilstanden til fiskebestandene og sjømaten er derimot et mer følsomt tema for reiselivet. Havforskningsinstituttet gjorde på oppdrag fra Kystverket en oppfølgingsundersøkelse av marint miljø (Boitsov & Klungsøyr, 2010). Kystverket meldte 16. mars 2010 meldte på sine hjemmesider at:

> *"Målinger som ble gjort fire måneder etter havariet til "Full City" viser at det ikke er funnet forurensning i fisk, krabber eller reker. Det er funnet forhøyede nivåer av miljøgifter i blåskjell langs kysten i Telemark og Aust-Agder, men funnene i Aust- Agder stammer ikke fra olje fra "Full City".* (Kystverket, 2010a)

Målinger[10] gjort fire måneder etter havariet viste altså at "*det ikke er funnet forurensning i fisk, krabber eller reker*"(op cit). Det ble funnet forhøyede nivåer av miljøgifter i blåskjell langs kysten i Telemark og Aust-Agder - men funnene i Aust- Agder stammer ikke fra olje fra "Full City". I blåskjell hadde forurensningsnivå "*gått vesentlig ned sammenlignet med situasjonen under prøvetakingen i august 2009*" (op.cit).

Medio mars presenterer så Mattilsynet reviderte kostholdsråd etter Full City-forliset. Mattilsynet fraråder her publikum fortsatt fra å spise skjell fra området begrenset av Naverfjorden (Rakke) i Vestfold til Havøysundet (Arendal) i Aust-Agder. Mattilsynet viser til forhøyede nivåer i skjell, og mener at:

> "*Sannsynligvis skyldes dette både oljen fra det havarerte skipet samt bidrag fra andre lokale kilder i området*"(Mattilsynet, 2010a).

Også her kan man si at det utviklet seg i riktig retning ved inngang til reiselivssesongen 2010. Det ble fremdeles opprettholdt anbefalte restriksjoner i noen grad for spesifikke lokasjoner og i mindre grad for større strekk for skjell sørover langs kysten, men det viktige er at Full City-restriksjonene for fisk og reker ble opphevet.

22. juni 2010 opphever så Mattilsynet kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset på bakgrunn av en tredje rapport om tilstanden siden ulykken (Boitsov, Klungsøyr, & Steen, 2010), med følgende melding:

> *Nye undersøkelser viser en betydelig nedgang av oljekomponenter i blåskjell etter Full City-forliset. Mattilsynet opphever derfor kostholdsrådet som ble gitt om å unngå blåskjell i avgrensede områder. Et generelt råd til alle som spiser*

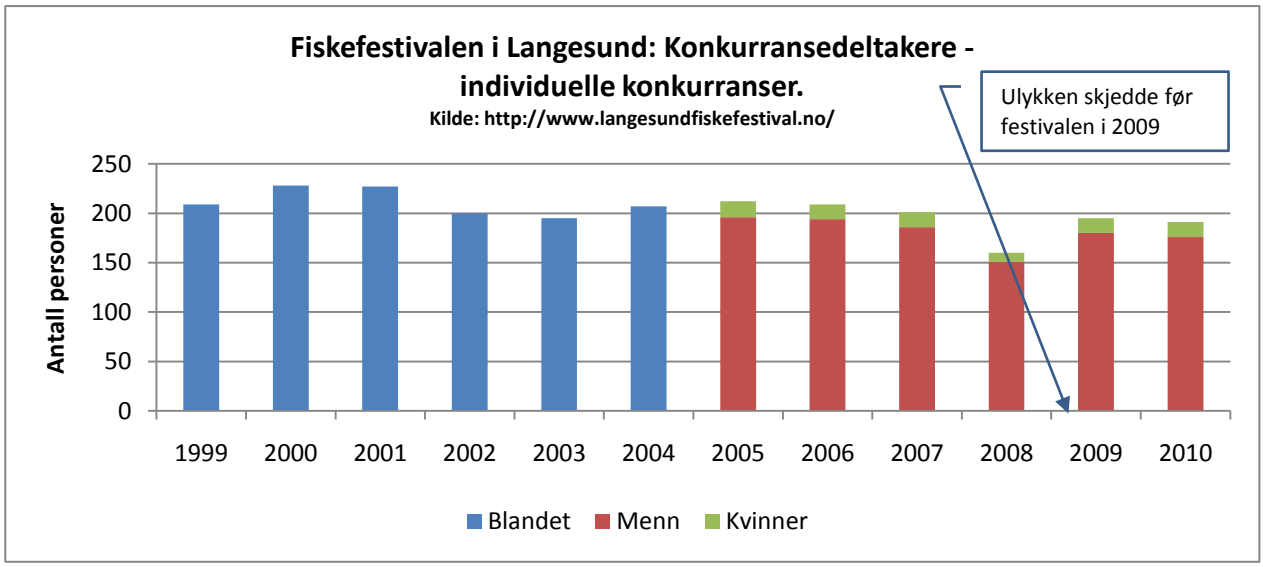
[10] NPD (naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres alkylhomologer) er indikator på oljeforurensning. PAH (polyaromatiske hydrokarboner) finnes kun i lave mengder i olje men spesielt i forhold til mattrygghet undersøkes om innholdet av PAH i skalldyr og fisk har økt som følge av utslippet fra "Full City".

*selvplukkede skjell ofte, er å variere mellom plukkeområder og gjerne velge plukkeområder som ligger i åpne farvann.* (Mattilsynet, 2010b)

Det er rimelig å konkludere med at ulykken fra et faglig perspektiv ikke kan sies å behøve å prege reiselivet i noen vesentlig grad hva angår sjømat for 2010-sesongen.

### 7.4 LANGESUND FISKEFESTIVAL 2010

Denne konklusjonen kan antakelig også videreføres til oppfatning av situasjonen blant mer dedikerte friluftsog fritidsbrukere av området. Et eksempel på det er utviklingen i deltakelse på Langesund fiskefestival, som vi også har omtalt foran. Utviklingen i antall deltakere til konkurransen er som figuren viser fra perioden 1999 - 2010:




*Figur 11: Utvikling i antall konkurransedeltakere i Langesund Fiskefestival i perioden 1999 – 2010. Festivalen arrangeres i august hvert år. Kilde: http://www.langesundfiskefestival.no.*

Som figuren viser er det ingen vesentlig endring i deltakelse på denne festivalen som kan knyttes til ulykken eller dens ettervirkninger inn i 2010.

### 7.5 OPPRENSKNING FORTSETTER I MAI NOEN "FØLSOMME" STEDER

Ved inngangen til 2010 var det estimert at ca 300 $m^3$ olje var igjen i miljøet. Man regnet med at en del av dette ville bli brutt ned og vasket bort av isgang og vintervær, slik at kun en mindre videreført opprenskningsaksjon var nødvendig til våren. Vinteren gikk imidlertid med mer is og kaldt vær, slik at vaskeeffekten ble langt mindre enn forventet, særlig i grunne og beskyttede viker og områder. Det gjensto derfor i 2010 en del mer opprenskning i strandkanten og i sprutsoner på land (svaberg) fra selve ulykken enn man forventet ved avslutningen av rensingen senhøstes 2009.

*Figur 12: Fra vasking av / rensking av strandlinja i Krogshavn primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen*

Det gjensto derfor en del opprenskning på steder som fra et reiselivssynspunkt var "følsomme" våren og forsommeren 2010. Ikke minst var dette i Krogshavn og badeområdene rundt, særlig Steinvika som er et yndet utfartsområde. Langs mye brukte strandområder i Langesund var det fremdeles spor etter olje etter vinteren – typisk i form av mindre og små flekker – slik bildet under illustrer:

*Figur 13Våren 2010 var Kystverket igjen i gang med opprenskning- / rensearbeidet. Langs mye brukte strandområder i Langesund var det fremdeles spor etter olje etter vinteren – typisk i form av mindre og små flekker som vist i dette bildet. Foto: Tor Arnesen.*

Det var vel mer snakk om finrensing her, enn at større mengder måtte fjernes. Opprenskingen foregikk med høytrykksspyler og kjemikalier som løste opp mindre oljeflekker på svaberg, se bildene:

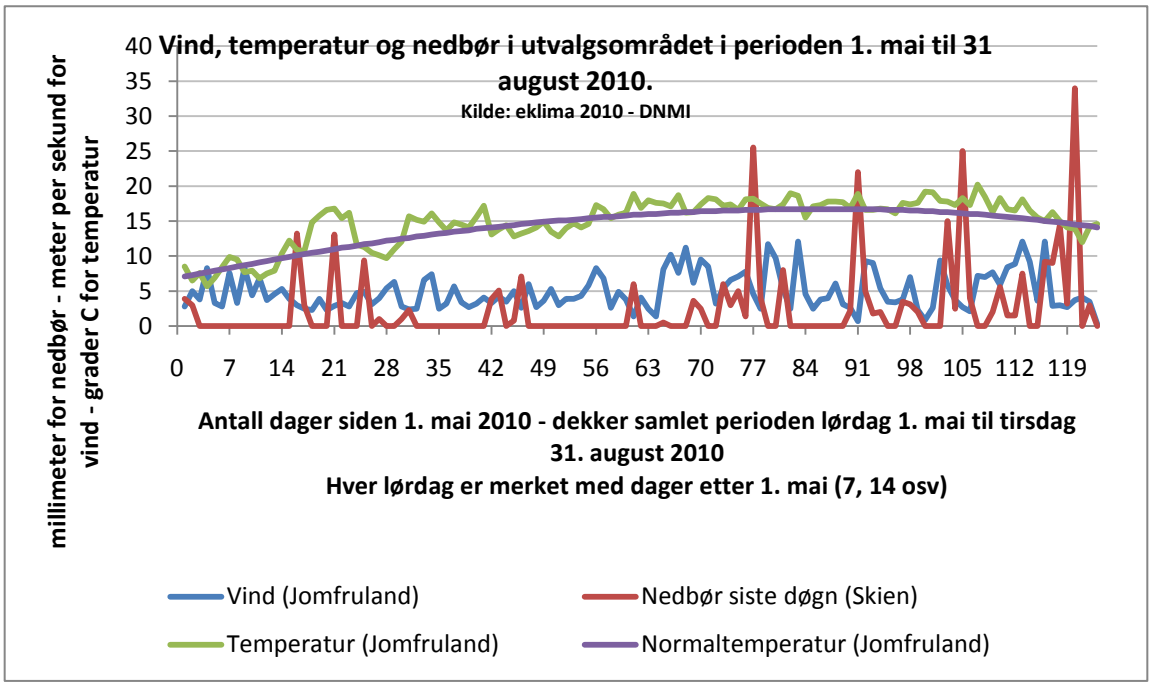
*Figur 14: Opprenskningsaksjonen fortsatte våren 2010 – her fra Krogshavn i Langesund primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen*

*Figur 15: Detalj fra vaskingen våren 2010. Oljeflekker på furet til dels oppsprukket berg løses med kjemikalier og spyles deretter med høytrykkspumpe – se forrige bilde. Foto: Tor Arnesen.*

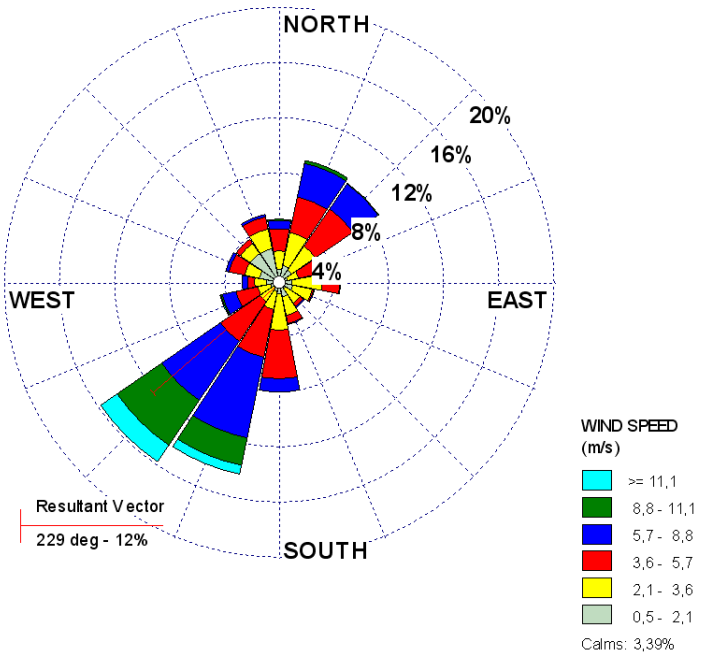
Denne virksomheten preget området og gjorde det lite tilrekkende rent reiselivsmessig i den perioden det pågikk. Virksomheten foregikk i dette området til medio juni 2010 – men var dermed også avsluttet innen den viktigste delen av reiselivssesongen fra medio juni til medio august..

### 7.6 VÆRET I 2010-SESONGEN

Været i 2010-sesongen var er vist i de to neste figurene:




*Figur 16: Vindstyrke, nedbør og temperatur i perioden 1. mai til 31. august 2010 med målepunkter Jomfruland (vind og temperatur) og Skien (nedbør).*




*Figur 17: Vindrose for perioden 1. mai til 31. august 2010 for målepunkt Jomfruland. Kilde. DNMI. Figur: ØF.*

Temperaturmessig har 2010-sesongen (1/5 – 31/8) fulgt en normalutvikling eller noe bedre. Vindforholdene avviker noe fra det som var tilfelle for 2009-sesongen (Se *Figur 16*) ved at det har vært mindre innslag med vind av kuling eller sterkere styrke. Det har også vært enda færre vindstille perioder i 2010-sesongen enn i 2009-sesongen, slik at det har blåst lengre perioder men ikke så sterkt som 2009. Den dominerende vindretningen var så godt som den samme i begge sesongene (se Figur 10 og *Figur 17*).

August 2010 var preget av mye regn i helgene (Figur 16), noe som er spesielt lite gunstig for reiselivsnæringa.

# 8 DEKNING I PRESSEN 2009 OG 2010

Det er ikke bare bedriftenes egen markedsføring som påvirker publikums/markedets oppfatning av en bedrift eller et reiselivsprodukt. Hvordan hendelser eller steder blir framstilt i media vil ofte være en viktig del av det bilde som dannes, og det er særlig dem som fra før forbinder noe med stedet som er mest mottakelig for informasjon og påvirkning.

Hva som er formidlet i pressen fra rapportene om områdets tilstand, og hvordan dette er tolket både gjennom journalist og mottaker, dvs publikums og reiselivsmarkedets oppfatning av situasjonen, er en kompleks materie å trenge igjennom, og det er mange 'støykilder' undervegs. De som kjenner området vil være mer mottakelig for medial omtale, men også som regel ha tilgang til andre informasjonskilder og derfor i større grad kunne danne seg et eget bilde.

Mange studier tar som utgangspunkt at nyhetsproduksjonen ideelt sett formidler til publikum de viktigste ting som skjer (H. Molotch & M. Lester, 1975). Men det er vel snarer som Molotoch og Lester formulerer det:

> *"News is the information which people receive second-hand about worlds which are not available to their own experience. Out of a vast "glut of occurrences," a relatively few happenings are translated by mass media into things "to print".* (H Molotch & M Lester, 1999)

"Full City"-affæren var definitivt noe pressen fant interessant "to print".

## 8.1 PRESSEN I 2009

Vi har i kapittel 5 presentert en del ledende avis og massemedieoppslag knyttet til selve ulykken og fram til vinteren stoppet opprydningsprosessen i desember 2009. I utgangspunktet vil allikevel medieoppslag utover senvinter, vår og sommer 2010 være viktigere for reiselivsproduktet Telemarkskysten. NINA har gjennomført medieanalysen for 2010 til bruk for så vel friluftslivsundersøkelsen (Skår, Øian, Vistad, & Andersen, 2010) som for denne undersøkelsen av virkninger for reiselivet.

## 8.2 HVA SOM KOM PÅ PRINT SÅ LANGT I 2010

NINA-rapporten (Skår et al., 2010) viser at det var få oppslag i så vel nasjonale som regionale / lokale media før påske, og få oppslag etter 1. august. Det meste av oppslag som angår bruk av områdene i et friluftsperspektiv ble publisert utover våren når områdene var i ferd med å bli tatt i bruk, og i selve badesesongen. Før påske er det en del tema som dominerer med oppslag regionalt og lokalt:

- oppslag om at det er behov for mer opprensking, særlig i Krogshavn som viktig badeplass
- oppslag om sjømatkvalitet
- oppslag om attraktiviteten til Langesundkysten er redusert eller ikke

I perioden fra påske fram mot skoleferien er arbeidet med opprenskning i gang (se bildene Figur 12 til Figur 15). NINA oppsummerer i sin analysen av denne perioden at:

> *"Det blir meldt at Kystverket er optimistisk for bademulighetene i Krogshavn, og uttrykt generelt at nå skal friluftsområdene prioriteres framfor verneområdene. I løpet av mai blir områdene etter hvert friskmeldte, først i Vestfold*

*(Mølen) og senere i Telemark, inkludert Krogshavn. Men myndighetene garanterer ikke strender helt frie for olje. I begynnelsen av juni blir det diskusjon om vannkvalitet. Dette er ikke Kystverkets, men Helsetilsynets ansvar og en melder en at badevannet i Krogshavn må testes jevnlig. Eieren av Langesund Bad er misfornøyd med tilstanden og renskeinnsatsen i bukta ved hotellet. En fagrapport fraråder "mye" bading der. Langesund Bad blir en gjenganger i media denne sommeren.* " (Skår et al., 2010)

I perioden fra skoleferien og gjennom badesesongen er det stadig oppslag i lokalaviser, blant annet om badegjester i Krogshavn som reagerer på olje på vann og kroppen. Kystverket bytter ut sand i Krogshavn, og fylkeslegen melder at det ikke er farlig å bade der. Slike historier mellom gjesters opplevelser og myndigheters tiltak og meldinger preger til mediebildet lokalt. Nasjonale media er lite på banen, med unntak av ettårs-"markeringen" av ulykken. Da er vi for så vidt allerede på tampen av reislivssesongen. Gjennomgående gis en positiv omtale av typen "Gleder seg over rene strender". Det formidles at sjømat kan spises og videre at det er god badekvalitet.

I en samla vurdering spør NINA (Skår et al., 2010) om riksmediene kan ha påvirket opplevelse av kyststrekningen som attraktiv og trygg og ferie. Det konkluderes med at det er skrevet så lite om Langesundsforhold – uansett vinkling - i nasjonale medier at det er vanskelig å se for seg noen medieeffekt på ferievaner i reiselivsmarkedet.

### 8.3 ULYKKER, RISIKO OG REISELIV

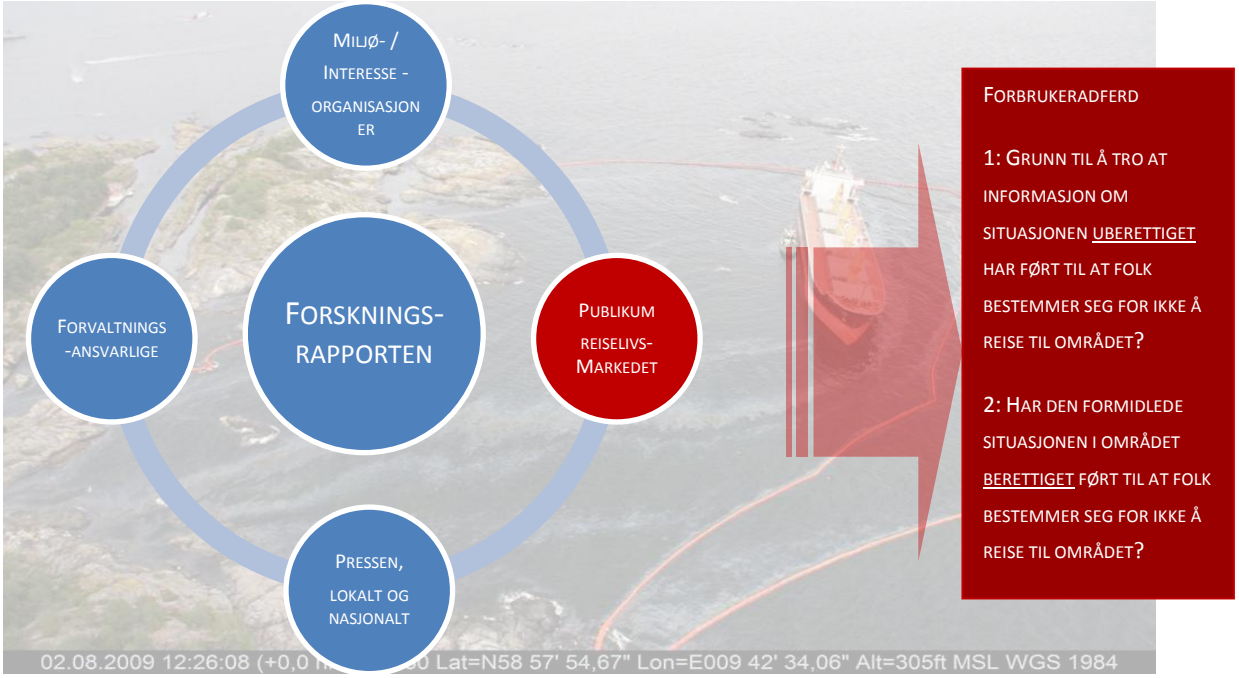
Kystverket fikk raskt på plass et forskningsprogram for å monitorere effektene av utslippet fra Full City på natur og samfunn. I pressens behandling av ulykken har forskningsrapportene vært viktige, og har på mange måter styrt både innhold og timing av pressens oppmerksomhet, i alle fall på riksnivå. Lokalt har man åpenbart hatt flere reportasjer basert på enkeltpersoners erfaring og / eller synspunkt. Det siste betyr antakeligvis mindre for forbrukeradferd i reiselivsmarkedet, men kanskje mer for lokalbefolkningens fritidsbruk av områdene.

Det ble tidlig klart at rest-forurensingen i 2010-sesongen ikke var slik at store områder med synlige oljeflak eller svært påfallende tilgrising av strandområder preget landskapsbildet. Av påvirkning som visuelt var tilgjengelig for en bruker av området, var det i 2010-sesongen noe opprenskning og vasking av kystlinja (av typen vist i Figur 12) gjennomført ultimo mai, primo juni. Risikospørsmål knyttet til det vi kan kalle for "usynlig" trussel mot helse og bruk av områdene ble det sentrale anliggende i et reiselivsperspektiv. Og nettopp i spørsmålet om tilstanden i den "usynlige" delen av naturen, spiller forskningsrapportene og de vitenskapelige argumentene en avgjørende rolle.

Kontroverser om risiko og folkehelse er gjengangertema i nyhetsbildet, det være seg tema mat og matvaresikkerhet, miljøkvaliteter og bruk av områder etc. I forbindelse med oljeforurensing er det i andre studier observert at det kan foregå så vel forsterking som uttynning av risikooppfatning gjennom blant annet massemedia (Leschine, 2002). Nyhetsmedia og miljøgrupper beskyldes gjerne for å forsterke eller overtegne risikobildet, mens ansvarlige myndigheter gjerne beskyldes for en type bagatellisering. At situasjonen imidlertid er mer sammensatt viser blant annet studier fra Exxon Valdez-ulykken[11]. Leschine konkluderer der med at:

[11] Exxon Valdez-forliset fant sted i Prince William-sundet utenfor kysten av Alaska 24. mars 1989. Ulykken og oljeutslippet regnes som av de mest ødeleggende miljøkatastrofene på havet.

"*A more comprehensive examination of the ways in which scientific messages can fail to inform the public or to rationalize public policy suggests however that a more complex phenomenology is at work. Perceived risks can be attenuated as well as amplified, and many organizations besides the news media contribute to the shaping of public risk attitudes. As a result, social and political*




*Figur 18. En illustrasjon av formidlingsforhold – Forskningsrapportene står sentralt i utviklingen av mediebildet etter Full City-ulykken. Relasjonen mellom disse og adferd i reiselivsmarkedet i området er kompleks og formidles som nyheter fra minst 3 typer kilder, forvaltningen, pressen og interesseorganisasjoner.*

*questions of blame can prove difficult to disentangle from scientific questions of impact.*" (Leschine, 2002)

For dem som har som oppgave å forvalte og regulere forhold som styrer befolkingens eksponering for risiko kan pressens formidling og publikums reaksjoner til tider framstå som bisarre. For publikum kan utspill og adferd til "de ansvarlige" framstå som ikke mindre underlige. Det er derfor en rekke mekanismer som kan gå feil i dette forholdet eller i en slik formidlingsprosess.

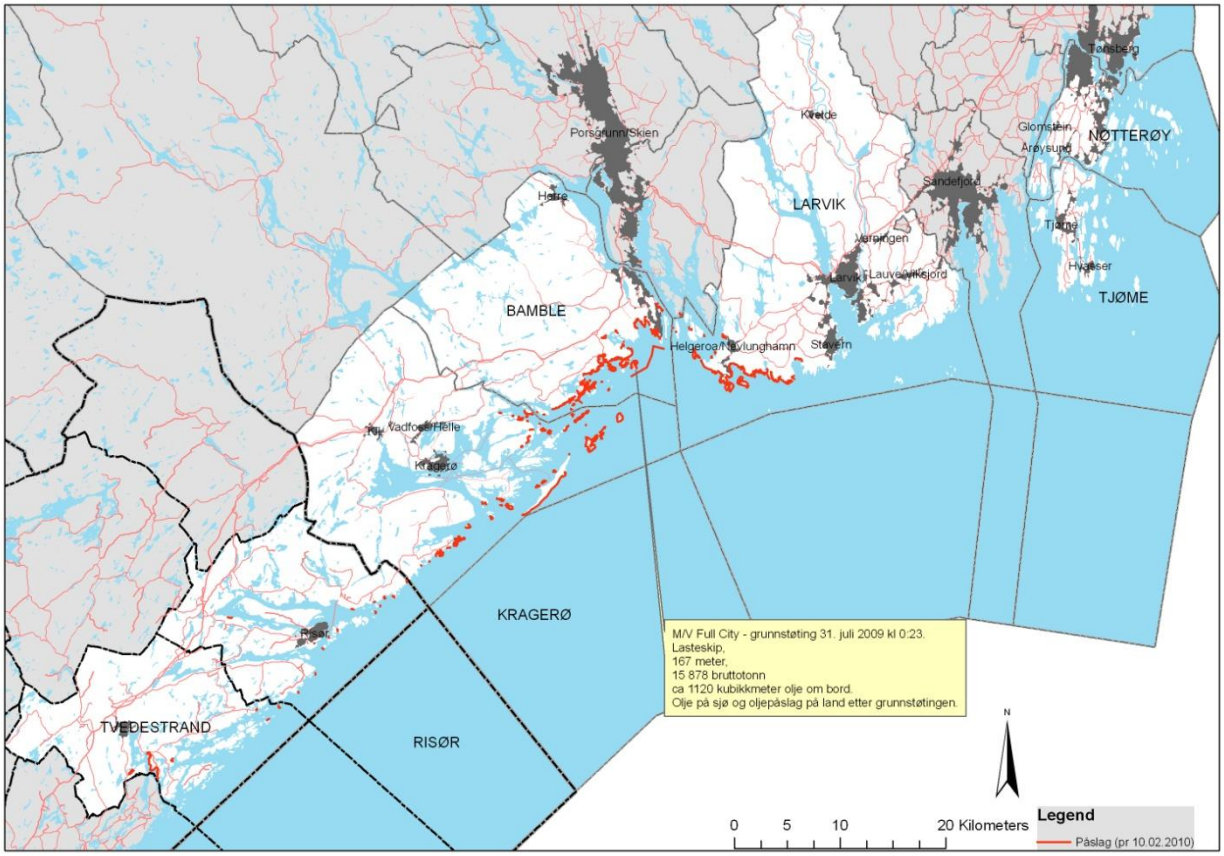
Det er ingen enkel oppgave å sortere de forskjellige elementene i forholdet mellom framlagte faktiske forhold i forskningsrapportene, forvaltningsansvarliges og pressens framstilling og formidleing, og hvordan dette igjen kan rent prosessmessig tenkes å påvirke forbrukeradferd i reiselivsmarkedet. Det vi kan slå fast er at for 2010 står forskningsrapportene sentralt i mediebildet (når og hva) etter Full City-ulykken, de står sentralt i miljøorganisasjonenes kommunikasjon om situasjonen i området og de står sentralt i pressens omtale av ulykken. I forhold til reiselivsmarkedet er det da to spørsmål relevante, nemlig om situasjonen slik den ble formidlet til publikum i 2010, og da først og fremst i nasjonale media, har ført til færre tilreisende?

Vår vurdering er, at mediebildet som er formidlet i 2010, ikke har gitt grunnlag for at folk ikke skulle reise til området på grunn av forurensningen eller situasjonen etter forliset.

## 9 OMRÅDEAVGRENSING FOR STUDIEN – KJERNEOMRÅDET, INFLUENSOMRÅDET OG REFERANSEOMRÅDET

### 9.1 KJERNEOMRÅDET, INFLUENSOMRÅDET OG REFERANSEOMRÅDET

Utviklingsforløpet for ulykken er viktig både for å klarlegge hvilke områder som ble rammet når og i hvilket omfang, og for å kunne følge utviklingen av et bilde som reiselivets potensielle kunder danner seg i løpet av dagene og månedene som fulgte etter ulykken.




*Figur 19: Påslag på land av olje fra "Full City". Registreringer pr. 10.02 2010. Kilde: Kystverket. Kart: Østlandsforskning*

Den sentrale variabelen her er påslag av olje langs kysten. Pr. 10.02 2010 var den registrert som vist i Figur 19.

Påslagssoner er merket med røde felt langs kyststripen. Nordøstover fra stedet der grunnstøtingen skjedde – Såstein – er det per 10.02 2010 registrert påslag til et stykke vest for Stavern i Larvik kommune. Sørvestover fra Såstein er det registrert betydelige påslag til og med Kragerø, og deretter punktvis ned til Tvedestrand. Det ble innen 12. august 2009 registrert oljepåslag utenfor Arendal og helt syd til Grimstad (Kystverket, 2009c), men disse var svært begrenset, punktvis og uten betydning for denne analysen.

På denne bakgrunn fastlegger og kategoriserer vi det samlede området for analysen på følgende måte:

- Kjerneområdet – det området som fikk den største belastningen i områder som er viktige i en reiselivssammenheng – er kyst og kystnære områder i kommunene Bamble, deler av Larvik og Kragerø

- Influensområdet – området som fikk en punktbelastning i viktige områder for reiselivet – fastlegges innledningsvis til Risør kommune og Tvedestrand kommune.

I tillegg til kjerneområdet og influensområdet har vi behov for referanseområder – dvs områder som likner disse (natur, reiselivstyper og nærhet til markeder etc) men som kun fikk et ubetydelig eller ingen påslag. Som referanseområder har vi valgt Nøtterøy og Tjøme i nord. Vi kommer utførlig tilbake til reiselivsinfrastrukturen i disse kommunene senere.

*Figur 20: Utsikt mot Bamble-landet fra Mølen i Larvik kommune. Mølen ble rammet av oljepåslag.*

Denne områdeavgrensingen ble innledningsvis gjort relativt bred, for på den måten å være sikker på å få med næringsliv som muligens kan være berørt. Det vil være behov for å justere denne som en del av analysen. Den angitte områdeavgrensingen dannet en yttergrense og en antakelse av hvor sterkt berørt næringslivet i de forskjellige kategoriene områder ble. Ut fra denne områdeavgrensningen valgte vi å kontakte aktører i reiselivet for nærmere intervjuer og befaring forut for å gjennomføre den kvantitative delen av analysene (trafikk og økonomitall). Intervjuer og befaring identifiserte et behov for å revurdere (innskrenke) områdeavgrensingen for å få en større treffsikkerhet mht hvilke områder som har målbare effekter, og hvilke som ikke har det. For å foregripe noe, se kapittel 10.4 "Justering av områdeavgrensingen for den kvantitative delen av analysen" (side 55)

### 9.2 TILGJENGELIGHET FRA SENTRALE REISELIVSMARKEDER

Kommunikasjonsmessig ligger området godt tilgjengelig til både fra landsiden, sjøsiden og fra luften. Europaveg 18 (E18) er gjennomgående bygd ut eller under utbygging til 4-felts standard fra Oslo-regionen og hit. Det er om lag 17 mil fra Oslo til Langesund i Bamble, og en kjøretid på i overkant av 2 timer. Tvedestrand nås i løpet av 3,5 timer fra Oslo. Det betyr at for Osloregionen er Bamblekysten å regne som innenfor dagsturavstand og helgeturavstand – på mange måter kan vi si at vi her er i fritids-Oslo.

Skjærgården, med strender, sva, klipper, holmer og skjær er da også et populært oppholdssted om sommeren enten man nyter den fra landsiden[12] eller fra sjøsiden i båt. Området er viktig for fritidsbåtfolket, både lokalt og for Oslofjorden som sådan. Omfanget er vanskelig å fastslå[13].

Selskapet Color Line trafikkerer Danmark til Larvik. Larvik havn er en av de offentlige havnene i Norge, og er av de store fergehavnene i Sør-Norge. Havnen hadde i 3 kvartal 2009 170 fergeanløp i internasjonal trafikk – den fjerde største trafikktettheten i Norge for internasjonal fergetrafikk (SSB, 2009a). I tredje kvartal 2009 fraktet fergene ca 270000 passasjerer over Larvik havn og ca 81000 personbiler, motorsykler og medfølgende tilhengere/campingvogner (SSB, 2009b).

Nærmeste større flyplass er Sandefjord Lufthavn Torp. Sandefjord Lufthavn Torp har direkteruter til om lag 40 destinasjoner i Europa. Torp hadde i 2009 ca 1,5 millioner passasjerer til utland, og ca 350000 på innlandstrafikk (Sandefjord Lufthavn, Torp, 2010). Fra Langesund er det 6 mil til flyplassen, og en knapp times kjøring.

### 9.3 FRITIDSBOLIGER I OMRÅDET

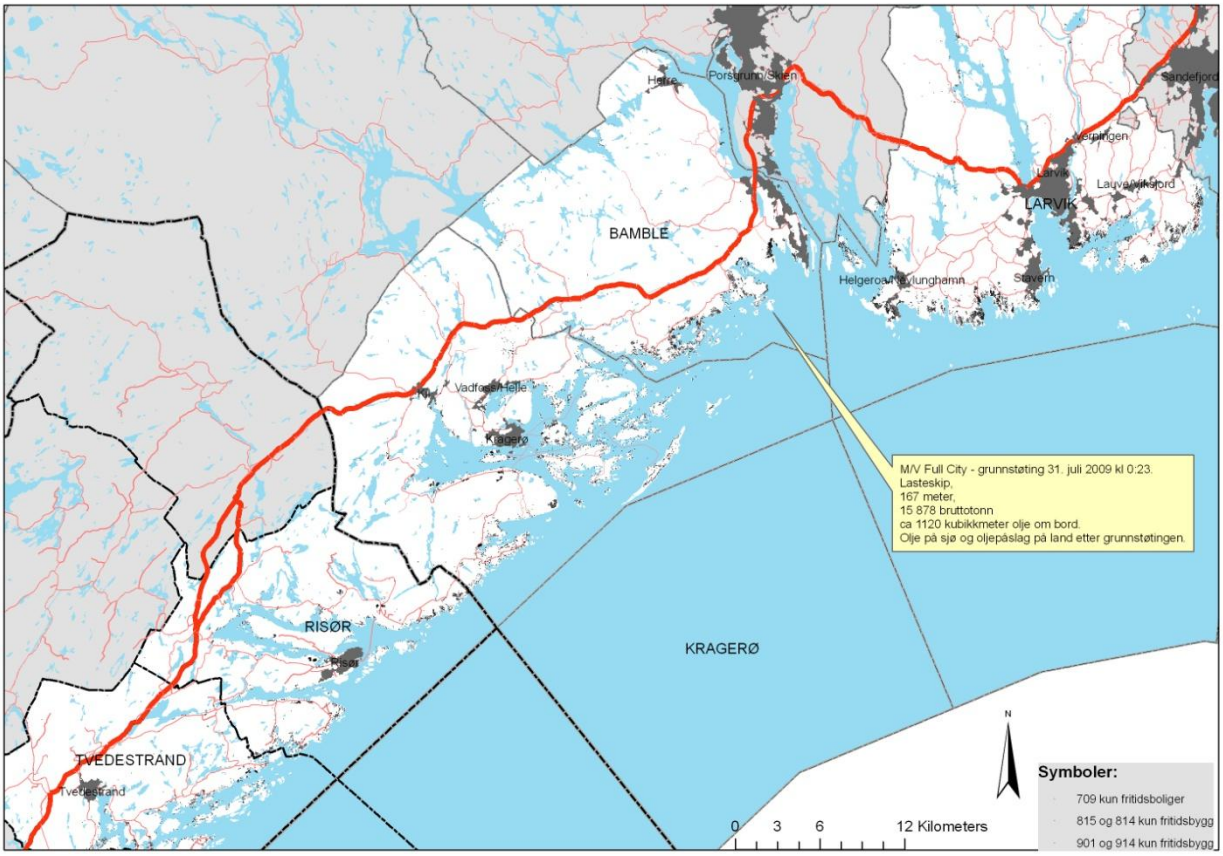
Undersøkelsesområdet er framfor alt et fritidsboligområde. Det er pr. januar 2010 registrert 17880 fritidsbygg i området. Av disse ligger 72% innenfor 1 kilometer fra kystlinja. Dette er også illustrert i kart (fig. 21), hvor hver fritidsbolig er representert med en sort prikk.

*Tabell 1: Fritidsboliger i kjerne- og influensområdet*

| Fritidsbygg i området etter avstand fra kystlinje: | | | |
|---|---|---|---|
| **Fylke og kommune** | Max 1000 meter | Mer enn 1000 meter | Sum |
| **Bamble og Kragerø** | 5723 | 1550 | 7273 |
| | 79% | 21% | 100% |
| **Larvik** | 4141 | 1526 | 5676 |
| | 73% | 27% | 100% |
| **Risør og Tvedestrand** | 2982 | 432 | 3414 |
| | 87% | 13% | 100% |
| **SUM** | 12846 | 3508 | 17880 |
| | 72% | 18% | 100% |
| **Kilde GAB-registerdata pr. januar 2010. Analyse: Østlandsforskning.** | | | |

[12] Bamble selv har ca. 2.500 fritidsboliger, de aller fleste langs kysten mot sjøen. Vi kommer tilbake til fritidsboligene senere.

[13] Generelt kan vi si at Skandinavia er det området i verden med flest fritidsbåter. Norge (2001) og Sverige har 6 personer pr. fritidsbåt, Finnland 7. Til sammenlikning har Holland 40, Danmark 125, Tyskland 150 og Belgia 1000 personer pr. fritidsbåt. Skjærgårdstjenesten ble etablert i 1994 i forbindelse med opprettelse av skjærgårdspark i Kragerø og Bamble kommuner. Kragerø kommunes driftsenhet utgjør sammen med Bamble og Porsgrunn kommuners driftsenheter Telemark driftsområde. Tjenesten loggfører blant annet innsamlede mengder fra utplasserte avfallsdunker i skjærgården. Det kan i neste omgang gi et grovt grunnlag for en vurdering av endringer i fritidsbåttrafikken. En foreløpig vurdering av loggene viser at oppføringene ikke uten videre kan sammenliknes over tid.



*Figur 21: Fritidsbygg i utvalgsområdet per januar 2010. Kilde: GAB-registeret.*

I utvalgskommunene er det skjærgården som er rekreasjonsområdet, og som tiltrekker både turister og fritidsbolighusholdninger.

En viktig parameter er avstanden fra fritidsboligen til nærmeste registrerte påslag, og hvor stor andel av fritidsboligene som er berørt ved å ha påslag i sin nærhet. Hva som skal defineres som "nærhet" er en vurderingssak. En rimelig grense er de fritidsbyggene som ligger i strandsonen – her definert som innenfor 100-metersbeltet og rimelig nær 100-metersbeltet – vil velger å sette dette til 250 meter i luftlinje fra kystlinja.

Tabell 2 viser hvor mange fritidsboliger som ligger maksimalt 100 og 250 meter i luftlinje fra et registrert påslag:

*Tabell 2: Antall og andeler av fritidsboliger som er "mest" berørt av oljepåslag. Kilde: GAB 2010, Analyse: Østlandsforskning*

| | Maksimal avstand fra fritidsbygg til et registrert påslag: | |
|---|---|---|
| **Fylke og kommune** | 100 meter | 250 meter |
| **Bamble og Kragerø (Telemark)** | 664<br>av 3416 som er i 100-metersbeltet fra kyst – dvs ca 19% | 1260<br>av 8012 som er i 250-metersbeltet fra kyst – dvs ca 16% |
| **Larvik (Vestfold)** | 174<br>av 1352 som er i 100-metersbeltet fra kyst – dvs ca 13% | 573 |
| **Risør og Tvedestrand (Aust-Agder)** | 88<br>av 1784 som er i 100-metersbeltet fra kyst – dvs ca 5% | 219 |
| **SUM** | 1026 | 2052 |
| **Kilde GAB-registerdata pr. januar 2010. Kystverket 2010 (påslagsdata). Analyse: Østlandsforskning.** | | |

I undersøkelseskommunene er det i overkant av 1000 fritidsbygninger som ligger innenfor 100 meter fra registrerte påslag, og i overkant av 2 000 enheter innenfor en avstand av 250 meter fra registrerte påslag Dette utgjør en varierende andel av fritidsbygg i strandsonen (dvs innenfor 100-metersbeltet ) i de forskjellige kommunene i utvalgsområdet. Det utgjør kun 5% av fritidsboligene i Risør og Tvedestrand under ett, og 19% i Bamble og Kragerø under ett.

Virkningen for fritidsboligfolket er knyttet til fritidsfunksjoner og fritidsattraktivitet – som områdenes egnethet for bading, lek i strandsone etc. I reiselivssammenheng er dette av interesse i den grad det vil redusere bruken av fritidsboligene – siden det i neste omgang vil medføre redusert reiselivsbetinget forbruk i området. Vi ser at i Bamble og Kragerø er ca 1 av 5 fritidsboliger innenfor 100 meter av et registrert påslag, en betydelig andel. Andelen synker noe om vi utvider området av mest berørte til 250 meter fra registrert påslag (*Tabell 2*).

I hele vårt analyseområde er det ca 3100 enheter som kan sies å være "mest" berørt av oljepåslag – her definert som at påslaget er innenfor en distanse på 250 meter fra bygningen.

Det vil nødvendigvis være spekulasjon å anslå evt. endringer i bruk som følge av påslaget. Som vi ser av Figur 9 var temperaturforholdene rimelig gunstige i august, med middeltemperaturer over normalen. Vindforholdene var varierende, men antakelig nokså normale for årstiden. Det er i utgangspunktet ingen grunn til å tro at fritidsboligene ville være i bruk mindre enn en normalsituasjon uten oljepåslaget. Oljepåslaget kan ha ført til to effekter som må vurderes samlet:

- Eiere tar en ekstratur for å sjekke skader i sitt nærområde

- Eiere reduserer normal bruk fordi umiddelbare områder er tilsølt. August er fremdeles en måned for bruk av fritidsbolig, både på helgebasis og ellers i uka.

Den samlede effekten av slike antakelser kommer vi tilbake til i sluttrapporten høsten 2011 når det skal gjøres en sluttanalyse av økonomiske konsekvenser (se kapittel 1).

### 9.4 NAUST, BÅTHUS, SJØBU

Annerledes kan det være med bygningsobjekter som naust, båthus, sjøbu og brygger, som kan blitt gjenstand for øljesøl på bygningskropp. Tilsølte bygningskropper er gjenstand for erstatning, og i neste omgang for rensing og reparasjoner. Det siste kan skape en omsetning lokalt i form av innkjøp av varer og tjenester – det kan derfor være av interesse å vurdere hvor mange potensielle skadede bygningselementer som er i området.

Med utgangpunkt i GAB-registeret kan vi finne hvor mange naust, båthus og sjøbuer som er lokalisert i påslagssonene – en rimelig definisjon av det kan være innenfor 25 meter av registrert påslag. Det er rimelig å anta at det til disse bygningsobjektene hører bryggeanlegg av varierende størrelse, og at det på det aktuelle tidsrommet for påslag (se Figur 19 )var båter fortøyd. Det er kun 43 bygninger av denne typen i utvalgsområdet som etter denne definisjonen er har potensielle skadeobjekter – vi kan kanskje anta at bygningselementer som er direkte eksponert mot sjø her kan ha skade. Om vi videre antar at det i gjennomsnitt lå to båter fortøyd, gir det et skadeomfang på ca 120 objekter – bestående av ca 40 deler av bygningskropper og ca 40 båter.

Om vi anslår at hvert skadet objekt krever som et gjennomsnitt 5000 – 10000 NOK å restaurere til opprinnelig tilstand, gir dette en samlet restaureringskostnad på 600 000 til 1 200 000 NOK. Om vi antar at halvparten av dette omsettes i den lokale økonomien i form av varer og tjenester, betyr det en innsprøyting på mellom 300000 og 900000 kroner – altså et relativt lite beløp som det neppe er behov for å bearbeide videre som en viktig effekt.

# 10 KONTAKTER MED AKTØRER I UTVALGSOMRÅDET

## 10.1 OM INTERVJUENE

Vi gjennomførte medio desember 2009 og primo mai 2010 en besøksrunde med samtaler med et utvalg sentrale aktører i utvalgsområdet.

Vi har intervjuet aktuelle overnattingsbedrifter i Bamble. I Kragerø og Larvik har vi også intervjuet de bedriftene som først og fremst var utsatt i forbindelse med de registrerte oljepåslagene. Både i Bamble og Kragerø har vi hatt lange og grundige samtaler med næringssjefene, som i Kragerø selv har lang erfaring fra reiselivsnæringen. Det regionale og lokale destinasjonsselskapene er intervjuet, og vi har vært på flere befaringer i regionen.

Hensikten med de innledende samtaler og befaring var:

- å etablere kontakter,
- å innhente inntrykk og umiddelbare erfaringer
- å befare en del av de mest berørte områdene fra landsiden
- å få innspill til hvilke bedrifter og aktører vi kontakter
- å justere områdeforståelsen med hensyn til mulige konsekvenser av ulykken

etter at den første fasen i oppryddingsarbeidet var gjennomført (desember 2009). Ved inngangen til 2010-sesongen (mai 2010) ble samtaler/intervjuer og befaringer gjentatt for å vurdere/korrigere inntrykkene..

Informasjon fra aktørene benyttes på to måter:

- som bakgrunnsmateriale og input til tolking av de kvantitative analysene (trafikktall og økonomitall)
- som supplerende informasjon
    - om næringen
    - om opplevelser og erfaringer knyttet til ulykken – om type belegg (gjester, gjestedøgn)
    - om det er gjort særlige tiltak i forhold til markedet (markedsføring, produktutvikling etc) av enkeltbedrifter, næringens interesseorganisasjoner, kommunene og lignende)

Det er ikke forutsatt at denne analysen skal behandle situasjonen til enkeltbedrifter eller aktører. Det er reiselivsnæringen med tilknyttede næringer som sådan som er tema her. Det betyr også at vi ikke publiserer referat fra enkeltsamtaler, men bruker resultatet fra samtalene i en oppsummering på næringsnivå.

### 10.2 HVEM OG HVA SOM BLE BESØKT FOR BEFARING OG SAMTALE

*Tabell 3: Hvem og hva som er besøkt i to runder med feltarbeid.*

| **Intervjurunde →** | | **Medio desember 2009** | **Primo mai 2010** |
|---|---|---|---|
| **Bedrift / aktør (alfabetisk ordnet): ↓** | K: kjerneområdet<br>I: Influensområdet<br>R: Referanseområdet | S: intervju / samtale (på stedet)<br>B: befaring | |
| **Bamble kommune** | K | S | S |
| **Breivikstranda Camping** | K | B | S (tlf) |
| **Jomfruland Camping** | K | | S (Kragerø) |
| **Kragerø Fjordbåtselskap** | I | | S |
| **Kragerø kommune** | I | S | |
| **Langesund bad** | K | S | S |
| **Nevlunghavn gjestgiveri** | K | | S |
| **Nøtterøy / Tjøme** | R | B | |
| **Oddarne Sand Camping** | K | | S |
| **Portør Hytteutleie** | I | | S |
| **Portørtoppen Himmel & Hav** | I | | S |
| **Risør kommune** | I | S | |
| **Rognstranda Camping** | K | B | S |
| **Skjærgården Quality Hotel** | K | S | S |
| **Telemarksreiser** | K / I | | S |
| **Vertshuset Victoria** | K | S | S |
| **Visit Grenland** | K / I | | S |

### 10.3 OPPSUMMERING AV INTERVJU OG BEFARINGER

Det er tre hovedspørsmål som i denne omgang fokuseres på:

- Hva forteller aktørene om gjestedøgn og besøk i sesongen og perioden etter ulykken (fram til medio desember 2009)?
- Hva forteller aktørene primo mai 2010 om spesielle tiltak for å møte 2010-sesongen?
- Hva viser en befaring om hvordan området presenterer seg fra et besøksperspektiv – er det preget av spor etter forurensing og ulykke?

Denne oppsummeringen legger først og fremst vekt på hva som ble sagt om sesongen 2009, og opplevelsene, utviklingen og inntrykkene etter ulykken. Det regnskapsmessige belegget for eventuelle utsagn om tap eller

gevinst som følge av situasjonen vil bli behandlet på næringsnivå når økonomitall for 2010 foreligger neste år – se kapittel 1 for nærmere redegjørelse.

### 10.3.1 Visit Grenland og Telemarksreiser

Grenland er kommunene Skien, Porsgrunn, Bamble og Siljan. I 1998 ble kommunene enige om å markedsføre Grenland samlet, noe som ble konkretisert ved opprettelsen av Visit Grenland (VG). Telemarkreiser (TR) er et markedsførings og salgsapparat for til sammen 130 medlemmer/andelseiere og dekker hele Telemark..

VG mente at ulykken kun berørte de ytre deler av deres område – dvs Bamble. Det var i første rekke Langesund som fikk "trøkket". Langesund handelsstand hadde gitt uttrykk for at det var full stopp i båttrafikken etter ulykken og at det hadde rammet omsetningen i handelsnæringa i sentrum – med unntak av serveringssteder som fikk kompensatorisk trafikk fra opprydningsmannskap og lignende.

I Valle ble det også "full stopp" – restaurant og butikk der hadde meldt om betydelig fall i omsetningen.

Det var ikke registrert vesentlig problemer for campingplassene på grunn av forliset, antakelig fordi de har mye faste avtaler og sesongkontrakter. Rognstranda camping mener de fikk en nedgang på "drop-in"-kunder som utgjør en del av deres grunnlag.

VG planla ved inngangen til 2010-sesongen ingen ekstra markedsføringstiltak pga Full City.

TR hadde ikke registrert negativ effekt av Full City-forliset og planla heller ingen markedsføringstiltak pga ulykken. Bookingsituasjonen ved inngangen til sesongen var som normalt.

### 10.3.2 Bamble/Langesund

Tre bedrifter gir et uttrykk for spennet i hvordan næringen i Bamble ble berørt – videre:

- Quality Hotel&Resort Skjærgården gir uttrykk for at hotellet ikke ble vesentlig rammet av følgende av ulykken. Hotellet er beredskapshotell for kommunen og under operasjonene utover i august og september fikk hotellet mertrafikk for å huse mannskap. For 2009 kan det dreie seg om ca 300 gjestedøgn pga ulykken, som må kunne karakteriseres som ikke all verden. Hotellet har ikke endret sitt markedsføringsopplegg eller på annen måte endret produkter pga ulykken. Dette avspeiler nok at deres hovedmarkeder er kurs- og konferanse og yrkestrafikk som ikke er opptatt av dette. Sommersesongen er svært avhenging av ferie/fritidstrafikk fra familier med barn. Denne trafikken er først og fremst væravhengig, og helst dårlig badevær ute øker potensialet. Hotellet forventet i mai 2010 ingen svikt i denne trafikken for inneværende sesong pga ulykken.

- Langsund Bad (LB) (29 rom pluss 40 senger i hytter) er opprinnelig et kurbad. LB har en strategisk satsing på mat og gjerne med en profil mot lokal mat – i den sammenheng er forliset og utslippet uheldig. Ferie- og fritidstrafikk er stammen i virksomheten men det arbeides med å øke kurs og konferanse-belegget og lokalt besøk. LB hadde fullt belegg i helgene fra før i 2009, og hadde en 50% økning i omsetning og resultat fra juli - dvs. før forliset. LB fikk en 80% nedgang i august hvorav 34% kan tilbakeføres til FC. Bedredskaps- /opprydnings- / journalistmannskap bodde her første dagene, men pga. booket belegg i helga og manglende infrastruktur (kun ADSL) ble mange borte, særlig media. LB gjennomfører salg av

hytter og leiligheter. Det var planlagt på høsten i fjor, men man valgte etter råd fra megler på avvente på grunn av profileringen som ulykken gav. LB arbeidet desember 2009 med en 'nå er det bra igjen-kampanje' og var ved inngangen til sesongen 2010 fremdeles bekymret for omdømmet pga Full City. Ved inngangen til sesongen fikk LB jevnlig forespørsler om situasjonen. LB er vel den enkeltbedriften som ble hardest rammet av ulykken. Selv om ulykken skjedde på tampen av en sesong, er bedriften inne i en utviklingsprosess som sikter både mot økte volumer og nye markeder, herunder på tema ren natur, lokal mat etc. I forhold til dette rammer nettopp en ulykke som Full City en kjerne i strategien.

- Vertshuset Victoria sentralt i Langesund (VV) øket omsetning med om lag 80% i august 2009 som følge av trafikk fra opprydningsmannskapet. Vanligvis er sesongen slutt 2. helga i aug. - og starter ca 1 juni. VV har 10 rom i tillegg til servering / spisested / kro.

*Figur 22: Langssund Bad i desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson.*

Næringssjefen i Bamble kommune mente i desember 2009 at det var ulike oppfatninger om hvor hardt området var rammet. Kommunen har igangsatt et omdømmeforprosjekt, i regi av Vekst i Grenland (næringsselskapet) med satsingsområdet 'Bo i Grenland' og omdømmeprosjektet – dette har vi omtalt i kapittel 6, side 25. Kommunen mente det var behov for å løfte omdømmet etter ulykken, og at områder som var preget av opprydningsarbeid måtte settes i skikkelig stand for turistisk bruk / friluftsbruk.

### 10.3.3 Larvik kommune

Som påslagskartet Figur 2, side 16 viser var det betydelige påslag av olje i området ved Helgeroa og Nevlunghavn. Bedriften Oddane Sand Camping kan brukes som et døme på hvordan ulykken berørte reiselivsnæringa langs denne delen av kysten.

*Figur 23: Oddane Sand Camping. Foto: KNA*

Oddane Sand Camping eies av KNA og har 370 vognplasser – i all hovedsak på langtidskontrakt. I tillegg har plassen 27 utleiehytter og 10 mål med strand.

Stranda ble rammet av oljesøl, og det medførte at sesongen ble avbrutt 3 uker tidligere i forhold til et normalår. Plassansvarlig anslår selv en redusert omsetning på i størrelsesorden 150000 kroner som følge av bortfallet av trafikk.. Særlig er oppholdsbetinget handel i butikken utsatt da den faste trafikken uteblir. Ved inngangen til 2010-sesongen var det ikke synlige spor etter olje. Det var ikke planlagt særlige markedsføringstiltak for å adressere et eventuelt omdømmeproblem som følge av Full City.

### 10.3.4 Kragerø kommune

Mesteparten av handel osv i Kragerø kommune er avhengig av fritidsboligene, i antall tett oppunder 4000 enh. Kommunen, ved næringssjefen, hadde ikke holdepunkt for å hevde at det var endringer i bruken som kan tilbakeføres til ulykken. Kommunen har ikke registrert krav fra reiselivsnæringa i etterkant.

Portør hytteutleie har 9 utleieenheter av forskjellig størrelse. Her fikk man avbestillinger fra tyskere etter og

*Figur 24: Portør hytteutleeie. Foto: Portør hytteutleie.*

begrunnet med ulykken. Det var ved inngangen til 2010-sesongen uvanlig lite booking for mai 2010.

### 10.3.5 Risør kommune

Kommunen peker på at Risør ikke ble vesentlig fysisk berørt av utslippet, kun litt påslag på de ytterste skjæra nord i kommunen. I 2009 var det liten grunn til å forvente særlige konsekvenser i Risør etter ulykken.

## 10.4 JUSTERING AV OMRÅDEAVGRENSINGEN FOR DEN KVANTITATIVE DELEN AV ANALYSEN

Gjennomgangen av situasjonen for næringen gir grunnlag for en nærmere justering av områdeavgrensingen for så vidt det angår analyser av trafikktall (gjestedøgn og gjester) og økonomitall. Det sentrale med den kvantitative delen av analysen er å vise utviklingen i de områder som det er rimelig å kunne forvente har opplevd konsekvenser av ulykken. Gjennomgangen med aktørene viser at det i første rekke er grunnlag for å undersøke for de deler av næringen som har tilhold i Bamble kommune og Kragerø kommune. I tillegg må de sørvestre deler av Larvik kommune som er berørt av påslag av olje også medtas. Det er liten grunn til å tro at det er målbare konsekvenser for reiselivsnæringa i kommunene Risør og Tvedestrand. Dersom næringa i disse kommunene blir tatt med i de kvantitative analysene vil det kun bidra til å blåse opp tallmaterialet og kanskje tilsløre utviklingsforløp for næringa i de områdene som det er grunn til å tro er berørt. For de kvantitative analysene går vi derfor videre kun med Bamble, Kragerø og deler av Larvik kommune som kjerneområdet.

Ingenting ved befaringene har gitt grunnlag for at Tjømes / Nøtterøys status som referanseområde skulle endres.

## 11 GJESTEDØGN OG GJESTER – OPPDATERTE TALL

### 11.1 KATASTOFETURISME?

Det er rapportert studier som viser at katastrofer av denne type i seg selv kan skape trafikk av folk som vil se forurensningen, resultatene, havaristen osv (H. Molotch & M. Lester, 1975) – en slags katastrofeturisme.

*Figur 25: Det ble hengt opp advarsler ved sentrale innfallsporter til den forurensede delen av kysten – her bildet av en slik ved nedgang til Krogshavn i Langesund 4. mai 2010 – hvor det da foregikk en ny runde med opprenskning / vasking. På denne tiden var nyhetens interesse borte, og mannskapet hadde området for seg selv. Foto: Tor Arnesen*

Det ble tidlig meldt i pressen en form for katastrofeturisme også i dette tilfellet (Sandvik, 2009) – sannsynligvis av kort varighet hva angår perioden hvor dette var aktuelt. Det er videre grunn til å anta at det for det meste var lokalbefolkning og hyttefolket som sto for trafikken.

Det foreligger studier som viser at denne type turisme kan være av et omfang som er av betydning. Men betydningen er ikke først og fremst for reislivsnæringa i seg selv, men fordi den kan forstyrre arbeidet med å avverge, rydde opp etc, og fordi slike katastrofeturister kan utsette seg selv for fare og dermed belaste et allerede presset hjelpeapparat. Begge disse elementene er framhevet i en dansk erfaringsoppsummering etter orkanen som rammet særlig Skagerrak-bassenget i januar 2005:

> *" Kystdirektoratet oplever "katastrofeturisme" som et stigende problem, både i mængde og i graden af fare "katastrofeturister" udsætter sig for. Under orkanen kørte mange mennesker ud til Vestkysten og andre udsatte områder. Det medførte fastkørte biler i klitområderne, hvilket hindrede Kystdirektoratets arbejde, og der var trafikkaos i Thorsminde og Hvide Sande havne, hvilket begrænsede og vanskeliggjorde mulighederne for at udføre præventivt arbejde. Mange af disse mennesker udsatte sig selv for unødig fare, fordi de kørte fast i klitområder eller kørte i havneområder, hvor skiltningen var væk og vandstanden så høj, at kajkanten ikke kunne ses. "*
> (Beredskabsstyrelsen, 2005)

Vi har ikke sett rapportert at det har vært problemer med omfanget at katastrofeturismen i forbindelse med "Full City" – noe som i seg selv er et signal om at omfanget har vært begrenset. Det er dog rapportert et tilstøtende problem ved at uregistrerte frivillige drev med oppsamling av olje uten nødvendig verneutstyr mm[14].

Katastrofeturister reiser til området på grunn av ulykken, mens "vanlige" turister kan velge bort området på grunn av ulykken. Sett fra et rent reiselivesynspunkt vil katastrofeturisme derfor kunne avbøte frafall av "vanlige" turister, dvs turister som velger ikke å reise til området på grunn av ulykken. Det foreligger ikke data som kan gi grunnlag for å anslå omfanget av "katastrofeturisme" knyttet til "Full City"-hendelsen og derfor heller ikke i hvilket mon det har skjedd en slik utbalansering i dette tilfellet. I den grad det har forekommet noe tilsvarende, var dette først og fremst medias katastrofeteam som rykket ut.

### 11.2 TALL OG NÆRINGEN

I dette kapitlet tar vi for oss reiselivsstatistikk for kommunene som inngår i våre tre områder, kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet. Vi konkluderte forrige kapittel med at samtaler med bedrifter og reiselivsaktører i influensområdet viste at det ikke er grunn til å anta at reiselivsnæringa sør for Kragerø kommune i praksis ble berørt av ulykken.

På grunn av begrensninger i offentliggjøring av tall som kan identifisere enkeltbedrifter er områdeinndelingene noe avvikende fra den inndelingen i kjerneområde, influensområde og referanseområde som er diskutert foran. Offentlige tall gir ikke alltid grunnlag for å operere med enkeltkommuner, og forskjellige inndelinger mellom kommuner kan gjelde for forskjellige segmenter i reiselivet.

---

[14] Dette var tema i pressen – hvor det både ble rekruttert frivillige og hvor frivillige ble advart mot å operere på egenhånd (NRK Telemark, 2009). WWF understreker også behovet for kontroll i si rapport etter ulykken: "*WWF anbefaler at det bør gjøres grep for å sikre at opprensingsarbeidet ute i felt alltid følger HMSreglementet og i mindre grad beror på personlige initiativer. Alle som skal jobbe ute i felt i forbindelse med en oljevernaksjon skal etter krav i blant annet arbeidsmiljøloven ha HMS - opplæring på forhånd, og riktig verneutstyr må alltid være tilgjengelig. Dette må på plass før neste ulykke. WWFs "Ren kyst!" kurs dekker kravene til HMS - opplæring i forbindelse med oljevernaksjoner - men dette alene dekker ikke behovene ved neste oljevernaksjon. Derfor mener vi HMS - opplæring bør nedfelles i beredskapsplanene slik at kurs fortløpende kan holdes for nytt personell i tilfelle av en aksjon.*" (Sletner, Hatlen, Jensen, Meaas, & Fredriksen, 2010)
Dette var også et tema på NFR sin konferanse i Program for samfunnssikkerhet og risiko i 2008: "*De profesjonelle snakker ofte om hvor viktig det er å samarbeide med frivillig sektor. På den andre siden er de skeptiske til såkalte "katastrofeturister". Så hvordan skal vi håndtere det, spurte Sundelius.*" (Norges Forskningsråd, 2008)

- For Bamble kommune kan likevel alle tall presenteres for kommunen alene.
- Hotellstatistikken kan oppgis for henholdsvis Bamble og Tjøme, men ikke for Kragerø, som må slås sammen med Porsgrunn. I hotellstatistikken dominerer nå Kragerø etter at det nye Quality-hotellet ble etablert i 2007.
- Camping- og hyttegrendstatistikken får vi for henholdsvis Kragerø og Bamble, men ikke Tjøme, som slås sammen med Tønsberg og Nøtterøy. For vårt formål er dette relativt uproblematisk.,i camping-/hyttegrendstatistikken er lokaliseringen til de 'ekstra' inkluderte bedriftene relevant, bortsett fra ett appartementsanlegg i Tønsberg by. For det totale bildet har dette imidlertid lite å si.

Da statistikken publiseres med et visst tidsetterslep er det selv i november 2010 litt tidlig å få med alle tall - og detaljerte nok - for sommersesongen 2010. Vi bruker derfor til denne underveisrapporten det som er tilgjengelig nå, og kompletterer tallene i sluttrapporten høsten 2011.

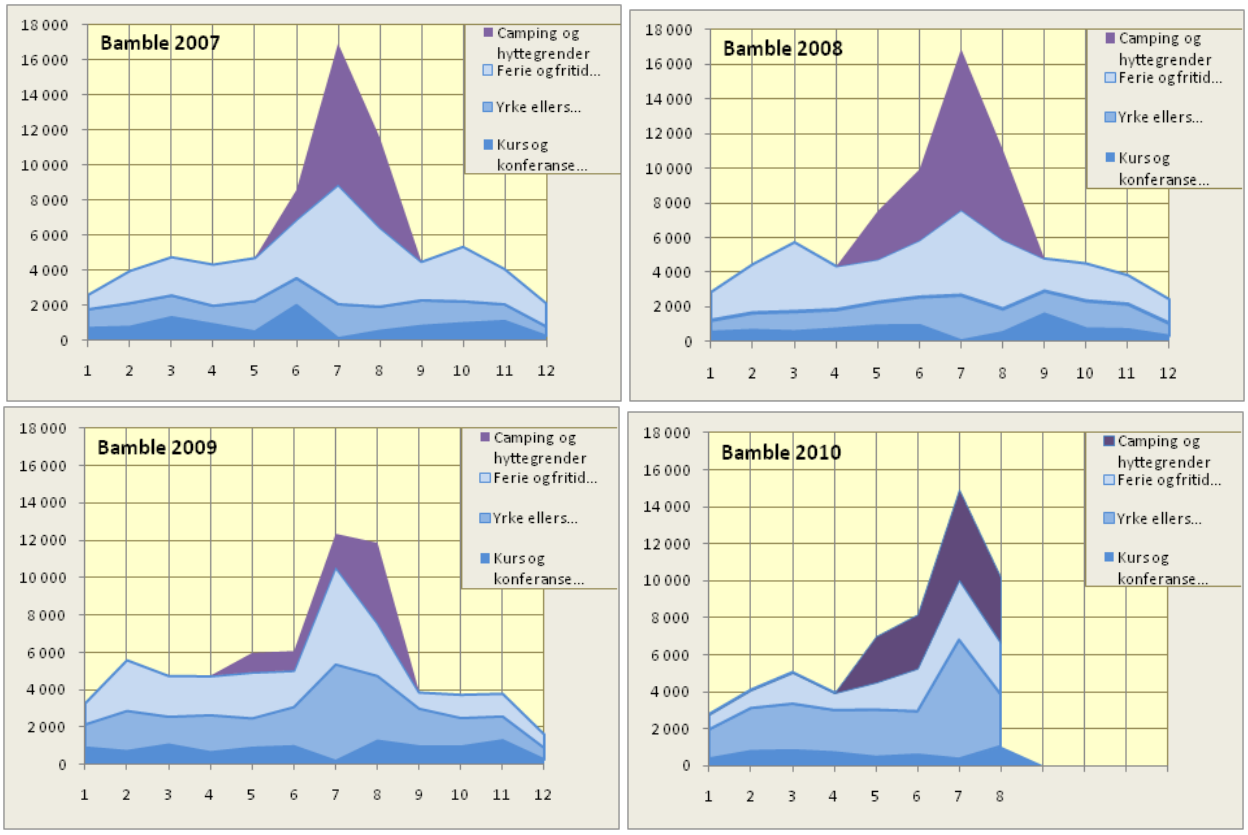
### 11.3 STRUKTUR OG STATISTIKK

Kystområdene i Bamble og Kragerø er typiske sommerferieområder for nordmenn (se kapittel 4).

Volummessig dominerer trafikken fra de privateide fritidsboligene, mens antallet kommersielle overnattinger er relativt beskjedent sammenliknet med mange andre kommuner. Bamble har i størrelsesorden 70000 - 75000 kommersielle overnattinger og Kragerø (sammen med Porsgrunn) ca 110000 - 120000 overnattinger i året. Til sammenlikning har f.eks. Bø i Telemark ca 175000, Tinn og Vinje hver seg ca 140000, og Larvik ca 500000 kommersielle overnattinger i året (SSB/Statistikknett).

Ferietrafikken består først og fremst av fast oppstilte campingvogner (på sesongkontrakter) og camping-/utleiehytter på campingplassene. Disse bidrar til å forsterke den - om enn relativt lille - trafikktoppen som også hotellene kan registrere sommerstid. Sesongstrukturen ved de kommersielle overnattingsbedriftene i Bamble går fram av Figur 26.[15]

[15] Det er grunn til å tro at det mangler tall fra en større campingplass i 2009: Camping- og hyttetrafikken er redusert primært for sesongkontrakter, fra 13 000 i 2008 til 3 000 i 2009. Svikten kommer allerede fra tidlig i sesongen og i juli, noe som ikke kan tilbakeføres til Full Cityforliset.




*Figur 26 overnattinger i Bamble etter trafikksegment og måned. 2007 - 2008. Kilde: SSB/Statistiknett.com.*

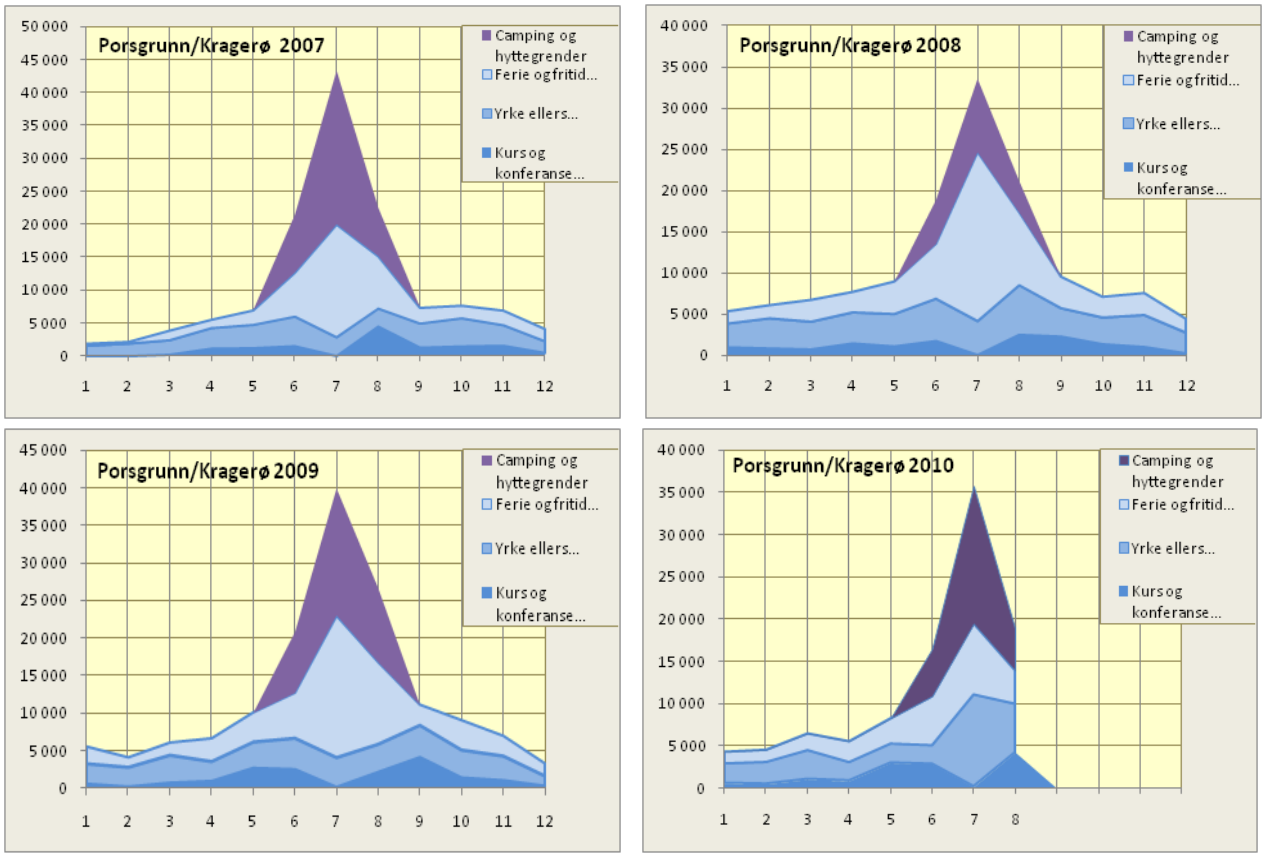
Det er tre overnattingsbedrifter som dominerer hotellovernattingene i Langesund. Skal en dømme av disse tallene har ferietrafikken fått mindre betydning for denne typen bedrifter i de senere åra, mens yrkestrafikken har økt i 2009 og i 2010. Med så få bedrifter kan imidlertid også den enkelte registreringsansvarlige sin 'føringspraksis' som input til offentlig statistikk gi store utslag i oppsummert trafikkbild[16].

Tilsvarende tall:

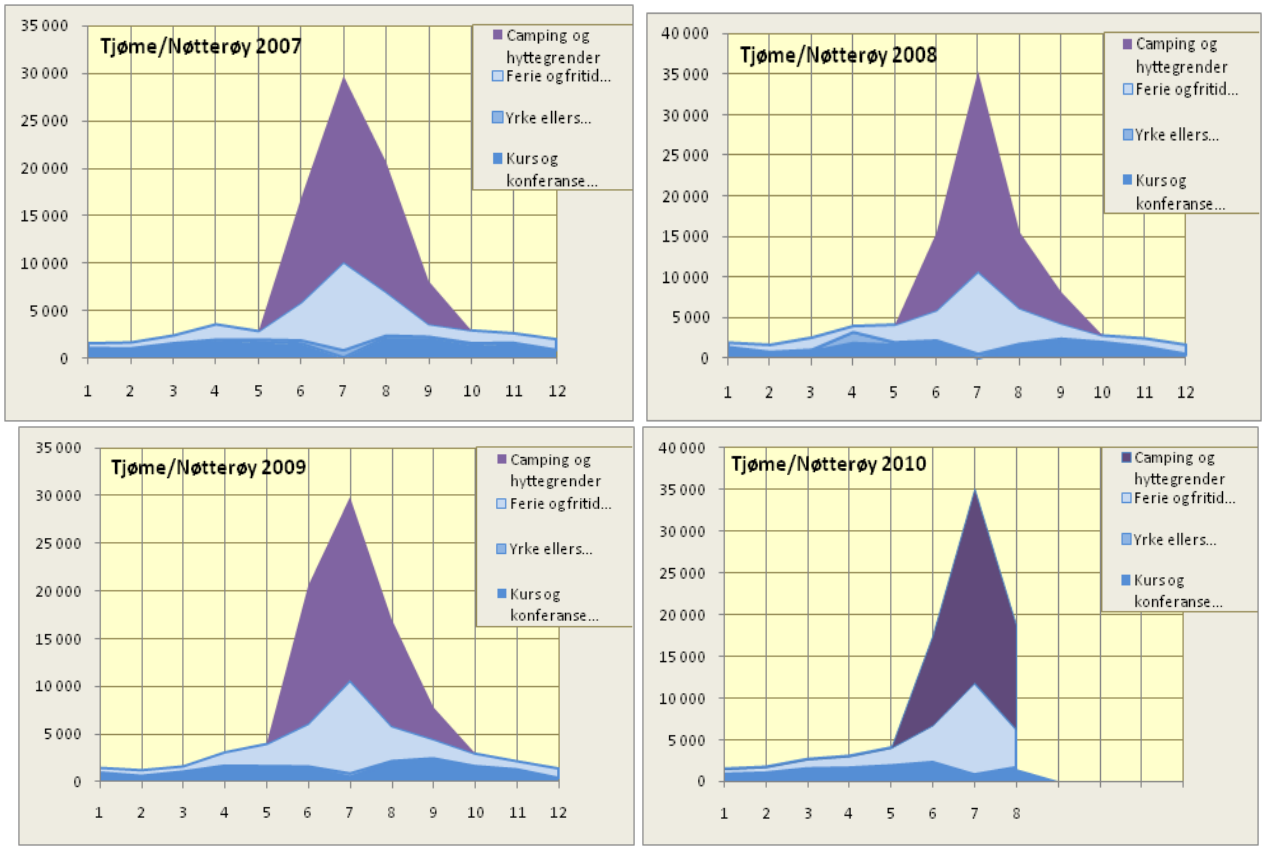
- Figur 27 for Kragerø[17]
- Figur 28 for Tjøme/Nøtterøy, som referanseområde

Også i Kragerø syns yrkestrafikken å ha økt, særlig sommer 2010, mens det ikke er registrert i Tjøme/Nøtterøy.

[16] Vi har f.eks. fått opplyst (i des. 2009) at en av bedriftene stort sett fører all trafikk som ferie-/fritidsbetingede overnattinger, mens den reelt sett utgjør om lag 50%, endret praksis der kan gi målbare endringer i registrert trafikkstruktur.
[17] Der vi må inkludere Porsgrunn da det ikke publiseres statistikk for Kragerø alene.




*Figur 27 Kommersielle overnattinger i Porsgrunn/Kragerø etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com*




*Figur 28 Kommersielle overnattinger i Tjøme/Nøtterøy etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com*

### 11.4 TRAFIKKUTVIKLING DE SISTE 10 ÅRA

Vi har sett på utviklingen i kommersielle overnattinger på hoteller og andre overnattingsbedrifter samt camping og hyttegrender i de ti siste åra. Det er viktig å ha lange tidsserier for å unngå å legge for stor vekt på mindre svingninger fra år til år. Vi har altså først og fremst sett på tall for kommunene som inngår i våre tre områder:

- Bamble,
- Kragerø
- Tjøme/Nøtterøy

Fra år 2000 fram til og med 2006 ble det årlig registrert 40000 - 70000 gjestedøgn ved hotellene i disse tre kommunene. Tallene for Kragerø er imidlertid slått sammen med Porsgrunn pga. konfidensialitetshensyn. Fram til 2006 domineres tallene av Porsgrunn, men i 2007 åpnet Quality Spa & Resort i Kragerø. Dette hotellet har 700 senger fordelt på 300 romenheter (Quality Spa & Resort Kragerø, 2010), noe som også vises godt i overnattingsstatistikken der trafikktallene er om lag doblet fra 2007 til 2009. Ellers i Kragerø er det Victoria hotell som er 'hotellet i byen' med 33 rom (Visit Kragerø, 2010), og Villa Bergland som har både rom og leiligheter.

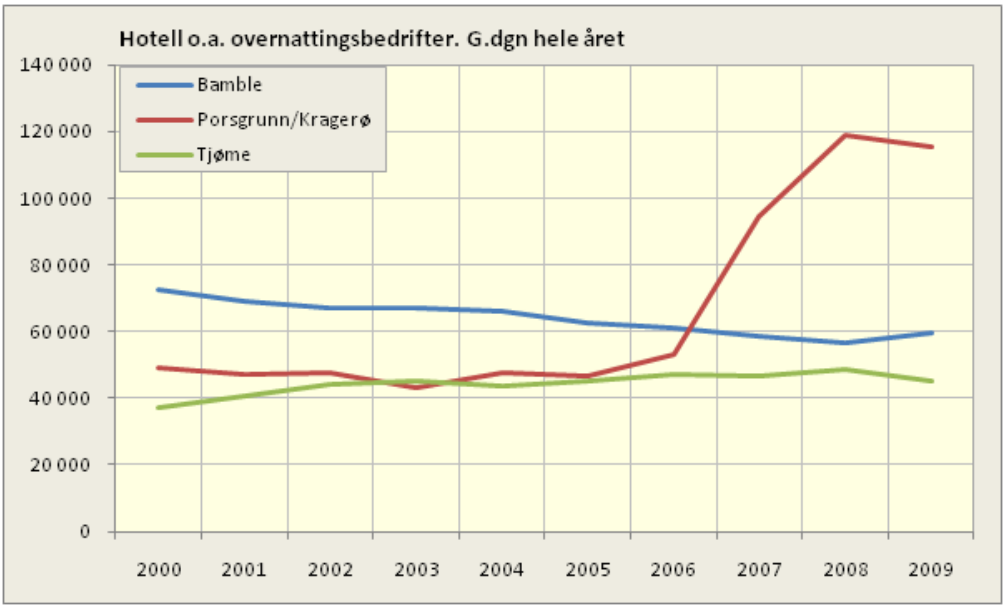
Etableringen av Quality Spa & Resort førte til en vesentlig oppgang i hotelltrafikken i Kragerø, men fordelingen mellom Porsgrunn og Kragerø går ikke fram av statistikken. Kapasiteten er i dag større i Kragerø, men belegget er antakelig mer jamt fordelt over året i Porsgrunn, slik at trafikkfordelingen er ikke nødvendigvis proporsjonalt fordelt med kapasiteten. I Tjøme har trafikken ligget i overkant av 40000 gjestedøgn stort sett i hele perioden uten de store svingningene. I Bamble har trafikken de siste 4-5 åra ligget rundt 60000 gjestedøgn, men trenden har vært nedadgående fra første halvdel av 2000-tallet. (Figur 29.)

I dette området er mye av den kommersielle ferie-/fritidsbetingede trafikken knyttet til campingplasser, campinghytter og hyttegrender. Vi har derfor sett hvordan utviklingen innenfor denne sektoren har vært i den samme perioden. På grunn av statistikktekniske forhold må områdeinndelingen avvike noe: Vi får separate tall for Kragerø alene, mens Tjøme er slått sammen med Tønsberg og Nøtterøy. Denne sammenslåingen har ingenting å bety for strukturen, da alle plassene bortsett fra ett appartementsanlegg (i Tønsberg by) har relevant beliggenhet.

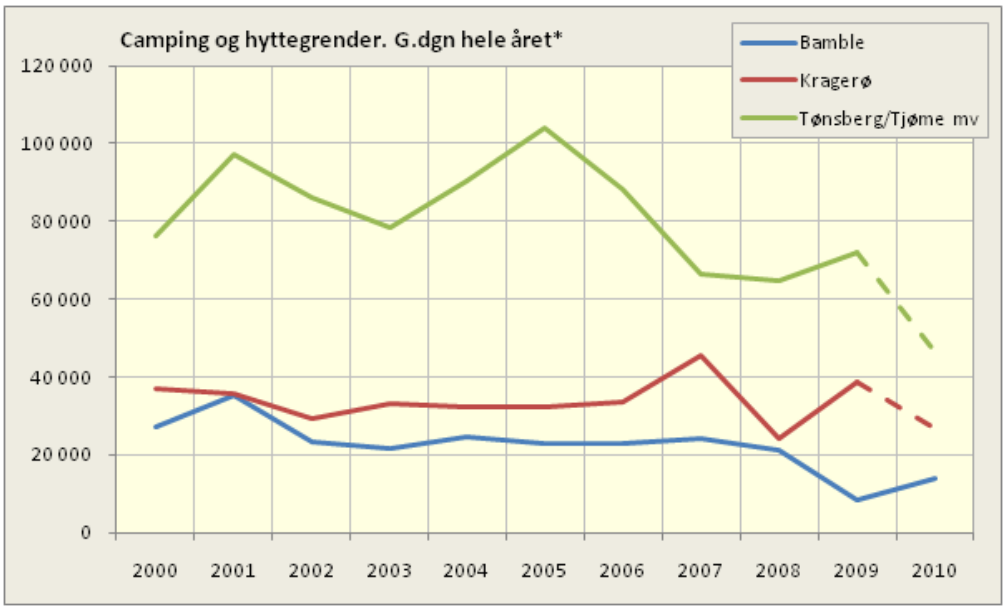
Det er registrert noe større svingninger fra år til år i denne sektoren enn i hotellsektoren. Det skyldes bl.a. at norsk ferietrafikk er preget av kortere planleggingshorisont og større væravhengighet enn både utenlandsk ferietrafikk og yrkesbetinget trafikk. Ikke alle bedrifter har heller alltid like gode rutiner for statistikkføringen, uten at vi vet om det er tilfelle her[18]. Tallene er også relativt beskjedne slik at enkelthendelser kan få store utslag i statistikken. For 2010 mangler dessuten tall for september (og ut året) unntatt for Bamble, der septembertallene for 2010 er registrert.

Fram til 2006-07 er de registrerte gjestedøgnstallene for Tjøme/Nøtterøy om lag tre ganger så store som for Kragerø og Bamble. Fra 2005 falt imidlertid tallene til i overkant av 60000 gjestedøgn i 2007, til et nivå der de syns å ha stabilisert seg deretter. Tallene for 2010 er ikke sammenliknbare, da det fortsatt mangler noen måneder. Trafikken i Kragerø har i perioden ligget mellom 30000 og 40000 gjestedøgn, med enkelte større utslag helt mot slutten av perioden. I Bamble har det vært registrert i overkant av 20000 gjestedøgn i hele perioden, bortsett fra de to siste åra. Uansett hva nedgangen i 2009 skyldes, ser det også ut som om man kan registrere en reduksjon også i 2010 i forhold til tallene tidligere i perioden. (Figur 30.)

[18] Det kan imidlertid se ut som om det mangler tall for en større campingplass i Bamble i 2009, men det kan også være feil i tallene fra SSB/Statistikknett.




*Figur 29: Gjestedøgn ved hoteller o.a. overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og Tjøme. 2000 - 2009. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*



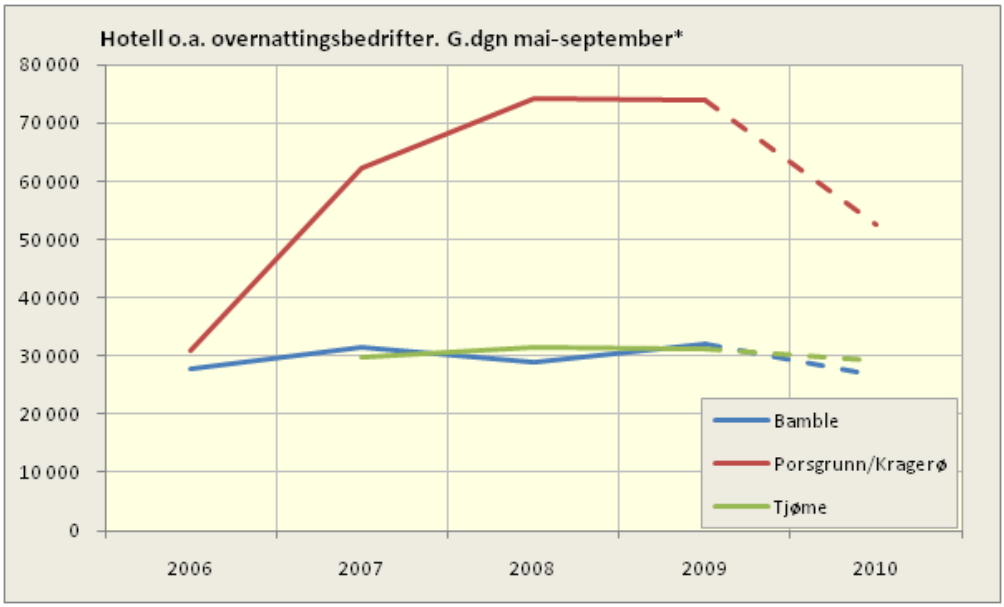

*Figur 30: Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy.*

** For Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy er det tall tom. aug. 2010, for Bamble tom. sept. - ytterligere trafikk i 2010 må kunne ansees for å være minimal og ikke slå vesentlig ut i årstotalen (men sml. fotnote 15.). 2000 - 2009.*

*Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har i flg. tallene vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy, men ellers har registrert kommersiell trafikk i området økt eller stagnert, grovt sett.

Ser vi nærmere på sommertrafikken som er den mest interessante i denne sammenheng, viser også den en stagnerende eller svakt tilbakegående tendens. Når det gjelder hotellene, er situasjonen i Kragerø sterkt preget av åpningen av det nye hotellet i 2007. I 2008 og 2009 var tallene på et stabilt høyt nivå, og det er ennå for tidlig å si hvor stor nedgangen i 2010 blir. Med en 'manko' på ca 25000 gjestedøgn må det svært høyt belegg til i september for å oppveie den registrerte nedgangen i resten av sesongen. Det er likevel vanskelig å tolke langtidstrenden i tallene. Nye bedrifter kan trekke til seg gjester og trafikk som er preget av nyhetens nysgjerrighet, og som derfor kan være 'kunstig' høy innledningsvis. I Bamble og Tjøme har antallet gjestedøgn i sommermånedene mai-september vært konstant på ca 30000 gjestedøgn. (jfr Figur 31)

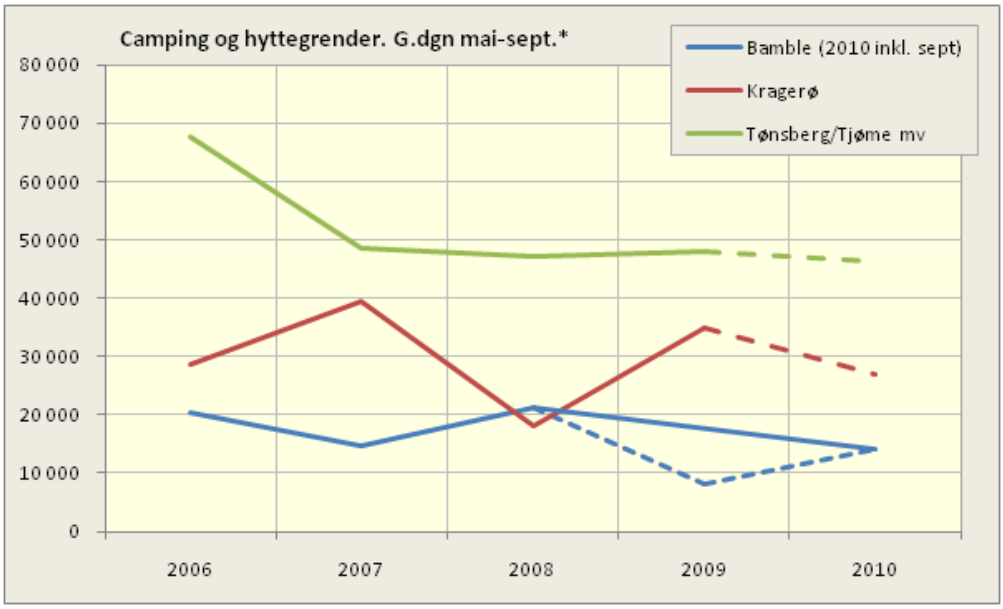



*Figur 31: Gjestedøgn ved hoteller og andre overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og Tjøme. Mai-september 2006 - 2010.*

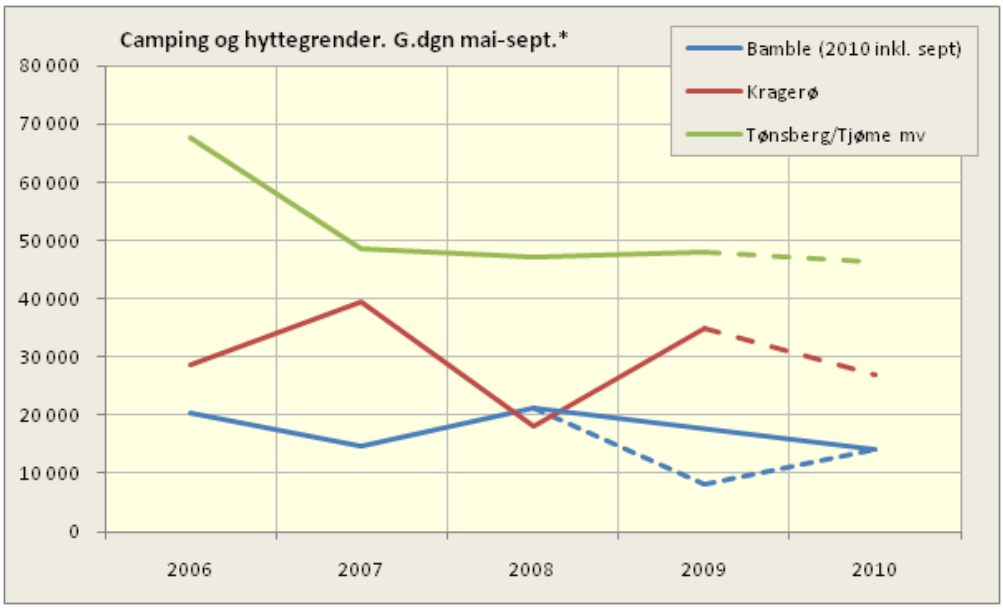
** I 2010 mai-august*

*Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

Camping- og hyttegrendtallene i Bamble har pendlet mellom 15000 og 20000 gjestedøgn i sommermånedene i perioden 2006 til 2010, og er i 2010 tilbake på samme nivå som i 2007 (som var en sommer med mye regn). I Kragerø ser svingningene ut til å ha vært store fra år til år. Fra 2007 har også trafikken i Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy vært stabil i underkant av 50000 gjestedøgn. (Jfr. Figur 32.)



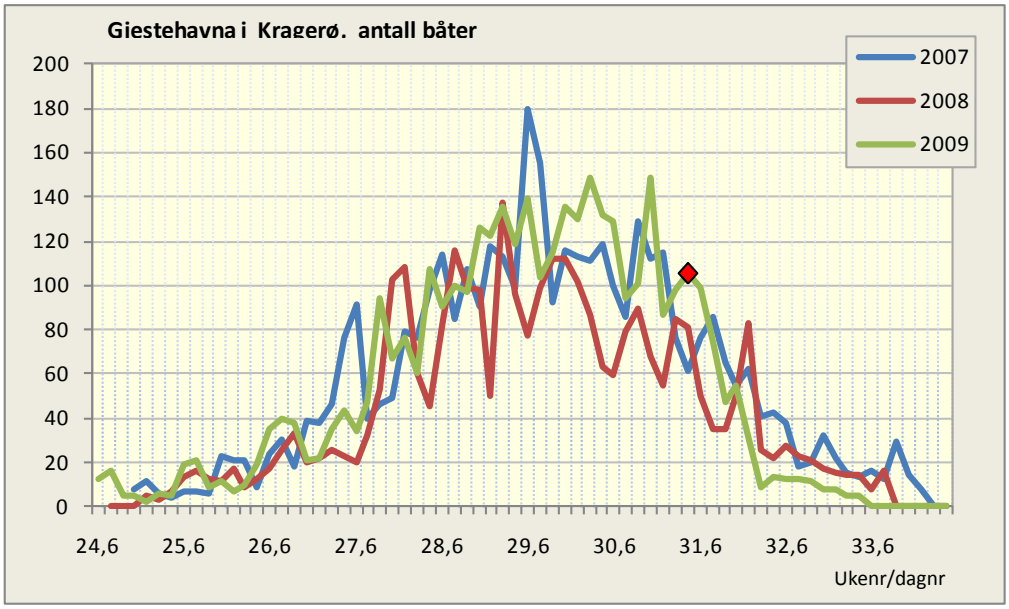

*Figur 32 : Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. Mai-september 2006 – 2010.*
** Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy har ikke med september i 2010.*
*Stiplet linje for Bamble er basert på registrert punkt for 2009 - heltrukket linje er interpolert mellom 2008 og 2010.*
*Kilde: SSB/Statistikknett.com..*



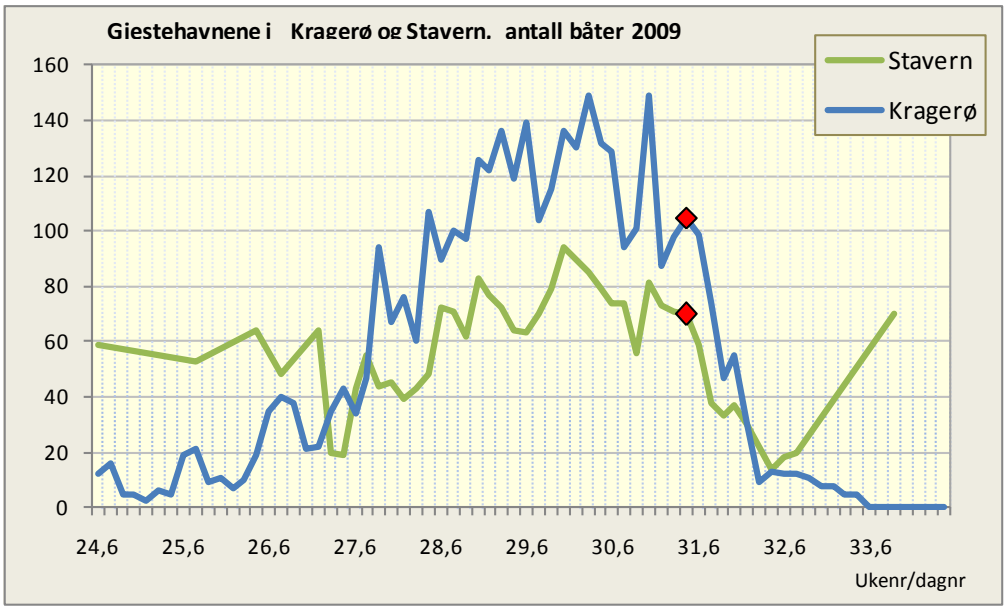

*Figur 33 : Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. Mai-september 2006 – 2010.*
** Kragerø og Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy har ikke med september i 2010.*
*Stiplet linje for Bamble er basert på registrert punkt for 2009 - heltrukket linje er interpolert mellom 2008 og 2010.*
*Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

### 11.5 FRITIDSBÅTTRAFIKKEN

Det er også mye fritidsbåttrafikk i området, både i form av lokale, fritidshusbrukere og 'langfarere'. En del av fritidsbåttrafikken er altså å regne som en del av det kommersielle reiselivet. Det har vært vanskelig å få detaljerte gjestehavnstall, men vi har antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø for åra 2007-2009 og i Stavern for 2009. Belegget i disse gjestehavnene gikk fort nedover etter forliset, men fritidsbåttrafikken er svært væravhengig, og i Kragerø var belegget lavere i august både i 2007 og i 2008. Det kan skyldes både dårlig og godt vær.




*Figur34: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø. 2007-2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. Kilde: SSB/Statistikknett.com (Tallene på x-aksen angir uke nummer og dag nummer ik uka - 6=lørdag.)*




*Figur35: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø og i Stavern i 2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. Kilde: SSB/Statistikknett.com (Tallene på x-aksen angir uke nummer og dag nummer ik uka - 6=lørdag.)*

### 11.6 OPPSUMMERING AV STATISTIKKEN

Reiselivsvirksomheten i området er framfor alt preget av nordmenns feriebruk av området i sommermånedene. Det er særlig de privateide fritidsboligene som bidrar med de store gjestevolumene.

Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har, i flg. tallene, vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy, men ellers har registrert trafikk i våre områder enten økt eller vist en stagnerende tendens, grovt sett. Både i Bamble og i Kragerø syns yrkestrafikken på

hotellene å ha økt, men det er ikke registrert i Tjøme/Nøtterøy. Det *kan* ha sammenheng med trafikkvolum som etterarbeidet etter forliset gav, men er ennå for tidlig å si. Tallene for hele året 2010 er heller ennå ikke publisert, slik at det er ikke grunnlag å trekke noen konklusjoner verken på kort eller lengre sikt om evt. volummessige effekter av forliset.

Vi har i dette avsnittet utelukkende sett på volumtall, dvs. gjestedøgn, ved de kommersielle overnattingsbedriftene. Gjestedøgn kan indikere mulige effekter, og evt. endringer i attraktivitet og attraksjonskraft. Varige endringer må måles over tid både bakover og framover fra hendelsestidspunktet, og pr. i dag fins ikke nok tallmateriale til dét.

Det avgjørende er til syvende og sist er imidlertid om det kan registreres effekter på bedriftenes økonomi som kan tilbakeføres til forliset. De bedriftsøkonomiske regnskapene for 2009 blir offentliggjort i september året etter, og er stort sett tilgjengelige for 'våre' bedrifter. Det vil ikke være mulig å registrere evt. regnskapsmessige effekter før tidligst i 2010-regnskapet, som altså ikke er tilgjengelig før ut på høsten 2011 (jvf Kapittel 1).

## 12 ØKONOMITALL FOR REISELIVSSNÆRINGEN OG TILKNYTTEDE NÆRINGER

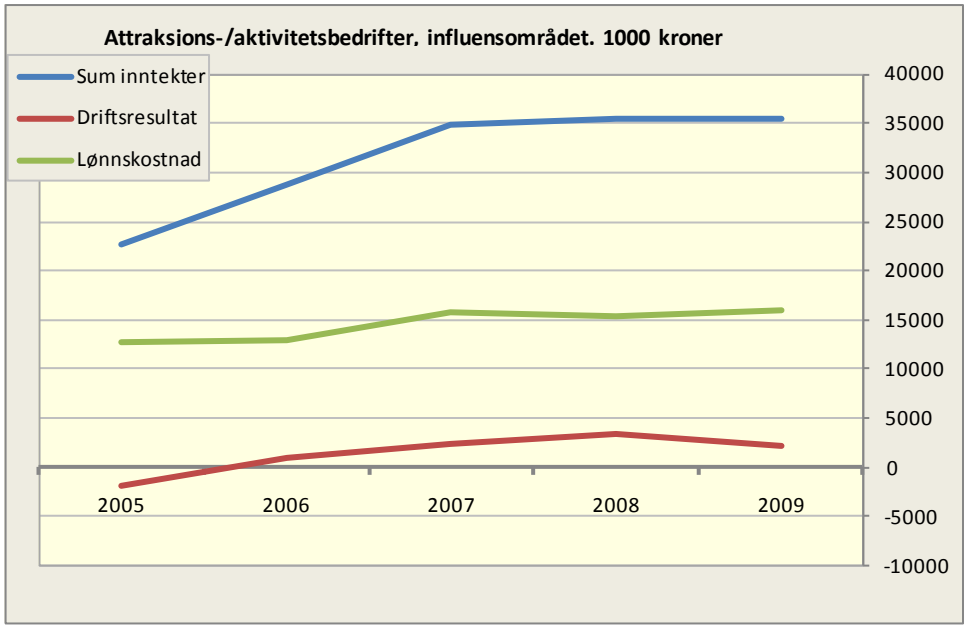
Økonomitall som kan gi informasjon om utviklingen i næringa før og etter ulykken er ikke tilgjengelig før høsten 2011 for 2010-sesongens vedkommende. Vi har gjennomført en analyse av tallmateriale for de siste årene som leder opp mot ulykken, som vist i påfølgende figurer. Vi har her delt i to grupper

- området med antatt målbare konsekvenser – Bamble, Kragerø og deler av Larvik (Nevlunghavn og Helgeroa) (se også kapittel 10.4, side 55) – i figuren kalt influensområdet som vi der har slått sammen med kjerneområdet
- referanseområdet Tjøme og Nøtterøy (område som ikke er berørt)

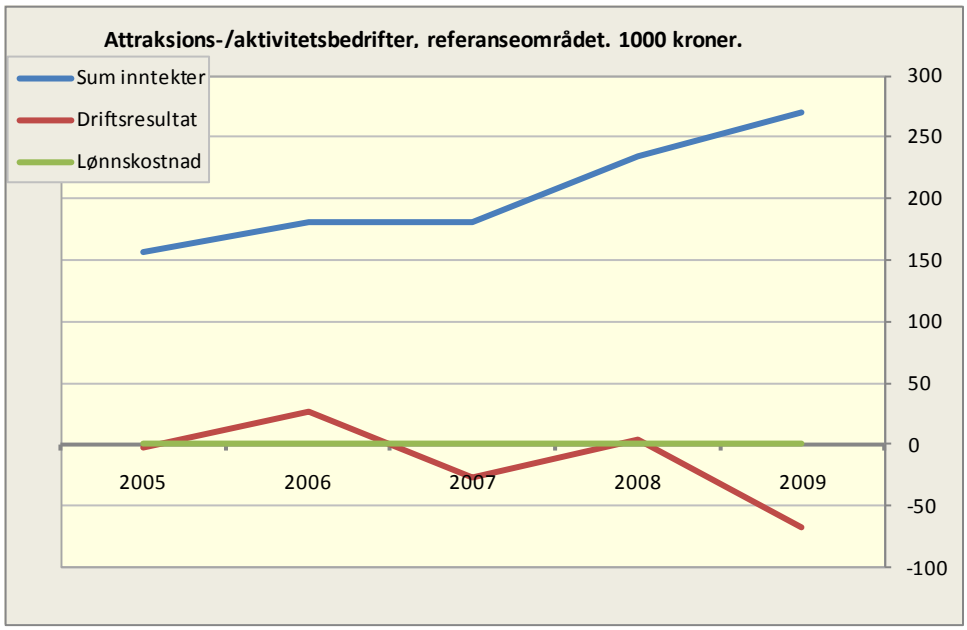
Analysene er delt i tre typer bedrifter:

- Attraksjons- og aktivitetsbedrifter
- Overnattingsbedrifter
- Serveringsbedrifter

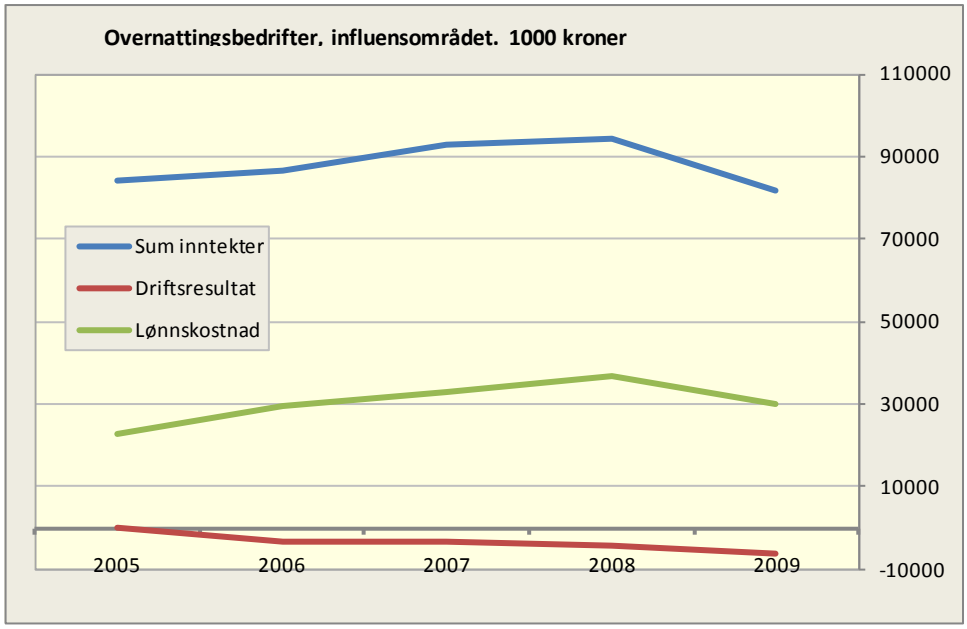
Vi går i denne omgang ikke inn på en analyse av disse tallene og grafene. Det blir en oppgave når 2010-tallene foreligger og blir innholdet i sluttrapport i 2011.



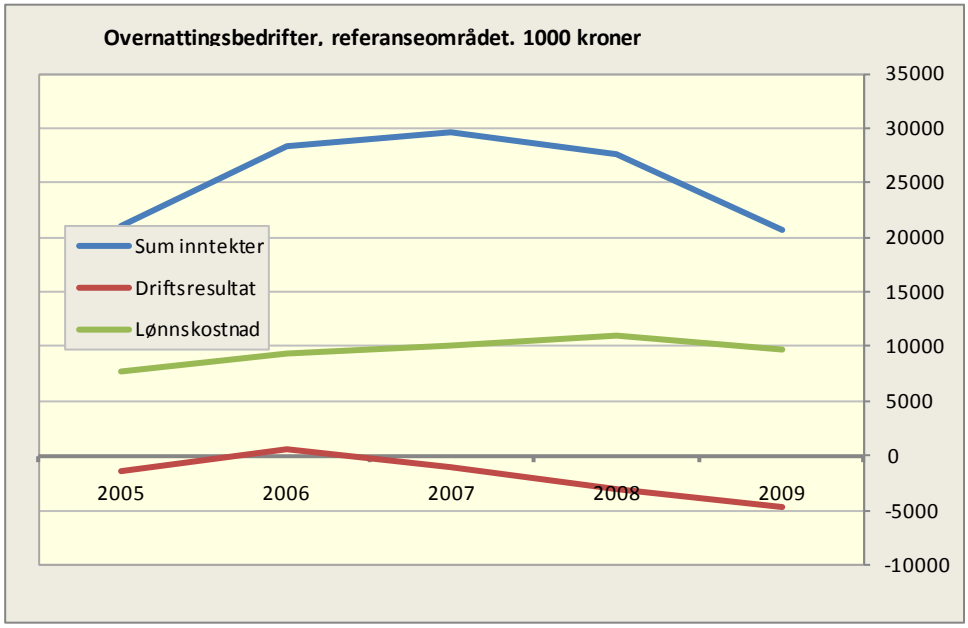

*Figur 36: Økonomitall for attraksjons/ og aktivitetsbedrifter i influensområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisteret / Ravn info*



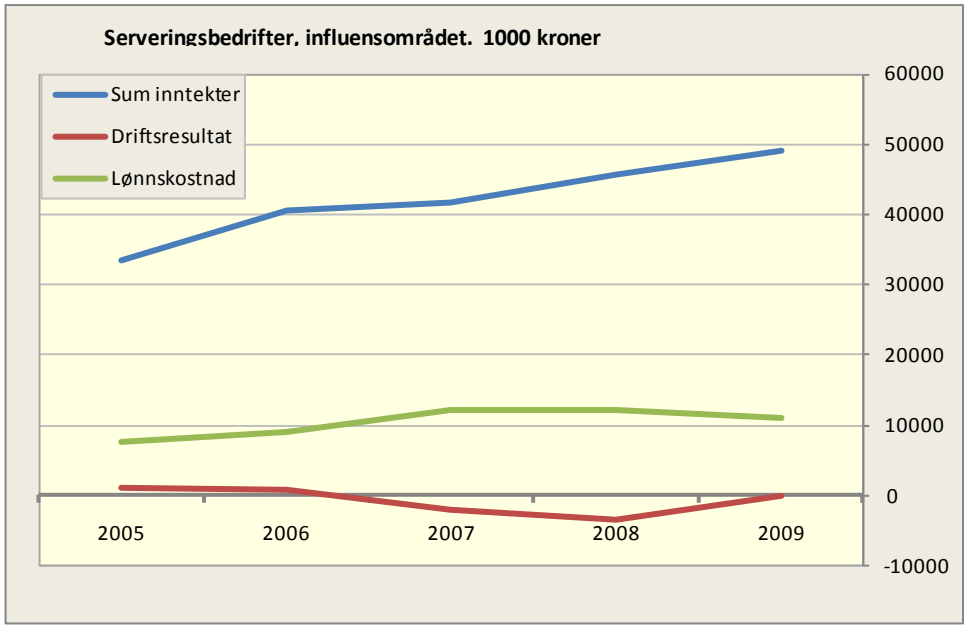

*Figur 37: Økonomitall for attraksjons/ og aktivitetsbedrifter i referanseområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisterene / Ravn info*



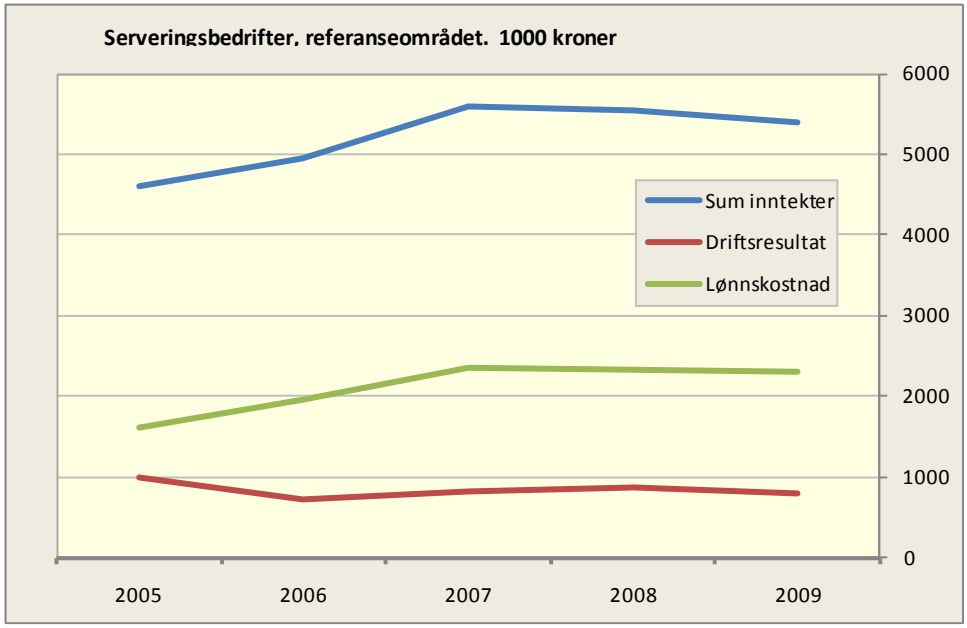

*Figur 38: Økonomitall for overnattingsbedrifter i influensområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisterene / Ravn info.*




*Figur 39: Økonomitall for overnattingsbedrifter i referanseområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisterene / Ravn info.*




*Figur 40: Økonomitall for serveringsbedrifter i influensområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisterene / Ravn info.*




*Figur 41: Økonomitall for serveringsbedrifter i referanseområdet for perioden 2005 – 2009. Kilde: Brønnøysundregisterene / Ravn info.*

Dette tallmaterialet vil danne grunnlag for å ta stilling til økonomiske konsekvenser for næringen i de berørte områdene så snart tallmaterialet for 2010-sesongen foreligger.

Altin, D. (2008). *Giftighet av bunkersolje fra M/S Server og M/S Rocknes. Sammendragsrapport.* (No. SINTEF A5634) (p. 7). SINTEF.

Beredskabsstyrelsen. (2005). *Beredskabets indsats i forbindelse med orkanen 8. januar 2005. En tværgående erfaringsopsamling.* Beredskabsstyrelsen, Danmark. Retrieved from http://www.brs.dk/folder/orkan2005/Orkanrapport_8januar2005.pdf

Bjerløv Karlsen, A. (2009a, August 3). Fiskefestivalen går sin gang. *Langesund Blad*. Langesund. Retrieved from http://www.pd.no/langesunds_blad/article4496120.ece

Bjerløv Karlsen, A. (2009b, August 10). Fanget mer fisk enn i fjor. *Langesund Blad*. Langesund. Retrieved from http://www.pd.no/langesunds_blad/article4508691.ece

Boitsov, S., & Klungsøyr, J. (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"* (Rapport) (p. 24). Bergen: Havforskningsinstituttet. Retrieved from http://www.kystverket.no/arch/_img/10048361.pdf

Boitsov, S., Klungsøyr, J., & Steen, H. (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City". Rapport 3.* (Rapport) (p. 15). Bergen: Havforskningsinstituttet. Retrieved from http://www.imr.no/filarkiv/2010/06/rapport_full_city_iii_21jun2010.pdf/nb-no

Claussen, M. W. (2009a, July 31). Olje truer hele sørlandskysten. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195799.ece

Claussen, M. W. (2009b, August 3). Oljesølet har nådd Mandal. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195799.ece

Dimmen, A. (. K. (2009, December 9). *Overså Kyststaten "Full City"?* Presented at the Kystverkkonferansen 2009, Svolvær.

Fiskeri- og kystdepartementet. (2009, November 13). Prop. 52 S (2009-2010) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) Endringer i statsbudsjettet for 2009 under Fiskeri- og kystdepartementet. Tilråding fra Fiskeri- og kystdepartementet av 13. november 2009, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Stoltenberg II). Fiskeri- og kystdepartementet. Retrieved from http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/dok/regpubl/prop/2009-2010/prop-52-s-2009-2010.html?id=585716

Folkehelseinstituttet. (2008, April 7). Dioksiner og dl-PCB - faktaark. Retrieved February 9, 2010, from http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5648&MainArea_5661=5648:0:15,2917:1:0:0:::0:0&MainLeft_5648=5544:67050::1:5590:2:::0:0

Hanchen Michelsen, J. (2009, August 7). Oljesølet: Fiskefestival på egen risiko. *Båtliv*. Retrieved from http://www.batliv.com/wip4/detail_print.epl?id=438199

Hauge, M. T. (2009a, August 1). Dyrevernere raser mot Oddekalv. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196452.ece

Hauge, M. T. (2009b, August 2). Oljen har nådd Risør. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3197287.ece

Hauge, M. T. (2009c, August 2). Tilsølt fugl skal rehabiliteres. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3197287.ece

Hauge, M. T., & Olsen, K. (2009, August 1). Skyter oljeskadede fugler i skjærgården. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196247.ece

Haugestøl, G. L., Salomonsen, G. R., & Lenes, G. (2010). *Undersøkelser av olje i sediment i friluftslivsområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City.* (Rapport

No. 5014575) (p. 41). Oslo: Norconsult AS. Retrieved from http://www.kystverket.no/arch/_img/10091636.pdf

Holgersen, J. D. (2009, August 3). Oljesølet kan gjøre dobbel skade. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3198625.ece

Hultgren, J., & Ramsdal, R. (2009, August 3). Rullesteinene holder på oljen. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3199807.ece

Isaksen, Å. (2009, August 12). Langesund Fiskefestival 2009. *Fiskesjuk*. Blog, . Retrieved February 9, 2010, from http://fiskesjuk.blogspot.com/2009/08/langesund-fiskefestival-2009.html

Jomfruland.net. (2009). Forsiktig med sjømat nå! | Jomfruland.net. Retrieved November 16, 2010, from http://www.jomfruland.net/?p=1723

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2008, May 22). PAH. *Mioljøstatus i Norge*. Retrieved February 9, 2010, from http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Noen-farlige-kjemikalier/PAH/

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2009, April 17). PCB. Retrieved February 9, 2010, from http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Noen-farlige-kjemikalier/PCB/

Kystverket. (2009a 3). "Full City"-rapport: Om lag 2500 sjøfugl omkom. Retrieved March 18, 2010, from http://www.kystverket.no/default.aspx?did=9924406

Kystverket. (2009b 9). Sjømatprøver etter ”Full City”-havariet analysert. Retrieved February 9, 2010, from http://www.kystverket.no/default.aspx?did=9924406

Kystverket. (2009c, August 12). Oppdatert samleside: Oljevernaksjon etter "Full City"-havariet. *Oppdatert samleside: Oljevernaksjon etter "Full City"-havariet*. Retrieved February 9, 2010, from http://www.kystverket.no/?did=9909635

Kystverket. (2010a). *Fant ikke forurenset fisk etter ”Full City”-havariet*. Retrieved from

http://www.kystverket.no/?did=10048363

Kystverket. (2010b, March 29). Samleside: Miljørapporter etter "Full City". *Samleside: Miljørapporter etter "Full City"*. Retrieved November 1, 2010, from http://www.kystverket.no/?did=10049623

Langesund Fiskefestival. (2009). Program for Langesund Fiskefestival 2009. LFF. Retrieved from http://www.adobe.com/no/products/acrobat/readstep2.html

Leschine, T. (2002). Oil Spills and the Social Amplification and Attenuation of Risk. *Spill Science & Technology Bulletin*, *7*(1-2), 63-73.

Lorentsen, S., Bakken, V., Christensen-Dalsgaard, S., Follestad, A., Røv, N., & Winnem, A. (2010). *Akutt skadeomfang og herkomst for sjøfugl etter MV Full City-forliset* (NINA Rapport No. 548) (p. 48). Trondheim: NINA - Norsk Institutt for Naturforskning. Retrieved from http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2010/548.pdf

Mattilsynet. (2005, December 13). Kostholdsråd i norske havner og fjorder: en historisk oversikt fra 1960-tallet fram til i dag. Retrieved February 9, 2010, from http://www.mattilsynet.no/publikasjoner/rapporter/mat/2005/kostholdsr_d_i_norske_havner_og_fjorder__en_historisk_oversikt_fra_1960_tallet_fram_til_i_dag_29799

Mattilsynet. (2009, August 5). Kostholdsråd i forbindelse med Full City-forliset. Retrieved February 9, 2010, from http://www.mattilsynet.no/aktuelt/kostholdsr_d_i_forbindelse_med_full_city_forliset_72176

Mattilsynet. (2010a, March 16). Revidert kostholdsråd i forbindelse med Full City-forliset. Retrieved March 16, 2010, from http://matportalen.no/artikler/2010/3/1268723983.32

Mattilsynet. (2010b, June 29). Opphever kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset. *Opphever kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset*.

Retrieved November 1, 2010, from http://matportalen.no/Matportalen/artikler/2010/6/1277200118.59

Miljøverndepartementet. (2009). Erik Solheim til Langesund forbindelse med Full City-forliset og vasking av sjøfugl - regjeringen.no. Retrieved November 16, 2010, from http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressesenter/pressemeldinger/2009/erik-solheim-til-langesund-forbindelse-m.html?id=572991

Molotch, H., & Lester, M. (1999). Accidents, scandals, and routines: Resources for insurgent methodology. *Critical Sociology*, *25*(2-3), 247.

Molotch, H., & Lester, M. (1975). Accidental News: The Great Oil Spill as Local Occurrence and National Event. *The American Journal of Sociology*, *81*(2), 235-260.

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. (2009a, August 6). Analyserer sjømat etter oljeutslipp. *Analyserer sjømat etter oljeutslipp*. Retrieved February 9, 2010, from http://www.nifes.no/index.php?page_id=126&article_id=3076

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. (2009b, September 7). Opprettholder kostholdsråd etter ”Full City” forliset. *Opprettholder kostholdsråd etter ”Full City” forliset*. Matprotalen, . Retrieved February 9, 2010, from http://matportalen.no/Matportalen/artikler/2009/9/1252318722.22

Norborg, R. W., Rørvik Salomonsen, G., & Lundsør, E. (2010). *Undersøkelser av olje på sjøbunn og i sediment ved Såstein og i Krogshavn etter havariet av Full City*. (p. 35). Oslo: Norconsult AS. Retrieved from http://www.kystverket.no/arch/_img/10021610.pdf

Norges Forskningsråd. (2008). *Nordisk blikk på samfunnssikkerhet. Rapport fra konferanse 1. – 2. september 2008.* Program Samfunnssikkerhet og risiko - SAMRISK (p. 49). Oslo: Norges Forskningsråd.

NRK Nordland. (2009 3). Full City-forliset: -Vi gjorde ingenting feil, men overså båten. *Vi gjorde ingenting feil, men overså båten*. Retrieved August 2, 2010, from http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nordland/1.6893798

NRK Nyheter Telemark. (2009). Selger fortsatt fisk i Langesund. Retrieved November 16, 2010, from http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostafjells/telemark/1.6736319

NRK Telemark. (2009). Får ikke hjelpe til å rydde oljesøl - Telemark - NRK Nyheter. *Får ikke hjelpe til å rydde oljesøl*. Retrieved November 15, 2010, from http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostafjells/telemark/1.6718566

NTB. (2009a, April 8). Tusenvis av fugl skadet etter Full City-forliset. *Vårt Land*. Oslo. Retrieved from http://www.vl.no/samfunn/article4498145.ece

NTB. (2009b, August 1). Uoversiktlig om bord i havaristen. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196199.ece

Prosjektet: Kystopplevelser i Tvedestrand. (2009). Skjærgårdsmat – faren over? *Prosjektet "Aktiv forvaltning av marine naturverdier i kystsonen"*. Retrieved November 16, 2010, from http://www.itvedestrand.no/page/2/

Quality Spa & Resort Kragerø. (2010). Quality Spa & Resort Kragerø. Retrieved November 15, 2010, from http://www.kragerosparesort.no/hotell2.asp?pid=4&bid=30

Sandefjord Lufthavn, Torp. (2010). Passasjerutvikling 2009 Sandefjord Lufthavn Torp. Sandefjord Lufthavn, Torp. Retrieved from http://www.torp.no/Pages/Artikkel.aspx?pkMenu=88&pksMenu=163&Language=NO

Sandvik, J. (2009, August 1). Folkevandring til tilsølte Mølen. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196978.ece

Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I., & Andersen, O. (2010). *Full City- havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010* (NINA Rapport No. 633) (p. 96). Lillehammer: NINA - Norsk

Institutt for Naturforskning.

Sletner, T. C., Hatlen, K., Jensen, N., Meaas, A. C., & Fredriksen, F. J. (2010). *Stille etter stormen? Hva "Full City" har lært oss om norsk oljevern.* (p. 32). Oslo: World Wildlife Fund (WWF).

SSB. (2009a). Havnestatistikk. Antall anløp, etter skipstype. 3. kvartal 2009. SSB. Retrieved from http://www.ssb.no/emner/10/12/60/havn/tab-2010-02-11-05.html

SSB. (2009b). Fergetransport mellom Norge og utlandet. Antall passasjerer og kjøretøy, etter havn. 3. kvartal 2009. SSB. Retrieved from http://www.ssb.no/emner/10/12/60/havn/tab-2010-02-11-04.html

Statoil. (2002). Interfuel IF 380. Statoil. Retrieved from www.statoil.no/file_archive/brosjyrer/InterfuelIF380.pdf

Tangen, J. E., & Tangen, S. (2008). *Nye Grenlandsboka. Natur, friluftsliv, lokalhistorie turguide.* Porsgrunn / Tangen: Tangen Vilje. Retrieved from www.grenlandsboka.no

Torgersen, H. O., & Holgersen, J. D. (2009, July 31). Frykter store ødeleggelser. *Aftenposten*. Olso. Retrieved from http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195082.ece

Vekst i Grenland - ViG. (2010). HENVENDELSE TIL FISKERI- OG KYSTDIREKTORATET OM SAMARBEID ETTER OLJEULYKKEN "FULL CITY". Retrieved November 16, 2010, from http://www.vig.no/site/Vekst-i-Grenland/Arkiv/Nyheter/HENVENDELSE-TIL-FISKERI-OG-KYSTDIREKTORATET-OM-SAMARBEID-ETTER-OLJEULYKKEN-FULL-CITY

Verdens Gang - VG. (2009). Full strid om drap på oljeskadde fugler. Retrieved November 16, 2010, from http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=556018

Verdens Gang - VG. (2009a). - Sørlandskysten vil bli et oljebad. Retrieved November 16, 2010, from http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=556016

Verdens Gang - VG. (2009b). - Nå er badesesongen ødelagt. Retrieved November 16, 2010, from http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=555891

Verdens Gang - VG. (2009c). Miljøeksperter: - Kan bli en stor miljøkatastrofe. Retrieved November 16, 2010, from http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=555879

Visit Kragerø. (2010). Overnatting - Kragerø. Retrieved November 15, 2010, from http://www.visitkragero.no/pages/overnatting/42383

Wolf, Ø. (2009, August 3). Det nytter å vaske sjøfugl. Retrieved from http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostfold/1.6717454

Yender, R., Lord, J. M., & Lord, C. (2002). *Managing Seafood Safety after an Oil Spill.* (p. 72). Seattle: Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.3883&rep=rep1&type=pdf

Økland, T. (2005). *Kostholdsråd i norske havner og fjorder: en historisk oversikt fra 1960-tallet fram til i dag.* Berfald & co (p. 272). Oslo. Retrieved from http://www.mattilsynet.no/mattilsynet/multimedia/archive/00018/Ny_rapport__Kosthold_18114a.pdf

**”Full City” og reiselivet.**

**Analyse av virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. En underveisrapport**

**ØF-Rapport nr. 14/2010**

**ISBN nr: 978-82-7356-674-4**

NINA Rapport 633

# Full City- havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010

Margrete Skår
Hogne Øian
Odd Inge Vistad
Oddgeir Andersen

NINA
Norsk institutt for naturforskning

LAGSPILL ENTUSIASME INTEGRITET KVALITET

Samarbeid og kunnskap for framtidas miljøløsninger

# NINAs publikasjoner

**NINA Rapport**
Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

**NINA Temahefte**
Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

**NINA Fakta**
Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

**Annen publisering**
I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Full City- havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010

Margrete Skår
Hogne Øian
Odd Inge Vistad
Oddgeir Andersen

Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I. & Andersen, O. 2010. Full City-havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010. - NINA Rapport 633. 79 s.

Lillehammer, november 2010

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-2212-9

RETTIGHETSHAVER
© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET
[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE
Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON
Margrete Skår

KVALITETSSIKRET AV
Kirstin Fangel

ANSVARLIG SIGNATUR
Børre Dervo

OPPDRAGSGIVER(E)
Kystverket

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER
Rune Bergstrøm

FORSIDEBILDE
Margrete Skår

NØKKELORD
Miljøundersøkelse
Oljeforurensing
Friluftsliv

KEY WORDS
Environmental impact study
Oil spill
Outdoor recreation

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**
Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**
Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**
Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

# Sammendrag

Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I. & Andersen, O. 2010. Full City- havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010. - NINA Rapport 633. 79 s.

**Bakgrunn**
Lasteskipet ”Full City” gikk på grunn ved Såstein utenfor Langesund i Telemark 31. juli 2009. Grunnstøtingen medførte en oljelekkasje på ca. 300 tonn råolje, som nådde kysten på ulike steder i løpet av de nærmeste døgnene. I større eller mindre grad ble områder på strekningen Portør – Stavern berørt av oljeutslippet. Ulykken fikk stor oppmerksomhet i media. Det ble tidlig satt i gang miljøundersøkelser for å kartlegge effekter av oljeutslippet. For første gang i Norge valgte man å sette i gang en forholdsvis omfattende studie om eventuelle effekter av oljeutslippet på friluftsliv og reiseliv, i tillegg til mer tradisjonelle studier av effekter på naturmiljøet. Rapporter fra miljøundersøkelsene etter Full City havariet er å finne på www.kystverket.no. Delstudien om eventuelle konsekvenser for friluftsliv består av to hoveddeler: en studie som undersøker kortsiktige effekter, det vil si fram til vinteren kom 2009 (Øian m.fl. 2010) og denne rapporten som vurderer effekter av oljeutslippet sommeren 2010. Vurderinger av eventuelle effekter av Full City havariet på *reiseliv* utføres av Østlandsforskning og rapporteres for seg.

Studien av kortsiktige effekter viser at oljeutslippet *hadde* effekter på friluftslivet, spesielt i den umiddelbare fasen etter forliset da mye av den friluftslivsmessige bruken stoppet opp. Som følge av oljeutslippet, eventuelt i kombinasjon med dårlig vær, avsluttet en del hyttebrukere, campinggjester og andre tilreisende ferien sin noe tidligere enn vanlig sommeren 2009. Men mange avslutter også vanligvis ferien sin rundt havaritidspunktet eller noe etterpå. Det er derfor utvilsomt at oljeutslippet ville hatt betydelig større effekter på friluftsliv dersom utslippet hadde funnet sted på begynnelsen av sommeren. De første dagene etter ulykken var preget av intuitive reaksjoner og sterke følelser. Medias formidling av hendelsen bidro trolig til en sterk følelsesmessig reaksjon. Reaksjonsmønsteret knyttet til båthavariet endret seg etter ganske kort tid fra å være preget av følelser som sinne, fortvilelse og sorg til etter hvert å bli preget av optimisme og tro på framtida. Samtidig som fokus i folks bevissthet gradvis ble endret fra dramatikk til optimisme og lettelse, begynte folk å ta friluftslivsområder i bruk igjen. Dette skjedde parallelt med framdriften i oppryddingsaksjonen.

Graden av forurensning på ulike steder innvirket på muligheten til å ta områdene i bruk igjen, og tidspunktet for påbegynt og avsluttet opprenskning spilte også en rolle. På grunn av opprenskningsarbeidet ble områder avstengt, og på grunn av forekomster av oljesøl der en vanligvis ferdes måtte friluftslivsutøvere foreta en del tilpasninger. Fordi friluftsliv og naturopplevelse ofte henger nært sammen med *stedstilknytning* og andre identitetsformer, kan endringer i utøvelse av friluftsliv også innebære at meningsinnholdet i den enkeltes friluftsliv forandres. Utover høsten 2009 tok friluftslivsbruken seg gradvis opp igjen, slik at aktiviteter som normalt utføres på høsten i stor grad også ble utført også høsten 2009, som padling, turgåing, dykking, fiske og båtliv.

**Problemstillinger**
I rapporten vurderes virkningene av oljeutslippet på friluftsliv sommeren 2010. Rapporten bygger på kvantitative spørreundersøkelser blant fastboende, hytteeiere og dagsbesøkende i kommunene Kragerø, Bamble og Larvik. Undersøkelsen blant fastboende omfatter også Porsgrunn og Skien kommuner, fordi innbyggerne her er brukere av kystlinja i de andre tre kommunene. Spørreundersøkelsene er gjennomført i perioden juli-oktober 2010. Rapporten fokuserer i hovedsak på tre problemstillinger:

- Hvordan opplevde fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende det å ta kyststrekningen av Kragerø, Bamble og Larvik kommuner i bruk sommeren 2010, ett år etter oljeutslippet?
- Er friluftslivsbruken på den aktuelle kyststrekningen endret i sammenligning med situasjonen *før* oljeutslippet?
- Hvordan virker eksisterende holdninger til naturen og forurensning inn på hvordan oljeforurensingen fra Full City oppleves og brukes?

I tillegg omfatter denne rapporten en del som belyser medias fokus på Full City havariet, med vekt på friluftsliv.

**Metode**

Innsamlingen av data har funnet sted gjennom en nettbasert spørreundersøkelse blant fastboende og hyttefolk, i tillegg er det foretatt intervjuer av dagsbesøkende *on site* i området Nevlunghavn-Mølen.

Til den nettbaserte spørreundersøkelsen hadde Norfakta i oppdrag å verve 2 000 fastboende, likt fordelt på de fem kommunene. Av disse svarte 988 fastboende på spørreskjemaet, slik at svarprosenten er 49,4 % i forhold til antall vervede. Den kommunevise fordelingen av respondenter varierer mellom 175 i Skien og 220 i Bamble.

Hyttefolket består av tre delutvalg. 1: Et tilfeldig utvalg av 801 eiere av fritidseiendommer som befinner seg 300 meter eller mindre fra strandlinjen i de tre kommunene Kragerø, Bamble og Larvik. Av disse ble det vervet til sammen 208 personer, omtrent likt fordelt på de tre kommunene. 128 av disse svarte på spørreundersøkelsen med svarprosent 61,5 %. 2: 145 (15 %) av de bofaste har også hytte i området og inngår også i hytteutvalget. 3: Bruk av et adresseregister til en lokal hytteforening på Jomfruland resulterte i 3 respondenter. Til sammen består utvalget av hytteeiere- og brukere av 276 respondenter. Dette utvalget betegnes videre i denne rapporten som *hyttefolk*.

Vervingen av fastboende i de 5 kommunene ble foretatt medio august og et elektronisk spørreskjema ble sendt ut og besvart i løpet av siste del av denne måneden. Vervingen av eiere av fritidseiendommer foregikk medio september 2010, mens det samme spørreskjemaet som ble sendt ut til fastboende ble utsendt til hyttefolkene og besvart i siste del av september og begynnelsen av oktober 2010.

En del av spørsmålene i surveyen har form av utsagn eller påstander. Respondenten ble bedt om å ta stilling til disse på en 5-delt skala. I de tilfellene der man blir bedt om å ta stilling til i hvilken grad man er enig eller uenig ble man gitt disse alternativene: 1=svært uenig, 2=uenig, 3=nøytral, 4=enig og 5=svært uenig. I de fleste tilfellene gis man også anledning til å krysse av for ”vet ikke”.

I tillegg til spørreundersøkelsen blant fastboende og hyttefolk i området, ble til sammen 346 dagsbesøkende personer intervjuet ved Oddane sand camping, Mølen, Nevlungsstrand og Nevlunghavn. For å nå et tilstrekkelig antall respondenter ble undersøkelsen gjennomført i løpet av flere soldager i juli 2010. NorStat gjennomførte undersøkelsen på stedet på oppdrag fra NINA.

**Demografiske variabler**

Kjønnsfordelingen er relativt jevn i alle de tre utvalgene. Ca. 20 % er under 40 år i utvalget av hytteeiere, mens den tilsvarende andelen blant fastboende utgjøres av noen over 37 %. Den lave andelen yngre i den første gruppen skyldes ganske sikkert av det er om lag halvparten av dette utvalget består av *eiere* av fritidseiendommer som er rekruttert.

Utdanningsnivået i utvalget av fastboende og hyttefolk er høyere enn gjennomsnittet på landsbasis. Spesielt er det mange med høyere utdanning blant hyttefolket. Blant de dagsbesøkende tilsvarer utdanningsnivået omtrent gjennomsnittet i befolkningen. Nærmere 70 % % av de fastboende opplyser at de har tilgang til båt, mens ca. 90 % i hytteutvalget sier det samme. De aller fleste spørsmålene i denne studien omhandler imidlertid en spesifikk kyststrekning og bruk av denne, slik at spørsmålet om en bruker båt eller ikke for å komme dit blir mer underordnet.

70 % av de dagsbesøkende kommer fra kommuner utenom Skien, Kragerø, Porsgrunn, Bamble og Larvik.

**Bruken av kyststrekningen**

98 % av de fastboende og hytteeierne hadde brukt kysten til friluftslivsformål minst én gang i løpet av sommeren. Rundt halvparten av de fastboende oppga at de hadde brukt kysten ofte eller svært ofte. For hyttefolkene er denne andelen noe større, ca 73 %. Forskjellen mellom de to utvalgstypene har trolig primært opphav i at hytteoppholdene er tidsavgrenset og dermed preget av mer intens friluftslivsutøvelse i sammenligning med fastboende som bruker kysten gjennom større deler av året og i mer hverdagslige sammenhenger.

Soling/bading, turgåing, hytteliv og båtliv er de mest dominerende aktivitetene. Fiske fra land og fra båt, samt høsting av sjømat er også sentrale aktiviteter. Andre og til dels mer spesialiserte aktiviteter, som for eksempel padling, bølgesurfing og jakt, forekommer i svært varierende grad. Ikke desto mindre blir inntrykket som fester seg at kysten ikke bare blir brukt ofte av mange, men også at bruken er variert og mangfoldig. Forskjellene mellom hyttefolk og fastboende er ikke store med hensyn til deltakelse i ulike aktiviteter.

**Favorittsted for friluftsliv**

Strekningen Langesund-Portør er desidert mest populært som friluftslivsområde. Om lag 45 % av hyttefolket og ca. 34 % av de fastboende krysset av for denne strekningen som favoritt friluftslivsområde. De andre områdene fordeler seg noenlunde jevnt mellom ca 10 og 15 %, mens Jomfruland foretrekkes av en enda lavere andel. Variasjonene i favorittområder ser grovt sett ut til å reflektere fordelingen av befolkningstetthet og hytteområder i regionen.
Studien viser at nesten 40 % av de fastboende har sitt favorittfriluftslivs område der de bor. Dette viser hverdagsfriluftslivets betydning langs kysten. På den måten vil et oljeutslipp som rammer befolkningstette områder egnet for friluftsliv ramme friluftslivet spesielt hardt, sammenlignet med mer grisgrendte strøk eller områder som er mindre egnet for friluftsliv. Befolkningens vektlegging av nærfriluftslivsområder viser også hvor tett friluftslivet er knyttet opp mot stedstilhørighet, noe som gjør eventuelt skifte av sted på grunn av oljeforurensing mindre aktuelt hvis oljeforurensing treffer ens nærmiljø og favorittområde.

**Redusert bruk, endring av sted og årsaker**

Det ser ut til at de fleste har brukt kysten til friluftslivsformål omtrent på samme måte som de har gjort de foregående årene. Likevel bør det vektlegges at ca. 17 % av hyttefolkene oppgir at de har brukt kysten *mindre* eller *betydelig mindre* sommeren 2010 i forehold til foregående år. Når det gjelder fastboende er tilsvarende andel ca. 28 %.

Omlag 10 % av de fastboende og ca 8 % av hyttefolkene oppgir at de sommeren 2010 har brukt *andre steder* av kyststrekningen mer enn de pleier å gjøre på grunn av oljeforurensing der de bruker å være. Når vi ser nærmere på hva respondentene oppgir som årsaker til redusert eller endret bruk, viser det seg at de mest framtredende faktorene ikke kan relateres til oljeforurensningen ettersom dårlig vær, feriereiser og forskjellige praktiske årsaker synes å ha størst betydning. Bortsett fra høsting av sjømat er både de fastboende og hyttefolk i stor grad *uenige* i at oljeforurensing har påvirket aktivitetsnivået for de enkelte friluftslivsaktivitetene. Faktorer som kan knyttes til oljeutslippet fra Full City blir likevel gjort relevant av en del respondenter. Studien viser at 10 % av hyttefolket og 8,5 % av de fastboende sier seg *enig* i påstan-

den om at de på grunn av oljerester ikke har kunnet utøve friluftsliv på samme måte som de pleier. Selv om dette dreier seg om et lite mindretall, er det ikke desto mindre en reell effekt av oljeforurensningen. Som årsak til at en del respondenter sjeldnere enn vanlig har oppsøkt kystområdene blir altså faktorer som kan relateres til oljeforurensning tillagt mindre vekt. Det er likevel en svak tendens til at hyttefolkene legger noe større vekt på de oljerelaterte faktorene.

**Observasjoner av oljerester og reaksjoner på dette**

Ca. 63 % av hyttefolket og 48 % av de fastboende har sett olje en eller flere ganger i løpet av sommeren 2010. 10 % av de dagsbesøkende som ble intervjuet *on site* oppga at hadde sett spor etter oljerester den dagen de ble intervjuet. Blant de som har observert eller vært i berøring med olje, sier grovt regnet halvparten at dette har skjedd én til to ganger. Det er en tendens til at flere hyttefolk har observert olje og at de har gjort det oftere enn fastboende. Forskjellen mellom de to segmentene kan ha sammenheng med at hyttefolk generelt er mer aktive friluftslivsutøvere. Det kan også ha å gjøre med at en del hytter ligger i berørte områder som ennå ikke er rensket opp. En noe større andel av hyttefolkene har dessuten adgang til båt, og det kan tenkes at de i større grad en fastboende oppsøker flere steder i løpet av sommeren.
I alle de tre utvalgene er det grovt regnet rundt 40 % som oppga at de reagerte svært negativt på observasjoner av oljerester, på en 5-delt skala. Blant de dagsbesøkende er det imidlertid en forholdsvis stor andel som (ca. 20 %) som oppgir at det ikke spilte noen rolle, mens det blant fastboende og hyttefolk bare er 3 % som sier det samme.

**Opplevelsesverdien**

Når respondentene skal karakterisere opplevelsen av å komme tilbake til kysten sommeren 2010, er rundt 60 % samlet sett enige i at ”det var akkurat som før”. Samtidig er det nesten like store andeler som sier seg enig i påstanden om at de har vært bekymret for muligheten av å komme over olje under sanden, blant steiner og i viker. Ca. 30 % av fastboende- og hyttefolk er enig i at opplevelsen i sommer har vært preget av uro over skadelige helsevirkninger, og ca. 50 % i begge utvalgene har vært bekymret for at det skulle være olje under sanden, iblant steiner og i viker. Imidlertid er det forholdsvis små andeler som sa seg enig i påstanden om at tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted i seg selv fratok dem noe av gleden ved å drive med friluftsliv langs kysten. Den negative effekten av oljeforurensningen synes dermed å ha vært større med tanke på at *opplevelsesverdien* av friluftslivet ble forringet enn at den har påvirket brukshyppighet og områdebruk.
Om lag halvparten av utvalget totalt så seg mer eller mindre uenig i utsagnet om at Full-City ulykken viser at naturen selv er i stand til å ordne opp, mens en enda større andel var uenige i at naturen tåler påvirkninger fra et moderne industrisamfunn. Generelle pessimistiske holdninger til menneskets evne til å ta vare på naturmiljøet har forsterket den negative opplevelsen av å komme tilbake til kysten året etter at oljeutslippet fra Full City fant sted. På samme måte tyder det på at de mer miljøoptimistiske respondentene i mindre grad opplever oljeforurensning som negativt for sitt kystfriluftsliv. Generelle pessimistiske holdninger på naturmiljøets vegne er også mer vanlig hos de som begrunner redusert friluftslivsbruk i sommer med oljeforurensing fra Full City. Dette viser at folks risikovurderinger og forventninger til sommeren knyttet til oljeforurensing henger sammen med deres generelle miljøholdninger.

**Medias framstilling og rolle i det å skape forventninger før sommeren 2010**

Etter Full City havariet i 2009 formidlet media ulike perspektiver på oljeforurensing, fra et katastrofefokus rett etter ulykken til det å formidle framtidsoptimisme på kystlinjas vegne rett før vinteren inntraff. Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk fra mediestudien (kap. 6) er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold til friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt svært få oppslag om oljeforurensing etter Full City-havariet denne sommersesongen. Det er derfor vanskelig å se for seg verken noen positiv eller

negativ medieeffekt for tilreisende. En eventuell positiv effekt må ha kommet etter flere oppslag rundt ettårs markeringa av Full City-havariet, i månedsskiftet juli-august. De dagsbesøkende ble intervjuet *før* ettårs markeringa og medieoppslag rundt Full City-havariet, og intervjuene med de dagsbesøkende gir heller ikke noe informasjon om deres forventninger til besøket i området Mølen-Nevlunghavn. Det er vanskelig å vite hvilket av perspektivene som media har formidlet, fra katastrofe til optimisme, som hadde bitt seg fast i folks bevissthet da de tok kysten i bruk igjen sommeren 2010.

Studien viser ellers at folk med et generelt pessimistisk syn på menneskets rolle som forvaltere av naturmiljøet også opplevde funn av oljerester og tanken på at det hadde vært forurensing i området mer negativt enn de med et mer optimistisk syn. Dette viser at grunnleggende miljøholdninger er av betydning for folks risikovurdering av oljeutslippet etter Full City, noe som også vises i andre studier knyttet til naturkatastrofer. Det er nærliggende å anta at media kan underbygge folks grunnleggende miljøholdninger ved at det er perspektiver som bekrefter ens eget verdisyn som fester seg. På den annen side kan en også tro at medias måte å formidle på, særlig hvis det er entydig, kan være med på å nyansere etablerte holdninger. I vår sammenheng er det nærliggende å tro at fokuset på badeplasser og vannkvalitet i media har bidratt til et fokus på dette også i folks bevissthet, og en tredjedel av både hyttefolket og de fastboende uttrykker gjennom denne studien at de har vært bekymret for den helsemessige risikoen av oljeforurensing. På den annen side har media formidlet mange positive signaler til friluftslivsbruk etter påske 2010. Dette finner også resonans i studien ellers, blant annet ved at flertallet av respondenter opplyser at de har brukt kystsonen som før. Likevel har mange av respondentene hatt en bekymring i sommer knyttet til ulykken og oljeforurensing, noe som utvilsomt henger sammen med medias formidling av situasjonen. Aviser, radio og TV oppgis som en mye viktigere informasjonskanal for både hyttefolk og fastboende enn for eksempel venner og bekjente.

Mange uttrykker at de har reagert svært negativt på spor av oljeforurensningen de har kommet over. Likevel har det i liten utstrekning påvirket deres bruk av kysten til friluftslivsformål når det gjelder bruksfrekvens og valg av aktiviteter, og også i forhold til områdebruk. Imidlertid er det mye som tyder på at både observasjon av oljerester, tanken på at steder har vært forurenset av olje og bekymringer knyttet til helsemessige konsekvenser av oljeforurensning har lagt en viss demper på opplevelsesverdien av friluftslivsutøvelsen langs den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010.

Margrete Skår margrete.skar@nina.no
Hogne Øian hogne.oian@nina.no
Odd Inge Vistad oddinge.vistad@nina.no
Oddgeir Andersen oddgeir.andersen@nina.no

# Innhold

**Sammendrag** ..... **3**

**Innhold** ..... **8**

**Forord** ..... **10**

**1 Innledning** ..... **11**

**2 Metode** ..... **13**
2.1 Delundersøkelse 1: fastboende ..... 13
2.1.1 Om utvalget ..... 13
2.1.2 Sosiale og demografiske variabler i utvalget av fastboende ..... 15
2.2 Delundersøkelse 2: hyttefolk ..... 15
2.2.1 Om utvalget ..... 15
2.2.2 Sosiale og demografiske variabler i utvalget av hyttefolk ..... 16
2.3 Delutvalg 3: dagsbesøkende ..... 17
2.3.1 Om utvalget ..... 17
2.3.2 Demografiske og sosiale variabler i utvalget ..... 18

**3 Fastboende** ..... **19**
3.1 Fastboendes bruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010 ..... 19
3.2 De fastboendes favorittområde ..... 22
3.3 Eventuell endring i de fastboendes bruk av kystsonen i forhold til tidligere ..... 23
3.4 Reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 24
3.5 Flytting av sted for utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 25
3.6 Hyppighet i utøvelse av ulike aktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 27
3.7 Oppsummering, reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 27
3.8 Funn av oljerester ..... 28
3.9 Reaksjoner på observasjon av eller kontakt med oljerester ..... 29
3.10 Opplevelsen av å ta kyststrekningen i bruk sommeren 2010 ..... 30
3.11 Informasjon om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City ..... 32
3.12 Holdninger til miljø generelt og oljeforurensning spesielt ..... 33

**4 Hyttefolk** ..... **36**
4.1 Hyttefolks bruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010 ..... 36
4.2 Hyttefolkets favorittområder ..... 37
4.3 Eventuell endring i hyttefolkets bruk av kystsonen i forhold til tidligere ..... 38
4.4 Reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter blant hyttefolk, relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 39
4.5 Flytting av sted for utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 41
4.6 Hyppighet i hyttefolks utøvelse av ulike friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 42
4.7 Oppsummering, reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City ..... 43
4.8 Funn av oljerester og reaksjoner på dette ..... 44
4.9 Reaksjoner på observasjon av eller kontakt med oljerester ..... 45
4.10 Opplevelsen av å komme tilbake til kysten sommeren 2010 ..... 46

4.11 Informasjon om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City ... 47
4.12 Hyttefolkets forhold til miljøet og oljeforurensning ... 48

**5 Holdninger til miljø, felles analyse for hyttefolk og fastboende ... 51**
5.1 Miljøholdninger og redusert friluftslivsbruk ved den aktuelle kyststrekningen ... 51
5.2 Miljøholdninger og opplevelsesverdi i friluftsliv ved den aktuelle kyststrekningen ... 52

**6 Dagsbesøkende ... 54**
6.1 De tilreisendes bruk av strandsona ... 54
6.2 Funn av oljerester og reaksjoner på dette ... 55

**7 Medias presentasjon av tilstanden i den aktuelle strandsona relatert til friluftsliv, gjennom 2010 ... 58**
7.1 Hovedfunn og tematiske faser i medieanalysen ... 58
7.1.1 Fase 1: Før påske: Miljøtilstand og renskebehov? ... 58
7.1.2 Fase 2: Fra påske til skoleferie: Finrenskning. Kvaliteten i friluftsområdene? ... 59
7.1.3 Fase 3: Bade- og turistsesong: *Det ble da bra, eller…?* ... 59
7.1.4 Fase 4: Ettersommer: Naturen får overta finpussen ... 59
7.1.5 Samla vurdering ... 59
7.2 Metode ... 61
7.3 Medieoppslag i 2010. ... 61
7.3.1 Statistikk første og andre halvår ... 61
7.3.2 Relevant innhold uke for uke ... 63

**8 Fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende: sammenstillende drøfting ... 71**
8.1 Bakgrunn og problemstillinger ... 71
8.2 Fastboende, hyttefolk og dagsbesøkendes bruk av kyststrekningen sommeren 2010 ... 72
8.3 Endringer i friluftslivsbruk i forhold til tidligere år – er oljeforurensning en årsak? ... 73
8.4 Folks opplevelse av å ta kyststrekningen i bruk sommeren 2010 ... 75
8.4.1 Rester av olje og betydning for opplevelse og bruk ... 76
8.4.2 Generelle miljøholdninger og opplevelsen av å ta kysten i bruk ... 77
8.4.3 Medias framstilling og rolle i det å skape forventninger før sommeren 2010 ... 77

**9 Konklusjon ... 78**

**10 Referanser ... 79**

# Forord

Denne studien er del av miljøundersøkelsene etter forliset av lasteskipet Full City, som gikk på grunn ved Såstein utenfor Langesund 31. juli 2009. Rapporten er skrevet på oppdrag av Kystverket. Studien undersøker effekter av oljeforurensingen på friluftsliv sommeren 2010. Rapporten er del av en større studie der konsekvenser av havariet av Full City på reiseliv og friluftsliv undersøkes. Det er tidligere utgitt en rapport om de kortsiktige effektene av oljeforurensingen for friluftsliv (NINA Rapport 573). Vurderinger av effekter av Full City havariet på reiseliv utføres av Østlandsforskning og rapporteres for seg.

Denne rapporten belyser hvordan fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende har tatt influensområdet i bruk igjen sommeren 2010, ett år etter forliset. Den belyser om det har vært endringer i friluftslivsbruken sammenlignet med *før* forliset, og om dette kan relateres til oljeforurensingen. Rapporten belyser hvordan folk opplevde det å ta kyststrekningen i bruk igjen, og også om hva slags holdninger som avspeiles i befolkningen i forhold til oljeforurensing. I tillegg omfatter rapporten en medieanalyse.

Rapporten baserer seg på kvantitative spørreundersøkelser blant de tre nevnte brukersegmentene.

Hogne Øian (NINA) har bidratt som medforfatter, og Odd Inge Vistad (NINA) har ansvar for medieanalysen. Oddgeir Andersen (NINA) har bidratt i analysene av datamaterialet sammen med Line Wold (NINA). Torvald Tangeland (NINA) har hatt ansvar for utforming og gjennomføring av spørreundersøkelsen som en nettsurvey. Margrete Skår (NINA) har bidratt som hovedforfatter og er prosjektleder. Kirstin Fangel (NINA) har fulgt prosjektet som kvalitetssikrer. Vi takker ellers eksterne kolleger og lokale i influensområdet som har bidratt i utforming og utprøving av spørreskjema.

Vi takker Kystverket for oppdraget.

Margrete Skår, prosjektleder

Lillehammer, 12. november 2010

# 1 Innledning

Lasteskipet ”Full City” gikk på grunn ved Såstein utenfor Langesund i Telemark 31. juli 2009. Grunnstøtingen medførte en oljelekkasje på ca. 300 tonn råolje, som nådde kysten på ulike steder i løpet av de nærmeste døgnene. I større eller mindre grad ble områder på strekningen Portør – Larvik berørt av oljeutslippet. Ulykken fikk stor oppmerksomhet i media. Det ble tidlig satt i gang miljøundersøkelser for å kartlegge effekter av oljeutslippet. For første gang i Norge valgte man å sette i gang en forholdsvis omfattende studie om eventuelle effekter av oljeutslippet på friluftsliv og reiseliv, i tillegg til mer tradisjonelle studier av effekter på naturmiljøet. Rapporter fra miljøundersøkelsene etter Full City havariet er å finne på www.kystverket.no. Delstudien om eventuelle effekter på friluftsliv består av to hoveddeler: en studie som undersøker kortsiktige effekter, det vil si fram til vinteren kom 2009 (Øian m.fl. 2010), og denne rapporten som vurderer mer langsiktige effekter av oljeutslippet. Vurderinger av eventuelle effekter av Full City havariet på *reiseliv* utføres av Østlandsforskning og rapporteres for seg.

Vurderingen av kortsiktige effekter er gjort i NINA-rapport 573. Den viser at oljeutslippet *hadde* effekter på friluftslivet, spesielt i den umiddelbare fasen etter forliset da mye av den friluftslivsmessige bruken stoppet opp. Graden av forurensning på ulike steder innvirket på muligheten til å ta områdene i bruk igjen, og tidspunktet for påbegynt og avsluttet opprenskning spilte også en rolle. Noen aktiviteter er mer avhengige av spesielle lokaliteter enn andre og var dermed mer sårbare for oljesøl. Utøvelse av friluftsliv henger nært sammen med folks tilknytning til steder, og rapporten viser også hvordan dette innvirker på personers motivasjon for å ta områder i bruk igjen. Utover høsten 2009 tok friluftslivsbruken seg gradvis opp igjen, slik at aktiviteter som normalt utføres på høsten i stor grad også ble utført høsten 2009, slik som padling, turgåing, dykking, fiske og båtliv. Men det å ta opp igjen friluftslivsbruken innebar samtidig en tilpasning til oljeutslippet i form av å finne andre steder for utøvelse av friluftsliv enn det enn vanligvis gjør. Enten fordi områder var avstengt på grunn av opprenskningsarbeidet, eller på grunn av forekomster av oljesøl der en vanligvis ferdes. For mange er ikke dette nødvendigvis et ”problem”, men fordi friluftsliv og naturopplevelse henger nært sammen med stedstilknytning, innebærer skifte av sted for utøvelse av friluftsliv også en endring i meningsinnhold i den enkeltes friluftsliv.

Kyststrekningen som ble berørt er av nasjonal verdi som feriemål om sommeren. Som følge av oljeutslippet, eventuelt i kombinasjon med dårlig vær, avsluttet en del hyttebrukere, campinggjester og andre tilreisende ferien sin noe tidligere enn vanlig sommeren 2009. Strandopphold, turgåing, fiske, båtliv og andre friluftslivsaktiviteter er en svært viktig del av sommeroppholdet i området, og disse aktivitetene ble redusert i omfang i ukene etter oljeutslippet. Mange avslutter vanligvis ferien sin rundt havaritidspunktet eller noe etterpå. Det er derfor utvilsomt at oljeutslippet ville hatt betydelig større effekter på friluftsliv dersom utslippet hadde funnet sted på begynnelsen av sommeren.

Denne rapporten skal vurdere effekter av oljeutslippet på friluftsliv sommeren 2010. Rapporten bygger på kvantitative spørreundersøkelser blant fastboende, hytteeiere og dagsbesøkende i kommunene Kragerø, Bamble og Larvik (**kart 1)**. Undersøkelsen blant fastboende omfatter også Porsgrunn og Skien kommuner, fordi innbyggerne her er brukere av kystlinja i de andre tre kommunene. Sommersesongen avgrenses i denne studien fra 1. april og fram til spørreundersøkelsen ble avsluttet 6. oktober. Spørreundersøkelsene er gjennomført i perioden juli-oktober 2010. Rapporten vil i hovedsak fokusere på tre problemstillinger:

- Hvordan opplevde fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende det å ta kyststrekningen av Kragerø, Bamble og Larvik kommuner i bruk sommeren 2010, ett år etter oljeutslippet?
- Er friluftslivsbruken på den aktuelle kyststrekningen endret i sammenligning med situasjonen *før* oljeutslippet?

- Hvordan virker eksisterende holdninger til naturen og forurensning inn på hvordan oljeforurensingen fra Full City oppleves og brukes?

I tillegg vil denne rapporten i kortfattet form beskrive medias fokus på Full City havariet, med vekt på friluftsliv. Denne analysen vil gå mindre i dybden enn det medieanalysen i studien av korttidseffekter gjorde.

Som i studien av korttidseffekter viser friluftsliv som begrep også i denne sammenheng til all fritidsaktivitet som utøves med naturomgivelser som en sentral kontekst. Dette er en vid definisjon som gir oss muligheten til å la begrepet dekke de formene for friluftsliv som finnes i området. Friluftsliv kan på den ene siden vise til aktiviteter som representerer fysisk bevegelse og mosjon, anstrengelser og prestasjoner. Men det bør også inkludere mer ”passive” former der oppmerksomheten rettes mot opplevelsen av naturomgivelsene. Mens studien av korttidseffekter bygde på kvalitative intervjuer med folk i det berørte området, bygger denne studien av langtidseffekter på kvantitative spørreundersøkelser. I studien av korttidseffekter fikk vi et bilde av friluftslivsbruken i området, som utgjør grunnlaget for inndelingen i friluftslivsaktiviteter som respondentene på spørreskjemaet har forholdt seg til.

***Kart 1.*** *Kart over studieområdet, det vil si kystlinjen i Kragerø, Bamble og Larvik kommuner. De innringete områdene er kjerneområder i studien. Kilde: Kystverket.*

# 2 Metode

Rapporten bygger på en kvantitativ spørreundersøkelse blant tre viktige brukergrupper av kysten: fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende. Båtfolket inngår i spørreundersøkelsen gjennom de andre brukergruppene, fordi de i spørreskjemaet lar seg identifisere som båteiere eller med tilgang til båt. I rapporten vil de tre ulike delundersøkelsene bli analysert og rapportert for seg, før de tre delundersøkelsene vil inngå i en samlet vurdering. Spørreskjemaet for de fastboende og hytteeierne er identisk (se vedlegg). Det gikk til innbyggere i Kragerø, Bamble og Larvik kommuner fordi kystlinjen her i større eller mindre grad ble direkte berørt av oljeforurensningen fra Full City. Ettersom befolkningen i de to folkerike bykommunene Skien og Porsgrunn i stor grad er brukere av kysten i de tre foran nevnte kommunene, ble disse inkludert i dette utvalget. Spørreskjemaet for de dagsbesøkende (se vedlegg) inneholder noen av de samme spørsmålene som for hyttefolket og de fastboende, men er i stor grad tilpasset en *on site* undersøkelse som dette var.

Når det gjelder fastboende og hyttefolk ble disse på vegne av NINA vervet over telefon av firmaet NorFakta. Utvalget som ble oppringt ble trukket tilfeldig fra Eniro som står bak noen av de mest brukte digitale telefonkatalogene. Vervingen ble foretatt med kvotert aldersfordeling pr. kommune og med forutsetning om at hver enkelt respondent hadde besøkt den aktuelle kyststrekningen i løpet av sommeren 2010. De personene som oppfylte kriteriet om kystbesøk og som takket ja til å delta oppga sin e-post adresse på telefonen. De mottok så en e-post med en link til surveyen.

Undersøkelsen blant de fastboende og hytteeierne ble gjennomført som en nettsurvey. De mottok så en e-post med en link til en digital utgave av spørreskjemaet som kunne besvares på internett. Hovedårsaken til at en såkalt nettbasert spørreundersøkelse ble valgt når det gjelder fastboende og hytteeiere, lå i de økonomiske rammebetingelsene for studien, og en nettsurvey er vesentlig rimeligere enn en postal undersøkelse. Ettersom ikke alle har tilgang til internett eller er fortrolig med bruken av det, vil en nettbasert survey kunne gi et skjevt bilde av befolkningen som helhet. For eksempel vet en at det er færre databrukere i gruppen av eldre enn i befolkningen ellers. Dette har vi prøvd å oppveie ved å definere utvalget ut fra alder. I gruppen av respondenter, altså de som har besvart spørreskjemaet, er det derfor en ganske jevn aldersfordeling. Det er generelt for spørreundersøkelser at de som svarer har en høyere inntekt og utdanning enn gjennomsnittet av befolkningen. Dette gjelder også utdanningsnivået denne undersøkelsen. Vi må nok også gå ut fra at de som har besvart dette spørreskjemaet om friluftsliv har en større interesse for og er mer aktive utøvere av friluftsliv enn gjennomsnittet av befolkningen. Det er også vist at spørreundersøkelser om friluftsliv gjerne har en overdrivelsesfaktor i seg, ut fra at friluftsliv har høy status og dermed er noe vi ”burde ha gjort”. På den måten kan omfanget av friluftsliv synes større gjennom spørreundersøkelser enn det i virkeligheten er. Dette har vi prøvd å oppveie på flere måter. En ting er at vi i innledningsteksten til spørreskjemaet presiserte at de som *ikke* anser seg som friluftslivsutøvere spesielt ble bedt om å svare. Vi var også bevisste på ikke å bruke begrepet friluftsliv i spørreskjemaet, fordi dette har svært ulikt meningsinnhold for ulike personer. I stedet var vi heller mer konkret på deltakelse i ulike aktiviteter.

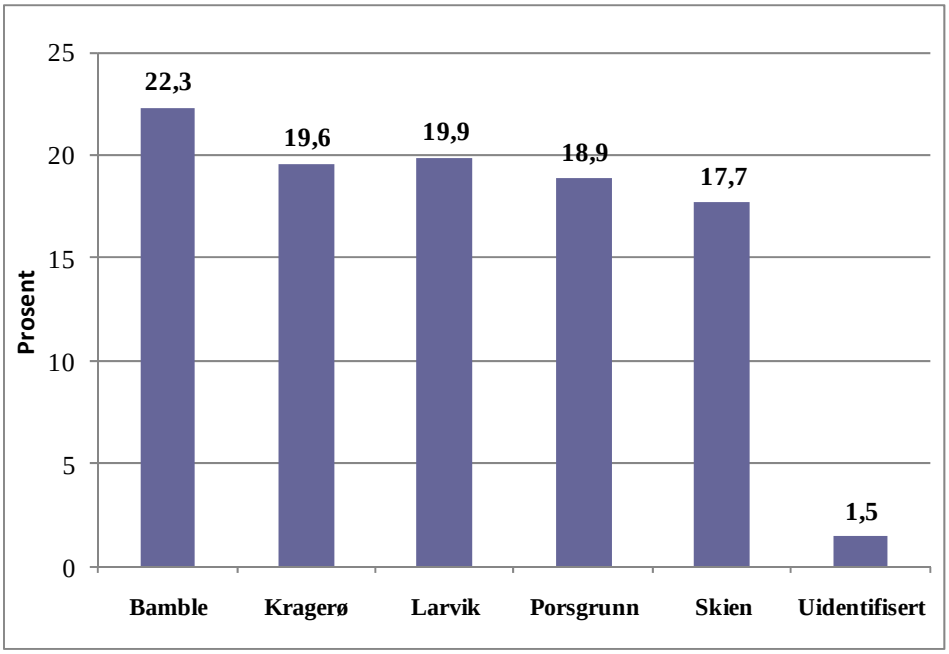
## 2.1 Delundersøkelse 1: fastboende

### 2.1.1 Om utvalget

Det ble til sammen vervet 2 000 fastboende, likt fordelt på de fem kommunene. Av disse svarte 988 personer på spørreskjemaet, slik at svarprosenten er 49,4 % i forhold til antall vervede **(tabell 1)**. 15 % av de fastboende opplyser at de har hytte i området. Denne andelen inngår altså *både* i utvalget av fastboende og i utvalget av hyttefolk.

***Tabell 1:*** *Utvalgsprosedyre, delundersøkelse fastboende.*

| Antall oppringte | Frafall | Frafallsprosent | Antall Vervede | Antall respondenter | Svarprosent |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 126 | 18 126 | 90,0 % | 2 000 | 988 | 49,4 % |




***Figur 1:*** *Kommunevis fordeling av respondenter i delundersøkelse fastboende, prosentvis fordelt. N=988.*

**Figur 1** viser den kommunevise fordelingen av respondenter, som er forholdsvis jevn mellom kommunene. Antall respondenter varierer mellom 175 i Skien og 220 i Bamble, og er i alle kommunene tilstrekkelig for å kunne kjøre de statistiske analysene som anses nødvendige og relevante for denne studien. Antall respondenter er valgt med basis i dette og de økonomiske rammebetingelsene for studien.

Som nevnt analyseres og rapporteres de ulike delundersøkelsene både hver for seg og i en sammenstillende drøfting. Surveyen er forholdsvis omfattende med mange spørsmål **(se vedlegg 2**). En del av spørsmålene har form av utsagn eller påstander. Respondenten ble bedt om å ta stilling til disse utsagnene på en 5-delt skala, og i de tilfellene der man blir bedt om å ta stilling til i hvilken grad man er enig eller uenig i et utsagn ble man gitt disse alternativene: 1=svært uenig, 2=enig, 3=nøytral, 4=enig og 5=svært uenig. I de fleste tilfellene gis man også anledning til å krysse av for ”vet ikke”. På denne måten unngår vi at respondentene krysser av for nøytralt både når de ikke vet hva de skal svare eller når de oppfatter at de selv befinner seg et sted mellom enig og uenig.

For å formidle resultatene på en mest mulig oversiktlig måte har vi i analysen av dataene lagt vekt på *gjennomsnittskår* av de 5 svarkategoriene på skalaen. Gjennomsnittskår gir et godt sammenligningsgrunnlag mellom de tre delutvalgene, men kan gi et feilaktig sammenlignings-grunnlag om spredningen mellom de ulike svarkategoriene ikke er normalfordelt eller varierer svært ulikt mellom de ulike delutvalgene. I de tilfellene dette er situasjonen har vi valgt også å

gjøre rede for prosentvis fordeling mellom de ulike svarkategoriene. Det å vise den prosentvise fordelingen mellom de ulike svarkategoriene har vi også gjort på enkelte spørsmål vi mener er spesielt viktige, for å kunne gå dypere inn i drøftingen av resultatene.

### 2.1.2 Sosiale og demografiske variabler i utvalget av fastboende

I utvalget av fastboende (N=988) er det en jevn kjønnsfordeling, 51,9 % menn og 48,1 % kvinner. Utdanningsnivået er derimot ikke like jevnt fordelt i dette utvalget. 5,2 % har utdanning på grunnskolenivå, 36 % har videregående skole og 58,5 % har høyskole- eller universitetsutdanning. Dette gjenspeiler ikke befolkningen i Norge generelt, der 30 % har utdanning på grunnskolenivå, 43 % har videregående skole og 27 % har høyskole- eller universitetsutdanning (SSB 2010). Imidlertid er dette en skjevhet i mange spørreundersøkelser, og noe leseren av rapporten bør ta i betraktning i vurderingen av resultater.

Ca. 40 % av respondentene oppgir at de har barn under 16 år i husstanden. Det å ha barn i husstanden kan ha betydning for hvordan den voksne respondenten bruker strandsona selv, men bruken i barnefamilier kontra andre familier bør ikke ha så entydige virkninger for friluftslivsbruken at det er naturlig å kjøre egne analyser for denne gruppen.

***Tabell 2:*** *Aldersfordeling i utvalget av fastboende, prosentvis fordelt. N=988.*

| Aldersgrupper | Prosent av totalutvalget |
|---|---|
| 15-19 år | 3,5 |
| 20-39 år | 33,7 |
| 40-59 år | 45,2 |
| 60 år + | 17,5 |

**Tabell 2** viser aldersfordelingen i utvalget av fastboende. Undersøkelsen er rettet mot voksne, og den lave andelen av 15-19 åringer er som forventet. Ellers er andelen av personer mellom 20 og 39 år forholdsvis høy (33,7 %) og også sammenlignet med hyttefolket (18,8 %). Det at andelen av personer over 50 år er svært stor i utvalget av hyttefolk, *kan* være med på å forklare eventuelle forskjeller mellom hyttefolk og fastboende. Det kan blant annet ha innflytelse på grad av stedstilknytning og deltakelse i friluftsliv, som generelt er større hos denne aldersgruppen enn den yngre (Odden 2008).

69,4 % av de fastboende opplyser at de har tilgang til båt. Denne store andelen har utvilsomt betydning for friluftslivsbruken av området, og dermed for resultatene av denne studien blant annet fordi båtfolk potensielt når betydelig større områder enn folk uten båt. De aller fleste spørsmålene i denne studien omhandler imidlertid en spesifikk kyststrekning og bruk av denne, slik at spørsmålet om en bruker båt eller ikke for å komme dit blir mer underordnet.

## 2.2 Delundersøkelse 2: hyttefolk

### 2.2.1 Om utvalget

For å få et utvalg av hytte(eiere) nærme den berørte kystlinjen framskaffet vi, på grunnlag av kartdata (GAB-registeret), et tilfeldig utvalg av 801 eiere av fritidseiendommer som befinner seg 300 meter eller mindre fra strandlinjen i de tre kommunene Kragerø, Bamble og Larvik. Av disse ble det vervet til sammen 208 personer, omtrent likt fordelt på de tre kommunene. Vervingen ble gjort med forutsetning om at eierne selv var brukere av fritidseiendommene. I alt fikk vi 128 svar fra eiere av fritidseiendommer. Svarprosenten i dette utvalget er dermed 61,5 % (**tabell 3**).

I delundersøkelsen blant de bofaste har respondentene svart på hva som ligger bak at man velger seg ut et bestemt favorittområde langs kysten. 145 oppga at årsaken er at de har hytte der. Dette er ikke nødvendigvis *eiere* av fritidseiendommer, men kan kalles regulære *brukere* av fritidseiendommer. Dette er altså fastboende som *også* er hytteeiere- eller brukere. Hvis vi regner svarprosent i dette utvalget ut fra 2000 vervete fastboende, er andelen av disse som også er hyttefolk 145, og dermed 7,5 % av antall vervede fastboende (**tabell 3**).

I tillegg fikk vi tillatelse til å benytte et adresseregister til en lokal hytteforening på Jomfruland. Dessverre resulterte denne vervingen bare i 3 respondenter, som i prosent av antall vervete utgjør 15,8 %. Vi har slått disse 3 sammen med de 128 eierne av fritidseiendommer og de 145 regulære hyttebrukerne, og får til sammen et utvalg av hytteeiere- og brukere på 276 respondenter. Dette utvalget betegnes videre i denne rapporten som *hyttefolk*.

***Tabell 3:*** *Ulike delutvalg i utvalget av hyttefolk.*

| | Antall oppringte | Frafall | Frafalls-prosent | Antall vervede | Antall respondenter | Svarprosent |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Befolkning | 20 126 | 18 126 | 90,0 % | 2 000 | 988 | 49,4 % |
| Eiere av fritids-eiendommer | 801 | 593 | 74,0 % | 208 | 128 | 61,5 % |
| Brukere av fritids-eiendommer (også fastboende) | | | | 2 000 | 145 | 7,5 % |
| Hytteeiere Jomfru-land | 148 | 129 | 87,2 % | 19 | 3 | 15,8 % |

### 2.2.2 Sosiale og demografiske variabler i utvalget av hyttefolk

Nærmere 52 % av hyttefolkene er kvinner, og litt over 48 % er menn. Det er en større andel menn blant eiere av fritidseiendommer enn blant respondentene i befolkningsutvalget som har oppgitt at de er brukere av en hytte i området. I det siste tilfelle er forholdet motsatt ettersom ca. 60 % er kvinner.

Nærmere halvparten (48,2 %) av hyttefolket er mellom 40 og 59 år. Nesten en fjerdedel (24,6 %) er over 60 år. 18,8 % er mellom 20 og 39 år og 1,4 % er mellom 15 og 19 år. Dette innebærer at om lag tre fjerdedeler er over 40 år (**tabell 4**). Denne skjevheten i aldersfordelingen blant hyttefolk er som nevnt noe større enn i delundersøkelsen hos de fastboende. Konsekvenser for resultatene som det er blitt pekt på er at folk i dette aldersegmentet kan være mer opptatt av virkningene av oljeforurensning sammenlignet med yngre, fordi de kan føle en større tilhørighet til området ettersom de gjennom et større antall år har tilbrakt tid der enn yngre. Et annet forhold som kan spille inn, er at eldre respondenter i større grad en yngre har en livsstil som er mindre preget av tidspress og som dermed gjør det lettere å delta i spørreundersøkelsen.

***Tabell 4****: Aldersfordeling i utvalget av hyttefolk, prosentvis fordelt. N=276.*

| Aldersgrupper | Prosent av totalutvalget |
|---|---|
| 15-19 år | 1,4 |
| 20-39 år | 18,8 |
| 40-59 år | 48,2 |
| 60 år + | 24,6 |

31,7 % av respondentene blant hyttefolket oppgir at de har barn under 16 år i husstanden. Med andre ord er gjelder dette for nærmere en tredjedel, og det er grunn til å tro at respondenter under 40 er overrepresentert i denne kategorien.

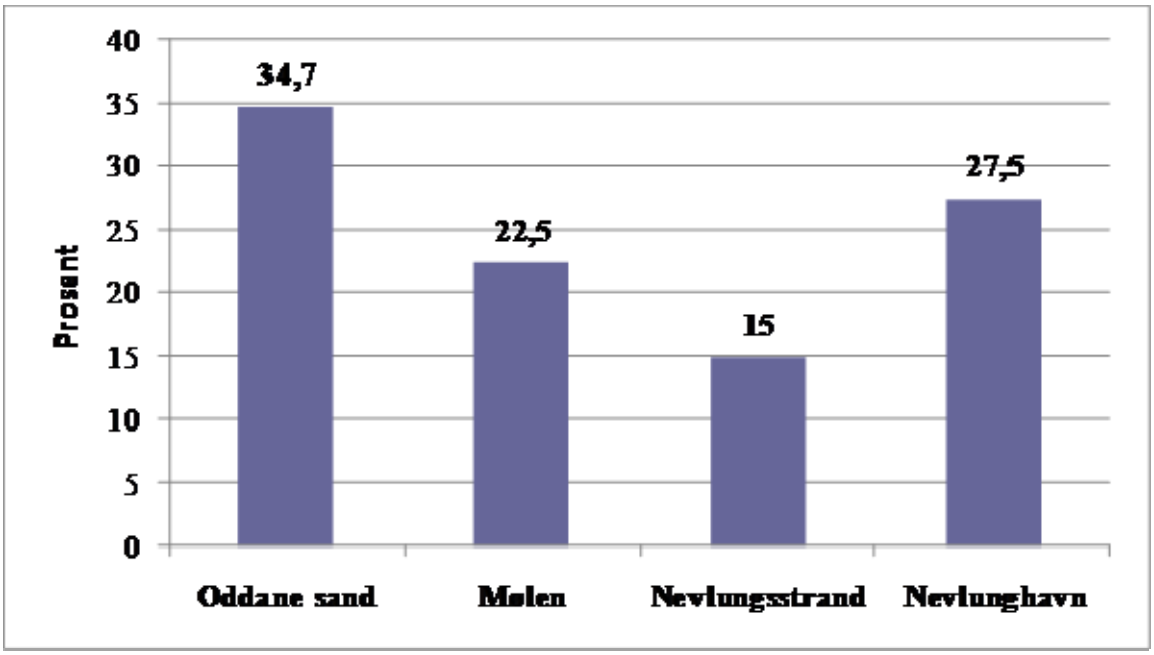
Nærmere 73 % av respondentene oppgir at de har høgskole- eller universitetsutdanning, mens kun 2,5 % har utdanning på grunnskolenivå og 24,3 % har videregående skole. I følge SSB har ca. 27 % av den norske befolkning høyere utdanning. Følgelig er gjennomsnittet for utdanningsnivået her *betydelig* høyere enn gjennomsnittet for befolkningen i landet ellers.

90 % av respondentene oppgir at de har jevnlig tilgang på båt. Dette innebærer trolig at mange hyttefolk farter en del langs kysten utover det som er fritidseiendommens nærområde.

## 2.3 Delutvalg 3: dagsbesøkende

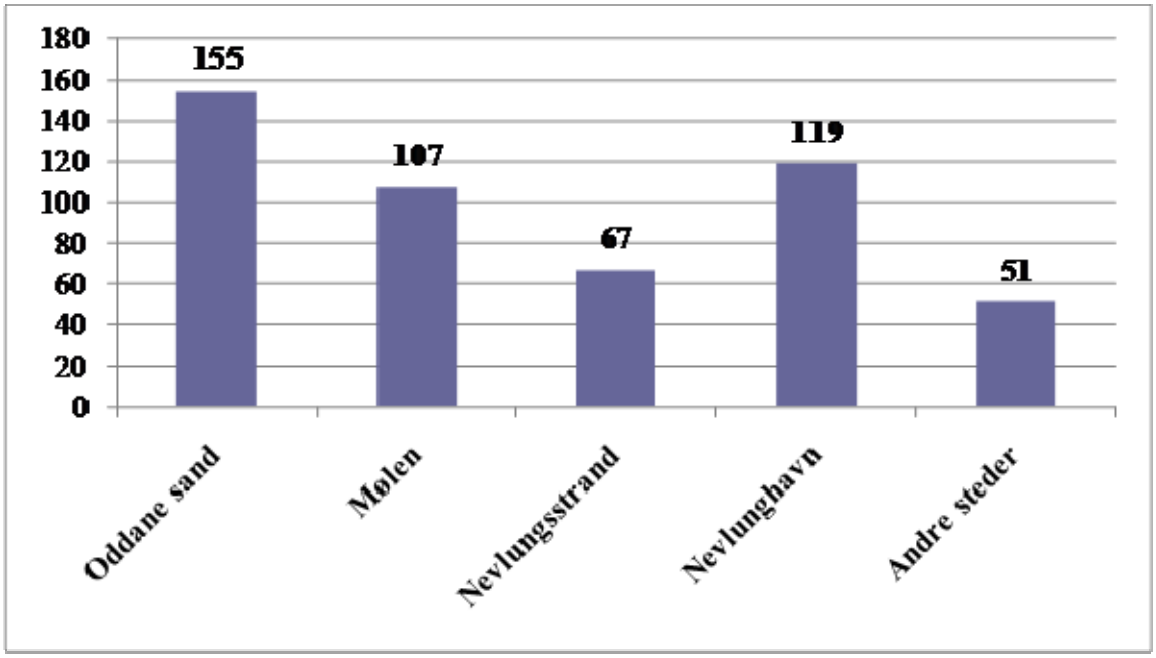
### 2.3.1 Om utvalget

Til sammen 346 personer ble intervjuet i denne undersøkelsen, som ble foretatt på Oddane sand camping, Mølen, Nevlungstrand og Nevlunghavn. For å nå et tilstrekkelig antall respondenter ble undersøkelsen gjennomført på soldager i juli 2010. NorStat gjennomførte undersøkelsen på stedet på oppdrag av NINA. For prosentvis fordeling av antall intervjuete på de ulike stedene, se **figur 2**.




***Figur 2:*** *Prosentvis fordeling av antall intervjuete på de ulike stedene. N=346.*

Noen av de tilreisende hadde besøkt flere av de fire spesifiserte stedene, og til sammen omfatter undersøkelsen 499 besøk, se figur 3. 51 personer oppgir at de i tillegg til besøk på et eller flere av de fire spesifiserte stedene også hadde vært på andre steder i løpet av samme dag.




***Figur 3:*** *Antall intervjuede som oppgir de har besøkt de ulike stedene den dagen de ble intervjuet, totalt 499 besøk. 346 respondenter.*

93,9 % av de dagsbesøkende reiser sammen med andre og 6,1 % reiser alene. Ca. 38 % har med seg barn i reisefølget, noe som kan ha en viss betydning for bruk av strandområdene og dermed hvorvidt og hvordan en gjør erfaringer med det å finne oljerester.

### 2.3.2 Demografiske og sosiale variabler i utvalget

De tilreisende kommer hovedsakelig fra andre steder enn regionen (her definert som de fem studiekommunene i befolkningsundersøkelsen). Det vil si at ca. 70 % kommer fra kommuner utenom Skien, Kragerø, Porsgrunn, Bamble og Larvik.

Også utvalget av dagsbesøkende har en jevn kjønnsfordeling, med 51,4 % menn og 48,6 % kvinner. Tabell 5 viser aldersfordelingen, som viser en noenlunde tilsvarende aldersfordeling som i utvalget av fastboende, en forholdsvis jevn aldersfordeling. Med hensyn til utdanningsnivå har 37,3 % ikke høyere utdanning, 37,9 % har utdanning på høyskolenivå og 24,7 % har utdanning på universitetsnivå. Dette samsvarer omtrentlig med gjennomsnittet av befolkningen ellers.

***Tabell 5:*** *Aldersfordeling i utvalget av dagsbesøkende, prosentvis fordelt. N=346.*

| Aldersgrupper | Prosent av totalutvalget |
|---|---|
| 15-19 år | 6,6 |
| 20-39 år | 32,4 |
| 40-59 år | 41,3 |
| 60 år + | 19,7 |

# Fastboende

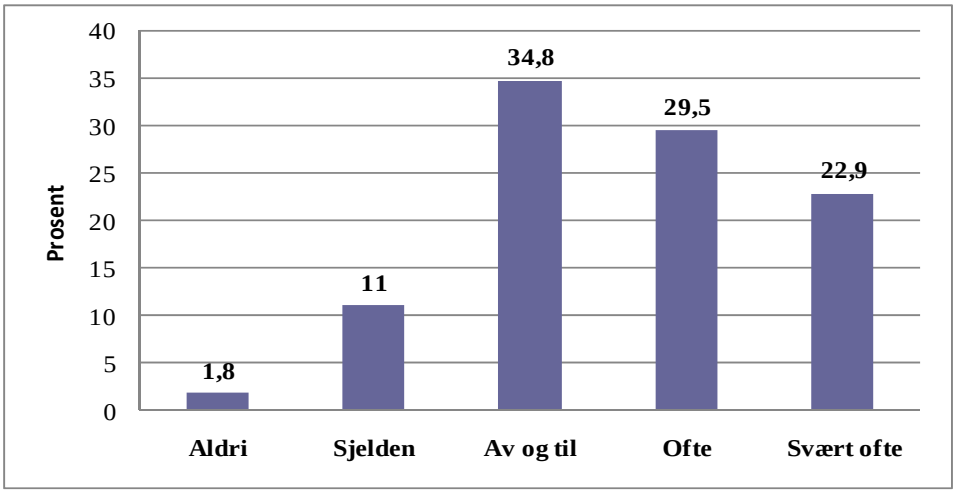
Den aktuelle kyststrekningen beskrives i Øian m.fl. (2010) som et nasjonalt viktig friluftslivsområde om sommeren, og viktige brukergrupper er fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende. Et viktig aspekt ved friluftslivet er at det ofte innebærer en følelsesmessig tilknytning til naturomgivelsene og steder. Ikke minst for fastboende er stedstilknytning viktig, og ulik bruk av kystnaturen er med på å utforme de fastboendes stedsidentitet. For mange fastboende er kyststrekningen en viktig del av hverdagslivet, og reaksjonene på oljeutslippet var derfor sterke, spesielt i den umiddelbare fasen etter båthavariet. Mange hadde en følelse av å bli frarøvet noe betydningsfullt da oljen traff land, der kystens verdi for friluftsliv og rekreasjon var et viktig element.

Spørreundersøkelsen blant de fastboende ble gjennomført i fem kommuner. Kragerø, Bamble og Larvik har kyststrekninger som ble berørt av oljeforurensning, mens Skien og Porsgrunn har mange potensielle brukere av det samme området. Basert på nettundersøkelsen blant de fastboende vil vi i denne delen av rapporten først si noe om denne gruppens friluftslivsbruk av kysten. Hvilke aktiviteter er viktigst, og har sommeren 2010 vært annerledes enn tidligere? Videre vil vi gjøre rede for de fastboendes eventuelle observasjoner av olje i løpet av sommeren og deres reaksjoner på dette. Vi vil også beskrive hvordan de fastboende mer generelt opplevde det å ta områdene i bruk igjen etter båthavariet. Etter en kort redegjørelse av de fastboendes vurdering av informasjonstilgangen om helserisiko forbundet med oljeutslippet, vil vi til slutt drøfte hvorvidt fastboendes holdninger til miljøspørsmål mer generelt kan relateres til reaksjoner på oljeutslippet.

## 2.4 Fastboendes bruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010

For å kartlegge bruken av den aktuelle kyststrekningen til friluftslivsformål, ble respondentene bedt om å vurdere sin deltakelse i en eller flere navngitte friluftslivsaktiviteter. Avgrensingen av hvilke friluftslivsaktiviteter som denne listen omfatter (se **tabell 6**) bygger på kunnskap fra forprosjektet, og tar utgangspunkt i en bred forståelse av friluftslivets innhold (Øian m.fl. 2010).

Spørreundersøkelsen viser at 52,4 % av de fastboende utøvde friluftsliv ofte eller svært ofte, 34,8 % utøvde friluftsliv av og til, mens 12,8 % utøvde friluftsliv sjelden eller aldri (se **figur 4**). Gjennomsnittskår for hele utvalget var 3,61, det vil si at fastboende gjennomsnittlig utøvde friluftsliv et sted mellom ”av og til” og ”ofte” sommeren 2010.




***Figur 4**: Hyppighet i bruk av kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010 blant fastboende, prosentvis fordeling. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = aldri og 5 = svært ofte. Gjennomsnittskår for hele utvalget er 3,61. N = 988.*

Undersøkelsen viser at forskjellene mellom kommunene er små i forhold til hyppighet i friluftslivsbruk sommeren 2010. Befolkningen i Skien og Porsgrunn (gjennomsnittskår 3,3 og 3,5) brukte kyststrekningen noe mindre sommeren 2010 enn de tre kystkommunene, mens befolkningen i Bamble brukte kyststrekningen mest (gjennomsnittskår 3,8). De små variasjonene mellom kommunene viser at kystlinja er svært populær også for kommunene som ligger litt bakenfor kystkommunene. Skien og Porsgrunn har uansett mange kystfriluftsområder å velge mellom innenfor ca. 10-15 minutters bilkjøring.

I **figur 5** ser vi hvor ofte de fastboende benytter kysten til ulike aktiviteter. Bading/soling, turgåing og båtliv utgjør de tre viktigste aktivitetene. Bading/soling har en gjennomsnittskår på 3,4, altså et sted mellom ”av og til” og ”ofte”. Turgåing har en gjennomsnittskår på 3,2 og båtliv 3,1. Det er svært få som ”aldri” utøver bading/soling og turgåing, og de fleste utøver disse aktivitetene ”av og til” eller ”ofte”.

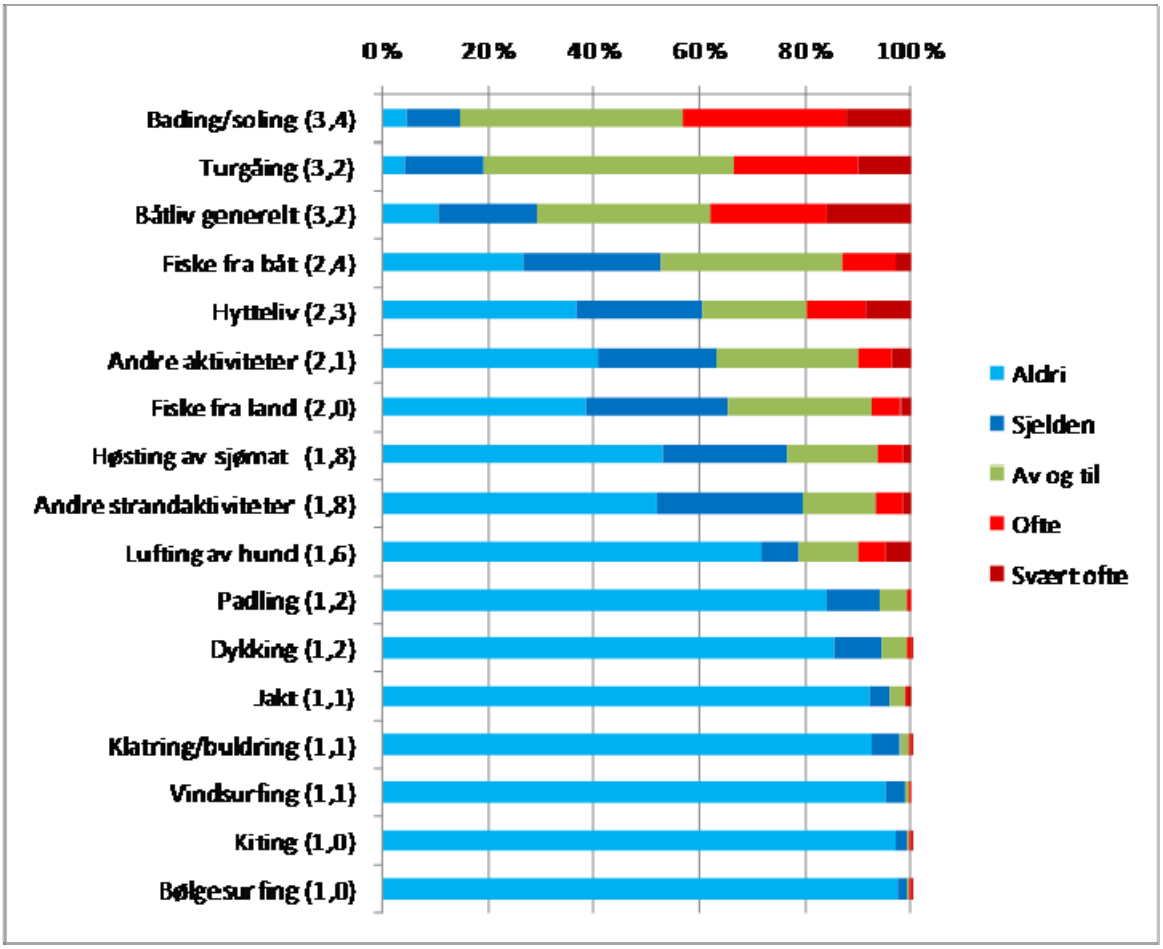
69,4 % av deltakerne i nettundersøkelsen blant de bofaste har tilgang til båt. Hele 15.9 % oppgir at de ”svært ofte” er ute i båt, og denne aktiviteten er dermed den aktiviteten som flest gjør veldig hyppig eller ”svært ofte”. 12,1 % av de fastboende sier de bader og soler seg ”svært ofte”, mens 10 % av de fastboende sier de ”svært ofte” går tur. Slår vi sammen de to svarkategoriene ”ofte” og ”svært ofte” er det bading som utøves oftest (42,9 %), båtliv kommer på andreplass (37,8 %) før turgåing (33,5 %).

Fiske fra båt, fiske fra land, høsting av sjømat og andre strandaktiviteter er aktiviteter som en god del fastboende gjør av og til, og som dermed har en ganske høy gjennomsnittskår, mellom 2,4 og 1,8. Dette tilsvarer et sted mellom ”aldri” og ”av og til” i gjennomsnitt. Dette kan være betydningsfulle aktiviteter for den enkelte selv om de ikke utøves like ofte som for eksempel bading.

Å lufte hund er det 71,8 % som aldri gjør, mens resten av de bofaste sprer seg ganske jevnt mellom kategoriene ”sjelden” til ”svært ofte” for denne aktiviteten. De to neste aktivitetene på lista; padling og dykking er det ca. 10 % som gjør sjelden og ca. 5 % som gjør av og til. Jakt utføres i ennå litt mindre grad. Klatring/buldring og ulike surfeaktiviteter er det et lite mindretall av de fastboende i undersøkelsen som driver. Selv om det er svært få som utøver disse aktivitetene ofte, er det flere lokaliteter på denne kyststrekningen som er svært viktige for denne type aktiviteter, for eksempel Saltstein som har høy status for vindsurfere, og som får stor oppmerksomhet i disse miljøene. Ulike surfeaktiviteter ble tidlig tatt opp igjen på viktige lokalite-

ter etter at oljeutslippet fant sted i fjor, tross forekomsten av oljesøl på flere av de mye benyttede stedene.

Ca. 15 % av de bofaste i undersøkelsen har tilgang til hytte i kystsonen i Kragerø, Bamble eller Larvik. Denne gruppen inngår også i hytteundersøkelsen (se **kapittel 2**).




***Figur 5:*** *Bruk av kysten til ulike aktiviteter sommeren 2010, vist som prosent fordeling i forhold til svarkategorier. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = aldri og 5 = svært ofte Gjennomsnittskår er vist i parentes. N = 988.*

I **tabell 6** ser vi at det er små forskjeller mellom de fem kommunene med hensyn til hvor ofte de ulike aktivitetene ble utført langs kysten i sommer. Larvik var den eneste kommunen med høyere gjennomsnittskår på turgåing enn bading/soling, og Kragerø den eneste kommunen der båtlivet fikk en høyere gjennomsnittskår enn bading/soling. I Skien kommune får turgåing en gjennomsnittskår som er litt lavere enn både bading/soling, båtliv og hytteliv.

Båtliv generelt og hytteliv er de eneste aktivitetene som har en gjennomsnittskår under 3, i Larvik og Skien. Skien er ikke kystkommune, og har naturlig nok mindre båtaktivitet. Den lille forskjellen mellom Larvik og de andre kommunene med hensyn til båtliv generelt er liten og vi velger ikke å vektlegge den her. Hytteliv har en gjennomsnittskår på 2,8 i Skien, noe som kan gjenspeile en lavere andel av folk med tilgang til hytte her enn i de andre kommunene. I den grad en kan snakke om kommunevise forskjeller i bruk av kysten til ulike aktiviteter, bruker fastboende i Larvik kyststrekningen noe mindre til fiske fra land enn fastboende i de andre kommunene, og de fastboende i Skien bruker minst tid til turgåing sammenlignet med de andre kommunene. Men de kommunevise forskjellene er altså ikke store.

***Tabell 6:*** *Bruk av kysten til ulike aktiviteter sommeren 2010 fordelt på kommuner. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = aldri og 5 = svært ofte, og gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. De tre viktigste aktivitetene i hver kommune er merket med gult. N=988.*

| | Larvik | Skien | Kragerø | Porsgrunn | Bamble |
|---|---|---|---|---|---|
| Padling | 1.22 | 1.19 | 1.32 | 1.22 | 1.18 |
| Turgåing | 3.47 | 2.69 | 3.24 | 3.06 | 3.47 |
| Lufting av hund | 1.70 | 1.53 | 1.78 | 1.49 | 1.69 |
| Bading/soling | 3.33 | 3.22 | 3.44 | 3.33 | 3.47 |
| Strandaktiviteter | 1.78 | 1.71 | 1.72 | 1.72 | 1.89 |
| Vindsurfing | 1.04 | 1.07 | 1.04 | 1.10 | 1.08 |
| Bølgesurfing | 1.03 | 1.02 | 1.05 | 1.04 | 1.02 |
| Kiting | 1.04 | 1.04 | 1.02 | 1.03 | 1.05 |
| Fiske fra land | 1.81 | 2.11 | 2.25 | 2.00 | 2.14 |
| Fiske fra båt | 2.15 | 2.29 | 2.61 | 2.26 | 2.51 |
| Jakt | 1.08 | 1.11 | 1.17 | 1.07 | 1.25 |
| Høsting av sjømat | 1.77 | 1.57 | 1.89 | 1.80 | 1.86 |
| Båtliv generelt | 2.79 | 2.86 | 3.56 | 3.14 | 3.33 |
| Hytteliv | 1.91 | 2.77 | 2.29 | 2.58 | 2.08 |
| Klatring/buldring | 1.13 | 1.05 | 1.12 | 1.08 | 1.11 |
| Dykking | 1.15 | 1.17 | 1.27 | 1.23 | 1.23 |
| Andre aktiviteter | 2.10 | 2.13 | 2.22 | 1.90 | 2.13 |

## 2.5 De fastboendes favorittområde

I spørreundersøkelsen ble respondentene bedt om å oppgi et favorittområde for friluftsliv på den aktuelle kyststrekningen. Dette valget ble foretatt ved hjelp av et kart, som ble vedlagt spørreskjemaet **(se vedlegg 2)**. Her ble kysten inndelt i 6 navngitte soner. I tillegg ble det gitt mulighet for å velge hele kyststrekningen (alternativ 7). Av **tabell 7** går det fram at en tredjedel oppgir at deres favorittområde befinner seg innenfor strekningen Langesund – Portør, inkludert Rognsfjorden, mens de andre områdene bortsett fra Jomfruland er oppgitt som favorittområde av mellom 11,4 og 15,9 % av de fastboende. Resultatet gjenspeiler til en viss grad befolkningstettheten i området, og det at noen flere fastboende fra Bamble kommune enn de andre kommunene er representert i spørreundersøkelsen. Resultatet viser samtidig at strekningen Langesund-Portør er et populært friluftslivsområde, også for de som er bosatt innenfor.

***Tabell 7**: I hvilke av de følgende områdene oppholder du deg mest når du utøver friluftslivsaktiviteter? Prosentvis fordelt. N=988.*

| Område | Prosentandel |
|---|---|
| Strekningen Langesund-Portør, inkludert Rognsfjorden | 33.7 |
| Langesundsfjorden | 15.9 |
| Krogshavn, Langesund Bad, Steinvika | 14.0 |
| Øst for Nevlunghavn | 13.4 |
| Mølen, Oddane Sand, Nevlunghavn, Bramskjæra | 11.4 |
| Jomfruland | 7.3 |
| Hele strekningen Portør – Stavern | 4.4 |

**Tabell 8** viser at 38,9 % av de bofaste peker ut sitt *bostedsområde* som favorittområde. Dette viser hverdagsfriluftslivets betydning langs kysten. På den måten vil et oljeutslipp som rammer befolkningstette områder egnet for friluftsliv ramme friluftslivet spesielt hardt, sammenlignet med mer grisgrendte strøk eller områder som er mindre egnet for friluftsliv. Befolkningens vektlegging av nærfriluftslivsområder viser også hvor tett friluftslivet er knyttet opp mot stedstilhørighet, noe som gjør eventuelt skifte av sted på grunn av oljeforurensing mindre aktuelt hvis oljeforurensing treffer ens nærmiljø og favorittområde.

***Tabell 8:** Begrunnelse for valg av favorittområde for friluftsliv, prosentvis fordelt mellom ulike svarkategorier. N=988.*

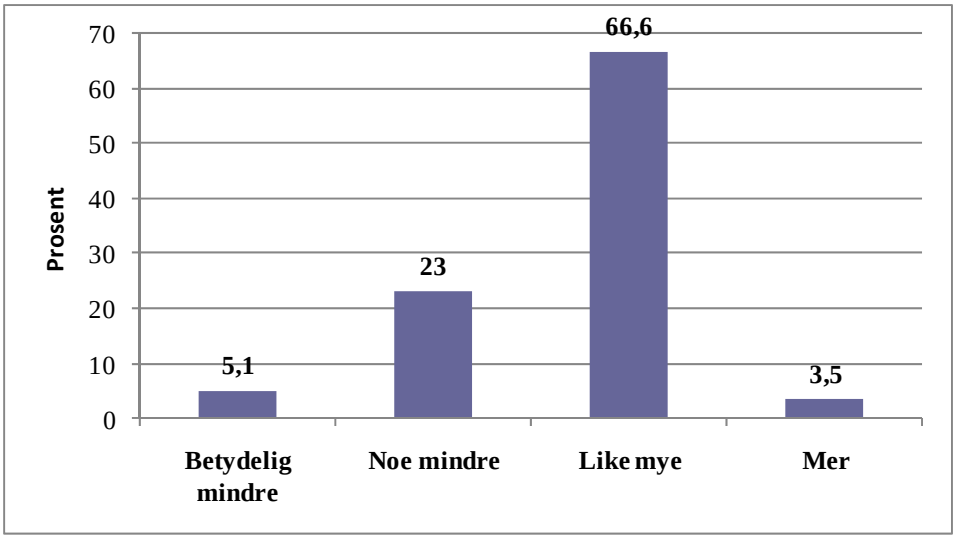
| Årsak | Prosent |
|---|---|
| Jeg bor der | 38.9 |
| Jeg liker meg godt der | 29.6 |
| Jeg har hytte der | 15.0 |
| Jeg har venner der | 6.5 |
| Jeg pleier å feriere der | 5.1 |
| Ingen spesiell grunn | 5.1 |
| Total | 100.0 |

## 2.6 Eventuell endring i de fastboendes bruk av kystsonen i forhold til tidligere

Et hovedspørsmål i denne rapporten er hvor vidt friluftslivsbruken av kyststrekningen sommeren 2010 er endret i forhold til tidligere, og om dette eventuelt kan relateres til oljeutslippet etter Full City sommeren 2009. Befolkningen har erfaringsmessig ulike tilpasningsmåter etter ødeleggelser av naturområder. I studien av korttids-effekter etter havariet av Full City (Øian m.fl. 2010) tok vi utgangspunkt i fire typer av tilpasningsmåter som vist i Bonnieux og Rainelli (2003): 1. utøvelse av en aktivitet stopper helt opp, 2. aktiviteten flyttes til andre steder, 3. den erstattes av andre aktiviteter eller 4. den fortsetter på samme sted som før. Denne inndelingen har også vært utgangspunkt for denne surveyen, og respondentene har svart på spørsmål som

viser eventuelt redusert bruk, eventuell flytting av friluftslivsaktiviteter til andre steder eller hvor vidt man begynner med andre ting som følge av oljeforurensing.

Friluftslivsbruken i området *før* oljeutslippet er beskrevet i Øian m.fl. (2010). Det finnes svært lite tallfestet materiale som beskriver før-situasjonen i området hva angår friluftsliv, og vurderingen av denne bygger derfor i stor grad på skjønnsmessige vurderinger gjort av representanter for lokalbefolkningen. Sammenligningen mellom resultatene i denne spørreundersøkelsen og beskrivelsen av før-situasjonen må derfor nødvendigvis gjøres på et noe overordnet nivå. Dette gjenspeiles også i utformingen av spørreskjemaet, der respondentene bes om å vurdere friluftslivsbruken i sommer i forhold til foregående år ved hjelp av svarkategoriene ”mye mindre”, ”noe mindre”, ”like mye” eller ”mer”.



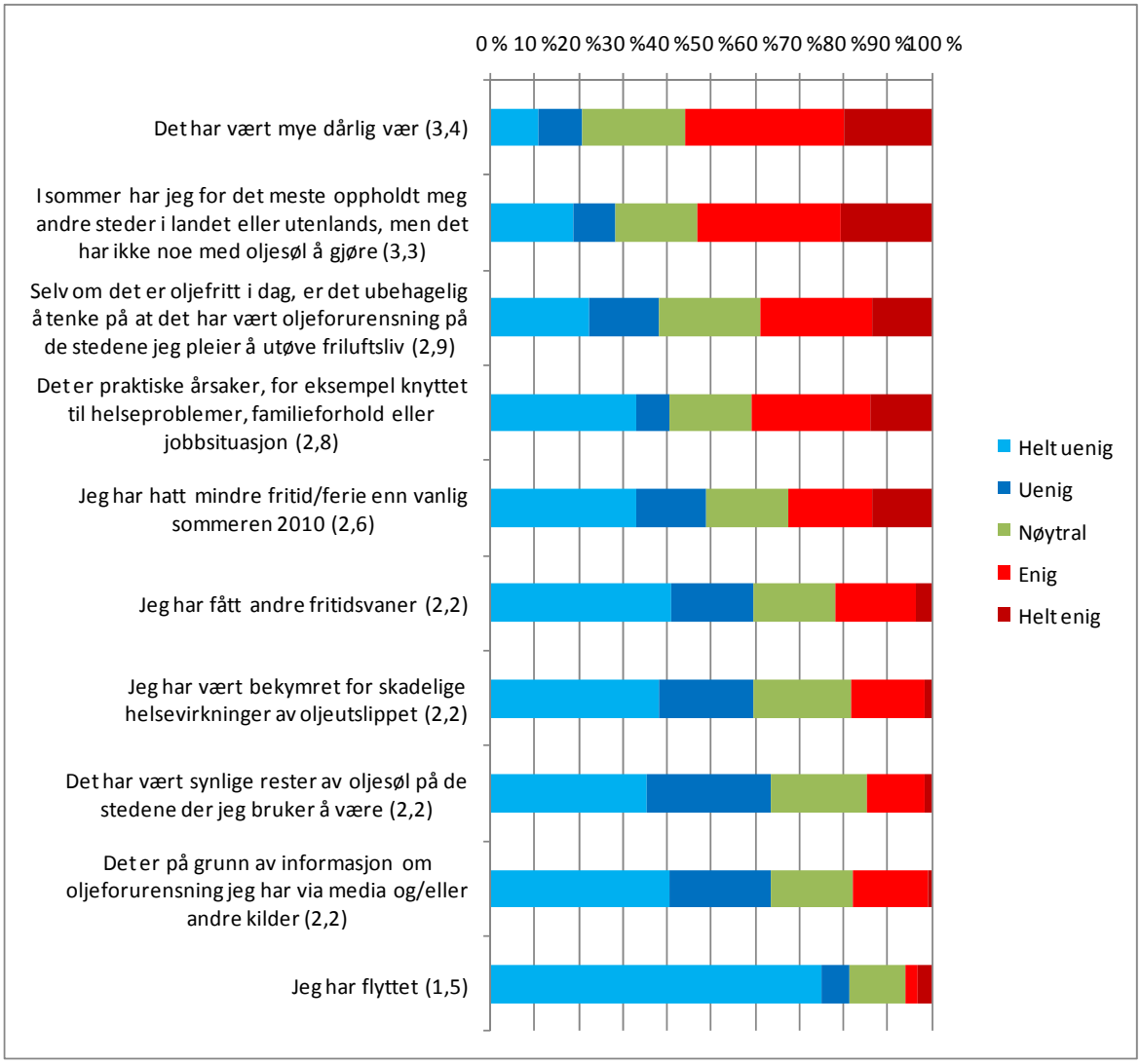

***Figur 6:*** *Fastboendes bruk av kyststrekningen til friluftsliv sommeren 2010 sammenlignet med de foregående årene. N=988.*

Av figur 6 ser vi at 5,1 % av de fastboende utøvde friluftsliv ved kysten av de tre kommunene betydelig mindre enn de foregående årene. 23 % var der noe mindre for friluftslivsformål, mens 66,6 % mente de har vært like mye ved kysten denne sommeren som foregående år. Kun 3,5 % mente de hadde vært *mer* ved kysten denne sommeren. Det var svært lite variasjon mellom kommunene i forhold til hyppighet av bruk denne sommeren i forhold til de foregående. Slår vi sammen svarkategoriene ”Betydelig mindre” og ”Noe mindre” ser vi at ca. 28 % av de fastboende har tilbrakt mindre tid ved den aktuelle kyststrekningen i forhold til foregående år. Kan dette relateres til oljeutslippet fra Full City?

## 2.7 Reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

I **figur 7** ser vi at de to viktigste årsakene som oppgis blant de fastboende til redusert bruk av kysten i forhold til tidligere år er dårlig vær eller at en har oppholdt seg andre steder, uten at dette hadde noe med oljesøl å gjøre. Kun disse to påstandene hadde en gjennomsnittskår over 3,0, altså et sted mellom ”nøytral” og ”enig”. Som tredje viktigste årsak til mindre bruk av kysten i sommer oppgis likevel ”Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv”. 38,3 % er enig i denne påstanden (gjennomsnittskår 2,9). Dette viser at mange av de fastboende har vært bekymret

og at dette til en viss grad har hatt betydning for redusert friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen.

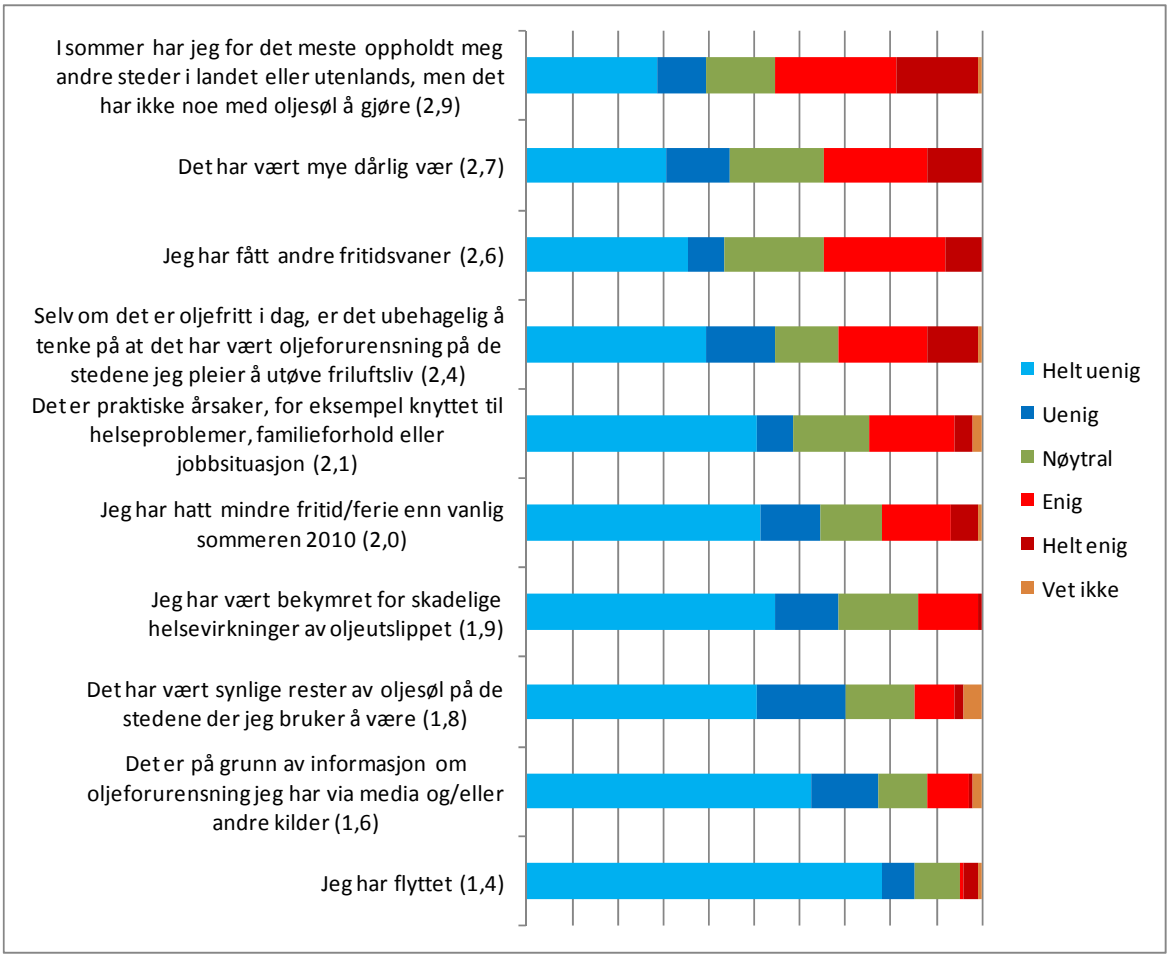



***Figur 7:*** *Årsaker til redusert bruk av kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010 sammenlignet med de foregående årene. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig, 2 = uenig, 3 = nøytral, 4 =enig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. N = 270-276.*

## 2.8 Flytting av sted for utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

Kun 10,4 % av de fastboende opplyser at de har brukt *andre steder* av kyststrekningen mer enn de pleier å gjøre. **Figur 8** viser at opphold andre steder uten at det relateres til oljesøl, dårlig vær og det å ha fått andre fritidsvaner er de viktigste årsakene til flytting av sted for utøvelse av friluftsliv. Som i figur 7, som rangerer årsaker til *redusert bruk* av kysten til friluftslivsformål, angis også hovedårsakene til *flytting av sted* for utøvelse av friluftsliv med forholdsvis lav gjennomsnittskår (litt under 3, som angir svarkategorien ”nøytral”). Det betyr at de bofaste ikke er entydige med hensyn til å begrunne verken redusert bruk eller flytting av sted. Derimot er de fastboende helt entydige på at bekymringer for helsevirkninger av oljeforurensning, synlige res-

ter av oljesøl og informasjon om oljeforurensning ikke har hatt stor innvirkning for den gruppen av fastboende (10,4 %) som har valgt å bruke andre områder for utøvelse av friluftsliv sommeren 2010. Flytting av bosted er den minst viktige årsaken. Gjennomsnittskår for alle disse påstandene ligger noe under 2, noe som viser at flytting av sted for utøvelse av friluftsliv i liten grad kan relateres til oljeforurensning. Likevel, påstanden "Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv" har en gjennomsnittskår på 2,5,. Dette tyder på at oljeforurensing har vært av en *viss* betydning for valg av lokalitet for utøvelse av friluftsliv langs kysten.




***Figur 8:*** *Årsaker til bruk av andre steder på kyststrekningen for utøvelse av friluftslivsformål, relatert til oljeforurensing. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig, 2 = uenig, 3 = nøytral, 4 =enig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene og er oppgitt i parentes. N = 97-101.*

## 2.9 Hyppighet i utøvelse av ulike aktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

I tabell 9 tar de fastboende stilling til denne påstanden: ”På grunn av oljeforurensning har jeg denne sommeren drevet mindre med friluftslivsaktiviteter enn jeg vanligvis gjør på kyststrekningen i Kragerø, Bamble eller Larvik kommuner”. Høsting av sjømat er den aktiviteten som flest oppgir som en aktivitet der en hadde redusert hyppighet på grunn av oljeforurensing (gjennomsnittskår 2,2). For de andre aktivitetene ligger gjennomsnittskår mellom 1,9 og 1,5, altså et sted mellom ”helt uenig” og ”uenig”. De fastboende er altså i stor grad *uenig* i at oljeutslippet har påvirket deres hyppighet i friluftslivsbruk med hensyn til ulike friluftslivsaktiviteter.

***Tabell 9:*** *Redusert hyppighet i utøvelse av ulike aktiviteter relatert til oljeforurensning. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. N = 241-929.*

| | N | Gjennomsnittskår |
|---|---|---|
| Høsting av sjømat (krabber, blåskjell etc.) | 569 | 2.2 |
| Fiske fra land | 681 | 1.9 |
| Fiske fra båt | 750 | 1.9 |
| Andre aktiviteter | 611 | 1.8 |
| Bading/soling | 929 | 1.8 |
| Båtliv generelt | 861 | 1.7 |
| Dykking | 320 | 1.7 |
| Strandaktiviteter (for eksempel sandvolleyball) | 537 | 1.6 |
| Turgåing | 918 | 1.6 |
| Hytteliv | 678 | 1.6 |
| Padling | 334 | 1.6 |
| Lufting av hund | 433 | 1.6 |
| Kiting | 251 | 1.5 |
| Klatring/buldring | 269 | 1.5 |
| Jakt | 288 | 1.5 |
| Vindsurfing | 258 | 1.5 |
| Bølgesurfing | 241 | 1.5 |

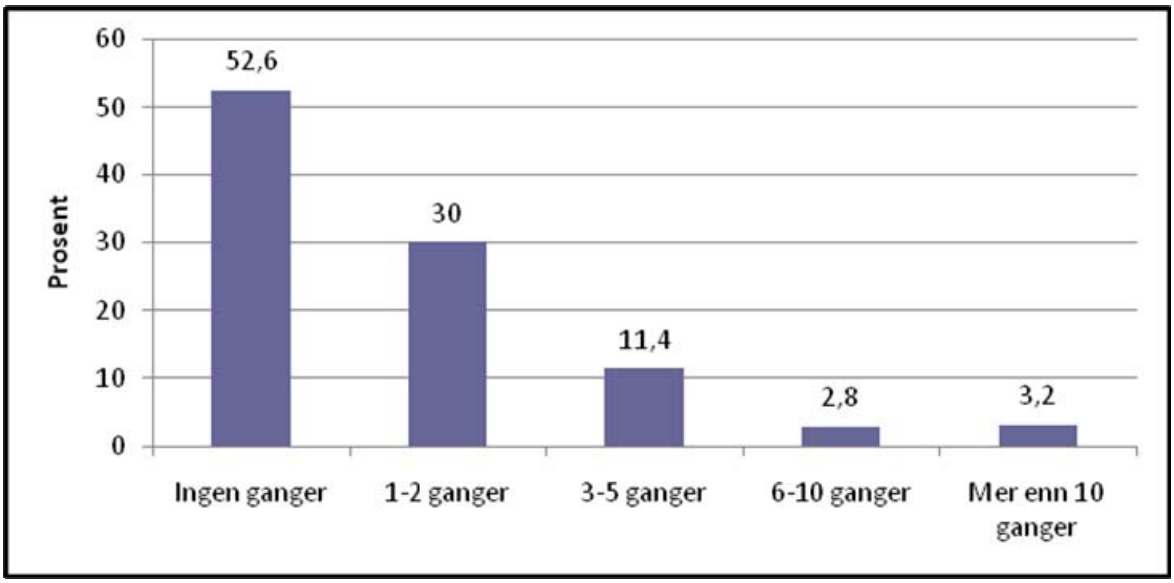
## 2.10 Oppsummering, reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

Til sammen viser disse spørsmålene at ca. 28 % av fastboende har benyttet kyststrekningen i de tre studiekommunene noe mindre enn foregående år, men at dette først og fremst begrunnes i dårlig vær og forhold som ikke har noe med oljeutslippet å gjøre. Det framgår likevel at en del fastboende har syntes det har vært ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensing på de stedene de pleier å utøve friluftsliv, og 38 % er enig i at dette har bidratt til redusert bruk av kysten for friluftslivsformål sommeren 2010. Dette har nok også hatt betydning for trivselen. Høsting av sjømat er den eneste friluftslivsaktiviteten der det utrykkes en sammenheng mellom

redusert bruk og oljeforurensning. De fastboende har i liten grad skiftet sted for utøvelse av friluftsliv på grunn av oljeforurensing.

## 2.11 Funn av oljerester

For å kunne vurdere eventuelle effekter av oljeforurensing på friluftslivsutøvelse på lengre sikt er det viktig å dokumentere hvorvidt befolkningen faktisk har observert oljeforurensing i sommer. **Figur 9** viser at omtrent halvparten av de fastboende ikke har observert oljerester i sommer. 30 % har observert oljerester 1-2 ganger, 11,4 % 3-5 ganger og 3,2 % mer enn 10 ganger.




***Figur 9:*** *Observasjoner av oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer, prosentvis fordeling. N = 970.*

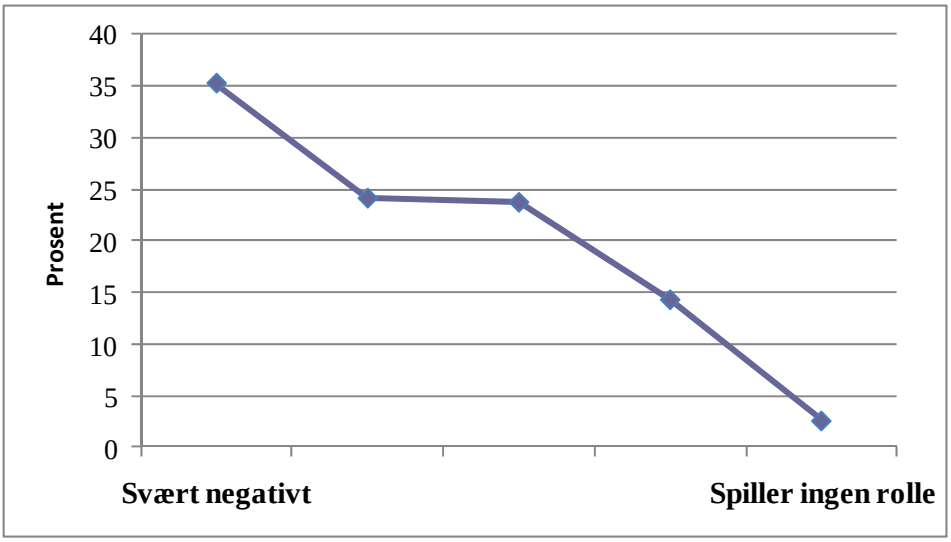
Av **tabell 10** framgår det at de fastboende har observert mest oljerester i området Steinvika/Langesund bad/Krogshavn. Dette er også svært populære utfartsområder om sommeren for de fastboende. For alle former for oljerester er det observert mindre olje i området Nevlunghavn-Mølen og minst oljerester på Jomfruland. I ”andre områder” har 29,1 % observert oljerester mellom steiner og 18,3 % har observert oljefilm på vannet. Denne forholdsvis høye andelen av oljeobservasjoner andre steder kan være relatert til bl.a. båtbruk over en større strekning enn det de tre områdene angir.

***Tabell 10:*** *Observasjoner av oljerester i ulike områder sommeren 2010. Prosentvis andel blant de som angir de har observert oljerester sommeren 2010. N = 460*

| Hva har du sett? | Steinvika/Langesund bad/Krogshavn | Nevlunghavn-Mølen | Jomfruland | Andre områder |
|---|---|---|---|---|
| Oljerester oppå sanden | 12,6 | 8,7 | 4,3 | 12,2 |
| Oljerester nedi sanden | 13,5 | 7,0 | 4,1 | 6,3 |
| Oljerester mellom steiner | 29,6 | 18,7 | 13,7 | 29,1 |
| Oljefilm på vannet | 15,0 | 5,7 | 5,4 | 18,3 |
| Jeg eller andre i husstanden har vært i berøring med oljesøl | 6,1 | 4,3 | 2,4 | 8,9 |
| Annet | 2,8 | 1,7 | 0,9 | 7,4 |

## 2.12 Reaksjoner på observasjon av eller kontakt med oljerester

**Figur 10** viser at flertallet av de bofaste reagerer negativt på å finne olje. Ca. 60 % krysser av på svarkategori 1 eller 2 på en skala fra 1 til 5 der 1 = svært negativt og 5 = spiller ingen rolle. Ca. 23 % krysser av midt på skalaen mens bare 3 % mener at funn av oljerester ikke spiller noen rolle.




***Figur 10:*** *Reaksjoner på funn av oljerester. Prosentvis andel blant de som angir de har observert oljerester sommeren 2010. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = svært negativt og 5 = spiller ingen rolle. Gjennomsnittskår for hele utvalget er 2,25. N = 460.*

## 2.13 Opplevelsen av å ta kyststrekningen i bruk sommeren 2010

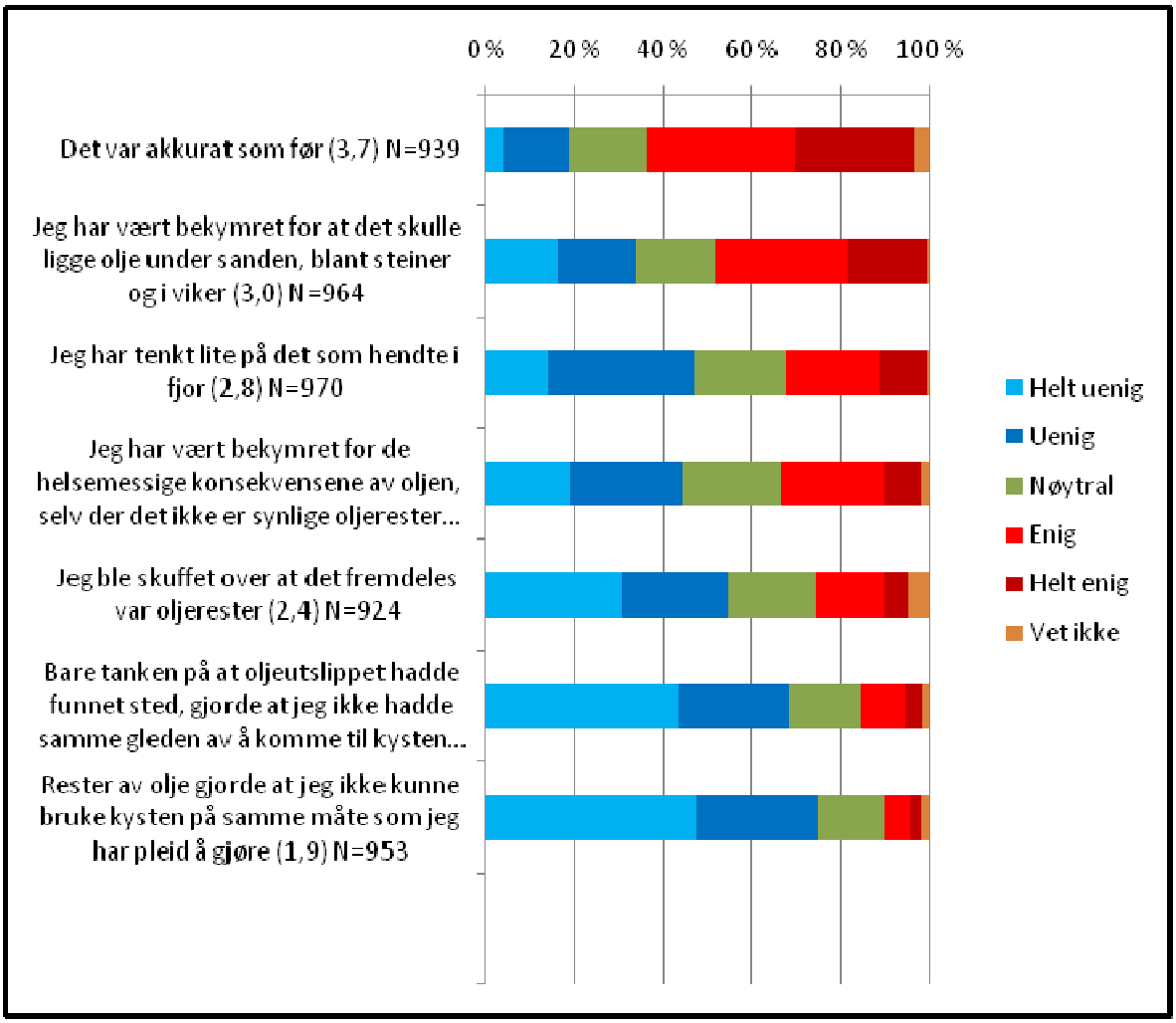
Vi så i forrige kapittel at to tredjedeler av de fastboende har bukt den aktuelle kyststrekningen like mye som de pleier, mens ca. 28 % har brukt den mindre eller noe mindre enn foregående år. Hovedårsakene til noe redusert bruk ligger i dårlig vær eller andre årsaker som ikke har noe med oljen å gjøre. Det synes likevel som om tanken på oljeforurensning har vært med på å prege sommeren for en del, selv om dette ikke har vært hovedårsak til redusert bruk eller flytting av områder for friluftslivsbruk.

I tillegg til å si noe om årsaker til redusert friluftslivsbruk og eventuelt flytting av sted for friluftslivsutøvelse, ble respondentene også bedt om å besvare spørsmålet ”Hvordan opplevde du det å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommeren 2010?” Dette spørsmålet hadde også form av stillingstaken til ulike påstander. De fastboende besvarte spørsmålene på en skala fra 1 til 5, der 1 indikerer uenighet og 5 indikerer enighet.

I **figur 11** vurderer respondentene ulike påstander som beskriver opplevelsen av å komme tilbake til kysten sommeren 2010, i de tre kommunene som var berørt av oljepåslag. Den påstanden som flest var enig i var at ”Det var akkurat som før” (gjennomsnittskår 3,7). Ca. 60 % er enig i denne påstanden.

Men påstanden med nest høyest gjennomsnittskår er at ”Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker” (3,0). Ca. 52 % av de fastboende er enig i denne påstanden, noe som viser at mange av de fastboende har vært bekymret for oljesøl i forkant av eller i løpet av sommersesongen. Påstanden som omhandler bekymring for helsemessige konsekvenser av oljesøl hadde en gjennomsnittskår på 2,8. Ca. 45 % er uenig i denne påstanden, mens ca. 32 % er enig. Kun 14 % er enig i påstanden om at ”Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere”. Omtrent halvparten av de fastboende er enig i påstanden ”Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor”, mens 32 % er uenig i denne påstanden. Dette spørsmålsbatteriet viser at mange uttrykker bekymring i forhold til oljeforurensing, samtidig som det viser at dette ikke har preget et stort flertall av de fastboende. Selv om mange har vært bekymret, har mange også opplevd at ”alt var som før”.

Påstanden ”Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester” har en gjennomsnitts skår på 2.4. 21 % var enig i denne påstanden, mens ca. 55 % var uenig. 8,5 % av de fastboende mente at ”Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre”. Ca. 75 % var ikke enig i dette, mens 15 % svarte ”nøytralt”. Funn av oljerester har altså påvirket trivselen for ca. en femtedel av de fastboende, mens en mindre andel på 8,5 % mener at oljerester har endret deres friluftslivsbruk sommeren 2010.




***Figur 11:*** *Opplevelse av å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommersesongen 2010. De fastboende svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene, og står i parentes.*

**Tabell 11** viser kommunevis fordeling på spørsmålet om hvordan det var å komme tilbake til kyststrekningen sommeren 2010. Påstanden "Det var akkurat som før" skårer høyest i alle kommunene, og dette er også den eneste påstanden med en gjennomsnittskår høyere enn 3. I Kragerø og Porsgrunn skårer påstanden "Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere" noe høyere enn de andre kommunene, men også her med en gjennomsnittskår under 3,0.

Til sammen ser vi at kystrekningen i stor grad framstod "som før" for de fastboende, men at bruken av den i sommer til en viss grad har vært preget av bekymring for oljesøl og også til dels av negative reaksjoner på oljesøl.

***Tabell 11:*** *Opplevelse av å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommersesongen 2010. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. N = 939-965. De tre viktigste er merket med gult.*

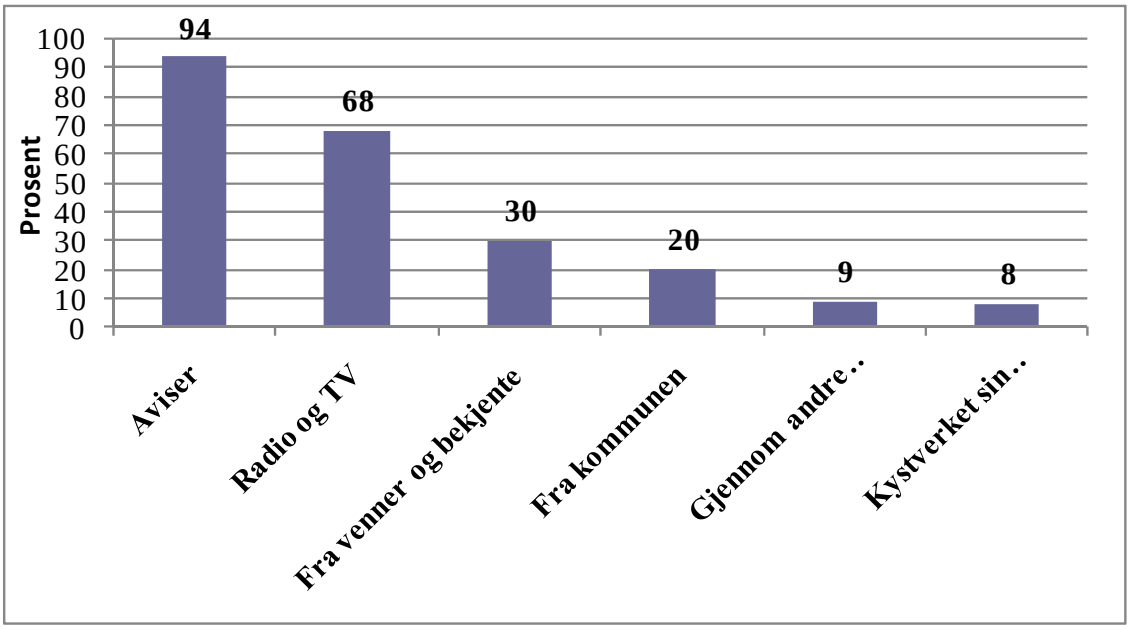
| | Larvik | Skien | Kragerø | Porsgrunn | Bamble |
|---|---|---|---|---|---|
| Det var akkurat som før | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.7 | 3.5 |
| Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker | 2.3 | 2.4 | 2.6 | 2.3 | 2.3 |
| Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor | 2.1 | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| Jeg har vært bekymret for de helsemessige konsekvensene av oljen, selv der det ikke er synlige oljerester | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.7 |
| Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester | 2.9 | 2.9 | 3.0 | 3.0 | 3.1 |
| Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere | 2.7 | 2.7 | 2.9 | 2.8 | 2.7 |
| Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2,0 |

## 2.14 Informasjon om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City

Det er nærliggende å anta at informasjon om helserisiko forbundet med oljeforurensing har hatt betydning for friluftslivsbruken i influensområdet. Bekymring for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet hadde en forholdsvis lav, men ikke ubetydelig gjennomsnittskår som årsaksfaktor for redusert friluftslivsbruk (2,2). 32 % var enig i påstanden om at ”Jeg har vært bekymret for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet”, ca. 22 % svarte ”nøytralt” og ca. 45 % var uenig.

60,3 % av de fastboende opplyser at de har hørt eller lest om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City (N=988). 73 % oppgir at de har fått informasjon om bading og om sjømat, 48 % opplyser at de har fått informasjon om fisk og 8 % om annet.

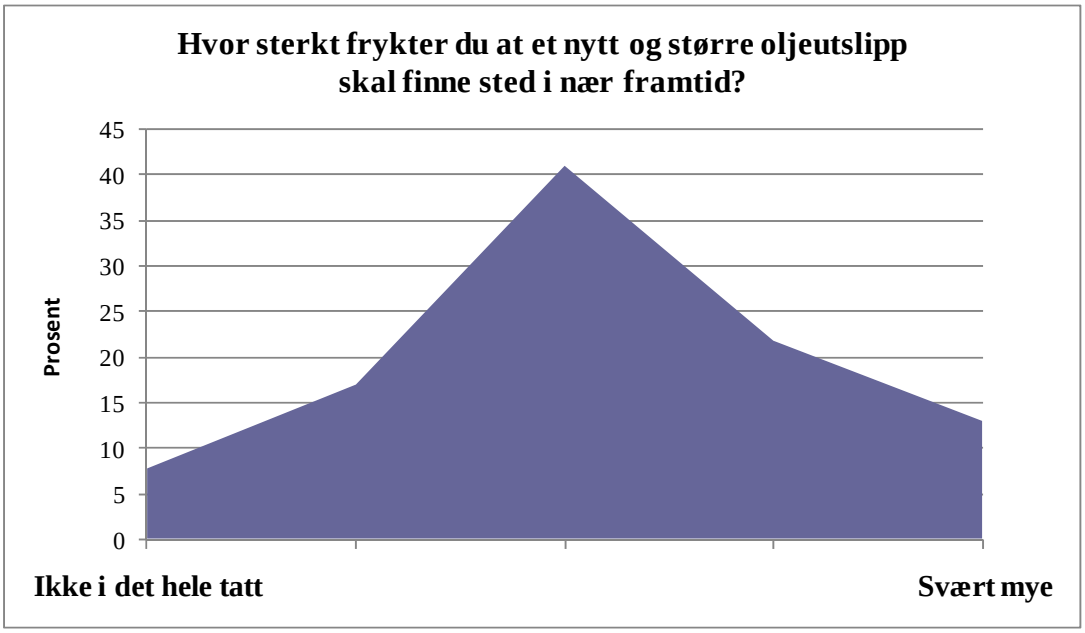
Aviser ser ut til å være den aller viktigste informasjonskilden for de fastboende, 94 % oppgir at de har fått informasjon herfra. Radio og TV er også viktig, 68 % oppgir dette som informasjonskilde. 30 % oppgir venner og bekjente, mens 20 % opplyser de har fått informasjon via kommunen og kun 8 % gjennom Kystverket sin hjemmeside eller andre internettsider.




***Figur 12**: Informasjonskilder for informasjon om helserisiko. N = 596.*

## 2.15 Holdninger til miljø generelt og oljeforurensning spesielt

I studien av korttids-effekter av oljeforurensing etter havariet av Full City ble representanter for ulike lag og foreninger, miljøforvaltningen og andre ressurspersoner intervjuet. I intervjumaterialet kunne vi se indikasjoner på at informantenes holdninger til miljø- og naturvern generelt hadde innvirkning på reaksjoner på og holdninger til oljeforurensingen etter Full City. Dette har vi prøvd å undersøke videre ved å stille spørsmål i internettsurveyen som angår nettopp miljø-holdninger generelt og oljeforurensning spesielt.




***Figur 13:** Fastboendes frykt for et nytt og større oljeutslipp, besvart på en 5-delt skala fra "Ikke i det hele tatt" til "Svært mye". Gjennomsnittskår = 3,15. N= 988.*

De fastboende ble spurt om ”Hvor sterkt frykter du at et nytt og større oljeutslipp skal finne sted i nær framtid?” **Figur 13** viser at 7,7 % svarer at de ikke i det hele tatt frykter et nytt utslipp i nærmeste framtid, mens 12,9 % oppgir at de frykter dette svært mye. Vel 40 % hadde krysset av for alternativet som ligger midt på skalaen. Dette innebærer at det blant de fastboende uttrykkes en viss bekymring for nye oljeutslipp.

**Tabell 12** viser at de fastboende generelt har en mer positiv innstilling til miljøspørsmål som belyser faren ved menneskets inngrepen i naturen enn til spørsmål som underbygger en tro på menneskeheten i dag som en god nok forvalter av natur. **Tabell 13** viser først og fremst at de fastboende ikke er helt entydige i sine besvarelser i forhold til om havariet av Full City har endret deres syn på natur og forurensing. Påstander om et uendret syn på natur og forurensing har fått høyest gjennomsnittskår, men påstander om et endret syn på forurensing har fått nesten like høy gjennomsnittskår.

En felles analyse av fastboende og hyttefolk gjøres i kap.4, der vi ser på om miljøholdninger generelt har innvirkning på risikovurdering av oljeforurensing og brukshyppighet i forhold til friluftsliv.

***Tabell 12:*** *Miljøholdninger generelt (skala Kaltenborn m.fl. 2005). Respondentene har svart på en 5-delt skala der 1= Helt uenig og 5= helt enig. De som har svart vet ikke er utelatt fra analysen.*

| | N | Gjennomsnittskår |
|---|---|---|
| Dyr og planter har like stor rett til å leve på jorda som mennesker | 984 | 4.32 |
| Balansen i naturen er svært ømfintlig og lett å forstyrre | 974 | 4.29 |
| Mennesket misbruker naturen i et omfang som er svært alvorlig | 977 | 3.95 |
| Hvis vi fortsetter på samme kurs som nå, vil vi snart oppleve en økologisk katastrofe | 927 | 3.59 |
| Menneskenes oppfinnsomhet vil sikre at det ikke blir ulevelig på jorda | 882 | 3.06 |
| Alt snakket om den ”økologiske krisa” er betydelig overdrevet | 930 | 2.71 |
| Balansen i naturen er stabil nok til å tåle påvirkningene fra et moderne industrisamfunn | 910 | 2.39 |

***Tabell 13:*** *Har oljeutslippet gjort noe med ditt forhold til naturmiljø og forurensning (N=988). Respondentene har svart på en 5-delt skala der 1= Helt uenig og 5= helt enig.*

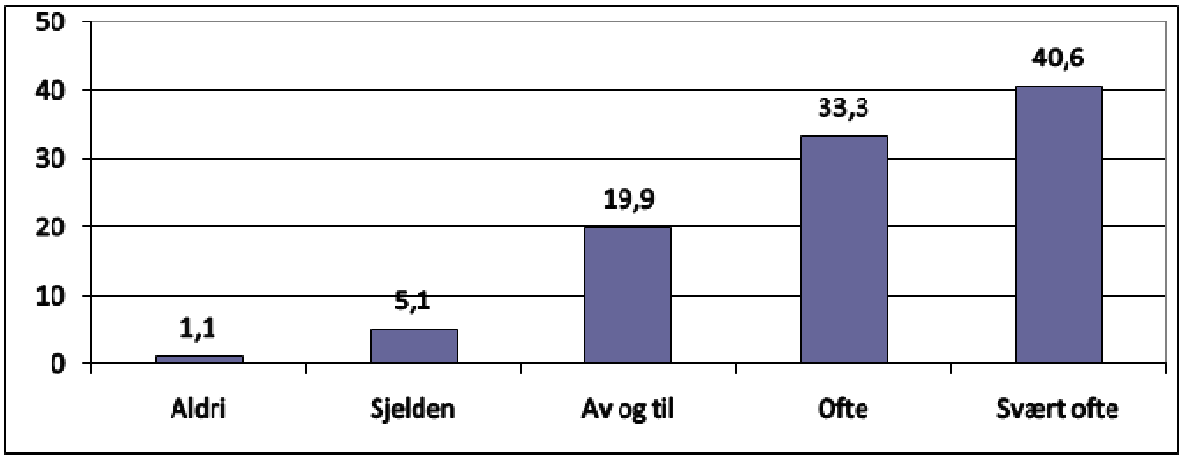
| | **Gjennomsnittskår** |
|---|---|
| Mitt forhold til naturen er som før | 3.81 |
| Jeg har ikke forandret oppfatninger om forurensning | 3.40 |
| Jeg har blitt mer oppmerksom på synlig forurensning | 3.31 |
| Jeg setter mer pris på naturmiljøet enn tidligere | 3.11 |
| Jeg er mer opptatt av negative helseeffekter av forurensing enn tidligere | 2.98 |
| Jeg er mer opptatt av miljøvern nå enn tidligere | 2.95 |
| Jeg har blitt mer optimistisk med tanke på samfunnets evne til å håndtere oljesøl | 2.75 |
| Oljesølet etter Full City viser at naturen selv er i stand til å håndtere oljeforurensning | 2.56 |

# 3 Hyttefolk

Telemark og Vestfold fylker har om lag 10 % av alle fritidseiendommer i Norge (se Bloch % Steinnes 2003). Mange av disse ligger nettopp i de tre kommunene Kragerø, Bamble og Larvik. Tettheten av fritidseiendommer er spesielt stor langs Bamblekysten. Jomfruland og den aktuelle kyststrekningen i Larvik kommune er også kjente hytteområder. Forskning på hytteliv i Norge viser at et hovedmotiv ved hyttelivet er nærhet til naturen og friluftsliv, og at mange hyttefolk utvikler en nær identitetsmessig tilknytning til det området hytta ligger i (Kaltenborn 2002).

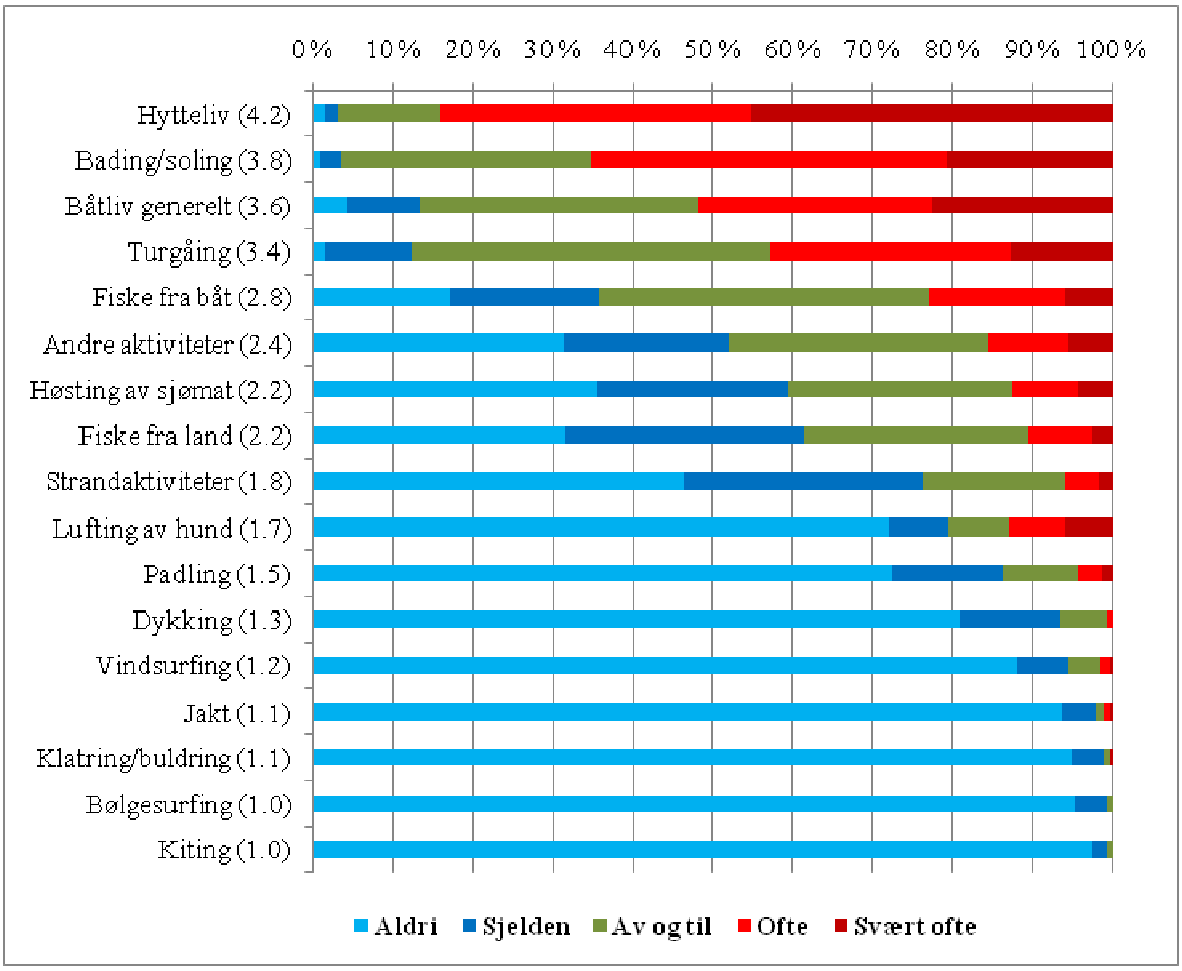
## 3.1 Hyttefolks bruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010

Av **figur 14** går det fram at mer enn 40 % svarte at de hadde besøkt den aktuelle kyststrekningen svært ofte, mens vel 33 % oppga ofte på dette spørsmålet. Ca. 20 % svarte av og til, mens til sammen 6,2 % oppga at de sjelden eller aldri hadde vært der i løpet av sommeren 2010. Dette innebærer at nærmere 93,8 % av hyttefolkene som er med i undersøkelsen var brukere av kyststrekningen i det aktuelle tidsrommet.




***Figur 14:*** *Hyppighet i bruk av kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010 blant hyttefolk, prosentvis fordeling. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = aldri og 5 = svært ofte. Gjennomsnittskår for hele utvalget er 4,07. N = 276*

Hytteliv og båtliv, samt bading/soling og turgåing, er de aktivitetene som dominerer mest blant hyttefolket. Svært få oppgir at de aldri involverer seg i disse aktivitetene og relativt store andeler oppgir at de utøver en eller flere av disse aktivitetene svært ofte (**figur 14**). Dersom vi ser på gjennomsnittskår på skalaen som ble benyttet når respondentene skulle angi hvor ofte de utøver en for aktivitet (1=aldri, 2=sjelden, 3=av og til, 4=ofte og 5=svært ofte) ligger de ovenfor nevnte aktivitetene på et gjennomsnitt som er høyere enn 3. Fiske fra båt og fra land, samt høsting av sjømat har gjennomsnittskår høyere enn 2. Andre aktiviteter får en gjennomsnittskår på under 2, noe som tilsvarer et sted mellom ”sjelden” eller ”aldri”.




***Figur 15:*** *Bruk av kysten til ulike aktiviteter sommeren 2010, vist som prosent fordeling i forhold til svarkategorier. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = aldri og 5 = svært ofte Gjennomsnittskår er vist i parentes. N = 276.*

## 3.2 Hyttefolkets favorittområder

I spørreundersøkelsen ble respondentene bedt om å oppgi et favorittområde for friluftsliv på den aktuelle kyststrekningen. Dette valget ble foretatt ved hjelp av et kart, som ble vedlagt spørreskjemaet. Her ble kysten inndelt i 6 navngitte soner (se **vedlegg 2**). I tillegg ble det gitt mulighet for å velge hele kyststrekningen (alternativ 7). Av **tabell 14** går det fram at nærmere halvparten oppgir at deres favorittområde befinner seg innenfor strekningen Langesund – Portør, inkludert Rognsfjorden. Jomfruland og området øst for Nevlunghavn inkluderer favorittområdet til hhv. 15,6 % og 13,4 %. Mølen, Oddane sand, Nevlunghavn og Bramskjære oppgis som favorittområdet av 10,5 %, mens prosentandelen når det gjelder Langesundfjorden er 10,1. Krogshavn, Langesund bad og Steinvika oppgis som favorittområde av 3,6 %, mens det er 3 respondenter (1,1 %) som ikke vil oppgi et favorittområde i den forstand at de velger hele strekningen Portør - Stavern. Som grunn til at man pekte ut et favorittområde kunne respondentene velge mellom følgende alternativer:

- Jeg bor der
- Jeg har hytte der
- Jeg pleier å feriere der
- Jeg har venner der
- Jeg liker meg godt der
- Ingen spesiell grunn

Samtlige 276 respondenter oppgir at man har hytte i området som grunn til å peke ut et bestemt favorittområdet.

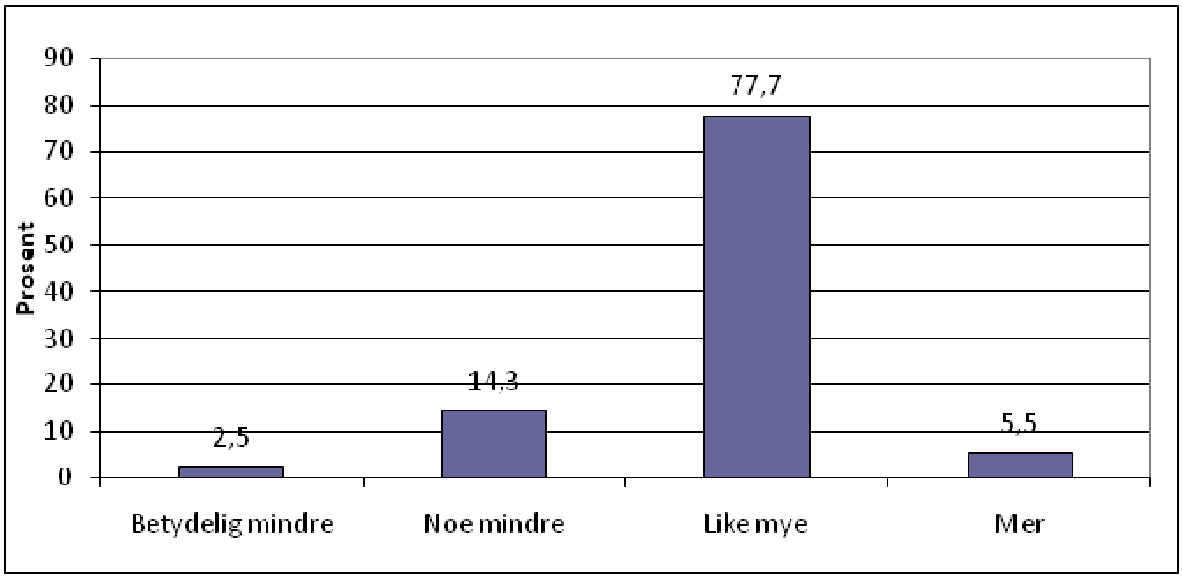
Ettersom vi i dette tilfellet befatter oss med eiere eller brukere av fritidseiendommer, kan det forklare noe av den høye prioriteringen av kysten mellom Langesund og Portør som favorittområde. Hyttetettheten her er svært stor og dette området kom også i stor grad i berøring med oljeforurensning.

***Tabell 14:*** *Prosentvis svarfordeling når det gjelder respondentenes favorittområde (N=276)*

| Sone | Prosent |
|---|---|
| Øst for Nevlunghavn | 13.4 |
| Mølen, Oddane Sand, Nevlunghavn, Bramskjæra | 10.5 |
| Langesundsfjorden | 10.1 |
| Krogshavn, Langesund Bad, Steinvika | 3.6 |
| Strekningen Langesund-Portør, inkludert Rognsfjorden | 45.7 |
| Jomfruland | 15.6 |
| Hele strekningen Portør – Stavern | 1.1 |
| Total | 100.0 |

## 3.3 Eventuell endring i hyttefolkets bruk av kystsonen i forhold til tidligere

På spørsmål om hvor mye de i sammenligning med foregående år har brukt den aktuelle kyststrekningen i friluftslivssammenheng sommeren 2010, svarer 77,7 % like mye, mens 5,5 % oppgir at de har brukt kysten mer enn de har pleid å gjøre. Slår vi sammen svarkategoriene ”noe mindre” og ”betydelig mindre” har ca. 17 % av hyttefolket brukt den aktuelle kyststrekningen mindre sommeren 2010 enn de pleier å gjøre, mens til sammen 83,1 % har utøvd friluftsliv langs kysten like mye eller mer enn tidligere.

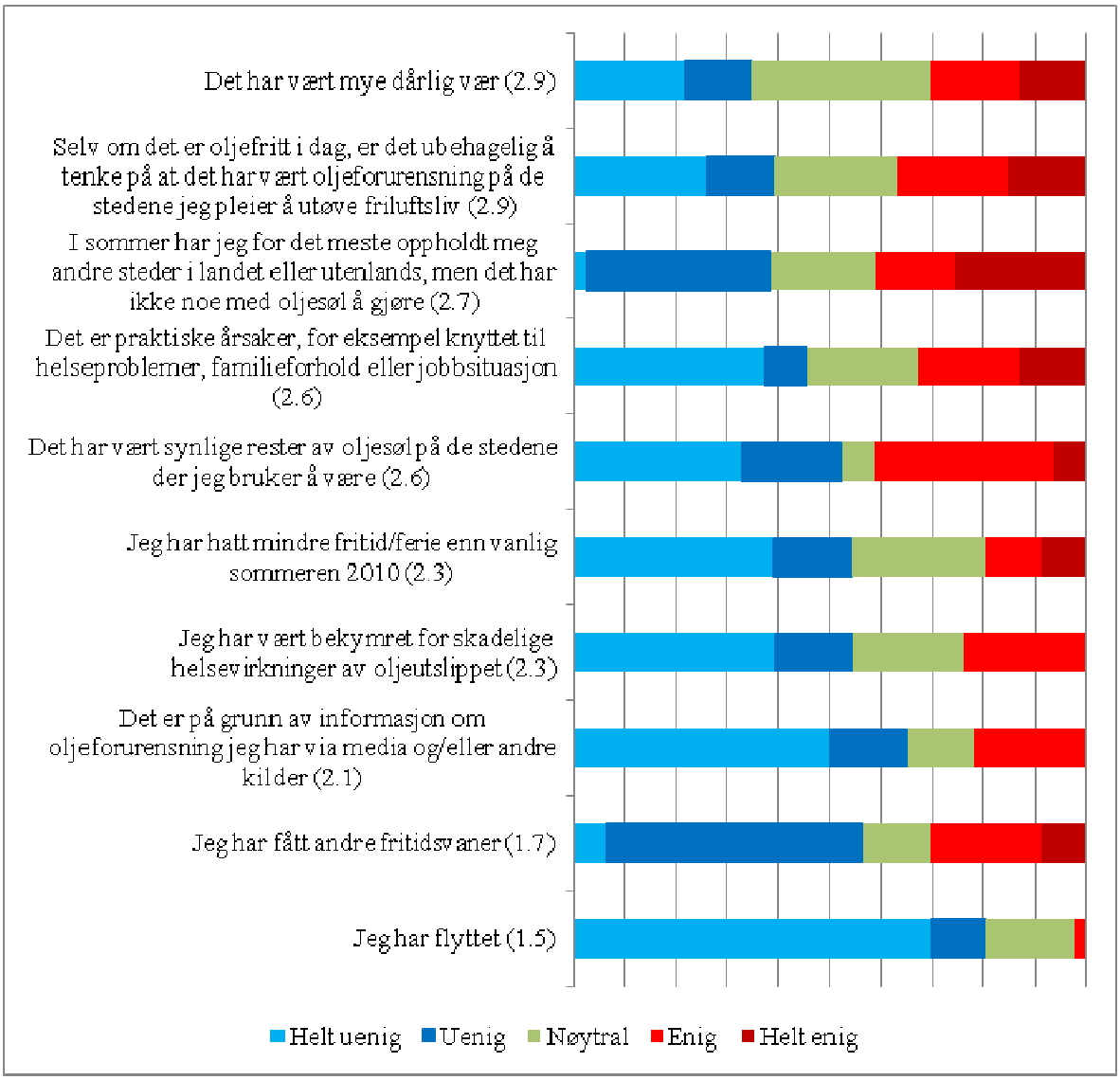



***Figur 16:*** *Fastboendes bruk av kyststrekningen til friluftsliv sommeren 2010 sammenlignet med de foregående årene. N=276.*

## 3.4 Reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter blant hyttefolk, relatert til oljeforurensning fra Full City

I **figur 16** går det fram at til sammen 16,8 % oppgir at de har brukt kysten mindre eller betydelig mindre i friluftslivsmessig sammenheng sommeren 2010 i forehold til foregående år. Disse ble bedt om å ta stilling til et sett med utsagn som betegner mulige årsaker til at bruken har vært mindre sammenlignet med foregående år. Svarene ble gitt på en 5-delt skala der 1=helt uenig, 2=uenig, 3=nøytral, 4=enig og 5=helt enig, Ingen av utsagnene får en spesielt høy gjennomsnittskår, men ligger mellom ”helt uenig” og ”nøytral”.

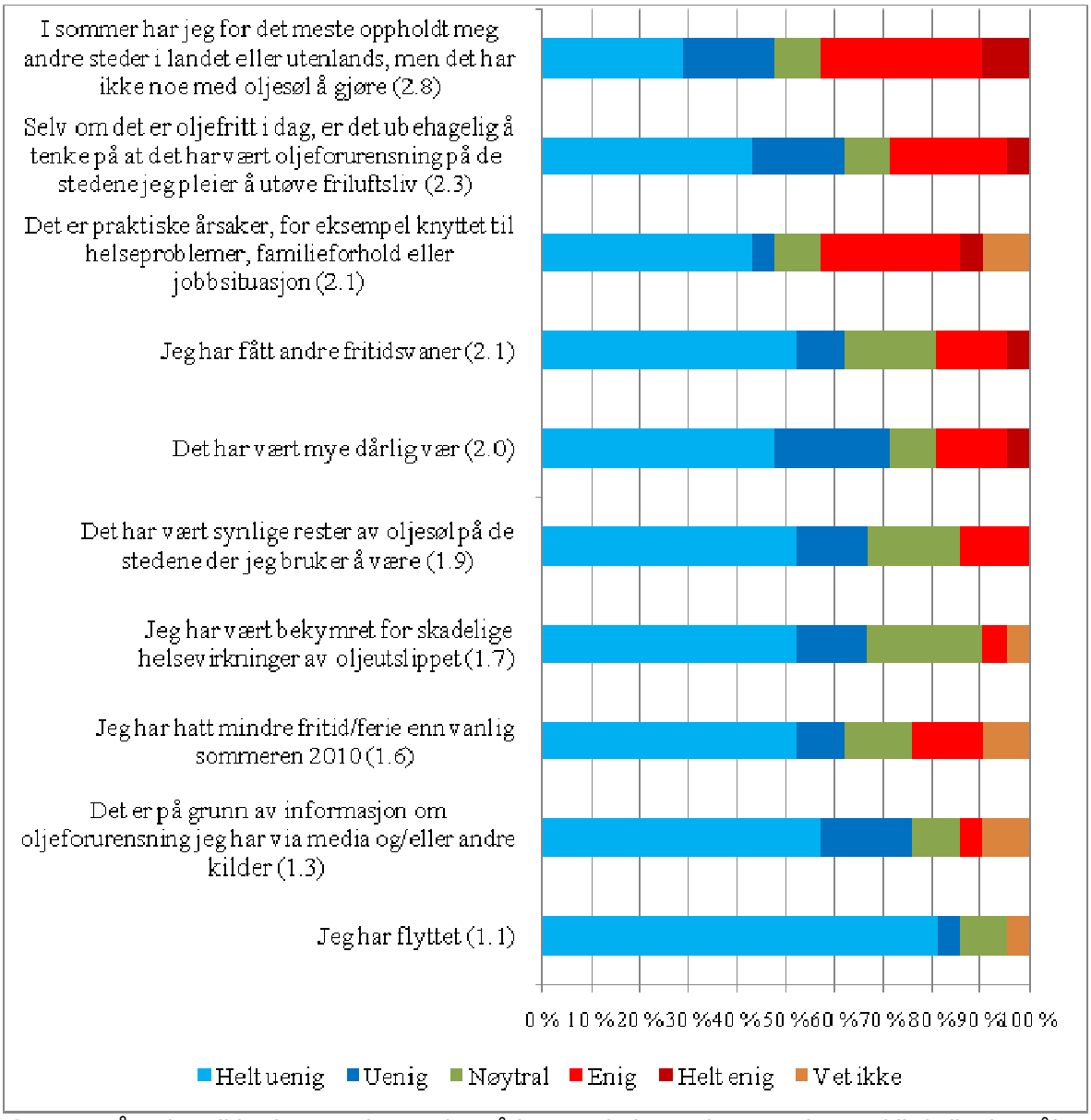
Årsaksforhold som ikke kan knyttes til oljeforurensning synes å ha en ganske stor betydning. Dårlig vær som en årsak oppnår en gjennomsnittskår på 2,9, mens årsaker om at man har oppholdt seg mer enn vanlig andre steder i landet eller utenlands (2,7) og mindre ferie/fritid (2,3) også synes å ha hatt en viss betydning. Årsaker som kan relateres til oljeforurensning blir imidlertid også tillagt vekt i denne sammenhengen. Utsagnet ”Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv” har den høyeste gjennomsnittskår i denne sammenhengen (2,9). Utsagnene ”Det har vært synlige rester av oljesøl på de stedene der jeg bruker å være” (2.6) og ”Jeg har vært bekymret for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet” (2.3) har gjennomsnittskår som er forholdsvis høye sammenlignet med de andre utsagnene. I dette tilfellet er utvalget N=46 for lavt til å foreta noen sikre konklusjoner. Dataene gir heller ikke entydige tendenser: På den ene siden blir faktorer som ikke har med oljeforurensing tillagt en viss vekt. Det samme gjelder imidlertid også for forekomst av oljerester, bekymring for skadelige helsevirkninger og vissheten om at det har vært oljeforurensing i området.




***Figur 17:*** *Årsaker til redusert bruk av kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010 sammenlignet med de foregående årene. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig, 2 = uenig, 3 = nøytral, 4 =enig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. N = 46.*

## 3.5 Flytting av sted for utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

I spørreskjemaet ble det også stilt spørsmål til hyttefolket om de sommeren 2010 har benyttet *andre steder* langs kysten mer enn man har pleid å gjøre i de foregående årene, på grunn av oljeforurensing. 7,7 % svarte ja på dette spørsmålet, men 92,3 % svarte nei (N=276).




***Figur 18:*** *Årsaker til bruk av andre steder på kyststrekningen for utøvelse av friluftslivsformål, relatert til oljeforurensing. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig, 2 = uenig, 3 = nøytral, 4 =enig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svar-kategoriene og er oppgitt i parentes. N = 21*

21 respondenter, det vil si 7,7 % av de som svarte at de har brukt andre steder mer enn de pleier, ble bedt om å ta stilling til flere utsagn som kan peke på årsaken til dette. Også i dette tilfellet ble det benyttet en 5-delt skala der 1=helt uenig, 2=uenig, 3=nøytral, 4=enig og 5=helt enig.

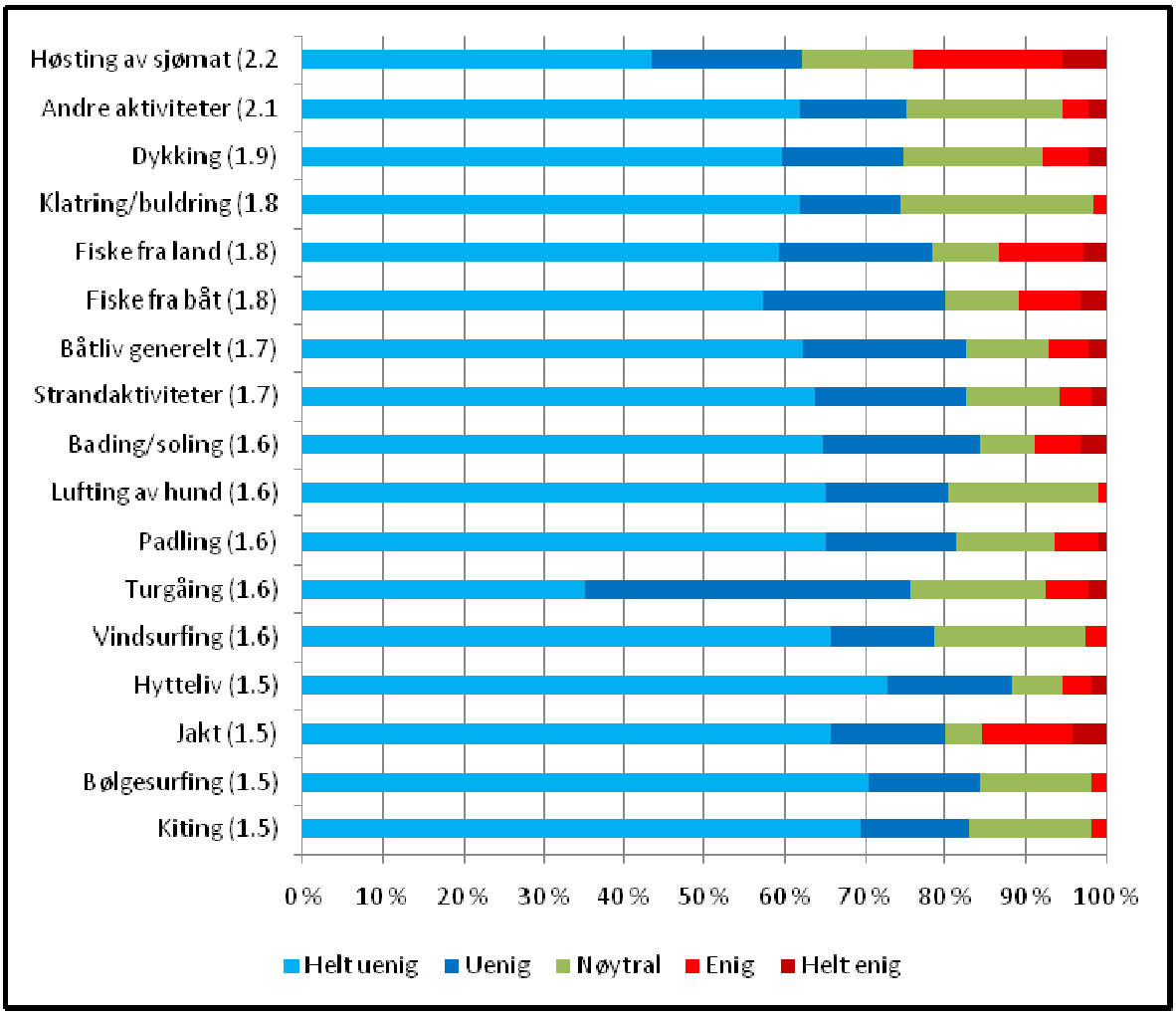
Som det går fram av **figur 18**, er det et gjennomgående trekk at utsagn som peker på forhold som ikke kan relateres til oljeforurensning får relativt høy gjennomsnittskår. Utsagnet ”I sommer har jeg for det meste oppholdt meg andre steder i landet eller utenlands, men det har ikke noe med oljesøl å gjøre” har en gjennomsnittskår på 2.8. ”Jeg har fått andre fritidsvaner” og ”Det er praktiske årsaker, for eksempel knyttet til helseproblemer, familieforhold eller jobbsituasjon” har begge en gjennomsnittskår på 2.1. Dårlig vær ser også ut til å ha spilte en viss rolle for at denne avgrensete gruppen har valgt andre lokaliteter for friluftslivsutøvelse sommeren 2010, med en gjennomsnittskår på 2.0.

Utsagnet ”Det har vært synlige rester av oljesøl på de stedene der jeg bruker å være” har en lav gjennomsnittskår (1,9). Bekymret for skadelige helsevirkninger av oljesøl, samt at man har fått informasjon om dette, ser også ut til å spille en mindre rolle ettersom gjennomsnittskår her i begge tilfeller er godt under 2. Utsagnet ”Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv” får derimot gjennomsnittskår (2.3) som i sammenligning med de andre utsagnene er relativt høy.

## 3.6 Hyppighet i hyttefolks utøvelse av ulike friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

Som det går fram av **figur 19** er det relativt få hyttefolk som mener at oljeforurensningen har hatt innvirkning på deres friluftslivsaktivitet når det er snakk om hyppighet eller intensitet i ulike aktiviteter. Respondentene ble her bedt om å ta stilling til utsagnet for hver aktivitet ved hjelp av en 5-delt skala der 1= helt uenig, 2=uenig, 3=nøytral, 4=enig og 5=helt enig. Det var også mulig å krysse av for ’vet ikke’ og for at man over hodet ikke utøver en bestemt aktivitet (driver aldri med dette).

Høsting av sjømat, turgåing, fiske fra land, fiske fra båt, samt bading/soling skiller seg noe ut etter som hhv 16,5 %, 13,8 %, 9,9 %, 9,5 % og 8,8 % så seg enig eller helt enige i at de hadde drevet mindre med disse aktivitetene som følge av oljeforurensningen. For andre aktiviteter er det mellom 0,4 % og 6,6 % som sier seg enig eller helt enig i et slikt utsagn.



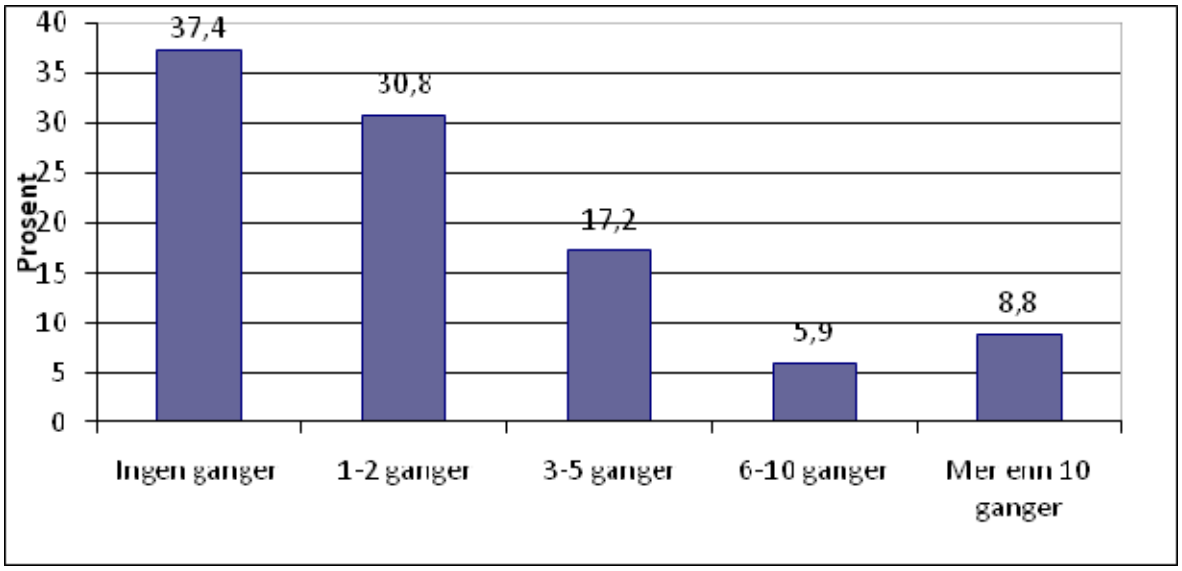

***Figur 19**: Redusert hyppighet i utøvelse av ulike aktiviteter relatert til oljeforurensning. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene. N =56-272*

## 3.7 Oppsummering, reduksjon i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter relatert til oljeforurensning fra Full City

Det er ca 17 % av hyttefolkene som har benyttet kyststrekningen i de tre studiekommunene noe mindre enn foregående år. I likhet med de fastboende oppgir de fleste hyttefolkene dårlig vær og andre forhold som ikke har noe med oljeutslippet å gjøre som den primære årsaken til dette. Ikke desto mindre er det en forholdsvis stor andel som syntes det har vært ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensing på de stedene de pleier å utøve friluftsliv. Totalt er 39 % enig eller helt enig i at dette har bidratt til redusert bruk av kysten for friluftslivsformål sommeren 2010. I de tilfellene dette ikke har medført at man har utøvd friluftsliv sjeldnere, har følelsen av ubehag trolig gått noe utover trivselen hos en del. Høsting av sjømat er den eneste friluftslivsaktiviteten der det utrykkes en sammenheng mellom redusert bruk og oljeforurensning. Hyttefolk har i liten grad skiftet sted for utøvelse av friluftsliv på grunn av oljeforurensing.

## 3.8 Funn av oljerester og reaksjoner på dette

Det er ca. 63 %, som oppgir at de har observert oljerester sommeren 2010, mens det er 37 % som sier de ikke har sett oljerester denne sommeren (N=276). Blant de som oppgir at de har sett oljerester er det ca, 31 % som oppgir at de har sett oljerester bare én gang (**figur 20**). Vel 17 % oppgir at de har sett oljerester mellom 3 og 5 ganger, ca. 6 % mellom 6 og 10 ganger og 8,8 % sier de har observerte oljerester mer enn 10 ganger.




***Figur 20: O**bservasjon av oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommeren 2010, prosentvis fordelt. N=276.*

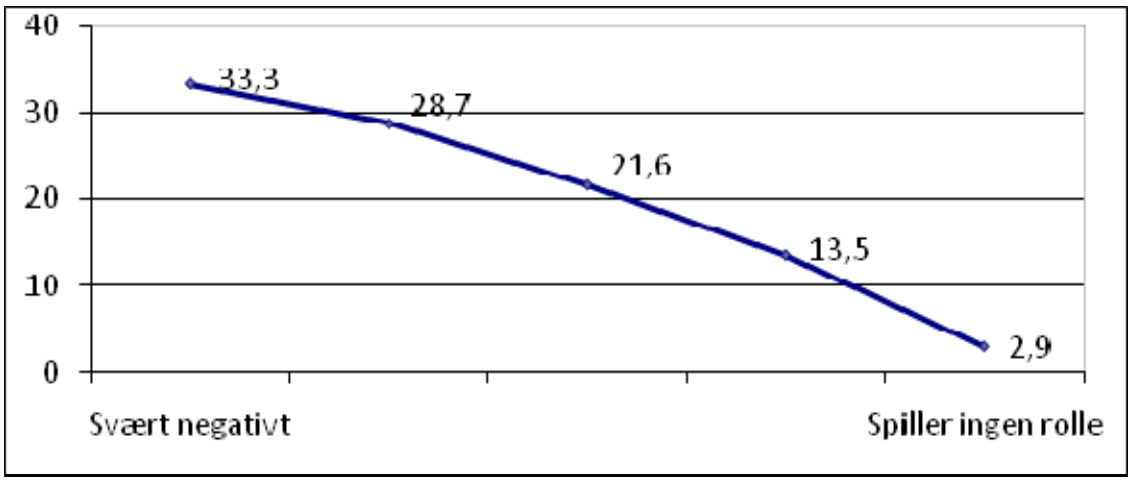
Av **tabell 15** går det fram at det er området ved Steinvika/Langesund bad/Krogshavn at hyttefolket sjeldnest har observert oljerester. Ved strekningen Nevlunghavn-Mølen og på Jomfruland er det gjennomgående en del flere som har kommet over oljerester. All tre steder er det oftest observert olje mellom steiner. Når det gjelder "andre områder" inkluderer den hele kyststrekningen Portør – Naverfjorden, unntatt de tre foran nevnte stedene. Her er rapporteringen av observasjon av oljerester betydelig mer omfattende enn i kjerneområdene. Mens observasjoner av oljerester på eller i sand er hhv 4,1 % og 5, 3 % i området ved Steinvika/Langesund bad/Krogshavn er tilsvarende prosentandel når det gjelder andre områder hhv. 18,1 og 14,0. Når det gjelder oljerester mellom steiner og oljefilm på vannet er prosentandelene respondenter som rapporterer dette fra Steinvika/Langesund bad/Krogshavn hhv 9,9 og 4,7. I sammenligning oppgir 45,6 % å ha funnet oljerester mellom steiner i andre områder, og 32,7 sier at de har observert oljefilm på vannet utenfor kjerneområdene. Årsak til dette kan være at siden båtutfart er en av de mest populære friluftslivsaktivitetene blant hyttefolket, er det grunn til å regne med at forholdsvis mange steder på den aktuelle kyststrekningen har blitt besøkt i løpet av sommeren.

***Tabell 15:*** *Observasjoner av oljerester i ulike områder sommeren 2010. Prosentvis andel blant de som angir de har observert oljerester sommeren 2010. N=171.*

| Hva har du sett? | Steinvika/Langesund bad/Krogshavn | Nevlunghavn-Mølen | Jomfruland | Andre områder |
|---|---|---|---|---|
| Oljerester oppå sanden | 4,1 | 5,8 | 8,2 | 18,1 |
| Oljerester nedi sanden | 5,3 | 7,0 | 3,5 | 14,0 |
| Oljerester mellom steiner | 9,9 | 14,6 | 17,0 | 45,6 |
| Oljefilm på vannet | 4,7 | 5,8 | 7,6 | 32,7 |
| Jeg eller andre i husstanden har vært i berøring med oljesøl | 1,8 | 7,0 | 3,6 | 21,8 |
| Annet | 0,0 | 1,8 | 0,6 | 11, 1 |

## 3.9 Reaksjoner på observasjon av eller kontakt med oljerester

Det er en klar tendens til at de 171 respondentene som oppgir å ha observert oljerester opplever dette som negativt. Til sammen er det mer enn 62 % som på en skala fra 1 til 5 oppgir at de opplevde det som svært negativt eller negativt. 13,5 % krysset imidlertid av for svarkategori 4, som ligger nærmest ”spiller ingen rolle”, mens 2,9 % sier at observasjon av oljerester ikke spiller noen rolle.



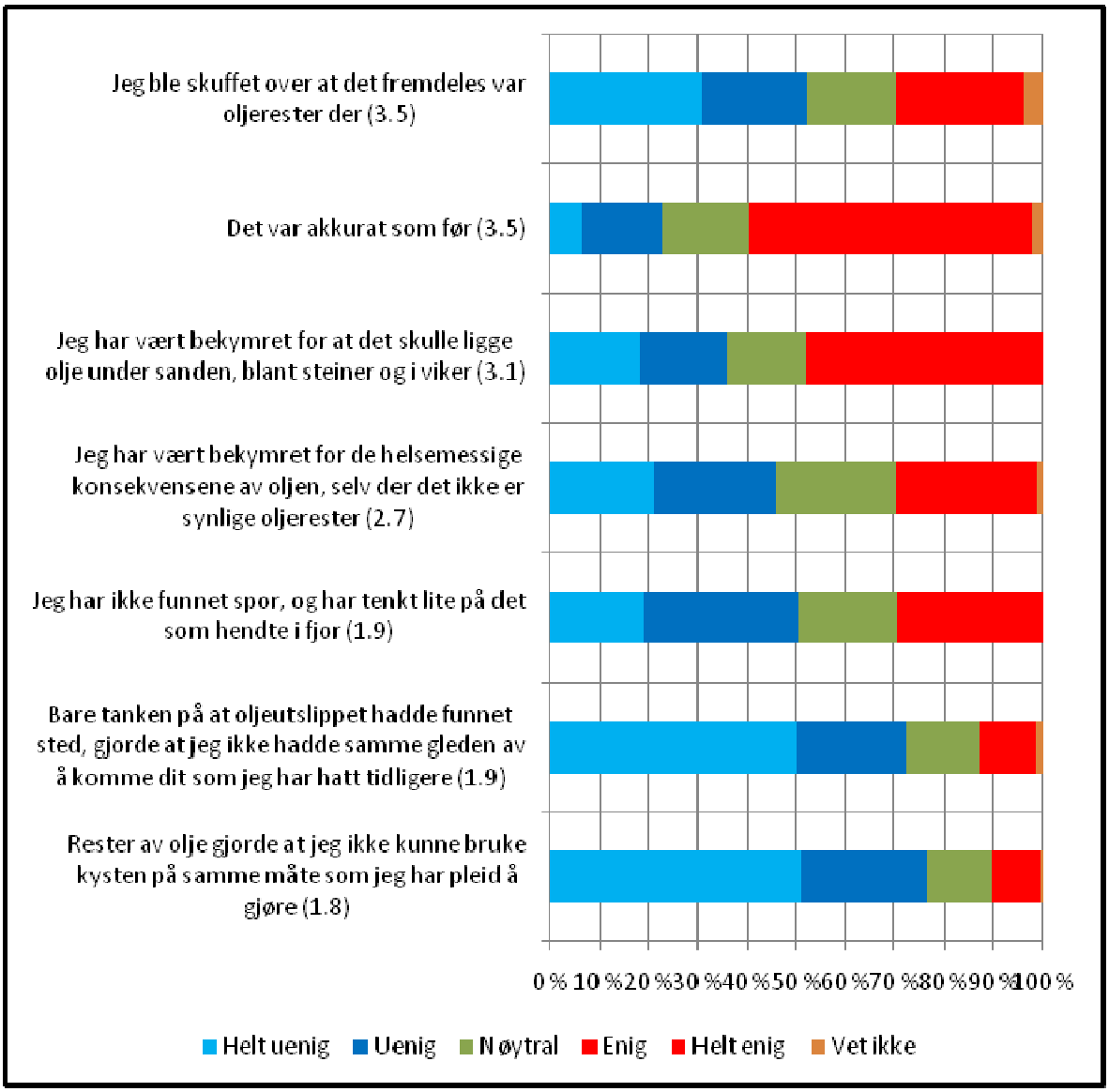

***Figur 21:*** *Prosentvis svarfordeling når det gjelder reaksjoner på funn av oljerester på en skala fra 1 til 5 der 1=svært negativt og 5=spiller ingen rolle. N=171.*

## 3.10 Opplevelsen av å komme tilbake til kysten sommeren 2010

For å kartlegge hyttefolkets opplevelse av å komme tilbake til kysten sommeren 2010 ble de bedt om å ta stilling til et sett med utsagn som på ulike måter karakteriserer dette. Her ble det også brukt en 5-delt skala der 1=helt uenig, 2=uenig, 3=nøytral, 4=enig og 5=helt enig. Det utsagnet respondentene er mest tilbøyelig til å være enige i er ”Det var akkurat som før”. Gjennomsnittskår er her 3,5, noe som tilsvarer mellom ”nøytral” og ”enig”. Til sammen er det godt over halvparten (57,5 %) som er helt enig eller enig i dette utsagnet, men 23 % sa seg uenige eller helt uenige (se **figur 22**).

Utsagnet ”Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme dit som jeg har hatt tidligere” fikk en gjennomsnittskår på 2,3. 11,3 % sa seg enige eller helt enige i dette tilfellet. Utsagnet ”Jeg har vært bekymret for de helsemessige konsekvensene av oljen, selv der det ikke er synlige oljerester” har en noe høyere gjennomsnittskår (2,7). Her er det 28,6 % som gir uttrykk for at de er enige eller helt enige i utsagnet. Dette tyder på at uro over helsemessige virkninger av oljeutslippet har lagt en viss demper på opplevelsen av kysten denne sommeren. Utsagnet ”Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker” har en gjennomsnittskår på 3,1, og det var nærmere halvparten (48,5 %) som sa seg enig eller helt enig i denne påstanden.

Når vi ser nærmere på utsagn som tematiserer observasjon av faktiske oljerester har utsagnet ”Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre” en gjennomsnittskår på 2,7. Det var 76,5 % som i varierende grad sa seg uenig i utsagnet og 9,9 % som tok det motsatte standpunkt. Med andre ord vurderer de fleste hytteeierne at kysten for deres egen del kunne tas i bruk på samme måte som tidligere. Like fullt er det nærmere 10 % av dette segmentet av friluftslivsutøvere som sier at de på grunn av oljerester ikke kunne utøve friluftsliv på samme måte som de pleier. Selv om rester av olje bare ser ut til å ha påvirket friluftslivet til et lite mindretall, er det likevel mer enn en fjerdedel (25,6 %) av hyttefolket som i en eller annen grad sier seg enig i at ”de var skuffet over å finne oljerester”. Gjennomsnittskår for dette utsagnet er like høyt som tilsvarende for utsagnet om at ”alt var som før” (3,5 i begge tilfeller). Følgelig kan det tyde på at vi står ovenfor en ambivalens og ikke nødvendigvis en klar todeling. Skuffelsen over å finne oljerester kan her tenkes å referere til forventninger som er skapt av medias og andre informasjonskanalers formidling av resultatene av opprenskningaksjonen. Skuffelsen som det gis uttrykk for behøver i et slikt tilfelle ikke påvirke selve opplevelsen av å komme tilbake i seg selv eller omfanget av bruk.



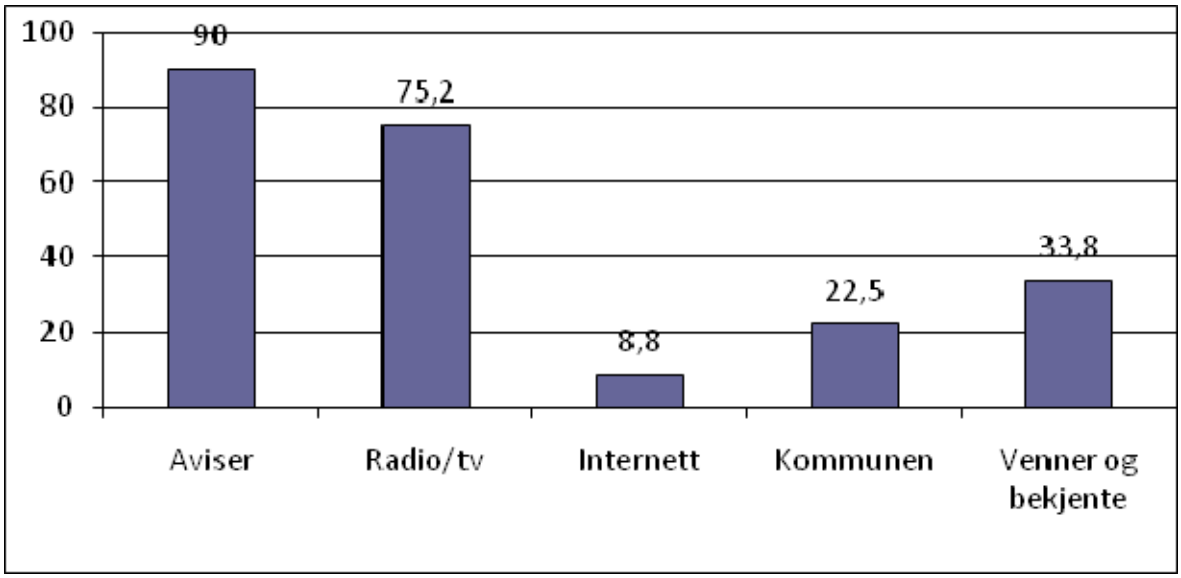

***Figur 22**: Opplevelse av å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommersesongen 2010. Hyttefolket svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene, og står i parentes. N = 273*

## 3.11 Informasjon om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City

Når det gjelder informasjon om helserisiko ved oljeforurensning oppga 58 % at de hadde lest eller hørt om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City, mens 42 % svarte at de ikke hadde vært informert om dette (N=276).

De 160 respondentene som svarte at de hadde blitt informert om helserisiko ble bedt om å svare på hva de hadde blitt informert om i denne sammenhengen. Blant disse var det 71,3 % og 69,4 % som sa de hadde blitt informert om helserisiko ved bading og ved å spise sjømat (**figur 23**). 53,8 % svarte det samme når det gjelder å spise fisk, mens 14,4 % oppga at de hadde blitt informert om helserisiko ved andre forhold.

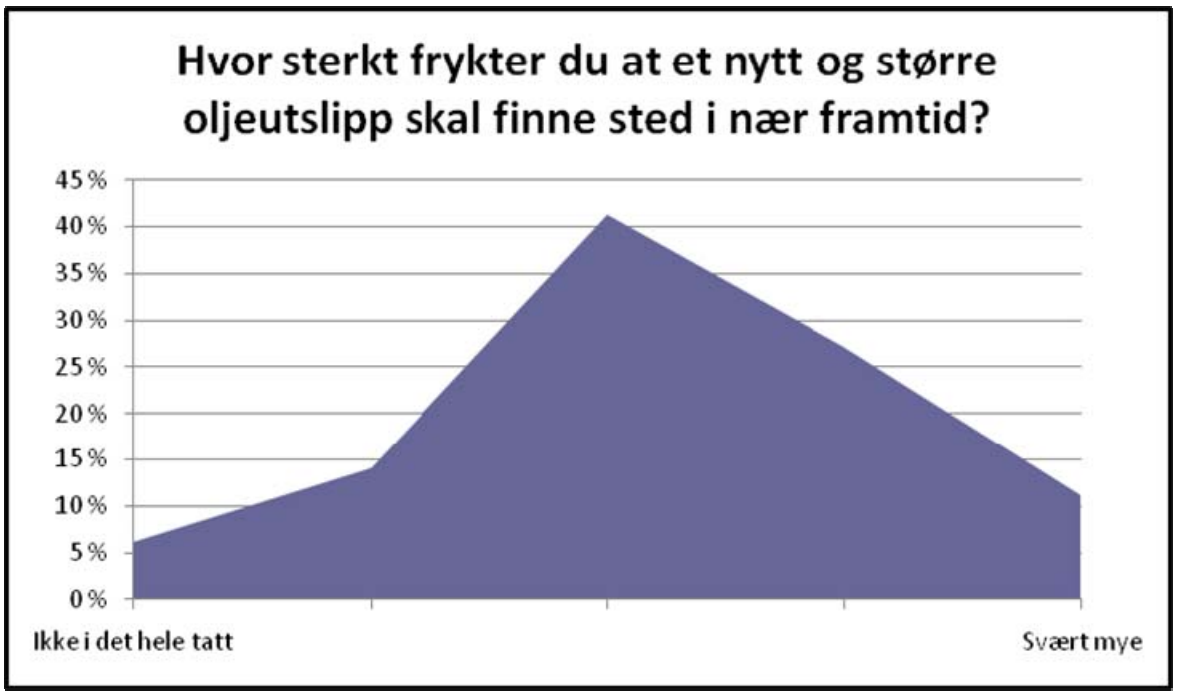
Aviser ser ut til å være den aller viktigste informasjonskilden ettersom 90 % oppgir dette som en kanal for informasjon. Radio og tv er også viktig (ca. 75,2 %). Omlag én tredjedel (33,8 %) oppgir venner og bekjente som en informasjonskilde, mens det er 22,5 % som sier de har fått informasjon via kommunen. Kystverkets hjemmeside og andre internettsider scorer lavt med 8,8 %.




***Figur 23**: Prosentfordelinger når det gjelder hvilke informasjonskanaler respondentene har mottatt informasjon om helserisiko gjennom (N=160)*

## 3.12 Hyttefolkets forhold til miljøet og oljeforurensning

Respondentene ble spurt om hvor sterkt frykter du at et nytt og større oljeutslipp skal finne sted i nær framtid? Det ble anvendt en 5-delt skala der 1=Ikke i det hele tatt og 5= svært mye. Gjennomsnittskår er her 3,2, noe som ligger omtrent midt mellom ytterpunktene. Som det går fram av **figur 24** var det 6,2 % som svarte at de ikke i det hele tatt fryktet et nytt utslipp i nærmeste framtid, mens 11,2 % oppgir at de frykter dette svært mye. 27,2 % har krysset av for 4 som ligger nærmest svært mye, mens omtrent halvparten så mange (14,1 %) hadde krysset av midt på skalaen. Dette innebærer at det blant hyttefolket manifesterer seg en viss bekymring for nye oljeutslipp.




***Figur 24**: Hyttefolks frykt for et nytt og større oljeutslipp, besvart på en 5-delt skala fra "Ikke i det hele tatt" til "Svært mye". Gjennomsnittskår = 3,23. N= 276.*

Respondentene tok også gjennom en 5-delt skala (slik det er redegjort for ovenfor) stilling til et sett utsagn som representerer holdninger og synspunkter på forurensning og oljeforurensning spesielt. **Tabell 16** viser at hyttefolk gjennomgående viser seg opptatt faren ved menneskets inngrepen i naturen, mens det er færre som gir uttrykk for tro på menneskeheten som en grunnleggende god nok forvalter av natur. **Tabell 17** viser først og fremst at hyttefolkene ikke er helt entydige i sine besvarelser i forhold til om havariet av Full City har endret deres syn på natur og forurensing. Påstander om et uendret syn på natur og forurensing har fått høyest gjennomsnittskår, men påstander om et endret syn på forurensing har fått nesten like høy gjennomsnittskår.

En felles analyse av fastboende og hyttefolk gjøres i kap.4, der vi ser på om miljøholdninger generelt har innvirkning på risikovurdering av oljeforurensing og brukshyppighet i forhold til friluftsliv.

**Tabell 16**: *Miljøholdninger generelt (skala Kaltenborn m.fl. 2005). Respondentene har svart på en 5-delt skala der 1= Helt uenig og 5= helt enig. De som har svart vet ikke er utelatt fra analysen.*

| Utsagn | Gj.snittskår |
|---|---|
| Mitt forhold til naturen er som før | 3,75 |
| Jeg har ikke forandret oppfatninger om forurensning | 3,38 |
| Jeg har blitt mer oppmerksom på synlig forurensning | 3,34 |
| Jeg setter mer pris på naturmiljøet enn tidligere | 3,12 |
| Jeg er mer opptatt av negative helseeffekter av forurensing enn tidligere | 2,97 |
| Jeg er mer opptatt av miljøvern nå enn tidligere | 2,96 |
| Jeg har blitt mer optimistisk med tanke på samfunnets evne til å håndtere oljesøl | 2,66 |
| Oljesølet etter Full City viser at naturen selv er i stand til å håndtere oljeforurensning | 2,55 |

***Tabell 17:*** *Miljøholdninger generelt (skala Kaltenborn m.fl. 2005). Respondentene har svart på en 5-delt skala der 1= helt uenig og 5= helt enig. N=276.*

| **Utsagn** | **Gj.snittskår** |
|---|---|
| Dyr og planter har like stor rett til å leve på jorda som mennesker | 4.25 |
| Balansen i naturen er svært ømfintlig og lett å forstyrre | 4.19 |
| Mennesket misbruker naturen i et omfang som er svært alvorlig | 3.81 |
| Hvis vi fortsetter på samme kurs som nå, vil vi snart oppleve en økologisk katastrofe | 3.11 |
| Menneskenes oppfinnsomhet vil sikre at det ikke blir ulevelig på jorda | 2.75 |
| Alt snakket om den ”økologiske krisa” er betydelig overdrevet | 2.42 |
| Balansen i naturen er stabil nok til å tåle påvirkningene fra et moderne industrisamfunn | 2.15 |

# 4 Holdninger til miljø, felles analyse for hyttefolk og fastboende

I studien av korttidseffekter av oljeforurensing etter havariet av Full City ble representanter for ulike lag og foreninger, miljøforvaltningen og andre ressurspersoner intervjuet (Øian m.fl. 2010). I dette materialet kunne vi se indikasjoner på at informantenes holdninger til miljø- og naturvern generelt hadde innvirkning på reaksjoner på og holdninger til oljeforurensingen etter Full City spesielt. I spørreskjemaet til de fastboende og hyttefolket ble det derfor lagt inn spørsmål som angår nettopp miljøholdninger generelt. I analysen av disse spørsmålene ble respondentene delt inn i to grupper, ut fra om de gir uttrykk for ***pessimisme*** eller ***optimisme*** med tanke på naturens evne til å motstå skadelig innvirkning fra menneskelige aktiviteter. Av totalt 1119 respondenter var det 368 respondenter (38,9 %) som gjennom stillingtaken til utsagn om holdninger til naturmiljøet kunne klassifiseres som enten pessimistiske eller optimistiske. De resterende falt utenfor ettersom deres samlede stillingtaken til de ulike utsagnene om holdninger til miljøet ikke viste en tydelig nok tendens i den ene eller andre retningen.

Tidligere i rapporten har det kommet fram at en del respondenter (riktignok et klart mindretall) oppgir at de har brukt mindre tid til friluftsliv ved kysten som følge av oljeforurensningen eller at de av samme grunn har funnet det nødvendig å finne fram til andre steder enn de man bruker til vanlig for utøvelse av friluftsliv. Vi har følgelig sett nærmere på om miljøholdninger påvirker slike valg. Denne rapporten har så langt også vist at en forholdsvis stor andel av respondentene gir uttrykk for erfaringer som kan tolkes som at oljeforurensingen har forringet opplevelsesverdien av friluftslivet, selv om aktivitetsnivået ikke nødvendigvis er redusert. Vi har derfor også undersøkt om forskjeller i miljøholdninger spiller en rolle for opplevelsesverdien av friluftslivet, det vil si om den er redusert som følge av oljeforurensning eller ikke.

## 4.1 Miljøholdninger og redusert friluftslivsbruk ved den aktuelle kyststrekningen

En Chi-kvadrat test viser en signifikant forskjell ($X^2$= 8,2. df=3,p=0,042) mellom de to segmentene i forhold til om de har brukt mindre tid på friluftsliv ved kysten denne sommeren. Det er flere respondenter i segmentet av de som gir til kjenne en pessimistisk holdning som har utøvd friluftsliv langs kysten *mindre* enn de har pleid å gjøre. Tilsvarende er det en høyere prosentandel i det optimistiske segmentet som sier at de har brukt kysten like mye eller mer. Forskjellene i prosentandeler mellom de to ulike segmentene framgår av **tabell 18**. Slik sett kan det se ut til at en generell bekymring for naturmiljøet kan ha medvirket til at enkelte i løpet av sommeren 2010 reduserte sin friluftslivsutøvelse ved den aktuelle kyststrekningen.

***Tabell 18**: Sammenligning av hvordan ulike miljøholdninger varierer med forskjeller når det gjelder hyppighet i utøvelse av friluftsliv langs kysten sommeren 2010.*

| | **Holdning til natur og miljø:** | | **Pessimistisk** | **Optimistisk** | ***Total*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Sammenlignet med de foregående årene, hvor mye har du utøvd friluftsliv på ett eller flere steder ved kyststrekningen i Kragerø, Bamble og/eller Larvik kommuner? | Betydelig mindre | N | 2 | 15 | *17* |
| | | *Prosent* | *1.9* | ***5.8*** | *4.6* |
| | Noe mindre | N | 16 | 63 | *79* |
| | | *Prosent* | *14.8* | ***24.2*** | *21.5* |
| | Like mye | N | 84 | 174 | *258* |
| | | *Prosent* | ***77.8*** | *66.9* | *70.1* |
| | Mer | N | 6 | 8 | *14* |
| | | *Prosent* | ***5.6*** | *3.1* | *3.8* |
| *Totalt* | | | *108* | *260* | *368* |

## 4.2 Miljøholdninger og opplevelsesverdi i friluftsliv ved den aktuelle kyststrekningen

Når det gjelder spørsmålet om det finnes forskjeller mellom de pessimistiske og optimistiske segmentene med tanke på selve opplevelsesverdien, viser det seg at respondentene som heller i retning av en optimistisk naturholdning, i sammenligning med det pessimistiske segmentet, var mer *enige* i utsagnet om at ”alt var som før”. Utsagnet ”Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere” var de optimistiske derimot mer *uenige* i enn de pessimistiske. Forholdet var motsatt når det gjelder utsagnet ”Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor”. Her var det en signifikant større andel pessimistiske respondenter som så seg *uenige*. De pessimistiske var dessuten *mest* enige i utsagnene ”Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker”, ”Jeg har vært bekymret for de helsemessige konsekvensene av oljen selv der det ikke er synlige oljerester” og ” Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre”. Det var bare utsagnet ”Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester ” som ikke gir signifikante forskjeller mellom de to segnmentene.

Som det går fram av **tabell 19** er forskjellene klart statistisk signifikante ettersom P=.000 eller .004. På bakgrunn av dette kan det dermed se ut til at generelle holdninger til naturmiljøet påvirker opplevelsen av å komme tilbake til kysten året etter at oljeutslippet fra Full City fant sted. Det er også verdt å merke seg at utsagnet om at man ikke kunne bruke kysten på samme måte som før på grunn av oljerester bare så vidt er signifikant (P=.049). Med andre ord er det selve opplevelsen av effekter av oljeforurensingen og ikke endret bruk som gir størst utslag i forhold til miljøholdninger.

***Tabell 19**: Sammenligning av ulike miljøholdningers innvirkning på opplevelsesverdien av friluftslivet i lys av oljeforurensningen, signifikante forskjeller framgår i høyre kolonne. N=368*

| Utsagn | Segment | N | Gj.-snitt | S.E. | T | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Det var akkurat som før | Optimisme | 108 | 3.97 | .109 | 4.093 | .000 |
| | Pessimisme | 260 | 3.32 | .093 | | |
| Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor | Optimisme | 108 | 3.09 | .126 | 4.025 | .000 |
| | Pessimisme | 260 | 2.51 | .077 | | |
| Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker | Optimisme | 108 | 2.43 | .121 | -5.383 | .000 |
| | Pessimisme | 260 | 3.27 | .087 | | |
| Jeg har vært bekymret for de helsemessige konsekvensene av oljen, selv der det ikke er synlige oljerester | Optimisme | 108 | 2.18 | .117 | -4.652 | .000 |
| | Pessimisme | 260 | 2.88 | .085 | | |
| Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere | Optimisme | 108 | 1.69 | .106 | -2.878 | .004 |
| | Pessimisme | 260 | 2.11 | .081 | | |
| Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre | Optimisme | 108 | 1.69 | .106 | -1.978 | .049 |
| | Pessimisme | 260 | 1.95 | .072 | | |
| Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester | Optimisme | 108 | 2.04 | .134 | -1.550 | .122 |
| | Pessimisme | 260 | 2.31 | .098 | | |

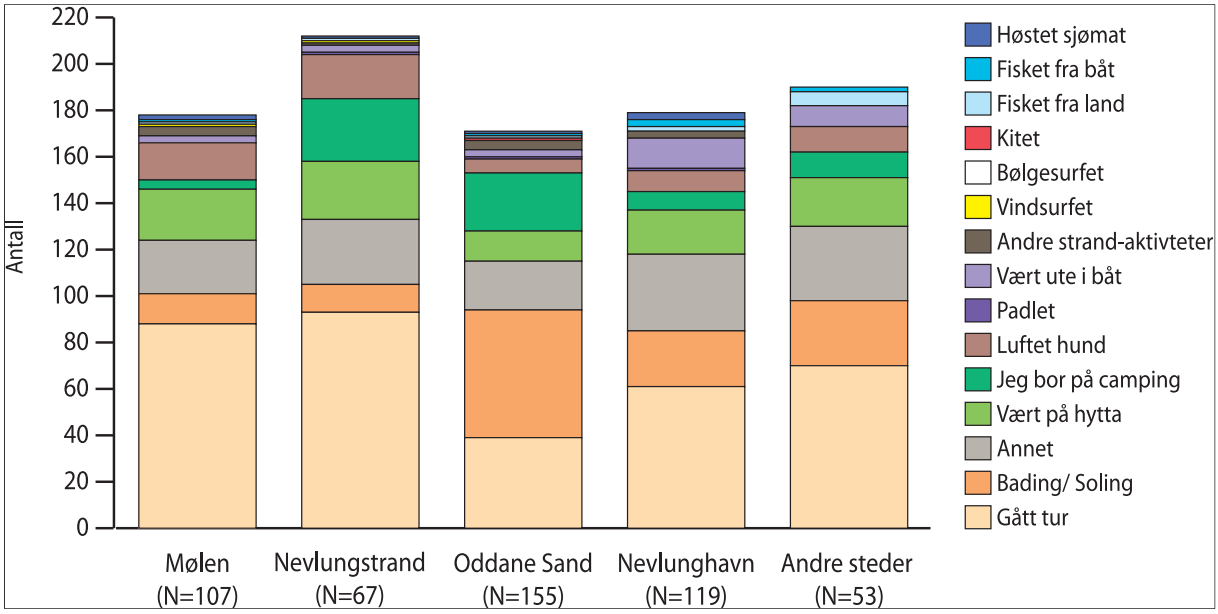
Som tidligere drøftet kan skuffelsen over at det fremdeles var oljerester tenkes å ha et grunnlag i forventninger som er skapt av medias og andre informasjonskanalers formidling av resultatene av opprenskningsaksjonen. Da vinteren inntraff i 2009 formidlet media en stor tro på at spesielt badestrandområdene ville være som før ved neste badesesong, og at naturkreftene i løpet av vinteren ville ha skuret bort rester av olje. Friluftslivsutøveres opplevelse av oljeforurensning bygger ikke på objektive vurderingskriterier av konsekvensene, men er også formet av flere forskjellige typer forforståelser, som for eksempel ideologiske og politiske holdninger, den identitetsmessige betydning av friluftslivsaktivitetene og de forhåpninger som informasjon fra myndigheter og media skaper. Skuffelsen som kommer til uttrykk behøver derfor ikke nødvendigvis å påvirke selve opplevelsen av å komme tilbake i seg selv eller omfanget av bruk. I **tabell 19** går det for øvrig fram at det *ikke* er signifikante forskjeller mellom de pessimistisk og optimistiske segmentene når det gjelder utsagn om skuffelse over å finne oljerester (P=.122).

# 5 Dagsbesøkende

Som nevnt i metodekapittelet valgte vi å gjøre en on site undersøkelse i området Mølen-Nevlunghavn i sommer for å belyse segmentet dagsbesøkende. 346 personer ble intervjuet på stedet om hva de hadde gjort i løpet av dagen, om de hadde observert oljerester, hvor de eventuelt hadde observert olje og hvordan de hadde reagert på det. NorStat som gjennomførte intervjuene gjennomførte intervjuer fire steder: Mølen, Nevlunghavn, Oddane Sand og Nevlungstrand. Bakgrunn for valg av sted for on site undersøkelsen var at dette området er besøkt for mange ulike formål som bading, vindsurfing, turgåing, fuglekikking, camping og hytteliv. Samtidig er det et område som ble direkte berørt av oljepåslag.

## 5.1 De tilreisendes bruk av strandsona

**Figur 25** viser deltakelse i ulike aktiviteter, samlet sett for de ulike stedene og for hvert enkelt sted respondentene har besøkt. Vi ser at turgåing er den viktigste aktiviteten på alle stedene bortsett fra på Oddane sand camping. Både turgåing, hundelufting og andre aktiviteter innebærer at en i stor grad beveger seg i området, og på den måten skulle respondentene totalt sett hatt gode muligheter til å oppdage eventuelle oljerester.

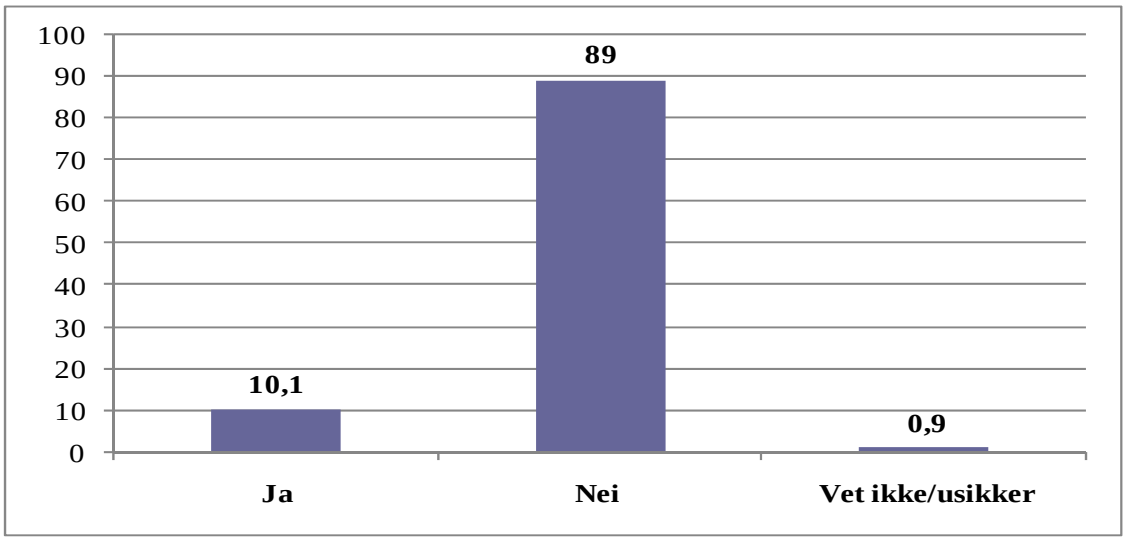



***Figur 25:*** *Deltakelse i ulike aktiviteter (mulighet for å krysse av på flere alternativer). Totalprosent for alle stedene og for hvert enkelt sted. N=346 respondenter.*

## 5.2 Funn av oljerester og reaksjoner på dette

I **figur 26** ser vi at ca. 10 % av de tilreisende har sett spor etter oljerester, mens ca. 90 % ikke har sett noe. Den svært lave andelen av "vet ikke/usikker" kan relateres til at respondentene besvarte spørsmål løpende, og at denne kategorien kom etter at de hadde svart ja eller nei på spørsmålet. Respondentene fikk mulighet til å gi kommentarer i forbindelse med dette spørsmålet. De fleste kommentarene sier noe om at en har observert olje tidligere, men ikke denne dagen intervjuet ble gjennomført. Noen kommentarer beskriver at en er fornøyd med opprydningsarbeidet, noen forteller at en er skuffet over at det er olje igjen.

Av de 38 observasjonene som er gjort av olje de ulike stedene (se **tabell 20**), er flest gjort ved Nevlungstrand (10), Mølen (9) eller andre steder (8). Ved Oddane Sand ble det gjort 6 observasjoner av olje og ved Nevlunghavn 5 observasjoner. De intervjuete ble også spurt om hva slags type oljerester de hadde observert, der oljerester mellom steiner på Mølen og Nevlungstrand var det vanligste alternativet. 45 observasjoner av ulike typer oljerester hadde blitt observert, altså har noen observert flere ulike typer olje på det samme stedet.



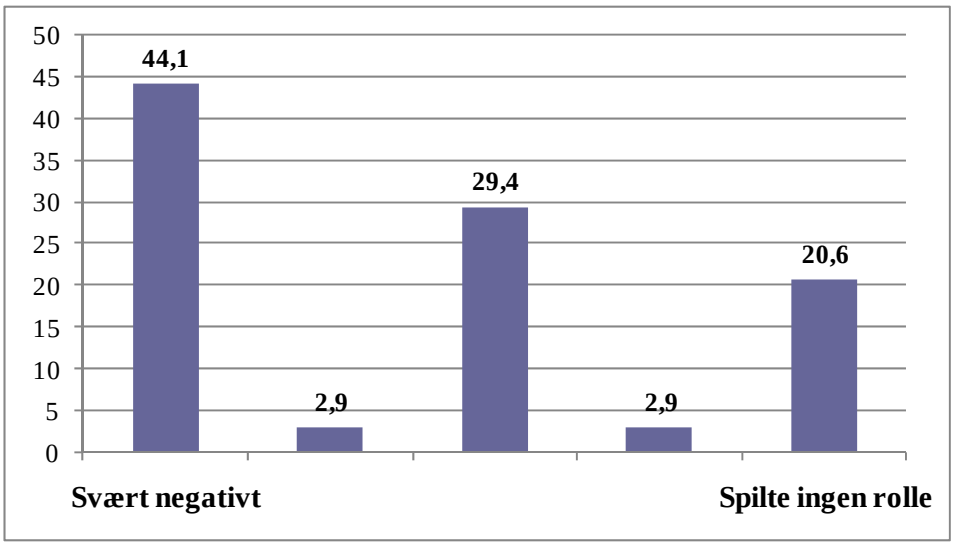

***Figur 26**: Dagsbesøkendes funn av oljerester, i prosent. N=346.*

***Tabell 20:** Antall observasjoner av oljerester de ulike stedene og antall observasjoner av ulike typer oljerester de ulike stedene. Antall respondenter = 35.*

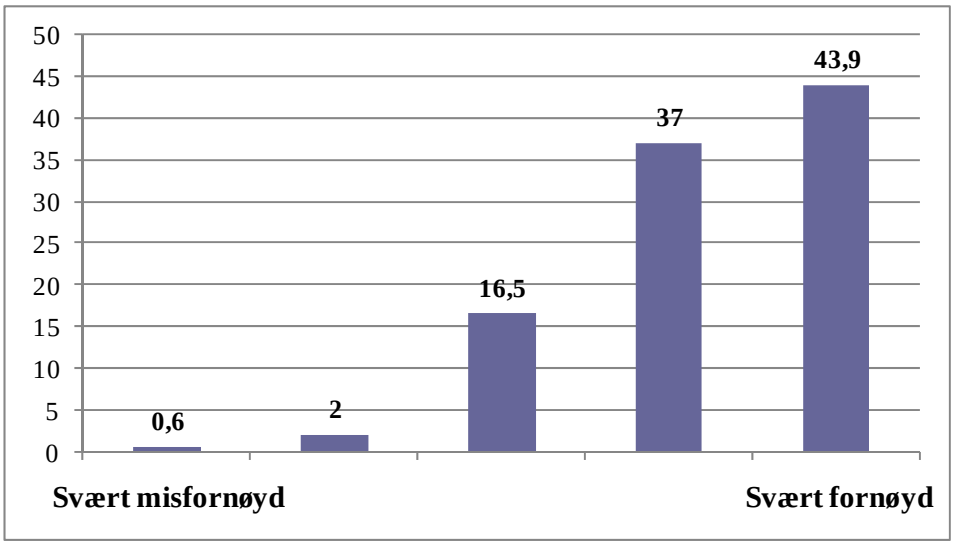
| | Mølen | Nevlung-strand | Oddane sand | Nevlung-havn | Andre steder | Totalt antall observasjoner |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Antall observasjoner Ulike steder | 9 | 10 | 6 | 5 | 8 | 38 |
| Oljerester oppå sanden | 1 | | 1 | | | 2 |
| Oljerester nedi sanden | 1 | | | 1 | 1 | 3 |
| Oljerester mellom steiner | 8 | 10 | 4 | 1 | 5 | 28 |
| Oljefilm på vannet | | | | 2 | | 2 |
| En eller flere av oss har fått oljesøl på seg i dag | 1 | | 1 | | | 2 |
| Annet | | 2 | 1 | 1 | 4 | 8 |
| Total | 11 | 12 | 7 | 5 | 10 | 45 |

Av 346 intervjuede var det altså 10 % som hadde observert oljerester den dagen de ble intervjuet, det vil si 35 personer. Av de 45 ulike typene oljerester disse hadde sett, var olje mellom steiner på Mølen og Nevlungstrand vanligst.

I **figur 27** ser vi at 44,1 % reagerte svært negativt på å finne olje mens for 20,6 % spilte det ingen rolle. På en skala fra 1 til 5 var gjennomsnittskår 2,5, altså noe under gjennomsnittet mellom ”svært negativt” og ”det spilte ingen rolle”. På spørsmålet som ble stilt tidlig i intervjuet: ”Hvor fornøyd er du med dagen?” svarte ca. 80 % at de var fornøyde med dagen (se **figur 28**). Det var ingen signifikante sammenhenger mellom det å ha observert olje og det å være misfornøyd med dagen generelt. Alle intervjuene ble gjennomført i bra vær.




***Figur 27**: Reaksjoner på funn av oljerester. Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = svært negativt og 5 = spilte ingen rolle. Gjennomsnittskår = 2,53. N=34.*




***Figur 28:** Hvor fornøyd er du med dagen? Respondentene svarte på en skala fra 1 til 5 der 1 = svært misfornøyd og 5 = svært fornøyd. Gjennomsnittskår = 4,22. N=346.*

Ca. 10 % av de dagsbesøkende hadde observert oljerester den dagen de ble intervjuet. Studien viser at de dagsbesøkende hadde en gjennomsnittlig negativ reaksjon på det å finne oljerester, men reaksjonen var i gjennomsnitt ikke svært negativ. Blant de dagsbesøkende som hadde observert oljerester svarte så mange som 44,4 % ”svært negativt” på sine reaksjoner på å finne oljerester. Det var likevel ingen signifikante sammenhenger mellom det å ha observert olje og det å være misfornøyd med dagen generelt. Dette kan bety at observasjon av oljerester for mange synes å være en negativ ”der og da” reaksjon, men som ikke nødvendigvis har hatt innflytelse på dagsbesøket ellers.

Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt få oppslag om oljeforurensing etter Full City havariet denne sommersesongen. Det er derfor vanskelig å se for seg verken noen positiv eller negativ medieeffekt for tilreisende. En eventuell positiv effekt må ha kommet etter flere oppslag rundt ettårs markeringa av Full City-havariet, i månedsskiftet juli-august. Men de dagsbesøkende ble intervjuet *før* ettårs markeringa og medieoppslag rundt Full City-havariet, og intervjuene med de dagsbesøkende gir heller ikke noe informasjon om deres *forventninger* til besøket i området Mølen-Nevlunghavn. På ulike måter har nok media bidratt til å skape forventninger til de dagsbesøkende, men det er vanskelig å vite hvilket av perspektivene som media har formidlet, fra katastrofe til optimisme, som eventuelt hadde bitt seg fast i folks bevissthet da de besøkte området Nevlunghavn-Mølen sommeren 2010.

# 6 Medias presentasjon av tilstanden i den aktuelle strandsona relatert til friluftsliv, gjennom 2010

I rapporten vår om kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv (Øian et al. 2010) hadde vi en fyldig og ganske detaljert gjennomgang av medieoppslag. Her gir vi en kortere oversikt for å vise det grove mønsteret i oppslagene, i løpet av vinteren, ny vår og sommeren etter utslippet. Formen er også styrt av at antall relevante oppslag er langt mindre i 2010 enn det var i den umiddelbare perioden etter Full City-havariet. Det kan en også se ved å sammenligne mediestatistikken fra Øian et al. (2010) med de to statistikkfigurene (**figur 29 og 30**) i dette kapitlet.

I rapporten om de kortsiktige effektene, viste vi ganske tydelige faser i medieinnholdet. Våren og sommeren 2010 er det mindre tydelige temafaser, utover det som logisk følger av årstidenes forløp. Det finnes også tema som kommer og går gjennom hele den aktuelle tidsperioden, for eksempel innspill om og vurderinger av Langesunds positive eller negative omdømme i folks bevissthet.

Presentasjonen er delt mellom statistikk og innhold. 'Statistikk' er en automatisk opptelling av antall oppslag ut fra valgt søkeprofil i Opoint Medieovervåkning. 'Innhold' dreier seg om gjennomlesing og presentasjon av de utvalgte artiklene som har tydelig relevans i denne sammenheng, og de er langt færre enn det statistikken indikerer. Vi vektlegger bare innhold som er relevant i forhold til friluftsliv og turistmessig bruk av den aktuelle kystsona, dvs. tema som attraktivitet og trivsel, bruksforhold og helsesikkerhet. Det betyr at det også finnes viktige oppslag i perioder når medieoppmerksomheten er generelt lav. "Tonen" i mediene var gjennomgående veldig optimistisk senhøstes 2009, etter den store innsatsen med opprensking fra profesjonelle og frivillige. Det gjaldt både lokale og nasjonale medier.

## 6.1 Hovedfunn og tematiske faser i medieanalysen

Her oppsummer vi medienes fokus på friluftsliv i fire ulike faser. Grunnlaget for oppsummeringa finnes til slutt i kapitlet, der relevante sitater og utdrag fra både lokale og nasjonale medier er strukturert ukesvis. De to statistikkfigurene (**figur 29 og 30**) viser at det er få oppslag før påske (uke 13) og få oppslag etter 1. august (uke 31). Det viktigste og meste av friluftslivsstoffet er fra fase 2 og 3, dvs utover våren når friluftsområdene skal bli klare til sommer- og badesesongen (fase 2), og i juli, i selve ferie- og badesesongen (fase 3).

Mediene har særlig konsentrert seg om kvaliteten på badestrendene og friluftsaktiviteten bading. Blant friluftsområdene er det Krogshavn som er viet stor oppmerksomhet. Langesund Bad blir også mye omtalt, men på en helt annen måte og ikke fordi det er regna som en viktig badeplass.

### 6.1.1 Fase 1: Før påske: Miljøtilstand og renskebehov?

Dette er en fase med få medieoppslag (mellom ett og fem i uka) og de fleste er lokale. Innholdet er i hovedsak slik:

Kystverket konstaterer at vinteren ikke har tatt seg av "finrenskinga". Renskebehovet for å klargjøre strendene til badesesongen blir kartlagt og regjeringa bevilger 34 millioner til arbeidet. Krogshavn får prioritet fordi det er regna som en særlig viktig badeplass, og fordi det er meldt om fare for badeforbud pga. olje i bunnsedimentene.

To andre tema blir nevnt og begge går igjen i de to neste fasene: kvaliteten på sjømaten (er det utrygt å spise blåskjell?), og omdømmet til Langesundskysten (er attraktiviteten redusert?). Riksmediene skriver lite om Langesundområdet, men det blir referert at Kystverket vurderer behovet for etterrensking.

### 6.1.2 Fase 2: Fra påske til skoleferie: Finrenskning. Kvaliteten i friluftsområdene?

Arbeidet med etterrensking starter og fokuset er på om strendene blir bra til badesesongen. De lokale mediene har fra 5 til 20 oppslag i uka, mens de nasjonale mediene er fraværende.

Det blir meldt at Kystverket er optimistisk for bademulighetene i Krogshavn, og uttrykt generelt at nå skal friluftsområdene prioriteres framfor verneområdene. I løpet av mai blir områdene etter hvert friskmeldte, først i Vestfold (Mølen) og senere i Telemark, inkludert Krogshavn. Men myndighetene garanterer ikke strender helt frie for olje. I begynnelsen av juni blir det diskusjon vannkvalitet. Dette er ikke Kystverkets, men Helsetilsynets ansvar og en melder en at badevannet i Krogshavn må testes jevnlig. Eieren av Langesund Bad er misfornøyd med tilstanden og renskeinnsatsen i bukta ved hotellet. En fagrapport fraråder ”mye” bading der. Langesund Bad blir en gjenganger i media denne sommeren.

### 6.1.3 Fase 3: Bade- og turistsesong: *Det ble da bra, eller…?*

Stadig er det lokalavisene som dominerer fullstendig (opp til 20 oppslag i uka). Ved ettårs markeringa for Full City-forliset (ei uke med 125 oppslag) kommer de nasjonale mediene på banen. Men ett viktig unntak er en firesiders VG-artikkel tidlig i juli som er sterkt kritisk til norsk oljevernberedskapen, og som formidler ord og ferske bilder av olje i Krogshavn og på Såstein.
Lokalt melder en om badegjester i Krogshavn som reagerer på olje i vannet og på kroppen, og olje er også registrert på Stråholmen og Såstein. Kystverket bytter ut den forurensa sanden i Krogshavn. Fylkeslegen sier det ikke er farlig å bade der, og unge badegjester i Krogshavn blir portrettert og de sier de ikke tenker så mye på olja. Midt i juli fortsetter ”ping-pong skrivinga” med Langsund Bad i sentrum – er klaging over dårlig oljerensking et viktig korrektiv eller gir det bare negativ markedsføring av Langesundområdet? Hvorfor skal de få misfornøyde ”få mikrofonen” når de fleste er så fornøyde med tilstanden?

Rundt ettårs dagen for havariet skriver de nasjonale mediene om Langesundsområdet. Mange gir en positiv inngang gjennom overskrifter som ”Gleder seg over rene strender”, og formidler at sjømat kan spises og at badekvaliteten er god. Bare ABCNyheter har en artikkel med både idyll og elendighet; det siste illustrert med Langesund Bad og bukta utenfor. Noen nasjonale aviser skriver bare om den mangelfulle norske oljevernberedskapen og generelt om Full City-havariet, men ingenting om tilstanden langs strendene i dag.

### 6.1.4 Fase 4: Ettersommer: Naturen får overta finpussen

Etter årsmarkeringa av havariet er det skrevet lite, både lokalt og nasjonalt. I slutten av august blir en slags avrunding presentert: Finkontrollene og oppryddinga etter oljegriseriet skal avsluttes 1. september. Nå får naturen vaske vekk de siste oljerestene.

### 6.1.5 Samla vurdering

Her vurderer vi først og fremt i forhold til følgende problemstillinger:

1. **Lokalt: Kan mediene ha påvirka folks opplevelse av om strendene og badeplassene er egna og attraktive for friluftsliv eller ikke, inkludert eventuell helserisiko?**
2. **Regionalt/nasjonalt: Kan riksmediene ha påvirka folks opplevelse av om den aktuelle kyststrekningen er attraktiv og trygg å feriere ved?**

**Til 1:** En gikk inn i vintersesongen med håp om at vinterstormene ville drive finrensking av strendene. Isforholdene forhindra dette og det var derfor ikke overraskende når mediene meldte om behov for etterrensk våren 2010. I motsetning til i august og september 2009, så var hovedinnsatsen våren 2010 å renske friluftsområder og ikke verneområder. Dette ble formidla i mediene og det samme ble den nitide innsatsen med etterrensk som ble gjennomført utover

våren. Sjømaten har vært friskmeldt fra ettervinteren, men med tvetydige signaler om spiselige, men giftige blåskjell.

Mediene har skrevet lite om for eksempel turgåing langs sjøen, men hatt en overvekt av oppslag om strandopphold og bading, og særlig er Krogshavn omtalt: En meldte først om frykt for badeforbud pga. olje i bunnsedimentene. Så ble Krogshavn ble friskmeldt siste uka i mai, men IUA (Interkommunalt utvalg mot akutt forurensning) Telemark og Kystverket understreka at folk likevel kunne finne olje i løpet av sommeren, og ba om innrapportering av slike funn. I juni kommer så mediediskusjonen om strandkvalitet i forhold til vannkvalitet; Kystverket kan ikke uttale seg om kvaliteten på badevannet og henviser til Helsetilsynet. Og i begynnelsen av juli reagerer en del badegjester på olje i vannet og på kroppen etter bading i Krogshavn, og sandskifte blir igangsatt. Dette ble ikke gjort fordi det var farlig å bade i Krogshavn, sier Kystverket, men fordi det er så mange barn som bruker badeplassen. Likevel er den oppgravde sanden å regne som spesialavfall. Fylkeslegen melder at det ikke er farlig å bade i Krogshavn, og badende gjester melder at de ikke bryr seg så mye om olja. Den uakseptable tilstanden i bukta ved Langesund Bad har fått stor oppmerksomhet i lokale media, men ifølge de samme mediene har ikke denne bukta hatt noen betydning som lokal badeplass ”på seksti år”.

Konklusjon: Det er altså ulike og dels tvetydige signaler i de lokale mediene om tilstanden på forskjellige badestender, om blåskjell bør spises eller ikke, når det er helserisiko ved å bade, og om hvordan lokale brukere opplever de lokale forholdene. Men det er en overvekt av positive medieoppslag om strandkvalitetene i de viktigste fasene (2 og 3), og de oppslagene som bikker andre veien er mer tvetydige og kritiske enn negative og ”skremmende”. Det er størst sannsynlighet for at folk flest vil ha vurdert situasjonen og tilstanden på strendene og i badeområdene som godt tilfredsstillende, særlig med tanke på hvordan det så ut her for mindre enn ett år sida. Og selv om Krogshavn har dominert i antall oppslag (og ofte med kritisk vinkling) så har disse blitt supplert med flere spredte og entydig positive oppslag om Mølen, Steinvika, Rognstranda og presentasjoner av for eksempel ”Bambles badeperler”.

**Til 2:** Riksmediene har hatt få oppslag i 2010. Men behovet for etterrensking ble meldt av noen, før påske. Så blir det ganske stille fra riksmediene til ut i juli, når etterrenskearbeidet i hovedsak er avslutta. Hytteavisen melder at det likevel ikke var reint på Stråholmen, og VG har en stor og ganske kritisk reportasje om oljevernberedskapen generelt, men nevner også oljesand i Krogshavn, ved Langesund Bad, og olje ”i tykke lag” på Såstein. Det følger flere innslag og intervjuer med hotelleieren av Langesund Bad som understreker at det ikke er reint i bukta nedenfor hotellet. Men sett i forhold til antall oppslag, så ser det ut til at denne debatten rundt omdømmenedbryting (som hotelleieren beskyldes for) har gått sterkest i de lokale avisene og kanskje i NRK Telemark. Rundt ettårs markeringa for Full City-havariet så har de fleste nasjonale medier enten et positivt lokalt fokus (”Gleder seg over rene strender” eller ”Fra katastrofe til idyll”), eller de skriver om den mangelfulle nasjonale oljevernberedskapen og lite om Langesundsforhold. Dessuten er vi nå i månedsskiftet juli-august og medieoppslag vil sannsynligvis ha liten innvirkning på ferieadferd for sommeren 2010.

Konklusjon: Det oppslaget som kan ha hatt størst negativ innvirkning på lysten til å besøke Langesundsområdet denne sommeren er trolig den firesiders VG-artikkelen tidlig i juli. Men artikkelen var ikke bare negativt vinkla, og det er lite sannsynlig at en enkelt reportasje skal slå særlig sterkt ut på folks ferieatferd. Men det er skrevet så lite om Langesundsforhold – uansett vinkling - i nasjonale medier, for eksempel i fase 2 og tidlig i fase 3 (da en ferietur normalt vil bli planlagt), at det er like vanskelig å se for seg noen positiv medieeffekt. Den må eventuelt ha kommet etter all skrivinga og flere ”idyll-oppslag” rundt ettårs markeringa av Full City-havariet, i månedsskiftet juli-august.

## 6.2 Metode

Medieanalysen er fullt og helt basert på søk i og statistikkgenerering fra Opoint Medieovervåkning. Opoint gir oss tilgang til ca 160 dags-/ukesaviser og ukeblader, samt relevante og tilgjengelige nettsteder for de aktuelle søkeordene. Men Opoint gir oss ikke mulighet til systematisk å søke i ei bestemt avis for en tidsperiode; inngangen må være et tema (ord, eksakt tekst eller ulike ordkombinasjoner) for en fritt valgt tidsperiode for ”hele nettet”.

Vi har bare brukt **søkeprofilen ”Oljesøl Friluftsliv”**. Den ble også brukt i den første rapporten (Øian et al. 2010), men den gang i kombinasjon med søkeprofilen ”Full City” (dvs. alle oppslag som inneholdt skipsnavnet). I profilen ”Oljesøl Friluftsliv” **kombinerer vi minst ett av disse ordene**: Mølen Krogshavn Steinvika Jomfruland Nevlunghavn Rognstranda Helgeroa Hydrostranda Portør, **med minste ett av disse ordene**: olje oljesøl* oljelense* oljeutslipp* oljeklump* oljefilm* oljekatastrofe* oljelekkasje* oljeskad*. Søkeprofilen griper altså fatt i **stedene** og ikke i friluftsliv og friluftsaktiviteter. Det er ikke fordi aktiviteter er valgt bort som mindre viktig enn stedene, men fordi det er et så stort spekter av aktiviteter og mange ord som kan dekke en og samme aktivitet, at det er vanskelig å fange opp friluftsliv, i kombinasjon med navngitte, relevante aktiviteter i en søkeprofil.

Søk med bestemte søkeord/-profil for en valgt periode kan også sammenstilles til **statistikk**: altså sammenstilling av hvor mange artikler / nettsaker som Opoint finner for den bestemte profilen (temaet). Vi deler presentasjonen av statistikk i to tidsbolker; januar til juni, og så juli til oktober. Skillet ved 1. juli er mer praktisk-teknisk enn faglig, for å få mengdefordelinga inn i to figurer, samt at det også viser sprangene i mediedekning i ulike perioder i løpet av disse 10 månedene.

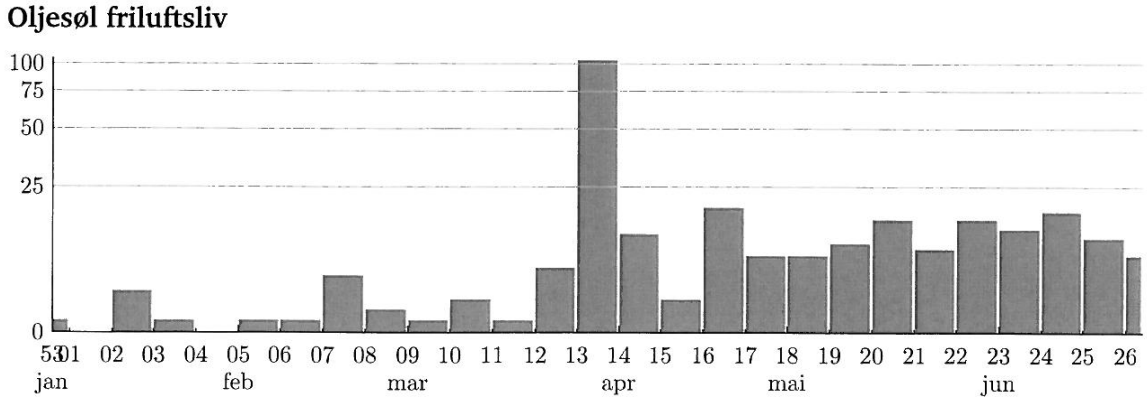
I den automatisk genererte statistikken må vi be leseren være oppmerksom på at skalaen til venstre (antall oppslag i mediene) vil variere fra den ene figuren (dvs. perioden) til den neste (se **figurene 29 og 30**). Skalaen er styrt av den uka med mest oppslag for den aktuelle søkeperioden. Rett etter havariet (første uka i august 2009) var en oppe i nær 400 oppslag på ei uke (se Øian et al. 2010), mens det maksimale i løpet av 2010 har vært 125 oppslag på ei uke (uke 30, i forbindelse med ettårs markeringa av havariet).

Det er viktig å nevne at ikke alle ”tilslag” i søket er relevante. Der vi får tilslag på ønskte ordkombinasjoner i papirutgavene (dvs. pdf-versjoner av avisene) så er ikke nødvendigvis søkeordene å finne i samme artikkelen, men bare på samme avisside. Da gir vanligvis ikke tilslaget noe nyttig eller meningsfullt funn. Slike feilfunn er ikke sortert ut i statistikken, men selvsagt i den innholdsmessige gjennomgangen. Feil funn av denne typen vil fordele seg tilfeldig i hele søkeperioden (januar til oktober) og vil derfor ikke påvirke poenget med å sammenligne mengden oppslag mellom de ulike delperiodene eller fasene.

## 6.3 Medieoppslag i 2010.

### 6.3.1 Statistikk første og andre halvår

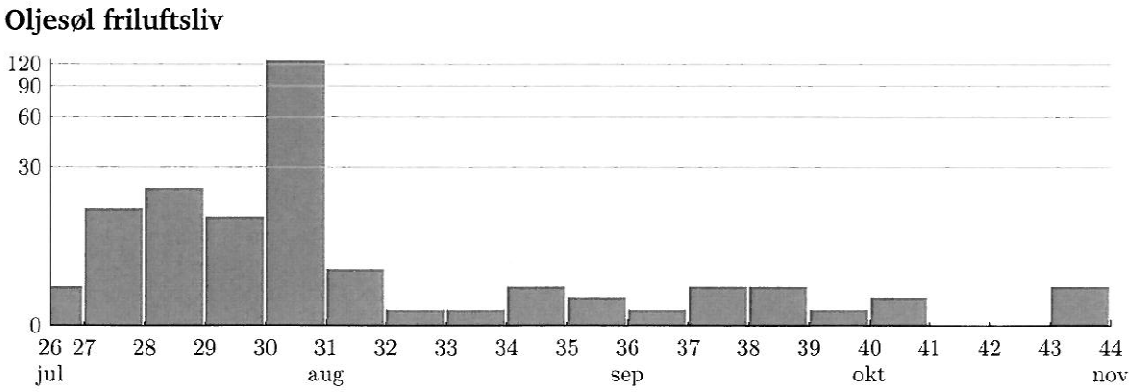
Figuren og tabellen nedenfor (**figur 28**) viser antall medieoppslag for **første halvår** (januar-juni 2010). Det er en medietopp i uke 13 (påskeuka), men ellers er det veldig lite mediefokus før påske. Utover våren er det imidlertid noe mer oppmerksomhet med mellom 10 og 20 oppslag pr uke. Toppen i uke 13 gjelder en ny grunnstøting utenfor Jomfruland (kystvaktskipet ”Nornen”) den 1. april, som ga et lite oljeutslipp.




| Kilde | jan | | | | | Feb | | | | mar | | | | | apr | | | | mai | | | | | jun | | | | Sum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Uke** | **53** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | |
| Varden - Papir-utgaven | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 9 | 11 | 2 | 40 |
| Telemarksavisa - Papirutgaven | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 0 | 3 | 36 |
| Østlands-Posten - Papirutgaven | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 4 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 21 |
| Porsgrunns Dagblad,Papirut. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 18 |
| NRK | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| **Totalt** | **1** | **0** | **4** | **1** | **0** | **1** | **1** | **6** | **2** | **1** | **3** | **1** | **7** | **104** | **13** | **3** | **19** | **9** | **9** | **11** | **16** | **10** | **16** | **14** | **18** | **12** | **9** | **291** |

***Figur 29:*** *OpointMonitor 1/1 – 30/6 – 2010. Søkeprofil "Oljesøl Friluftsliv" (både grafisk totalpresentasjon og utvalgt tabellpresentasjon)*

Neste figur og tabell (**figur 30**) viser andre halvår, til og med oktober. Det er oppslag i feriemåneden juli og særlig ettårs markeringa av Full City havariet den 31. juli som gir størst utslag på statistikken. I august og resten av høsten har det vært lite medieoppmerksomhet (null til 3 i uka).




| Kilde | jul | | | | | aug | | | | | sep | | | | okt | | | | Sum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Uke** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | |
| Telemarksavisa - Papirutgaven | 2 | 6 | 7 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| Varden - Papir-utgaven | 0 | 1 | 6 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 |
| Porsgrunns Dagblad – Pa-pirutg | 0 | 2 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Østlands-Posten - Papir-utgaven | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| NRK | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| *Totalt* | 3 | 16 | 22 | 14 | 125 | 5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 205 |

***Figur 30:*** *OpointMonitor 1/7 – 31/10 – 2010. Søkeprofil "Oljesøl Friluftsliv" (både grafisk totalpresentasjon og utvalgt tabellpresentasjon)*

### 6.3.2 Relevant innhold uke for uke

I denne ukevise gjennomgangen har vi søkt å unngå egne (forsker-)vurderinger og formuleringer, men det er selvsagt våre prioriteringer som ligger bak selve tekstutvalget. Det er brukt mange sitater for å understreke lojaliteten til kildene, og der det ikke er sitert har vi brukt formuleringer som ligger nær det som avisa eller det aktuelle mediet har brukt. På den måten slipper vi stadig å repetere at "Avisa mener, hevder, poengterer…" og lignende. Alle personnavn er sletta, men vi tar i regelen med hvem eller hva den aktuelle personen representerer.
Oppslag som for eksempel nyhetskavalkader rundt nyttår, eller saka i Tingretten (april) der kapteinen og styrmannen på Full City er tiltalt, blir ikke nevnt. Men også slike oppslag inngår i statistikken over (så lenge de inneholder ord som søkeprofilen leter etter). I gjennomgangen refererer vi bare unntaksvis hvilken lokalavis som uttrykker hva, men vi oppgir navnet på riksavis/-medium når dette er kilden. De to tabellene i **figurene 29 og 30** viser hvilke fire lokalaviser som dominerer også i innholdsgjennomgangen, og ofte skriver flere av lokalavisene om samme sak. Der et oppslag bare gjelder Vestfold så vil det gå fram av teksten, men det er Telemarksoppslagene som dominerer.

**Uke 5:**
Telemarksavisa melder at Bamble kommunes ber om inntil 20 millioner statlige kroner fra Fiskeri- og kystdepartementet (gjerne som spleiselag mellom flere dept) for å **bygge opp omdømmet**. Bambles kyst ble svertet av olje og fikk mye negativ omtale da «Full City» havarerte. Bamble kommune redegjør for sitt syn på omdømmetap og tanker om hvordan de kan sikre at kystområdene som ble rammet av ulykken opprettholder og styrker sin attraktivitet i ettertiden. Over natten ble fiske- og badebyen Langesund i Bamble kjent over hele verden for bilder av svaberg og sjøfugl dekket av olje. Badesesongen tok brått slutt, sjøen og strendene var ubru-

kelige. Befolkningen var i sjokk og sorg, og alle fikk lære hvor verdifull og sårbar naturen er i forhold til behovet for nødvendig transport langs, og til og fra kysten. Dette er noe av begrunnelsen for søknaden. Kommuneledelsen sier: - Kystverket lover rene strender sommeren 2010. Fylkesmannens miljøvernavdeling uttrykker bekymring for naturmiljøområdenes utvikling de neste årene. ”Vi går sommeren positivt i møte med utgangspunkt i innsatsen som er lagt ned i vasking av strendene, er beskjeden til departementene”.

**Uke 6:**
Første melding om at vårens oppstart med **finrensking** av oljerester blir utsatt fra 1. mars til 12. april pga. den strenge vinteren. Det er nå snakk om å ”ned på kne og skrubbe stein for stein.”

**Uke 7-8:**
Fiskere er rasende for at de ikke får være med på oppsummeringen av konsekvensene og fordi de ikke har fått erstatning. Med unntak av døde sjøfugl rett etter oljeutslippet, er det **ikke oppdaget dramatiske forandringer verken på det marine livet eller faunaen i sjøen**. **Unntaket er blåskjell som nå er sterkt forurenset**, men siden de første prøvene i august ser det ut til at verdien av prøvene går ned og kan bli spiselig igjen om ikke altfor lenge. Mattilsynet opprettholder fortsatt kostholdsrådet, når det gjelder å spise sjømat fra områder som ble forurenset. - Det hadde vært fullt mulig å lempe litt på det strenge rådet nå som det ikke er gjort dramatisk funn i sjømat, sier fiskarlagslederen. Han er bekymret over den negative omtalen etter havariet. - Det blir sagt at sjømat fra vår region er forurenset. Det er ikke riktig, og det må noen fortelle befolkningen, sier han.

**NRK Telemark og Magasinet Dykking:** Kystverket har **tatt bunnprøver og i Krogshavn er det påvist olje**. Det er derfor behov for videre oppfølging av bunnsedimentene ved Krogshavn. Da prøvene ble tatt i november var opprensingsarbeidet ikke helt avsluttet. Det er forventet at gjenværende olje og PAH i sjøbunnen vil bli betydelig redusert gjennom vinteren. Det vil bli tatt nye sedimentprøver til våren, før badesesongen. I de delene av Krogshavn der det er mye vannutskifting og dypere ble det ikke funnet rester av oljeforurensning på sjøbunnen.

**Uke 11:**
**NRK Telemark:** Fisk, reker og krabber på Telemarks-kysten har ikke spor av oljeforurensning etter Full City-havariet i sommeren 2009. Det viser en rapport fra Havforskningsinstituttet. **Forskerne kan ennå ikke friskmelde blåskjell i området**. Det er funnet spor av giftstoffer fra Full City i skjell. Mattilsynet har ennå ikke tatt stilling til om de skal advare mot å spise blåskjell fra Telemarks-kysten.

**Uke 12:**
**23. mars** kommer første (men tvetydige) melding om at **”giftige blåskjell kan spises”.** Selv om blåskjellene fra fjordene i Grenland fortsatt er sterkt forurenset av miljøgiften dioksin, er de spiselige. Det fastslår fagfolk hos Fylkesmannen i Telemark. Fortsatt gjelder hovedregelen om at problemområdet er definert innenfor strekningen Helgeroa i Vestfold og Såstein i Bamble. Men i øyeblikket anbefaler Mattilsynet at blåskjellene likevel ikke spises på grunn av oljeforurensninger fra Full City. Torskefilet fra Frierfjorden ligger innenfor grenseverdiene og kan spises, men skygg unna leveren og annen innmat. Filet av makrell og sjøørret fra Langesundsfjorden er også friskmeldt i forhold til dioksiner. **Kyst.no** formulerer det samme dagen mer entydig: **Blåskjellene er igjen spiselige**

**NRK Vestfold** har overskrifta **”Fortsatt olje langs kysten**”. Det trengs penger til opprydding; før det er mulig å si hvor mye som skal til, må alle områdene som fikk påslag av olje undersøkes. Denne undersøkelsen har startet. **”Seilas”** skriver at isen har ikke fjernet oljen utenfor Stråholmen etter "Full City"-forliset i Telemark.

**Uke 13:**
Grunnen til de mange oppslagene denne uka er at **kystvaktskipet "Nornen" gikk på grunn utenfor Jomfruland** (eller hadde "grunnberøring" som det heter i enkelte oppslag) **1. april.** Det ble bare et lite utslipp av hydraulikkolje. Dette gir de første registrerte oppslag i Osloaviser og større riksmedier i 2010 (VG, TV2, P4), og aviser fra hele landet dekket saken.

**3. april** melder en lokalavis en Skjærtorsdagsrapport fra Krogshavn: de første trekkfuglene og turgåerne er på plass, "hvor sporene etter oljen fra «Full City» fortsatt er synlige."

**Uke 14:**
**7. april og framover** leser vi overskrifta: "**Oljesølet i Krogshavn kan gi badeforbud**". Og videre: "Kystverket vil ikke ta noen sjanser, og dermed kan oljesølet etter havaristen «Full City» føre til badeforbud i Krogshavn i sommer." Det kritiske er tilstanden i bunnmassene på grunt vann.

Nå skal **strandrensearbeidet starte opp igjen**. I Kystverket er en "**meget godt fornøyd med gårsdagens befaring på Rognstranda og Hydrostranda**. Vi fant nesten ikke olje i disse områdene i det hele tatt, og det lille som var er i form av flekker på fjellet noen få steder." Det blir også uttrykt **optimisme med tanke på bading i Krogshavn**.

Denne uka melder også **Aftenposten** at **kysten ikke er rein for olje,** og nå skal det undersøkes hvordan det står til og hvor mye arbeid som gjenstår. "I løpet av kommende uke håper fagfolkene å ha god oversikt over hva som må gjøres for at sørlandskysten igjen skal være trygg for folk og fugl.

**Uke 16:**
**20. april:** Det er klart at det blir **34 millioner (etter regjeringsvedtak) til strandrensing denne våren**. Kystverket er fornøyd og tror det skal være nok. "Det er først og fremst **Krogshavn og Stråholmen** som trenger mer ryddearbeid, men også en del andre steder må vi inn å gjøre noe. Som tidligere nevnt har vi funnet mindre olje enn forventet enkelte steder, men det går nok med opp mot 2000 dagsverk for å bli helt ferdige".

"Beredskapsdirektøren er optimist med tanke på om det blir tillatt å bade i Krogshavn denne sommeren."

I forbindelse med saka i Tingretten melder **NRK Telemark 21. april** under overskrifta "**Oljen er borte om fem år**", og siterer en representant for Kystverket. "Det vil være områder hvor vi sier at det er bedre at naturen rydder opp. Oljen vil være borte om to til fem år. Da vil det kun være litt sort igjen på steinene, og da vil spørsmålet være om vi skader mer ved å gå inn med varmt vann og høytrykksspyler." **Nå er det først og fremst friluftsområdene som skal vaskes**, slik at folk som kommer og skal bade ikke skal grise seg til. Deretter er det naturreservatene, men det blir i vurdering sammen med Fylkesmannen om en skal vente til fuglene er ferdig med hekkeperioden.

"De viktigste områdene ryddemannskapene renset for olje, var og er Mølen og Stråholmen. Dette er steder de skal jobbe spesielt med i år, også i tillegg til mange kilometer med oljeforurensede strekninger andre steder. Neste uke starter en ny omgang med rengjøring av strender og svaberg.

Noen dager senere: "**Arbeidet med å rydde opp etter «Full City»-ulykken er i gang**." 22. april skal arbeidet starte opp i Kroghavn, som er en av stedene der det er mest å gjøre.
Det er et **tidkrevende arbeid** og det vil kreve mange dagsverk å få strendene rene. Mange steder må en og en stein vaskes for å bli rene. Svaberg og fjell skal spyles med høytrykk og skrubbes. Noen områder må **skrubbes for hånd** da fjellet kan smuldre opp om en bruker høytrykk på det. Der oljesølet er for omfattende må de bytte ut en del av massen. For de områdene som får vask nå så er **målet å bli ferdig til skoleferien starter**. Om det trengs skal det set-

tes inn flere personer på jobben for å nå dette målet. I **Vestfold** blir det meldt (overskrift): ”**Kyststien snart friskmeldt.** Bruker en dag på å rense 100 m kyststi i Nevlunghavn.”

**Uke 17:**
**29. april:** Overskrift: **Klart til badesesongen.** ”De siste «oljearbeiderne» jobber på spreng for å gjøre kysten så oljefri de kan for å bli ferdige til ferien. **Siste rest av oljen langs fjellet skrapes og spyles bort i Krogshavn**. Samtidig holdt Kystverket, IUA Telemark og Vestfold pressekonferanse om tilstanden etter oljekatastrofen, og planene fremover for å gjøre kysten så klar som mulig til badesesongen.” En representant for Kystverket **lover bading overalt**: ” Jeg tok sjansen på dét da jeg traff barna i vannkanten her om dagen.” Men det er en møkkajobb og det tar tid. ”Kystverket og IUA Telemark og Vestfold informerte om fakta på pressekonferansen i Langesund i går formiddag. Totalt ble 75 km strandlinje berørt, og hittil er 2600 tonn oljeholdig avfall samlet inn. Nå skal de kartlegge omfanget for å se på konsekvensene. 18 000 dagsverk har gått med til å samle opp oljen, og 16 000 av dem ble brukt i fjor. - Folk har gjort en enorm innsats, og vi kan nesten ikke få rost dem nok. De har gjort en flott jobb, avsluttet beredskapsdirektør i Kystverket.”

**Uke 18:**
Kystverket og Vestfoldavisene melder at **strandrenseaksjonen avsluttes i Vestfold i løpet av uka**. Ryddemannskaper på Mølen melder om hyggelige tilbakemeldinger fra hyttefolk undervegs; ”mange så hvor ille det var og hvor mye bedre det er nå”.

Kystverket sier: ”Naturreservater og rekreasjonsområder blir prioritert. Derfor skal det i Telemark jobbes i 6 naturreservater og utføres ytterligere rensing på Lille Fengesholmen, Østre Rauane, Stråholmen, Rauholmen, Lille Såstein, Krogshavn og Steinvika.” En **har prioritert områder der det er mange som oppholder seg**.

Kystverket er **også fornøyd med framdrifta i Krogshavn,** men det er uvisst om det må gjøres noe med sjøbunnen. Prøvene er ennå ikke ferdiganalysert. De tror stadig på yrende badeliv her når sommerferien starter.

**Uke 19:**
Ordføreren i Bamble uttaler: ”Mitt mål er at **Krogshavn faktisk skal bli bedre enn før**. Vi snakker også om å bygge en ekstra sandvolleyballbane der ute. Den som er der er svært populær, slik at det er venteliste for å bruke den:”

Den 11. mai blir det meldt at **Stråholmen er ferdig rydda**. Jomfruland for tur, og i Krogshavn driver en stadig på for fullt.

**Uke 20:**
Mange oppslag lokalt om danseforestillinga ”Sommerdag i Steinvika”, ved Bamble kulturskole – en hyllest til Steinvika. ”**Alle i Bamble har et forhold til Steinvika**, er kulturskolens påstand”.

**Uke 21:**
Overskrift: **Krogshavn er friskmeldt.** ”Når vi får skiftet ut sanda et par steder og gjort de siste nødvendige arbeidene på land, vil vi anse oss som ferdige her i Krogshavn. Det betyr at vi her og nå kan ønske folk velkommen til å bade i Krogshavn så mye de vil.”

”Selv om Krogshavn herved friskmeldes, og mange tar til orde for at det aldri har vært renere på svabergene der ute, så understreker IUA Telemark og Kystverket at de ikke kan garantere at det ikke vil være olje å finne denne sommeren. Varmen kan få det til å dukke opp flekker her og der, men i det store og hele anser en seg som ferdige etter uka som kommer.”

Noe **mer usikkert utenfor Langesund Bad**: ”Prøvene fra bunnsedimentene viser en bedring fra de første vi tok, men de viser også at det er et stykke igjen til vi er fornøyde.”

”Prøvene som er tatt av skalldyr og fisk nå viser at det er fullt ut **å anbefale å spise det aller meste man plukker opp av sjøen. Det er faktisk bare blåskjell som har et for høyt innhold av giftstoffer**”, sier en spesialrådgiver i Kystverket.

**Uke 22:**
Det jobbes for fullt for å få Krogshavn tilbake til gammel prakt. ”Ny flytebrygge og enda en vollyball-bane er noe av det Krogshavn kan friste med i sommer”. Det går med over 300 dagsverk til oppryddingsarbeidet i Krogshavn denne våren. En regner nå at disse stedene er ferdig renset hittil i år: Elvikstrand, Fengesholmen, Jomfruland, Krikken, Lille Fengesholmen naturreservat, Lille Såstein, Rauholmane naturreservat og Stråholmen. I Bamble kommune er det **oppryddingsarbeidet i Krogshavn og Steinvika som nå prioriteres**”. ”Bildet som gleder oss”; overskrifta blir fulgt av et bilde av 3 blide vannsprutende jenter i Krogshavn. ”Det er en gledelig nyhet for alle som liker å bade, men også for kommunen, næringslivet og turismen”.

Hotelleier i **Langesund krever erstatning for manglende rensing**: Badestranda Krogshavn i Langesund er friskmeldt. Men 200 meter unna må hotelleier XX foreløpig nekte gjestene å bruke hotellets strand**. ”**Vi har derfor varslet krav om erstatning overfor Kystverket”. Hotelleieren ba (like etter havariet) om å få lagt ut oljelenser inn til bukta til hotellet, i håp om å unngå massiv oljeforurensning. Det ble ikke gjort. ”Svabergene er vasket, men bunnen er fremdeles tilsølt av oljerester. Muligens i en slik grad at sedimentene må fjernes.”

”Representant for Kystverket gjorde det helt klart at Kystverket ikke har noe ansvar for å si at sjøvannet i **Krogshavn** ikke er farlig å bade i. - Vi er ikke Mattilsynet og **kan ikke si noe om vannkvaliteten er god nok til å bade i**. Vi har tatt prøver av **sedimentene på bunnen** og i henhold til Statens forurensingstilsyn er **prøvene godkjent og viser moderat forurensing**.”

**Uke 23:**
Helsetilsynet ser igjen for seg at **vannkvaliteten i Krogshavn bør testes jevnlig**, pga. oljeforurensninga. Kvaliteten der har vært så bra at det ikke har vært testa de siste åra.

Kystverket sier at **friluftsområdet ved Krogshavn kan benyttes som normalt til bading**. I den innerste bukta ved Langesund Bad er det reduksjon i forurensingen, men verdiene der er fortsatt høye. Det er konklusjonen i en rapport fra Norconsult. Det er foretatt en helserisikovurdering angående bading i bukta **ved Langesund Bad**, og **mye bading frafrådes**.

**Uke 24:**
**14. juni melder Hytteavisen** at det stadig er oljesøl på Stråholmen. Stråholmen Vel håper på en ny runde med bark eller høytrykksspyling.

Fagansvarlig for oppryddinga i **Vestfold** melder om utfordringer og nytenking bak renskinga av **Mølen**. Rullesteinstranda ble rensa ved hjelp av en steintrommel, fylt med stein, torv og bark, og innsatsen på Mølen tok ei uke med lange dager. I Vestfold kunne eg også i større grad enn i Telemark bruke høytrykksspyler og 90 graders varmt vann, pga. de harde bergartene. Det effektiviserte arbeidet. ”Områder hvor det ferdes mye folk renset vi nøyere enn områder som er mer utilgjengelige og med mindre folk”.

**Uke 26:**
**”Både Krogshavn og Steinvika er nesten som før, og man ser ikke noen rester etter oljesølet.”**

Over to sider presenterer Varden ”Bambles badeperler” med mye bilder og noe tekst: ”Da Full City grunnstøtte i fjor sommer, var det få som trodde at man allerede i sommer kunne få bade igjen. Men mannskapene som har stått på for å fjerne olje og smuss fortjener all ros de kan få for jobben.” Og de **ramser opp badeplasser i Bamble**: Krogshavn, Steinvika, Furustranda, Langøya, Ekstrand, Brevikstrand, Ivarsand, Rognstranda, Hydrostranda, Rakkestadstranda, Jypleviktangen, Valle, Trosbyfjorden og Fossingfjorden.

På et informasjonsmøte ble det stilt **kritiske spørsmål til Kystverket** om tilstanden etter all opprenskinga: ”En grunneier på **Såstein** og driveren av **Langesund Bad** ga begge klart uttrykk for at de langt fra er fornøyde”. ”Olja flyter dersom du løfter på en stein på Såstein.” I følge avisa har vedkommende hele Såstein-holmen ute for salg, men ”Han begrunnet sitt utspill med at han tenker på allmennheten, som bruker områder på Såstein regelmessig.”

”Steinvika med sine koraler er fredet etter de strengeste bestemmelser.”Før stormen og Full City-havariet var det ei **badetrapp i Steinvika**. ”Jeg har sagt at jeg som fylkesgeolog ikke kan anbefale at trappa kommer opp igjen. Det må være mulig å finne en annen plass som ikke skjuler de sjeldne korallene. Det blir nå opp til Bamble kommune å søke Fylkesmannen i Telemark om tillatelse, for egentlig kan det ikke plukkes så mye som en stein fra Steinvika uten å søke, sier fylkesgeologen. ”Badetrappa i Steinvika er grov **miljøkriminalitet**.”

**Uke 27:**
**NRK Østafjells** melder: ”Kystverket har friskmeldt **Krogshavn** som badeplass, men badegjester reagerer fremdeles på **oljesøl i vannet**”. Badegjester har sett olje i vannet, og må skrubbe kroppen når de kommer hjem, for å få vekk oljen.

Dagen etter melder NRK også at **den forurensa sanden i Krogshavn skal byttes ut**; det har Kystverket bestemt. Kystverket vil ikke si at de friskmeldte området for tidlig, men ber folk melde ifra om oljefunn: ”Fylkeslegen sier at det ikke er farlig å bade i disse områdene. Folk må ta hensyn, og kan risikere å få olje på seg. Vi har også sagt at at det er olje på svabergene, og kan være olje i grunnen enkelte steder”, sier representanten for Kystverket.

Til avisene sier strandrensesjefen i Kystverket at: ”Denne sanden er for **spesialavfall** å regne, og må deponeres i samsvar med dette”.

Og senere i uke melder **NRK:** ”Torsdag formiddag ble seks containere fylt med mulig oljeholdig sand fra Krogshavn i Langesund. **Ny sand er allerede på plass ved ett badested**. Resten av den nye sanden skal være på plass innen mandag.” Det var lite olje i sanden, sier representanten fra Kystverket. ”Vi valgte å gjøre dette fordi det er mange barn som bruker området.”

I slutten av uka blir tre jenter kortintervjua i **Porsgrunn Dagblad,** om de har bada i Krogshavn i år. Ja alle har gjort det, og fått olje på seg. Men de **tenker ikke så mye på olja**. Og TA har et lignende lite oppslag samme dagen.

Søndagen har **VG** fire helsider om norsk oljevernberedskap, illustrert med Full City-havariet og en Langesundsreportasje. Det er en kritisk gjennomgang, og supplert med kritiske uttalelser fra flere lokale parter. Inngangen er en barnespade som har **gravd fram oljesand i Krogshavn**, og videre diskusjon om offentlige aktører, ansvar, tilstand, tolking og eventuell fare ved å bade eller være på stranda. Flere ytrer seg kritisk, bl.a. eieren av Langesund Bad som er misfornøyd både med innsatsen og tilstanden. Det blir også nevnt oljerester fra Stråholmen og Såstein. ”**Ett år etter at Full City gikk på grunn er det fortsatt tykke lag av olje på øya Såstein”**. Men artikkelen er ikke bare ”krisefokusert”; den gir også nøkterne vurderinger om tilstanden i Krogshavn, kvalitet på badevannet og opprenskingsarbeidet.

**Uke 28:**
En kronikk tirsdag i **Porsgrunn Dagblad** stiller seg kritisk til hvordan ulike medier og særlig en sentral reiselivsaktør driver **negativ markedsføring av sitt eget produkt** ved å formidle elendighetsbilder om dårlig renskearbeid og at det stadig er olje i sand og på strand, for eksempel ved Langesund Bad. Overskrifta er ”Om å sage av greina man sitter på”. **Hvorfor skal NRK og andre medier lete fram de få misfornøyde når det er så enormt mange flere som er fornøyde både med innsats og tilstand?** Kronikken er skrevet av tidligere kommunikasjonsansvarlig for Full City-aksjonen i Telemark.

Dagen etter formidler **TA** fra ”badeturen” som hotelleieren for **Langesund Bad** har invitert ordføreren og rådmannen i Bamble til. Hotelleieren vil få skifta ut mudder og masser slik at gjestene hans kan bade trygt. Her ville han vise kommuneledelsen at ”at det fortsatt er olje i gjørmebukta ved badet”, som avisa uttrykker det, ”der det ifølge lokalbefolkningen ikke har vært noe bading på 60 år”. Hotelleieren reagerer på at Krogshavn er friskmeldt, ”mens det **på hans eiendom både lukter og synes at det fortsatt er oljeforurensning**”. Kommuneledelsen berømmer rensearbeidet som er gjort, misliker ”riksmedia som fokuserer på at det er giftig å bade i Bamble”. Men de påpeker også at en finner jo olje om en leter etter det.

Lørdag er kronikkforfatteren fra tirsdag på banen igjen i PD, om det organiserte gjørmebadet: ”For første gang på mer enn femti år ble det sommerbadet i bukta nedenfor Langesund Bad”. Hun skriver om spriket mellom behovet for god omdømmebygging og den nedbryting av Langesunds omdømme som hotelleieren bedriver, for å få dekka rensing av egen strand. Hun skriver også at Fiskeri- og kystdepartementet sa nei til søknaden fra Bamble kommune i februar om 10-20 millioner til nettopp omdømmebygging (se medieoppslaget fra uke 5).

**Uke 29:**
”**Rognstranda – en oljefri perle.** En stor takk til Bamble brannvesen”. Det har knapt nok vært en oljeflekk på Rognstranda etter forliset i fjor, og det er mye takket være brannvesenet som la ut lenser så tidlig at det skjerma mot oljeinnsig. Og Rognstranda Camping har trafikk omtrent som normalt – noe flere faste gjeste, men en liten nedgang på gjennomfartstrafikken. ”Men det er nok været som har skylda.” Utrykningslederen i brannvesenet forteller at de la ut lenser på eget initiativ ulykkesnatta. ”IUA hadde ennå ikke blitt operative da vi la dem ut.”

**Uke 30:**
Vi er inne i uka for **ettårs markering av havariet**. Torsdag er det forhåndsomtale av fire ulike konserter i Krogshavn og Langesund som skal arrangeres i takknemlighet ”over at naturen er reparert for oljesøl”. Fredag og lørdag er det oppslag over hele landet om Full City-havariet for ett år sida (se statistikken over). De lokale oppslagene dreier seg mest om hendelsesforløpet i fjor, om omfanget av oljesøl, om lokal sorg og innsatsvilje, om opprenskinga og kostnader. Men også om kritikk av den sentrale prioriteringa som satte friluftsområder i andre rekke, bak verneområdene, og om badestrender som ”unødig” fikk oljepåslag (eksempel Sandvika).

Her legger vi mest vekt på de nasjonale oppslagene, for nå er de nasjonale mediene på banen: **Dagsavisen, Kommunal Rapport, Stavanger Aftenblad, Trønder-avisa og Dagen Magazinet** har henta inn eller laga sin egen versjon av en NTB-tekst med overskrifta **”Gleder seg over rene strender”**, altså en positivt vinkla artikkel. Her er setninger som ”… ett år etter er det meste som før”, ”… i dag kan all sjømat fra de berørte kystområdene spises” og ”… badevannskvaliteten er generelt god”. Men den har sterkt kritiske ytringer om oljevernberedskapen langs kysten. Her er Vestfold inngangen til artikkelen, og et intervju med ordføreren i Larvik. Han reagerer på at myndighetene ”… så ut til å være mer opptatt av å redde tilgrisede fugler framfor å beskytter næringslivs- og friluftsinteresser”.

**ABCNyheter** har en litt annen inngang til samme tema: **”Fra katastrofe til idyll”** er overskrifta, og ingressen: ”Få hadde trodd at det gikk an å bade i Langesund ett år etter at ”Full City” gikk på grunn. Idyllen er blitt gjenoppbygd for flerfoldige millioner.” Men fortsetter: ”… ikke alle er like fornøyd”. Dette er en lang artikkel om hendelsesforløpet for ett år siden, om været, Kystverket, oppryddingsaksjonen og situasjonen i dag. Krogshavn og nabobukta ved hotellet Langesund Bad blir presentert – den første som det idylliske eksemplet på god opprydding og godt resultat, den andre som ”restområdet” som ennå ikke er rensa og den fortvilte hotelleieren ”… som har fått gjennomgå i lokalpressen den siste tiden. Kommunen mener han skremmer bort turister ved å si at det fortsatt er olje i vannet”. ”Men det er det jo”, sier hotelleieren. Han sier også at det egentlig er helt utrolig at det er blitt så rent her i Langesund; ”visuelt ser det jo veldig fint ut”.

**Aftenposten, Hegnar Online, Dagens Næringsliv, NTB** mfl. er mest opptatt av **den mangelfulle oljevernberedskapen** og hvor begrenset effekten av oljelenser er. I den grad en nevner Full City ulykken så er det havariet ”minutt for minutt”, hvor mye olje som lakk ut, hvor lang kyststrekning som fikk påslag, at mer enn halvparten av all olje som rant ut ennå er igjen i naturen, og hvor mye alt har kosta. **Tilstanden nå etter opprenskinga langs strendene som fikk oljepåslag, er ikke nevnt.**

**Dagbladet** har en særegen helsides kommentar med en ingress som sier at Full City –forliset mest er ”en studie i kommunalt entreprenørskap”. Skribenten skriver om forvandling og statushøyning av Langesundsskjærgården over flere år, og at **eiendomsmarkedet ett år etter forliset er tilbake på samme nivå som før ulykka, og ”det er også til dels naturen”**: En kan stadig finne oljerester, men fisk, skalldyr og blåskjell er friskmeldt, og Krogshavn har endatil fått ny gressplen. Og kommunelegen blir sitert: Man må ”bade mer enn én time om dagen i 90 dager i flere år, før eksponeringen blir skadelig”.

**Uke 31:**
**Fiskeribladet Fiskaren** melder at fiskerne i området stadig venter på erstatning for ødelagt redskap og tapt fortjeneste, enda det er for småpenger å regne sammenligna med alt som er utbetalt til opprensking. Bladet melder også at **skrekkscenarioene slo feil**, for i dag er det meste som før.

**Uke 34:**
Porsgrunn Dagblad skriver 26. august om at finkontrollene og **finishen etter oljegriseriet skal avsluttes 1. september**. Sist lørdag ble arrangementet ”Muntert ved havet” avvikla i Steinvika, og hundrevis fikk oppleve ”en naturvakker perle i solnedgang”. Og overskrifta er ”Melankolien snudd til glede i Steinvika”. Artikkelen er også ei oppsummering av hele renskearbeidet, både i Steinvika og ellers, **og den er en hyllest til den menneskelige innsatsen. For egentlig har de ikke fått hjelp av naturen i det hele tatt,** ikke i form av høststormer i fjor og ikke gjennom den iskalde vinteren. Men nå skal naturen få ta resten…

Dette er den siste artikkelen av interesse for denne tematiske gjennomgangen, som går fram ut oktober 2010.

# 7 Fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende: sammenstillende drøfting

## 7.1 Bakgrunn og problemstillinger

I Øian m.fl.(2010) er det gjort rede for de mer kortsiktige effektene av oljeforurensing fra Full City-havariet på friluftslivet. Studien av korttids-effekter viser en utvikling fra den umiddelbare fasen da mange friluftslivsaktiviteter stoppet opp, og utover høsten da de fleste aktivitetene gradvis tok seg opp igjen. Full City havarerte utenfor Langesund 31. juli 2009, altså mot slutten av den mest hektiske feriesesongen. Oljeforurensningen ville utvilsomt hatt større konsekvenser for friluftslivet om havariet for eksempel hadde skjedd på forsommeren. Utover høsten 2009 ble det gjennomført en storstilt oppryddingsaksjon og strandsanering. Både informantintervjuene og medieanalysen i Øian m.fl. (2010) viser at da vinteren kom i 2009 hadde folk stor tro på at strendene og andre friluftslivsområder ville være som *før* båthavariet. Båthavariet skjedde i et område med stor befolkningstetthet og et stort antall besøkende på sommeren, og kystnaturen har stor tiltrekningskraft og er et viktig element for opphold. Samtidig skjedde båthavariet i et område av landet med mye industri og skipstrafikk, og slik har det vært lenge. På den måten er lokalbefolkningen altså vant til både industriforurensing, forurensing fra skipstrafikk *og* flott kystnatur, som viktige elementer i livsgrunnlag og stedstilknytning. Dette er et interessant utgangspunkt og en viktig kontekst for å studere holdninger til oljeforurensingen fra Full City og eventuelle effekter på friluftsliv i tre ulike grupper av befolkningen: fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende.

Andre studier som belyser virkninger av oljeforurensingen ved transportulykker på friluftsliv og lignende aktiviteter representerer for det mest økonomiske analyse av verditap som følge av redusert bruk eller forringede opplevelser (se for eksempel Carson et.al. 2003; Garza-Gill 2006; Louleiro et. al. 2009). Disse undersøkelsene er derfor vanskelig å relatere til denne studien ettersom vi ikke vurderer verdien av friluftslivet til økonomiske variable. Et unntak i denne sammenhengen er studier som er foretatt etter Exxon Valdez ulykken i 1989. Disse publikasjonene tar imidlertid opp konsekvenser av psykologisk (Palinkas et al. 1993) og sosio-kulturell (Gill & Picou 1997) art. I tillegg handler det i dette tilfellet om oljeutslipp av helt andre dimensjoner, som dessuten berørte en urbefolkning hvis materielle og sosio-kulturelle livsbetingelser var avhengig av råvarer i naturen som ble utsatt for oljen. Ettersom den foreliggende litteraturen i stor grad omhandler andre aspekter ved konsekvensene av oljeforurensning enn det som er utgangspunktet for denne rapporten, og til dels fokuserer på konsekvenser av betydelig større utslipp for samfunn som til dels er radikalt annerledes sosialt og kulturelt organisert, er det vanskelig å trekke veksler på denne litteraturen i denne studien.

Som det allerede er påpekt har oljeforurensningen fra Full City en liten skala i sammenligning med tidligere oljeutslipp i transportsammenheng. Utslipp fra havarerte tankere som Prestige, Erika og Exxon Valdez hadde helt andre dimensjoner ved seg, noe som også medførte andre konsekvenser for naturmiljøet og for samfunnene som på ulike måter ble direkte og indirekte berørt. Det spesielle i denne sammenhengen er imidlertid at oljeforurensningen fant sted rett utenfor en kystlinje som tjener som friluftslivs- og ferieområde for store folkegrupper. Her er det snakk om både lokale, regionale og nasjonale brukere i et (etter norske forhold) stort omfang. I takt med endringer i mønsteret av ferie- og fritidsvaner har kysten gjennom de senere årene også blitt tatt i bruk gjennom et mangfold av aktiviteter, ikke minst knyttet til et utstrakt båtliv.

Denne studien av effekter av havariet av Full City på friluftsliv sommeren 2010 er basert på spørreundersøkelser på internett blant fastboende og hyttefolk *etter* sommersesongen, og tillegg en undersøkelse blant dagsbesøkende i området Nevlunghavn-Mølen i sommer. Studien undersøker hvordan de tre gruppene opplevde å komme tilbake til den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010, og den undersøker eventuelle endringer i friluftslivsbruk som følge av oljeforurensningen. Den undersøker også eventuelle sammenhenger mellom holdninger til miljø ge-

nerelt og oljeforurensing spesielt. I tillegg beskriver studien i korte trekk medias framstiling og fokus på friluftsliv gjennom sommersesongen, som er avgrenset i studien fra 1. april og fram til spørreundersøkelsen ble avsluttet 6. oktober.

Som nevnt var forventningene til neste sommer og muligheter for friluftslivsbruk av kysten positive da vinteren inntraff 2009, og saneringsarbeidet for året var avsluttet. Det som ble formidlet gjennom media og andre informasjonskanaler var at naturen selv ville renske opp igjen det som var igjen av oljerester. Vinteren 2009/2010 ble ekstremt kald, og islegging førte til redusert sliping av strendene i forhold til normalt. Da de ansvarlige for opprenskningsaksjonen befarte området våren 2010, fant de noe mer oljerester enn forventet. Det var likevel ikke mer oljerester igjen enn at vanlig bruk av strendene ble anbefalt. Sedimentprøver av grunnen ved Krogshavn og Langesund Bad viste at bading ikke var forbundet med helserisiko, men mye bading ved bukta innerst ved Langesund bad ble frarådet først på sommeren. Kostholdsrådet om å unngå blåskjell i avgrensede områder i forbindelse med forliset til ”Full City” ble også opphevet på forsommeren, mens målinger allerede hadde vist at det ikke var funnet forurensning i fisk, krabber eller reker. I planene for det videre opprenskningsarbeidet etter vinteren ble naturreservater og rekreasjonsområder prioritert. Værutsatte områder skulle renses mindre, fordi evnen til selvrensing er høy (www.kystverket.no).

Før vinteren kom 2009 hadde det skjedd en utvikling i media fra et katastrofefokus umiddelbart etter ulykken til en svært optimistisk tone rett før vinteren kom. Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt få oppslag om oljeforurensing etter Full City havariet denne sommersesongen.

## 7.2 Fastboende, hyttefolk og dagsbesøkendes bruk av kyststrekningen sommeren 2010

Til sammen dokumenterer studien en aktiv bruk av den aktuelle kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010, til tross for mye dårlig vær. Ikke overraskende er bading/soling og turgåing de viktigste friluftslivsaktivitetene på den aktuelle kyststrekningen, målt i brukshyppighet for de tre ulike delutvalgene samlet sett.

For å kunne beskrive befolkningens bruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010 ble hyttefolket og de fastboende bedt om å vurdere hvor ofte de hadde benyttet den aktuelle kyststrekningen til en eller flere friluftslivsaktiviteter sommeren 2010, på en skala fra ”aldri” til ”svært ofte”. 87 % av de fastboende og 93,8 % av hyttefolket brukte kyststrekningen til friluftslivsformål sommeren 2010. For de fastboende vil det si et sted mellom ”av og til” og ”ofte” og for hyttefolket ”ofte” i gjennomsnitt.

Hyttefolket utøver friluftsliv noe hyppigere enn de fastboende. Det er viktig å ta i betraktning at hyttefolk gjerne har en annerledes, og kanskje mer intens bruk av kystsonen enn de fastboende, fordi de er på hytta i avgrensete perioder. Dermed kan kanskje det som betraktes som ”ofte” for en hyttebruker være målt ut fra et avgrenset sommeropphold, mens samme hyppighet for en fastboende som oppholder seg i området hele sommeren ikke vil bli beskrevet som like hyppig. Dette *kan* antyde at forskjellene mellom hyttefolket og de fastboende kan være noe mindre enn det studien antyder. Men fastboende kan også være de som velger å reise andre steder om sommeren, og heller benytte kysten for frilufslivsformål i skuldersesongene vår og høst.

Målt i hyppighet er bading/soling den viktigste friluftslivsaktiviteten blant de fastboende, mens turgåing kommer på andre plass før båtliv. Fiske fra båt, hytteliv, andre aktiviteter og fiske fra

land utøves et sted mellom ”sjelden” og ”av og til” av de fastboende. Høsting av sjømat og andre strandaktiviteter er aktiviteter som en god del fastboende gjør innimellom, og de utøves et sted mellom ”sjelden” og ”aldri” i gjennomsnitt. Lufting av hund får en forholdsvis lav plassering fordi det er såpass mange som aldri gjør det (71,8 %). Padling og dykking er det ca. 10 % av de fastboende som gjør ”sjelden” og ca. 5 % som gjør ”av og til”. Jakt utføres i ennå litt mindre grad. Klatring/buldring og ulike surfeaktiviteter er det et lite mindretall av de fastboende i undersøkelsen som driver med.

Hytteliv er naturlig nok den viktigste aktiviteten for hyttefolket, før bading/soling, båtliv og turgåing. Hele 65 % av hyttefolket er ofte eller svært ofte på stranda mens ca. 43 % er hyppige turgåere. Vel halvparten er hyppige båtbrukere, noe som kan relateres til at hele 90 % av hytteeierne opplyser at de eier eller har tilgang på båt. Fiske fra båt og fra land, samt høsting av sjømat er det en del hytteeiere som gjør innimellom. Resten av aktivitetene har som for de fastboende en gjennomsnittskår på under 2, og bruksfrekvensen på disse avviker heller ikke mye fra de fastboendes. Det at hyttefolket selv vurderer at de så ofte utøver ”hytteliv”, kan tyde på at de ofte er på hyttene sine. Det kan også være en naturlig årsaksforklaring til at de oftere enn de fastboende utøver bading/soling og turgåing, fordi de generelt har mye fritid når de er på hytta.

Av de dagsbesøkende hadde hele 58 % gått tur den dagen de ble intervjuet, 34 % hadde badet og solt seg, mens 10 % hadde luftet hund. 5 % hadde vært ute i båt, 3 % deltatt i andre strandaktiviteter mens resten av de spesifiserte friluftslivsaktivitetene omfattet kun ca. 1 % av respondentene. Intervjuene ble foretatt på dager med sol. 26 % hadde også gjort andre ting den dagen som ikke er spesifisert. Vi ser altså at flere dagsbesøkende hadde krysset av for deltakelse i turgåing enn for bading/soling den dagen de ble intervjuet, til tross for at intervjuene ble gjennomført på dager med sol.

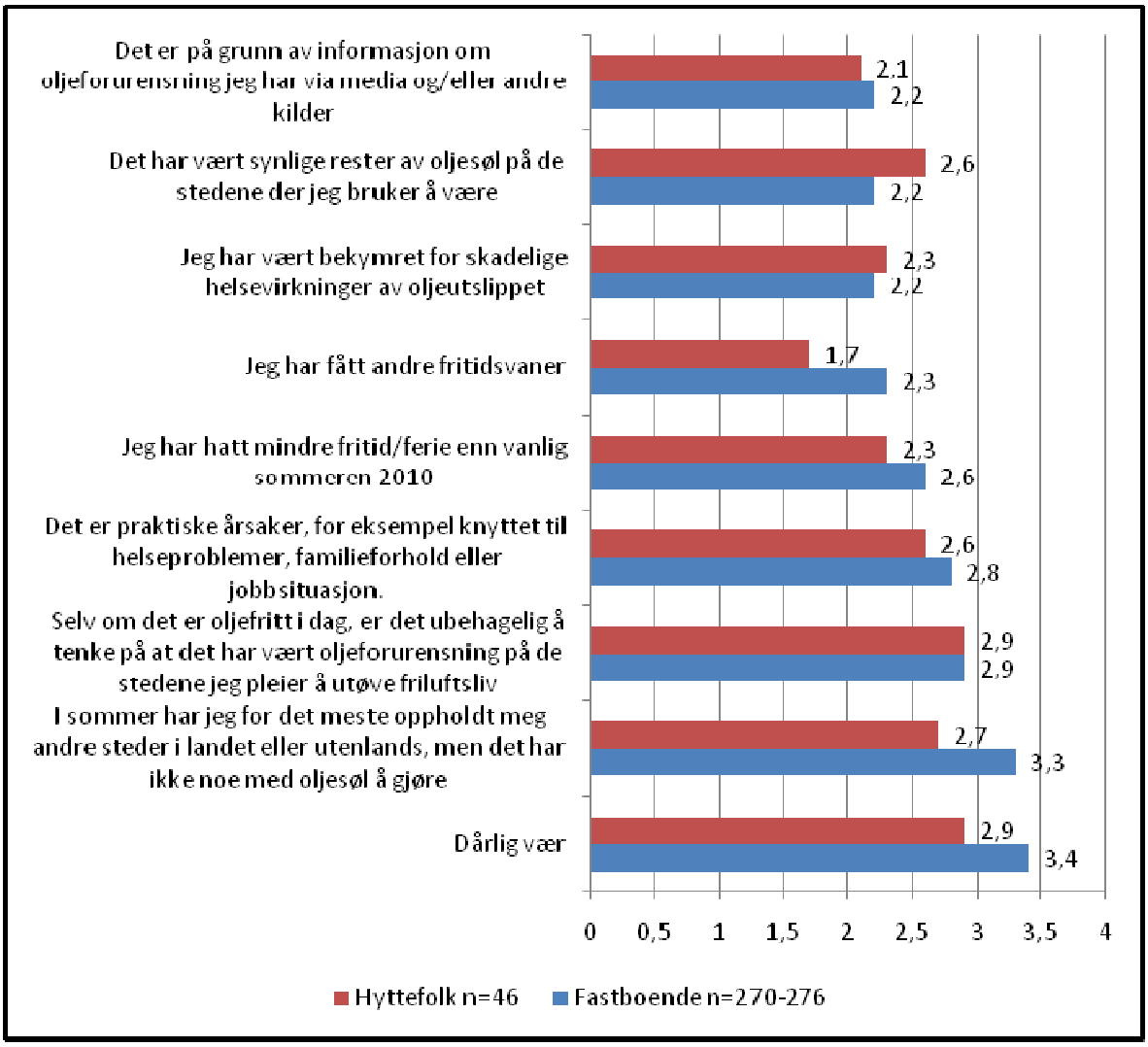
Nesten 40 % av de fastboende har sitt favoritt friluftslivsområde der de bor. Dette viser hverdagsfriluftslivets betydning langs kysten. På den måten vil et oljeutslipp som rammer befolkningstette områder egnet for friluftsliv ramme friluftslivet spesielt hardt, sammenlignet med mer grisgrendte strøk eller områder som er mindre egnet for friluftsliv. Befolkningens vektlegging av nærfriluftslivsområder viser også hvor tett friluftslivet er knyttet opp mot stedstilhørighet, noe som gjør eventuelt skifte av sted på grunn av oljeforurensing mindre aktuelt hvis oljeforurensing treffer ens nærmiljø og favorittområde.

## 7.3 Endringer i friluftslivsbruk i forhold til tidligere år – er oljeforurensning en årsak?

Av denne studien går det fram at den aktuelle kyststrekningen har blitt brukt noe mindre til friluftsliv denne sommeren enn foregående år. 28 % av de fastboende mener de har brukt mindre tid på friluftsliv denne sommeren, mens av hyttefolket er det 16,9 % som mener de har utøvd friluftsliv mindre enn vanlig.

Gruppen av fastboende og hyttefolk som hadde brukt kysten *mindre* enn vanlig til friluftsliv i sommer ble bedt om å vurdere ulike påstander som sa noe om årsaker til dette. Vurderingene ble gjort på en 5-delt skala fra ”helt uenig” til ”helt enig”. For de fastboende er påstanden med høyest gjennomsnittskår ”Det har vært mye dårlig vær” (3,4) og ”I sommer har jeg for det meste oppholdt meg andre steder i landet eller utenlands, men det har ikke noe med oljesøl å gjøre” (3,3). Som tredje viktigste årsak til mindre bruk av kysten enn tidligere, oppgir de fastboende ”Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv” (2,9). For hyttefolket er ”Det har vært mye dårlig vær” en like viktig årsak til redusert bruk (2,9) som ”Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv” (2,9).

Det er altså ikke store forskjeller mellom hyttefolk og fastboende i deres begrunnelser for redusert bruk av den aktuelle kyststrekningen i forhold til tidligere år, noe som illustreres i **figur 31**. En noe større andel av de fastboende enn hyttefolk begrunner redusert bruk av kysten i sommer med dårlig vær. I sammenligning med hyttefolk byr de fastboendes hjemlige hverdagsliv på flere alternativer enn når man tilbringer tid på hytta, som å reise andre steder. Mens hyttefolk reiser til denne kyststrekningen i ferien, vil en del fastboende reise andre steder i sin ferietid. Flere fastboende enn hyttefolk begrunner også redusert bruk av kysten med det at de har oppholdt seg andre steder, men uten at det er relatert til oljeforurensing. Utsagnet om "synlige rester av oljesøl" har en forholdsvis høy gjennomsnittskår hos hyttefolket, noe som nok gjenspeiler at mange hytter faktisk ligger i det som har vært eller er et oljeforurenset område. Blant hyttefolk er oppmerksomhet og aktiviteter i mye større grad kontinuerlig rettet mot naturomgivelsene og utøvelse av en eller annen form for friluftsliv. På den måten vil oljeforurensing nær hytta ha stor innflytelse på opplevelsen av å være der for mange, noe som også ble understreket i studien av korttids-effekter (Øian m.fl.2010). Selv om utvalget av hyttefolk som mener de har redusert friluftslivsbruken sin på grunn av oljeforurensing er begrenset i antall, viser også andre spørsmål i studien at hyttefolks friluftsliv i noe større grad enn fastboendes er påvirket av oljeforurensing.

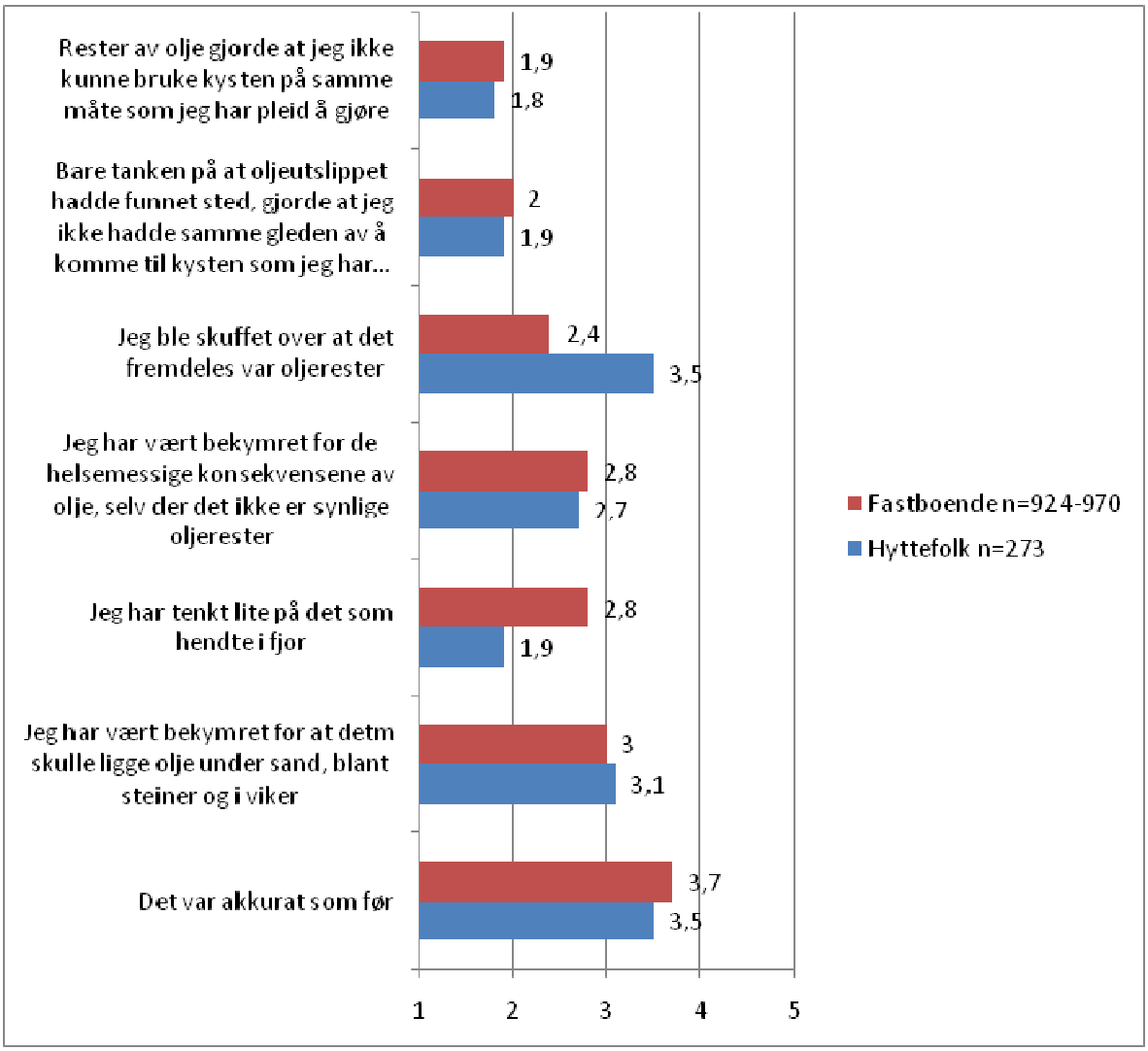



***Figur 31**: Årsaker til redusert friluftslivsbruk sommeren 2010, blant de av fastboende og hyttefolk som mener de har utøvd friluftsliv mindre enn forgående år. Respondentene svarte på en 5-delt skala der 1=helt uenig og 5=helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene.*

For de fastboende er redusert friluftslivsbruk i sommer først og fremst begrunnet i dårlig vær og forhold som ikke har noe med oljeutslippet å gjøre. Men ubehaget ved å tenke på at det har vært oljeforurensing på de stedene de pleier å utøve friluftsliv ser likevel i begrenset grad ut til å ha bidratt til redusert utøvelse av friluftsliv. For hyttefolk er årsaker relatert til oljeforurensning og andre årsaker omtrent like lite viktig. Selv om faktorer som ikke har med oljeforurensning å gjøre ser ut til å spille størst rolle samlet sett, har et mer generelt ubehag ved tanken på at det har vært forurensning en viss betydning for bruk. Her det heller ingen forskjell mellom hyttefolk og fastboende.

## 7.4 Folks opplevelse av å ta kyststrekningen i bruk sommeren 2010

De fastboende og hyttefolket vurderer i spørreskjemaet ulike påstander som beskriver opplevelsen av å komme tilbake til den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010 (se **figur 32**). Et viktig resultat var at ca. 61 % av de fastboende og 54,5 % av hyttefolket var enig i påstanden "Det var akkurat som før".




***Figur 32:*** *Fastboende og hyttefolks opplevelse av å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommersesongen 2010. Respondentene svarte på en 5-delt skala der 1 = helt uenig og 5 = helt enig. Gjennomsnittskår viser gjennomsnitt av disse svarkategoriene.*

For hyttefolket hadde påstanden ”Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester der” like høy gjennomsnittskår som ”Det var akkurat som før” (3,5) og ”Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker” hadde også en gjennomsnittskår på over 3. Påstanden som hadde lavest skåre blant hyttefolket var ”Jeg har ikke funnet spor, og har tenkt lite på det som hendte i fjor” (1,9). Påstanden ”Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor” hadde en høyere gjennomsnittskår blant de fastboende (2,9) enn blant hyttefolket (1,9). Dette indikerer at oljeutslippet fra Full City har hatt noe større innvirkning på hyttefolkets opplevelse av å komme tilbake til kysten sommeren 2010 enn for de fastboende.

Dette kan ha sammenheng med at hyttefolket ikke har fulgt utviklingen i området like tett som de fastboende, og at de derfor har hatt en større grad av bekymring i forkant av sommersesongen. De fastboende har gjennom lokale media, venner og bekjente hatt gode muligheter til å orientere seg om forurensingssituasjonen, i tillegg til kontinuerlig å være i området. Et annet aspekt som tidligere er nevnt, er det at grenlandsbefolkningen lever i et industriområde, og på den måten på ulike måter er vant til forurensning. Dette er en annerledes situasjon enn for hyttefolket, som i stor grad forbinder oppholdet på hytta med ren natur og naturopplevelse. Men det å vende tilbake til kysten sommeren 2010 kan også innebære en nysgjerrighet på å følge med i utviklingen av oljeforurensingen, noe som faktisk kan ha motivert en del folk til å se ekstra godt etter i strandkanten. Studien av korttids-effekter (Øian m.fl. 2010) viste at en del folk holdt seg unna strendene rett etter båthavariet, mens andre oppsøkte de forurensete stedene for å følge med.

### 7.4.1 Rester av olje og betydning for opplevelse og bruk

63 % av hyttefolket og 50 % av de fastboende har observert oljerester i sommer. Hyttefolket har også observert oljerester hyppigere enn de fastboende. 10 % av de dagsbesøkende på strekningen Nevlunghavn-Mølen hadde observert oljerester den dagen de ble intervjuet. Det at hyttefolket har observert oljerester hyppigere enn de fastboende, kan tyde på at en del hytter ligger i berørte områder som ennå ikke er rensket opp, eventuelt at det slår ut at hyttebrukere bruker nærområdene ennå mer aktivt enn de fastboende. Alle de tre delutvalgene hadde en gjennomsnittlig negativ reaksjon på det å finne oljerester, men reaksjonen var i gjennomsnitt ikke *svært* negativ. Blant de dagsbesøkende som hadde observert oljerester den dagen de ble intervjuet svarte så mange som 44,4 % ”svært negativt” på sine reaksjoner på å finne oljerester. Det var likevel ingen signifikante sammenhenger mellom det å ha observert olje og det å være misfornøyd med dagen generelt. Denne rapporten viser at mange har observert olje i sommer, og dette tyder på at befolkningen har hatt et fokus på dette når de har brukt kysten. Studien viser også at observasjon av oljerester for mange synes å være en negativ ”der og da” reaksjon, som kan relatere seg til de forventninger som ble skapt av media og de ansvarlige for opprydningen, vel så mye som til selve opplevelsen av å observere oljerester i seg selv.
Observasjon av olje har derfor ikke nødvendigvis hatt mye innflytelse på bruk og opplevelse av kysten mer generelt.

Påstanden om at man på grunn av oljerester ikke har kunnet utøve friluftsliv på samme måte som man pleier har en gjennomsnittskår som ligger nærmere uenig enn enig. Dette gjelder både for hyttefolk og de fastboende (**figur 31**). Men likevel kommer det i denne rapporten fram at 10 % av hyttefolket og 8,5 % av de fastboende sier seg *enig* i påstanden om at de på grunn av oljerester ikke har kunnet utøve friluftsliv på samme måte som de pleier. Selv om dette dreier seg om et lite mindretall, er det ikke desto mindre en reell effekt av oljeforurensningen. Ca. 30 % av fastboende- og hyttefolk er enig i at opplevelsen i sommer har vært preget av uro over skadelige helsevirkninger, og ca. 50 % i begge utvalgene har vært bekymret for at det skulle være olje under sanden, iblant steiner og i viker. Den negative effekten av oljeforurensningen synes dermed å ha vært større med tanke på at *opplevelsesverdien* av friluftslivet ble forringet enn at den har påvirket brukshyppighet. Dette underbygges av spørsmål som relaterer hyppighet i utøvelse av de enkelte friluftslivsaktivitetene til oljeforurensing. Bortsett fra høsting av sjømat er både de fastboende og hyttefolk i stor grad *uenige* i at oljeforurensing har påvirket aktivitetsnivået.

### 7.4.2 Generelle miljøholdninger og opplevelsen av å ta kysten i bruk

Vi har i studien undersøkt om folks holdninger til miljø generelt har hatt betydning for hyppighet i friluftslivsbruk og opplevelsen av å komme tilbake sommeren 2010. Av totalt 1119 respondenter var det 368 respondenter (38,9 %) som gjennom stillingtaken til utsagn om holdninger til naturmiljøet kunne klassifiseres som enten pessimistiske eller optimistiske. Studien viser signifikante forskjeller mellom de to segmentene. De som gir til kjenne en pessimistisk holdning har utøvd friluftsliv langs kysten *mindre* enn de har pleid å gjøre, og de har også hatt en mer negativ opplevelse av det å ta kysten i bruk igjen i sommer. De som har en mer pessimistisk holdning til miljø generelt har hatt større bekymringer knyttet til både helserisiko, det at det skulle være oljerester igjen og de har hatt mindre glede av å komme tilbake sommeren 2010, begrunnet i tanken om at oljeutslipp faktisk har funnet sted. På den andre siden er de som gir til kjenne en mer optimistisk miljøholdning i større grad *uenig* i påstandene over, mens de er mer enig i utsagn som at ”alt er som før”, og at ”de har tenkt lite på det som hendte i fjor”. Denne analysene viser at folks risikovurderinger knyttet til oljeforurensing og forventninger til sommeren henger sammen med deres generelle miljøholdninger.

### 7.4.3 Medias framstilling og rolle i det å skape forventninger før sommeren 2010

Etter Full City havariet i 2009 formidlet media ulike perspektiver på oljeforurensing, fra et katastrofefokus rett etter ulykken til det å formidle framtidsoptimisme på kystlinjas vegne rett før vinteren inntraff. Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk fra mediestudien (kap. 6) er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold til friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt svært få oppslag om oljeforurensing etter Full City-havariet denne sommersesongen. Det er derfor vanskelig å se for seg verken noen positiv eller negativ medieeffekt for tilreisende. En eventuell positiv effekt må ha kommet etter flere oppslag rundt ettårs markeringa av Full City-havariet, i månedsskiftet juli-august. De dagsbesøkende ble intervjuet *før* ettårs markeringa og medieoppslag rundt Full City-havariet, og intervjuene med de dagsbesøkende gir heller ikke noe informasjon om deres forventninger til besøket i området Mølen-Nevlunghavn. Det er vanskelig å vite hvilket av perspektivene som media har formidlet, fra katastrofe til optimisme, som hadde bitt seg fast i folks bevissthet da de tok kysten i bruk igjen sommeren 2010.

Studien viser ellers at folk med et generelt pessimistisk syn på menneskets rolle som forvaltere av naturmiljøet også opplevde funn av oljerester og tanken på at det hadde vært forurensing i området mer negativt enn de med et mer optimistisk syn. Dette viser at grunnleggende miljøholdninger er av betydning for folks risikovurdering av oljeutslippet etter Full City, noe som også vises i andre studier knyttet til naturkatastrofer. Det er nærliggende å anta at media kan underbygge folks grunnleggende miljøholdninger ved at det er perspektiver som bekrefter ens eget verdisyn som fester seg. På den annen side kan en også tro at medias måte å formidle på, særlig hvis det er entydig, kan være med på å nyansere etablerte holdninger. I vår sammenheng er det nærliggende å tro at fokuset på badeplasser og vannkvalitet i media har bidratt til et fokus på dette også i folks bevissthet, og en tredjedel av både hyttefolket og de fastboende uttrykker gjennom denne studien at de har vært bekymret for den helsemessige risikoen av oljeforurensing. På den annen side har media formidlet mange positive signaler til friluftslivsbruk etter påske 2010. Dette finner også resonans i studien ellers, blant annet ved at flertallet av respondenter opplyser at de har brukt kystsonen som før. Likevel har mange av respondentene hatt en bekymring i sommer knyttet til ulykken og oljeforurensing, noe som utvilsomt henger sammen med medias formidling av situasjonen. Aviser, radio og TV oppgis som en mye viktigere informasjonskanal for både hyttefolk og fastboende enn for eksempel venner og bekjente.

# 8 Konklusjon

Kyststrekningen i Kragerø, Bamble og Skien brukes ofte av mange, og bruken er variert og mangfoldig. 98 % av de fastboende og hytteeierne hadde brukt kysten til friluftslivsformål minst én gang i løpet av sommeren. Rundt halvparten av de fastboende oppga at de hadde brukt kysten ofte eller svært ofte. For hyttefolkene er denne andelen noe større, ca 73 %.

Flertallet av hyttefolket og de fastboende opplyser at de har brukt den aktuelle kyststrekningen til friluftsliv omtrent på samme måte som de foregående årene. Likevel, ca. 28 % av de fastboende og ca. 17 % av hyttefolkene oppgir at de har brukt kysten *mindre* eller *betydelig mindre* til friluftsliv sommeren 2010 sammenlignet med foregående år.

63 % av hyttefolket og 48 % av de fastboende har sett olje en eller flere ganger i løpet av sommeren 2010. 10 % av de dagsbesøkende opplyser at de observerte oljerester den dagen de ble intervjuet på strekningen Nevlunghavn-Mølen. I alle de tre utvalgene er det grovt regnet rundt 40 % som oppga at de reagerte svært negativt på observasjoner av oljerester.

De viktigste årsakene som oppgis til redusert eller endret bruk er faktorer som ikke kan relateres til oljeforurensningen, som dårlig vær, det å reise andre steder og forskjellige praktiske årsaker. Bortsett fra høsting av sjømat er både de fastboende og hyttefolk i stor grad enige i at oljeforurensing ikke har påvirket aktivitetsnivået for de enkelte friluftslivsaktivitetene.

Studien viser likevel at 10 % av hyttefolket og 8,5 % av de fastboende uttrykker at de ikke har kunnet utøve friluftsliv på samme måte som de pleier på grunn av oljerester. Selv om dette dreier seg om et lite mindretall, er det ikke desto mindre en reell effekt av oljeforurensningen. Det er en svak tendens at hyttefolkene legger noe større vekt på de oljerelaterte faktorene.

Ca. 60 % av de fastboende og hyttefolket uttrykker at ”det var akkurat som før” da de tok kyststrekningen i bruk sommeren 2010. Samtidig sier ca. 30 % i begge utvalgene at de har vært urolige for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet, og ca. 50 % har vært bekymret for at det skulle være olje under sanden, iblant steiner og i viker. Ca. 14 % mente at tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted gjorde i seg selv at de ikke hadde samme gleden ved å drive med friluftsliv langs kysten.

Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt få oppslag om oljeforurensing etter Full City havariet denne sommersesongen.

Studien viser at generelle pessimistiske holdninger til menneskets evne til å ta vare på naturmiljøet har forsterket den negative opplevelsen av å komme tilbake til kysten året etter at oljeutslippet fra Full City fant sted. Generelle pessimistiske holdninger på naturmiljøets vegne er også mer vanlig hos de som begrunner redusert friluftslivsbruk i sommer med oljeforurensing fra Full City. Dette viser at folks risikovurderinger knyttet til oljeforurensing og forventninger til sommeren henger sammen med deres generelle miljøholdninger.

Samlet sett viser studien at den negative effekten av oljeforurensningen synes å ha vært større gjennom forringelse av *opplevelsesverdien* av friluftslivet mer enn at den har påvirket bruks-hyppighet og områdebruk.

# 9 Referanser

Bloch,V. og Steinnes,M. (2003). *Fritidshusområder 2002*. Rapporter 2003/1. Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger.

Bonnieux, F. & P. Rainelli (2003) 'Cost recreation and amenities: the Erika spill perspectives'. I A. Prada and M.X. Vázquez (red.): *Economic, Social and Environmental Effects of the Prestige Oil Spill*. Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela. pp. 139–186.

Byrd,H., English,E., Lipton,D.,Meade,N., Tomasi,T. (2001). *Chalk Point oil spill lost recreational use valuation report.*Seattle, WA: U.S. Dept. of Commerce, NOAA, Damage Assessment, Remediation, and Restoration Program.
http://www.darrp.noaa.gov/northeast/chalk%5Fpoint/pdf/cpar1970.pdf
http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS103820

Carson,R.T., Mitchell,R.C., Hanemann,W.H., Kopp,R.J., Presser,S., Ruud,P.A. (2003) Contingent valuation and lost passive use: damages from the Exxon Valdez oil spill, E*nvironmental Resource Economics*, 25:257-286.

Garza-Gill,M.D., A.Prada-Blanco, M. X. Vazquez-Rodrıguez (2006) Estimating the short-term economic damages from the Prestige oil spill in the Galician fisheries and tourism. Ecological Economics 58:842– 849

Gill, D.A. & J. S.Picou (1997) The day the water died. Cultural impacts of the Exxon Valdez oil spill. I J. Steven Picou (red:): *The Exxon Valdez Disaster. Readings on a Modern Social Problem*. Dubuque, Iowa, s. 167-187.

Kaltenborn,B.P, Bjerke,T.,Thrane,C., Andersen,O., Nelleman,C., Eide,N. (2005) *Holdninger til hytteliv og utvikling av hytteområder. Resultater fra en spørreundersøkelse*. NINA Rapport 39.

Kaltenborn, B.P. (2002) Å bo i naturen – meningen med hyttelivet*. Utmark 3/2002*

Louleiro,M.L., Loomis,J.B., Vazquez-Rodrıguez,M.X. (2009) Economic valuation of environmental damages due to the Prestige oil spill in Spain. *Environmental Resource Economics*, 44:537-553

Odden, A. 2008*. Endringer I norsk friluftsliv 1971-2004*. Dr. avhandling, NTNU.

Palinkas,L.A., Petterson,J.S., Russell,J., Downs,M.A. (1993) Community patterns of psychiatric disorders after the Exxon Valdez oil spill, *American Journal of Psychiatry*, 150:1517-1523.

SSB 2010. www.statistisk-sentralbyra.no

## Vedlegg 1

# Havariet av Full City og eventuelle konsekvenser for friluftsliv

## Spørreskjema utfylt av NorStat, dagsbesøkende ved Nevlungstrand, Oddane Sand, Mølen og Nevlunghavn

1. Hvilken kommune bor du i? _____

2. Hvor har du vært i dag? Kryss av et eller flere steder.

| Mølen | Nevlungstrand | Oddane Sand | Nevlunghavn | Andre steder, Fyll ut |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

3. På en skala fra 1 til 5, hvor fornøyd er du med dagen?

| Svært misfornøyd | | | | Svært fornøyd |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

4. Hvem er du eventuelt sammen med? Sett et eller flere kryss.

| | |
|---|---|
| Reiser alene | |
| Reiser sammen med flere voksne | |
| Har med barn | |

5. Hva har du gjort i dag? Kryss av et eller flere alternativer.

| | Kryss av |
|---|---|
| Padlet | |
| Gått tur | |
| Luftet hund | |
| Bading/soling | |
| Andre strandaktiviteter (ex strandvolleyball) | |
| Vindsurfet | |
| Bølgesurfet | |
| Kitet | |
| Fisket fra land | |
| Fisket fra båt | |

| | |
|---|---|
| Høstet sjømat (krabber, blåskjell etc.) | |
| Vært ute i båt | |
| Vært på hytta | |
| Jeg bor på camping | |

6. Har du sett spor etter olje der du har vært i dag?

| | Ja | Nei | Kanskje/usikker |
|---|---|---|---|
| Har du sett spor etter olje der du har vært i dag? | | | |
| Eventuelle kommentarer: | | | |

7. Hvis ja, hvor har du sett spor etter olje?

| Mølen | Nevlungstrand | Oddane Sand | Nevlunghavn | Andre steder, Fyll ut |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

8. Hva slags spor etter olje har du sett? Kryss av.

| | Mølen | Nevlungstrand | Oddane Sand | Nevlunghavn | Andre steder, Fyll ut |
|---|---|---|---|---|---|
| Oljerester oppå sanden | | | | | |
| Oljerester nedi sanden | | | | | |
| Oljerester mellom stei-ner | | | | | |
| Oljefilm på vannet | | | | | |
| En eller flere av oss har fått oljesøl på seg i dag | | | | | |
| Annet | | | | | |

9. Hvordan reagerte du på det å finne oljerester? På en skala fra 1 til 5, sett kryss:

| Svært negativt | | | | Spilte ingen rolle |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

10. Kjønn

| Kvinne | Mann |
|---|---|
| | |
| | |

11. Alder

| 15-20 | 20-40 | 40-60 | 60 + |
|---|---|---|---|
| | | | |

12. Utdanning

| Ikke høyere utdanning | Høyskole | Universitetesutdanning |
|---|---|---|
| | | |

Tusen takk for at du ble med!

# Vedlegg 2

Norsk institutt f

**Havariet av Full City og effekter på kystfriluftsliv**

**1) * Hvor ofte utøver du vanligvis en eller flere av disse aktivitetene langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik kommuner?**

| | Aldri 1 | Sjelden 2 | Av og til 3 | Ofte 4 |
|---|---|---|---|---|
| Padling | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Turgåing | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Lufting av hund | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Bading/soling | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Strandaktiviteter (for eksempel strandvolleyball) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Vindsurfing | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Bølgesurfing | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Kiting | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Fiske fra land | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Fiske fra båt | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jakt | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Høsting av sjømat (krabber, blåskjell etc.) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Båtliv generelt | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Hytteliv | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Klatring/buldring | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Dykking | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Andre aktiviteter | ○ | ○ | ○ | ○ |

**2) * Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av d aktivitetene?**

- ○ 1 Aldri
- ○ 2 Sjelden
- ○ 3 Av og til
- ○ 4 Ofte
- ○ 5 Svært ofte

**3) * Har du hørt eller lest noe om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City?**

○ Ja ○ Nei

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Har du hørt eller lest noe om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City? - Ja

**4) * Hva har du fått informasjon om?**

- ☐ Bading
- ☐ Sjømat
- ☐ Fisk
- ☐ Annet

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Har du hørt eller lest noe om helserisiko forbundet med oljeforurensning som følge av havariet av Full City? - Ja

**5) * Hvor har du fått denne informasjonen?**

- ☐ Aviser
- ☐ Radio og tv
- ☐ Kystverket sin hjemmeside eller andre internettsider
- ☐ Fra kommunen
- ☐ Fra venner og bekjente
- ☐ Gjennom andre kanaler

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til

**6) * Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer?**

- ○ Ingen ganger
- ○ 1-2 ganger
- ○ 3-5 ganger
- ○ 6-10 ganger
- ○ Mer enn 10 ganger

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *og*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 1-2 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 3-5 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 6-10 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - Mer enn 10 ganger

**7) Dersom du har sett spor etter olje, hva har du sett?**

| | Steinvika-Langesund bad-Krogshavn | Nevlunghavn-Mølen | Jomfruland |
|---|---|---|---|
| Oljerester oppå sanden | ☐ | ☐ | ☐ |
| Oljerester nedi sanden | ☐ | ☐ | ☐ |
| Oljerester mellom steiner | ☐ | ☐ | ☐ |
| Oljefilm på vannet | ☐ | ☐ | ☐ |
| Jeg eller andre personer i husstanden har vært i berøring med oljesøl | ☐ | ☐ | ☐ |
| Annet | ☐ | ☐ | ☐ |

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *og*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 1-2 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 3-5 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - 6-10 ganger *eller*
- Hvor ofte har du observert oljerester langs kysten av Kragerø, Bamble og/eller Larvik i sommer? - Mer enn 10 ganger

**8) * Hvordan reagerte du på det å finne oljerester på en skala fra 1 til 5?**

- ○ 1. Svært negativt
- ○ 2.
- ○ 3.
- ○ 4.
- ○ 5. Spiller ingen rolle

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 1 Aldri

**9) * Hva er grunnen til at du sommeren 2010 ikke har utøvd friluftslivsaktiviteter på kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt enig 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Jeg har hørt/lest om at det fortsatt er oljeforurensning der | | | | | |
| Jeg har flyttet | | | | | |
| Det er praktiske årsaker, for eksempel knyttet til helseproblemer, familieforhold eller jobbsituasjon | | | | | |
| Det er på grunn av informasjon om oljeforurensning jeg har via media og/eller andre kilder | | | | | |
| Jeg har fått andre fritidsvaner | | | | | |
| Jeg har endret måten jeg utøver friluftsliv på, andre friluftslivsområder er derfor mer egnet for meg | | | | | |
| Jeg har vært bekymret for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet | | | | | |
| Jeg har hatt mindre fritid/ferie enn vanlig sommeren 2010 | | | | | |
| I sommer har jeg for det meste oppholdt meg andre steder i landet eller utenlands | | | | | |
| Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv | | | | | |
| Andre grunner | | | | | |

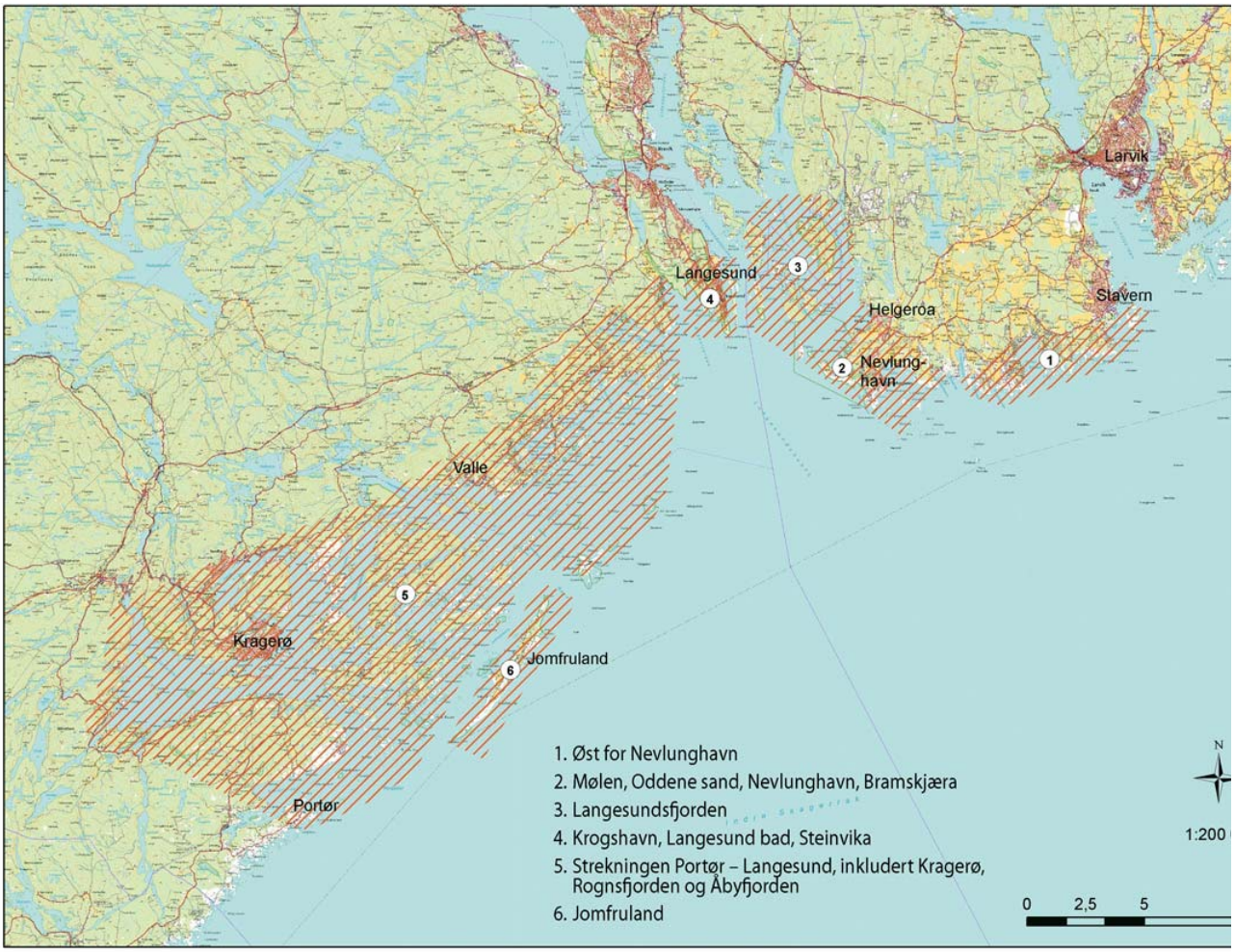
## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til

**10) * Hvordan opplevde du det å komme til kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik sommersesongen 2010?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt enig 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Det var akkurat som før | | | | | |
| Jeg ble skuffet over at det fremdeles var oljerester | | | | | |
| Bare tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted, gjorde at jeg ikke hadde samme gleden av å komme til kysten som jeg har hatt tidligere | | | | | |
| Jeg har tenkt lite på det som hendte i fjor | | | | | |
| Jeg har vært bekymret for at det skulle ligge olje under sanden, blant steiner og i viker | | | | | |
| Jeg har vært bekymret for de helsemessige konsekvensene av oljen, selv der det ikke er synlige oljerester | | | | | |
| Rester av olje gjorde at jeg ikke kunne bruke kysten på samme måte som jeg har pleid å gjøre | | | | | |




**11) * I hvilke av de følgende sonene oppholder du deg mest når du utøver friluftslivsaktiviteter? Kryss av for ett av alternativene**

- Sone 1: Øst for Nevlunghavn
- Sone 2: Mølen, Oddane Sand, Nevlunghavn, Bramskjæra
- Sone 3: Langesundsfjorden
- Sone 4: Krogshavn, Langesund Bad, Steinvika
- Sone 5: Strekningen Langesund-Portør, inkludert Rognsfjorden, Åbyfjorden og Kragerø
- Sone 6: Jomfruland
- Sone 7: Hele strekningen Portør - Stavern

**12) * Hvorfor er dette ditt favorittområde? (Kryss av for ett av alternativene)**

- Jeg bor der
- Jeg har hytte der
- Jeg har venner der
- Jeg pleier å feriere der
- Jeg liker meg godt der
- Ingen spesiell grunn

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til

**13) * Sammenlignet med de foregående årene, hvor mye har du utøvd friluftsliv på ett eller flere steder ved kyststrekningen i Kragerø, Bamble og/eller Larvik**

- ... betydelig mindre
- ... noe mindre
- ... like mye

○ ... mer

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Sammenlignet med de foregående årene, hvor mye har du utøvd friluftsliv på ett eller flere steder ved kyststrekningen i Kragerø, Bamble og/eller Larvik kommuner? - ... noe mindre *eller*
- Sammenlignet med de foregående årene, hvor mye har du utøvd friluftsliv på ett eller flere steder ved kyststrekningen i Kragerø, Bamble og/eller Larvik kommuner? - ... betydelig mindre

**14) * Hva er grunnen til at du sommeren 2010 brukte mindre tid ved kyststrekningen i kommunene Kragrø, Bamble og Larvik enn du vanligvis gjør?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt eni 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Det har vært synlige rester av oljesøl på de stedene der jeg bruker å være | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har flyttet | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det er praktiske årsaker, for eksempel knyttet til helseproblemer, familieforhold eller jobbsituasjon. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det er på grunn av informasjon om oljeforurensning jeg har via media og/eller andre kilder | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har fått andre fritidsvaner | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har vært bekymret for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har hatt mindre fritid/ferie enn vanlig sommeren 2010 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det har vært mye dårlig vær | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| I sommer har jeg for det meste oppholdt meg andre steder i landet eller utenlands, men det har ikke noe med oljesøl å gjøre | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til

**15) * Har du denne sommeren brukt andre steder på kyststrekningen i kommunene Bamble, Kragerø og/eller Larvik mer enn du pleier å gjøre?**

○ Ja ○ Nei

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Har du denne sommeren brukt andre steder på kyststrekningen i kommunene Bamble, Kragerø og/eller Larvik mer enn du pleier å gjøre? - Ja

**16) * Hvorfor har du valgt å benytte andre steder?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt eni 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Det har vært synlige rester av oljesøl på de stedene der jeg bruker å være | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har flyttet | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det er praktiske årsaker, for eksempel knyttet til helseproblemer, familieforhold eller jobbsituasjon | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det er på grunn av informasjon om oljeforurensning jeg har via media og/eller andre kilder | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har fått andre fritidsvaner | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har vært bekymret for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Jeg har hatt mindre fritid/ferie enn vanlig sommeren 2010 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Det har vært mye dårlig vær | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| I sommer har jeg for det meste oppholdt meg andre steder i landet eller utenlands, men det har ikke noe med oljesøl å gjøre | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Selv om det er oljefritt i dag, er det ubehagelig å tenke på at det har vært oljeforurensning på de stedene jeg pleier å utøve friluftsliv | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

## Denne informasjonen vises kun i forhåndsvisningen

Følgende kriterier må være oppfylt for at spørsmålet skal vises for respondenten:

- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 2 Sjelden *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 5 Svært ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 4 Ofte *eller*
- Hvor ofte har du i løpet sommeren 2010 besøkt/brukt kyststrekningen i kommunene Kragerø, Bamble og/eller Larvik i forbindelse med en eller flere av disse aktivitetene? - 3 Av og til

**I hvilken grad er du enig/uenig i følgende påstand?**

**17) * På grunn av oljeforurensning har jeg denne sommeren drevet mindre med friluftslivsaktiviteter enn jeg vanligvis gjør på kystrekningen i Kragerø, Bamb Larvik kommuner.**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt enig 5 | VET IKK |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Padling | | | | | | |
| Turgåing | | | | | | |
| Lufting av hund | | | | | | |
| Bading/soling | | | | | | |
| Strandaktiviteter (for eksempel sandvolleyball) | | | | | | |
| Vindsurfing | | | | | | |
| Bølgesurfing | | | | | | |
| Kiting | | | | | | |
| Fiske fra land | | | | | | |
| Fiske fra båt | | | | | | |
| Jakt | | | | | | |
| Høsting av sjømat (krabber, blåskjell etc.) | | | | | | |
| Båtliv generelt | | | | | | |
| Hytteliv | | | | | | |
| Klatring/buldring | | | | | | |
| Dykking | | | | | | |
| Andre aktiviteter | | | | | | |

## Holdninger til miljøvern og forurensning

**18) * I hvilken grad er du enig i disse påstandene?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 | Helt enig 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Dyr og planter har like stor rett til å leve på jorda som mennesker | | | | | |
| Balansen i naturen er svært ømfintlig og lett å forstyrre | | | | | |
| Mennesket misbruker naturen i et omfang som er svært alvorlig | | | | | |
| Hvis vi fortsetter på samme kurs som nå, vil vi snart oppleve en økologisk katastrofe | | | | | |
| Menneskenes oppfinnsomhet vil sikre at det ikke blir ulevelig på jorda | | | | | |
| Alt snakket om den "økologiske krisa" er betydelig overdrevet | | | | | |
| Balansen i naturen er stabil nok til å tåle påvirkningene fra et moderne industrisamfunn | | | | | |

**19) * Hvor sterkt frykter du at et nytt og større oljeutslipp skal finne sted i nær framtid?**

- 1. Ikke i det hele tatt
- 2
- 3
- 4
- 5. Svært mye

**20) * Har oljeutslippet fra Full City gjort noe med ditt forhold til naturmiljø og forurensning?**

| | Helt uenig 1 | Uenig 2 | Nøytral 3 | Enig 4 |
|---|---|---|---|---|
| Jeg har blitt mer oppmerksom på synlig forurensning | | | | |
| Oljesølet etter Full City viser at naturen selv er i stand til å håndtere oljeforurensning | | | | |
| Jeg er mer opptatt av negative helseeffekter av forurensing enn tidligere | | | | |
| Mitt forhold til naturen er som før | | | | |
| Jeg er mer opptatt av miljøvern nå enn tidligere | | | | |
| Jeg har ikke forandret oppfatninger om forurensning | | | | |
| Jeg setter mer pris på naturmiljøet enn tidligere | | | | |
| Jeg har blitt mer optimistisk med tanke på samfunnets evne til å håndtere oljesøl | | | | |

## Bakgrunnsvariabler

**21) * Bosted, dvs. postnummer**

**22) * Alder**

Velg alternativ

**23) * Kjønn**

- Mann
- Kvinne

**24) Har du barn under 16 år i husstanden?**

- Ja
- Nei

**25) Eier du eller har du jevnlig tilgang til båt?**

- Ja
- Nei

**26) Utdanning**

- Grunnskole
- Videregående skole
- Høgskole/universitet

© Copyright www.questback.com. All Rights Reserved.

# NINA Rapport

Norsk institutt for naturforskning
NINA hovedkontor
Postadresse: Postboks 5685, 7485 Trondheim
Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no

Grafisk utforming: NINA
Omslagsfoto: Per Jordhøy, Børre Dervo,
Knut Kringstad, Tycho Anker-Nilssen

633

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2212-9

# Påvirket Full City-forliset en nærliggende sjøørretbestand: Rapport 2011

**Bror Jonsson og Nina Jonsson**

**Norsk institutt for naturforskning**
**Gaustadalléen 21**
**0349 Oslo**

**Tel: 73801400**
**Fax: 22600424**
**Email: bror.jonsson@nina.no**

**Sammendrag**

Oljeutslippet fra Full City-havariet i Åbyfjorden har i liten grad påvirket sjøørretbestanden i den nærliggende Åbyelva. Vi kan imidlertid ikke utelukke en begrenset negativ effekt. Full City forliste sommeren 2009. Dette førte til oljeutslipp i Åbyfjorden og en mulig reduksjon i overlevelse og vekst hos ørret som beitet i området. Andre mulige påvirkninger av oljeutslippet kan ha være at (1) ørret trekker vekk fra området og vandrer opp i andre elver og bekker for å gyte og at (2) rekrutteringen av ungfisk i Åbyelva derfor har blitt redusert de første årene etterpå. Resultatene viser usedvanlig sterk ørretrekruttering i Herregårdsbekken i 2010, mens rekrutteringen i Åbyelva var litt lavere enn før forliset. Dette kan skyldes at oljeutslippet ga noe økt tilstrømning av sjøørret til vassdrag utenfor det belastede området. I 2011 viste resultatene redusert rekruttering i begge vassdragene. Dette kan være en senvirkning av forliset, men dette kan like gjerne skyldes at gyteperioden høsten 2010 ble kort fordi vinterkulda allerede kom i slutten av oktober og forkortet gytesesongen. I Herregårdsbekken kan den sterke 2010-årsklassen ha bidratt til at oppvekstforholdene for neste årsklasse av ørret ble dårligere og overlevelsen ikke bedre enn observert. Påfølgende årsklasser konkurrerer om næring samtidig som en tallrik årsklasse kan beite ned næringsgrunnlaget for den nest. Konkurranse fra laks kan også ha påvirket ørretbestanden negativt i Herregårdsbekken i 2011.

**Nøkkelord:** ørret, laks, ungfisktetthet, Full City, oljesøl, lengdeøkning

## Innledning

I hvilken grad har oljeutslipp som følge av havarerte skip effekt på vandrende laksefisker som oppholder seg og gyter i nærheten av utslippet? Et av de best undersøkte tilfellene etter et slikt utslipp er oppfølgingen etter Exxon Valdez ulykken i Prince William Sound, Alaska i 1989. Der studerte man både kort- og langtidsvirkninger etter ulykken på anadrome laksefisker som pukkellaks *Oncorhynchus gorbuscha*, strupesnittørret *O. clarki*, og dolly varden røye *Salvelinus malma*. Disse undersøkelsene har gitt motstridende resultater, hvilket i hvert fall delvis har vært tilskrevet hvem forskerne representerte, Exxon eller naturvernmyndighetene (Heinz et al. 1999; Rice et al. 2001). Ifølge forskerne oppnevnt av naturvernmyndighetene ble det observer både økt dødelighet og redusert vekstrate hos ungfisk hos de tre artene. Motsatt fant Exxon-forskerne ingen økt ungfiskdødelighet ved den oljekonsentrasjonen som forekom etter ulykken. De mente at effektene generelt var små, og at man ikke kan tilskrive bestandsvariasjonene hos laksefisk til ulykken (e.g. Brannon et al. 2001, 2006, 2007). Begge parter var derimot enige om at langtidseffektene for anadrome laksefisk var små. Naturvernmyndighetene antok at en årsak til dette var at for eksempel pukkellaks feilvandrer mellom vassdrag. Fordi bestandene på denne måten bufrer hverandre, ble langtidsvirkninger av katastrofen redusert. Muligens førte oljeforurensingen til større spredning av feilvandrende fisk enn ikke-forurensete kontrollfisk, men forskjellene i de forsøkene som ble gjort, var ikke signifikante (Wertheimer et al. 2000).

Om enn omfanget av Full City ulykken i Åbyfjorden var mindre enn Exxon Valdez forliset i Prince William Sound, førte det til spekulasjoner om hvorvidt anadrom ørret (sjøørret) *Salmo trutta* som lever i Langesund-området kan ha blitt utsatt for effekter av det lokale oljeutslippet. Ørret er en økologisk parallell til strupesnittørreten som man antar ble negativt påvirket av Exxon-forliset. Anadrome ørretbestander finner det meste av sin mat på grunt vann og nær overflata i fjorder og kystfarvann i nærheten av gyteelva. For ørret fra Åbyelva vil dette nettopp være det området oljeutslippet påvirket sterkest. Arten vandrer opp i Åbyelva for å gyte om høsten. Hvis sjøørreten fra Åbyelva har blitt skadet av oljesølet, burde man se tegn på dette i bestandsrekrutteringen.

Sjøørretungene i Herregårdsbekken, Porsgrunn, har lignende oppvekstforhold som ørretungene i Åbyelva. De to vassdragene atskilles imidlertid ved at det årvisst gyter laks i Åbyelva mens dette bare sporadisk skjer i Herregårdsbekken. Herregårdsbekken ligger ca. 20 km fra Åbyelva, og denne bestandens marine beiteområde er mest i Eidangerfjorden, Frierfjorden og Langesundfjorden (Fig. 1). Den negative virkningen av Full City-forliset antas derfor å ha vært mindre for denne bestanden enn for sjøørreten fra Åbyelva. Gytebestanden i Herregårdsbekken blir derfor betraktet som en kontrollbestand i forhold til bestanden i Åbyelva fordi deres marine beiteområde i liten grad ble påvirket av Full City-forliset.

Ungfiskbestandene i både Herregårdsbekken og Åbyelva ble overvåket av NINA sommer og høst 2006 og 2008. I 2007 ble bare Herregårdsbekken undersøkt og i 2009 ble ungfiskene kun registrert om høsten, slik at materialet fra disse to siste årene bare er med i noen av våre analyser. I denne rapporten presenteres tettheten av ørretunger i Åbyelva og Herregårdsbekken fra 2006 til 2011. I tillegg gis det opplysninger om årsungenes vekst første år.

Hvis Full City-forliset skadet gyteørreten i 2009, skulle rekrutteringen av ørretunger til 2010-årsklassen ha blitt redusert. Hvis effekten var sterkest på overlevelsen til umoden ørret under

marin oppvekst, vil den sterkeste effekten først komme i 2011 og i de nærmest etterfølgende årene.

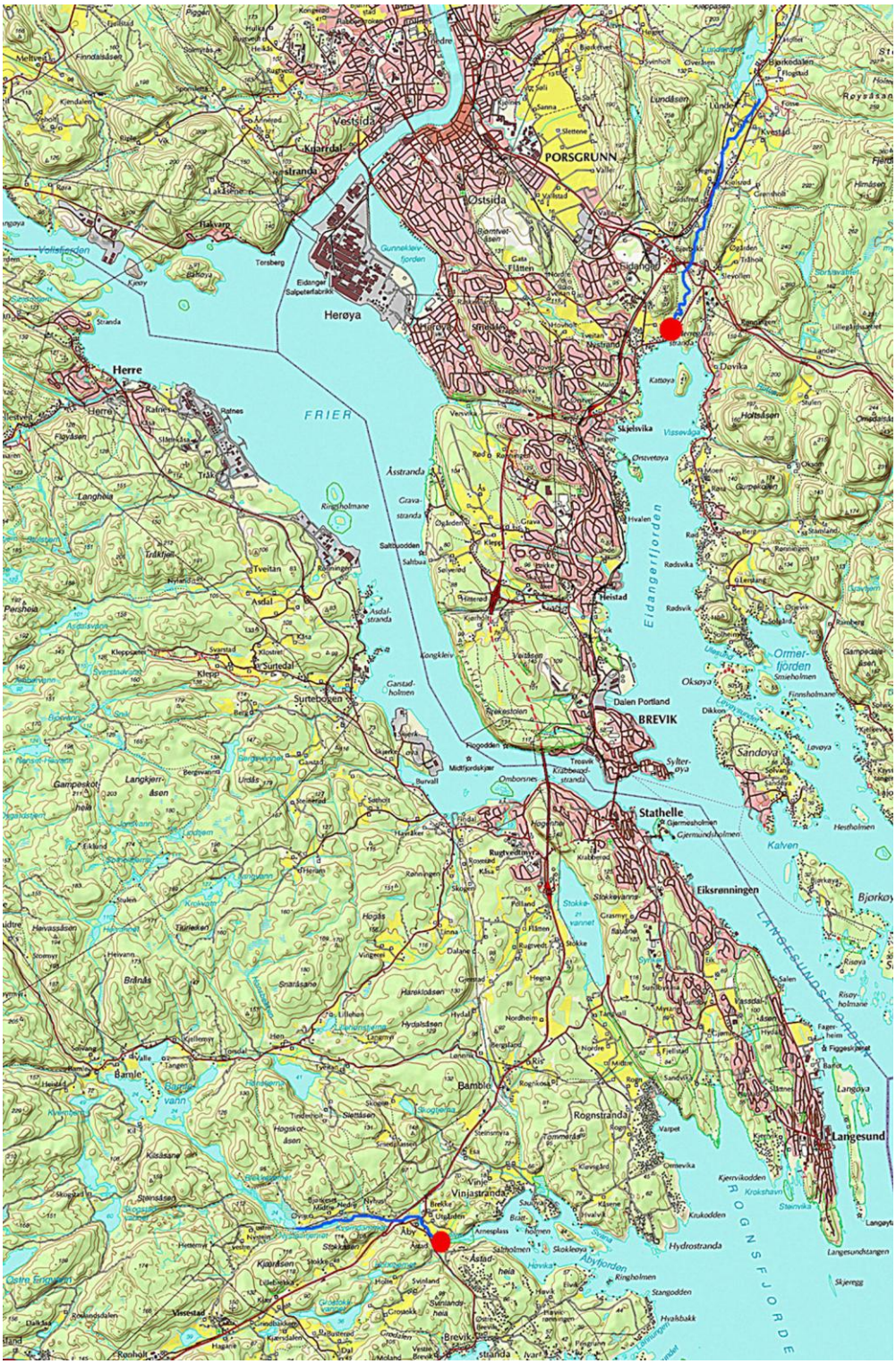



Fig.1. Beliggenheten til Åbyelva i Bamle og Herregårdselva i Porsgrunn (røde sirkler)

## Materiale og metoder

Åbyelva har en ca. 2,5 km lang strekning med sjøørret og smålaks, fiskens oppvekstareal er 16000 $m^2$ (Fig. 2). Herregårdsbekken har et 1,6 km langt oppvekst-areal for sjøørret på 6400 $m^2$. Nederste del av bekken er meandrerende med dårlige leveforhold for fisken.

Fig. 2. Del av gyte- og oppvekstområde for sjøørret i Åbyelva.

Tidlig i juli (sommer) og september (høst) 2006, 2008, 2010, 2011 og september 2009 ble det foretatt ungfiskundersøkelser i Åbyelva og Herregårdsbekken (Fig. 3). I Herregårdsbekken ble ungfisktettheten også undersøkt i 2007. I Åbyelva er det tilsammen innsamlet 929 unger av ørret og 613 unger av laks. I Herregårdsbekken er det fanget 2306 unger av ørret i perioden.

Fig 3. Elfiske i Herregårdsbekken

Tettheten av ørretunger i aldersgruppene 0 og 1 ble estimert på bakgrunn av tre ganger gjentatte elfiske med minimum 20 minutters pause mellom hver innsamling. Vi samlet materiale på to områder i nedre del av gytegrunnene i hver av elvene. De fleste ørretungene smoltifiserer 2 år gamle i disse vassdragene, dvs at eldre fisker forekommer fåtallig og er ikke med i materialpresentasjonen. Vi brukte to fangstområder for å redusere tilfeldige variasjoner, og to tidspunkter brukes for å fange opp eventuelle endringer som skyldes forhold i elva uavhengig av hva som har foregått i sjøen der skipet forliste.

Fangstfeltene i Herregårdsbekken er ovenfor kryssningspunktet med E18 ved Olavsberget (Fig. 4). Fangstfeltene i Åbyelva er lagt ca. 200 m ovenfor E18 (Fig. 5). Begge steder består bunnsubstratet av stein og grus. De samme fangstfeltene ble brukt hvert år, men størrelsen på dem ble justert på grunn av varierende fisketetthet slik at materialet skulle bli tilfredsstillende stort. Innsamlingsområdene ble oppmålt med målbånd.

Materialinnsamlingen foregikk i begynnelsen av juli etter at yngelen hadde begynt å ete og tidlig dødelighet hadde opphørt, og i september før gytefisken ankom gyteplassene og vanntemperaturen falt under ca. 10˚ C. Når vannet blir kaldere begynner ungfisken å søke mot overvintringsplasser med dagslyskjul blant steinene nede i bunnsubstratet. Innsamlingstidspunktet har variert med noen få dager mellom år. Årsaken til variasjonen er at vi unngår flomperioder for at fangsteffektiviteten skal bli god og mest mulig lik mellom bekker og over tid.

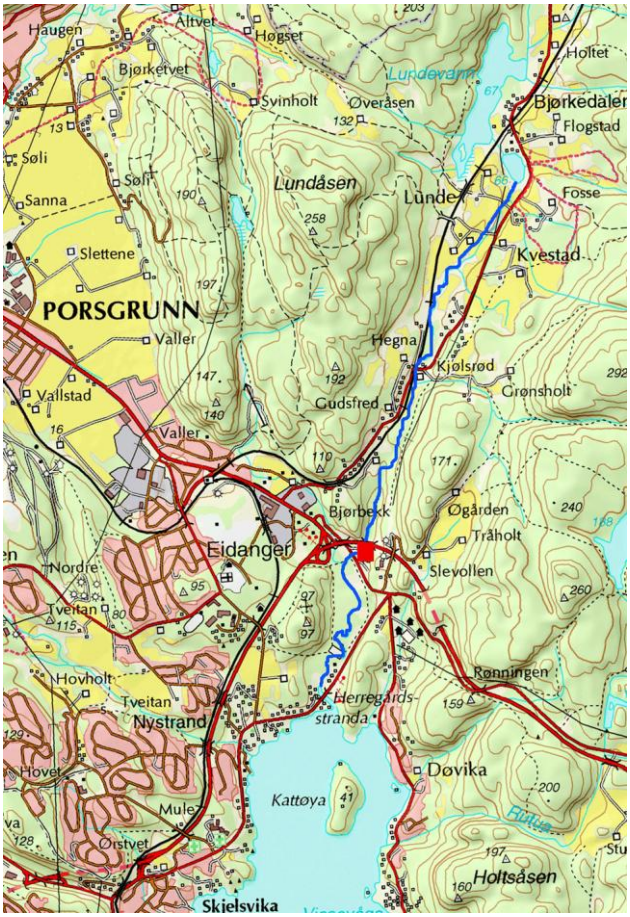



Fig. 4. Fangstfelt (rødt rektangel) i Herregårdsbekken.

Etter fangst bedøves fiskene med nellikolje. De artsbestemmes, måles (mm) og veies (0,01 g) og settes tilbake i området der de ble fanget etter at innsamling og prøvetaking er avsluttet, og virkningen av bedøvelsen borte. Vannet fisken ble holdt i etter fangst ble oksygenert, og ved høy temperatur holdt vi vannet avkjølt med isbiter for å unngå dødelighet og negativ påvirkning på bestandene.

Fiskene ble aldersbestemt ut fra deres størrelse. Individer, som på bakgrunn av størrelsen både kan være ett år og eldre, ble aldersbestemt ved skjellanalyse slik at de ble plassert i riktig aldersgruppe. Tettheten ble estimert ved regresjonsanalyse som beskrevet av Bohlin (1984). Tettheten, ± 95 % konfidensintervall for estimatet, oppgis i antall fisk pr. 100 $m^2$ elvebunn.

I Herregårdsbekken er det hovedsakelig ørret, med sporadisk forekomst av laks slik som i 2011. I Åbyelva gyter laksen de fleste år. Vi bestemte tettheten av laksungene på samme måte som for ørretungene. Laksungene konkurrerer med sjøørretungene. Er tettheten av laks høy, gir dette redusert ørrettetthet. I tillegg påvirker årsklassene hverandre slik at en sterk årsklasse av ungfisk ofte etterfølges av en mindre sterk årsklasse (Jonsson & Jonsson 2011).

I rapporten sammenligner vi ungfisktettheten i 2010 og 2011 med resultatene fra tidligere år. Brå avvik indikerer at det har skjedd bestandsendringer som kan skyldes Full City-forliset (Appendiks 1 og 2). Idet innsamlingen i 2009 bare ble foretatt om høsten, er denne utelatt fra de fleste analysene. Innsamlingen i 2007 foregikk bare i Herregårdsbekken, men er gitt til orientering i Appendiks 2.

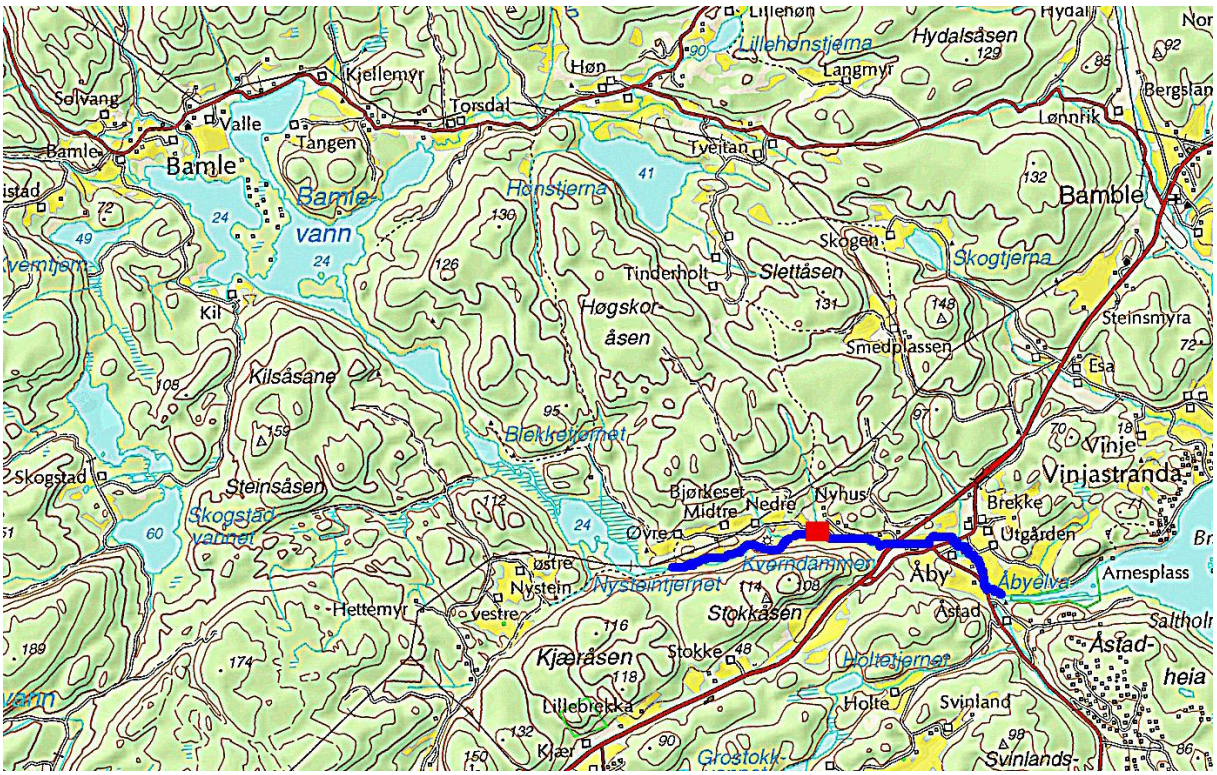



Fig. 5. Fangstfelt i Åbyelva (rødt rektangel).

**Resultater**

Tettheten av ørretunger i juli i Åbyelva (Fig. 6) var lavere i 2010 og 2011 enn i tidligere år, men nedgangen er ikke dramatisk. Tettheten av ørret i Åbyelva har variert rundt ca. 100 individer 100 $m^{-2}$. Forskjellene i gjennomsnittstetthet mellom år har ligge innenfor 95 % konfidensintervall for estimatene av de andre undersøkte årene (Appendiks 1). I Åbyelva har bare gjennomsnittstettheten i juli 2008 ligget signifikant over de andre årene.

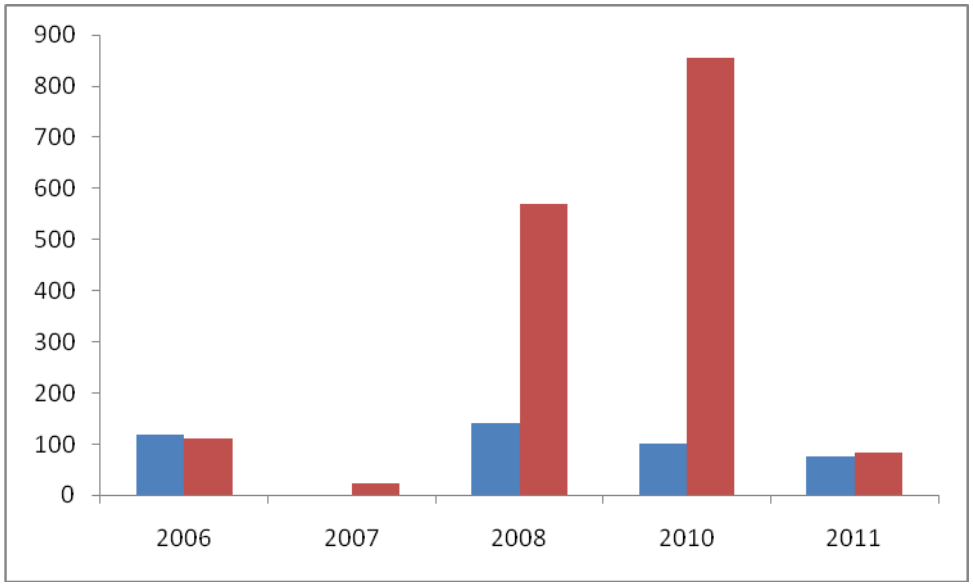



Fig. 6. Tetthet (antall 100 $m^{-2}$) av 0+ ørretunger (parr) i Åbyelva (blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler) i juli 2006 - 2011.

Sammenlignes tetthetene i Åbyelva i juli med tetthetene i Herregårdsbekken, ser vi at bestandsutviklingen i de to bekkene har vært svært forskjellig. Tettheten varierer mye mer mellom år i Herregårdsbekken enn i Åbyelva, og ett år 2010 stikker seg tydelig ut med høy ungfisktetthet. Tettheten i 2011 var lav, det nest laveste siden overvåkningen startet i 2006. Bare i 2007 var tettheten av årets ørretunger lavere (Fig. 6). I undersøkelsesperioden varierte gjennomsnittstettheten fra 24 til over 850 individer 100 $m^{-2}$ i Herregårdsbekken, men bare fra 75 til 141 individer 100 $m^{-2}$ i Åbyelva. I Herregårdsbekken var det signifikant økning i ungfisktetthet fra 2006 til 2010 etterfulgt av en dramatisk reduksjon i 2011 (cf. Appendiks 1 og 2). Fra andre bekker og småelver vet vi at det kan være store, naturlige variasjoner i tettheten i ungfiskbestander hos ørret. Den viktigste årsaken til slike variasjoner er variasjoner i vannføring og kulde tidlig under gyteperioden i oktober-november, og konkurranse mellom etterfølgende årsklasser.

En sammenligning ved slutten av vekstsesongen (september) understreker rekrutteringsproblemene i 2011(Fig. 7). I Åbyelva var tettheten av årets ørretunger i 2011 god, mens den i Herregårdsbekken var tettheten noe lavere enn vanlig. I Herregårdsbekken kan den usedvanlig sterke 2010 årsklassen ha ført til redusert rekruttering i 2011. I tillegg kom vinterkulden tidlig med rask nedkjøling av vannet i slutten av oktober. Fisk er vekselvarme dyr, og gytingen opphører ved brå temperaturfall og kaldt vann i oktober-november. En dødelighetsfaktor sommeren 2011 kan også ha vært konkurranse fra den sterke 2010-

årsklassen. Bare i 2006 har vi observert en høyere julitetthet av 1+ ørret i Herregårdsbekken enn det var i 2011. Ettåringene kan både undertrykke årets yngel og temporært nedbeite næringsgrunnlaget for ungfisken i bekken. De fleste ettåringene var borte i september 2011. Antakelig hadde de da trukket bort fra oppvekstområdet til dypere partier av bekken.

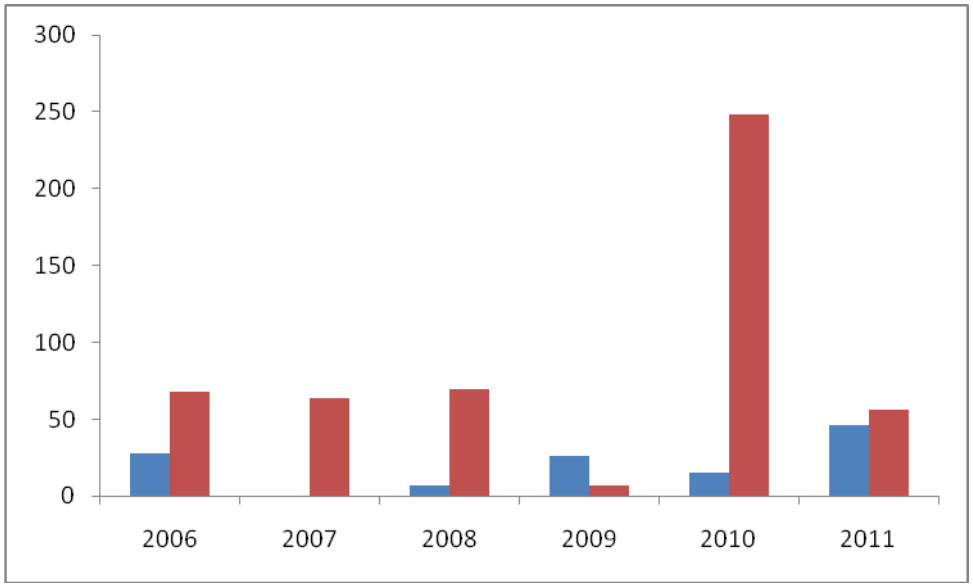



Fig. 7. Tetthet av ørretunger (0+) i Åbyelva (antall 100 $m^{-2}$; blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler) i september 2006 – 2011.

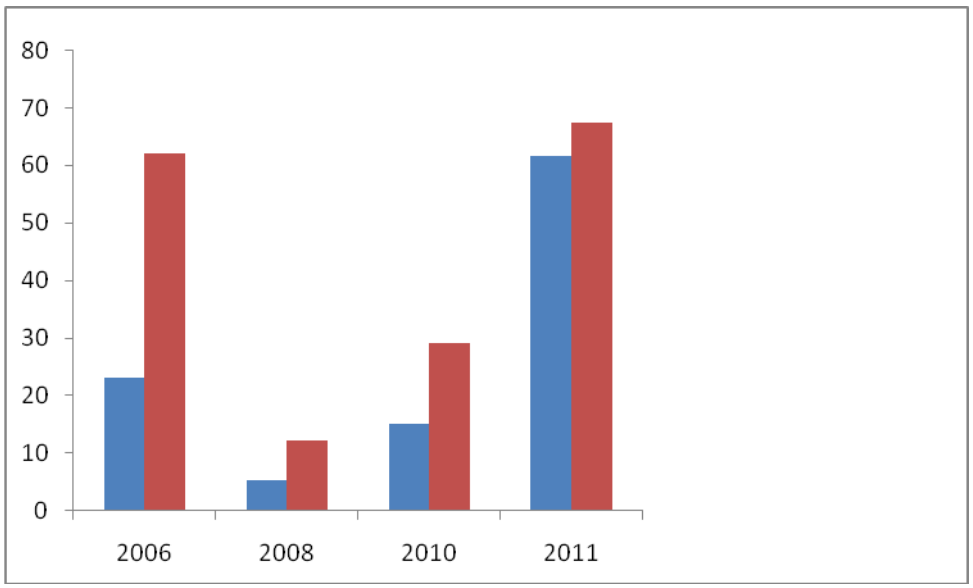



Fig. 8. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år i 2006 – 2011 i Åbyelva (blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler)

Den prosentvise reduksjonen i ungfisktetthet over sommeren varierte mellom år og bekker, men det synes å være et lignende generelt mønster i de to bekkene med minst tap i 2011 og størst tap i 2008 (Fig. 8). Dette kan tyde på at lignende ytre forhold påvirker fisken i bekkene. De viktigste påvirkningene som fører til dødelighet er vanligvis tørke og lav vannføring,

ekstrem høy vanntemperatur om sommer og kald høst og vinter, samt høy tetthet av konkurrenter. Sommeren 2011 var nedbørrik. Sammen med at årsklassen 2011 var forholdsvis svak, er antakelig dette viktige årsaker til den gode ungfiskoverlevelsen i 2011. Tilstedeværelsen av laks i Åbyelva kan være årsak til at tapet der over sommeren generelt er høyere der enn i Herregårdsbekken, der det har vært lite laks. Vi har imidlertid ingen klar sammenheng mellom tettheten av laksunger ved begynnelsen av vekstsesongen og tapet av ørret over sommeren (Fig. 9), selv om forskjellen var minst i 2011 da tettheten av laksunger var særdeles lav, og laks også forekom i Herregårdsbekken (Appendiks 2).

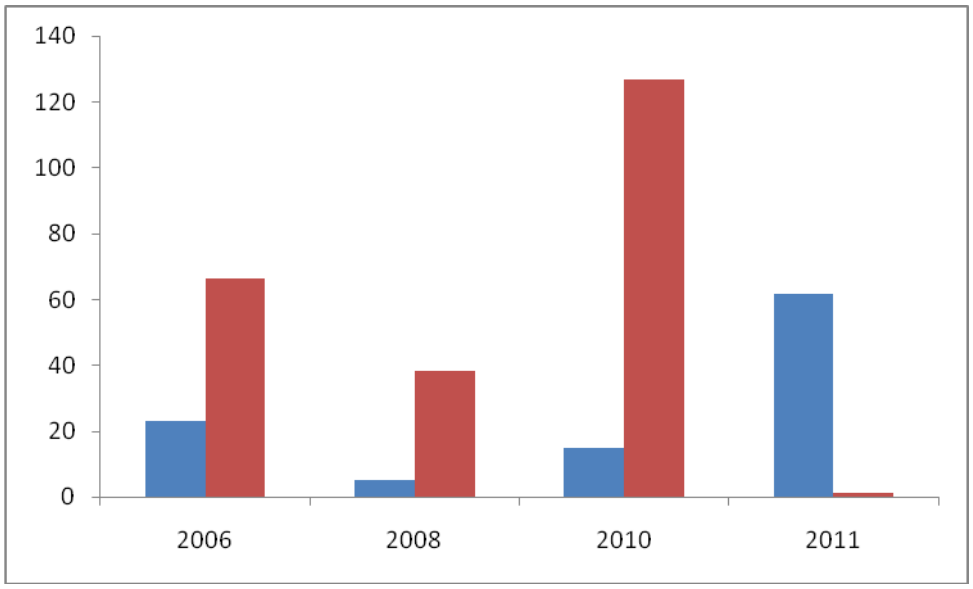



Fig. 9. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år 2006 -2011 i Åbyelva (blå søyler) og tettheten av laksunger (røde søyler, aldersgruppene 0 og 1) i juli.

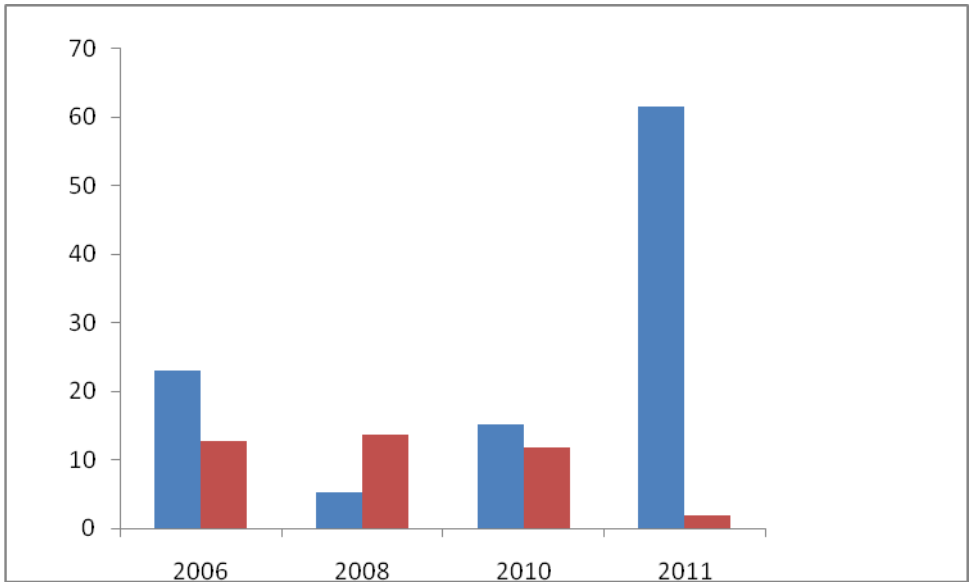



Fig. 10. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år i 2006 (1) 2008 (2) og 2010 (3) i Åbyelva (blå søyler) og tettheten av eldre ørretunger ved begynnelsen av sesongen samme år (røde søyler).

Vi kan heller ikke se noen sammenheng mellom tetthetsforandringen til aldersgruppe 0 og tettheten av ørret i aldersgruppe 1 (Fig. 10). Den beste overlevelsen i Åbyelva var imidlertid det året da tettheten av eldre unger var spesielt lav (2011). Det var liten variasjon i tetthet av eldre ørretunger i Åbyelva mellom år til tross for stor variasjon i reduksjonen til aldersgruppe 0. Man skal imidlertid ikke legge for mye i dette siden vi bare sammenligner fire års tetthetsundersøkelser.

Tettheten av årets unger, ved begynnelsen av vekstsesongen i juli, er antakelig sterkest påvirket av antall gytefisk om høsten og vannføringsforholdene den forutgående vinter og vår. Både tørke, kulde om høsten og få gytefisk kan redusere rekrutteringen.

**Ørretens størrelse første år**

Lengdeøkningen hos ørretungene i september første år var i gjennomsnitt litt større i Herregårdsbekken enn i Åbyelva i perioden 2006 – 2011 (Tabell 1). En stor del av forskjellen skyldes at yngelen i Herregårdsbekken vokste raskere enn i Åbyelva i 2010 ($t$ = 4,99; $P$ < 0,001). Ser vi på differansen i gjennomsnittslengde etter første vekstsesong mellom de to bestandene i perioden 2006-2009, var den bare 0,28 cm (5,91 ± 0,89 cm - 5,63 ± 0,88; $t$ = 2,12; $P$ < 0,05), og i 2011 var det ingen signifikant forskjellige på ungfiskstørrelsen i de to bekkene ($t$ = 0.81, $P$>0,05).

| År | Åbyelva | Herregårdsbekken |
|---|---|---|
| 2006 | 6,02 ± 1,00 | 6,07 ± 1,05 |
| 2008 | 5,73 ± 0,59 | 6,05 ± 0,71 |
| 2009 | 5,13 ± 0,72 | 5,69 ± 0,86 |
| 2010 | 5,32 ± 0,52 | 6,38 ± 0,98 |
| 2011 | 5,81 ± 0,94 | 5,98 ± 0,66 |

Tabell 1. Gjennomsnittslengde ± standardavvik (cm) hos årsunger av ørret i september i årene 2006 – 2011 i Åbyelva og Herregårdsbekken. Fisken i de to bekkene ble innsamlet i to på-hverandre følgende dager.

**Diskusjon**

Undersøkelsene i Åbyelva og Herregårdsbekken tyder bare i liten grad på at Full City-havariet har skadet sjøørretbestanden som gyter i Åbyelva, selv om det har vært en gradvis reduksjon i ungfisktetthet de to siste årene, mens trenden i Herregårdsbekken har vært varierende. Vi tror forskjellene langt på vei skyldes andre forhold. Men muligens var det en vandring av sjøørret bort fra Åbyelva i 2010 med feilvandring til andre, nærliggende elver slik som til Herregårdsbekken, der ungfisktettheten var rekordhøy i 2010.

I begge elvene var sjøørretrekrutteringen lav i 2011. Siden dette skjedde i begge vassdrag, tror vi at dette i hovedsakelig skyldes at vinteren kom uvanlig tidlig og forkortet gytesesongen i 2010. Snø og kulde kom allerede i slutten av oktober og stoppet gytingen.

Overlevelsen gjennom vekstsesongen i 2010 var bedre i Herregårdsbekken enn i Åbyelva. Dette er vanlig og kan ha sammenheng med tilstedeværelsen av laks som konkurrerer med ørret i Åbyelva. I 2011 var det liten forskjell på tetthet, overlevelse og vekst hos ørret i de to vassdragene. Dette året var det lite laksunger i Åbyelva samtidig som det var noe laksunger i Herregårdsbekken.

Vi vil også gi en tilleggskommentar til den lave tetthet av ørretunger i Herregårdsbekken i 2011. Vi har erfaring fra tetthetsundersøkelser i bekker at sterke årsklasser ofte etterfølges av svake (Jonsson et al. 2004), antakelig på grunn av konkurranse mellom årsklassene der eldre fisker undertrykker mindre individer. Dette kan ha bidratt til redusert rekruttering i Herregårdsbekken i 2011.

En årsak til forholdsvis god overlevelsen over sommeren i de to elvene i 2010 og spesielt 2011 er antakelig forholdsvis mye nedbør begge år med tilfredsstillende vannføring gjennom hele sesongen. Grunnen til at tettheten av årsunger av ørret i Åbyelva ikke ble høyere, er antakelig begrenset rekruttering. I tillegg til kort gytesesong kan dette skyldes at gytebestanden var liten. Det er først ved lav bestandstetthet at gytefisktettheten virker begrensende på rekrutteringen (Elliott 1994). Hver hunn har mange rogn og overlevelsen er vanligvis god når tettheten er lav. Antall gytefisk i Åbyelva etter ulykken kan derfor ha vært mindre enn vanlig. Vi tror dette først og fremst var fordi sjøørreten trakk vekk som følge av forliset, men kan ikke utelukke at også dødeligheten kan ha vært større enn vanlig. Så langt er det imidlertid ingen sterke indisier på at Full City-forliset førte til en betydelig dødelighet hos sjøørret fra Åbyelva.

## Takk

Havforskningsinstituttet har bestilt oppdraget, Direktoratet for naturforvaltning har gitt fisketillatelse og Svein Erik Sloreid har hjulpet oss med utformingen av Fig.1.

## Litteratur

Bohlin, T. 1984. Kvantitativt fiske etter lax og öring – synspunkter och rekommendationer. Informasjon från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr. 4-1984. 33 s.

Brannon EL, Collins KC, Brown JS, Neff JM, Parker KR and Slubblefield WA (2006) Toxicity of weathered Exxon Valdez crude oil to pink salmon embryos. Env Toxicol Chem 25: 962-972

Brannon EL, Collins KC, Cronin MA, Moulton LL, Parker KR & Wilseon W (2007) Risk of weathered residual Exxon Valdez oil to pink salmon embryos in Prince William Sound. Env Toxicol Chem 26:780-786.

Brannon EL, Collins KC, Moulton LL & Parker KR (2001) Resolving allegations of oil damage to incubating pink salmon eggs in Prince William Sound. Can J Fish Aquat Sci 58: 1070-1076

Elliott JM (1994) Quantitative ecology and the brown trout. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford.

Heintz RA, Short JW & Rice SD (1999) Sensitivity of pink salmon to weathered crude oil, Env Toxicol Chem 18: 494-503.

Jonsson, B. & Jonsson, N. (2011) Ecology of Atlantic salmon and brown trout: Habitat as a template for life histories. Fish and Fisheries Series 33, Springer Verlag, Dordrecht, The Netherlands, 708 + xxii sider.

Jonsson B, Muniz IP & Jonsson N (2004) Sjøaureovervåkning langs Skagerrakkysten. Erfaringer fra et forprosjekt utført i perioden 1998-2003. NINA Minirapport 54: 1-31.

Rice SD, Thomas RE, Heintz RA, Wertheimer AC, Murphy A (2001) Synthesis of long-term impacts to pink salmon following Exxon Valdez oil spill: persistence, toxicity, sensivity and controvercy. Final Report, Project 99329, Exxon Valdez Trustee Council

Wertheimer AC, Heintz RA, Thedinga JF Maselko JM & Rice SD (2000) Straying of Adult Pink Salmon from their Natal Stream following Embryonic Exposure to Weathered *Exxon Valdez* Crude Oil. Transactions of the American Fisheries Society 2000; 129: 989-1004.

Appendiks 1.

Avfiskete arealer og gjennomsnittlige tettheter (antall 100 $m^2$ ± 95 % konfidensintervaller) for aldersgruppene 0 og 1 innsamlet av ørret- og laksunger i Åbyelva 2006 – 2011).

| 2006 Ørret Sommer | Areal | Tetthet 100 $m^{-2}$ | | |
|---|---|---|---|---|
| Felt | $m^2$ | Alder 0 | Alder 1 | Totalt |
| 1 | 95 | 94,2 ± 33,3 | 8,8 ± 7,3 | 102,5 ± 36,2 |
| 2 | 104 | 166,5 ±274,5 | 18,1 ± 4,8 | 155,1 ± 86,7 |
| Totalt | 199 | 118,9 ± 49,6 | 12,8 ± 4,1 | 127,0 ± 40,7 |
| Laks | | | | |
| 1 | 95 | 84,2 ± 13,5 | 2,1 ± 0 | 85,6 ± 12,5 |
| 2 | 104 | 32,1 ± 6,5 | 18,3 ± 14,2 | 50,2 ± 12,7 |
| | 199 | 56,9 ± 7,2 | 9,7 ± 4,3 | 66,5 ± 8,2 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 456,8 | 19,4 ± 66,6 | 2,1 ± 13,8 | 15,5 ± 17,5 |
| 2 | 248,0 | 47,9±324,8 | 9,1 ± 17,3 | 41,7±106,5 |
| Totalt | 704,8 | 27,8 ± 89,1 | 5,7 ± 9,8 | 23,1 ± 26,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 456,8 | 11,8 ± 6,4 | 12,0 ± 34,4 | 24,2 ± 25,4 |
| 2 | 248,0 | 2,9 ± 0,3 | 4,2 ± 0,8 | 7,2 ± 1,0 |
| Totalt | 704,8 | 8,1 ± 2,7 | 6,0 ± 3,6 | 14,6 ± 6,1 |
| 2008 Ørret Sommer | | | | |
| 1 | 149,5 | 184,0 ±235,2 | 7,3 ± 2,2 | 159,5 ± 131,3 |
| 2 | 72,9 | 138,6 ± 47,4 | 27,0 ± 9,6 | 163,7 ± 43,9 |
| Totalt | 222,4 | 140,8 ± 64,1 | 13,7 ± 3,3 | 144,7 ± 47,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 149,5 | 22,4 ± 3,5 | - | 25,2 ± 4,7 |
| 2 | 72,9 | 13,2 ± 8,3 | 76,9 ±102,3 | 75,3 ± 46,8 |
| Totalt | 222,4 | 19,2 ± 3,1 | 28,1 ± 44,3 | 38,4 ± 10,0 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 273 | 20,7 ± 24,9 | 4,5 ± 1,6 | 20,3 ± 10,0 |
| 2 | 220,5 | 0 | 6,4 ± 0,7 | 56,9 ± 39,0 |
| Totalt | 493,5 | 7,4 ± 3,1 | 6,0 ± 0,6 | 37,8 ± 17,6 |
| Laks | | | | |
| 1 | 273 | 137,7 ±1317,3 | 7,8 ± 3,0 | 45,7 ± 51,0 |
| 2 | 220,5 | 13,8 ± 7,5 | 3,6 ± 0,1 | 15,8 ± 3,4 |
| Totalt | 493,5 | 29,2 ± 34,8 | 5,6 ± 0,9 | 26,5 ± 10,4 |
| 2009 Ørret Høst | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 118,8 | 25,9 ± 3,5 | - | 29,4 ± 4,9 |
| 2 | 63,3 | 26,9 ± 19,1 | 22,5 ± 2,0 | 46,0 ± 7,6 |
| Totalt | 182,1 | 25,5 ± 1,0 | 9,8 ± 11,4 | 35,1 ± 15,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 118,8 | 25,7 ± 6,1 | 12,7 ± 0,5 | 37,3 ± 7,6 |
| 2 | 63,3 | 3,4 ± 6,1 | 20,6 ± 0,5 | 23,8 ± 3,8 |
| Totalt | 182,1 | 17,9 ± 5,6 | 15,4 ± 0,7 | 32,5 ± 1,0 |
| 2010 Ørret Sommer | | | | |
| 1 | 47,5 | 180,1 ± 44,4 | 6,5 ± 1,5 | 185,0 ± 41,6 |
| 2 | 70,0 | 50,2 ± 6,5 | 16,2 ± 12,0 | 65,4 ± 9,5 |
| Totalt | 117,5 | 100,6 ± 53,8 | 11,8 ± 4,9 | 112,4 ± 15,4 |
| Laks | | | | |
| 1 | 47,5 | 149,4 ± 7,7 | 29,2 ± 6,3 | 178,3 ± 9,3 |
| 2 | 70,0 | 13,6 ± 3,2 | 78,9 ± 9,9 | 92,5 ± 10,3 |
| Totalt | 117,5 | 68,5 ± 3,5 | 58,8 ± 6,4 | 126,8 ± 6,5 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 289,8 | 12,4 ± 5,6 | 1,4 ± 0,2 | 13,3 ± 4,2 |
| 2 | 305,3 | 21,7 ± 35,2 | 1,9 ± 1,3 | 21,2 ± 22,7 |
| Totalt | 595,1 | 15,2 ± 8,5 | 1,6 ± 0,4 | 15,8 ± 6,2 |
| Laks | | | | |
| 1 | 289,8 | 9,5 ± 38,4 | 6,9 ± 7,8 | 14,5 ± 18,8 |
| 2 | 305,3 | 14,9 ± 7,1 | 4,8 ± 14,8 | 18,9 ± 9,5 |
| Totalt | 595,1 | 10,8 ± 5,9 | 5,6 ± 6,4 | 16,3 ± 8,2 |
| 2011 Sommer Ørret | | | | |
| 1 | 100,5 | 83,7± 76,7 | 2,2± 1,4 | 83,1± 67,0 |
| 2 | 54,0 | 83,8± 19,8 | 1,9± 0,0 | 84,9± 18,4 |
| Totalt | 154,5 | 75,3± 24,2 | 2,0± 0,5 | 76,2± 22,3 |
| Laks | | | | |
| 1 | 100,5 | 0 | 1,0± 0,0 | 1,0± 0,0 |
| 2 | 54,0 | 1,9± 0,0 | 0 | 1,9± 0,0 |
| Totalt | 154,5 | 0,6± 0,0 | 0,6± 0,0 | 1,3± 0,0 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 78 | 47,4±9,7 | 10,7± 24,3 | 56,0± 12,7 |
| 2 | 55 | 49,1±0,6 | 4,0± 2,6 | 52,8± 0,9 |
| Totalt | 133 | 46,4± 2,6 | 11,0± 33,9 | 52,6± 3,7 |
| Laks | | | | |
| 1 | 78 | 2,6± 0,0 | 7,5± 13,6 | 8,4± 3,2 |
| 2 | 55 | 3,6± 0,0 | 3,6± 0,0 | 7,3± 0,0 |
| Totalt | 133 | 3,0± 0,,0 | 5,7± 5,2 | 7,8± 1,4 |

Appendiks 2.

Avfiskede arealer og gjennomsnittlige tettheter (antall 100 $m^2$ ± 95 % konfidensintervaller) for aldersgruppene 0 og 1 innsamlet i Herregårdsbekken 2006 – 2011).

| 2006 Sommer | Areal | Tetthet 100 $m^{-2}$ | | |
|---|---|---|---|---|
| Felt | $m^2$ | Alder 0 | Alder 1 | Totalt |
| 1 | 107 | 90,6 ± 8,0 | 81,2 ± 7,3 | 171,7 ± 10,8 |
| 2 | 86 | 136,2 ± 21,2 | 79,2 ± 7,4 | 213,3 ± 19,4 |
| Totalt | 193 | 110,1 ± 9,3 | 80,3 ± 5,2 | 189,9 ± 10,1 |
| Høst | | | | |
| 1 | 123,2 | 79,7 ± 37,3 | 45,1 ± 4,9 | 115,3 ± 19,0 |
| 2 | 102,5 | 57,4 ± 17,9 | 48,0 ± 19,0 | 105,3 ± 25,9 |
| | 225,7 | 68,4 ± 19,0 | 45,0 ± 5,9 | 110,6 ± 15,3 |
| 2007 Sommer | | | | |
| 1 | 150,5 | 21,6 ± 2,4 | 11,5 ± 0,9 | 33,0 ± 2,4 |
| 2 | 178,5 | 26,6 ± 6,0 | 19,0 ± 17,0 | 43,7 ± 11,2 |
| Totalt | 329 | 24,0 ± 2,9 | 13,5 ± 2,8 | 37,5 ± 3,9 |
| Høst | | | | |
| 1 | 108 | 141,8 ±326,0 | 47,7 ± 8,2 | 122,4 ± 39,2 |
| 2 | 126 | 51,6 ± 10,2 | 29,9 ± 0,6 | 76,1 ± 5,2 |
| Totalt | 234 | 63,6 ± 21,3 | 35,9 ± 2,1 | 91,3 ± 9,6 |
| 2008 Sommer | | | | |
| 1 | 26 | 1160,6 ±122,0 | 8,4 ± 5,6 | 1168,7±121,8 |
| 2 | 49,9 | 260,6± 40,5 | 11,7 ± 8,2 | 272,3 ± 41,3 |
| Totalt | 75,9 | 568,9 ± 49,5 | 10,5 ± 5,4 | 579,4 ± 49,8 |
| Høst | | | | |
| 1 | 118,6 | 64,3 ± 7,2 | 8,2 ± 2,0 | 71,7 ± 5,9 |
| 2 | 81,2 | 109,5 ±118,2 | 21,2 ± 2,3 | 103,1 ± 37,1 |
| Totalt | 199,8 | 69,9 ± 12,2 | 13,7 ± 0,7 | 80,7 ± 8,8 |
| 2009 Høst | | | | |
| 1 | 197,0 | 11,7 ± 4,9 | 5,8 ± 0,8 | 16,9 ± 3,4 |
| 2 | 111,8 | 0 | 6,4 ± 0,7 | 6,4 ± 0,7 |
| Totalt | 308,8 | 7,4 ± 3,1 | 6,0 ± 0,6 | 13,0 ± 1,9 |
| 2010 Sommer | | | | |
| 1 | 17,5 | 1082,1 ± 103,0 | 5,7 | 1086,0 ± 101,0 |
| 2 | 40 | 771,6 ± 120,5 | 2,5 | 771,6 ± 118,3 |
| Totalt | 57,5 | 854,2 ± 76,6 | 3,5 | 855,5 ± 75,3 |
| Høst | | | | |
| 1 | 55,5 | 209,7 ± 41,7 | 5,5 ± 1,3 | 214,0 ± 39,9 |
| 2 | 72,9 | 298,0 ± 127,7 | 5,5 ± 0,7 | 293,2 ± 110,5 |
| Totalt | 128,4 | 248,4 ± 53,1 | 5,5 ± 0,6 | 249,7 ± 48,5 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2011 Sommer Ørret | | | | |
| 1 | 94 | 37,0± 2,4 | 13,9± 0,8 | 50,9± 2,4 |
| 2 | 67 | 163,3± 88,3 | 56,5± 26,5 | 249,0± 133,9 |
| Totalt | 161 | 83,5± 20,7 | 28,9± 5,8 | 111,0± 19,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 94 | 33,6± 28,6 | 2,1± 0,0 | 32,3± 17,6 |
| 2 | 67 | 9,0± 0,0 | 3,3± 2,2 | 12,0± 0,3 |
| Totalt | 161 | 19,5± 5,6 | 2,5± 0,3 | 21,6± 4,7 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 121 | 32,0± 21,0 | 14,1± 10,0 | 45,9± 22,5 |
| 2 | 66 | 104,9± 19,4 | 29,9± 10,6 | 134,8± 22,1 |
| Totalt | 187 | 56,3± 11,1 | 19,5± 6,6 | 75,8± 12,9 |
| Laks | | | | |
| 1 | 121 | 15,7± 9,0 | 0,8± 0,0 | 15,9± 7,0 |
| 2 | 66 | 26,6± 27,8 | 1,5± 0,0 | 25,8± 18,3 |
| Totalt | 187 | 29,5± 43,9 | 1,2± 0,8 | 28,5± 33,3 |

RAPPORT L.NR. 6232-2011

# Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City. Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen (Sluttrapport)

Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT

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

**Sørlandsavdelingen**
Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**
Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

| Tittel | Løpenr. (for bestilling) | Dato |
|---|---|---|
| Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City.<br>Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen (Sluttrapport) | 6232-2011 | 10. oktober 2011 |
| | Prosjektnr. Undernr.<br>29370 | Sider Pris<br>82 |
| Forfatter(e)<br>Gitmark, Janne<br>Brkljacic, Marijana | Fagområde<br>Marin overvåking | Distribusjon<br>Fri |
| | Geografisk område<br>Telemark-Vestfold | Trykket<br>NIVA |

| Oppdragsgiver(e) | Oppdragsreferanse |
|---|---|
| Havforskningsinstituttet/Kystverket | J.nr. 1936/09 |

Sammendrag

Målsetningen med denne undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna i tidevanns- og sjøsonen av oljesølet etter havariet av M/S Full City. Analysene viste ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning. Ved enkelte stasjoner har det foregått opprenskingsarbeid med bl.a. varmt vann og høytrykkspyler, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det er svake indikasjoner på at høytrykkspylingen kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet. Naturlige faktorer som f.eks. bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, himmelretning o.l. påvirker artssammensetningen lokalt. Så det kan ikke sies med sikkerhet om ulikhetene mellom stasjonene som er registrert skyldes naturlig variasjon mellom områder, oljesølet eller oppryddingsarbeidet. Et lenger studie av områdene ville muligens gitt et klarere bilde av forholdene, men det er ingenting som tyder på at oljesølet og opprydningsarbeidet har hatt svært negative innvirkninger på organismesamfunnet i tidevanns- og sjøsonen i det undersøkte området.

| Fire norske emneord | Fire engelske emneord |
|---|---|
| 1. Oljesøl | 1. Oilspill |
| 2. Strandsoneundersøkelser | 2. Littoral zone monitoring |
| 3. Biologisk mangfold | 3. Biodiversity |
| 4. Langesund | 4. Langesund |

*Janne Gitmark*
Prosjektleder

*Mats Walday*
Forskningsleder

*Kristoffer Næs*
Forskninsdirektør

ISBN 978-82-577-5967-4

# Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City

Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen (Sluttrapport)

# Forord

Undersøkelsen i foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Havforskningsinstituttet (HI), som igjen er engasjert av Kystverket (KV). Undersøkelsen er en del av en større miljøundersøkelse relatert til utslipp av olje i forbindelse med havariet til lasteskipet ”Full City” utenfor Langesund.

Koordinator for miljøundersøkelsen var Erik Olsen (fra oppstart, til oktober 2010) og Stein Mortensen (fra oktober 2010) fra Havforskningsinstituttet.

Frithjof Moy (HI) er delprosjektleder for miljøundersøkelsene i tidevannssonen og Henning Steen (HI) delprosjektleder for miljøundersøkelsene i sjøsonen.

Feltarbeidet ble gjennomført 21. - 23. oktober 2009 og 20. - 28. september 2010. Under feltarbeidet deltok Hartvig Christie, Janne Gitmark, Maia Røst Kile, Marijana Brkljacic og Pia Norling fra NIVA.

Artsbestemmelser av fauna i taufeller, og analyser av resultatene, er utført av Marijana Brkljacic, Hartvig Christie og Janne Gitmark fra NIVA.

Mats Walday og Hartvig Christie fra NIVA har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, 10. oktober 2011

*Janne Gitmark*

# Innhold

**Sammendrag** **5**

**Summary** **7**

**1. Innledning** **8**

**2. Materiale og metoder** **9**
2.1 Undersøkelser i tidevannssonen 10
2.2 Undersøkelser i tidevanns- og sjøsonen 11
2.3 Databearbeidelse 12

**3. Resultater og diskusjon** **13**
3.1 Resultater fra rammeregistreringer 13
3.1.1 Analyser av rammeundersøkelsene utført i 2010 16
3.1.2 Sammenlikning av rammeregistreringene fra 2009 og 2010 19
3.1.3 Opprenskingsmetodenes påvirkning på fastsittende/lite mobile organismer i fjæra 21
3.2 Resultater fra taufellene 25
3.2.1 Analyser av taufellene 28
3.2.2 Sammenlikning av taufelleundersøkelsene fra 2009 og 2010 31
3.2.3 Opprenskingsmetodenes påvirkning på mobil fauna 35
3.3 Resultater fra tangprøvene 37
3.3.1 Sammenlikning mellom taufeller og tangfeller 38
3.4 Oppsummering 40

**4. Referanser** **42**

**Vedlegg A.** **43**

**Vedlegg B.** **53**

**Vedlegg C.** **54**

**Vedlegg D.** **57**

**Vedlegg E.** **58**

**Vedlegg F.** **64**

**Vedlegg G.** **74**

# Sammendrag

Lasteskipet ”Full City” grunnstøtte på Såstein, sørvest for Langesund 31. juli 2009. Skipet hadde rundt 1120 kubikkmeter olje ombord, og i følge Kystverket lakk omlag 300 kubikkmeter olje ut i sjøen. Det ble etter hvert registrert oljepåslag langs en ca. 75 km lang strekning, fra Nevlunghavn i Vestfold til Lillesand i Aust–Agder.

Målsetningen med denne undersøkelsen har vært å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet fra M/S Full City.

Enkelte tidligere undersøkelser på effekter av oljesøl har rapportert om akutte effekter fra oljesøl på tynne blad- og trådformete alger. Det er vist at arter uten beskyttende skall som f.eks. mosdyr, tanglus og tanglopper er mer utsatt ved oljesøl enn dyr med slikt skall, som snegl, blåskjell og rur.

Flere studier har også vist at strandmiljøet kan påføres betydelige skader av opprenskingsmetodene. I oppryddingsarbeidet etter Full Cityhavariet ble det brukt flere ulike metoder. Tykke oljemasser er blitt fjernet med skraping, bark har blitt spredt for å suge opp oljen og svaberg og større stein har blitt høytrykksspylt.

I 2009 ble det opprettet og undersøkt 15 stasjoner i 8 områder (fra Jomfruland i Telemark til Oddane fort i Vestfold). I hvert område ble det opprettet to stasjoner, en i et registrert oljepåslagsområde og en i et område med lite/ingen registrerte oljepåslag. Ved Nevlungsstrand og Oddane fort (her kalt ikke-sanerte stasjoner) ble det kun plassert en stasjon i hvert område. Begge disse stasjonene lå i oljeeksponerte områder. I 2009 ble taufellene på den oljeeksponerte stasjonen i Åbyfjorden plassert like ved utløpet av Åbyelva. Dette var imidlertid en lite egnet stasjon for rammeregistrering, og rammene ble derfor plassert ved Elvikodden, ytterst i Åbyfjorden. I 2010 ble taufeller lagt ut på begge stasjoner. Alle stasjonene som ble opprettet i 2009, ble gjenbesøkt høsten 2010.

Tilstedeværelsen av fastsittende alger, og fastsittende/lite mobile dyr ble på hver stasjon registrert i 4 rammer med et rammeareal på 0,5 x 0,5 m, hvor hver ramme er inndelt i 25 ruter. Mobil fauna ble samlet inn med taufeller (4 taufeller i tidevannssonen og 4 i sjøsonen) som hadde ligget i sjøen i en uke. Fellene består av tau som tiltrekker seg fauna som naturlig hører hjemme i algesamfunn. For å undersøke hvor representativ faunaen funnet i taufellene er for faunaen som holder til i tangsamfunnet, ble det i tillegg samlet inn tangprøver på 7 stasjoner

Det var stor variasjon i observasjonene på de ulike stasjonene, og det var ingen tydelige trender. I rammeundersøkelsene ble det generelt funnet litt færre taxa og lavere forekomst av alger og dyr på de oljeeksponerte stasjonene, enn på de ikke-eksponerte stasjonene. De to ikke-sanerte stasjonene hadde generelt høy forekomst og stort antall taxa. Det ble registrert høyere forekomst av blågrønnalgen *Rivularia* sp., blåskjell og vanlig strandsnegl på de oljeeksponerte stasjonene, mens det ble registrert flere buskformete alger og fjærerur på de ikke-eksponerte og ikke-sanerte stasjonene. Sammenlikninger mellom de to undersøkelsesårene viser at organismesamfunnet undersøkt i rammene var relativt likt de to undersøkelsesårene.

I taufelleundersøkelsene ble det registrert et økt antall taxa og individer på de fleste stasjonene i 2010 i forhold til i 2009. Men det var ingen klare trender på hvilke stasjoner det ble registrert flest taxa/individ. Snegl var den dominerende organismegruppen som ble registrert i taufellene, og det ble registrert et stort antall tangsnegl (*Rissoa* sp) på flere stasjoner, bl.a. stasjon 6A og 8.

Likhetsanalyser på organismesammensetningene viser ingen tydelige sammenhenger mellom oljepåvirkning og artssammensetning på de undersøkte stasjonene.

Analyser på organismesammensetning og opprenskingsmetoder viser en svak antydning til at høytrykkspyling kan ha hatt en negativ påvirkning på buskformete alger, mosdyr og hydroider i 2009. Denne tendensen var mindre/fraværende i 2010. Det er også en svak antydning til at høytrykkspyling kan ha påvirket tangloppene. Tanglopper mangler beskyttende skall som f.eks. muslinger, men de kan derimot søke tilflukt på dypere vann, under alger, i andre områder o.l. ved ugunstige forhold. Det ble stort sett registrert høyere forekomst av tanglopper i fellene fra det øverste undersøkelsesdypet. Men det ble registrert litt høyere forekomst av denne gruppen på stasjoner hvor det kun var skrapt.

Naturlige faktorer som f.eks bølge- og strømeksponering og ferskvannspåvirkning påvirker artssammensetningen lokalt. Da det ikke foreligger data fra samme stasjoner fra før Full City-havariet, er det vanskelig å si om de registrerte variasjonene mellom lokalitetene er naturlige, eller om de skyldes oljeeksponering eller evt. opprenskingsarbeidet. Et lenger studie av områdene ville muligens gitt et klarere bilde av forholdene, men det er foreløpig ingenting som tyder på at oljesølet og opprenskingsarbeidet har hatt svært negative innvirkninger på organismesamfunnet i tidevanns- og sjøsonen i det undersøkte området.

# Summary

Title: Marine biological monitoring in connection with the oilspill from M/S Full City. Monitoring of flora and fauna in the intertidal and sub-tidal zone. Final report.
Year: 2011
Author: Janne Gitmark, Marijana Brkljacic
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-5967-4

The cargo ship "Full City" ran aground at Såstein near Langesund on July 31st 2009. The incident resulted in a discharge of approximately 300 cubic meters of oil.

The aim of this study is to map possible effects from the oil spill on the flora and fauna in the intertidal- and sub-tidal zones. Possible effects from clean-up methods used after the spill, such as e.g. high-pressure hot water washing, was also looked at.

In 2009, 15 stations were investigated in 8 areas (Jomfruland, Stråholmen, Såstein, Åbyfjorden, Krokshavn, Fugløyrong, Nevlungsstrand and Oddane Fort). In five of the areas, one station was place in an oil exposed site and one in an area where little or no oil was registered. In Åbyfjorden there were two different oil exposed stations, and one station in a non-exposed area. In Nevlungsstrand and Oddane Fort there was only one oilexposed station in each area. In September 2010 all of the stations were revisited. This report presents the results from the 2010 study and shows a comparison between the 2009 and 2010 results.

In the intertidal zone, benthic algae and animals were counted in 4 fixed frames. Each frame measures 0.5 x 0.5 m, and is divided in 25 squares. In the intertidal- and sub-tidal zone mobile fauna were collected from traps made of rope. At each station 4 traps were placed in the intertidal zone, and 4 in the sub-tidal zone. They were exposed in the water for a week. To compare the fauna found in the traps with that found in the seaweed at the station, seaweed samples were collected at 7 stations and their fauna composition registered and compared with that found in the traps.

It is difficult to draw any definite conclusions from this study. The analysis shows no obvious connection between oil exposure and species composition. It seems that the high pressure, hot water hosing that were used for cleaning certain areas, may have had a small effect on certain organism groups such as filamentous algae and amphipods. But the connections are quite vague.

Natural factors such as wave- and current exposure and freshwater input, affects the local species composition. There are no similar studies from the stations from before the oil-spill, and since the differences are so vague, it is not possible to know if the differences that were registered between the stations are caused by natural variations between areas, the clean-up methods or the oilspill. A longer study may have helped to clarify any possible connections, but there are currently no definitive signs that the oilspill, or the cleaning of the spill, has had a particularly negative effect on the station's species composition.

# 1. Innledning

Det Panama-registrerte lasteskipet ”Full City” grunnstøtte på Såstein, sørvest for Langesund natt til 31. juli 2009. Det blåste kraftig og var høy sjø i området. Skipet hadde omlag 1000 kubikkmeter tungolje og 120 kubikkmeter lettolje om bord. Noen tanker ble skadet i grunnstøtingen, og i følge Kystverket lakk omlag 300 kubikkmeter olje ut i sjøen. Kort tid etter grunnstøtingen ble det observert et stort oljepåslag i områdene Såstein, Oddane og Krogshavn. Det ble registrert oljepåslag langs en ca. 75 km lang strekning, fra Nevlunghavn i Vestfold til Lillesand i Aust-Agder.

Opprenskningsarbeidet pågikk frem til senhøstes 2009. Arbeidet ble gjenopptatt våren 2010, og ble avsluttet senere på sommeren. Grovrensingen bestod av å skrape bort mest mulig av oljen med enkle redskaper. Bark ble brukt til å suge opp oljen, og enkelte områder ble behandlet med såpe/rensemiddel, og til slutt høytrykkspylt med 90 grader varmt vann.

Havforskningsinstituttet (HI) ble bedt av Kystverket (KV) om å være ansvarlig koordinator for miljøundersøkelser i forbindelse med havariet. En plan for miljøundersøkelser ble utarbeidet av HI i september 2009 (Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S Full City). HI, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) og Mattilsynet er involvert i miljøundersøkelsene.

Dyre- og planteliv i fjæra er svært utsatt ved oljesøl. Oljen kan dekke organismene og substratet, og hindre sentrale funksjoner som f.eks. fotosyntese, respirasjon, næringsopptak og bevegelse. Skadevirkningene kan også være knyttet til oljens kjemotoksisitet. Erfaringsmessig oppstår miljøskadene ved en kombinasjon av overnevnte faktorer (Lein et al. 1992). I tillegg til oljens virkning, kan fjæresamfunnet påføres betydelige skader av oppryddingsarbeidet i etterkant av et oljesøl. Bruk av f.eks. såpe, rensemiddel, varmt vann og høytrykkspyling, kan enkelte ganger være mer ødeleggende for organismene i fjæra enn selve oljen (Southward & Southward 1978).

Fjæra kan generelt defineres som strandnivået mellom høy- og lavvann (littoralsonen), og hardbunn er bunn av fjell eller større steiner. I områder med moderat/liten bølgepåvirkning er fjæra ofte dekket av et karakteristisk tangbelte. På og innimellom tangen lever mange andre alger, samt dyr som snegl, børstemark, krepsdyr og andre frittlevende og fastvokste smådyr.

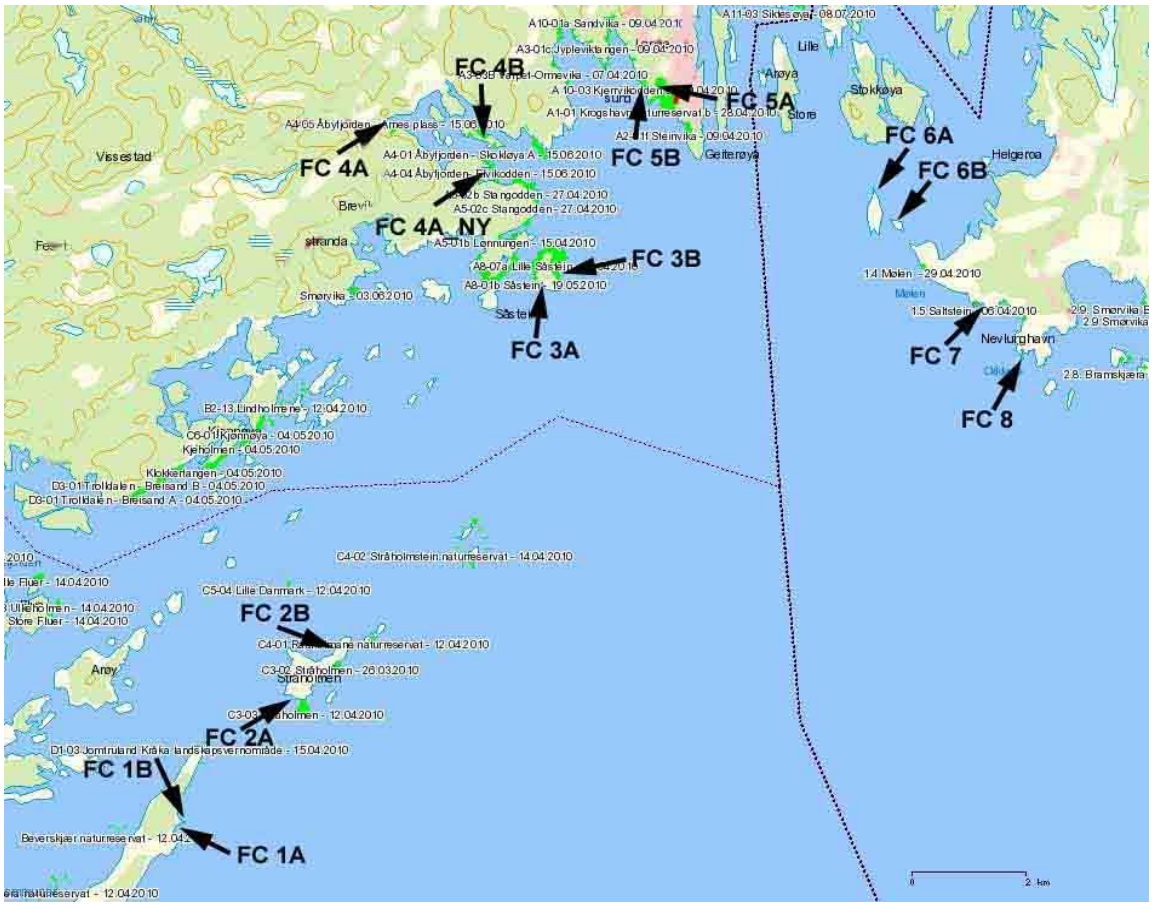
I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelsene av fastsittende alger samt fastsittende- og lite mobile dyr i tidevannssonen (littoralsonen), og undersøkelsene av mobilfauna i tidevanns- og sjøsonen som ble foretatt i 2010. Det er også gjort en sammenlikning av resultatene fra 2010 undersøkelsen med resultatene fra 2009 undersøkelsen, for å undersøke om oljesølet har ført til større endringer på stasjonene i etterkant av havariet.

Målsetningen med undersøkelsen har vært å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet fra M/S Full City. De artene som er til stede, og mengden av dem, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. Endringer i strandsonesamfunnet som følge av en eventuell oljepåvirkning vil måles bl.a. i artssammensetning, diversitet og frekvensmålinger av artsforekomst.

# 2. Materiale og metoder

Under en befaring i oktober 2009 ble det opprettet 15 stasjoner i 8 områder (Jomfruland, Stråholmen, Såstein, Åbyfjorden, Krokshavn, Fugløyrong, Nevlungsstrand and Oddane Fort). Områdene var forhåndsbestemt i forslaget ”Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S Full City. Alle stasjonene ble gjenbesøkt i september 2010.

I hvert område ble det plassert en stasjon i et registrert oljepåslagsområde og en i et område med lite/ingen registrerte oljepåslag. Ved Nevlungsstrand (FC7) og Oddane fort (FC8) var det registrert oljepåslag langs hele kystlinja, og det ble derfor kun plassert en stasjon i hvert område. I 2009 ble den oljeeksponerte stasjonen i Åbyfjorden (FC4A) plassert innerst i Åbyfjorden, like i nærheten av utløpet til Åbyelva. Dette viste seg å være et lite egnet område for rammeundersøkelser. Rammestasjonen ble derfor flyttet til Elvikodden (FC4A_NY), sør i Åbyfjorden. I 2010 ble det satt ut taufeller både på stasjon FC4A og FC4A_NY. Plasseringen av stasjonene ble bestemt med bakgrunn i kart over registrerte oljepåslag fra Kystverkets nettsider (http://kart.kystverket.no/). **Figur 1** viser kart over undersøkelsesområdet (Telemark – Vestfold) med status på opprenskingsarbeidet (pr. juli 2010) markert som fargede streker. Stasjonene er merket med svarte piler og stasjonsnavn.




**Figur 1.** Kart over undersøkelsesområdet (Telemark – Vestfold) (Lastet ned juli 2010). Grønt – arbeid ferdigstilt, Tynne grønne streker – område er befart - ingen tiltak nødvendig, Rødt – arbeid gjenstår. De utvalgte stasjonene er merket med svarte piler og navn (FC 1 - 8). (Kilde: Kystverket).

GPS-posisjonene til de valgte stasjonene er gitt i **Tabell 19** i **Vedlegg B**. En nærmere beskrivelse av stasjonene er gitt i fjorårets rapport (Gitmark & Walday, 2010). Stasjoner med registrert oljesøl har fått bokstavkode A, mens stasjonene med lite/inget registrert oljesøl har fått bokstavkode B. Stasjonene ved Nevlungsstrand og Oddane fort har ingen bokstavkode.

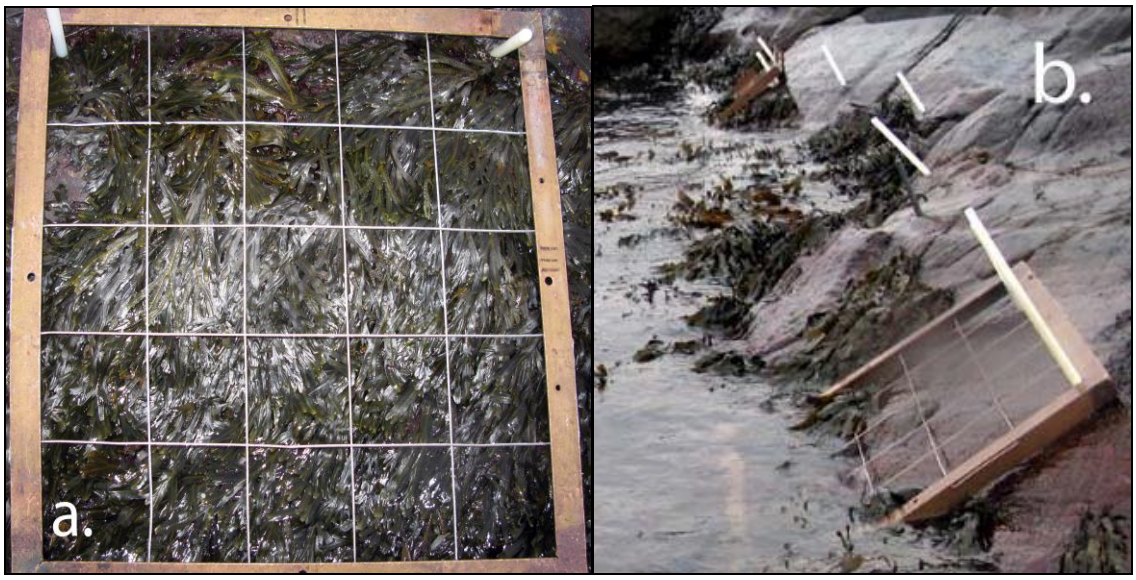
Ved Nevlungsstrand og Oddane fort har to mindre områder blitt stående ubehandlet (ikke-sanert), det vil si at ingen oppryddingstiltak ble iverksatt for å kunne estimere restitusjonstid sammenlignet med steder som ble vasket og renset. Det var opprinnelig tenkt at det skulle plasseres en stasjon i hvert av disse områdene men de viste seg å være lite passende områder for rammeundersøkelser, så stasjonene (7 og 8) ble derfor lagt noe utenfor. Selv om disse stasjonene ligger litt utenfor de ubehandlede områdene, blir de likevel betegnet som ikke-sanerte stasjoner i denne rapporten.

Undersøkelsesmetodikken har utgangspunkt i SFTs veileder for etterundersøkelser ved oljepåslag (SFT 1999).

## 2.1 Undersøkelser i tidevannssonen

I tidevannssonen ble det foretatt en registrering av fastsittende, makroskopiske alger, og fastsittende og lite mobile dyr. På hver stasjon ble det undersøkt fire parallelle rammer med et rammeareal på 0,5 x 0,5 m. Rammene er inndelt i 25 hjelperuter à 10 x 10 cm (**Figur 2a**).

Da stasjonene ble opprettet ble rammene plassert tilfeldig, men de ble justert slik at øvre kant av rammen var plassert i nivå med middel vannstand. Rammeplasseringene ble merket med bolter i fjellet (**Figur 2b**) slik at nøyaktig samme areal blir undersøkt ved gjenbesøk. Boltene ble fjernet etter hver undersøkelse. Alle rammemarkeringene ble gjenfunnet i 2010 undersøkelsene.




**Figur 2. a.** Ramme (0,5 x 0,5 m) inndelt i 25 hjelperuter (10 x 10 cm). **b.** 4 rammestasjoner merket med bolter i fjellet. Boltene blir fjernet mellom hver undersøkelse.

Alle makroskopiske alger og fastsittende/lite mobile dyr ble bestemt til lavest mulig taksonomiske nivå (art, slekt, familie), og mengden kvantifisert. Kvantifiseringen ble gjort ved frekvensregistrering (til stede/ikke til stede) i hver av de 25 hjelperutene. Rammearealet ble fotografert som en ekstra dokumentasjon.

Organismene som ikke kunne bestemmes i felt ble tatt med til lab, hvor de ble bestemt til lavest mulig taksonomiske nivå under lupe eller mikroskop.

I 2010 ble rammeundersøkelsene utført i perioden 20. – 28. september 2010.

## 2.2 Undersøkelser i tidevanns- og sjøsonen

I tidevanns- og sjøsonen ble det foretatt en undersøkelse av mobil fauna. Som innsamlingsenhet for mobil fauna ble det benyttet taufeller i sjøsonen (ca. 1 m dyp) og i tidevannssonen (på samme nivå som øvre del av rammene). Fellene består av tau som tiltrekker seg fauna som naturlig hører hjemme i algesamfunn (Kraufvelin 2002). Taufellene lå eksponert i sjøen i en uke. For å sammenlikne resultatene fra taufellene med "naturlig habitat" ble det også samlet inn sagtang (*Fucus serratus*) i fjæra på enkelte stasjoner.

På hver stasjon ble det satt ut 4 taufeller i sjøsonen, og 4 taufeller i tidevannssonen (**Figur 3**). Tangprøver (4 replikater) ble samlet på 7 stasjoner. Undersøkelsen pågikk i perioden 20. - 28. september 2010.

Taufellene og tangprøvene ble samlet inn i ziplock-poser ved snorkling. Fellene og tangen ble så skylt/ristet i ferskvann i egne bøtter. Skyllevannet ble filtrert gjennom en sikt med maskestørrelse på 250 µm. Oppsamlede organismer ble lagt over på prøveglass og fiksert med 4 % formalin. Etter at tangen var renset for organismer, ble den veid for å kunne relatere observasjonene til habitatstørrelse.

**Figur 3.** Taufeller i fjæra på stasjon FC 1A (Jomfruland oljeeksponert).

På lab ble all mobil fauna i prøvene identifisert. Fra hver stasjon ble det opparbeidet 3 taufeller fra hvert dyp. Utvalgte organismer ble bestemt til art, mens andre kun ble identifisert på et høyere taksonomisk nivå (for eksempel slekt eller familie).

## 2.3 Databearbeidelse

For bearbeidelsen av dataene er det brukt den statistiske programpakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) (Clarke & Gorley 2001). Forskjeller i artssamfunn mellom stasjoner er undersøkt ved hjelp av en ordinasjonsmetode (MDS - Multi Dimensional Scaling) og en klassifikasjonsmetode (Clusteranalyse), som ut ifra prøvelikhet grupperer stasjoner med relativt lik artssammensetning. Disse metodene bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks. Ulike arters betydning for ulikheter/likheter som blir funnet er beregnet ved hjelp av analysen SIMPER.

I MDS-analysen forteller stress-faktoren (plassert øverst i høyre hjørne på MDS-plottet) hvor godt det to-dimensjonale plottet reflekterer mange-dimensjonaliteten i dataene. Clarke (1993) foreslår følgende "tommelfingerregler" for tolkning av *stress* – faktoren:

*Stress* < 0,05 – gir en meget god gjengiving
*Stress* < 0,10 – gir en god gjengiving
*Stress* < 0,20 – krever varsom tolkning
*Stress* > 0,20 – plottet kan være "farlig" å tolke, og hvis verdien når 0,35-0,40, så er prøvene tilfeldig plassert i plottet.

I clusteranalysen grupperes prøvene sammen med en avstand som er avhengig av likheten mellom dem. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises.

Biologisk mangfold er beregnet med Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949). Diversitet er et begrep som uttrykker artsrikdom (totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (fordeling av antall individer per art). Disse komponentene er omfattet i Shannon-Wiener's diversitetsindeks. Matematisk beregnes diversiteten ved forholdet mellom antall arter og antall individer for arten (**Vedlegg D**).

Under opparbeidelsen av taufellene, og i rammeundersøkelsene, ble enkelte individer i en slekt (f.eks. grønnalgeslekten *Ulva*) bestemt til art, mens mange kun ble registrert som tilhørende slekten (*Ulva* sp.). Før dataanalysene ble en del arter som lett kan forveksles slått sammen. Denne sammenslåingen ble gjort for at resultatene fra de ulike stasjonene lettere skal kunnes sammenliknes. I tillegg ble alle kimplanter, juvenile og ubestemte arter av en slekt/familie slått sammen, og arter/slekter som er notert som usikre er slått sammen med arten/slekten dersom den er registrert tidligere. I sammenlikningen av rammedataene fra 2009 og 2010 ble alle artene/slektene som kun har blitt registrert som ett enkeltfunn, en gang i løpet av begge årene, fjernet. Dataene har blitt rot-transformert før de mulitvariate analysene er blitt utført slik at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt.

# 3. Resultater og diskusjon

## 3.1 Resultater fra rammeregistreringer

Det ble registrert tilsammen 81 taxa av alger og dyr på de 14 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2010. 51 av disse var alger og 30 var dyr. Samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene lagt sammen) av alger var 4187, mens samlet forekomst av dyr var 3284. Artslister for 2010 er gitt i **Tabell 14** og **Tabell 15 i Vedlegg A. Tabell 1** viser antall taxa, og samlet forekomst på de ulike stasjonene, fordelt i grupper. **Figur 4** viser en grafisk fremstilling av tabellen.

**Tabell 1.** Totalt antall taxa, og samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene, slått sammen) av alger og dyr (slått sammen i grupper) fra 4 rammer på hver av de 14 stasjonene som ble undersøkt i 2010.

| **Antall taxa**<br>**Gruppe / stasjon** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rødalger | 7 | 15 | 10 | 7 | 3 | 8 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 7 | 9 | 7 |
| Brunalger | 10 | 2 | 6 | 6 | 4 | 8 | 2 | 6 | 3 | 3 | 4 | 6 | 3 | 7 |
| Grønnalger | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 6 |
| Blågrønn- og kiselalger | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Dyr | 14 | 12 | 16 | 20 | 12 | 16 | 12 | 17 | 12 | 14 | 16 | 15 | 16 | 15 |
| **Total** | **35** | **33** | **36** | **37** | **21** | **39** | **16** | **31** | **18** | **21** | **24** | **31** | **32** | **36** |
| **Samlet forekomst**<br>**Gruppe / stasjon** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Rødalger | 131 | 426 | 126 | 151 | 130 | 159 | 100 | 125 | 103 | 100 | 100 | 118 | 167 | 167 |
| Brunalger | 122 | 91 | 80 | 69 | 105 | 142 | 107 | 121 | 111 | 103 | 124 | 120 | 121 | 121 |
| Grønnalger | 57 | 89 | 2 | 5 | 2 | 72 | 0 | 10 | 0 | 2 | 2 | 9 | 27 | 35 |
| Blågrønn- og kiselalger | 53 | 5 | 30 | 18 | 4 | 10 | 67 | 5 | 1 | 7 | 12 | 5 | 4 | 14 |
| Snegl | 83 | 83 | 133 | 44 | 31 | 4 | 78 | 29 | 60 | 38 | 108 | 53 | 157 | 71 |
| Muslinger | 0 | 20 | 0 | 1 | 4 | 0 | 83 | 1 | 23 | 10 | 7 | 3 | 96 | 55 |
| Mosdyr | 6 | 14 | 6 | 60 | 5 | 69 | 18 | 78 | 19 | 10 | 39 | 14 | 2 | 53 |
| Hydroider | 16 | 7 | 14 | 34 | 46 | 105 | 15 | 111 | 8 | 69 | 38 | 49 | 7 | 50 |
| Anemoner | 2 | 0 | 3 | 14 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 |
| Pigghuder | 8 | 4 | 11 | 5 | 7 | 8 | 8 | 50 | 35 | 5 | 25 | 3 | 7 | 6 |
| Sekkedyr | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Krepsdyr | 34 | 68 | 32 | 32 | 80 | 71 | 8 | 44 | 68 | 93 | 60 | 117 | 58 | 46 |
| Flerbørstemark | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stilkmanet | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Total** | **512** | **807** | **448** | **446** | **414** | **645** | **484** | **574** | **428** | **437** | **516** | **491** | **651** | **618** |

Det ble registrert flest taxa på stasjon 3B (Såstein – ikke-oljeeksponert) og høyest samlet forekomst av organismer på stasjon 1B (Jomfruland – ikke-oljeeksponert). Det ble registrert færrest taxa på stasjon 4A (Åbyfjorden – oljeeksponert) og lavest samlet forekomst på stasjon 3A (Såstein – oljeeksponert).

Det ble generelt funnet litt færre taxa, og lavere forekomst, på de oljeeksponerte stasjonene (A-stasjonene) enn på de ikke-oljeeksponerte stasjonene (B-stasjonene) i samme område. Unntaket er område 1 hvor det ble registrert flest taxa på stasjon 1A, og område 2 og 6 hvor det ble registrert høyest samlet forekomst på A stasjonene.

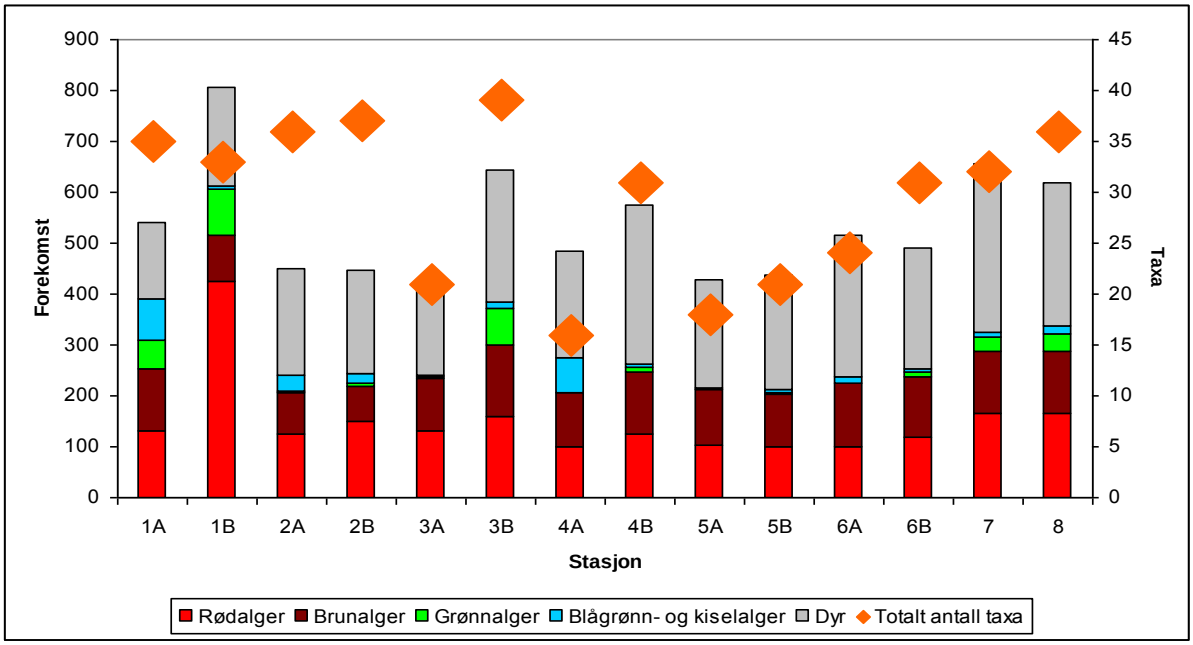
I område 3 og 4 (Såstein og Åbyfjorden) ble det funnet betydelig færre taxa på de oljeeksponerte stasjonene enn på de ikke-oljeeksponerte. I område 1 og 3 (Jomfruland og Såstein) ble det registrert betydelig høyere forekomster av alger og dyr på de ikke-oljeeksponerte stasjonene.

De ikke-sanerte stasjonene (7 og 8) var begge blant de fire stasjonene med høyest samlet alge- og dyreforekomst og blant de sju stasjonene med flest registrerte taxa.

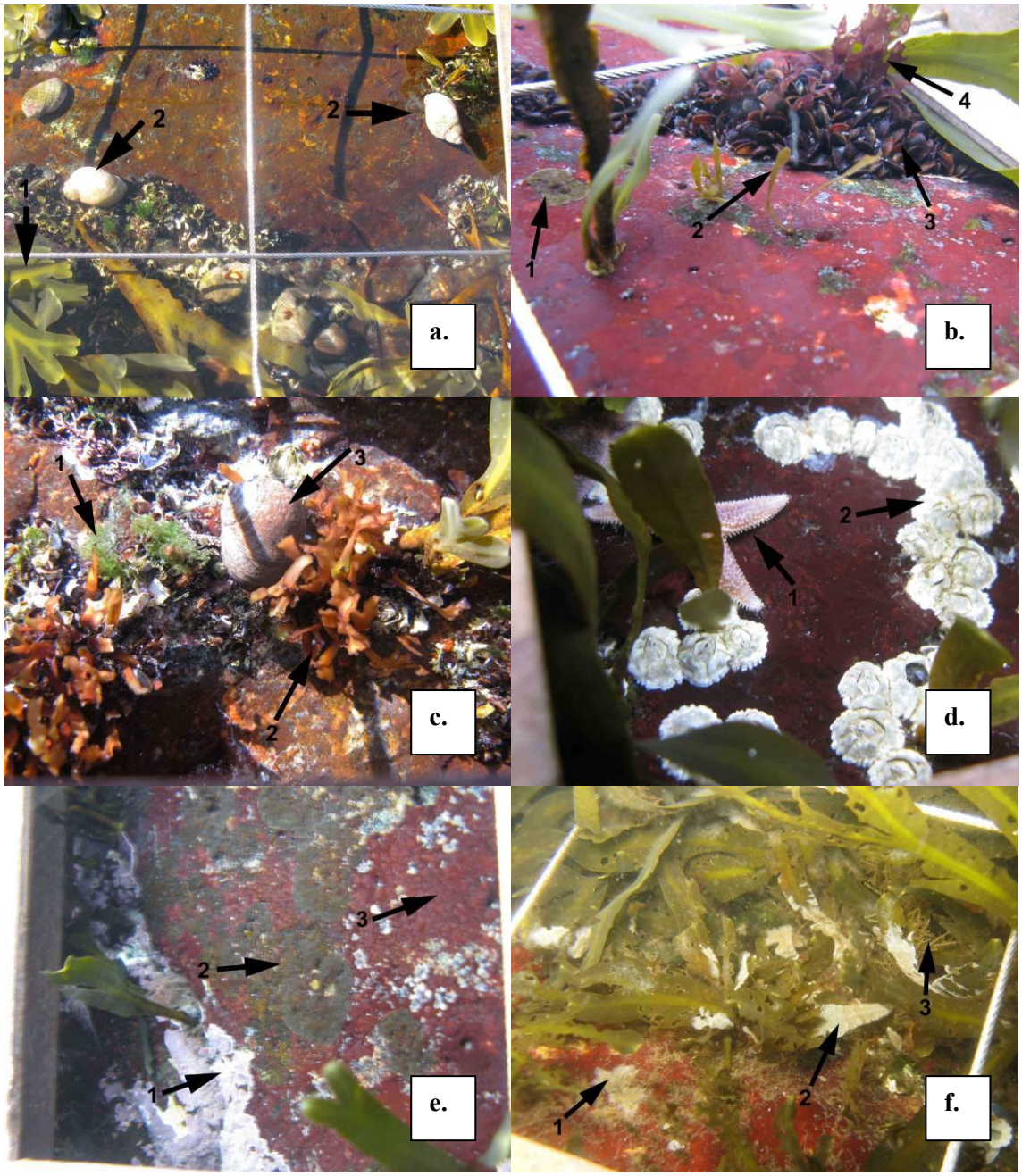
I område 1, 3 og 4 er de oljeeksponerte stasjonene plassert på mer bølgeeksponerte områder enn de ikke-eksponerte stasjonene. Det kan være en mulig årsak til forskjellene. Rammene på stasjon 6B er plassert på store stein ved en steinstrand, da det ikke var fjell/svaberg i området. 6B var den eneste stasjonen som ble plassert på stein, og det kan muligens gjenspeiles i artssammensetningen.

Den vanligste algen på de fleste stasjonene var rødalgen fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*) som danner et tynt rødt belegg på fjell og stein. På stasjon 1B var grønnalgen grønndusk (*Cladophora albida*) den hyppigst forekommende algen, og på stasjon 1A blæretang (*Fucus vesiculosus*). Blæretang var blant de 5 vanligste algene på alle stasjonene (**Tabell 20, Vedlegg C**).

Blant dyrene var det større variasjon i hvilke arter som var mest dominerende (**Tabell 20, Vedlegg C**), men vanlig- og juvenil strandsnegl (*Littorina littorea* og *Littorina* sp. juvenil), fjærerur (*Semibalanus balanoides*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og hydroiden *Dynamena pumila* var blant de mest dominerende. **Figur 5** viser bilder av noen av de vanligste alger og dyr som ble registrert i rammeregistreringene.

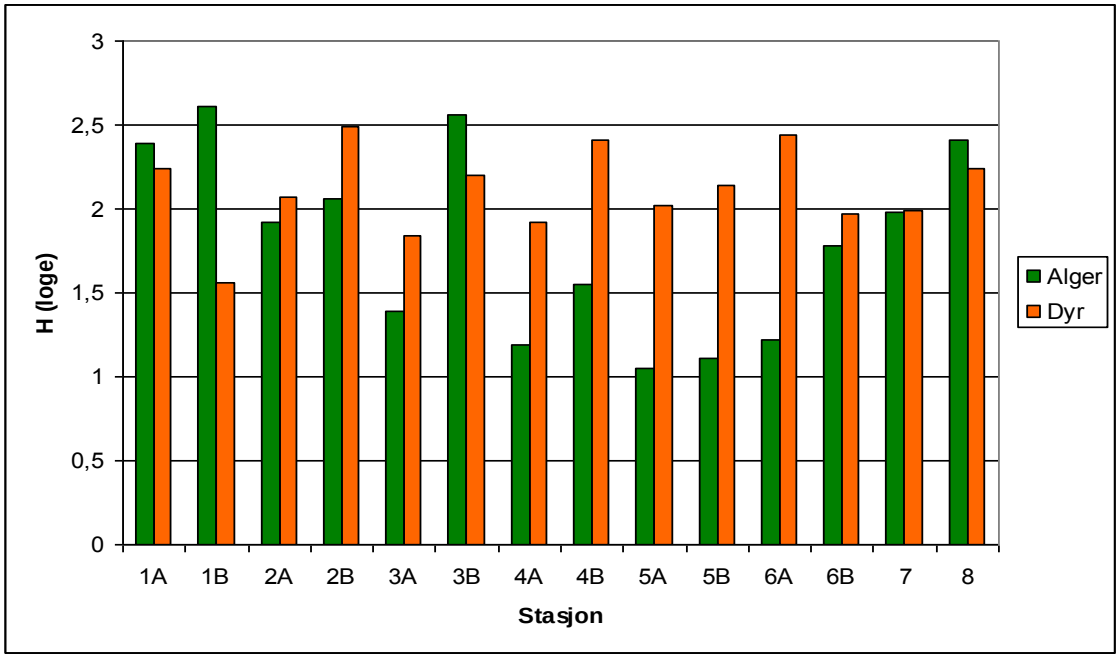



**Figur 4.** Antall taxa og samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene, lagt sammen) for alger og dyr (fordelt på 5 grupper) på stasjonene undersøkt i 2010.




**Figur 5. a.** Nevlungsstrand (FC 7) 2010. 1-*Fucus vesiculosus* (Blæretang), 2-*Nucella lapillus* (Purpursnegl) **b.** Nevlungsstrand (FC 7) 2009. 1-*Ralfsia verrucosa*, 2-*Petalonia fascia*, 3-*Mytilus edulis* (Blåskjell) **c.** Nevlungsstrand (FC 7) 2010. 1-*Cladophora albida (Grønndusk)*, 2-*Chondrus crispus* (Krusflik), 3-*Littorina littorea* (Vanlig strandsnegl) **d.** Såstein (FC 3A) 2010. 1-*Asterias rubens* (Korstroll), 2-*Semibalanus balanoides* (Fjærerur) **e.** Såstein (FC 3A) 2009. 1-Corralinaceae (Rød skorpeformet kalkalge), 2-Brun skorpeformet alge. 3-*Hildenbrandia rubra* (Fjæreblod) **f.** Åbyfjorden (FC 4A) 1-Skorpeformet bryozoa (Mosdyr), 2-*Electra pilosa* (Mosdyr) på blæretang, 3-*Dynamena pumila* (Hydroide) på blæretang

I hvert område ble det registrert størst biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks H') for alger på stasjonene med lite/inget oljesøl **Vedlegg D**. For dyrene ble det registrert størst biologisk mangfold på stasjonene med lite/inget oljesøl, med unntak av område 1 og 6 (Jomfruland og Fugløyrong). Høyest registrert mangfold for alger ble registrert på stasjon 1B, mens det var lavest på stasjon 5A. Med unntak av stasjon 1A og B, 3B og 8, var det større biologisk mangfold blant dyrene enn algene på stasjonene. Høyest registrert mangfold blant dyrene ble registrert på stasjon 2B, og lavest på stasjon 1B (**Figur 6**).

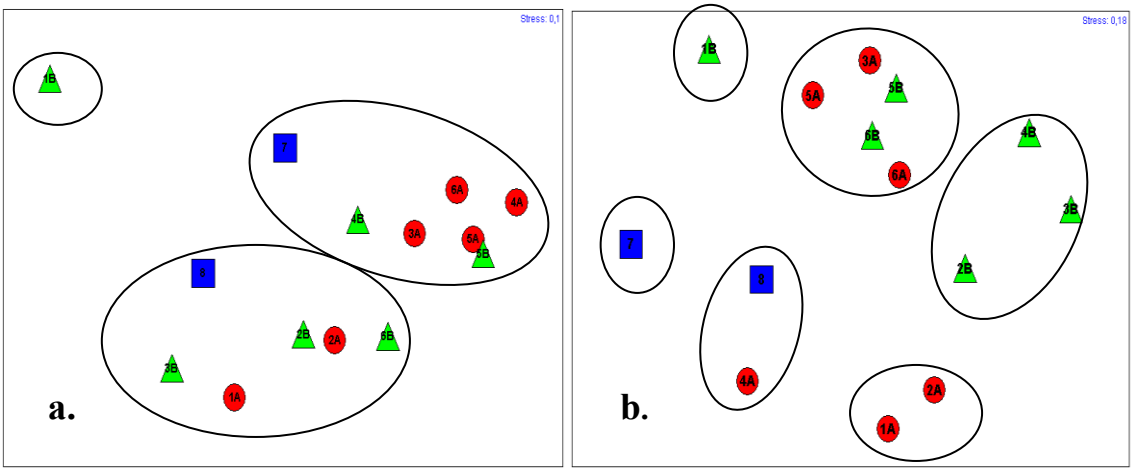



**Figur 6.** Mangfold (H' (loge)) av alger (grønne søyler) og dyr (oransje søyler) i strandsonen på rammestasjonene undersøkt i 2010.

### 3.1.1 Analyser av rammeundersøkelsene utført i 2010

Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle rammeregistreringene på alle stasjonene med hensyn til forekomst av alger og dyr. Resultatene fra de fire rammene er slått sammen. Det vil si at forekomsten til hver taxa regnes som totalforekomst i de 4 rammene.

Det ble laget et MDS-plott som viser likheten mellom alle rammestasjonene med henhold til forekomst av alger og dyr. Stasjonene er merket med ulike farger og symboler i henhold til hva slags oljeeksponering de har vært utsatt for (**Figur 7**).




**Figur 7.** MDS-plott; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger og dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. **a.** Likhet mellom alle rammene mht. forekomst av alger. **b.** Likhet mellom alle rammene mht. forekomst av dyr. Omriss markerer mulige grupperinger av stasjoner.

Blant algene skiller stasjon 1B seg tydelig ut fra de andre stasjonene. Stasjon 1B hadde den høyeste samlede forekomsten av alger av alle stasjonene (**Figur 4**), og det var også den stasjonen med høyest algediversitet (**Figur 6**). De resterende stasjonene fordeler seg i to ulike, men ikke veldig tydelige, grupper. Det ble utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvorfor stasjon 1B skiller seg så tydelig ut fra de andre stasjonene (**Tabell 2**). Det ble funnet betydelig høyere forekomster av trådformete alger som *Cladophora albida*, *Ceramium rubrum, Polysiphonia* spp, *Trailliella*/*Spermothamnion* og *Sphacelaria* spp her enn på de andre stasjonene.

Blant dyrene var det større variasjon i artssammensetningene på de ulike stasjonene, og vanskelig å plukke ut noen distinkte grupper. Det må også merkes at stress-faktoren i plottet er relativt høy (0,18), så plottet må tolkes med varsomhet.

Det er ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning på de undersøkte stasjonene. Dersom det hadde vært en betydelig påvirkning av oljesøl på strandsonesamfunnene, ville en forvente at dette gjenspeiles i artssammensetningen på de oljeeksponerte stasjonene. En tydelig forskjell i artssammensetningene mellom de oljeeksponerte stasjonene og de ikke-oljeeksponerte stasjonene ville vist seg som en gruppering av de ulike stasjonene i MDS-plottet.

**Tabell 2.** De fem artene (fra rammeundersøkelsene utført i 2010) som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjon 1B og de resterende 13 stasjonene (Gruppe 1). Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen

| Gj.snittlig ulikhet = 50,47 | **Gruppe 1** | **Stasjon 1B** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Cladophora albida* | 5,31 | 86,00 | 10,65 | 18,54 |
| *Ceramium rubrum* | 7,46 | 72,00 | 8,55 | 14,87 |
| *Polysiphonia* spp. | 2,08 | 47,00 | 5,93 | 10,31 |
| *Trailliella/Spermothamnion* | 0,92 | 44,00 | 5,67 | 9,87 |
| *Sphacelaria* spp | 1,92 | 34,00 | 4,23 | 7,36 |

Selv om det ikke var noen tydelige grupperinger av stasjoner med oljesøl, stasjoner med lite/inget oljesøl og ikke-sanerte stasjoner, ble det utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til evt. ulikheter mellom disse gruppene av stasjoner. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonene er gitt i **Tabell 3**. En fullstendig liste er gitt i **Tabell 27-29** i **Vedlegg E.**

**Tabell 3.** De fire alge- og dyretaxa (fra rammeundersøkelsene undersøkt i 2010) som bidrar mest til ulikheten mellom stasjoner med oljesøl, stasjoner med lite/inget oljesøl og ikke-sanerte stasjoner. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| **ALGER** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 38,79 | **Oljesøl** | **Lite oljesøl** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rivularia* sp. | 27,67 | 6,67 | 1,35 | 8,08 |
| *Ceramium rubrum* | 4,67 | 19,17 | 1,34 | 7,94 |
| Coralliniacea indet. | 11,67 | 13,00 | 1,19 | 7,02 |
| *Cladophora albida* | 2,83 | 17,33 | 1,23 | 6,66 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 39,06 | **Oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Cladophora albida* | 2,83 | 17,00 | 3,44 | 8,81 |
| *Ceramium rubrum* | 4,67 | 13,00 | 2,87 | 7,35 |
| Coralliniacea indet. | 11,67 | 24,50 | 2,83 | 7,25 |
| *Rivularia* sp. | 27,67 | 9,00 | 2,55 | 6,53 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 38,32 | **Lite oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Cladophora albida* | 17,33 | 17,00 | 2,54 | 6,64 |
| Coralliniacea indet. | 13,00 | 24,50 | 2,54 | 6,63 |
| *Trailliella/Spermothamnion* | 7,50 | 5,50 | 2,14 | 5,59 |
| *Ceramium rubrum* | 19,17 | 13,00 | 2,03 | 5,31 |
| | | | | |
| **DYR** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 42,59 | **Oljesøl** | **Lite oljesøl** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Semibalanus balanoides* | 37,00 | 53,83 | 3,28 | 7,69 |
| *Littorina littorea* | 26,67 | 13,33 | 3,14 | 7,38 |
| *Littorina* sp. juvenil | 19,83 | 17,67 | 3,10 | 7,27 |
| *Mytilus edulis* | 19,50 | 5,83 | 3,01 | 7,08 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 47,29 | **Oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Mytilus edulis* | 19,50 | 75,50 | 5,74 | 12,13 |
| *Rissoa* sp | 3,83 | 41,50 | 5,11 | 10,80 |
| *Littorina littorea* | 26,67 | 25,00 | 3,71 | 7,84 |
| *Nucella lapillus* | 0,00 | 19,00 | 3,66 | 7,74 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 48,63 | **Lite oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Mytilus edulis* | 5,83 | 75,00 | 6,28 | 12,92 |
| *Rissoa* sp | 2,33 | 41,50 | 5,27 | 10,84 |
| *Lacuna vincta* | 1,50 | 24,00 | 3,55 | 7,31 |
| *Littorina littorea* | 13,33 | 25,00 | 3,35 | 6,89 |

Det er ikke rapportert akutte effekter av olje på tang, og en av grunnene kan være at tang skiller ut slim som delvis kan forhindre at fersk olje kommer i kontakt med selve algen (Bokn & Moy 1991). Det er derimot rapportert flere akutte effekter på tynne blad- eller trådformete alger. Etter oljesølet fra "Amoco Cadiz" i Bretagne i 1978 ble det rapportert ødeleggelser og bleking av thallus på mange sensitive rød- og grønnalger i tidevannssonen få timer og dager etter oljesølet (Lein et al. 1992). Dyr med skall (f.eks. blåskjell, rur (*Balanus* spp) og vanlig strandsnegl har over kortere tidsrom (timer-dager) mulighet til å beskytte seg mot ugunstige miljøforhold ved å stenge seg inne. Mindre arter uten tykke beskyttende skall, f.eks. mosdyr (Bryozoa), tanglus (Isopoda) og tanglopper (Amfipoda) har ikke samme mulighet til å unngå akutt eksponering og er derfor mer utsatt ved oljesøl (Lein et al. 1992).

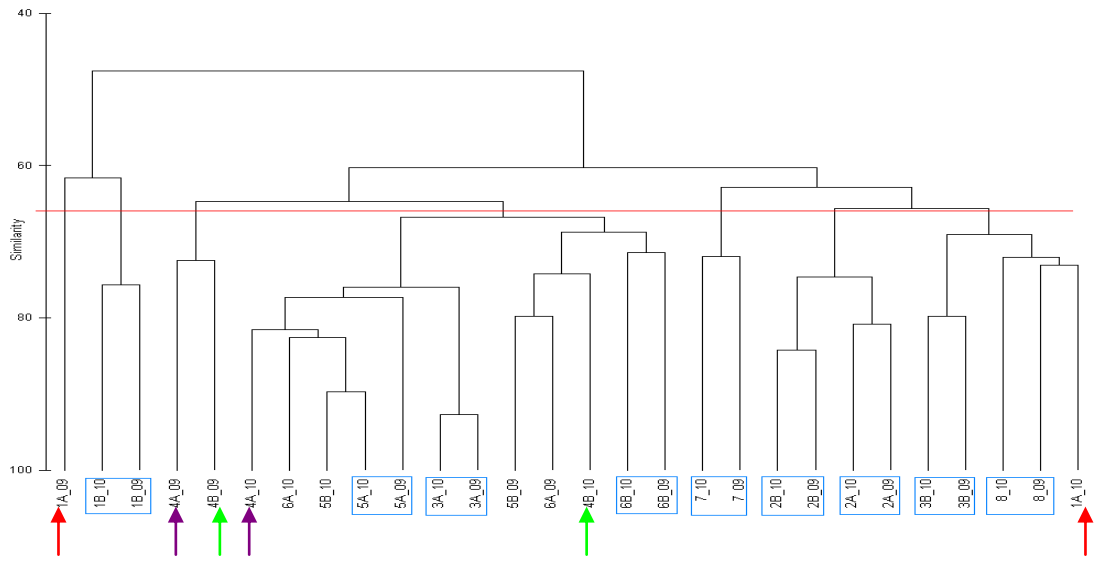
Det var generelt lite forskjeller mellom stasjonene i de ulike oljeeksponeringsgruppene (mer enn 60 % likhet i algesamfunnene, og mer enn 50 % likhet i dyresamfunnene). Det ble registrert en høyere forekomst av blågrønnalgen *Rivularia* sp. på de oljeeksponerte stasjonene, mens det ble registrert flere buskformete alger som grønndusk (*Cladophora albida*) og rekeklo (*Ceramium rubrum*) på stasjonene med lite-oljesøl og på de ikke-sanerte stasjonene. Det ble registrert mer buskformete alger på stasjonene med lite oljesøl enn på de ikke-sanerte stasjonene.

Det ble registrert litt lavere forekomst av fjærerur (*Semibalanus balanoides*), men høyere forekomster av vanlig strandsnegl og blåskjell (*Mytilus edulis*) på de oljeeksponerte stasjonene enn de ikke-eksponerte. Det ble registrert høyere forekomster av blåskjell, snegler som tangsnegl (*Rissoa sp)*, tarestilksnegl (*Lacuna vincta)* og purpursnegl (*Nucella lapillus)* på de ikke-sanerte stasjonene enn både de oljeeksponerte – og ikke-eksponerte stasjonene. Av taxa uten beskyttende skall, som f.eks. hydroider og mosdyr ble det registrert litt lavere forekomst på de oljeeksponerte stasjonene enn de med lite/inget oljesøl, men høyere forekomst enn på de ikke-sanerte stasjonene.

Det er ingen tydelige tegn på at oljesølet har påvirket artssammensetningen i fjæra. Bølger og strømforhold påvirker i stor grad artssammensetningen på et sted. Det ble forsøkt å legge stasjonene i områder med så lik eksponering for bølger som mulig, men det er naturligvis forskjeller mellom stasjonene. Noen stasjoner ligger svært utsatt (f.eks. 4A), mens andre ligger i beskyttede bukter (f.eks. 3B), i le bak skjær (f.eks. 6A) o.l. Det foreligger ingen sammenliknbare undersøkelser av stasjonene fra før oljesølet, så det kan ikke sies med sikkerhet om de registrerte ulikhetene skyldes naturlig variasjon mellom områdene, oljesølet eller opprydningsarbeidet.

### 3.1.2 Sammenlikning av rammeregistreringene fra 2009 og 2010

Sammenlikninger av organismesamfunnene på stasjonene de to undersøkelsesårene viser at algesamfunnet er relativt likt de to årene (stort sett mer enn 60 % likhet i artssammensetningen på stasjonene de to årene) (**Figur 8**). Den største endringen har skjedd på stasjon 1A, men det har også skjedd større endringer på stasjon 4A og 4B. En SIMPER- analyse viser at de største endringene på stasjon 1A er at det ble registrert større forekomst av blågrønnalgen *Rivularia* sp. og grønndusk og lavere forekomst av sagtang i 2010. På stasjon 4A ble det i 2009 registrert et belegg med kiselalger og blågrønnalger, og også enkelte registreringer av rødalgeslekten *Porphyra* sp. og tarmgrønsker (*Ulva* spp), som ikke ble registrert i 2010. På stasjon 4B ble det i 2009 registrert kiselalge- og blågrønnalgebelegg, og enkelte funn av havsalat (*Ulva lactuca*) som ikke ble registrert i 2010. **(Tabell 33** i **Vedlegg F).**



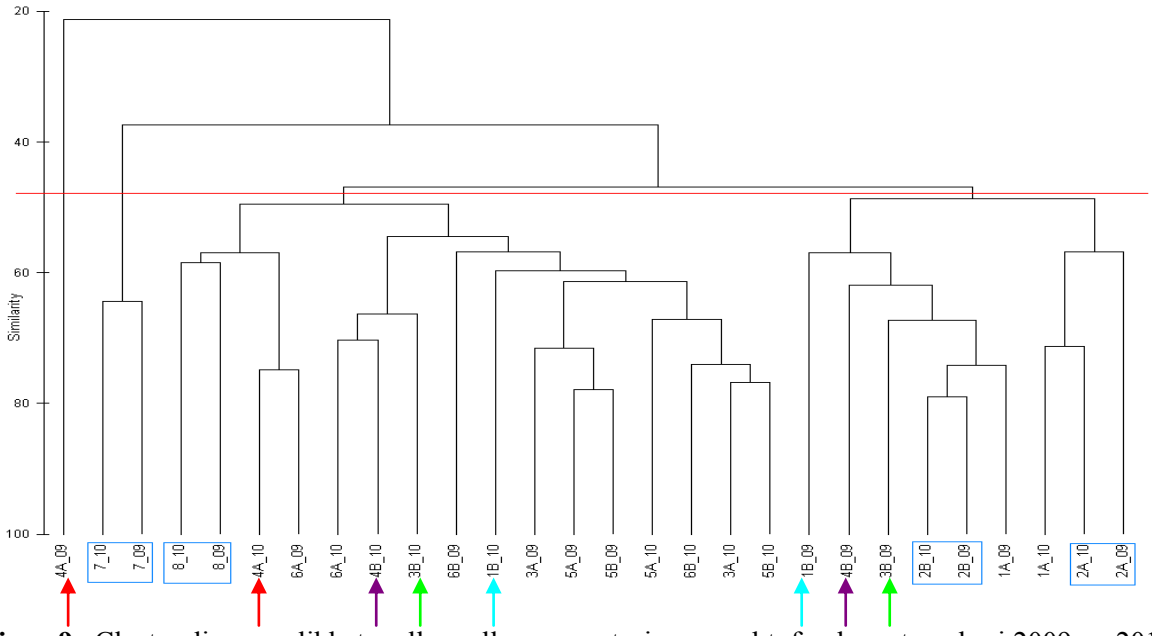

**Figur 8.** Cluster-diagram; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger i 2009 og 2010. Stasjonene som er likest i artssammensetning de to årene er markert med blått omriss. De stasjonene hvor det har skjedd størst endring i artssammensetningen (over rød linje) er markert med piler.

Dyresamfunnene på stasjonene har endret seg noe mer enn algesamfunnet på de to årene. Det er stort sett mer enn 40 % likhet i artssammensetningen på stasjonen de to årene **Figur 9**. Den største endringen har skjedd på stasjon 4A. Det har også skjedd større endringer på stasjon 1B, 3B og 4B. I 2009 ble det kun registrert 3 dyretaxa på stasjon 4A, mens i 2010 ble det registrert 12 taxa.
En SIMPER- analyse viser at i tillegg til registreringer av dyr som ikke ble funnet i 2009 (bl.a. blåskjell, butt strandsnegl (*Littorina obtusata*), tarestilksnegl og vanlig korstroll (*Asterias rubens*)), ble det også registrert større forekomst av mosdyret *Electra pilosa* (**Tabell 34** i **Vedlegg F**).

I 2010 ble det registrert fjærerur på stasjon 1B, denne ble ikke ble registrert i 2009. Det ble også registrert høyere forekomster av bl.a. juvenile strandsnegl og blåskjell, men lavere forekomst av vanlig- og butt strandsnegl. På stasjon 3B ble det i 2010 registrert høyere forekomster av bl.a. hydroider, brakkvannsrur (*Balanus improvisus*) og fjærerur enn i 2009, men lavere forekomster av vanlig og juvenile strandsnegl. På stasjon 4B ble det registrert en del arter i 2010 som ikke ble funnet i 2009, bl.a. hydroider, korstroll, fjærerur og mosdyret *Membranipora membranacea,* i tillegg til at arter som *E. pilosa og* vanlig strandsnegl ble registrert i høyere forekomster **(Tabell 34** i **Vedlegg F)**

Fjæresamfunnet består av både ettårige- og flerårige arter, og det vil være naturlige variasjoner i artssammensetningen. Faktorer som f.eks. vind, bølger og is kan påvirke forekomsten av enkelte arter. Enkelte arters forekomst endrer seg også gjennom året. Undersøkelsen i 2010 ble utført tidligere på høsten enn undersøkelsen i 2009, og det kan være en mulig årsak til de ulikhetene som ble observert. Det må også merkes at værforholdene under undersøkelsene på stasjon 4A var svært vanskelige i 2009. Vind og bølger gjorde det problematisk å gjennomføre registreringene. Endringene på de ulike stasjonene var stort sett relativt små, og antas å være innenfor rammene for naturlig variasjon mellom år.

Hverken MDS-analysene av rammeundersøkelsene fra 2009 eller 2010 viser tydelige tegn på at oljesøl har påvirket organismessammensetningen på stasjonene.




**Figur 9.** Cluster diagram; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av dyr i 2009 og 2010. Stasjonene som er likest i artssammensetning de to årene er markert med blått omriss. De stasjonene hvor det har skjedd størst endring i artssammensetningen (over rød linje) er markert med piler.

### 3.1.3 Opprenskingsmetodenes påvirkning på fastsittende/lite mobile organismer i fjæra

Strandmiljøet kan påføres betydelige skader av opprenskingsmetodene (f.eks. dispergeringsmidler, varmt vann, høytrykksspyling) i tillegg til oljens virkning (Lein et al. 1992). Flere studier har vist at opprenskingsarbeidet etter et oljesøl har hatt større negative innvirkninger for organismesamfunnet på hardbunn, enn oljesølet alene (Hir & Hily 2002; Southward & Southward 1978; Bowman 1978).

I oppryddingsarbeidet etter Full City havariet ble det brukt flere ulike metoder. Tykke oljemasser er blitt fjernet med skraping, bark har blitt spredt for å suge opp oljen og svaberg og større stein har blitt høytrykksspylt. **Tabell 4** viser en oversikt over hvilke opprenskingsmetoder som er blitt brukt i de ulike undersøkelsesområdene (Hilde Dolva, Kystverket, pers. komm.).

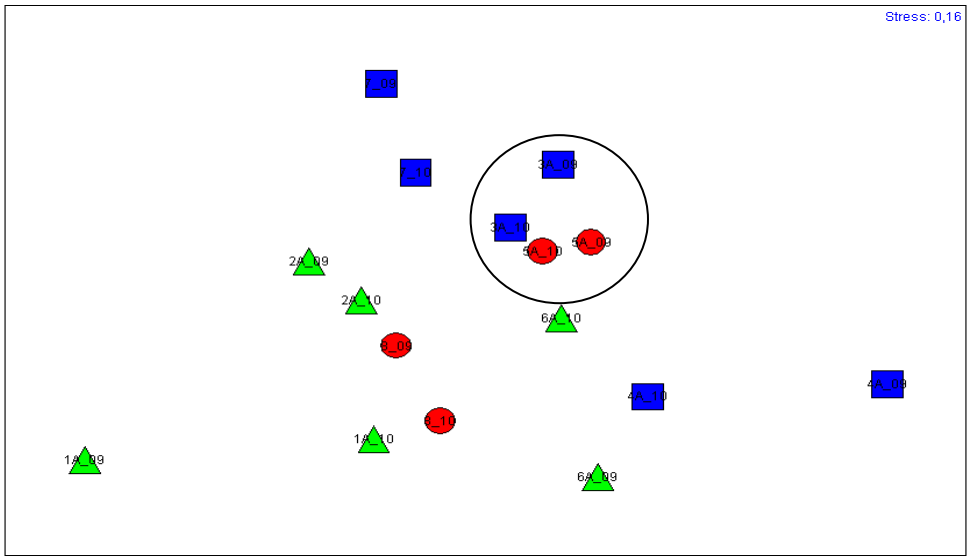
**Tabell 4.** Oversikt over rensemetodene som ble brukt i de 8 undersøkelsesområdene

| Område | Rensemetode |
|---|---|
| Jomfruland | Skraping, barking |
| Stråholmen | Skrapet, fjernet masser |
| Såstein | Høytrykkspyling av svaberg og større løsmasser (steiner) |
| Åbyfjorden | Høytrykkspyling av svaberg og større løsmasser (steiner) |
| Krokshavn | Skraping, barking og høytrykkspyling |
| Fugløyrong | Skraping, barking |
| Nevlungstrand | Litt usikkert. Svaberg ble høytrykkspylt, inne på strand/våtmark ble det ikke spylt |
| Oddanefort | "Lett rensing", høytrykkspyling |

Det ble ikke observert tegn etter opprenskingsarbeidet på selve undersøkelsesflatene, men enkelte steder var det tydelige tegn etter høytrykksspylingen høyere opp på svabergene. På de oljeeksponerte

stasjonene ved Såstein og Krokshavn foregikk det opprenskingsarbeid med høytrykkspyler da 2009 undersøkelsene foregikk. Ved bl.a. Nevlungsstrand og Stråholmen ble det observert barkrester ett par meter over undersøkelsesområdene. På Elvikodden i Åbyfjorden var det tydelige merker etter høytrykkspyling rundt en meter over undersøkelsesområdet. **Figur 11** viser bilder av ulike spor etter opprenskinsarbeidet observert under feltarbeidet utført i 2009.

Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle rammeregistreringer fra 2009 og 2010, fra de oljeeksponerte- og ikke sanerte stasjonene, med hensyn til forekomst av alger og dyr (**Figur 10**). Opprenskingsarbeidet utført på de ulike stasjonene er slått sammen i tre grupper: Skraping (1A, 2A og 6A), høytrykkspyling (3A, 4A, 7), skraping og høytrykkspyling (5A, 8). Det er ingen tydelig sammenheng mellom opprenskingsmetode og artssammensetning på de undersøkte stasjonene. Dersom det hadde vært en betydelig påvirkning av opprenskingsarbeidet på strandsonesamfunnene, ville en forvente at dette gjenspeiles i artssammensetningen på stasjonene. En tydelig forskjell i artssammensetningene mellom stasjonene ville vist seg som en gruppering av de ulike stasjonene i MDS-plottet. På stasjon 3A og 5A ble det registrert store oljepåslag kort tid etter havariet, og det foregikk fremdeles oppryddingsarbeid (bl.a. vasking med høytrykkspyler) i området under deler av feltarbeidet. Disse to stasjonene ligger relativt nær hverandre i MDS-plottet, men de skiller seg ikke ut fra de andre stasjonene. Det er mulig at oljesølet og/eller høytrykkspylingen har hatt en viss påvirkning på organismesamfunnet på stasjonene, men det kan også være at stasjonene alltid har hatt et relativt likt organismesamfunn. Det må merkes at stress-faktoren i plottet er relativt høy (0,16), så plottet må tolkes med varsomhet.




**Figur 10.** MDS-plott; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger og dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner hvor opprenskingsarbeid har foregått ved skraping er indikert med grønne trekanter, høytrykksspyling er indikert med blå firkanter, skraping og høytrykksspyling er indikert med røde sirkler. Stasjonene hvor det ble registrert store oljepåslag like etter havariet, og det foregikk oppryddingsarbeid under deler av feltarbeidet (3A og 5A) er markert med omriss.

Det ble utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til evt. ulikheter mellom disse gruppene av stasjoner. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonene er gitt i **Tabell 5**. En fullstendig liste er gitt i **Tabell 38 og 39** i **Vedlegg G.**

**Tabell 5.** De fire alge- og dyretaxa (fra rammeundersøkelsene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene undersøkt i 2009 og 2010) som bidrar mest til ulikheten mellom stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping, høytrykkspyling og skraping og høytrykkspyling. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| **2009** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 53,03 | **Skraping** | **Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Littorina obtusata* | 28,33 | 0,67 | 2,98 | 5,62 |
| *Mytilus edulis* | 23,33 | 32,00 | 2,65 | 5,00 |
| *Sphacelaria* sp | 22,33 | 0,00 | 2,42 | 4,56 |
| *Ulva* spp | 27,67 | 3,00 | 2,32 | 4,37 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 45,90 | **Skraping** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Semibalanus balanoides* | 6,67 | 33,00 | 2,50 | 5,45 |
| *Mytilus edulis* | 23,33 | 15,50 | 2,24 | 4,87 |
| Coralliniacea indet. | 26,00 | 7,50 | 2,06 | 4,49 |
| *Littorina obtusata* | 28,33 | 13,00 | 1,99 | 4,33 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 44,83 | **Høytrykk** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Semibalanus balanoides* | 15,33 | 33,00 | 2,69 | 6,00 |
| *Mytilus edulis* | 32,00 | 15,50 | 2,33 | 5,19 |
| Corraliniacea indet. | 20,67 | 7,50 | 2,03 | 4,52 |
| *Littorina littorea* | 16,00 | 19,00 | 2,00 | 4,46 |
| | | | | |
| **2010** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 39,15 | **Skraping** | **Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Mytilus edulis* | 2,33 | 61,00 | 3,30 | 8,42 |
| *Littorina littorea* | 39,67 | 21,33 | 2,06 | 5,27 |
| *Semibalanus balanoides* | 26,00 | 43,33 | 2,06 | 5,25 |
| *Rivularia* sp | 31,33 | 25,00 | 1,73 | 4,41 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 39,96 | **Skraping** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Mytilus edulis* | 2,33 | 39,00 | 2,59 | 6,48 |
| *Littorina littorea* | 39,67 | 13,50 | 2,03 | 5,09 |
| *Rissoa sp* | 1,67 | 22,50 | 1,99 | 4,98 |
| *Rivularia* sp | 31,33 | 7,50 | 1,66 | 4,15 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 38,14 | **Høytrykk** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa sp* | 18,67 | 22,50 | 2,07 | 5,43 |
| *Mytilus edulis* | 61,00 | 39,00 | 2,02 | 5,30 |
| *Semibalanus balanoides* | 43,33 | 53,00 | 1,88 | 4,93 |
| *Littorina littorea* | 21,33 | 13,50 | 1,73 | 4,55 |

I 2009 ble det registrert høyere forekomst av butt- og juvenil strandsnegl på stasjonene hvor det kun var skrapt, mens det ble registrert noe mer vanlig strandsnegl på stasjonene hvor det enten kun var høytrykkspylt, eller både skrapt og høytrykkspylt. I 2010 ble det registrert høyere forekomster av alle de tre typene strandsnegl (vanlig, butt og juvenil) på stasjonene hvor det kun var skrapt.

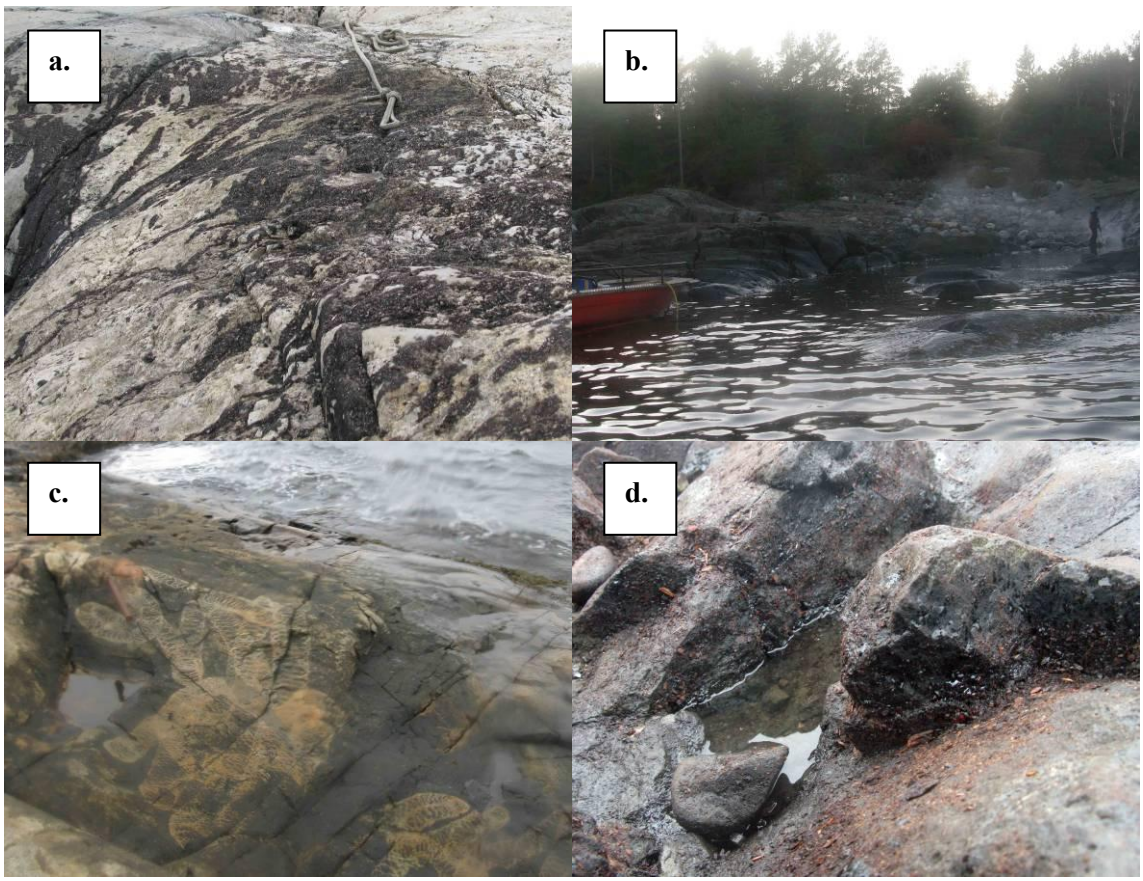
I 2009 ble det registrert høyere forekomster av blåskjell på stasjonene hvor det var høytrykkspylt enn på stasjonene hvor det kun var skrapt, men det ble registrert høyere forekomster på stasjonene hvor det var skrapt enn på stasjonene hvor det var både skrapt og høytrykkspylt. I 2010 ble det registrert høyere forekomster på stasjoner hvor det kun var høytrykkspylt enn stasjoner hvor det var skrapt og høytrykkspylt eller kun skrapt.

Det ble registrert høyere forekomster av buskformete alger (f.eks. *Sphacelaria* sp, *Ulva* spp, *Ceramium rubrum*) på stasjoner hvor det kun var skrapt enn der hvor det var høyttrykkspylt eller skrapt og høytrykkspylt. I 2010 ble det registrert høyere forekomster på stasjoner hvor det kun var skrapt enn på stasjoner hvor det var høytrykkspylt. Men for de fleste artene innen denne gruppen ble det registrert høyere forekomster på stasjoner hvor det var både skrapt og høytrykkspylt.

I 2009 ble det registrert høyere forekomster av mosdyr og hydroider på stasjoner hvor det kun var skrapt enn på stasjoner hvor det var høytrykkspylt. I 2010 var det ingen tydelige mønster hvor det var registrert høyest forekomst av disse gruppene.

Det ble registrert høyere forekomster av fjærerur på stasjoner hvor det var høyttrykkspylt og skrapt og høytrykkspylt i forhold til stasjonene hvor det kun var skrapt i 2009. Det var det samme i 2010.

Begge årene ble det registrert høyere forekomster av blågrønnalgen *Rivularia* sp på stasjoner hvor det kun ble skrapt.




**Figur 11.** Spor etter oljesøl observert i 2009 **a.** Stråholmen – FC 2A – Bark på oljesøl på fjell **b.** Såstein– FC 3A – høytrykkspyling på fjell **c.** Åbyfjorden (Elvikodden) – FC 4A - Spor etter høytrykkspyling på oljesøl, på fjell **d.** Nevlungsstrand (FC 7) – Bark på oljesøl på fjell

Likhetsanalysen kan tyde på at opprenskingsmetodene kan ha hatt en liten påvirkning på organismesamfunnet på stasjon 3A og 5A. Men ellers er det er ingen tydelige tegn på at opprenskingsarbeidet har hatt effekter på strandsonesamfunnet på de undersøkte stasjonene. Da det ikke var tegn etter skraping i rammene, og det var lavere forekomst av blåskjell og rur på stasjonene hvor det kun var skrapt enn på stasjonene hvor det var både skrapt og høytrykkspylt, er det lite sannsynlig at opprenskingsarbeidet har hatt noen påvirkning på disse organismene. Sneglene er mobile, og da det ble registrert endel snegl på alle stasjonene er forekomsten av disse sannsynligvis tilfeldig, og ikke påvirket av opprenskingsarbeidet. Det ble registrert høyere forekomst av buskformete alger, mosdyr og hydroider på stasjonene hvor det kun var skrapt i 2009, enn de hvor det ble høyttrykkspylt. Det er mulig at spyling med varmt vann i området har hatt en negativ påvirkning på disse organismegruppene. I 2010 var denne forskjellen mindre/fraværende. Dette tyder på at dersom det var en påvirkning pga. høytrykkspylingen, har det ikke hatt negative langtidseffekter.

## 3.2 Resultater fra taufellene

Det ble registrert tilsammen 63 taxa, og totalt 84.995 individer i de 90 taufellene som ble undersøkt i 2010. Artslister for 2010 er gitt i **Tabell 16** i **Vedlegg A**.

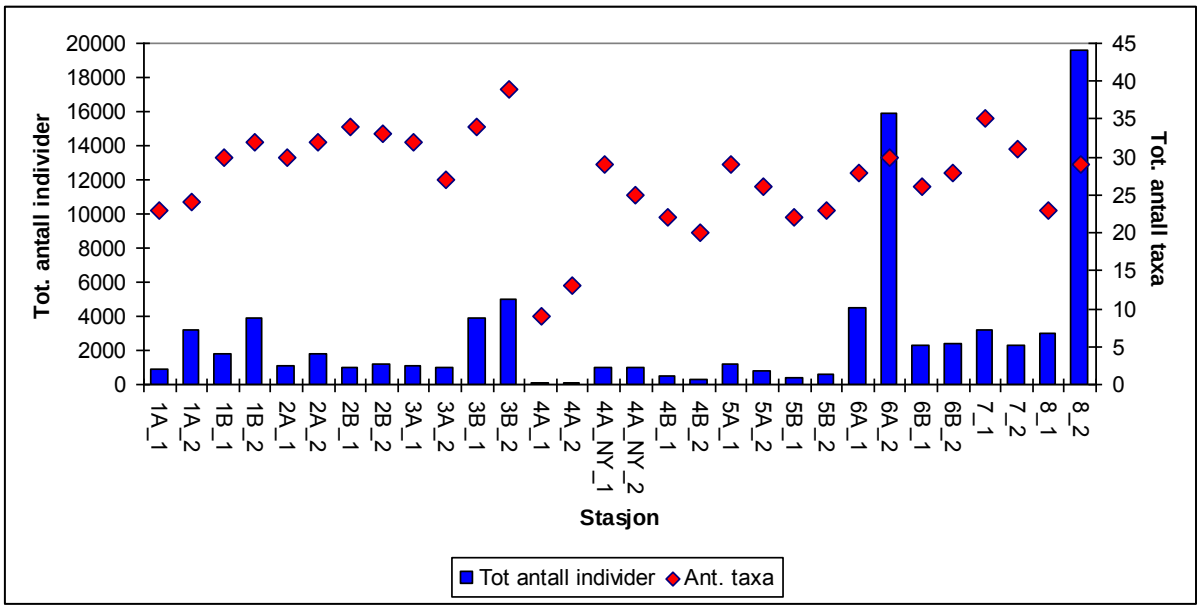
I **Tabell 6** er det gitt en oversikt over antall taxa og totalt antall individer som ble registrert på alle stasjonene, og på begge dyp. **Figur 12** viser en grafisk fremstilling av tabellen.

**Tabell 6.** Totalt antall taxa, og totalt antall dyr (individer) registrert i taufeller på to ulike dyp (3 taufeller på hvert dyp) på hver stasjon i 2010. Dyp 1 er i tidevannssonen mens dyp 2 er i sjøsonen.

| Stasjon - dyp 1 | 1A | 1B | 2A | 2B | 3A | 3B | 4A | 4B | 4A_NY | 5A | 5B | 6A | 6B | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tot.antall taxa | 23 | 30 | 30 | 34 | 32 | 34 | 9 | 29 | 22 | 29 | 22 | 28 | 26 | 35 | 23 |
| **Stasjon - dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A_NY** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot.antall taxa | 24 | 32 | 32 | 33 | 27 | 39 | 13 | 25 | 20 | 26 | 23 | 30 | 28 | 31 | 29 |
| **Stasjon - dyp 1** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A_NY** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot.antall individer | 883 | 1790 | 1084 | 1003 | 1061 | 3852 | 148 | 1027 | 532 | 1189 | 394 | 4534 | 2260 | 3220 | 3009 |
| **Stasjon - dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A_NY** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot.antall individer | 3161 | 3915 | 1770 | 1186 | 1004 | 5037 | 136 | 977 | 291 | 758 | 623 | 15891 | 2402 | 2275 | 19583 |

Det ble registrert svært høye forekomster av tangsnegl (*Rissoa sp*); tilsammen 59.141 individer i de 90 fellene. Tangsneglen var svært tallrik på stasjon 6A og 8. Denne sneglen er en opportunist som legger svært mange egg, og kan forekomme i store mengder ved gunstige forhold.

Arter er i ulik grad sårbare overfor oljesøl. Dyr med beskyttende skall som f.eks. strandsnegl, blåskjell og rur kan stenge seg inne fra sitt ytre miljø over kortere tidsrom (timer-dager), og dermed beskytte seg mot ugunstige miljøforhold. Det forventes derfor at de er mer robuste enn f.eks tanglus og tanglopper, som mangler denne beskyttelsen. Men tanglus og tanglopper er mobile og kan i noen grad søke bort eller søke tilflukt under alger og på dypere vann og dermed unngå akutt oljeeksponering (Lein et al. 1992). Som følge av dette kan man forvente å finne flere mobile dyr i fellene fra sjøsonen (dyp 2) enn tidevannssonen (dyp 1).




**Figur 12.** Antall taxa (røde ruter) og totalt antall individer (blå søyler) av mobil fauna registrert i 3 feller på hvert dyp og hver stasjon i 2010. Taufeller i tidevannssonen har betegnelsen _1, mens taufeller i sjøsonen har betegnelsen _2.

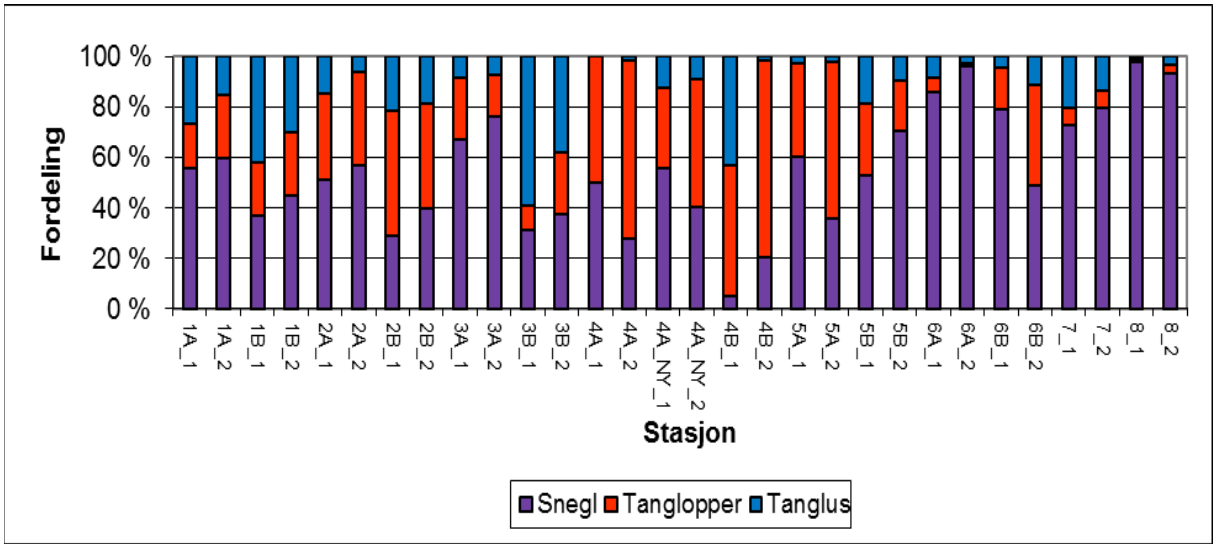
I tidevannssonen ble det funnet flest taxa på stasjon 7 og færrest på stasjon 4A, mens antall individer var høyest på stasjon 6A og lavest på stasjon 4A. I sjøsonen ble det funnet flest taxa på stasjon 3B og færrest på stasjon 4A, mens antall individer var høyest på stasjon 8 og lavest på stasjon 4A.

Det ble registrert færre taxa og individer på stasjon 4A sammenliknet med de andre stasjonene. Dette har sannsynligvis sammenheng med at den er svært ferskvannspåvirket da den ligger like ved utløpet til Åbyelva.

Det totale antall individer og taxa varierte relativt mye mellom de ulike stasjonene, og mellom dypene på samme stasjon. Stort sett ble det registrert flere taxa og et høyere individantall i sjøsonen enn i tidevannssonen, med unntak av stasjon 3A, 4B, 4A_NY, 5A og 7.

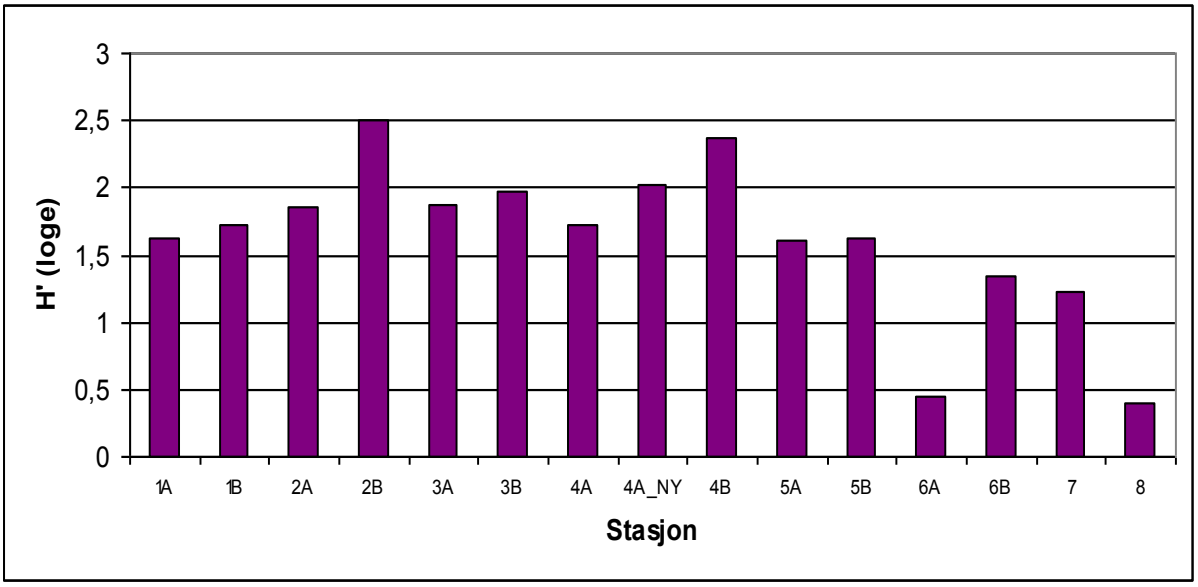
Stasjoner med lite/inget oljesøl hadde et generelt høyere taxa- og individantall enn stasjonene med oljesøl. Unntaket var stasjonene i område 5 og 6. Stasjon 2B hadde et høyere antall taxa enn stasjon 2A, men lavere antall individer.

**Tabell 21** i **Vedlegg C** viser antall individer (gruppert i dyreklasser) som ble registrert i taufellene i 2010. Det var hovedsakelig tre dyregrupper som utgjorde de vanligste dyrene; snegl (Gastropoda), tanglopper (Amphipoda) og tanglus (Isopoda). **Figur 13** viser en grafisk fremstilling av fordelingen mellom de tre dyregruppene på hver stasjon. Snegl er den mest dominerende gruppen, og utgjør mer enn 50 % på nær halvparten av stasjonene. De er særlig fremtredende på stasjon 6A og 8. Tanglopper er dominerende på stasjonene 4A og 4B, og på dyp 2 på stasjon 5A.




**Figur 13.** Fordeling mellom snegl, tanglopper og tanglus funnet i de tre taufellene fra hvert dyp på hver stasjon undersøkt i 2010. Taufellene i tidevannssonen har betegnelsen _1, mens taufellene i sjøsonen har betegnelsen _2. I utregningen er det benyttet gjennomsnittsverdier for de tre fellene som ble lagt ut på hvert dyp.

Det var større biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks H') på stasjonene i områder med lite/inget oljesøl enn på de oljeeksponerte stasjonene (**Figur 14**). Høyest biologisk mangfold ble registrert på stasjon 2B, mens det var lavest på stasjon 8. De lave verdiene på stasjon 6A og 8 henger sammen med den dominerende andelen tangsnegl som ble registrert i prøvene; det ble registrert henholdsvis ca. 28 og 41 ganger så mange individer av tangsnegl som av den nest vanligste arten på stasjonene. Diversiteten beregnes, som nevnt tidligere, fra forholdet mellom antall arter og antall individer for arten. Selv om det ble funnet relativt mange taxa på begge stasjonene (6A og 8), trekker det store antallet tangsnegl ned diversitetsindeksen.

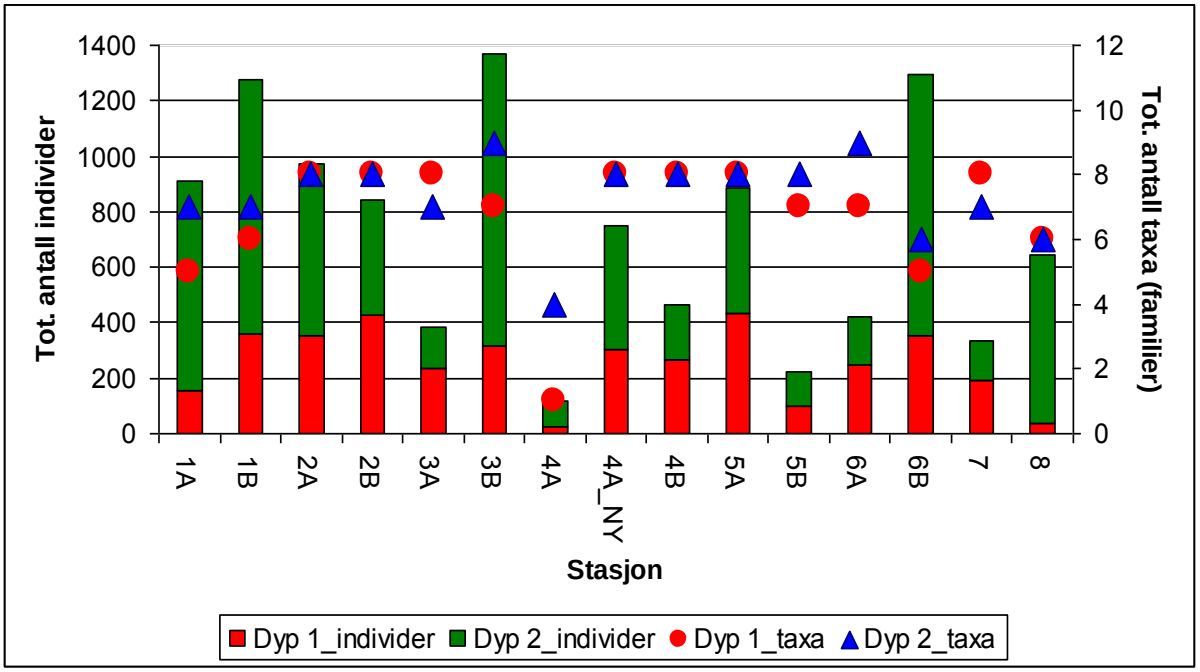



**Figur 14.** Mangfold (H'(loge)) av mobil fauna (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon) i strandsonen på stasjoner undersøkt i 2010.

Tanglopper var blant de mest tallrike dyregruppene i taufellene, og er også en av de dyregrupper som er mest utsatt ved oljesøl. Det ble derfor foretatt egne analyser på kun denne organismegruppen. **Figur 15** viser en oversikt over antall taxa (familier) og totalt antall individer av tanglopper (Amfipoder) som ble funnet på alle stasjonene.

Det ble stort sett registrert flere individer i sjøsonen (dyp 2), med unntak av stasjon 3A, 4B, 6A og 7. Ved Jomfruland, Såstein og Fugløyrong (område 1, 3 og 6) ble det registrert flere tanglopper på stasjonene med lite/inget oljesøl enn de med oljesøl. Ved Stråholmen, Åbyfjorden og Krokshavn (område 2, 4 og 5) ble det registrert færre på stasjonene med lite/inget oljesøl enn de med oljesøl.

Det ble funnet lavest antall taxa og individer på stasjon 4A. Dette er, som nevnt tidligere, trolig fordi området er ferskvannspåvirket. På den ikke-sanerte stasjonen ved Nevlungsstrand (stasjon 7) ble det funnet relativt mange taxa, men få individer. På den andre ikke-sanerte stasjonen ved Oddane fort (stasjon 8), ble det funnet flere individer, men færre taxa.

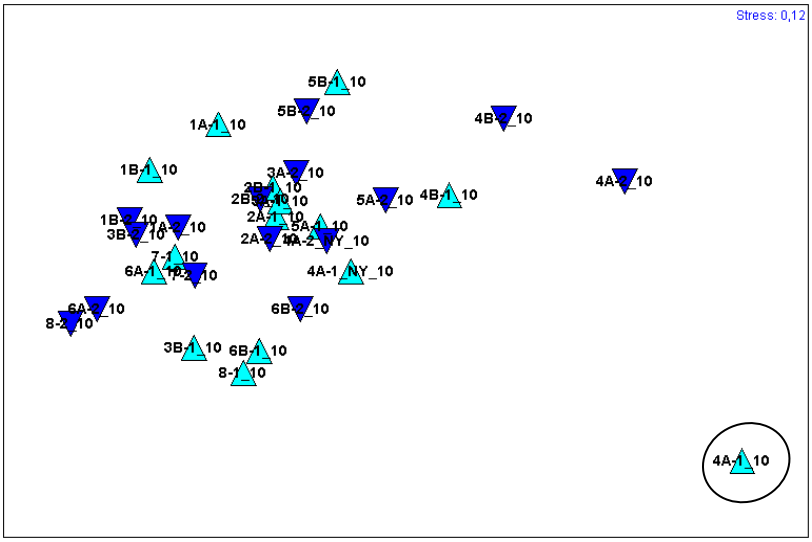



**Figur 15.** Antall taxa og totalt antall individer av tanglopper (amfipoder) registrert på stasjonene undersøkt i 2010 (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon).

### 3.2.1 Analyser av taufellene

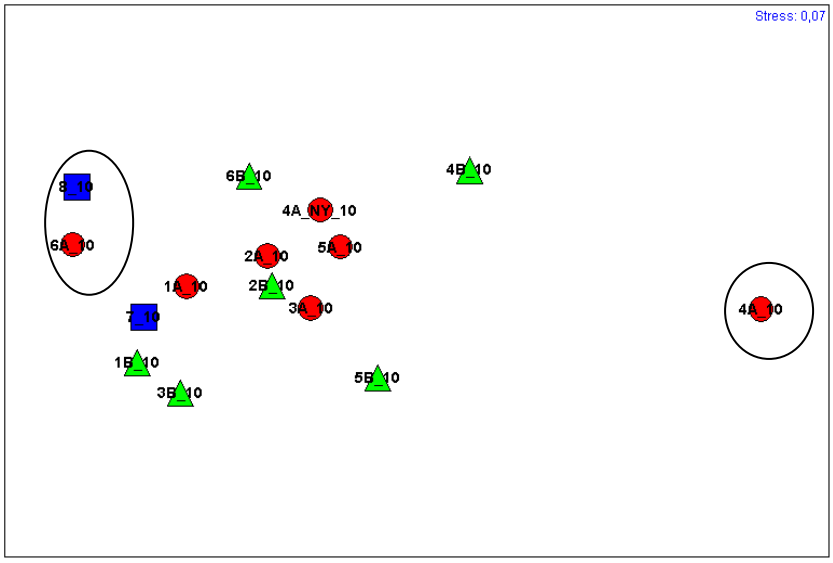
Det ble foretatt en likhetsnalyse (Bray-Curtis) av alle fellene med hensyn til den samlede forekomsten av alle taxa på hvert dyp fra alle stasjonene **(Figur 16).** Stasjon 4A_dyp 1 skiller seg tydelig ut i plottet. Dette er den ferskvannspåvirkede stasjonen som hadde betydelig lavere antall taxa og individer sammenliknet med de øvrige stasjonene. Men ellers var det var ingen tydelig forskjell mellom artssammensetningen på de to dypene, dvs. stasjonene grupperte seg ikke etter dyp i MDS-plottet.

Da det viste seg at artssammensetningen i taufellene er relativt lik på begge dypene, har resultatene fra begge dyp (totalt 6 taufeller) blitt slått sammen i de videre analysene.




**Figur 16.** MDS-plott; likhet mellom dyp mht. forekomst av mobil fauna i 2010. Stasjoner nær hverandre er like. Taufeller i tidevannssonen (dyp 1) er markert med turkis trekant, mens taufeller i sjøsonen (dyp 2) er markert med blå trekant. Stasjonen som skiller seg mest ut er markert med omriss.

Det ble laget et MDS-plott som viser likheten mellom alle taufellestasjonene med henhold til forekomsten av mobil fauna. Stasjonene er merket med ulike farger og symboler i henhold til hva slags oljeeksponering de har vært utsatt for (**Figur 17**).




**Figur 17.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner mht. forekomst av mobil fauna i 2010. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. Stasjonene som skiller seg mest ut er markert med omriss.

Det er ingen tydelig likhet mellom de oljeeksponerte stasjonene, de ikke-oljeeksponerte eller de ikke-sanerte stasjonene. Dersom den mobile faunaen hadde blitt påvirket av oljepåslag ville man forvente at det ble gjenspeilet i artssammensetningen, og dermed vise seg som grupperinger av de oljeeksponerte stasjonene i MDS-plottet. Stasjon 4A skiller seg tydelig ut i plottet. Dette er den ferskvannspåvirkede stasjonen som hadde betydelig lavere antall taxa og individer sammenliknet med de øvrige stasjonene. Stasjon 6A og 8 skiller seg også delvis ut. Disse to stasjonene hadde en svært høy individforekomst, grunnet tangsnegl (**Tabell 6**).

Selv om det ikke var noen tydelige grupperinger av stasjoner med hensyn til oljeeksponering, ble det utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til evt. ulikheter mellom disse gruppene av stasjoner. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonen er gitt i **Tabell 7**. En fullstendig liste er gitt i **Tabell 30-32** i **Vedlegg F**.

Analysen viste at tangsneglen utgjorde hovedforskjellen mellom stasjonene. Det ble funnet flest på de ikke-sanerte stasjonene og færrest på stasjonene med lite/inget oljesøl. Det ble funnet flest individer av tanglusen *Idotea granulosa* på de ikke-sanerte stasjonene, men færrest på stasjonene med oljesøl. Et betydelig høyere antall *Jaera* sp og midd ble registrert på stasjonene med lite/inget oljesøl, og færrest på de ikke-sanerte stasjonene. Det ble registrert svært mange individer av disse to taxa på stasjon 3B (**Tabell 21, Vedlegg C**). Forekomsten av tanglopper tilhørende familien Gammaridae, var størst på stasjoner med lite/inget oljesøl, og lavest på stasjonene med oljesøl.

**Tabell 7.** De fire taxa (fra taufellene undersøkt i 2010) som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjoner med oljesøl, stasjoner med lite oljesøl og ikke-sanerte stasjoner. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| Gj.snittlig ulikhet = 45,08 | **Oljesøl** | **Lite oljesøl** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa sp* | 3637,14 | 1485,50 | 7,97 | 17,67 |
| *Idotea granulosa* | 198,14 | 527,00 | 3,79 | 8,41 |
| *Jaera* sp | 38,29 | 428,00 | 2,88 | 6,38 |
| Gammaridae | 232,00 | 307,33 | 2,73 | 6,05 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 45,97 | **Oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa sp* | 3637,14 | 12382,50 | 16,51 | 35,91 |
| *Idotea granulosa* | 198,14 | 562,50 | 3,71 | 8,07 |
| Midd | 85,14 | 261,00 | 1,99 | 4,33 |
| Gammaridae | 232,00 | 274,00 | 1,90 | 4,13 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 46,67 | **Lite oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa sp* | 1485,50 | 12382,50 | 15,44 | 33,09 |
| *Idotea granulosa* | 527,00 | 562,50 | 3,72 | 7,96 |
| *Jaera* sp | 428,00 | 12,00 | 2,48 | 5,30 |
| Gammaridae | 307,33 | 274,00 | 2,34 | 5,01 |

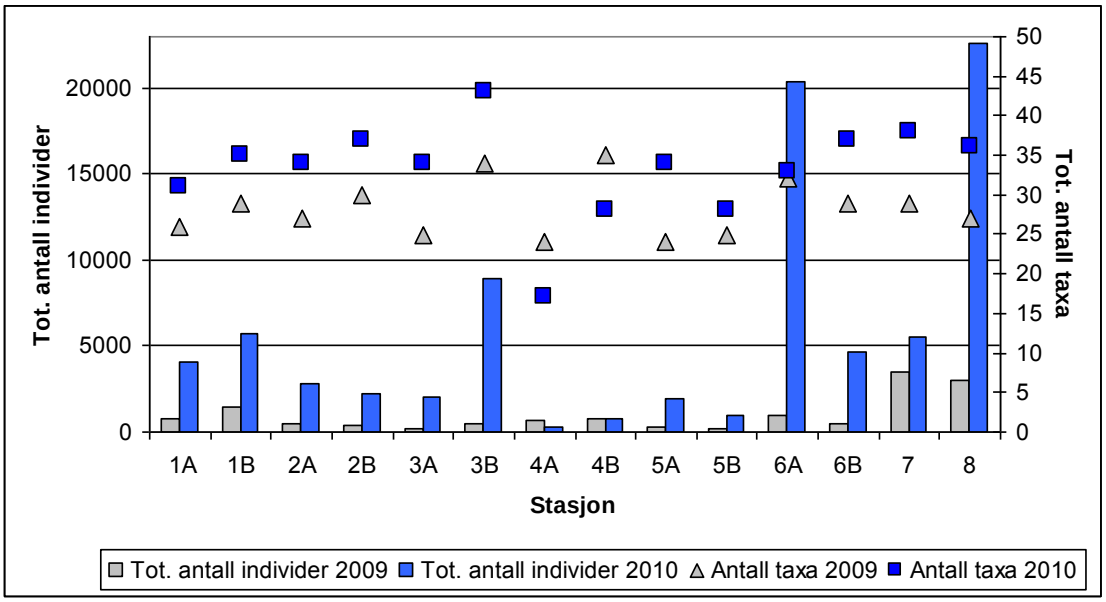
Resultatene viser at det var kun i to områder hvor det ble registrert flere taxa og et større antall individer på de ikke-eksponerte stasjonene, mens diversitetsindeksen stort sett var høyere på de ikke-eksponerte stasjonene. Likhetsanalysene ingen tydelige tegn på at oljesølet har påvirket artssammensetningen i fjæra; som ved rammeanalysene. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet, så det kan ikke sies med sikkerhet at ulikhetene som er registrert skyldes naturlig variasjon mellom områdene, oljesølet eller opprydningsarbeidet.

### 3.2.2 Sammenlikning av taufelleundersøkelsene fra 2009 og 2010

En sammenlikning av organismesamfunnene på stasjonene de to undersøkelsesårene viser at det i 2010 var en generell økning i både antall taxa og individer på alle stasjonene, bortsett fra stasjon 4A (**Tabell 8**, **Figur 18**). Hovedårsaken til det svært høye individantallet på stasjon 3B, 6A og 8 er at det ble registrert et stort antall tangsnegl i 2010.

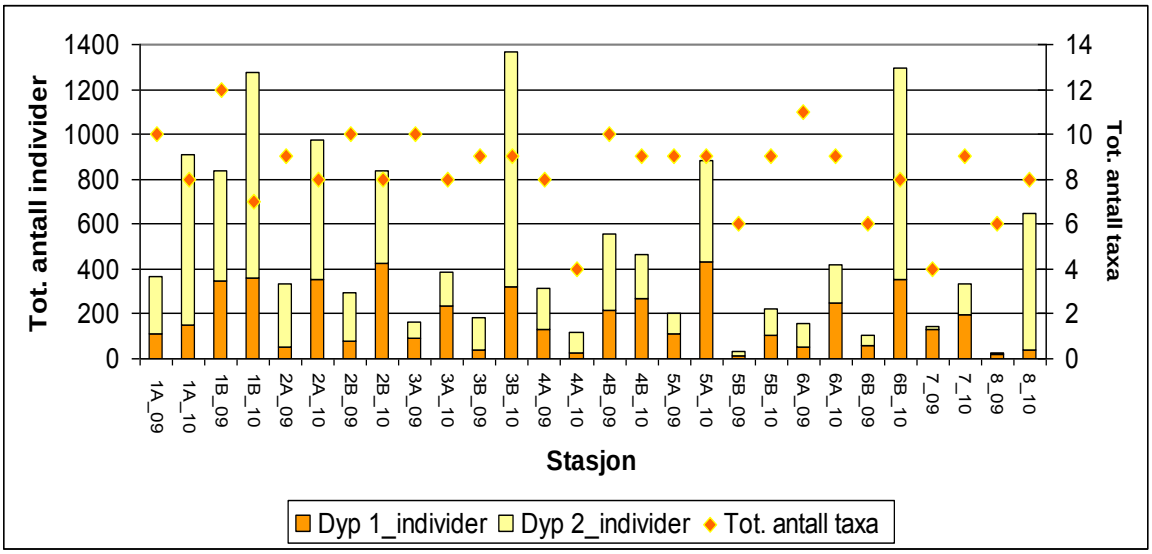
**Tabell 8.** Totalt antall taxa og totalt antall individer registrert i taufeller på to ulike dyp (3 taufeller på hvert dyp) på hver stasjon i 2009 og 2010. Dyp 1 er i tidevannssonen, dyp 2 i sjøsonen. Merk at det i 2010 ble opprettet en ny stasjon, 4A*.

| Totalt antall taxa | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stasjon/Dyp 1** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A*** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| **Taxa - 2009** | 19 | 21 | 19 | 24 | 18 | 14 | 20 | 26 | * | 19 | 16 | 24 | 22 | 23 | 21 |
| **Taxa - 2010** | 23 | 30 | 30 | 34 | 32 | 34 | 9 | 29 | 22 | 29 | 22 | 28 | 26 | 35 | 23 |
| **Stasjon/Dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A*** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| **Taxa - 2009** | 23 | 26 | 23 | 24 | 18 | 30 | 18 | 25 | * | 15 | 19 | 24 | 20 | 23 | 22 |
| **Taxa - 2010** | 24 | 32 | 32 | 33 | 27 | 39 | 13 | 20 | 20 | 26 | 23 | 30 | 28 | 31 | 29 |
| **Totalt antall individer** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Stasjon/Dyp 1** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A*** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| **Ind. - 2009** | 266 | 690 | 145 | 108 | 126 | 172 | 205 | 314 | * | 134 | 89 | 605 | 369 | 1772 | 1032 |
| **Ind. - 2010** | 883 | 1790 | 1084 | 1003 | 1061 | 3852 | 148 | 1027 | 532 | 1189 | 394 | 4534 | 2260 | 3220 | 3009 |
| **Stasjon/Dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **4A*** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| **Ind. - 2009** | 534 | 781 | 347 | 246 | 108 | 287 | 434 | 417 | * | 109 | 62 | 389 | 152 | 1715 | 1954 |
| **Ind. - 2010** | 3161 | 3915 | 1770 | 1186 | 1004 | 5037 | 136 | 977 | 291 | 758 | 623 | 15891 | 2402 | 2275 | 19583 |



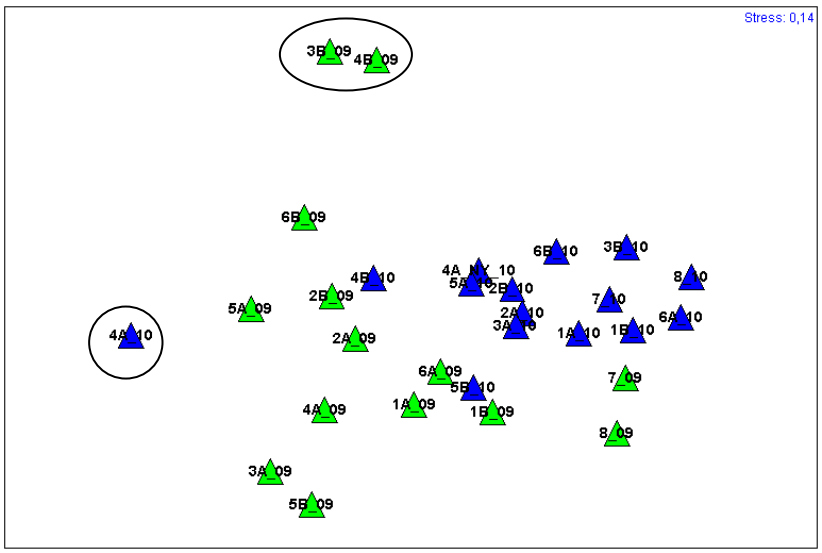

**Figur 18.** Antall taxa og individer av mobil fauna registrert på hver stasjon i 2009 (grå søyler/trekanter) og 2010 (blå søyler/firkanter). Resultatene fra taufellene på begge dyp er slått sammen (summen av 6 feller pr. stasjon)

En sammenlikning av forekomsten av tanglopper fra taufeller i 2009 og 2010 viser at det har skjedd en økning i antall individer i 2010, med unntak av stasjon 4A (**Figur 19**). På stasjon 3B og 6B har det skjedd en betydelig vekst. Mens det totale antall individer har økt betraktelig i 2010, ble det stort sett registrert færre antall taxa i 2010.




**Figur 19.** Totalt antall individer og taxa av tanglopper (amfipoder) registrert på stasjonene undersøkt i 2009 og i 2010 (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon).

En likhetsanalyse av den mobile faunaen registrert i 2009 og 2010 viser at stasjonene stort sett kan grupperes i de to ulike årene (**Figur 20**). Igjen ser vi at 2010 resultatene på stasjon 4A skiller seg tydelig ut fra de andre stasjonene undersøkt det samme året, og det samme gjelder for stasjon 3B og 4B fra 2009.




**Figur 20.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner fra undersøkelser av mobil fauna i 2009 og 2010. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner som ble undersøkt i 2009 er indikert med grønne trekanter mens de som ble undersøkt i 2010 er markert med blå trekanter. Stasjonene som skiller seg mest ut er markert med omriss.

En SIMPER-analyse viser at det er tangsnegl (*Rissoa* sp) som er den største bidragsyteren til endringene fra 2009 til 2010, på alle stasjoner unntatt stasjon 4B (**Tabell 9**). En fullstendig liste er gitt i **Tabell 35** i **Vedlegg F.** Med unntak av stasjon 4A, har det skjedd en stor økning i forekomsten av sneglen på alle stasjonene. På stasjon 4B er det tanglusen *Jaera* sp som er den største bidragsyteren til endringene på stasjonen. I 2009 ble denne arten ikke registrert, mens den var relativt vanlig i 2010. Også på stasjon 3B var arten fraværende i 2009, men vanlig i 2010. Det ble stort sett registrert flere taxa og en høyere forekomst av de ulike taxa i 2010. Blant tangloppefamiliene har det skjedd endringer i hvilke familier som var vanligst på stasjonene, og i 2009 var tangloppene den mest dominerende dyregruppen, mens i 2010 er sneglene den mest dominerende gruppen. På stasjon 4A og 4B var det flere taxa som ikke ble gjenfunnet i 2010 undersøkelsene.

**Tabell 9.** Tabellen viser de tre taxa som bidrar mest til forskjellene mellom de ulike stasjonene prøvetatt i 2009 og 2010. Gjennomsnittlig (Sn.) forekomst for hver av artene fra hvert år samt gjennomsnittlig ulikhet mellom årene og bidrag (%) til ulikhet er vist.

| **Stasjon 1B_09 & 1B_10** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 42,77 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 214 | 2260 | 8,57 | 20,04 |
| *Idotea granulosa* | 247 | 1630 | 6,42 | 15,01 |
| Hyalidae | 9 | 257 | 3,39 | 7,93 |
| **Stasjon 2B_09 & 2B_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 49,81 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 6 | 617 | 8,06 | 16,17 |
| Midd | 14 | 251 | 4,35 | 8,74 |
| Ischyroceridae | 50 | 265 | 3,31 | 6,65 |
| **Stasjon 3B_09 & 3B_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 77,67 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 3 | 2600 | 11,63 | 14,98 |
| *Jaera* sp | 0 | 2189 | 11,05 | 14,23 |
| *Idotea granulosa* | 2 | 1313 | 8,22 | 10,59 |
| **Stasjon 4B_09 & 4B_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 62,66 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Jaera* sp | 0 | 194 | 6,19 | 9,88 |
| Aoridae | 5 | 165 | 4,72 | 7,53 |
| Melitidae | 94 | 0 | 4,31 | 6,88 |
| **Stasjon 5B_09 & 5B_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 48,55 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 24 | 586 | 13,12 | 27,03 |
| Calliopidae | 0 | 133 | 7,84 | 16,15 |
| Athanas (reke) | 0 | 43 | 4,46 | 9,18 |
| **Stasjon 6B_09 & 6B_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 56,73 | 2009 | 2010 | | |
| Taxa | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| *Rissoa* sp | 30 | 2780 | 16,72 | 29,47 |
| Gammaridae | 78 | 1133 | 8,79 | 15,49 |
| *Idotea baltica* | 21 | 221 | 3,64 | 6,41 |

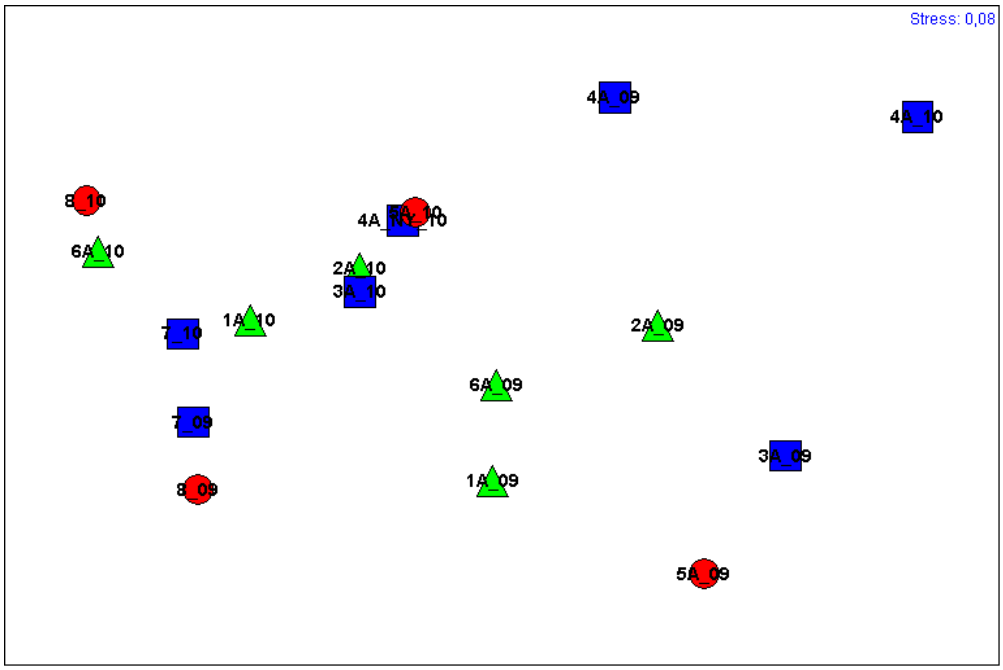
**Tabell 9. forts.**

| Stasjon 1A_09 & 1A_10 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 53,06 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 261 | 2302 | 10,65 | 20,07 |
| Calliopidae | 20 | 392 | 5,13 | 9,67 |
| Gammarellidae | 184 | 0 | 4,54 | 8,56 |
| **Stasjon 2A_09 & 2A_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 43,57 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 61 | 1466 | 11,21 | 25,73 |
| Gammaridae | 132 | 396 | 3,09 | 7,1 |
| Calliopidae | 22 | 143 | 2,67 | 6,14 |
| **Stasjon 3A_09 & 3A_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 64,04 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 39 | 1135 | 12,81 | 20 |
| *Littorina* sp | 0 | 119 | 5,09 | 7,95 |
| Gammaridae | 1 | 118 | 4,6 | 7,19 |
| **Stasjon 4A_09 & 4A_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 64,25 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 248 | 44 | 6,99 | 10,88 |
| Insektslarver | 0 | 81 | 6,9 | 10,74 |
| Aoridae | 124 | 7 | 6,51 | 10,13 |
| **Stasjon 5A_09 & 5A_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 59,92 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 4 | 920 | 14,46 | 24,14 |
| Calliopidae | 12 | 303 | 7,12 | 11,88 |
| Gammaridae | 94 | 475 | 6,18 | 10,31 |
| **Stasjon 6A_09 & 6A_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 58,81 | **2009** | **2010** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 724 | 18778 | 29,38 | 49,96 |
| Idotea granulosa | 63 | 666 | 4,77 | 8,11 |
| *Mytilus edulis* | 4 | 276 | 3,9 | 6,63 |
| **Stasjon 7_09 & 7_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 31,36 | 2009 | 2010 | | |
| Taxa | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| Midd | 38 | 399 | 3,83 | 12,22 |
| *Idotea granulosa* | 306 | 756 | 2,78 | 8,85 |
| *Rissoa* sp | 2696 | 3753 | 2,59 | 8,27 |
| **Stasjon 8_09 & 8_10** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 49,52 | 2009 | 2010 | | |
| Taxa | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| *Rissoa* sp | 2538 | 21012 | 23,56 | 47,58 |
| Gammaridae | 1 | 501 | 5,33 | 10,76 |
| *Idotea* sp | 19 | 216 | 2,58 | 5,2 |

Resultatene viser en generell økning i både antall taxa og individer på alle stasjonene, men som nevnt tidligere er det vanskelig å si om endringene skyldes naturlig variasjon, oljesølet eller opprydningsarbeidet. Ulikhetene i total forekomst og totalt antall taxa mellom de ikke-eksponerte stasjonene viser at det er en stor naturlig variasjon i faunasammensetning i undersøkelsesområdet. Isopoden *Jaera* sp. er svært knyttet til den øverste delen av tidevannssonen. Den føder levende unger og har derfor et relativt lite spredningsareal, og anses derfor som sårbar for oljesøl. Det ble registrert en økning av denne arten på alle stasjonene (både oljeeksponerte og ikke-eksponerte stasjoner) hvor den ble funnet. Dette kan tyde på at dersom organismesamfunnet har blitt påvirket av oljesølet, har det skjedd en forbedring fra 2009 til 2010. Men hverken MDS-analysene av taufelleneundersøkelsene fra 2009 eller 2010 viser tydelige tegn på at oljesøl har påvirket organismessammensetningen på stasjonene.

### 3.2.3 Opprenskingsmetodenes påvirkning på mobil fauna

For å undersøke om oppryddingsarbeidet etter oljesølet har hatt en påvirkning på faunasamfunnet på de enkelte stasjonene, ble det foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis). Analysen tok for seg alle taufelleregistreringene fra 2009 og 2010 (på hver stasjon er resultatene fra begge dyp er slått sammen), fra de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene med hensyn på mobil fauna (**Figur 21**). Det er ingen tydelig sammenheng mellom opprenskingsmetode **(Tabell 4)** og artssammensetning på de undersøkte stasjonene. Dersom det hadde vært en betydelig påvirkning av opprenskingsarbeidet på faunasamfunnene, ville man forvente at dette gjenspeiles i artssammensetningen på stasjonene. En tydelig forskjell i artssammensetningene mellom stasjonene ville vist seg som en gruppering av de ulike stasjonene i MDS-plottet. Stasjonene grupperer seg i større grad etter undersøkelsesperiode enn etter opprenskingsmetode.




**Figur 21.** MDS-plott; likhet mellom taufellestasjonene (resultater fra både 2009 og 2010) mht. forekomst av mobil fauna. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner hvor opprenskingsarbeid har foregått ved skraping er indikert med grønne trekanter, høytrykksspyling er indikert med blå firkanter, skraping og høytrykkspyling er indikert med røde sirkler.

Det ble utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til evt. ulikheter mellom disse gruppene av stasjoner. De fire taxa som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonene er gitt i **Tabell 10**. En fullstendig liste er gitt i **Tabell 40-41** i **Vedlegg G.**

**Tabell 10.** De fire taxa (fra taufellene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene undersøkt i 2009 og 2010) som bidrar mest til ulikheten mellom stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping, høytrykkspyling og skraping og høytrykkspyling. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| **2009** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 58,35 | **Skraping** | **Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 216,00 | 599,20 | 7,16 | 12,26 |
| *Idotea granulosa* | 80,83 | 64,40 | 3,32 | 5,69 |
| *Jaera* sp | 56,00 | 0,80 | 2,72 | 4,66 |
| Stenothoidae | 42,83 | 24,60 | 2,61 | 4,48 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 54,37 | **Skraping** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 216,00 | 855,33 | 10,24 | 18,84 |
| *Idotea granulosa* | 80,83 | 135,00 | 3,51 | 6,45 |
| Ischyroceridae | 80,33 | 3,67 | 3,12 | 5,73 |
| *Jaera* sp | 56,00 | 0,67 | 3,11 | 5,73 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 63,39 | **Høytrykk** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 599,20 | 855,33 | 11,21 | 17,69 |
| *Idotea granulosa* | 64,40 | 135,00 | 4,64 | 7,32 |
| Corophiidae | 33,20 | 0,00 | 3,10 | 4,89 |
| Gammaridae | 51,80 | 33,33 | 3,01 | 4,74 |
| | | | | |
| **2010** | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 46,31 | **Skraping** | **Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 4700,50 | 1402,83 | 9,47 | 20,44 |
| *Idotea granulosa* | 499,33 | 367,00 | 3,98 | 8,59 |
| Ischyroceridae | 223,33 | 41,17 | 2,61 | 5,63 |
| *Jaera* sp | 53,67 | 420,67 | 2,48 | 5,35 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 43,35 | **Skraping** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 4700,50 | 7506,00 | 11,64 | 26,85 |
| *Idotea granulosa* | 499,33 | 158,67 | 3,22 | 7,43 |
| Gammaridae | 307,67 | 333,67 | 2,86 | 6,60 |
| Ischyroceridae | 223,33 | 24,00 | 2,32 | 5,36 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 49,15 | **Høytrykk** | **Skrap&Høytrykk** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomst** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| *Rissoa* sp | 1402,83 | 7506,00 | 13,05 | 26,55 |
| *Idotea granulosa* | 367,00 | 158,67 | 3,39 | 6,91 |
| *Jaera* sp | 420,67 | 4,67 | 3,16 | 6,43 |
| Gammaridae | 194,83 | 333,67 | 2,80 | 5,69 |

I 2009 og 2010 ble det registrert høyest forekomst av tangsnegl på de stasjonene hvor det var både skrapt og høytrykkspylt.

I 2009 ble det registrert høyere forekomst av amfipoder (f.eks. Stenothoidae og Ischyroceridae) på stasjoner hvor det kun var skrapt. I 2010 var dette også tilfelle, med unntak av ett par familier.

I 2009 ble det registrert høyere forekomst av isopoden *Jaera* sp. på stasjoner hvor det kun var skapt, mens *Idotea granulosa* hadde høyest forekomst på stasjoner hvor det var både skrapt og høytrykkspylt. I 2010 var det høyest forekomst av *Jaera* sp på stasjoner hvor det var både skrapt og høytrykkspylt. *Idotea granulosa* hadde høyest forekomst på stasjoner som kun var skrapt.

Likhetsanalysen viser ingen tydelige tegn på at opprenskingsarbeidet har hatt store påvirkninger på den mobile faunaen i området. Det var ingen tydelige tegn etter oppryddingsarbeidet i arealet hvor taufellene var satt ut. Men det var, som nevnt tydelige, tegn høyere opp på svabergene på enkelte stasjoner (**Figur 11**). Det er derfor lite sannsynlig at skrapingen har påvirket den mobile faunaen i området.

Amfipodene kan søke tilflukt på dypere vann, under alger, i andre områder o.l. ved ugunstige forhold. Det ble stort sett registrert høyere forekomst av denne gruppen på dyp 1, men det er mulig at høytrykkspylingen har hatt en viss påvirkning da det stort sett ble registrert høyest forekomst på stasjoner hvor det kun var skrapt

## 3.3 Resultater fra tangprøvene

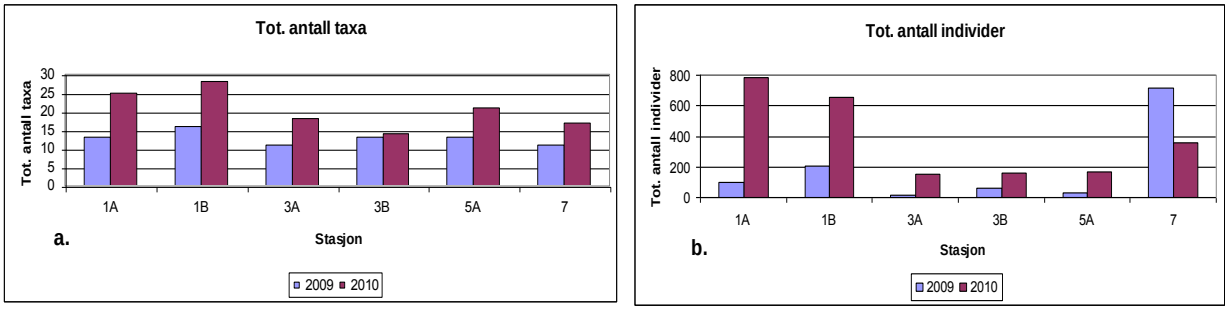
I 2009 og 2010 ble det samlet inn sagtang på 7 utvalgte stasjoner for å bekrefte at faunaen som blir fanget opp i taufellene er representativ for den faunaen man finner i et naturlig habitat som sagtang. Artslister for begge årene er gitt i **Tabell 17** og **Tabell 18** i **Vedlegg A**. I **Tabell 11** er det gitt en oversikt over antall taxa og totalt antall individer som ble registrert i tangprøver fra de to undersøkelsene. På stasjon 4A ble det kun samlet inn tangprøver i 2009, og på stasjon 5B kun i 2010.

**Tabell 11.** Totalt antall taxa og dyr og registrert i tangprøver fra fjæra i 2009 og 2010. Tangprøver fra stasjon 4A ble kun prøvetatt i 2009, og tangprøver fra stasjon 5B ble kun prøvetatt i 2010.

| Stasjon | 1A | 1B | 3A | 3B | 4A | 5A | 5B | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tot. antall taxa - 2009 | 13 | 16- | 11 | 13 | 13 | 13 | * | 11 |
| Tot. antall taxa - 2010 | 25 | 28 | 18 | 14 | * | 21 | 16 | 17 |
| **Stasjon** | **1A** | **1B** | **3A** | **3B** | **4A** | **5A** | **5B** | **7** |
| Tot. antall individer - 2009 | 101 | 208- | 15 | 61 | 214 | 27 | * | 715 |
| Tot. antall individer -2010 | 786 | 633 | 150 | 157 | * | 169 | 96 | 359 |

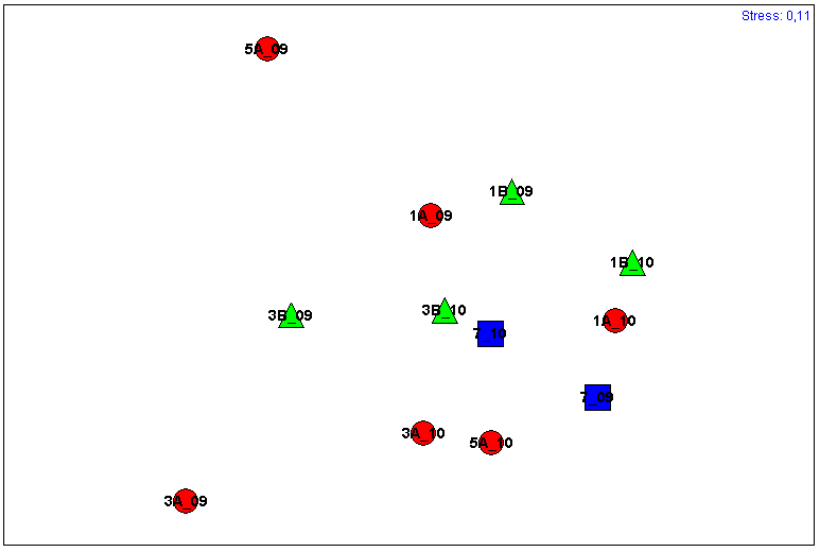
-: Kun 2 av 3 tangprøver ble opparbeidet (stasjon 1B, 2009).

Antallet taxa og totalt antall individer i tangprøvene har steget på samtlige stasjoner fra 2009 til 2010, med unntak av stasjon 7 (**Figur 22**). Tangfellene viser en tilsvarende stigning som taufellene.




**Figur 22. a.** Totalt antall taxa av mobil fauna registrert i tangprøver i fjæra i 2009 og 2010.
**b.** Totalt antall individer av mobil fauna registrert i tangprøver i fjæra i 2009 og 2010.
Merk at figurene kun viser stasjoner som har blitt prøvetatt begge år.

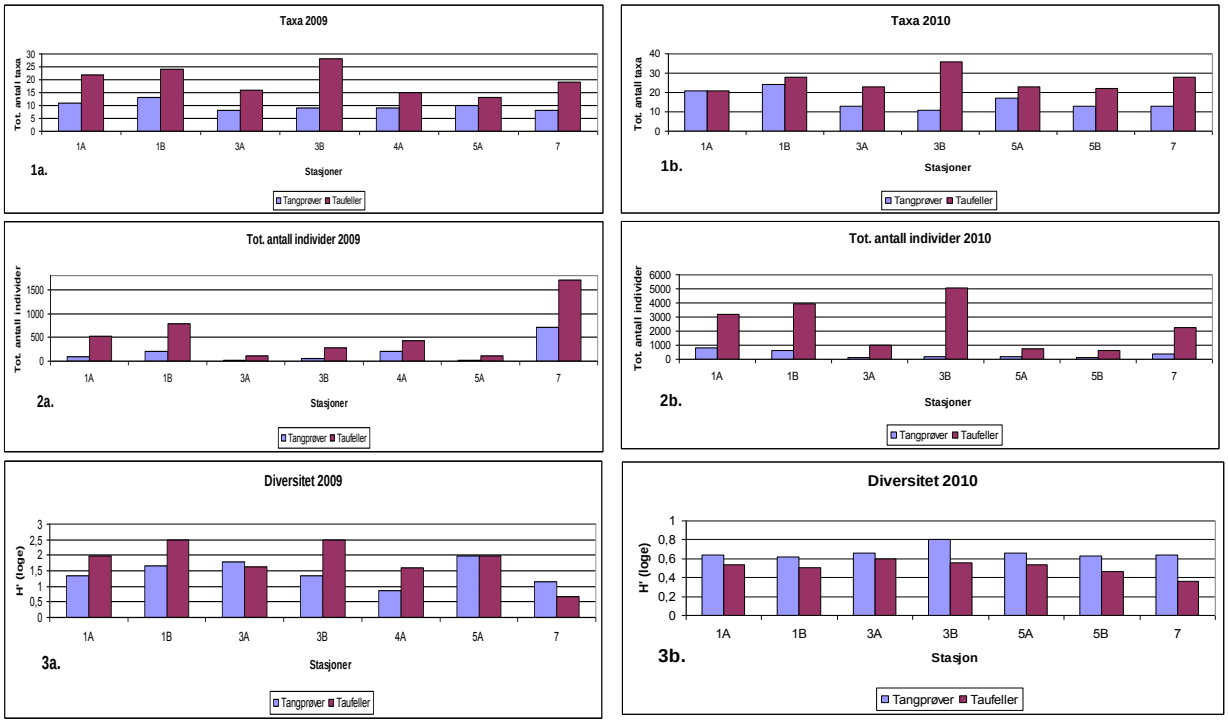
En likhetsanalyse viser ingen tydelige sammenhenger mellom oljepåvirkning og artssammensetningen i tangprøver (**Figur 23**).




**Figur 23.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner fra undersøkelser av mobil fauna i tangprøver fra 2009 og 2010. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter, og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. Tangprøver fra 2009 har betegnelsen _09, og tangprøver fra 2010 har betegnelsen _10.

### 3.3.1 Sammenlikning mellom taufeller og tangfeller

Faunaen i tangprøvene ble sammenliknet med faunaen i taufellene satt ut i sjøsonen (dyp 2). Resultatene viser at det stort sett ble registrert de samme taxa i tangprøvene og taufellene, men at taufellene fanger opp et høyere individantall og et høyere antall taxa (**Figur 24**). Tangprøvene har en noe større diversitet (H'(loge)) enn taufellene i 2010, mens i 2009 ble det funnet høyest diversitet i taufellene på 4 stasjoner.




**Figur 24. 1**. Totalt antall taxa av mobil fauna registrert i tangprøver og taufeller i **a**: 2009, **b**: 2010.
**2.** Totalt antall individer av mobil fauna registrert i tangprøver og taufeller i **a**: 2009, **b**: 2010.
**3.** Mangfold (H'(loge)) av mobil fauna i tangprøver og taufeller undersøkt i **a**: 2009, **b**: 2010.

**Tabell 12** og **Tabell 13** gir en oversikt over de fem arter/taxa som utgjør hovedforskjellen i tangprøvene og taufellene, henholdsvis i 2009 og 2010. Alle de fem taxa har høyere forekomst på taufellene enn på tangen. Sjømidd og sneglen *Lacuna vincta* (Tarestilksnegl) har derimot en høyere forekomst i tangprøvene. En fullstendig liste er gitt i **Tabell 36-37** i **Vedlegg F.**

**Tabell 12.** Tabellen viser de fem artene/taxa som bidrar mest til de forskjellene som vi ser mellom tangprøver og taufeller fra 2009. Gjennomsnittlig forekomst av hver gruppe (taxa), samt gjennomsnittlig ulikhet mellom årene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| **2009** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 72,80 | **Tang** | **Feller-tau** | | |
| **Taxa** | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| Rissoa | 85,86 | 296,86 | 11,66 | 16,02 |
| Stenothoidae | 0,29 | 29,71 | 5,03 | 6,91 |
| Idotea granulosa | 17,71 | 39,14 | 4,17 | 5,73 |
| Amphipoda juv+indet | 1,86 | 22,71 | 3,81 | 5,23 |
| Gammaridae | 0 | 11,14 | 3,65 | 5,01 |

**Tabell 13.** Tabellen viser de fem artene/taxa som bidrar mest til de forskjellene som vi ser mellom tangprøver og taufeller fra 2010. Gjennomsnittlig forekomst av hver gruppe (taxa), samt gjennomsnittlig ulikhet mellom årene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| **2010** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 61,56 | **Tang** | **Feller-tau** | | |
| **Taxa** | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| Rissoa | 115,29 | 1124,43 | 11,07 | 17,98 |
| Idotea granulosa | 56,14 | 363,71 | 5,14 | 8,36 |
| Calliopidae | 10,86 | 173 | 4,52 | 7,34 |
| Gammaridae | 0,57 | 80,71 | 4,21 | 6,84 |
| Ischyroceridae | 31,71 | 128,57 | 3,38 | 5,49 |

Taufellene er grove og buskete mens sagtangen er flat og glatt. Taufellene er derfor trolig et mer gunstig substrat for mange organismer. Men ulike organismer har ulike substratpreferanser. Tanglopper og tangsnegl foretrekker buskete substrat, mens tarestilksneglen foretrekker glatte substrat (Christie et al. 2007). Da det stort sett ble registrert de samme taxa og høyere forekomst i taufellene, anses de å være en god og mer effektiv innsamlingsenhet for mobil fauna enn sagtang.

## 3.4 Oppsummering

Det er vanskelig å trekke sikre konklusjoner av resultatene fra undersøkelsene, men det er ingenting som tyder på at oljesølet har hatt en svært negativ innvirkning på organismesamfunnet i tidevanns- og sjøsonen i det undersøkte område.

Det var mye vind og store bølger da M/S Full City havarerte, og mye tyder på at det meste av oljen er blitt kastet opp i supra- og epilittoralsonen. Under feltarbeidet var det oljesølet som ble registrert observert over fjæresonen. Undersøkelsene kom i gang relativt sent etter havariet (3 måneder), og det meste av oljesølet i fjæra kan ha blitt renset bort. Mobile arter som muligens har søkt tilflukt i dypere vann ved oljesølet kan ha vendt tilbake til fjæra innen undersøkelsene ble satt i gang, eller individer fra andre områder kan ha kommet inn. Bølger og tidevann vil gradvis vaske vekk oljen fra strandsonen. Denne selvrensingen øker med økende vannbevegelser. Gundlach og Reed (1986) beregnet en forenklet oljefjerningskoeffisient for en rekke kaldtvanns littoralbiotoper, ut fra flere større oljesøl og feltforsøk. På bølgeeksponerte hardbunnsområder kan 99 – 99,3 % av oljen være fjernet i løpet av fem dager (CONOCO 1989). I 2009 ble det registrert noen svært små oljeklumper i enkelte feller på stasjon 4B, 5A, 6A, 6B, 7 og 8, mens i 2010 ble det kun observert noen små oljeklumper i en av fellene fra stasjon 5A og 8. (**Tabell 16** i **Vedlegg A**).

Det ble generelt funnet litt færre taxa, og lavere forekomst, av fastsittende og lite mobile organismer på de oljeeksponerte stasjonene enn på de ikke-eksponerte stasjonene, mens blant de mobile dyrene var det svært varierende. Sammenlikninger mellom de to undersøkelsesårene viser at det fastsittende og lite mobile organismesamfunnet var relativt likt de to årene, mens antall taxa og individer av mobil fauna var steget på de fleste stasjonene fra 2009 til 2010. Det ble registrert en økning på både oljeeksponerte- og ikke-eksponerte stasjoner, og det er derfor vanskelig å si hva denne endringen skyldes. Isopoden *Jaera* sp. regnes som relativt sårbar overfor oljesøl. Det ble registrert en økning av denne arten på alle stasjonene (både oljeeksponerte og ikke-eksponerte) hvor den ble funnet. Dette kan tyde på at dersom organismesamfunnet har blitt påvirket av oljesølet, så har det skjedd en forbedring

fra 2009 til 2010. Men likhetsanalysene (både fra 2009 og 2010) viste ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning på de undersøkte stasjonene

Det ble funnet relativt få taxa av fastsittende alger og fastsittende og mobile dyr på stasjon 3A og 5A. På begge disse stasjonene ble det registrert store oljepåslag kort tid etter havariet, og det foregikk fremdeles oppryddingsarbeid (bl.a. vasking med høytrykkspyler) under deler av feltarbeidet. Som nevnt i innledningen, kan bruk av f.eks. såpe, rensemiddel, varmt vann og høytrykksspyling, enkelte ganger være mer ødeleggende for organismene i fjæra enn selve oljen. Stasjonene lå nærme hverandre i MDS-plottene som viser likhet mellom stasjoner, men de skilte seg ikke nevneverdig ut fra de resterende stasjonene. Det er mulig at oljesølet og/eller høytrykkspylingen har hatt en viss påvirkning på organismesamfunnet på stasjonene, men det kan også være at stasjonene alltid har hatt et relativt likt organismesamfunn

Amfipodene kan søke tilflukt på dypere vann, under alger, i andre områder o.l. ved ugunstige forhold. Det ble stort sett registrert høyere forekomst av denne gruppen øverst i fjæra, men det er mulig at høytrykksspylingen har hatt en viss påvirkning da det stort sett ble registrert høyest forekomst på stasjoner hvor det kun var skrapt. Det var ellers ingen tydelige tegn på at oppryddingsarbeidet har påvirket organismesamfunnet i de undersøkte områdene.

Dyr og alger i fjæra er svært robuste og er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, substrattype, himmelretning o.l. påvirker artssammensetningen lokalt. Da det ikke foreligger noen data fra samme stasjoner fra før havariet til M/S Full City, er det vanskelig å si om de registrerte variasjonene mellom lokaliteter er naturlige, eller om de skyldes oljeeksponering, eller evt. oppryddingsarbeidet.

# 4. Referanser


Bokn, T. & Moy, F. 1991. *Long term effect of diesel oil on rocky shore communities in mesocosms. I. Effects on selected community structure*. OBELIA International Journal of Marine Biology and Oceanography 17: 155 - 175.

Bowman, R. S. 1979. *Dounreay oil spill: Major implications of a minor incident*. Marine Pollution Bulletin 9: 269-273.

Christie, H, Jørgensen, N, Norderhaug, K. 2007. *Bushy or smooth, high or low; importance of habitat architecture and vertical position for distribution of fauna on kelp*. Journal of Sea Research58:198-208

Clarke, K. R. 1993. *Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure*. Australian Journal of Ecology. 18: 117-143.

Clarke, K.R. and Gorley, R.N. 2001. *Primer v5.* Roborough, Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory. www.primer-e.com.

CONOCO 1989. *Heidrun field. Environmental impact assessment.* CONOCO Norway Inc.

Gitmark, J., Walday, M. 2010. *Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City.* NIVA-rapport 6095-2010, 49 s.

Gundlach, E.R., Reed, M. 1986. *Quantification of oil deposition and removal rates for a shoreline/oil spill interaction model.* Proc.9th Arctic Marine Oilspill Program, Environment Canada, Ottawa: 65-76.

Hir, L., Hily, C. 2002. *First observations in a high rocky-shore community after the Erika oil spill (December 1999, Brittany, France).* Marine Pollution Bulletin 44: 1243-1252

Kraufvelin, P., Christie, H. & Olsen, M. 2002. *Macrofauna (secondary) responses to experimental nutrient addition to rocky shore mesocosms and a coastal lagoon*. Hydrobiologia 484: 149-166.

Lein, T.E., Hjolman, S., Berge, J.A., Jacobsen, T., & Moe, K.A. 1992. *Oljeforurensing i hardbunnsfjæra. Effekter av olje og forslag til sårbarhetsindekser for norskekysten*. IFM – rapport nr. 23, 1992. 41 s. Universitetet i Bergen.

SFT, 1999. *Etterkantundersøkelser etter oljeforurensning i marint miljø.* SFT-rapport TA-1657/99, 95 s + vedlegg.

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Southward, A.J. & Southward, E.C. 1978. *Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon spill.* Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 682 - 706.

# Vedlegg A.

**Tabell 14. Artsliste for alger registrert i rammeundersøkelser i littoralsonen i 2010**

**Tabell 15. Artsliste for dyr registrert i rammeundersøkelser i littoralsonen i 2010**

**Tabell 16. Artsliste for mobil fauna registrert i taufeller i littoral- og sjøsonen på 15 stasjoner i 2010.**

**Tabell 17. Artsliste for mobil fauna registrert i tangfeller på 7 stasjoner i 2009 og 2010.**

**Tabell 14. Artsliste for alger registrert i rammeundersøkelser i littoralsonen i 2010**

| STASJON | 1A | 1B | 2A | 2B | 3A | 3B | 4A | 4B | 5A | 5B | 6A | 6B | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RØD | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ahnfeltia plicata* | | 13 | | 3 | | 6 | | | | | | 1 | | |
| *Audouinella* sp. | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | 8 |
| *Callithamnion corymbosum* | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | |
| *Callithamnion tetragonum* | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| *Ceramium rubrum* | 26 | 74 | 2 | 5 | | 16 | | 21 | | | | 1 | 5 | 21 |
| *Ceramium strictum* | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| *Chondrus crispus* | 10 | 28 | 12 | 16 | 6 | 17 | | | | | | 1 | 7 | 2 |
| Coralliniacea indet. | 17 | 28 | 26 | 31 | 24 | 15 | | | 3 | | | 4 | 35 | 14 |
| *Corallina officinalis* | | 2 | | | | | | | | | | | 10 | |
| *Cystoclonium purpureum* | | 2 | | | | | | | | | | | | |
| *Erythrothrichia carnea* | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| *Hildenbrandia rubra* | 74 | 67 | 79 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 100 |
| *Osmundea oederi* | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | |
| *Polyides rotundus* | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| *Polysiphonia brodiaei* | | 48 | | | | | | | | | | | 2 | |
| *Polysiphonia elongata* | | 9 | 1 | | | | | | | | | | | |
| *Polysiphonia fibrillosa* | | 35 | | | | 3 | | 1 | | | | | | 18 |
| *Polsyiphonia fucoides* | | 34 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | |
| *Polysiphonia harveyi* | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| *Polysiophonia stricta* | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| *Porphyra cf umbilicalis* | | | | | | | | | | | | 10 | | |
| *Porphyra* sp | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| *Rhodomela confervoides* | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| *Spermothamnion repens* | | 42 | | | | | | | | | | | 7 | 4 |
| *Trailliella intricata* | | 43 | | | | 1 | | | | | | | 5 | |
| BRUN | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ascophyllum nodosum* | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Brune skorpeformede alger | 6 | | 7 | 10 | 12 | 22 | 9 | | 9 | 6 | 27 | 18 | 30 | 20 |
| *Chordaria flagelliformis* | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| *Ectocarpus fasciculata* | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | |
| *Ectocarpus* spp | 5 | | | | | 2 | | | | | | | | 1 |
| *Elachista fucicola* | 9 | | 7 | 7 | 2 | 15 | | 3 | 7 | 8 | 1 | 24 | 1 | 21 |
| *Fucus serratus* | 1 | | 1 | 12 | 2 | 19 | | 5 | | | 1 | 1 | | 16 |
| *Fucus vesiculosus* | 75 | 57 | 62 | 34 | 89 | 58 | 98 | 100 | 95 | 89 | 95 | 69 | 90 | 58 |
| *Fucus* sp. (juvenil/nedbeitet) | 5 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| *Petalonia fascia* | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| *Pylaiella littoralis* | | | | 5 | | 9 | | | | | | 2 | | |
| *Ralfsia* sp. | 4 | | | | | 15 | | 10 | | | | | | |
| *Sphacelaria cirrosa* | 13 | 34 | 2 | | | | | 2 | | | | 6 | | |
| *Sphacelaria* sp. | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| GRØNN | | | | | | | | | | | | | | |
| *Chaetomorpha linum* | | 2 | | | | 1 | | | | | | | | 5 |
| *Cladophora albida* | 16 | 86 | | 2 | | 7 | | 3 | | | 1 | 6 | 20 | 14 |
| *Cladophora rupestris* | | | | 1 | 2 | 20 | | | | | | | 1 | |
| *Cladophora* cf *sericea* | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| *Rhizoclonium ripariaum* | | | | | | | | | | | 1 | | 6 | |
| cf *Ulothrix* sp. | | | | | | | | | | | | | | 3 |

**Tabell 14. forts.**

| STASJON | 1A | 1B | 2A | 2B | 3A | 3B | 4A | 4B | 5A | 5B | 6A | 6B | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRØNN | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ulva compressa* | | | | 2 | | | | | | | | | | |
| *Ulva intestinalis* | | | | | | 24 | | | | 1 | | | | 4 |
| *Ulva lactuca* | 11 | 1 | | | | 15 | | | | | | | | 4 |
| *Ulva* spp | 30 | | 1 | | | 5 | | 7 | | | | 3 | | 5 |
| KISEL/BLÅGRØNNALGER | | | | | | | | | | | | | | |
| Blågrønnalger | | | 1 | | | 10 | | | | | | | | |
| Rivularia sp. | 53 | 5 | 29 | 18 | 4 | | 67 | 5 | 1 | 7 | 12 | 5 | 4 | 14 |

**Tabell 15. Artsliste for dyr registrert i rammeundersøkelsr i littoralsonen i 2010**

| STASJON | 1A | 1B | 2A | 2B | 3A | 3B | 4A | 4B | 5A | 5B | 6A | 6B | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DYR | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ansates pellucida* | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| *Asterias rubens* | 8 | 4 | 11 | 5 | 7 | 8 | 8 | 50 | 35 | 5 | 25 | 3 | 7 | 6 |
| *Alcyonidium sp.* | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| *Alcyonidium gelatinosum* | | | | 3 | 1 | 14 | | | | | | 1 | | |
| *Alcyonidium hirsutum* | 1 | | 1 | 12 | | 1 | | | | | | 1 | | |
| *Balanus* sp. juvenile | 20 | | 5 | | | 3 | | 10 | | | | | 3 | |
| *Semibalanus balanoides* | 14 | 68 | 27 | 31 | 76 | 40 | | 18 | 68 | 74 | 37 | 92 | 54 | 38 |
| *Balanum improvisus* | | | | 1 | 4 | 28 | 8 | 16 | | 19 | 23 | 25 | 1 | 8 |
| cf *Craterolophus convolutus* | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| cf *Bittium reticulatum* | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| cf *Botryllus schlosseri* | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Bryozoa indet. (skorpeform.) | | | 1 | 6 | | | | | | | | | | |
| *Campanularia johnstoni* | | | | | | | | 5 | | | | | | |
| *Clava multicornis* | 3 | | 2 | 2 | | 15 | 6 | 23 | 2 | 42 | | 6 | | 4 |
| *Dynamena pumila* | 2 | 1 | 8 | 32 | 16 | 65 | 7 | 22 | 6 | 16 | 27 | 39 | 1 | 43 |
| *Electra crustulenta* | | | 2 | 9 | | 3 | 3 | 11 | 1 | 3 | 4 | | 1 | 27 |
| *Electra pilosa* | 5 | 14 | 2 | 28 | 4 | 43 | 15 | 50 | 15 | 5 | 28 | 10 | 1 | 25 |
| *Lacuna vincta* | | | 6 | 3 | | 2 | 22 | 1 | | | 2 | | 12 | 36 |
| cf *Lacuna vincta* | 23 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| *Laomedea sp.* | | | | | | | 2 | | | | | | | |
| *Laomedea* cf *geniculata* | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| *Laomedea geniculata* | | 6 | 4 | | 30 | 25 | | 61 | | 11 | 11 | 4 | 6 | 3 |
| *Littorina obtusata* | 26 | 1 | 44 | 10 | 8 | 1 | 25 | 14 | 11 | 5 | 23 | 7 | 3 | 2 |
| *Littorina littorea* | 5 | 2 | 70 | 29 | 14 | | | 8 | 27 | 11 | 44 | 30 | 50 | |
| *Littorina saxatilis* | 1 | | | | 4 | | | 3 | | 5 | 3 | | | |
| *Littorina* sp. juvenil | 28 | 75 | 13 | 2 | 5 | | 30 | 3 | 5 | 17 | 31 | 3 | | 3 |
| *Membranipora membranacea* | | | | 2 | | 8 | | 17 | 3 | 2 | 7 | 2 | | |
| *Metridium senile* var *pallidus* | 2 | | 3 | 14 | | 5 | | | | | 1 | | 5 | |
| *Mytilus edulis* | | 20 | | 1 | 4 | | 83 | 1 | 23 | 10 | 7 | 3 | 96 | 55 |
| *Nucella lapillus* | | 1 | | | | | | | | | | | 36 | 2 |
| *Rissoa* sp | | 1 | | | | | 1 | | 17 | | 5 | 13 | 55 | 28 |
| *Spirorbis* sp. | | | 11 | 11 | | | | | | | | | | |

## Tabell 16. Artsliste for mobil fauna registrert i taufeller i tidevanns- og sjøsonen på 15 stasjoner i 2010.

| Stasjon (FC) | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dyp | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Replikat nr. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Oljeklumper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nematoda | | x | x | | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | x | x | x | xx | xx | xx | x | x | x | x | x | x | x | x | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | x | xx | xx | xx | x | xx | xx | xx | xx | xx |
| Calanoida | x | | x | | | | xx | x | xx | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | | | | | | | |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | x | x | | x | x | x | | x | x | x | x | x | | x | x | | x | x | x | x | x | x | x |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp | | 1 | | 1 | 1 | 54 | 2 | 3 | | 1 | 4 | 7 | 8 | 11 | 16 | 3 | 10 | 18 | 27 | 15 | 23 | 18 | 11 | 5 | | 1 | | | | | 738 | 698 | 199 | 432 | 60 | 62 |
| Idotea pelagica | | 8 | 2 | 13 | 28 | 49 | 7 | 13 | 6 | 27 | 20 | 25 | | | 1 | 5 | 10 | 4 | 17 | 4 | 6 | 34 | 9 | 17 | 25 | 2 | | 13 | 7 | 2 | 4 | 2 | | 13 | 13 | 15 |
| Idotea granulosa | 55 | 94 | 48 | 51 | 63 | 147 | 173 | 354 | 133 | 258 | 406 | 306 | 42 | 40 | 20 | 7 | 25 | 12 | 17 | 4 | 2 | 25 | 11 | 6 | 40 | 5 | 2 | 13 | 20 | 9 | 78 | 81 | 153 | 113 | 463 | 425 |
| Idotea baltica | | 6 | | | 5 | 24 | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | 2 | | 1 | 6 | 41 | 3 | 9 | 15 | 4 | 27 | 3 | | | | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | 2 |
| Idotea sp | | | 17 | 34 | | | 12 | 5 | 10 | 15 | 19 | 15 | 2 | | 6 | | | | 8 | 3 | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | 38 | 1 |
| Munnidae | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4 | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| isopoda indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv + indet | 1 | 20 | | 62 | 31 | 86 | | 2 | | 3 | 6 | 12 | 4 | 14 | 10 | 10 | 21 | 19 | 5 | 5 | 6 | 2 | | 20 | 2 | 1 | 1 | | | 3 | 1 | 1 | | 15 | 6 | 2 |
| Aoridae | | | | | 3 | 1 | | | | 1 | | | | 8 | 9 | 20 | 18 | 26 | 4 | 1 | 7 | 8 | 1 | 37 | 1 | | 2 | 1 | 3 | 3 | | 2 | | 8 | | 4 |
| Calliopidae | 3 | 73 | | 68 | 79 | 169 | 3 | 2 | 1 | 38 | 29 | 155 | | 11 | 18 | 21 | 62 | 31 | 36 | 6 | 12 | 59 | 4 | 4 | 110 | 3 | | 26 | 10 | 1 | 1 | 1 | | 90 | 106 | 206 |
| Caprella sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corophiidae | | | | | 2 | 3 | 3 | | | 12 | 2 | 6 | | 7 | 10 | 2 | 5 | 3 | 5 | 7 | 20 | 15 | 5 | 32 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | | | | 4 | 2 | 3 |
| Gammaridae | | 6 | | 19 | 20 | 6 | 1 | 6 | | 2 | 4 | 5 | 34 | 57 | 57 | 60 | 84 | 104 | 92 | 9 | 26 | 61 | 5 | 8 | 33 | 21 | 5 | 14 | 26 | 19 | 47 | 134 | 19 | 60 | 57 | 42 |
| Hyalidae | 1 | | 2 | | | | 50 | 74 | 81 | 25 | 13 | 14 | 6 | | | | | 1 | 12 | 3 | 1 | 1 | | | 6 | | | | | | 8 | 17 | 12 | | | 7 |
| Hyperiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | 1 | 44 | 1 | 16 | 24 | 134 | 53 | 75 | 6 | 117 | 245 | 230 | 6 | 8 | 5 | 7 | 5 | 15 | 66 | 70 | 15 | 65 | 35 | 14 | 16 | | 5 | 7 | 4 | | 2 | 2 | 1 | 3 | 11 | 20 |
| Phtisica sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Stenothoidae | | | | 10 | 7 | 18 | | | | | | | 3 | 35 | 51 | 35 | 28 | 45 | 10 | 6 | 4 | 11 | 2 | 23 | 12 | 2 | 8 | 6 | 10 | 5 | 34 | 27 | 9 | 136 | 100 | 169 |
| Amphithoidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dexaminidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melitidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSEKTER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | 1 | | | | 1 | 3 | | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 5 | | 2 | | 1 | 2 | | | | | | | | 4 | | | 1 | 3 |
| Insect larvae indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 19 | 10 | 4 | | |
| Collembola | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | 3 | 5 | 3 | 17 | 9 | 46 | 22 | 8 | 20 | 64 | 60 | 51 | 18 | 25 | | 20 | 17 | 15 | 45 | 16 | 32 | 49 | 18 | 91 | 27 | 9 | 22 | 11 | 15 | 23 | 161 | 220 | 84 | 121 | 318 | 210 |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SVAMP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEKKEDYR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ascidiacea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Tabell 16. forts.

| Stasjon (FC) | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dyp | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Replikat nr. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | | 4 | | 1 | | | 3 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 3 | 1 | | | | |
| Littorina obtusata/mariae | 2 | | | | | | 3 | 4 | 6 | | 7 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina saxatilis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina sp/juvenil | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | | 2 | | 1 | 1 | 7 | 13 | 7 | 16 | 38 | 38 | 7 | 2 | | 5 | | 1 |
| Lacuna vincta | | | | 3 | | 12 | 1 | 3 | | | 5 | 7 | 1 | | | | | 3 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 2 | | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | | | 1 | |
| Rissoa | 76 | 270 | 134 | 610 | 515 | 697 | 215 | 212 | 192 | 348 | 620 | 673 | 135 | 169 | 206 | 275 | 276 | 405 | 91 | 25 | 119 | 86 | 129 | 167 | 508 | 68 | 22 | 287 | 149 | 101 | 442 | 290 | 260 | 553 | 407 | 648 |
| Bittium reticulatum | | | | | | 1 | | | | | 3 | 1 | | | | | 1 | 3 | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | 3 | 7 | 4 | 14 | 14 | | 1 | 1 | 5 | | |
| Nucella lapilus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda juv, indet | | 1 | | 4 | 2 | | | 1 | 2 | | 2 | | 3 | 3 | 2 | 2 | | 1 | 1 | | 5 | | | 6 | 2 | 1 | 1 | 29 | 2 | 4 | 7 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Cylichnidae | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eulimidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvia juvenil | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | 2 | | 3 | | | | 1 | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | 1 |
| Hiatella arctica | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 2 | 1 | | | | |
| Mytulis sp | | | | 2 | | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | | 5 | 3 | |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae | | | | | | | 1 | | 1 | 3 | 1 | 6 | | | 3 | | | | | 3 | 2 | | 2 | 3 | | | 1 | 2 | 1 | | 1 | | | 2 | | 3 |
| Phyllodocidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Serpulidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Sabellidae | | | | | | | | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | | 3 | 2 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | 3 | 1 | | 1 | | |
| Syllidae | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda indet. (reke) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Athanas sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 16 | 6 | | 4 | 17 | | | | 15 | | |
| Carcinus maenas | | 2 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 4 | | 2 | 5 | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | 2 | | |
| Decapod larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Palaemon sp | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | 3 | | 6 | 1 | 2 | 3 | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | 1 | | |
| Myside juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paguridae (eremittkreps) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANEMONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actinaria | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 1 |
| SJØSTJERNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asteroidea indet (juvenil) | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | 2 | | 4 | | 1 | 2 | | 1 | | | | 1 | 2 | 2 |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubellaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FÅBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | | 1 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Tabell 16. forts.

| Stasjon (FC) | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4ANY | 4ANY | 4ANY | 4ANY | 4ANY | 4ANY | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dyp** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** |
| **Replikat nr.** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| Oljeklumper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nematoda | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | x | | | | | | | x | x | x | | x | x |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | | | | | | x | x | xx | xx | xx | x | xx | x | x | x | xx | xx | xx | xx | x | xx | xx | x | xx | x | x | x | x | x | xx | x | x | x | xx | x | x |
| Calanoida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | x |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | | | | | | | x | | | x | | |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp | | | | | | 1 | 33 | 37 | 33 | 7 | 4 | 1 | 155 | 21 | 14 | | 1 | 3 | 2 | 1 | 5 | | | 6 | | | | | | | 2 | | 1 | | 8 | 3 |
| Idotea pelagica | | | | | | 1 | | 1 | | 5 | 14 | 8 | 5 | | | | | | 3 | 2 | 11 | 1 | 4 | 4 | 2 | | 6 | | 3 | 5 | 8 | 2 | 9 | 9 | 11 | 21 |
| Idotea granulosa | | | | | | | | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 13 | 7 | 3 | | | | | 4 | 2 | 1 | | | 12 | 16 | 28 | 5 | 22 | 17 | 183 | 15 | 144 | 48 | 154 | 122 |
| Idotea baltica | | | | | | | | | 3 | 8 | 8 | 9 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 3 | | 2 | 3 | 13 | 5 |
| Idotea sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | | | 1 | | |
| Munnidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| isopoda indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv + indet | | | | | | 2 | | 9 | 14 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 3 | 10 | 3 | 1 | 12 | 1 | 2 | 2 | | | 3 | | | 2 | 4 | | | 1 | 4 | 2 |
| Aoridae | | | | 1 | 2 | 4 | | 53 | 50 | 3 | 2 | 1 | 59 | 2 | 43 | 11 | 15 | 35 | 11 | 2 | 8 | 1 | 7 | 8 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 2 | | | | | 1 | |
| Calliopidae | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 2 | 8 | 4 | 3 | 1 | 5 | 3 | 15 | | 124 | 31 | 77 | 56 | | 2 | 69 | 5 | 2 | 55 | 61 | 17 | 79 | 17 | 8 | 28 |
| Caprella sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corophiidae | | | | | | 2 | 1 | 32 | 29 | 6 | 3 | 6 | 5 | | 4 | 21 | 14 | 11 | 7 | | 1 | 4 | 1 | 9 | | | | | | | | | 2 | | 3 | |
| Gammaridae | 1 | 11 | 11 | 15 | 23 | 45 | | 28 | 25 | 80 | 169 | 129 | 20 | 9 | 41 | 5 | 28 | 5 | 44 | 45 | 141 | 116 | 53 | 76 | 1 | 4 | 4 | 5 | 2 | 9 | 8 | | 9 | 10 | 8 | 12 |
| Hyalidae | | | | | | | 6 | | 3 | | | | 21 | 20 | 8 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 10 | 15 | 3 | | | 4 |
| Hyperiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | | | | | | | | | | | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | | | | | 6 | 3 | 1 | 3 | | | 3 | 6 | 2 | 1 | 9 | 24 | 1 | 15 | 6 | 21 | 13 |
| Phtisica sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stenothoidae | | | | | | | 1 | 29 | 14 | 6 | 16 | 4 | 4 | | 3 | 2 | 5 | 6 | | | 8 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 14 | 2 | | | 8 | 20 | 3 |
| Amphithoidae | | | | | | | | | 7 | | | 3 | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | |
| Dexaminidae | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melitidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| INSEKTER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | 3 | 2 | 5 | | | | | | 3 | | | 2 | | | 1 | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 2 | | 5 | 1 | 1 | 3 |
| Insect larvae indet | 62 | 2 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Collembola | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | | 2 | 3 | | 1 | | 8 | 17 | 38 | 54 | | 36 | 4 | | 5 | 2 | | 3 | 1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 4 | 3 | | 6 | 16 | 3 | 23 | 30 | 48 | 14 |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SVAMP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEKKEDYR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ascidiacea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Tabell 16. forts.

| Stasjon (FC) | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A_NY | 4A_NY | 4A_NY | 4A_NY | 4A_NY | 4A_NY | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dyp** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** |
| **Replikat nr.** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 2 | | | | | | |
| Littorina obtusata/mariae | | | | | | | 1 | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |
| Littorina saxatilis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina sp/juvenil | 2 | 4 | 6 | | | 2 | | 11 | 30 | | | | | 1 | | | | 2 | 3 | 7 | 5 | 3 | 2 | 6 | | 1 | | | | | 1 | | | 4 | 2 | 1 |
| Lacuna vincta | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | |
| Rissoa | 4 | 5 | 2 | 10 | 4 | 19 | 56 | 147 | 269 | 48 | 156 | 139 | 8 | 3 | 11 | 1 | 27 | 20 | 170 | 297 | 205 | 90 | 77 | 81 | 27 | 51 | 103 | 79 | 93 | 233 | 2548 | 108 | 1148 | 1535 | #### | 1439 |
| Bittium reticulatum | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | | 3 | | | | | | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| Nucella lapilus | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda juv, indet | | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | 3 | 2 | 2 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| Cylichnidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eulimidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvia juvenil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hiatella arctica | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mytulis sp | | | | | | | 1 | 3 | 3 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 23 | 9 | 14 | 42 | 155 | 33 |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 2 | |
| Phyllodocidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | | | | 1 | | |
| Serpulidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sabellidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Syllidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda indet. (reke) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Athanas sp. | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 5 | 13 | | | | | | | 11 | 9 | 5 | 5 | 9 | 4 | | | | | | |
| Carcinus maenas | | | | | | 1 | | 1 | 5 | | | | 3 | 1 | 2 | | | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 2 | |
| Decapod larve | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | |
| Palaemon sp | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| Myside juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Paguridae (eremittkreps) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANEMONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actinaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØSTJERNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asteroidea indet (juvenil) | | | | | 1 | | | 2 | | 3 | | | 3 | 2 | | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | 2 | | | 1 | 1 | | | | | | |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubellaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FÅBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Tabell 16. forts.

| Stasjon (FC) | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dyp** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** |
| **Replikat nr.** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| Oljeklumper | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| Nematoda | x | x | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | x | x | x | xx | x | xx | | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x |
| Calanoida | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | x | x | | x |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp | 3 | 30 | 14 | 7 | 8 | 7 | 3 | 4 | 6 | 4 | 3 | 4 | | | | | | |
| Idotea pelagica | 1 | | | 14 | 13 | 8 | 4 | 50 | 7 | 24 | 3 | 11 | | 1 | 3 | 19 | 7 | 19 |
| Idotea granulosa | 8 | | 1 | 3 | 14 | 5 | 80 | 435 | 14 | 142 | 23 | 62 | 5 | 3 | 8 | 137 | 133 | 83 |
| Idotea baltica | 16 | 9 | 16 | 76 | 51 | 53 | | | | | | | 1 | | 1 | 20 | 19 | 10 |
| Idotea sp | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 71 | 93 | 52 |
| Munnidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| isopoda indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv + indet | 1 | | 1 | 9 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 3 | | 1 | | 2 | 14 | 5 |
| Aoridae | | | | 28 | **8** | 11 | | | | | | | | | | | | |
| Calliopidae | | | | | | | 7 | 20 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | | | 60 | 12 | |
| Caprella sp. | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Corophiidae | | | | 15 | 7 | 15 | 15 | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| Gammaridae | 35 | 82 | 216 | 249 | 287 | 264 | 4 | 12 | 1 | 12 | 3 | 15 | 1 | 3 | 27 | 206 | 148 | 116 |
| Hyalidae | 3 | 6 | 9 | | | | 5 | 26 | 2 | 7 | 3 | 8 | 1 | | | | | |
| Hyperiidae | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | 2 | | | | | 1 | 1 | 66 | 25 | 22 | 11 | 40 | | 1 | 4 | 17 | 7 | 9 |
| Phtisica sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stenothoidae | | | | 14 | 13 | 10 | 1 | | | | | 2 | | | | 2 | | 4 |
| Amphithoidae | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Dexaminidae | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Melitidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSEKTER | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | | | | | | 1 | 1 | 3 | | 1 | | 2 | | | | | | |
| Insect larvae indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Collembola | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | 6 | 11 | 20 | 17 | 7 | 26 | 101 | ? | 118 | 56 | 49 | 75 | 8 | 2 | 11 | 39 | 34 | 29 |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 1 | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertea | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SVAMP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEKKEDYR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ascidiacea | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | 2 | | | | | 2 | | 1 | 1 | 2 | | | 1 | | | |
| Littorina obtusata/mariae | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | |
| Littorina saxatilis | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina sp/juvenil | 3 | 34 | 11 | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 11 | 24 | 6 | 2 | 1 |
| Lacuna vincta | 11 | 4 | 10 | | | 1 | 1 | 3 | | 3 | 1 | 5 | 3 | 2 | | 2 | 1 | 6 |
| Rissoa | 298 | 767 | 591 | 526 | 194 | 404 | 47 | 1713 | 383 | 746 | 234 | 630 | 908 | 588 | 1366 | 4300 | #### | 3383 |
| Bittium reticulatum | | | | 2 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | 1 |
| Nucella lapilus | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda juv, indet | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | |
| Cylichnidae | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Eulimidae | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvia juvenil | 1 | | | | | | | 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | | 3 | | | | |
| Hiatella arctica | | | | | | | | 2 | | | 3 | 1 | 1 | | | | | |
| Mytulis sp | 3 | 3 | 5 | | 1 | | 7 | 5 | 5 | 5 | 3 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 1 | |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 2 | 2 | | | | 1 | | 1 |
| Phyllodocidae | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | |
| Serpulidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sabellidae | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | |
| Syllidae | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda indet. (reke) | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Athanas sp. | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Carcinus maenas | | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 1 | 1 |
| Decapod larve | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 3 |
| Palaemon sp | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Myside juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paguridae (eremittkreps) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| ANEMONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actinaria | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØSTJERNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asteroidea indet (juvenil) | | | | | | | | 1 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | | 6 | 10 | 7 |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubellaria | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| FÅBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | 5 | 8 | 4 | | | 1 | | | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | | 1 | |

## Tabell 17. Artsliste for mobil fauna registrert i tangprøver i tidevanns- og sjøsonen på 7 stasjoner i 2009.

| Stasjon | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 4A | 4A | 4A | 5A | 5A | 5A | 7 | 7 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBSTRAT | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang |
| DATO | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 | 2009 |
| VEKT | 145 | 63 | 83 | 313 | 162 | | 229 | 203 | 167 | 153 | 182 | 193 | 138 | 213 | 441 | 103 | 235 | 129 | 159 | 250 | 243 |
| REPLIKAT NR. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Oljeklumper | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | x |
| Nematoda | | | | x | x | | | | | x | x | x | xx | xx | xx | x | x | x | | | |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | xx | xx | xx | x | x | | x | x | x | xx | xx | xx | x | x | x | x | x | x | x | x | xx |
| Calanoida | | | | | | | x | x | | x | x | xx | x | x | x | | | | x | x | x |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | | | x | x | x | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | | | | | |
| Idotea pelagica | 1 | 3 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea granulosa | 7 | 4 | 2 | 3 | 8 | | | 1 | | 16 | 1 | 20 | | | | | | | 6 | 45 | 11 |
| Idotea baltica | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv + indet | 1 | | | 5 | | | 1 | | | 2 | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | |
| Aoridae | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| Calliopidae | 1 | 1 | | 8 | 12 | | | 1 | | 1 | | 2 | 1 | | | | 10 | | 8 | 74 | 1 |
| Corophiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammaridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hyalidae | | | | 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | | 4 | | 8 | 2 | | | | | 4 | | 1 | | 2 | 6 | | 3 | | | 1 | |
| Stenothoidae | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 2 | 1 | |
| Littorina obtusata/mariae | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| Littorina sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lacuna vincta | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | 17 | 59 | 27 |
| Rissoa | 15 | 41 | 9 | 81 | 3 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | 88 | 304 | 58 |
| Bittium reticulatum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hiatella arctica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mytilus sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae indet | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Serpulidae (cf.Spirorbis) | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | |
| Syllidae | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sabellidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda indet. (reke) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carcinus maenas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palaemon sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØSTJERNER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asteroidea indet (juvenil) | | 2 | | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Asterias rubens | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbellaria | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | | | | |
| INSEKTSLARVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | | | | | | | | | | | | | 7 | 2 | 5 | | | 1 | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 1 | 5 | 28 | 19 | 124 | | | | 3 | 1 | 8 |
| NAKENSNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nudibranchia | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| Doto cf cornata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertinea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BEGERMANET | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Haliclystus | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Tabell 18. Artsliste for mobil fauna registrert i tangprøver i tidevanns- og sjøsonen på 7 stasjoner i 2010.**

| Stasjon | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 5A | 5A | 5A | 5B | 5B | 5B | 7 | 7 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBSTRAT | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang | Tang |
| DATO | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 |
| VEKT | 312 | 318 | 214 | 312 | 178 | 156 | 174 | 204 | 158 | 192 | 154 | 142 | 349 | 172 | 403 | 159 | 209 | 388 | 358 | 158 | 207 |
| REPLIKAT NR. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Oljeklumper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nematoda | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | | x | x | | x | |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | xx | x | x | xx | x | x | x | x | x | xx | xx | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| Calanoida | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | | | x | x | x | |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | x | | | | | x | x | x | | | | | x | | | | | x | x | | |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp | 1 | 1 | | 8 | 1 | 1 | | | | | 2 | 1 | | | 1 | | | 1 | 2 | | |
| Idotea pelagica | 4 | | 6 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea granulosa | 72 | 5 | 52 | 144 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 20 | 9 | 4 | | 1 | | 11 | 6 | 11 | 12 | 4 | 24 |
| Idotea baltica | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea sp | | | | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv + indet | | | 7 | 7 | 3 | 1 | | | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | | | | | 1 | 1 | | 2 |
| Aoridae | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calliopidae | 6 | 1 | 10 | 10 | 1 | 2 | | 2 | | 15 | 3 | 13 | 5 | | | 1 | | | 1 | 1 | 5 |
| Corophiidae | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | 1 | | | |
| Gammaridae | 2 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| Hyalidae | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | 21 | | 75 | 54 | 30 | 23 | | | 1 | | 4 | | | | | | | 1 | 3 | 3 | 7 |
| Stenothoidae | 2 | | | 10 | | | | | | 2 | 2 | 3 | | | | | | | | | |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | | | 2 | 3 | | | | | 5 | 14 | 10 | | 2 | 2 | | | |
| Littorina obtusata/mariae | 4 | | 48 | 2 | 1 | 2 | 2 | | | 1 | | | 2 | 4 | 7 | 2 | | | | | |
| Littorina sp. | 1 | | 5 | | | | 7 | 3 | | | | | 1 | | 3 | | | | | | |
| Lacuna vincta | 62 | 5 | 56 | 6 | | | 28 | 42 | 6 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | | | | |
| Rissoa | 228 | 5 | 46 | 214 | 8 | 4 | 6 | 9 | 3 | 12 | 13 | 6 | 17 | 18 | 44 | 3 | 5 | 35 | | | |
| Bittium reticulatum | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hiatella arctica | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mytilus sp | 1 | | 3 | 4 | 1 | 2 | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae indet | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Serpulidae (cf.Spirorbis) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Syllidae | | 2 | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sabellidae | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda indet. (reke) | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Carcinus maenas | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Palaemon sp | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| SJØSTJERNER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asteroidea indet (juvenil) | | | | | | | 5 | 5 | | | | | 2 | 3 | 4 | 3 | | 2 | | | |
| Asterias rubens | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbellaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSEKTSLARVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | | | 1 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | 24 | 2 | 16 | 19 | 5 | 13 | 5 | 1 | 5 | 7 | 16 | 9 | 1 | 4 | | | 7 | | | | |
| NAKENSNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nudibranchia | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Doto cf cornata | 1 | | | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertinea | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# Vedlegg B.

**Tabell 19. GPS posisjoner for "Full City" undersøkelsene 2010 (WGS 84):**

| Stasjonsnavn | Område | WGS 84 | |
|---|---|---|---|
| FC 1A | Jomfruland – oljeeksponert | N58.87405 | E9.61077 |
| FC 1B | Jomfruland - ikke eksponert | N58.87459 | E9.61099 |
| FC 2A | Stråholmen - oljeeksponert | N58.89325 | E9.64507 |
| FC 2B | Stråholmen - ikke eksponert | N58.90392 | E9.65263 |
| FC 3A | Såstein - oljeeksponert | N58.96821 | E9.70890 |
| FC 3B | Såstein - ikke eksponert | N58.96597 | E9.70634 |
| FC 4A_feller (09) | Åbyfjorden - oljeeksponert | N58.99068 | E9.65708 |
| FC 4A | Åbyfjorden - oljeeksponert | N58.98367 | E9.68817 |
| FC 4B | Åbyfjorden - ikke eksponert | N58.98896 | E9.68488 |
| FC 5A | Krokshavn - oljeeksponert | N58.99809 | E9.73694 |
| FC 5B | Krokshavn - ikke eksponert | N58.99638 | E9.73521 |
| FC 6A | Fugløyrong - oljeeksponert | N58.98533 | E9.80448 |
| FC 6B | Fugløyrong - ikke eksponert | N58.98002 | E9.81369 |
| FC 7 | Nevlungsstranda – ikke sanert | N58.96677 | E9.84353 |
| FC 8 | Oddane fort – ikke sanert | N58.96053 | E9.85315 |

# Vedlegg C.

**Tabell 20. De fem vanligste alger og dyr i fjæra for hver stasjon. Forekomst (%) er den prosentandel ruter arten ble registrert i – på hver stasjon undersøkes 100 ruter.**

| ALGER - FC 1A | % | DYR - FC 1A | % | ALGER - FC 1B | % | DYR - FC 1B | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fucus vesiculosus | 75 | Littorina sp. juvenil | 28 | Cladophora albida | 86 | Littorina sp. juvenil | 75 |
| Hildenbrandia rubra | 74 | Littorina obtusata | 26 | Ceramium rubrum | 72 | Balanus balanoides | 68 |
| Rivularia sp | 53 | Lacuna vincta | 23 | Hildenbrandia rubra | 67 | Mytilus edulis | 20 |
| Ulva spp | 30 | Balanus sp. Juvenil | 20 | Fucus vesiculosus | 57 | Electra pilosa | 14 |
| Ceramium rubrum | 26 | Balanus balanoides | 14 | Polysiphonia brodaei | 48 | Laomedea geniculata | 6 |
| **ALGER - FC 2A** | **%** | **DYR - FC 2A** | **%** | **ALGER - FC 2B** | **%** | **DYR - FC 2B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 79 | Littorina littorea | 70 | Hildenbrandia rubra | 93 | Dynamena pumila | 32 |
| Fucus vesiculosus | 62 | Littorina obtusata | 44 | Fucus vesiculosus | 34 | Balanus balanoides | 31 |
| Rivularia sp | 29 | Balanus balanoides | 27 | Coralliniacea indet. | 31 | Littorina littorea | 29 |
| Coralliniacea indet. | 26 | Littorina sp. juvenil | 13 | Rivularia sp | 18 | Electra pilosa | 28 |
| Chondrus crispus | 12 | Asterias rubens | 11 | Chondrus crispus | 16 | Metridium senile var. pallidum | 14 |
| **ALGER - FC 3A** | **%** | **DYR - FC 3A** | **%** | **ALGER - FC 3B** | **%** | **DYR - FC 3B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 76 | Hildenbrandia rubra | 100 | Dynamena pumila | 65 |
| Fucus vesiculosus | 89 | Laomedea geniculata | 30 | Fucus vesiculosus | 59 | Electra pilosa | 43 |
| Coralliniacea indet. | 24 | Dynamena pumila | 16 | Ulva intestinalis | 24 | Balanus balanoides | 40 |
| Brune skorpeformede alger | 12 | Littorina littorea | 14 | Brune skorpeformede alger | 22 | Balanus improvisus | 28 |
| Chondrus crispus | 6 | Littorina obtusata | 8 | Cladophora rupestris | 20 | Laomedea geniculata | 25 |
| **ALGER - FC 4A** | **%** | **DYR - FC 4A** | **%** | **ALGER - FC 4B** | **%** | **DYR - FC 4B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Mytilus edulis | 83 | Hildenbrandia rubra | 100 | Laomedea geniculata | 61 |
| Fucus vesiculosus | 98 | Littorina sp. juvenil | 30 | Fucus vesiculosus | 100 | Asterias rubens | 50 |
| Rivularia sp | 67 | Littorina obtusata | 25 | Ceramium rubrum | 21 | Electra pilosa | 50 |
| Brune skorpeformede alger | 9 | Lacuna vincta | 22 | Ralfsia verrucosa | 10 | Clava multicornis | 23 |
| Ahnfeltia plicata | | Electra pilosa | 15 | Ulva spp | 7 | Dynamena pumila | 22 |
| **ALGER - FC 5A** | **%** | **DYR - FC 5A** | **%** | **ALGER - FC 5B** | **%** | **DYR - FC 5B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 68 | Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 74 |
| Fucus vesiculosus | 95 | Asterias rubens | 35 | Fucus vesiculosus | 89 | Clava multicornis | 42 |
| Brune skorpeformede alger | 9 | Littorina littorea | 27 | Elachista fucicola | 8 | Balanus improvisus | 19 |
| Elachista fucicola | 7 | Mytilus edulis | 23 | Rivularia sp | 7 | Littorina sp. juvenil | 17 |
| Coralliniacea indet. | 3 | Rissoa parva | 17 | Brune skorpeformede alger | 6 | Dynamena pumila | 16 |
| **ALGER - FC 6A** | **%** | **DYR - FC 6A** | **%** | **ALGER - FC 6B** | **%** | **DYR - FC 6B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Littorina littorea | 44 | Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 92 |
| Fucus vesiculosus | 95 | Balanus balanoides | 37 | Fucus vesiculosus | 69 | Dynamena pumila | 39 |
| Brune skorpeformede alger | 27 | Littorina sp. juvenil | 31 | Elachista fucicola | 24 | Littorina littorea | 30 |
| Rivularia sp | 12 | Electra pilosa | 28 | Brune skorpeformede alger | 18 | Balanus improvisus | 25 |
| Elachista fucicola | 1 | Dynamena pumila | 27 | Porphyra cf umbilicalis | 10 | Rissoa parva | 13 |
| **ALGER - FC 7** | **%** | **DYR - FC 7** | **%** | **ALGER - FC 8** | **%** | **DYR - FC 8** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 95 | Mytilus edulis | 96 | Hildenbrandia rubra | 100 | Mytilus edulis | 55 |
| Fucus vesiculosus | 90 | Rissoa parva | 55 | Fucus vesiculosus | 58 | Dynamena pumila | 43 |
| Coralliniacea indet. | 35 | Balanus balanoides | 54 | Ceramium rubrum | 21 | Balanus balanoides | 38 |
| Brune skorpeformede alger | 30 | Littorina littorea | 50 | Elachista fucicola | 21 | Lacuna vincta | 36 |
| Cladophora albida | 20 | Nucella lapillus | 36 | Brune skorpeformede alger | 20 | Rissoa parva | 28 |

**Tabell 21. Antall dyr registrert i 3 taufeller, i tidevannssonen og 3 taufeller i sjøsonen på hver stasjon, gruppert i ulike dyregrupper i 2010. Tallene angir antall individer. x = tilstedeværelse i prøven. xx = vanlig. - = ikke registrert i prøven.**

| Tidevannssonen | 1A_1 | 1B_1 | 2A_1 | 2B_1 | 3A_1 | 3B_1 | 4A_1 | 4A_N1 | 4B_1 | 5A_1 | 5B_1 | 6A_1 | 6B_1 | 7_1 | 8_1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oljeklumper | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - |
| Nematoda | x | x | x | x | x | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Harp. Copepoda | x | x | x | xx | xx | xx | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Calanoida | x | xx | - | - | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Muslingkreps (Ostracoda) | x | x | x | x | x | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Anemone (Actinaria) | 1 | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flimmerorm (Turbellaria) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flerbørstemark (Polychaeta) | - | 7 | 8 | 8 | 1 | 6 | - | - | - | 1 | 5 | - | 1 | 6 | - |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | - | - | - | - | - | 4 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 17 | 1 | - |
| Tifotkreps (Decapoda) | 2 | 1 | 4 | 12 | 29 | 2 | - | 7 | 6 | 7 | 26 | 2 | 4 | 5 | - |
| Tanglus (Isopoda) | 231 | 720 | 149 | 183 | 78 | 1954 | - | 114 | 220 | 30 | 65 | 371 | 99 | 603 | 22 |
| Tanglopper (Amphipoda) | 152 | 357 | 353 | 428 | 235 | 318 | 23 | 303 | 266 | 432 | 102 | 250 | 356 | 195 | 40 |
| Sjøedderkopp (Pycnogonidae) | - | - | 1 | - | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Snegl (Gastropoda) | 485 | 640 | 524 | 249 | 643 | 1026 | 23 | 527 | 25 | 698 | 188 | 3814 | 1734 | 2159 | 2907 |
| Muslinger (Bivalvia) | - | 9 | 1 | 17 | 11 | 39 | - | 7 | - | 3 | - | 46 | 12 | 24 | 18 |
| Sjøstjerner (Asteroidea) | - | 1 | - | 2 | 5 | - | - | 2 | 5 | 4 | 3 | - | - | 3 | 1 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | - | 1 | 1 | 6 | 5 | - | - | 2 | 5 | 4 | 3 | - | - | 3 | 1 |
| Midd | 11 | 50 | 43 | 93 | 58 | 465 | 5 | 63 | 9 | 9 | 5 | 42 | 37 | 219 | 21 |
| Sekkedyr (Ascidiacea) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Collemboler | - | - | - | - | - | 1 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Sjøsonen** | **1A_2** | **1B_2** | **2A_2** | **2B_2** | **3A_2** | **3B_2** | **4A_2** | **4A_N2** | **4B_2** | **5A_2** | **5B_2** | **6A_2** | **6B_2** | **7_2** | **8_2** |
| Oljeklumper | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x |
| Nematoda | x | x | x | x | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Harp. Copepoda | xx | x | xx | xx | xx | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Calanoida | - | x | - | - | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Muslingkreps (Ostracoda) | x | x | x | x | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Anemone (Actinaria) | - | - | - | 5 | - | 3 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Flimmerorm (Turbellaria) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Flerbørstemark (Polychaeta) | - | 21 | 2 | 10 | 3 | 6 | - | - | 2 | - | 9 | 5 | 6 | 7 | 3 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | - | 2 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 7 | 1 |
| Tifotkreps (Decapoda) | 3 | 1 | 11 | 5 | 24 | 18 | 1 | 2 | 29 | 13 | 20 | 3 | 6 | 3 | 10 |
| Tanglus (Isopoda) | 470 | 1106 | 105 | 183 | 66 | 1641 | 2 | 78 | 4 | 16 | 53 | 398 | 259 | 276 | 663 |
| Tanglopper (Amphipoda) | 758 | 919 | 622 | 412 | 149 | 1052 | 94 | 447 | 199 | 451 | 119 | 171 | 937 | 140 | 605 |
| Sjøedderkopp (Pycnogonidae) | - | - | 2 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 |
| Snegl (Gastropoda) | 1848 | 1673 | 972 | 393 | 705 | 1626 | 37 | 353 | 52 | 262 | 409 | 14986 | 1140 | 1631 | 18170 |
| Muslinger (Bivalvia) | 6 | 15 | 2 | 13 | 5 | 26 | - | 2 | - | 4 | 1 | 230 | 1 | 24 | 5 |
| Sjøstjerner (Asteroidea) | - | - | - | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | - | 3 | 2 | - | - | 2 | 23 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | - | - | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | - | 3 | 2 | - | - | 2 | 23 |
| Midd | 72 | 175 | 52 | 158 | 49 | 649 | 1 | 90 | 5 | 9 | 9 | 92 | 50 | 180 | 102 |
| Sekkedyr (Ascidiacea) | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

**Tabell 22. De fem vanligst dyrene registrert i 3 taufeller i tidevannssonen og 3 taufeller i sjøsonen, på hver stasjon i 2010.**

| FC 1A_DYP 1 | Ant | FC 1A_DYP 2 | Ant | FC 1B_DYP 1 | Ant | FC 1B_DYP 2 | Ant |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 480 | Rissoa | 1822 | Idotea granulosa | 660 | Rissoa | 1641 |
| Idotea granulosa | 197 | Calliopidae | 316 | Rissoa | 619 | Idotea granulosa | 970 |
| Calliopidae | 76 | Idotea granulosa | 261 | Hyalidae | 205 | Ischyroceridae | 592 |
| Ischyroceridae | 46 | Amphipoda indet+juv | 179 | Ischyroceridae | 134 | Calliopidae | 222 |
| Amphipoda indet+juv | 21 | Ischyroceridae | 174 | Midd | 50 | Midd | 175 |
| **FC 2A_DYP 1** | **Ant** | **FC 2A_DYP 2** | **Ant** | **FC 2B_DYP 1** | **Ant** | **FC 2B_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa | 510 | Rissoa | 956 | Rissoa | 235 | Rissoa | 382 |
| Gammaridae | 148 | Gammaridae | 248 | Ischyroceridae | 151 | Midd | 158 |
| Idotea granulosa | 102 | Calliopidae | 114 | Gammaridae | 127 | Ischyroceridae | 114 |
| Stenothoidae | 89 | Stenothoidae | 108 | Midd | 93 | Gammaridae | 74 |
| Midd | 43 | Aoridae | 64 | Jaera | 65 | Calliopidae | 67 |
| **FC 3A_DYP 1** | **Ant** | **FC 3A_DYP 2** | **Ant** | **FC 3B_DYP 1** | **Ant** | **FC 3B_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa | 598 | Rissoa | 537 | Jaera | 1635 | Rissoa | 1608 |
| Calliopidae | 113 | Littorina sp | 92 | Rissoa | 992 | Idotea granulosa | 1001 |
| Gammaridae | 59 | Gammaridae | 59 | Midd | 465 | Midd | 649 |
| Midd | 58 | Midd | 49 | Idotea granulosa | 312 | Jaera | 554 |
| Idotea granulosa | 47 | Idotea granulosa | 42 | Gammaridae | 200 | Stenothoidae | 405 |
| **FC 4A_DYP 1** | **Ant** | **FC 4A_DYP 2** | **Ant** | **FC 4B_DYP 1** | **Ant** | **FC 4B_DYP 2** | **Ant** |
| insektslarver-ikke mygg midd | 81 | Gammaridae | 83 | Jaera | 190 | Aoridae | 61 |
| Gammaridae | 23 | Rissoa | 33 | Aoridae | 104 | Rissoa | 48 |
| Littorina sp | 12 | Aoridae | 7 | Gammaridae | 70 | Corophiidae | 46 |
| Rissoa | 11 | Amphipoda indet+juv | 2 | Hyalidae | 49 | Gammaridae | 38 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | 10 | Corophiidae | 2 | Idotea granulosa | 23 | Athanas (reke) | 23 |
| **FC 4A_NY 1** | **Ant** | **FC 4A_NY 2** | **Ant** | | | | |
| Rissoa | 472 | Gammaridae | 378 | | | | |
| Jaera | 103 | Rissoa | 343 | | | | |
| Aoridae | 103 | Midd | 90 | | | | |
| Midd | 63 | Idotea pelagica | 27 | | | | |
| Corophiidae | 62 | Stenothoidae | 26 | | | | |
| **FC 5A_DYP 1** | **Ant** | **FC 5A_DYP 2** | **Ant** | **FC 5B_DYP 1** | **Ant** | **FC 5B_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa | 672 | Rissoa | 248 | Rissoa | 181 | Rissoa | 405 |
| Gammaridae | 230 | Gammaridae | 245 | Calliopidae | 71 | Calliopidae | 62 |
| Calliopidae | 139 | Calliopidae | 164 | Idotea granulosa | 56 | Idotea granulosa | 44 |
| Aoridae | 21 | Aoridae | 16 | Athanas (reke) | 25 | Stenothoidae | 21 |
| Idotea pelagica | 16 | Corophiidae | 14 | Gammaridae | 9 | Athanas (reke) | 18 |
| **FC 6A_DYP 1** | **Ant** | **FC 6A_DYP 2** | **Ant** | **FC 6B_DYP 1** | **Ant** | **FC 6B_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa | 3804 | Rissoa | 14974 | Rissoa | 1656 | Rissoa | 1124 |
| Idotea granulosa | 342 | Idotea granulosa | 324 | Gammaridae | 333 | Gammaridae | 800 |
| Calliopidae | 157 | Mytilus sp | 230 | Littorina sp | 48 | Idotea baltica | 180 |
| Mytilus sp | 46 | Midd | 92 | Jaera | 47 | Midd | 50 |
| Midd | 42 | Calliopidae | 53 | Idotea baltica | 41 | Aoridae | 47 |
| **FC 7_DYP 1** | **Ant** | **FC 7_DYP 2** | **Ant** | **FC 8_DYP 1** | **Ant** | **FC 8_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa | 2143 | Rissoa | 1610 | Rissoa | 2862 | Rissoa | 18150 |
| Idotea granulosa | 529 | Idotea granulosa | 227 | Littorina sp | 38 | Gammaridae | 470 |
| Midd | 219 | Midd | 180 | Gammaridae | 31 | Idotea granulosa | 353 |
| Ischyroceridae | 92 | Ischyroceridae | 73 | Midd | 21 | Idotea sp | 216 |
| Idotea pelagica | 61 | Idotea pelagica | 38 | Idotea granulosa | 16 | Midd | 102 |

# Vedlegg D.

**Univariat Diversitet index – hentet fra DIVERSE analysen i PRIMER**

$$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

$P_i = n_i/N$, $n_i$ = antall individer av en art i, N= totalt antall individer i prøven/på stasjonen. S = totalt antall arter i prøven/på stasjonen

**Tabell 23. H' verdi til alger registrert i 4 rammer på hver stasjon (2010). Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 2,391 | 1,923 | 1,391 | 1,192 | 1,046 | 1,22 | 1,978 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 2,609 | 2,06 | 2,564 | 1,917 | 1,107 | 1,784 | 2,406 |

**Tabell 24. H' verdi til dyr registrert i 4 rammer på hver stasjon (2010). Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 2,238 | 2,074 | 1,841 | 1,917 | 2,023 | 2,443 | 1,988 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 1,561 | 2,487 | 2,205 | 2,41 | 2,142 | 1,966 | 2,242 |

**Tabell 25. H' verdi til dyr registrert i 6 feller fra to dyp på hver stasjon. Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER (2009)**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 2,068 | 2,319 | 1,794 | 1,89 | 2,109 | 1,225 | 0,9734 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 2,296 | 2,525 | 2,55 | 2,452 | 2,095 | 1,876 | 0,6088 |

**Tabell 26. H' verdi til dyr registrert i 6 feller fra to dyp på hver stasjon. Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER (2010)**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A / 4A_NY | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 1,623 | 1,849 | 1,868 | 1,729 / 2,017 | 1,608 | 0,4416 | 1,321 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 1,728 | 2,504 | 1,967 | 2,377 | 1,618 | 1,346 | 0,3995 |

# Vedlegg E.

**SIMPER analyse av rammeregistreringene, analysert på faktoren: Oljeeksponering**

Cut off for low contributions: 90,00%

**Tabell 27. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

**Tabell 28. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

**Tabell 29. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

**Tabell 30. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

**Tabell 31. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

**Tabell 32. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

**Tabell 27. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

**ALGER**
**Average dissimilarity = 38,79**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Lite oljesøl Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rivularia sp | 27,67 | 6,67 | 3,13 | 1,35 | 8,08 | 8,08 |
| Ceramium rubrum | 4,67 | 19,17 | 3,08 | 1,34 | 7,94 | 16,02 |
| Coralliniacea indet. | 11,67 | 13,00 | 2,72 | 1,19 | 7,02 | 23,04 |
| Cladophora albida | 2,83 | 17,33 | 2,58 | 1,23 | 6,66 | 29,70 |
| Ulva spp | 5,17 | 7,17 | 2,33 | 1,49 | 6,01 | 35,71 |
| Chondrus crispus | 4,67 | 10,33 | 2,26 | 1,32 | 5,82 | 41,53 |
| Elachista fucicola | 4,33 | 9,50 | 1,84 | 1,20 | 4,75 | 46,28 |
| Sphacelaria sp | 2,50 | 7,17 | 1,74 | 1,07 | 4,48 | 50,76 |
| Fucus serratus | 0,83 | 6,17 | 1,71 | 1,26 | 4,41 | 55,17 |
| Fucus vesiculosus | 85,67 | 68,00 | 1,59 | 1,19 | 4,09 | 59,26 |
| Ahnfeltia plicata | 0,00 | 3,83 | 1,33 | 1,23 | 3,44 | 62,70 |
| Brune skorpeformede alger | 12,33 | 11,00 | 1,33 | 1,22 | 3,44 | 66,14 |
| Ectocarpales | 1,00 | 3,00 | 1,23 | 1,05 | 3,18 | 69,31 |
| Polysiphonia fibrillosa | 0,00 | 6,50 | 1,21 | 0,74 | 3,12 | 72,43 |
| Polysiphonia fucoides | 0,17 | 6,00 | 1,11 | 0,71 | 2,86 | 75,29 |
| Trailliella/Spermothamnion | 0,00 | 7,50 | 0,99 | 0,53 | 2,55 | 77,84 |
| Ulva lactuca | 1,83 | 2,67 | 0,99 | 0,70 | 2,54 | 80,39 |
| Cladophora rupestris | 0,33 | 3,50 | 0,98 | 0,69 | 2,53 | 82,92 |
| Polysiphonia brodaei | 0,00 | 8,00 | 0,88 | 0,44 | 2,26 | 85,18 |
| Porphyra sp. | 0,33 | 1,67 | 0,74 | 0,54 | 1,90 | 87,08 |
| Cyanophyceae | 0,17 | 1,67 | 0,59 | 0,57 | 1,52 | 88,60 |
| Hildenbrandia rubra | 92,17 | 93,33 | 0,54 | 0,92 | 1,39 | 90,00 |
| Polysiphonia elongata | 0,17 | 1,50 | 0,51 | 0,59 | 1,31 | 91,30 |

*Groups A & B*

**DYR**
**Average dissimilarity = 42,59**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Lite oljesøl Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semibalanus balanoides | 37,00 | 53,83 | 3,28 | 1,15 | 7,69 | 7,69 |
| Littorina littorea | 26,67 | 13,33 | 3,14 | 1,43 | 7,38 | 15,07 |
| Littorina sp. juvenil | 19,83 | 17,67 | 3,10 | 1,54 | 7,27 | 22,34 |
| Mytilus edulis | 19,50 | 5,83 | 3,01 | 1,14 | 7,08 | 29,41 |
| Dynamena pumila | 11,00 | 29,17 | 2,83 | 1,60 | 6,66 | 36,07 |
| Balanus improvisus | 5,83 | 14,83 | 2,81 | 1,47 | 6,60 | 42,67 |
| Littorina obtusata | 22,83 | 6,33 | 2,60 | 1,54 | 6,10 | 48,77 |
| Clava multicornis | 2,17 | 14,67 | 2,58 | 1,33 | 6,06 | 54,82 |
| Hydroidea indet | 9,67 | 17,83 | 2,56 | 1,32 | 6,01 | 60,83 |
| Electra pilosa | 11,50 | 25,00 | 2,31 | 1,43 | 5,41 | 66,25 |
| Lacuna vincta | 8,83 | 1,50 | 2,11 | 1,24 | 4,96 | 71,20 |
| Asterias rubens | 15,67 | 12,50 | 1,92 | 1,29 | 4,50 | 75,71 |
| Membranipora membranacea | 1,67 | 5,17 | 1,69 | 1,40 | 3,98 | 79,69 |
| Alcyonidium spp | 0,50 | 5,17 | 1,59 | 1,11 | 3,73 | 83,42 |
| Balanus sp. juvenil | 4,17 | 2,17 | 1,54 | 0,87 | 3,61 | 87,02 |
| Rissoa sp | 3,83 | 2,33 | 1,53 | 0,96 | 3,59 | 90,61 |

**Tabell 28. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

**ALGER**
**Average dissimilarity = 39,06**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cladophora albida | 2,83 | 17,00 | 3,44 | 2,05 | 8,81 | 8,81 |
| Ceramium rubrum | 4,67 | 13,00 | 2,87 | 2,03 | 7,35 | 16,16 |
| Coralliniacea indet. | 11,67 | 24,50 | 2,83 | 1,21 | 7,25 | 23,41 |
| Rivularia sp | 27,67 | 9,00 | 2,55 | 1,26 | 6,53 | 29,94 |
| Trailliella/Spermothamnion | 0,00 | 5,50 | 2,32 | 3,83 | 5,94 | 35,89 |
| Polysiphonia fibrillosa | 0,00 | 9,00 | 1,94 | 0,94 | 4,96 | 40,85 |
| Rhizoclonium/Ulothrix | 0,17 | 4,50 | 1,92 | 2,81 | 4,91 | 45,76 |
| Elachista fucicola | 4,33 | 11,00 | 1,88 | 1,48 | 4,81 | 50,57 |
| Fucus serratus | 0,83 | 8,00 | 1,88 | 1,37 | 4,81 | 55,38 |
| Ulva spp | 5,17 | 4,50 | 1,71 | 1,13 | 4,39 | 59,76 |
| Corallina officinalis | 0,00 | 5,00 | 1,68 | 0,94 | 4,31 | 64,07 |
| Brune skorpeformede alger | 12,33 | 25,00 | 1,67 | 1,89 | 4,29 | 68,36 |
| Chondrus crispus | 4,67 | 4,50 | 1,58 | 1,54 | 4,04 | 72,39 |
| Audouniella sp. | 0,17 | 4,00 | 1,30 | 1,02 | 3,33 | 75,73 |
| Ulva lactuca | 1,83 | 2,00 | 1,09 | 1,06 | 2,80 | 78,53 |
| Fucus vesiculosus | 85,67 | 74,00 | 1,05 | 1,24 | 2,68 | 81,21 |
| Chaetomorpha linum | 0,00 | 2,50 | 1,02 | 0,94 | 2,62 | 83,82 |
| Fucus sp juvenil/nedbeitet | 0,83 | 2,00 | 0,96 | 0,98 | 2,45 | 86,27 |
| Sphacelaria sp | 2,50 | 0,50 | 0,86 | 0,98 | 2,21 | 88,48 |
| Polysiphonia brodaei | 0,00 | 1,00 | 0,75 | 0,94 | 1,93 | 90,41 |

**DYR**
**Average dissimilarity = 47,29**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus edulis | 19,50 | 75,50 | 5,74 | 1,90 | 12,13 | 12,13 |
| Rissoa sp | 3,83 | 41,50 | 5,11 | 2,48 | 10,80 | 22,94 |
| Littorina littorea | 26,67 | 25,00 | 3,71 | 1,42 | 7,84 | 30,78 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 19,00 | 3,66 | 1,54 | 7,74 | 38,51 |
| Littorina sp. juvenil | 19,83 | 1,50 | 3,28 | 2,01 | 6,95 | 45,46 |
| Littorina obtusata | 22,83 | 2,50 | 2,98 | 2,35 | 6,29 | 51,75 |
| Lacuna vincta | 8,83 | 24,00 | 2,90 | 1,53 | 6,14 | 57,89 |
| Dynamena pumila | 11,00 | 22,00 | 2,75 | 1,88 | 5,82 | 63,71 |
| Semibalanus balanoides | 37,00 | 46,00 | 2,60 | 1,18 | 5,49 | 69,20 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 1,67 | 14,00 | 2,43 | 1,22 | 5,14 | 74,34 |
| Electra pilosa | 11,50 | 13,00 | 2,02 | 1,61 | 4,27 | 78,61 |
| Balanus improvisus | 5,83 | 4,50 | 1,69 | 1,63 | 3,57 | 82,18 |
| Hydroidea indet | 9,67 | 4,50 | 1,51 | 1,28 | 3,19 | 85,37 |
| Balanus sp. juvenil | 4,17 | 1,50 | 1,41 | 0,99 | 2,98 | 88,36 |
| Asterias rubens | 15,67 | 6,50 | 1,15 | 0,92 | 2,43 | 90,79 |

**Tabell 29. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

**ALGER**
**Average dissimilarity = 38,32**

| Species | Lite oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cladophora albida | 17,33 | 17,00 | 2,54 | 1,95 | 6,64 | 6,64 |
| Coralliniacea indet. | 13,00 | 24,50 | 2,54 | 1,11 | 6,63 | 13,27 |
| Trailliella/Spermothamnion | 7,50 | 5,50 | 2,14 | 2,91 | 5,59 | 18,86 |
| Ceramium rubrum | 19,17 | 13,00 | 2,03 | 1,33 | 5,31 | 24,17 |
| Polysiphonia fibrillosa | 6,50 | 9,00 | 1,96 | 1,20 | 5,11 | 29,28 |
| Rhizoclonium/Ulothrix | 0,00 | 4,50 | 1,85 | 3,24 | 4,84 | 34,12 |
| Fucus serratus | 6,17 | 8,00 | 1,78 | 1,24 | 4,63 | 38,75 |
| Chondrus crispus | 10,33 | 4,50 | 1,77 | 2,32 | 4,61 | 43,37 |
| Brune skorpeformede alger | 11,00 | 25,00 | 1,76 | 1,44 | 4,60 | 47,97 |
| Elachista fucicola | 9,50 | 11,00 | 1,73 | 1,62 | 4,52 | 52,48 |
| Ulva spp | 7,17 | 4,50 | 1,63 | 1,50 | 4,24 | 56,73 |
| Corallina officinalis | 0,33 | 5,00 | 1,47 | 0,96 | 3,84 | 60,57 |
| Sphacelaria sp | 7,17 | 0,50 | 1,30 | 1,02 | 3,39 | 63,96 |
| Polysiphonia brodaei | 8,00 | 1,00 | 1,25 | 0,85 | 3,27 | 67,23 |
| Fucus vesiculosus | 68,00 | 74,00 | 1,17 | 1,16 | 3,05 | 70,28 |
| Audouniella sp. | 0,33 | 4,00 | 1,17 | 1,03 | 3,05 | 73,33 |
| Ahnfeltia plicata | 3,83 | 0,00 | 1,10 | 1,19 | 2,88 | 76,21 |
| Ulva lactuca | 2,67 | 2,00 | 1,07 | 1,07 | 2,79 | 79,00 |
| Rivularia sp | 6,67 | 9,00 | 1,07 | 1,37 | 2,78 | 81,78 |
| Ectocarpales | 3,00 | 0,50 | 0,97 | 1,14 | 2,53 | 84,31 |
| Chaetomorpha linum | 0,50 | 2,50 | 0,93 | 1,06 | 2,42 | 86,73 |
| Polysiphonia fucoides | 6,00 | 0,00 | 0,91 | 0,65 | 2,39 | 89,12 |
| Cladophora rupestris | 3,50 | 0,50 | 0,88 | 0,83 | 2,30 | 91,42 |

**DYR**
**Average dissimilarity = 48,63**

| Species | Lite oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus edulis | 5,83 | 75,50 | 6,28 | 3,76 | 12,92 | 12,92 |
| Rissoa sp | 2,33 | 41,50 | 5,27 | 3,23 | 10,84 | 23,76 |
| Lacuna vincta | 1,50 | 24,00 | 3,55 | 2,42 | 7,31 | 31,07 |
| Littorina littorea | 13,33 | 25,00 | 3,35 | 1,65 | 6,89 | 37,96 |
| Nucella lapillus | 0,17 | 19,00 | 3,33 | 1,46 | 6,85 | 44,81 |
| Dynamena pumila | 29,17 | 22,00 | 2,86 | 1,31 | 5,89 | 50,70 |
| Littorina sp. juvenil | 17,67 | 1,50 | 2,60 | 0,87 | 5,34 | 56,04 |
| Electra pilosa | 25,00 | 13,00 | 2,47 | 1,59 | 5,08 | 61,12 |
| Clava multicornis | 14,67 | 2,00 | 2,42 | 1,32 | 4,97 | 66,09 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 5,17 | 14,00 | 2,33 | 1,41 | 4,79 | 70,89 |
| Balanus improvisus | 14,83 | 4,50 | 2,18 | 1,82 | 4,48 | 75,36 |
| Hydroidea indet | 17,83 | 4,50 | 1,90 | 1,14 | 3,90 | 79,27 |
| Membranipora membranacea | 5,17 | 0,00 | 1,69 | 1,47 | 3,47 | 82,74 |
| Semibalanus balanoides | 53,83 | 46,00 | 1,65 | 1,79 | 3,38 | 86,12 |
| Alcyonidium spp | 5,17 | 0,50 | 1,41 | 1,06 | 2,90 | 89,02 |
| Metridium senile var. pallidum | 3,17 | 2,50 | 1,30 | 1,04 | 2,66 | 91,68 |

**Tabell 30. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

**Average dissimilarity = 45,08**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Lite oljesøl Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 3637,14 | 1485,50 | 7,97 | 1,05 | 17,67 | 17,67 |
| Idotea granulosa | 198,14 | 527,00 | 3,79 | 1,24 | 8,41 | 26,08 |
| Jaera | 38,29 | 428,00 | 2,88 | 0,95 | 6,38 | 32,46 |
| Gammaridae indet | 232,00 | 307,33 | 2,73 | 1,25 | 6,05 | 38,51 |
| Calliopidae | 173,14 | 151,67 | 2,25 | 1,22 | 4,98 | 43,49 |
| Midd | 85,14 | 284,17 | 2,25 | 1,24 | 4,98 | 48,47 |
| Ischyroceridae | 56,57 | 176,67 | 2,22 | 1,05 | 4,92 | 53,39 |
| Stenothoidae | 55,43 | 102,50 | 1,55 | 1,16 | 3,43 | 56,83 |
| Hyalidae | 8,29 | 64,67 | 1,38 | 1,07 | 3,06 | 59,88 |
| Idotea baltica | 14,57 | 55,67 | 1,36 | 1,05 | 3,02 | 62,90 |
| Aoridae | 35,57 | 48,67 | 1,28 | 1,04 | 2,85 | 65,75 |
| Mytilus sp | 44,43 | 17,00 | 1,03 | 1,08 | 2,28 | 68,03 |
| Corophiidae | 22,29 | 34,67 | 1,02 | 1,20 | 2,27 | 70,30 |
| Littorina sp | 30,43 | 13,50 | 0,97 | 1,09 | 2,14 | 72,44 |
| Idotea pelagica | 40,43 | 48,17 | 0,96 | 1,22 | 2,14 | 74,58 |
| Athanas (reke) | 6,29 | 13,83 | 0,95 | 0,93 | 2,10 | 76,68 |
| Amphipoda indet+juv | 49,14 | 22,17 | 0,93 | 1,03 | 2,07 | 78,75 |
| Idotea sp | 9,00 | 21,50 | 0,86 | 1,14 | 1,91 | 80,66 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 12,00 | 5,83 | 0,77 | 0,54 | 1,71 | 82,37 |
| Lacuna | 7,00 | 9,00 | 0,56 | 1,21 | 1,25 | 83,63 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 10,00 | 6,67 | 0,52 | 1,14 | 1,15 | 84,78 |
| Bittium | 8,14 | 4,33 | 0,50 | 1,10 | 1,11 | 85,89 |
| Polynoidae | 0,29 | 3,67 | 0,45 | 0,91 | 1,00 | 86,89 |
| Nereidae | 1,43 | 5,17 | 0,44 | 1,35 | 0,99 | 87,88 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 5,43 | 4,67 | 0,42 | 1,07 | 0,93 | 88,81 |
| Littorina obtusata/mariae | 2,00 | 3,83 | 0,39 | 1,02 | 0,86 | 89,67 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 0,57 | 4,17 | 0,36 | 0,97 | 0,80 | 90,47 |

**Tabell 31. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

**Average dissimilarity = 45,97**

| Species | Oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 3637,14 | 12382,50 | 16,51 | 1,47 | 35,91 | 35,91 |
| Idotea granulosa | 198,14 | 562,50 | 3,71 | 1,29 | 8,07 | 43,99 |
| Midd | 85,14 | 261,00 | 1,99 | 1,08 | 4,33 | 48,32 |
| Gammaridae indet | 232,00 | 274,00 | 1,90 | 1,23 | 4,13 | 52,45 |
| Calliopidae | 173,14 | 55,00 | 1,77 | 2,00 | 3,85 | 56,29 |
| Idotea sp | 9,00 | 108,00 | 1,67 | 1,13 | 3,64 | 59,93 |
| Ischyroceridae | 56,57 | 101,50 | 1,48 | 1,13 | 3,23 | 63,16 |
| Aoridae | 35,57 | 0,00 | 1,21 | 1,43 | 2,63 | 65,78 |
| Stenothoidae | 55,43 | 4,50 | 1,13 | 1,41 | 2,45 | 68,24 |
| Jaera | 38,29 | 12,00 | 0,98 | 1,49 | 2,13 | 70,37 |
| Mytilus sp | 44,43 | 25,00 | 0,98 | 1,38 | 2,13 | 72,50 |
| Idotea pelagica | 40,43 | 74,00 | 0,89 | 0,99 | 1,94 | 74,44 |
| Idotea baltica | 14,57 | 25,50 | 0,85 | 1,33 | 1,85 | 76,30 |
| Hyalidae | 8,29 | 26,00 | 0,85 | 1,14 | 1,85 | 78,14 |
| Amphipoda indet+juv | 49,14 | 18,50 | 0,72 | 0,98 | 1,58 | 79,72 |
| Littorina sp | 30,43 | 30,50 | 0,68 | 1,36 | 1,48 | 81,20 |
| Asteroidea indet juv | 3,00 | 14,50 | 0,56 | 1,63 | 1,23 | 82,43 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 0,43 | 7,00 | 0,54 | 1,71 | 1,16 | 83,59 |
| Corophiidae | 22,29 | 9,00 | 0,53 | 1,14 | 1,15 | 84,74 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 12,00 | 0,00 | 0,51 | 0,47 | 1,12 | 85,86 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 10,00 | 1,00 | 0,46 | 1,25 | 1,01 | 86,87 |
| Bittium | 8,14 | 0,50 | 0,42 | 0,82 | 0,90 | 87,77 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 0,57 | 4,50 | 0,38 | 1,30 | 0,83 | 88,60 |
| Lacuna | 7,00 | 13,50 | 0,37 | 0,93 | 0,81 | 89,42 |
| Hiatella arctica | 0,29 | 3,50 | 0,37 | 1,40 | 0,80 | 90,22 |

**Tabell 32. SIMPER analyse av taufellene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

**Average dissimilarity = 46,67**

| Species | Lite oljesøl Av.Abund | Ikke-sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 1485,50 | 12382,50 | 15,44 | 1,44 | 33,09 | 33,09 |
| Idotea granulosa | 527,00 | 562,50 | 3,72 | 2,32 | 7,96 | 41,05 |
| Jaera | 428,00 | 12,00 | 2,48 | 0,95 | 5,30 | 46,36 |
| Gammaridae indet | 307,33 | 274,00 | 2,34 | 1,32 | 5,01 | 51,37 |
| Midd | 284,17 | 261,00 | 2,21 | 1,38 | 4,74 | 56,11 |
| Ischyroceridae | 176,67 | 101,50 | 1,82 | 1,44 | 3,90 | 60,01 |
| Idotea sp | 21,50 | 108,00 | 1,60 | 1,29 | 3,43 | 63,43 |
| Aoridae | 48,67 | 0,00 | 1,40 | 1,21 | 3,00 | 66,43 |
| Calliopidae | 151,67 | 55,00 | 1,36 | 2,07 | 2,91 | 69,34 |
| Stenothoidae | 102,50 | 4,50 | 1,25 | 1,19 | 2,67 | 72,01 |
| Idotea baltica | 55,67 | 25,50 | 1,21 | 1,23 | 2,59 | 74,60 |
| Hyalidae | 64,67 | 26,00 | 1,00 | 1,12 | 2,14 | 76,74 |
| Corophiidae | 34,67 | 9,00 | 0,79 | 1,59 | 1,70 | 78,44 |
| Idotea pelagica | 48,17 | 74,00 | 0,76 | 1,03 | 1,63 | 80,07 |
| Littorina sp | 13,50 | 30,50 | 0,73 | 1,64 | 1,56 | 81,63 |
| Athanas (reke) | 13,83 | 1,00 | 0,63 | 1,03 | 1,35 | 82,97 |
| Mytilus sp | 17,00 | 25,00 | 0,57 | 1,01 | 1,23 | 84,20 |
| Lacuna | 9,00 | 13,50 | 0,49 | 1,19 | 1,06 | 85,26 |
| Asteroidea indet juv | 3,50 | 14,50 | 0,41 | 1,17 | 0,87 | 86,13 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 4,17 | 4,50 | 0,40 | 1,39 | 0,87 | 86,99 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 2,17 | 7,00 | 0,40 | 1,18 | 0,85 | 87,84 |
| Hiatella arctica | 2,50 | 3,50 | 0,38 | 1,60 | 0,81 | 88,66 |
| Bittium | 4,33 | 0,50 | 0,34 | 2,03 | 0,74 | 89,39 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 4,67 | 3,50 | 0,34 | 1,25 | 0,72 | 90,11 |

# Vedlegg F.

**SIMPER ANALYSER**

Cut off for low contributions: 90,00%

**Tabell 33. SIMPER analyse av rammeregistreringene på stasjon 1A, 4A og 4B. Viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av alger gjort i 2009 og 2010**

**Tabell 34. SIMPER analyse av rammeregistreringene på stasjon 1B, 3B, 4A og 4B. Viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av dyr gjort i 2009 og 2010**

**Tabell 35. SIMPER analyse av taufellene som viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av mobil fauna gjort i 2009 og 2010**

**Tabell 36. SIMPER analyse av taufeller og tangprøver som viser forskjellene mellom registreringene av mobil fauna i tangprøver og taufeller fra 2009.**

**Tabell 37. SIMPER analyse av taufeller og tangprøver som viser forskjellene mellom registreringene av mobil fauna i tangprøver og taufeller fra 2010.**

**Tabell 33. SIMPER analyse av rammeregistreringene på stasjon 1A, 4A og 4B. Viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av alger gjort i 2009 og 2010**

**Average dissimilarity = 37,64**

| Species | Group 1A_10 Av.Abund | Group 1A_09 Av.Abund | Av.Diss | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|
| Rivularia sp | 53,00 | 0,00 | 4,93 | 13,10 | 13,10 |
| Fucus serratus | 1,00 | 38,00 | 3,50 | 9,29 | 22,39 |
| Cladophora albida | 16,00 | 0,00 | 2,71 | 7,20 | 29,58 |
| Sphacelaria sp | 13,00 | 57,00 | 2,67 | 7,10 | 36,68 |
| Brune skorpeformede alger | 10,00 | 0,00 | 2,14 | 5,69 | 42,37 |
| Elachista fucicola | 9,00 | 0,00 | 2,03 | 5,40 | 47,76 |
| Coralliniacea indet. | 17,00 | 44,00 | 1,70 | 4,52 | 52,28 |
| Fucus sp juvenil/nedbeitet | 5,00 | 0,00 | 1,51 | 4,02 | 56,30 |
| Corallina officinalis | 0,00 | 5,00 | 1,51 | 4,02 | 60,32 |
| Laminaria sp juvenil/kimplanter | 0,00 | 4,00 | 1,35 | 3,60 | 63,92 |
| Cladophora rupestris | 0,00 | 4,00 | 1,35 | 3,60 | 67,52 |
| Ulva spp | 30,00 | 52,00 | 1,17 | 3,12 | 70,64 |
| Petalonia fascia | 3,00 | 0,00 | 1,17 | 3,12 | 73,76 |
| Chondrus crispus | 10,00 | 22,00 | 1,03 | 2,75 | 76,50 |
| Ulva lactuca | 11,00 | 23,00 | 1,00 | 2,66 | 79,17 |
| Audouniella sp. | 0,00 | 2,00 | 0,96 | 2,54 | 81,71 |
| Trailliella/Spermothamnion | 0,00 | 2,00 | 0,96 | 2,54 | 84,25 |
| Ectocarpales | 5,00 | 13,00 | 0,93 | 2,46 | 86,72 |
| Hildenbrandia rubra | 74,00 | 99,00 | 0,91 | 2,42 | 89,14 |
| Fucus vesiculosus | 75,00 | 55,00 | 0,84 | 2,24 | 91,38 |

**Average dissimilarity = 29,74**

| Species | Group 4A_10 Av.Abund | Group 4A_09 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diatomer | 0,00 | 22,00 | 6,26 | ####### | 21,04 | 21,04 |
| Rivularia sp | 67,00 | 13,00 | 6,11 | ####### | 20,55 | 41,59 |
| Cyanophyceae | 0,00 | 15,00 | 5,17 | ####### | 17,38 | 58,97 |
| Porphyra sp. | 0,00 | 11,00 | 4,42 | ####### | 14,88 | 73,85 |
| Ulva spp | 0,00 | 8,00 | 3,77 | ####### | 12,69 | 86,54 |

**Average dissimilarity = 27,43**

| Species | Group 4B_10 Av.Abund | Group 4B_09 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ulva lactuca | 0,00 | 9,00 | 3,02 | ####### | 11,00 | 11,00 |
| Cyanophyceae | 0,00 | 9,00 | 3,02 | ####### | 11,00 | 22,00 |
| Diatomer | 0,00 | 9,00 | 3,02 | ####### | 11,00 | 33,00 |
| Ulva spp | 7,00 | 30,00 | 2,85 | ####### | 10,38 | 43,38 |
| Chondrus crispus | 0,00 | 4,00 | 2,01 | ####### | 7,33 | 50,71 |
| Ceramium rubrum | 21,00 | 40,00 | 1,75 | ####### | 6,39 | 57,10 |
| Elachista fucicola | 3,00 | 0,00 | 1,74 | ####### | 6,35 | 63,45 |
| Cladophora albida | 3,00 | 0,00 | 1,74 | ####### | 6,35 | 69,80 |
| Sphacelaria sp | 3,00 | 11,00 | 1,59 | ####### | 5,81 | 75,61 |
| Callithamnion spp | 2,00 | 0,00 | 1,42 | ####### | 5,19 | 80,79 |
| Polysiphonia spp | 2,00 | 0,00 | 1,42 | ####### | 5,19 | 85,98 |
| Ectocarpales | 0,00 | 1,00 | 1,01 | ####### | 3,67 | 89,65 |
| Cladophora rupestris | 0,00 | 1,00 | 1,01 | ####### | 3,67 | 93,31 |

**Tabell 34. SIMPER analyse av rammeregistreringene på stasjon 1B, 3B, 4A og 4B. Viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av dyr gjort i 2009 og 2010**

**Average dissimilarity = 55,90**

| Species | Group 1B_10 Av.Abund | Group 1B_09 Av.Abund | Av.Diss | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|
| Semibalanus balanoides | 68,00 | 0,00 | 12,71 | 22,74 | 22,74 |
| Littorina sp. juvenil | 75,00 | 3,00 | 10,68 | 19,11 | 41,85 |
| Littorina littorea | 2,00 | 25,00 | 5,53 | 9,89 | 51,74 |
| Mytilus edulis | 20,00 | 1,00 | 5,35 | 9,58 | 61,31 |
| Littorina obtusata | 1,00 | 12,00 | 3,80 | 6,80 | 68,11 |
| Dynamena pumila | 1,00 | 8,00 | 2,82 | 5,04 | 73,15 |
| Asterias rubens | 4,00 | 13,00 | 2,48 | 4,43 | 77,58 |
| Hydroidea indet | 6,00 | 1,00 | 2,23 | 4,00 | 81,58 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 0,00 | 2,00 | 2,18 | 3,90 | 85,48 |
| Membranipora membranacea | 0,00 | 1,00 | 1,54 | 2,76 | 88,23 |
| Metridium senile var. pallidum | 0,00 | 1,00 | 1,54 | 2,76 | 90,99 |

**Average dissimilarity = 48,87**

| Species | Group 3B_10 Av.Abund | Group 3B_09 Av.Abund | Av.Diss | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|
| Littorina littorea | 0,00 | 25,00 | 5,87 | 12,02 | 12,02 |
| Hydroidea indet | 25,00 | 0,00 | 5,87 | 12,02 | 24,04 |
| Balanus improvisus | 28,00 | 1,00 | 5,04 | 10,32 | 34,36 |
| Clava multicornis | 15,00 | 0,00 | 4,55 | 9,31 | 43,67 |
| Littorina sp. juvenil | 0,00 | 12,00 | 4,07 | 8,33 | 51,99 |
| Membranipora membranacea | 8,00 | 0,00 | 3,32 | 6,80 | 58,79 |
| Semibalanus balanoides | 40,00 | 13,00 | 3,19 | 6,54 | 65,33 |
| Dynamena pumila | 65,00 | 36,00 | 2,42 | 4,96 | 70,29 |
| Asterias rubens | 8,00 | 1,00 | 2,15 | 4,40 | 74,68 |
| Balanus sp. juvenil | 3,00 | 0,00 | 2,03 | 4,16 | 78,85 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 3,00 | 0,00 | 2,03 | 4,16 | 83,01 |
| Electra pilosa | 43,00 | 26,00 | 1,71 | 3,51 | 86,52 |
| Lacuna vincta | 2,00 | 0,00 | 1,66 | 3,40 | 89,91 |
| Spirorbis sp | 0,00 | 2,00 | 1,66 | 3,40 | 93,31 |

**Average dissimilarity = 65,84**

| Species | Group 4A_10 Av.Abund | Group 4A_09 Av.Abund | Av.Diss | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus edulis | 83,00 | 0,00 | 17,55 | 26,65 | 26,65 |
| Littorina obtusata | 25,00 | 0,00 | 9,63 | 14,63 | 41,28 |
| Lacuna vincta | 22,00 | 0,00 | 9,03 | 13,72 | 55,00 |
| Asterias rubens | 8,00 | 0,00 | 5,45 | 8,27 | 63,28 |
| Dynamena pumila | 7,00 | 0,00 | 5,10 | 7,74 | 71,02 |
| Clava multicornis | 6,00 | 0,00 | 4,72 | 7,17 | 78,18 |
| Electra pilosa | 15,00 | 3,00 | 4,12 | 6,26 | 84,45 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 3,00 | 0,00 | 3,34 | 5,07 | 89,51 |
| Hydroidea indet | 2,00 | 0,00 | 2,72 | 4,14 | 93,65 |

**Average dissimilarity = 47,78**

| Species | Group 4B_10 Av.Abund | Group 4B_09 Av.Abund | Av.Diss | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|
| Hydroidea indet | 61,00 | 0,00 | 9,09 | 19,02 | 19,02 |
| Asterias rubens | 50,00 | 0,00 | 8,23 | 17,22 | 36,25 |
| Clava multicornis | 23,00 | 0,00 | 5,58 | 11,68 | 47,93 |
| Semibalanus balanoides | 18,00 | 0,00 | 4,94 | 10,33 | 58,26 |
| Membranipora membranacea | 17,00 | 0,00 | 4,80 | 10,04 | 68,31 |
| Balanus sp. juvenil | 10,00 | 0,00 | 3,68 | 7,70 | 76,01 |
| Littorina obtusata | 14,00 | 4,00 | 2,03 | 4,24 | 80,25 |
| Electra pilosa | 50,00 | 31,00 | 1,75 | 3,66 | 83,92 |
| Littorina littorea | 8,00 | 2,00 | 1,65 | 3,44 | 87,36 |
| Lacuna vincta | 1,00 | 0,00 | 1,16 | 2,44 | 89,80 |
| Mytilus edulis | 1,00 | 0,00 | 1,16 | 2,44 | 92,23 |

**Tabell 35. SIMPER analyse av taufellene som viser forskjeller på samme stasjon, mellom registreringene av mobil fauna gjort i 2009 og 2010**

## Average dissimilarity = 53,06

| Species | Group 1A_09 Av.Abund | Group 1A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 261,00 | 2302,00 | 10,65 | ####### | 20,07 | 20,07 |
| Calliopidae | 20,00 | 392,00 | 5,13 | ####### | 9,67 | 29,74 |
| Gammarellidae | 184,00 | 0,00 | 4,54 | ####### | 8,56 | 38,30 |
| Idotea granulosa | 124,00 | 458,00 | 3,44 | ####### | 6,48 | 44,77 |
| Amphipoda indet+juv | 25,00 | 200,00 | 3,06 | ####### | 5,77 | 50,54 |
| Idotea pelagica | 5,00 | 100,00 | 2,60 | ####### | 4,90 | 55,44 |
| Ischyroceridae | 51,00 | 220,00 | 2,57 | ####### | 4,85 | 60,29 |
| Jaera | 0,00 | 57,00 | 2,53 | ####### | 4,76 | 65,05 |
| Idotea sp | 0,00 | 51,00 | 2,39 | ####### | 4,50 | 69,55 |
| Midd | 4,00 | 83,00 | 2,38 | ####### | 4,48 | 74,04 |
| Idotea baltica | 0,00 | 35,00 | 1,98 | ####### | 3,73 | 77,77 |
| Lacuna | 0,00 | 15,00 | 1,30 | ####### | 2,44 | 80,21 |
| Corophiidae | 35,00 | 5,00 | 1,23 | ####### | 2,32 | 82,53 |
| Nereidae | 11,00 | 0,00 | 1,11 | ####### | 2,09 | 84,63 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 0,00 | 7,00 | 0,89 | ####### | 1,67 | 86,29 |
| Gammaridae indet | 21,00 | 51,00 | 0,86 | ####### | 1,61 | 87,91 |
| Stenothoidae | 14,00 | 35,00 | 0,73 | ####### | 1,37 | 89,28 |
| Littorina littorea | 0,00 | 4,00 | 0,67 | ####### | 1,26 | 90,54 |

## Average dissimilarity = 42,77

| Species | Group 1B_09 Av.Abund | Group 1B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 214,00 | 2260,00 | 8,57 | ####### | 20,04 | 20,04 |
| Idotea granulosa | 247,00 | 1630,00 | 6,42 | ####### | 15,01 | 35,05 |
| Hyalidae | 9,00 | 257,00 | 3,39 | ####### | 7,93 | 42,99 |
| Midd | 10,00 | 225,00 | 3,08 | ####### | 7,21 | 50,19 |
| Stenothoidae | 73,00 | 0,00 | 2,23 | ####### | 5,20 | 55,40 |
| Ischyroceridae | 350,00 | 726,00 | 2,14 | ####### | 5,01 | 60,41 |
| Idotea sp | 3,00 | 76,00 | 1,82 | ####### | 4,25 | 64,67 |
| Dexaminidae | 33,00 | 0,00 | 1,50 | ####### | 3,50 | 68,16 |
| Littorina obtusata/mariae | 0,00 | 21,00 | 1,19 | ####### | 2,79 | 70,95 |
| Aoridae | 25,00 | 1,00 | 1,04 | ####### | 2,44 | 73,39 |
| Amphipoda indet+juv | 69,00 | 23,00 | 0,91 | ####### | 2,14 | 75,53 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 0,00 | 8,00 | 0,74 | ####### | 1,72 | 77,25 |
| Mytilus sp | 3,00 | 20,00 | 0,71 | ####### | 1,67 | 78,92 |
| Lacuna | 2,00 | 16,00 | 0,67 | ####### | 1,57 | 80,49 |
| Corophiidae | 51,00 | 23,00 | 0,61 | ####### | 1,43 | 81,92 |
| Littorina littorea | 0,00 | 5,00 | 0,58 | ####### | 1,36 | 83,28 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 0,00 | 5,00 | 0,58 | ####### | 1,36 | 84,64 |
| Idotea baltica | 0,00 | 5,00 | 0,58 | ####### | 1,36 | 86,00 |
| Gammarellidae | 4,00 | 0,00 | 0,52 | ####### | 1,22 | 87,22 |
| Asteroidea indet juv | 8,00 | 1,00 | 0,48 | ####### | 1,11 | 88,34 |
| Calliopidae | 178,00 | 228,00 | 0,46 | ####### | 1,07 | 89,41 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 0,00 | 2,00 | 0,37 | ####### | 0,86 | 90,27 |

## Average dissimilarity = 43,57

| Species | Group 2A_09 Av.Abund | Group 2A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 61,00 | 1466,00 | 11,21 | ####### | 25,73 | 25,73 |
| Gammaridae indet | 132,00 | 396,00 | 3,09 | ####### | 7,10 | 32,83 |
| Calliopidae | 22,00 | 143,00 | 2,67 | ####### | 6,14 | 38,97 |
| Idotea granulosa | 27,00 | 146,00 | 2,53 | ####### | 5,81 | 44,78 |
| Stenothoidae | 66,00 | 197,00 | 2,17 | ####### | 4,99 | 49,78 |
| Midd | 18,00 | 95,00 | 2,02 | ####### | 4,65 | 54,42 |
| Corophiidae | 2,00 | 27,00 | 1,39 | ####### | 3,19 | 57,62 |
| Ischyroceridae | 10,00 | 46,00 | 1,33 | ####### | 3,06 | 60,67 |
| Idotea pelagica | 1,00 | 20,00 | 1,28 | ####### | 2,93 | 63,60 |
| Aoridae | 31,00 | 81,00 | 1,26 | ####### | 2,90 | 66,50 |
| Idotea baltica | 0,00 | 9,00 | 1,10 | ####### | 2,53 | 69,03 |
| Jaera | 27,00 | 66,00 | 1,08 | ####### | 2,47 | 71,51 |
| Idotea sp | 0,00 | 8,00 | 1,04 | ####### | 2,39 | 73,89 |
| Sabellidae | 0,00 | 7,00 | 0,97 | ####### | 2,23 | 76,13 |
| Hyalidae | 0,00 | 7,00 | 0,97 | ####### | 2,23 | 78,36 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 1,00 | 11,00 | 0,85 | ####### | 1,96 | 80,32 |
| Munnidae | 0,00 | 5,00 | 0,82 | ####### | 1,89 | 82,21 |
| Lacuna | 0,00 | 4,00 | 0,74 | ####### | 1,69 | 83,89 |
| Sjøedderkopp (Pycnogonidae) | 0,00 | 3,00 | 0,64 | ####### | 1,46 | 85,36 |
| Polynoidae | 3,00 | 0,00 | 0,64 | ####### | 1,46 | 86,82 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Palaemon sp (reke) | 0,00 | 3,00 | 0,64 | ####### | 1,46 | 88,28 |
| Gammarellidae | 3,00 | 0,00 | 0,64 | ####### | 1,46 | 89,74 |
| Mytilus sp | 0,00 | 2,00 | 0,52 | ####### | 1,19 | 90,94 |

## Average dissimilarity = 49,81

| Species | Group 2B_09 Av.Abund | Group 2B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 6,00 | 617,00 | 8,06 | ####### | 16,17 | 16,17 |
| Midd | 14,00 | 251,00 | 4,35 | ####### | 8,74 | 24,92 |
| Ischyroceridae | 50,00 | 265,00 | 3,31 | ####### | 6,65 | 31,57 |
| Idotea baltica | 2,00 | 99,00 | 3,07 | ####### | 6,17 | 37,74 |
| Jaera | 4,00 | 99,00 | 2,86 | ####### | 5,74 | 43,48 |
| Idotea pelagica | 4,00 | 87,00 | 2,64 | ####### | 5,29 | 48,77 |
| Gammaridae indet | 63,00 | 201,00 | 2,25 | ####### | 4,51 | 53,28 |
| Idotea granulosa | 6,00 | 65,00 | 2,02 | ####### | 4,05 | 57,33 |
| Calliopidae | 36,00 | 121,00 | 1,80 | ####### | 3,61 | 60,95 |
| Stenothoidae | 15,00 | 56,00 | 1,30 | ####### | 2,61 | 63,55 |
| Mytilus sp | 2,00 | 25,00 | 1,29 | ####### | 2,59 | 66,14 |
| Palaemon sp (reke) | 0,00 | 12,00 | 1,25 | ####### | 2,50 | 68,65 |
| Idotea sp | 0,00 | 12,00 | 1,25 | ####### | 2,50 | 71,15 |
| Corophiidae | 35,00 | 84,00 | 1,17 | ####### | 2,35 | 73,50 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 0,00 | 10,00 | 1,14 | ####### | 2,28 | 75,78 |
| Polynoidae | 0,00 | 7,00 | 0,95 | ####### | 1,91 | 77,69 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 0,00 | 5,00 | 0,80 | ####### | 1,62 | 79,31 |
| Nereidae | 1,00 | 10,00 | 0,78 | ####### | 1,56 | 80,87 |
| Littorina sp | 0,00 | 4,00 | 0,72 | ####### | 1,44 | 82,32 |
| Lacuna | 0,00 | 4,00 | 0,72 | ####### | 1,44 | 83,76 |
| Bittium | 0,00 | 4,00 | 0,72 | ####### | 1,44 | 85,20 |
| Munnidae | 0,00 | 4,00 | 0,72 | ####### | 1,44 | 86,65 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 3,00 | 12,00 | 0,62 | ####### | 1,25 | 87,90 |
| Hyalidae | 6,00 | 17,00 | 0,60 | ####### | 1,21 | 89,11 |
| Aoridae | 38,00 | 58,00 | 0,52 | ####### | 1,05 | 90,16 |

## Average dissimilarity = 64,04

| Species | Group 3A_09 Av.Abund | Group 3A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 39,00 | 1135,00 | 12,81 | ####### | 20,00 | 20,00 |
| Littorina sp | 0,00 | 119,00 | 5,09 | ####### | 7,95 | 27,95 |
| Gammaridae indet | 1,00 | 118,00 | 4,60 | ####### | 7,19 | 35,14 |
| Calliopidae | 7,00 | 150,00 | 4,48 | ####### | 7,00 | 42,14 |
| Midd | 8,00 | 107,00 | 3,51 | ####### | 5,48 | 47,62 |
| Idotea pelagica | 0,00 | 49,00 | 3,27 | ####### | 5,10 | 52,72 |
| Athanas (reke) | 0,00 | 44,00 | 3,10 | ####### | 4,83 | 57,55 |
| Idotea granulosa | 10,00 | 89,00 | 2,93 | ####### | 4,57 | 62,13 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 0,00 | 39,00 | 2,91 | ####### | 4,55 | 66,68 |
| Bittium | 2,00 | 43,00 | 2,40 | ####### | 3,75 | 70,43 |
| Stenothoidae | 123,00 | 43,00 | 2,12 | ####### | 3,30 | 73,73 |
| Lacuna | 0,00 | 11,00 | 1,55 | ####### | 2,42 | 76,15 |
| Palaemon sp (reke) | 0,00 | 7,00 | 1,23 | ####### | 1,93 | 78,07 |
| Mytilus sp | 2,00 | 14,00 | 1,09 | ####### | 1,70 | 79,77 |
| Corophiidae | 5,00 | 18,00 | 0,94 | ####### | 1,46 | 81,23 |
| Nereidae | 0,00 | 4,00 | 0,93 | ####### | 1,46 | 82,69 |
| Idotea baltica | 0,00 | 4,00 | 0,93 | ####### | 1,46 | 84,15 |
| Asteroidea indet juv | 1,00 | 8,00 | 0,85 | ####### | 1,33 | 85,48 |
| Ischyroceridae | 15,00 | 32,00 | 0,83 | ####### | 1,30 | 86,78 |
| Polynoidae | 3,00 | 0,00 | 0,81 | ####### | 1,26 | 88,04 |
| Gammarellidae | 3,00 | 0,00 | 0,81 | ####### | 1,26 | 89,31 |
| Hyperiidae | 3,00 | 0,00 | 0,81 | ####### | 1,26 | 90,57 |

## Average dissimilarity = 77,67

| Species | Group 3B_09 Av.Abund | Group 3B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 3,00 | 2600,00 | 11,63 | ####### | 14,98 | 14,98 |
| Jaera | 0,00 | 2189,00 | 11,05 | ####### | 14,23 | 29,21 |
| Idotea granulosa | 2,00 | 1313,00 | 8,22 | ####### | 10,59 | 39,80 |
| Midd | 0,00 | 1114,00 | 7,88 | ####### | 10,15 | 49,95 |
| Stenothoidae | 4,00 | 475,00 | 4,68 | ####### | 6,02 | 55,97 |
| Calliopidae | 5,00 | 404,00 | 4,22 | ####### | 5,43 | 61,40 |
| Gammaridae indet | 34,00 | 359,00 | 3,10 | ####### | 3,99 | 65,39 |
| Isopoda indet | 62,00 | 1,00 | 1,62 | ####### | 2,09 | 67,48 |
| Hyalidae | 0,00 | 44,00 | 1,57 | ####### | 2,02 | 69,49 |
| Lacuna | 86,00 | 8,00 | 1,52 | ####### | 1,96 | 71,45 |
| Idotea sp | 0,00 | 39,00 | 1,48 | ####### | 1,90 | 73,35 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 0,00 | 35,00 | 1,40 | ####### | 1,80 | 75,15 |
| Mytilus sp | 1,00 | 44,00 | 1,33 | ####### | 1,71 | 76,86 |
| Melitidae | 25,00 | 0,00 | 1,18 | ####### | 1,52 | 78,39 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amphipoda indet+juv | 0,00 | 25,00 | 1,18 | ####### | 1,52 | 79,91 |
| Decapod larve | 24,00 | 0,00 | 1,16 | ####### | 1,49 | 81,40 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 59,00 | 8,00 | 1,15 | ####### | 1,48 | 82,87 |
| Athanas (reke) | 0,00 | 15,00 | 0,91 | ####### | 1,18 | 84,05 |
| Gammarellidae | 14,00 | 0,00 | 0,88 | ####### | 1,14 | 85,19 |
| Ischyroceridae | 7,00 | 39,00 | 0,85 | ####### | 1,09 | 86,28 |
| Littorina sp | 1,00 | 15,00 | 0,68 | ####### | 0,87 | 87,16 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 2,00 | 18,00 | 0,67 | ####### | 0,86 | 88,02 |
| Corophiidae | 33,00 | 9,00 | 0,65 | ####### | 0,83 | 88,85 |
| Aoridae | 1,00 | 14,00 | 0,65 | ####### | 0,83 | 89,68 |
| Nereidae | 0,00 | 6,00 | 0,58 | ####### | 0,74 | 90,43 |

## Average dissimilarity = 64,25

| Species | Group 4A_09 Av.Abund | Group 4A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 248,00 | 44,00 | 6,99 | ####### | 10,88 | 10,88 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 0,00 | 81,00 | 6,90 | ####### | 10,74 | 21,61 |
| Aoridae | 124,00 | 7,00 | 6,51 | ####### | 10,13 | 31,74 |
| Amphipoda indet+juv | 75,00 | 2,00 | 5,55 | ####### | 8,65 | 40,39 |
| Bittium | 47,00 | 0,00 | 5,26 | ####### | 8,18 | 48,57 |
| Corophiidae | 62,00 | 2,00 | 4,95 | ####### | 7,71 | 56,28 |
| Gammaridae indet | 30,00 | 106,00 | 3,69 | ####### | 5,75 | 62,03 |
| Ischyroceridae | 18,00 | 0,00 | 3,25 | ####### | 5,06 | 67,09 |
| Midd | 0,00 | 6,00 | 1,88 | ####### | 2,92 | 70,01 |
| Collembole | 0,00 | 5,00 | 1,71 | ####### | 2,67 | 72,68 |
| Stenothoidae | 5,00 | 0,00 | 1,71 | ####### | 2,67 | 75,35 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 1,00 | 10,00 | 1,66 | ####### | 2,58 | 77,93 |
| Littorina sp | 3,00 | 14,00 | 1,54 | ####### | 2,40 | 80,33 |
| Nereidae | 4,00 | 0,00 | 1,53 | ####### | 2,39 | 82,71 |
| Mytilus sp | 3,00 | 0,00 | 1,33 | ####### | 2,07 | 84,78 |
| Decapoda indet (Reke) | 3,00 | 0,00 | 1,33 | ####### | 2,07 | 86,85 |
| Onoba semicostata | 3,00 | 0,00 | 1,33 | ####### | 2,07 | 88,91 |
| Idotea granulosa | 3,00 | 0,00 | 1,33 | ####### | 2,07 | 90,98 |

## Average dissimilarity = 62,66

| Species | Group 4B_09 Av.Abund | Group 4B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jaera | 0,00 | 194,00 | 6,19 | ####### | 9,88 | 9,88 |
| Aoridae | 5,00 | 165,00 | 4,72 | ####### | 7,53 | 17,41 |
| Melitidae | 94,00 | 0,00 | 4,31 | ####### | 6,88 | 24,29 |
| Gammarellidae | 81,00 | 0,00 | 4,00 | ####### | 6,39 | 30,68 |
| Isopoda indet | 69,00 | 0,00 | 3,69 | ####### | 5,89 | 36,57 |
| Hyalidae | 0,00 | 51,00 | 3,18 | ####### | 5,07 | 41,64 |
| Decapod larve | 61,00 | 2,00 | 2,84 | ####### | 4,54 | 46,18 |
| Rissoa | 10,00 | 70,00 | 2,31 | ####### | 3,69 | 49,87 |
| Mytilus sp | 26,00 | 0,00 | 2,27 | ####### | 3,62 | 53,49 |
| Amphipoda indet+juv | 0,00 | 25,00 | 2,22 | ####### | 3,55 | 57,04 |
| Athanas (reke) | 0,00 | 23,00 | 2,13 | ####### | 3,40 | 60,44 |
| Lacuna | 22,00 | 0,00 | 2,09 | ####### | 3,33 | 63,77 |
| Stenothoidae | 0,00 | 20,00 | 1,99 | ####### | 3,17 | 66,94 |
| Idotea granulosa | 1,00 | 23,00 | 1,69 | ####### | 2,69 | 69,64 |
| Midd | 0,00 | 14,00 | 1,66 | ####### | 2,66 | 72,29 |
| Gammaridae indet | 191,00 | 108,00 | 1,52 | ####### | 2,43 | 74,72 |
| Dexaminidae | 0,00 | 11,00 | 1,47 | ####### | 2,35 | 77,08 |
| Hiatella arctica | 10,00 | 0,00 | 1,41 | ####### | 2,24 | 79,32 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,00 | 9,00 | 1,33 | ####### | 2,13 | 81,45 |
| Ischyroceridae | 25,00 | 6,00 | 1,13 | ####### | 1,81 | 83,26 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 9,00 | 1,00 | 0,89 | ####### | 1,42 | 84,68 |
| Syllidae | 3,00 | 0,00 | 0,77 | ####### | 1,23 | 85,91 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 6,00 | 1,00 | 0,64 | ####### | 1,03 | 86,94 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 2,00 | 0,00 | 0,63 | ####### | 1,00 | 87,94 |
| Phyllodocidae | 2,00 | 0,00 | 0,63 | ####### | 1,00 | 88,94 |
| Talitridae | 2,00 | 0,00 | 0,63 | ####### | 1,00 | 89,95 |
| Bittium | 0,00 | 2,00 | 0,63 | ####### | 1,00 | 90,95 |

## Average dissimilarity = 59,92

| Species | Group 5A_09 Av.Abund | Group 5A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 4,00 | 920,00 | 14,46 | ####### | 24,14 | 24,14 |
| Calliopidae | 12,00 | 303,00 | 7,12 | ####### | 11,88 | 36,02 |
| Gammaridae indet | 94,00 | 475,00 | 6,18 | ####### | 10,31 | 46,33 |
| Aoridae | 0,00 | 37,00 | 3,11 | ####### | 5,18 | 51,51 |
| Corophiidae | 0,00 | 22,00 | 2,39 | ####### | 4,00 | 55,51 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,00 | 14,00 | 1,91 | ####### | 3,19 | 58,69 |
| Littorina sp | 2,00 | 26,00 | 1,88 | ####### | 3,14 | 61,83 |
| Gammarellidae | 11,00 | 0,00 | 1,69 | ####### | 2,83 | 64,66 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Midd | 1,00 | 18,00 | 1,66 | ####### | 2,76 | 67,42 |
| Idotea pelagica | 5,00 | 25,00 | 1,41 | ####### | 2,35 | 69,78 |
| Jaera | 1,00 | 14,00 | 1,40 | ####### | 2,34 | 72,11 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 0,00 | 7,00 | 1,35 | ####### | 2,25 | 74,37 |
| Hyalidae | 11,00 | 1,00 | 1,18 | ####### | 1,97 | 76,34 |
| Mytilus sp | 0,00 | 5,00 | 1,14 | ####### | 1,91 | 78,25 |
| Littorina obtusata/mariae | 4,00 | 0,00 | 1,02 | ####### | 1,70 | 79,95 |
| Stenothoidae | 26,00 | 10,00 | 0,99 | ####### | 1,65 | 81,60 |
| Amphipoda indet+juv | 41,00 | 21,00 | 0,93 | ####### | 1,55 | 83,15 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 0,00 | 3,00 | 0,88 | ####### | 1,48 | 84,63 |
| Littorina littorea | 0,00 | 3,00 | 0,88 | ####### | 1,48 | 86,10 |
| Lacuna | 0,00 | 3,00 | 0,88 | ####### | 1,48 | 87,58 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 0,00 | 2,00 | 0,72 | ####### | 1,20 | 88,78 |
| Palaemon sp (reke) | 0,00 | 2,00 | 0,72 | ####### | 1,20 | 89,99 |
| Asteroidea indet juv | 2,00 | 7,00 | 0,63 | ####### | 1,05 | 91,04 |

## Average dissimilarity = 48,55

| Species | Group 5B_09 Av.Abund | Group 5B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 24,00 | 586,00 | 13,12 | ####### | 27,03 | 27,03 |
| Calliopidae | 0,00 | 133,00 | 7,84 | ####### | 16,15 | 43,18 |
| Athanas (reke) | 0,00 | 43,00 | 4,46 | ####### | 9,18 | 52,36 |
| Ischyroceridae | 2,00 | 21,00 | 2,15 | ####### | 4,44 | 56,80 |
| Gammaridae indet | 5,00 | 25,00 | 1,88 | ####### | 3,87 | 60,67 |
| Polynoidae | 1,00 | 12,00 | 1,67 | ####### | 3,45 | 64,12 |
| Idotea granulosa | 61,00 | 100,00 | 1,49 | ####### | 3,07 | 67,18 |
| Idotea pelagica | 5,00 | 16,00 | 1,20 | ####### | 2,47 | 69,65 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 0,00 | 3,00 | 1,18 | ####### | 2,42 | 72,08 |
| Nereidae | 0,00 | 2,00 | 0,96 | ####### | 1,98 | 74,06 |
| Decapoda indet (Reke) | 2,00 | 0,00 | 0,96 | ####### | 1,98 | 76,04 |
| Asteroidea indet juv | 1,00 | 5,00 | 0,84 | ####### | 1,73 | 77,77 |
| Littorina littorea | 1,00 | 5,00 | 0,84 | ####### | 1,73 | 79,50 |
| Aoridae | 2,00 | 7,00 | 0,84 | ####### | 1,72 | 81,22 |
| Bittium | 6,00 | 2,00 | 0,70 | ####### | 1,45 | 82,67 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 1,00 | 0,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 84,07 |
| Cardidae | 1,00 | 0,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 85,47 |
| Polychaeta indet | 1,00 | 0,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 86,87 |
| Palaemon sp (reke) | 0,00 | 1,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 88,27 |
| Ampithoidae | 0,00 | 1,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 89,67 |
| Melitidae | 0,00 | 1,00 | 0,68 | ####### | 1,40 | 91,07 |

## Average dissimilarity = 58,81

| Species | Group 6A_09 Av.Abund | Group 6A_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 724,00 | 18778,00 | 29,38 | ####### | 49,96 | 49,96 |
| Idotea granulosa | 63,00 | 666,00 | 4,77 | ####### | 8,11 | 58,06 |
| Mytilus sp | 4,00 | 276,00 | 3,90 | ####### | 6,63 | 64,69 |
| Calliopidae | 11,00 | 210,00 | 2,98 | ####### | 5,07 | 69,76 |
| Midd | 6,00 | 134,00 | 2,43 | ####### | 4,14 | 73,90 |
| Idotea pelagica | 4,00 | 60,00 | 1,53 | ####### | 2,61 | 76,51 |
| Hyalidae | 1,00 | 32,00 | 1,24 | ####### | 2,11 | 78,62 |
| Ischyroceridae | 21,00 | 80,00 | 1,16 | ####### | 1,98 | 80,60 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 0,00 | 12,00 | 0,92 | ####### | 1,57 | 82,17 |
| Stenothoidae | 82,00 | 33,00 | 0,88 | ####### | 1,50 | 83,67 |
| Gammaridae indet | 13,00 | 47,00 | 0,87 | ####### | 1,47 | 85,15 |
| Gammarellidae | 9,00 | 0,00 | 0,80 | ####### | 1,36 | 86,51 |
| Lacuna | 0,00 | 9,00 | 0,80 | ####### | 1,36 | 87,87 |
| Idotea baltica | 6,00 | 26,00 | 0,71 | ####### | 1,20 | 89,07 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,00 | 4,00 | 0,53 | ####### | 0,91 | 89,98 |

## Average dissimilarity = 56,73

| Species | Group 6B_09 Av.Abund | Group 6B_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 30,00 | 2780,00 | 16,72 | ####### | 29,47 | 29,47 |
| Gammaridae indet | 78,00 | 1133,00 | 8,79 | ####### | 15,49 | 44,96 |
| Idotea baltica | 21,00 | 221,00 | 3,64 | ####### | 6,41 | 51,38 |
| Jaera | 269,00 | 69,00 | 2,86 | ####### | 5,05 | 56,42 |
| Littorina sp | 0,00 | 56,00 | 2,65 | ####### | 4,67 | 61,09 |
| Midd | 12,00 | 87,00 | 2,07 | ####### | 3,66 | 64,75 |
| Aoridae | 1,00 | 47,00 | 2,07 | ####### | 3,65 | 68,40 |
| Idotea pelagica | 2,00 | 36,00 | 1,62 | ####### | 2,86 | 71,26 |
| Hyalidae | 0,00 | 18,00 | 1,50 | ####### | 2,65 | 73,91 |
| Lacuna | 1,00 | 26,00 | 1,45 | ####### | 2,56 | 76,47 |
| Stenothoidae | 7,00 | 37,00 | 1,22 | ####### | 2,14 | 78,61 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,00 | 9,00 | 1,06 | ####### | 1,87 | 80,48 |
| Corophiidae | 11,00 | 37,00 | 0,98 | ####### | 1,73 | 82,21 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 12,00 | 1,00 | 0,87 | ####### | 1,54 | 83,74 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus sp | 3,00 | 12,00 | 0,61 | ####### | 1,08 | 84,83 |
| Ischyroceridae | 0,00 | 3,00 | 0,61 | ####### | 1,08 | 85,91 |
| Bittium | 1,00 | 7,00 | 0,58 | ####### | 1,03 | 86,93 |
| Amphipoda indet+juv | 7,00 | 17,00 | 0,52 | ####### | 0,92 | 87,85 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 32,00 | 18,00 | 0,50 | ####### | 0,88 | 88,74 |
| Asteroidea indet juv | 2,00 | 0,00 | 0,50 | ####### | 0,88 | 89,62 |
| Phyllodocidae | 0,00 | 2,00 | 0,50 | ####### | 0,88 | 90,50 |

## Average dissimilarity = 31,36

| Species | Group 7_09 Av.Abund | Group 7_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Midd | 38,00 | 399,00 | 3,83 | ####### | 12,22 | 12,22 |
| Idotea granulosa | 306,00 | 756,00 | 2,78 | ####### | 8,85 | 21,08 |
| Rissoa | 2696,00 | 3753,00 | 2,59 | ####### | 8,27 | 29,34 |
| Mytilus sp | 162,00 | 31,00 | 1,99 | ####### | 6,34 | 35,68 |
| Hyalidae | 0,00 | 51,00 | 1,98 | ####### | 6,32 | 42,00 |
| Gammaridae indet | 3,00 | 47,00 | 1,42 | ####### | 4,53 | 46,54 |
| Idotea sp | 26,00 | 0,00 | 1,42 | ####### | 4,51 | 51,05 |
| Jaera | 0,00 | 24,00 | 1,36 | ####### | 4,34 | 55,38 |
| Ischyroceridae | 64,00 | 165,00 | 1,34 | ####### | 4,29 | 59,67 |
| Corophiidae | 0,00 | 15,00 | 1,08 | ####### | 3,43 | 63,10 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 0,00 | 8,00 | 0,79 | ####### | 2,50 | 65,60 |
| Littorina sp | 1,00 | 14,00 | 0,76 | ####### | 2,43 | 68,03 |
| Calliopidae | 72,00 | 37,00 | 0,67 | ####### | 2,13 | 70,16 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 1,00 | 11,00 | 0,64 | ####### | 2,05 | 72,21 |
| Nucella | 5,00 | 0,00 | 0,62 | ####### | 1,98 | 74,19 |
| Amphipoda indet+juv | 3,00 | 15,00 | 0,59 | ####### | 1,89 | 76,08 |
| Sabellidae | 0,00 | 3,00 | 0,48 | ####### | 1,53 | 77,61 |
| Stenothoidae | 0,00 | 3,00 | 0,48 | ####### | 1,53 | 79,15 |
| Bittium | 3,00 | 0,00 | 0,48 | ####### | 1,53 | 80,68 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 1,00 | 7,00 | 0,46 | ####### | 1,46 | 82,14 |
| Idotea pelagica | 70,00 | 99,00 | 0,44 | ####### | 1,40 | 83,54 |
| Hiatella arctica | 1,00 | 6,00 | 0,40 | ####### | 1,28 | 84,82 |
| Phyllodocidae | 0,00 | 2,00 | 0,39 | ####### | 1,25 | 86,07 |
| Polynoidae | 0,00 | 2,00 | 0,39 | ####### | 1,25 | 87,32 |
| Athanas (reke) | 0,00 | 2,00 | 0,39 | ####### | 1,25 | 88,58 |
| Littorina obtusata/mariae | 8,00 | 2,00 | 0,39 | ####### | 1,25 | 89,83 |
| Asteroidea indet juv | 1,00 | 5,00 | 0,34 | ####### | 1,09 | 90,92 |

## Average dissimilarity = 49,52

| Species | Group 8_09 Av.Abund | Group 8_10 Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 2538,00 | 21012,00 | 23,56 | ####### | 47,58 | 47,58 |
| Gammaridae indet | 1,00 | 501,00 | 5,33 | ####### | 10,76 | 58,33 |
| Idotea sp | 19,00 | 216,00 | 2,58 | ####### | 5,20 | 63,53 |
| Midd | 14,00 | 123,00 | 1,83 | ####### | 3,70 | 67,23 |
| Littorina sp | 0,00 | 47,00 | 1,71 | ####### | 3,45 | 70,68 |
| Calliopidae | 5,00 | 73,00 | 1,57 | ####### | 3,17 | 73,85 |
| Idotea baltica | 1,00 | 51,00 | 1,53 | ####### | 3,09 | 76,94 |
| Ischyroceridae | 2,00 | 38,00 | 1,18 | ####### | 2,39 | 79,33 |
| Gammarellidae | 17,00 | 0,00 | 1,03 | ####### | 2,07 | 81,40 |
| Idotea pelagica | 13,00 | 49,00 | 0,85 | ####### | 1,71 | 83,11 |
| Amphipoda indet+juv | 2,00 | 22,00 | 0,82 | ####### | 1,65 | 84,76 |
| Lacuna | 1,00 | 14,00 | 0,68 | ####### | 1,38 | 86,14 |
| Asteroidea indet juv | 6,00 | 24,00 | 0,61 | ####### | 1,23 | 87,37 |
| Stenothoidae | 0,00 | 6,00 | 0,61 | ####### | 1,23 | 88,60 |
| Decapod larve | 0,00 | 5,00 | 0,56 | ####### | 1,12 | 89,73 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 0,00 | 3,00 | 0,43 | ####### | 0,87 | 90,60 |

**Tabell 36. SIMPER analyse av taufeller og tangprøver som viser forskjellene mellom registreringene av mobil fauna i tangprøver og taufeller fra 2009.**

| **2009** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 72,80 | **Tang** | **Feller-tau** | | |
| **Taxa** | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| Rissoa | 85,86 | 296,86 | 11,66 | 16,02 |
| Stenothoidae | 0,29 | 29,71 | 5,03 | 6,91 |
| Idotea granulosa | 17,71 | 39,14 | 4,17 | 5,73 |
| Amphipoda juv+indet | 1,86 | 22,71 | 3,81 | 5,23 |
| Gammaridae | 0 | 11,14 | 3,65 | 5,01 |
| Midd | 28,29 | 4,14 | 3,45 | 4,74 |
| Gammarellidae | 0 | 22,57 | 3,32 | 4,56 |
| Ischyroceridae | 4,43 | 32,29 | 3,23 | 4,44 |
| Aoridae | 0,29 | 18,71 | 2,98 | 4,09 |
| Calliopidae | 17,14 | 16,57 | 2,94 | 4,04 |
| Corophiidae | 0 | 14,43 | 2,73 | 3,75 |
| Bittium | 0 | 5,71 | 2,48 | 3,41 |
| Lacuna vincta | 16,43 | 1,14 | 2,24 | 3,07 |
| Mytilus sp | 0,14 | 13 | 2,05 | 2,82 |
| Idotea pelagica | 1 | 7,29 | 1,59 | 2,18 |
| Hyalidae | 9 | 0,71 | 1,58 | 2,18 |
| Jaera sp | 1,57 | 3,71 | 1,36 | 1,86 |
| Nereidae indet | 0,14 | 3,14 | 1,2 | 1,65 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | 2,14 | 1 | 1,13 | 1,55 |
| Asteroidea indet (juvenil) | 1,14 | 1,43 | 1 | 1,38 |
| Idotea sp | 0 | 4,14 | 0,96 | 1,31 |
| Littorina obtusata/mariae | 0,86 | 0,86 | 0,94 | 1,29 |
| Flimmerorm (Turbellaria) | 0,86 | 0 | 0,75 | 1,02 |
| Polynoidae | 0 | 1 | 0,74 | 1,01 |
| Idotea baltica | 0,14 | 0,57 | 0,61 | 0,84 |

**Tabell 37. SIMPER analyse av taufeller og tangprøver som viser forskjellene mellom registreringene av mobil fauna i tangprøver og taufeller fra 2010.**

| **2010** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gj.snittlig ulikhet = 61,56 | **Tang** | **Feller-tau** | | |
| **Taxa** | Sn. forekomst | Sn. forekomst | Sn. ulikhet | Bidrag (%) |
| Rissoa | 115,29 | 1124,43 | 11,07 | 17,98 |
| Idotea granulosa | 56,14 | 363,71 | 5,14 | 8,36 |
| Calliopidae | 10,86 | 173 | 4,52 | 7,34 |
| Gammaridae | 0,57 | 80,71 | 4,21 | 6,84 |
| Ischyroceridae | 31,71 | 128,57 | 3,38 | 5,49 |
| Midd | 34,43 | 163,29 | 3,13 | 5,08 |
| Idotea pelagica | 1,71 | 40 | 2,67 | 4,34 |
| Stenothoidae | 2,71 | 69,43 | 2,28 | 3,7 |
| Jaera sp | 2,71 | 91,29 | 2,15 | 3,49 |
| Lacuna | 38,57 | 6,43 | 2,11 | 3,43 |
| Littorina sp. | 2,86 | 16,71 | 1,47 | 2,39 |
| Amphipoda juv+indet | 4,71 | 34,43 | 1,32 | 2,14 |
| Idotea sp | 0,57 | 17,71 | 1,25 | 2,04 |
| Littorina obtusata/mariae | 11 | 1,29 | 1,24 | 2,01 |
| Aoridae | 0,29 | 6,29 | 1,19 | 1,93 |
| Corophiidae | 0,71 | 8,43 | 1,17 | 1,89 |
| Athanas (reke) | 0 | 7,71 | 1,09 | 1,77 |
| Hyalidae | 0,43 | 11,29 | 1,08 | 1,76 |
| Gastropoda juv, indet +cf | 0 | 7 | 0,89 | 1,44 |
| Bittium | 0,43 | 6,14 | 0,87 | 1,41 |
| Mytilus sp | 2,14 | 8,43 | 0,82 | 1,33 |
| Littorina littorea | 6 | 2,71 | 0,79 | 1,29 |
| Asteroidea indet (juvenil) | 3,71 | 2,14 | 0,71 | 1,16 |
| Nereidae indet | 0,29 | 3,43 | 0,71 | 1,15 |
| Idotea baltica | 1,14 | 5,43 | 0,71 | 1,15 |

# Vedlegg G.

**SIMPER ANALYSER**

Cut off for low contributions: 90,00%

**Tabell 38. SIMPER analyse av rammeregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2009. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Tabell 39. SIMPER analyse av rammeregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2010. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Tabell 40. SIMPER analyse av taufelleregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2009. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Tabell 41. SIMPER analyse av taufelleregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2010. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Tabell 38. SIMPER analyse av rammeregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2009. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Average dissimilarity = 53,03**

| Species | Skraping Av.Abund | Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Littorina obtusata | 28,33 | 0,67 | 2,98 | 2,15 | 5,62 | 5,62 |
| Mytilus edulis | 23,33 | 32,00 | 2,65 | 1,13 | 5,00 | 10,62 |
| Sphacelaria sp | 22,33 | 0,00 | 2,42 | 1,57 | 4,56 | 15,19 |
| Ulva spp | 27,67 | 3,00 | 2,32 | 1,68 | 4,37 | 19,55 |
| Ceramium rubrum | 24,33 | 2,67 | 2,30 | 2,10 | 4,33 | 23,88 |
| Spirorbis sp | 16,00 | 0,00 | 2,15 | 1,23 | 4,05 | 27,94 |
| Littorina sp. juvenil | 20,00 | 10,67 | 2,09 | 1,39 | 3,95 | 31,88 |
| Brune skorpeformede alger | 14,00 | 30,33 | 1,99 | 1,37 | 3,74 | 35,63 |
| Coralliniacea indet. | 26,00 | 20,67 | 1,95 | 1,06 | 3,68 | 39,30 |
| Semibalanus balanoides | 6,67 | 15,33 | 1,88 | 1,10 | 3,55 | 42,86 |
| Littorina littorea | 10,00 | 16,00 | 1,65 | 1,32 | 3,11 | 45,96 |
| Dynamena pumila | 15,00 | 2,33 | 1,63 | 1,32 | 3,08 | 49,04 |
| Cladophora albida | 14,67 | 0,00 | 1,58 | 0,85 | 2,99 | 52,03 |
| Rivularia sp | 12,67 | 5,67 | 1,42 | 1,54 | 2,67 | 54,70 |
| Polysiphonia spp | 6,00 | 0,00 | 1,41 | 2,28 | 2,66 | 57,36 |
| Chondrus crispus | 11,67 | 5,00 | 1,40 | 1,34 | 2,64 | 60,00 |
| Lacuna vincta | 4,00 | 10,67 | 1,39 | 1,17 | 2,63 | 62,63 |
| Electra pilosa | 15,33 | 2,67 | 1,36 | 1,33 | 2,56 | 65,19 |
| Fucus serratus | 13,33 | 1,00 | 1,34 | 0,96 | 2,52 | 67,71 |
| Metridium senile var. pallidum | 6,33 | 0,00 | 1,23 | 1,44 | 2,33 | 70,04 |
| Balanus improvisus | 8,00 | 1,67 | 1,22 | 1,10 | 2,30 | 72,34 |
| Diatomer | 0,00 | 7,33 | 1,09 | 0,66 | 2,05 | 74,39 |
| Cladophora rupestris | 1,33 | 7,00 | 1,08 | 1,17 | 2,04 | 76,43 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 11,67 | 1,07 | 0,66 | 2,02 | 78,44 |
| Porphyra sp. | 1,67 | 3,67 | 0,99 | 2,23 | 1,86 | 80,30 |
| Ulva lactuca | 7,67 | 0,33 | 0,98 | 0,79 | 1,85 | 82,16 |
| Cyanophyceae | 0,00 | 5,00 | 0,90 | 0,66 | 1,69 | 83,85 |
| Elachista fucicola | 2,00 | 2,67 | 0,78 | 0,87 | 1,47 | 85,32 |
| Corallina officinalis | 1,67 | 3,67 | 0,78 | 0,93 | 1,47 | 86,79 |
| Fucus vesiculosus | 71,67 | 88,67 | 0,78 | 1,41 | 1,46 | 88,25 |
| Ectocarpales | 4,33 | 0,00 | 0,69 | 0,66 | 1,29 | 89,55 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 4,00 | 0,00 | 0,66 | 0,66 | 1,24 | 90,79 |

**Average dissimilarity = 45,90**

| Species | Skraping Av.Abund | Skrap og høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semibalanus balanoides | 6,67 | 33,00 | 2,50 | 1,51 | 5,45 | 5,45 |
| Mytilus edulis | 23,33 | 15,50 | 2,24 | 2,12 | 4,87 | 10,32 |
| Coralliniacea indet. | 26,00 | 7,50 | 2,06 | 1,24 | 4,49 | 14,81 |
| Littorina obtusata | 28,33 | 13,00 | 1,99 | 1,21 | 4,33 | 19,14 |
| Spirorbis sp | 16,00 | 0,00 | 1,92 | 1,20 | 4,18 | 23,32 |
| Brune skorpeformede alger | 14,00 | 34,00 | 1,83 | 1,33 | 3,99 | 27,31 |
| Sphacelaria sp | 22,33 | 7,50 | 1,79 | 1,33 | 3,91 | 31,22 |
| Ceramium rubrum | 24,33 | 2,50 | 1,77 | 1,75 | 3,85 | 35,07 |
| Ulva spp | 27,67 | 21,00 | 1,68 | 1,44 | 3,66 | 38,73 |
| Littorina sp. juvenil | 20,00 | 0,00 | 1,63 | 0,79 | 3,55 | 42,28 |
| Elachista fucicola | 2,00 | 14,00 | 1,57 | 2,55 | 3,43 | 45,71 |
| Dynamena pumila | 15,00 | 14,50 | 1,45 | 2,34 | 3,15 | 48,86 |
| Cladophora albida | 14,67 | 0,00 | 1,42 | 0,82 | 3,10 | 51,96 |
| Fucus serratus | 13,33 | 11,00 | 1,41 | 1,64 | 3,08 | 55,04 |
| Chondrus crispus | 11,67 | 1,50 | 1,35 | 2,18 | 2,94 | 57,97 |
| Ulva lactuca | 7,67 | 7,00 | 1,31 | 1,73 | 2,86 | 60,83 |
| Balanus improvisus | 8,00 | 7,50 | 1,28 | 2,50 | 2,78 | 63,61 |
| Rivularia sp | 12,67 | 3,50 | 1,27 | 1,52 | 2,77 | 66,38 |
| Metridium senile var. pallidum | 6,33 | 0,00 | 1,11 | 1,38 | 2,42 | 68,80 |
| Littorina littorea | 10,00 | 19,00 | 1,09 | 1,95 | 2,37 | 71,17 |
| Polysiphonia spp | 6,00 | 0,50 | 1,02 | 1,42 | 2,21 | 73,38 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Electra pilosa | 15,33 | 12,00 | 1,00 | 1,79 | 2,19 | 75,57 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 7,50 | 0,98 | 0,91 | 2,14 | 77,71 |
| Ectocarpales | 4,33 | 4,50 | 0,92 | 0,99 | 2,00 | 79,71 |
| Hydroidea indet | 0,00 | 2,50 | 0,89 | 2,04 | 1,95 | 81,65 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 4,00 | 0,50 | 0,73 | 1,07 | 1,58 | 83,24 |
| Porphyra sp. | 1,67 | 0,00 | 0,71 | 3,20 | 1,54 | 84,78 |
| Lacuna vincta | 4,00 | 1,50 | 0,68 | 1,32 | 1,48 | 86,26 |
| Polysiphonia stricta | 0,00 | 3,00 | 0,62 | 0,91 | 1,35 | 87,61 |
| Fucus vesiculosus | 71,67 | 74,00 | 0,62 | 1,19 | 1,35 | 88,96 |
| Asterias rubens | 0,67 | 4,00 | 0,59 | 1,17 | 1,28 | 90,25 |

**Average dissimilarity = 44,83**

| Species | Høytrykk Av.Abund | Skrap og høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semibalanus balanoides | 15,33 | 33,00 | 2,69 | 1,20 | 6,00 | 6,00 |
| Mytilus edulis | 32,00 | 15,50 | 2,33 | 1,54 | 5,19 | 11,19 |
| Coralliniacea indet. | 20,67 | 7,50 | 2,03 | 1,18 | 4,52 | 15,71 |
| Littorina littorea | 16,00 | 19,00 | 2,00 | 2,05 | 4,46 | 20,18 |
| Ulva spp | 3,00 | 21,00 | 1,99 | 1,79 | 4,44 | 24,62 |
| Elachista fucicola | 2,67 | 14,00 | 1,95 | 1,70 | 4,35 | 28,97 |
| Dynamena pumila | 2,33 | 14,50 | 1,75 | 1,69 | 3,91 | 32,88 |
| Littorina sp. juvenil | 10,67 | 0,00 | 1,75 | 1,05 | 3,89 | 36,77 |
| Nucella lapillus | 11,67 | 7,50 | 1,61 | 1,06 | 3,58 | 40,35 |
| Littorina obtusata | 0,67 | 13,00 | 1,52 | 1,04 | 3,40 | 43,75 |
| Lacuna vincta | 10,67 | 1,50 | 1,42 | 1,57 | 3,18 | 46,93 |
| Fucus serratus | 1,00 | 11,00 | 1,41 | 1,53 | 3,15 | 50,08 |
| Electra pilosa | 2,67 | 12,00 | 1,40 | 2,20 | 3,12 | 53,21 |
| Balanus improvisus | 1,67 | 7,50 | 1,32 | 1,55 | 2,95 | 56,16 |
| Ulva lactuca | 0,33 | 7,00 | 1,25 | 1,41 | 2,79 | 58,95 |
| Cladophora rupestris | 7,00 | 0,00 | 1,17 | 1,03 | 2,61 | 61,56 |
| Asterias rubens | 0,00 | 4,00 | 1,16 | 2,59 | 2,59 | 64,15 |
| Diatomer | 7,33 | 0,00 | 1,16 | 0,64 | 2,58 | 66,73 |
| Sphacelaria sp | 0,00 | 7,50 | 1,13 | 0,90 | 2,53 | 69,26 |
| Brune skorpeformede alger | 30,33 | 34,00 | 1,02 | 1,03 | 2,27 | 71,53 |
| Rivularia sp | 5,67 | 3,50 | 0,99 | 1,46 | 2,20 | 73,74 |
| Ceramium rubrum | 2,67 | 2,50 | 0,97 | 2,50 | 2,15 | 75,89 |
| Cyanophyceae | 5,00 | 0,00 | 0,96 | 0,64 | 2,13 | 78,02 |
| Chondrus crispus | 5,00 | 1,50 | 0,89 | 2,54 | 1,99 | 80,02 |
| Ectocarpales | 0,00 | 4,50 | 0,88 | 0,90 | 1,96 | 81,98 |
| Porphyra sp. | 3,67 | 0,00 | 0,82 | 0,64 | 1,83 | 83,80 |
| Hydroidea indet | 0,67 | 2,50 | 0,81 | 1,46 | 1,80 | 85,60 |
| Corallina officinalis | 3,67 | 0,50 | 0,75 | 0,95 | 1,68 | 87,29 |
| Polysiphonia stricta | 0,00 | 3,00 | 0,72 | 0,90 | 1,60 | 88,89 |
| Fucus vesiculosus | 88,67 | 74,00 | 0,69 | 1,22 | 1,54 | 90,42 |

**Tabell 39. SIMPER analyse av rammeregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2010. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Average dissimilarity = 39,15**

| Species | Skraping Av.Abund | Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus edulis | 2,33 | 61,00 | 3,30 | 1,74 | 8,42 | 8,42 |
| Littorina littorea | 39,67 | 21,33 | 2,06 | 1,29 | 5,27 | 13,69 |
| Semibalanus balanoides | 26,00 | 43,33 | 2,06 | 2,11 | 5,25 | 18,94 |
| Rivularia sp | 31,33 | 25,00 | 1,73 | 1,94 | 4,41 | 23,35 |
| Coralliniacea indet. | 14,33 | 19,67 | 1,43 | 1,08 | 3,66 | 27,01 |
| Rissoa sp | 1,67 | 18,67 | 1,42 | 1,01 | 3,62 | 30,63 |
| Littorina sp. juvenil | 25,33 | 12,67 | 1,35 | 1,37 | 3,44 | 34,07 |
| Littorina obtusata | 31,00 | 12,00 | 1,25 | 1,55 | 3,20 | 37,26 |
| Balanus improvisus | 7,67 | 4,33 | 1,24 | 2,42 | 3,18 | 40,44 |
| Lacuna vincta | 10,33 | 11,33 | 1,16 | 1,46 | 2,95 | 43,39 |
| Ulva spp | 10,33 | 0,00 | 1,12 | 0,87 | 2,87 | 46,26 |
| Ceramium rubrum | 9,33 | 1,67 | 1,11 | 1,07 | 2,85 | 49,11 |
| Balanus sp. juvenil | 8,33 | 1,00 | 1,10 | 1,18 | 2,80 | 51,91 |
| Cladophora albida | 5,67 | 6,67 | 1,07 | 1,11 | 2,74 | 54,65 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 12,00 | 0,95 | 0,67 | 2,44 | 57,09 |
| Electra pilosa | 11,67 | 6,67 | 0,95 | 1,27 | 2,43 | 59,52 |
| Dynamena pumila | 12,33 | 8,00 | 0,92 | 1,44 | 2,35 | 61,87 |
| Chondrus crispus | 7,33 | 4,33 | 0,91 | 1,23 | 2,32 | 64,20 |
| Hydroidea indet | 8,67 | 12,67 | 0,90 | 1,49 | 2,31 | 66,51 |
| Sphacelaria sp | 5,00 | 0,00 | 0,88 | 1,08 | 2,25 | 68,76 |
| Elachista fucicola | 5,67 | 1,00 | 0,82 | 1,53 | 2,09 | 70,84 |
| Metridium senile var. pallidum | 2,00 | 1,67 | 0,67 | 2,53 | 1,71 | 72,56 |
| Brune skorpeformede alger | 14,67 | 17,00 | 0,65 | 1,21 | 1,67 | 74,23 |
| Clava multicornis | 1,67 | 2,00 | 0,64 | 1,37 | 1,63 | 75,86 |
| Spirorbis sp | 3,67 | 0,00 | 0,62 | 0,66 | 1,58 | 77,44 |
| Ectocarpales | 2,00 | 0,00 | 0,57 | 1,13 | 1,45 | 78,89 |
| Ulva lactuca | 3,67 | 0,00 | 0,57 | 0,66 | 1,45 | 80,34 |
| Asterias rubens | 14,67 | 7,33 | 0,57 | 1,00 | 1,45 | 81,79 |
| Fucus vesiculosus | 77,33 | 92,33 | 0,53 | 1,37 | 1,36 | 83,15 |
| Corallina officinalis | 0,00 | 3,33 | 0,50 | 0,67 | 1,28 | 84,43 |
| Membranipora membranacea | 2,33 | 0,00 | 0,50 | 0,66 | 1,28 | 85,71 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 2,00 | 1,33 | 0,50 | 1,21 | 1,28 | 86,99 |
| Rhizoclonium/Ulothrix | 0,33 | 2,00 | 0,47 | 0,96 | 1,20 | 88,19 |
| Osmundea oederi | 1,00 | 0,00 | 0,43 | 1,24 | 1,11 | 89,30 |
| Hildenbrandia rubra | 84,33 | 98,33 | 0,43 | 1,37 | 1,11 | 90,40 |

**Average dissimilarity = 39,96**

| Species | Skraping Av.Abund | Skrap og høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mytilus edulis | 2,33 | 39,00 | 2,59 | 3,47 | 6,48 | 6,48 |
| Littorina littorea | 39,67 | 13,50 | 2,03 | 1,74 | 5,09 | 11,57 |
| Rissoa sp | 1,67 | 22,50 | 1,99 | 3,53 | 4,98 | 16,55 |
| Rivularia sp | 31,33 | 7,50 | 1,66 | 1,37 | 4,15 | 20,70 |
| Littorina obtusata | 31,00 | 6,50 | 1,56 | 2,75 | 3,90 | 24,60 |
| Lacuna vincta | 10,33 | 18,00 | 1,53 | 1,96 | 3,84 | 28,44 |
| Littorina sp. juvenil | 25,33 | 4,00 | 1,51 | 2,69 | 3,77 | 32,20 |
| Ceramium rubrum | 9,33 | 10,50 | 1,24 | 1,13 | 3,09 | 35,29 |
| Semibalanus balanoides | 26,00 | 53,00 | 1,19 | 1,33 | 2,97 | 38,27 |
| Dynamena pumila | 12,33 | 24,50 | 1,16 | 1,48 | 2,91 | 41,18 |
| Ulva spp | 10,33 | 4,50 | 1,16 | 1,14 | 2,90 | 44,07 |
| Coralliniacea indet. | 14,33 | 8,50 | 1,15 | 1,66 | 2,87 | 46,95 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 2,00 | 14,00 | 1,13 | 1,46 | 2,84 | 49,78 |
| Balanus sp. juvenil | 8,33 | 0,00 | 1,12 | 1,12 | 2,80 | 52,58 |
| Hydroidea indet | 8,67 | 1,50 | 1,09 | 1,50 | 2,74 | 55,32 |
| Balanus improvisus | 7,67 | 4,00 | 1,05 | 0,97 | 2,63 | 57,95 |
| Electra pilosa | 11,67 | 20,00 | 1,03 | 1,93 | 2,57 | 60,53 |
| Chondrus crispus | 7,33 | 1,00 | 1,02 | 1,34 | 2,56 | 63,09 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Polysiphonia spp | 0,67 | 9,00 | 0,99 | 1,37 | 2,48 | 65,57 |
| Cladophora albida | 5,67 | 7,00 | 0,98 | 1,10 | 2,45 | 68,02 |
| Fucus serratus | 1,00 | 8,00 | 0,96 | 2,33 | 2,41 | 70,42 |
| Asterias rubens | 14,67 | 20,50 | 0,92 | 1,44 | 2,31 | 72,74 |
| Sphacelaria sp | 5,00 | 0,50 | 0,76 | 1,06 | 1,91 | 74,65 |
| Elachista fucicola | 5,67 | 14,00 | 0,73 | 1,23 | 1,83 | 76,48 |
| Metridium senile var. pallidum | 2,00 | 0,00 | 0,71 | 3,53 | 1,78 | 78,26 |
| Ulva lactuca | 3,67 | 2,00 | 0,70 | 1,02 | 1,75 | 80,02 |
| Audouniella sp. | 0,33 | 4,00 | 0,66 | 1,16 | 1,64 | 81,66 |
| Membranipora membranacea | 2,33 | 1,50 | 0,63 | 1,18 | 1,57 | 83,23 |
| Spirorbis sp | 3,67 | 0,00 | 0,58 | 0,64 | 1,46 | 84,68 |
| Brune skorpeformede alger | 14,67 | 14,50 | 0,56 | 1,21 | 1,40 | 86,09 |
| Fucus vesiculosus | 77,33 | 76,50 | 0,54 | 1,20 | 1,36 | 87,44 |
| Fucus sp juvenil/nedbeitet | 1,67 | 2,00 | 0,53 | 0,95 | 1,32 | 88,76 |
| Chaetomorpha linum | 0,00 | 2,50 | 0,50 | 0,91 | 1,25 | 90,01 |

**Average dissimilarity = 38,14**

| Species | Høytrykk Av.Abund | Skrap og høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa sp | 18,67 | 22,50 | 2,07 | 3,01 | 5,43 | 5,43 |
| Mytilus edulis | 61,00 | 39,00 | 2,02 | 2,20 | 5,30 | 10,73 |
| Semibalanus balanoides | 43,33 | 53,00 | 1,88 | 0,89 | 4,93 | 15,67 |
| Littorina littorea | 21,33 | 13,50 | 1,73 | 1,30 | 4,55 | 20,21 |
| Rivularia sp | 25,00 | 7,50 | 1,66 | 0,97 | 4,35 | 24,56 |
| Lacuna vincta | 11,33 | 18,00 | 1,63 | 1,27 | 4,29 | 28,85 |
| Coralliniacea indet | 19,67 | 8,50 | 1,50 | 2,13 | 3,93 | 32,77 |
| Elachista fucicola | 1,00 | 14,00 | 1,49 | 2,70 | 3,90 | 36,67 |
| Hydroidea indet | 12,67 | 1,50 | 1,40 | 1,06 | 3,66 | 40,33 |
| Dynamena pumila | 8,00 | 24,50 | 1,26 | 1,58 | 3,30 | 43,63 |
| Bryozoa indet (skorpeformet) | 1,33 | 14,00 | 1,21 | 1,24 | 3,18 | 46,82 |
| Littorina sp. juvenil | 12,67 | 4,00 | 1,16 | 1,57 | 3,05 | 49,87 |
| Ceramium rubrum | 1,67 | 10,50 | 1,13 | 1,10 | 2,96 | 52,83 |
| Nucella lapillus | 12,00 | 1,00 | 1,10 | 0,87 | 2,89 | 55,72 |
| Electra pilosa | 6,67 | 20,00 | 1,10 | 1,64 | 2,88 | 58,60 |
| Asterias rubens | 7,33 | 20,50 | 1,08 | 1,02 | 2,84 | 61,43 |
| Cladophora albida | 6,67 | 7,00 | 1,08 | 0,99 | 2,83 | 64,26 |
| Polysiphonia spp | 0,67 | 9,00 | 1,03 | 1,08 | 2,71 | 66,97 |
| Fucus serratus | 0,67 | 8,00 | 0,99 | 1,18 | 2,60 | 69,57 |
| Balanus improvisus | 4,33 | 4,00 | 0,84 | 1,20 | 2,20 | 71,76 |
| Littorina obtusata | 12,00 | 6,50 | 0,83 | 1,39 | 2,17 | 73,94 |
| Chondrus crispus | 4,33 | 1,00 | 0,81 | 1,29 | 2,12 | 76,06 |
| Clava multicornis | 2,00 | 3,00 | 0,75 | 2,67 | 1,97 | 78,03 |
| Ulva spp | 0,00 | 4,50 | 0,71 | 0,91 | 1,86 | 79,89 |
| Audouniella sp. | 0,00 | 4,00 | 0,67 | 0,91 | 1,76 | 81,65 |
| Trailliella/Spermothamnion | 2,33 | 2,00 | 0,62 | 1,02 | 1,62 | 83,27 |
| Rhizoclonium/Ulothrix | 2,00 | 1,50 | 0,56 | 1,03 | 1,47 | 84,74 |
| Brune skorpeformede alger | 17,00 | 14,50 | 0,55 | 1,21 | 1,45 | 86,19 |
| Membranipora membranacea | 0,00 | 1,50 | 0,55 | 0,90 | 1,45 | 87,64 |
| Fucus vesiculosus | 92,33 | 76,50 | 0,55 | 1,22 | 1,44 | 89,08 |
| Chaetomorpha linum | 0,00 | 2,50 | 0,53 | 0,91 | 1,39 | 90,47 |

**Tabell 40. SIMPER analyse av taufelleregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2009. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Average dissimilarity = 58,35**

| Species | Skraping Av.Abund | Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 216,00 | 599,20 | 7,16 | 1,13 | 12,26 | 12,26 |
| Idotea granulosa | 80,83 | 64,40 | 3,32 | 1,59 | 5,69 | 17,95 |
| Jaera | 56,00 | 0,80 | 2,72 | 0,88 | 4,66 | 22,61 |
| Stenothoidae | 42,83 | 26,40 | 2,61 | 1,65 | 4,48 | 27,09 |
| Gammaridae indet | 52,50 | 51,80 | 2,55 | 1,39 | 4,37 | 31,45 |
| Amphipoda indet+juv | 36,17 | 15,80 | 2,40 | 1,68 | 4,11 | 35,57 |
| Ischyroceridae | 80,33 | 25,80 | 2,23 | 1,11 | 3,82 | 39,39 |
| Gammarellidae | 33,33 | 19,60 | 2,12 | 0,96 | 3,63 | 43,02 |
| Calliopidae | 44,50 | 21,20 | 2,03 | 1,32 | 3,48 | 46,49 |
| Aoridae | 18,67 | 26,60 | 2,00 | 1,35 | 3,44 | 49,93 |
| Idotea pelagica | 20,00 | 28,00 | 1,98 | 1,39 | 3,39 | 53,32 |
| Lacuna | 0,50 | 24,60 | 1,76 | 1,00 | 3,01 | 56,33 |
| Corophiidae | 22,67 | 33,20 | 1,73 | 1,49 | 2,96 | 59,29 |
| Isopoda indet | 0,00 | 26,20 | 1,65 | 0,80 | 2,82 | 62,11 |
| Melitidae | 0,17 | 24,00 | 1,57 | 0,86 | 2,69 | 64,80 |
| Mytilus sp | 4,00 | 38,80 | 1,54 | 0,91 | 2,64 | 67,45 |
| Midd | 10,67 | 9,20 | 1,37 | 2,12 | 2,35 | 69,80 |
| Decapod larve | 0,33 | 17,00 | 1,32 | 0,88 | 2,27 | 72,07 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 1,50 | 14,40 | 1,23 | 0,92 | 2,11 | 74,18 |
| Bittium | 2,50 | 10,80 | 0,99 | 0,83 | 1,70 | 75,87 |
| Nereidae | 5,17 | 1,40 | 0,85 | 1,28 | 1,45 | 77,33 |
| Idotea baltica | 4,83 | 0,40 | 0,79 | 0,86 | 1,36 | 78,69 |
| Hyalidae | 3,83 | 0,40 | 0,74 | 1,34 | 1,27 | 79,95 |
| Dexaminidae | 6,00 | 0,20 | 0,64 | 0,76 | 1,10 | 81,06 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 5,50 | 0,00 | 0,64 | 0,51 | 1,09 | 82,15 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 2,17 | 1,60 | 0,63 | 0,98 | 1,07 | 83,22 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 2,50 | 1,80 | 0,61 | 1,22 | 1,05 | 84,27 |
| Idotea sp | 0,67 | 5,20 | 0,57 | 0,73 | 0,97 | 85,25 |
| Asteroidea indet juv | 4,17 | 1,80 | 0,54 | 1,23 | 0,93 | 86,18 |
| Hiatella arctica | 0,00 | 2,60 | 0,54 | 0,92 | 0,93 | 87,11 |
| Littorina obtusata/mariae | 1,17 | 1,80 | 0,54 | 1,50 | 0,92 | 88,03 |
| Littorina littorea | 1,00 | 1,00 | 0,45 | 1,17 | 0,77 | 88,80 |
| Sabellidae | 1,83 | 0,00 | 0,44 | 0,89 | 0,75 | 89,55 |
| Nucella | 0,00 | 2,00 | 0,43 | 0,79 | 0,73 | 90,28 |

**Average dissimilarity = 54,37**

| Species | Skraping Av.Abund | Skraping&Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 216,00 | 855,33 | 10,24 | 1,26 | 18,84 | 18,84 |
| Idotea granulosa | 80,83 | 135,00 | 3,51 | 1,43 | 6,45 | 25,29 |
| Ischyroceridae | 80,33 | 3,67 | 3,12 | 1,22 | 5,73 | 31,02 |
| Jaera | 56,00 | 0,67 | 3,11 | 0,86 | 5,73 | 36,75 |
| Gammaridae indet | 52,50 | 33,33 | 2,83 | 1,41 | 5,20 | 41,95 |
| Corophiidae | 22,67 | 0,00 | 2,53 | 1,82 | 4,66 | 46,60 |
| Calliopidae | 44,50 | 5,67 | 2,36 | 1,20 | 4,35 | 50,95 |
| Gammarellidae | 33,33 | 9,33 | 2,16 | 0,89 | 3,97 | 54,91 |
| Aoridae | 18,67 | 0,67 | 2,14 | 1,68 | 3,94 | 58,86 |
| Stenothoidae | 42,83 | 15,00 | 2,11 | 1,79 | 3,88 | 62,73 |
| Amphipoda indet+juv | 36,17 | 16,33 | 1,85 | 1,39 | 3,41 | 66,14 |
| Idotea pelagica | 20,00 | 7,67 | 1,08 | 0,85 | 1,98 | 68,12 |
| Nereidae | 5,17 | 0,67 | 0,99 | 1,18 | 1,82 | 69,94 |
| Mytilus sp | 4,00 | 5,00 | 0,96 | 1,61 | 1,76 | 71,69 |
| Hyalidae | 3,83 | 4,00 | 0,93 | 1,29 | 1,71 | 73,41 |
| Idotea baltica | 4,83 | 0,67 | 0,91 | 0,93 | 1,68 | 75,09 |
| Idotea sp | 0,67 | 6,33 | 0,81 | 0,90 | 1,50 | 76,59 |
| Midd | 10,67 | 7,67 | 0,80 | 1,18 | 1,47 | 78,06 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 2,50 | 0,67 | 0,77 | 1,16 | 1,41 | 79,47 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | 5,50 | 0,00 | 0,75 | 0,51 | 1,37 | 80,84 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dexaminidae | 6,00 | 0,33 | 0,73 | 0,76 | 1,35 | 82,19 |
| Bittium | 2,50 | 5,33 | 0,66 | 1,20 | 1,22 | 83,41 |
| Asteroidea indet juv | 4,17 | 3,00 | 0,64 | 1,25 | 1,18 | 84,59 |
| Littorina obtusata/mariae | 1,17 | 1,33 | 0,63 | 1,86 | 1,15 | 85,74 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,17 | 2,00 | 0,57 | 1,27 | 1,05 | 86,79 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 2,17 | 0,33 | 0,57 | 0,73 | 1,05 | 87,84 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 1,50 | 0,33 | 0,51 | 0,92 | 0,94 | 88,78 |
| Sabellidae | 1,83 | 0,00 | 0,50 | 0,89 | 0,92 | 89,70 |
| Anemone (Actinaria) | 1,17 | 0,00 | 0,49 | 0,90 | 0,90 | 90,60 |

**Average dissimilarity = 63,39**

| Species | Høytrykk Av.Abund | Skraping& Av.Abund | Høytrykk Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 599,20 | 855,33 | 11,21 | 1,05 | 17,69 | 17,69 |
| Idotea granulosa | 64,40 | 135,00 | 4,64 | 1,54 | 7,32 | 25,01 |
| Corophiidae | 33,20 | 0,00 | 3,10 | 1,48 | 4,89 | 29,90 |
| Gammaridae indet | 51,80 | 33,33 | 3,01 | 1,24 | 4,74 | 34,64 |
| Stenothoidae | 26,40 | 15,00 | 2,66 | 1,21 | 4,19 | 38,83 |
| Amphipoda indet+juv | 15,80 | 16,33 | 2,19 | 1,25 | 3,45 | 42,29 |
| Idotea pelagica | 28,00 | 7,67 | 2,07 | 1,71 | 3,27 | 45,56 |
| Lacuna | 24,60 | 0,33 | 2,05 | 0,93 | 3,23 | 48,79 |
| Mytilus sp | 38,80 | 5,00 | 2,02 | 1,02 | 3,19 | 51,98 |
| Aoridae | 26,60 | 0,67 | 1,98 | 0,71 | 3,13 | 55,11 |
| Isopoda indet | 26,20 | 0,00 | 1,93 | 0,77 | 3,04 | 58,15 |
| Melitidae | 24,00 | 0,00 | 1,85 | 0,82 | 2,92 | 61,07 |
| Gammarellidae | 19,60 | 9,33 | 1,80 | 1,21 | 2,85 | 63,92 |
| Ischyroceridae | 25,80 | 3,67 | 1,70 | 1,87 | 2,69 | 66,61 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 14,40 | 0,33 | 1,62 | 0,92 | 2,56 | 69,16 |
| Calliopidae | 21,20 | 5,67 | 1,61 | 1,25 | 2,54 | 71,70 |
| Decapod larve | 17,00 | 0,33 | 1,55 | 0,87 | 2,45 | 74,15 |
| Midd | 9,20 | 7,67 | 1,41 | 1,87 | 2,22 | 76,37 |
| Bittium | 10,80 | 5,33 | 1,18 | 1,03 | 1,86 | 78,23 |
| Idotea sp | 5,20 | 6,33 | 0,97 | 0,80 | 1,52 | 79,75 |
| Hyalidae | 0,40 | 4,00 | 0,94 | 1,09 | 1,48 | 81,23 |
| Hiatella arctica | 2,60 | 0,00 | 0,63 | 0,90 | 0,99 | 82,22 |
| Littorina obtusata/mariae | 1,80 | 1,33 | 0,62 | 0,94 | 0,99 | 83,20 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 0,20 | 2,00 | 0,59 | 1,19 | 0,93 | 84,13 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 1,80 | 0,67 | 0,55 | 1,02 | 0,87 | 85,00 |
| Nucella | 2,00 | 0,33 | 0,54 | 0,94 | 0,85 | 85,85 |
| Bivalvia juvenil+ cf | 1,60 | 0,33 | 0,53 | 1,08 | 0,84 | 86,69 |
| Littorina sp | 1,20 | 0,67 | 0,52 | 1,24 | 0,82 | 87,51 |
| Nereidae | 1,40 | 0,67 | 0,50 | 0,90 | 0,78 | 88,29 |
| Decapoda indet (Reke) | 0,80 | 0,67 | 0,47 | 1,02 | 0,74 | 89,03 |
| Littorina littorea | 1,00 | 0,33 | 0,45 | 1,11 | 0,71 | 89,74 |
| Polynoidae | 0,80 | 0,33 | 0,44 | 0,87 | 0,69 | 90,43 |

**Tabell 41. SIMPER analyse av taufelleregistreringene på de oljeeksponerte- og ikke-sanerte stasjonene utført i 2010. Viser forskjeller mellom registreringene av gjort på stasjoner hvor opprenskingsarbeidet har bestått av skraping (1A, 2A, 6A), høytrykksspyling (3A, 4A, 7) og skraping og høytrykksspyling (5A, 8).**

**Average dissimilarity = 46,31**

| Species | Skraping Av.Abund | Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 4700,50 | 1402,83 | 9,47 | 1,03 | 20,44 | 20,44 |
| Idotea granulosa | 499,33 | 367,00 | 3,98 | 1,26 | 8,59 | 29,03 |
| Ischyroceridae | 223,33 | 41,17 | 2,61 | 1,16 | 5,63 | 34,66 |
| Jaera | 53,67 | 420,67 | 2,48 | 1,07 | 5,35 | 40,01 |
| Gammaridae indet | 307,67 | 194,83 | 2,43 | 1,14 | 5,24 | 45,25 |
| Calliopidae | 182,33 | 104,83 | 2,36 | 1,35 | 5,10 | 50,36 |
| Midd | 145,83 | 298,83 | 2,19 | 1,50 | 4,72 | 55,08 |
| Stenothoidae | 59,67 | 101,83 | 1,58 | 1,20 | 3,40 | 58,48 |
| Idotea baltica | 65,83 | 6,67 | 1,50 | 1,07 | 3,24 | 61,73 |
| Aoridae | 32,00 | 50,83 | 1,30 | 1,38 | 2,81 | 64,53 |
| Hyalidae | 55,67 | 26,83 | 1,14 | 1,03 | 2,47 | 67,00 |
| Mytilus sp | 56,83 | 16,17 | 1,11 | 0,97 | 2,39 | 69,40 |
| Idotea pelagica | 66,83 | 38,17 | 1,08 | 1,12 | 2,34 | 71,73 |
| Idotea sp | 25,17 | 6,67 | 1,05 | 1,28 | 2,26 | 74,00 |
| Amphipoda indet+juv | 61,17 | 16,50 | 1,05 | 0,90 | 2,26 | 76,26 |
| Littorina sp | 12,50 | 34,33 | 0,90 | 1,20 | 1,95 | 78,21 |
| Corophiidae | 30,17 | 29,33 | 0,80 | 1,23 | 1,74 | 79,95 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 0,17 | 19,33 | 0,76 | 0,61 | 1,64 | 81,59 |
| Athanas (reke) | 0,33 | 14,00 | 0,69 | 1,05 | 1,50 | 83,09 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 6,50 | 10,33 | 0,55 | 1,37 | 1,18 | 84,27 |
| Lacuna | 12,33 | 6,50 | 0,54 | 1,07 | 1,18 | 85,44 |
| Bittium | 3,33 | 10,00 | 0,51 | 1,15 | 1,09 | 86,54 |
| Asteroidea indet juv | 1,00 | 4,83 | 0,43 | 1,82 | 0,94 | 87,47 |
| Littorina obtusata/mariae | 5,33 | 1,17 | 0,43 | 1,12 | 0,92 | 88,39 |
| Nereidae | 4,83 | 2,67 | 0,41 | 1,23 | 0,90 | 89,29 |
| Sabellidae | 4,00 | 1,33 | 0,40 | 1,20 | 0,86 | 90,15 |

**Average dissimilarity = 43,35**

| Species | Skraping Av.Abund | Skraping&Høytrykk Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 4700,50 | 7506,00 | 11,64 | 1,21 | 26,85 | 26,85 |
| Idotea granulosa | 499,33 | 158,67 | 3,22 | 1,17 | 7,43 | 34,28 |
| Gammaridae indet | 307,67 | 333,67 | 2,86 | 1,28 | 6,60 | 40,89 |
| Ischyroceridae | 223,33 | 24,00 | 2,32 | 1,20 | 5,36 | 46,25 |
| Midd | 145,83 | 51,67 | 1,69 | 1,49 | 3,90 | 50,14 |
| Jaera | 53,67 | 4,67 | 1,53 | 1,70 | 3,54 | 53,68 |
| Idotea baltica | 65,83 | 17,33 | 1,53 | 1,16 | 3,53 | 57,21 |
| Calliopidae | 182,33 | 169,67 | 1,49 | 1,14 | 3,44 | 60,65 |
| Idotea sp | 25,17 | 72,33 | 1,41 | 1,55 | 3,26 | 63,91 |
| Hyalidae | 55,67 | 1,00 | 1,20 | 0,97 | 2,77 | 66,67 |
| Stenothoidae | 59,67 | 14,33 | 1,09 | 1,18 | 2,51 | 69,19 |
| Amphipoda indet+juv | 61,17 | 16,00 | 0,98 | 0,89 | 2,27 | 71,46 |
| Aoridae | 32,00 | 14,67 | 0,96 | 1,47 | 2,21 | 73,67 |
| Mytilus sp | 56,83 | 8,33 | 0,93 | 0,81 | 2,16 | 75,82 |
| Corophiidae | 30,17 | 8,33 | 0,92 | 1,17 | 2,13 | 77,96 |
| Idotea pelagica | 66,83 | 30,00 | 0,83 | 1,36 | 1,91 | 79,87 |
| Littorina sp | 12,50 | 24,67 | 0,76 | 1,49 | 1,76 | 81,63 |
| Athanas (reke) | 0,33 | 14,33 | 0,70 | 0,74 | 1,62 | 83,24 |
| Asteroidea indet juv | 1,00 | 12,00 | 0,66 | 2,32 | 1,52 | 84,77 |
| Lacuna | 12,33 | 5,67 | 0,56 | 1,19 | 1,30 | 86,07 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 6,50 | 1,00 | 0,49 | 1,75 | 1,12 | 87,18 |
| Littorina obtusata/mariae | 5,33 | 0,33 | 0,44 | 1,14 | 1,00 | 88,19 |
| Sabellidae | 4,00 | 0,00 | 0,42 | 1,27 | 0,98 | 89,16 |
| Polynoidae | 1,50 | 4,67 | 0,41 | 1,04 | 0,94 | 90,11 |

**Average dissimilarity = 49,15**

| Species | Høytrykk Av.Abund | Skraping& Av.Abund | Høytrykk Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 1402,83 | 7506,00 | 13,05 | 1,14 | 26,55 | 26,55 |
| Idotea granulosa | 367,00 | 158,67 | 3,39 | 1,47 | 6,91 | 33,46 |
| Jaera | 420,67 | 4,67 | 3,16 | 0,97 | 6,43 | 39,88 |
| Gammaridae indet | 194,83 | 333,67 | 2,80 | 1,56 | 5,69 | 45,58 |
| Calliopidae | 104,83 | 169,67 | 2,74 | 1,12 | 5,57 | 51,15 |
| Midd | 298,83 | 51,67 | 2,51 | 1,21 | 5,10 | 56,25 |
| Stenothoidae | 101,83 | 14,33 | 1,47 | 1,18 | 2,99 | 59,24 |
| Aoridae | 50,83 | 14,67 | 1,42 | 1,09 | 2,90 | 62,14 |
| Idotea sp | 6,67 | 72,33 | 1,29 | 0,88 | 2,63 | 64,76 |
| Corophiidae | 29,33 | 8,33 | 1,13 | 1,15 | 2,30 | 67,06 |
| Ischyroceridae | 41,17 | 24,00 | 1,11 | 1,22 | 2,26 | 69,32 |
| Hyalidae | 26,83 | 1,00 | 1,10 | 1,47 | 2,24 | 71,56 |
| Littorina sp | 34,33 | 24,67 | 1,04 | 1,18 | 2,12 | 73,68 |
| Athanas (reke) | 14,00 | 14,33 | 1,04 | 0,91 | 2,12 | 75,79 |
| insektslarver-ikke mygg midd | 19,33 | 0,67 | 0,99 | 0,60 | 2,00 | 77,80 |
| Idotea pelagica | 38,17 | 30,00 | 0,92 | 1,36 | 1,88 | 79,68 |
| Idotea baltica | 6,67 | 17,33 | 0,79 | 1,25 | 1,61 | 81,29 |
| Mytilus sp | 16,17 | 8,33 | 0,76 | 1,82 | 1,54 | 82,83 |
| Gastropoda juv, indet+cf | 10,33 | 3,67 | 0,58 | 1,13 | 1,18 | 84,01 |
| Bittium | 10,00 | 1,33 | 0,58 | 1,03 | 1,17 | 85,19 |
| Polynoidae | 0,67 | 4,67 | 0,56 | 0,96 | 1,14 | 86,32 |
| Insektslarve (Chrionomidae) | 5,17 | 1,00 | 0,54 | 1,15 | 1,11 | 87,43 |
| Lacuna | 6,50 | 5,67 | 0,54 | 1,26 | 1,10 | 88,53 |
| Amphipoda indet+juv | 16,50 | 16,00 | 0,49 | 1,03 | 1,00 | 89,53 |
| Carcinus maenas (krabbe) | 4,33 | 6,00 | 0,38 | 1,12 | 0,78 | 90,31 |

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.

Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no

RAPPORT L.NR. 6095-2010

# Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen

# Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT


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

**Sørlandsavdelingen**
Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**
Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87


| Tittel | Løpenr. (for bestilling) | Dato |
|---|---|---|
| Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City<br>Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen | 6095-2010 | 16. november 2010 |
| | Prosjektnr. Undernr.<br>29370 | Sider Pris<br>49 |
| Forfatter(e)<br>Gitmark, Janne<br>Walday, Mats | Fagområde<br>Marin overvåking | Distribusjon<br>Fri |
| | Geografisk område<br>Telemark-Vestfold | Trykket<br>NIVA |

| Oppdragsgiver(e) | Oppdragsreferanse |
|---|---|
| Havforskningsinstituttet/Kystverket | J.nr. 1936/09 |


Sammendrag

Målsetningen med denne undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet etter havariet av M/S Full City. Undersøkelsene utført i 2009 gir ingen sikre konklusjoner. Analysene viste ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning. Men det er noen indikasjoner på at oljesølet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Det ble ikke registrert tydelige skader på organismene i fjæra som kunne skyldes oljesølet. Ved enkelte stasjoner har det også foregått opprensingsarbeid med bl.a.varmt vann og høytrykkspyler, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet. Naturlige faktorer som f.eks. bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, himmelretning o.l. påvirker artssammensetningen lokalt. Så det kan ikke sies med sikkerhet om ulikhetene mellom stasjonene som er registrert skyldes naturlig variasjon mellom områder, oljesølet eller oppryddingsarbeidet.



| Fire norske emneord | Fire engelske emneord |
|---|---|
| 1. Oljesøl | 1. Oilspill |
| 2. Strandsoneundersøkelser | 2. Littoral zone monitoring |
| 3. Biologisk mangfold | 3. Biodiversity |
| 4. Langesund | 4. Langesund |



*Janne Gitmark*
Prosjektleder

*Mats Walday*
Forskningsleder

*Bjørn Faafeng*
Seniorrådgiver



ISBN 978-82-577-5830-1

# Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City

Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen

# Forord

Undersøkelsen i den foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Havforskningsinstituttet (HI), som igjen er engasjert av Kystverket (KV). Undersøkelsen er en del av en større miljøundersøkelse relatert til utslipp av olje i forbindelse med havariet til lasteskipet "Full City" utenfor Langesund.

Koordinator for miljøundersøkelsen er Erik Olsen (fra oppstart, til oktober 2010) og Stein Mortensen (fra oktober 2010) fra Havforskningsinstituttet.

Frithjof Moy (HI) er delprosjektleder for miljøundersøkelsene i tidevannssonen og Henning Steen (HI) er delprosjektleder for miljøundersøkelsene i sjøsonen.

Stasjonsplasseringene ble bestemt under en befaring i perioden 21. – 23. oktober 2009. Under befaringen deltok Anders Jelmert og Henning Steen fra HI, og John Arthur Berge, Pia Norling og Janne Gitmark fra NIVA.

Feltarbeidet ble gjennomført mellom 21. oktober og 2. desember 2009. Under feltarbeidet deltok Pia Norling og Janne Gitmark fra NIVA.

Artsbestemmelser av fauna i taufeller, og analyser av resultatene, er utført av Hartvig Christie, Marijana Brkljacic og Janne Gitmark fra NIVA.

Mats Walday og Hartvig Christie fra NIVA har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, 16. november 2010

*Janne Gitmark*

# Innhold

**Sammendrag** **5**

**Summary** **6**

**1. Innledning** **7**

**2. Materiale og metoder** **8**

2.1 Undersøkelser i tidevanssonen 9
2.2 Undersøkelser i tidevanns- og sjøsonen 10
2.3 Stasjonsbeskrivelser 11
2.3.1 Jomfruland (FC 1A+B) 11
2.3.2 Stråholmen (FC 2A+B) 11
2.3.3 Såstein (FC 3A+B) 12
2.3.4 Åbyfjorden (FC 4A+B) 13
2.3.5 Krokshavn (FC 5A+B) 13
2.3.6 Fugløyrong (FC 6A+B) 14
2.3.7 Nevlungsstrand (FC7) 14
2.3.8 Oddanefort (FC8) 14
2.4 Databearbeidelse 15

**3. Resultater og diskusjon** **16**

3.1 Resultater fra rammeregistreringer 16
3.1.1 Analyser av rammeregistreringene 18
3.2 Resultater fra taufeller 21
3.2.1 Multivariate analyser av taufellene 25
3.3 Oppsummering 27

**4. Referanser** **29**

**Vedlegg A.** **30**

**Vedlegg B.** **37**

**Vedlegg C.** **38**

**Vedlegg D.** **43**

**Vedlegg E.** **44**

**Vedlegg F.** **46**

**Vedlegg G.** **47**

# Sammendrag

Lasteskipet ”Full City” grunnstøtte på Såstein, sørvest for Langesund 31. juli 2009. Skipet hadde omlag 1120 kubikkmeter olje om bord, og i følge Kystverket lakk omlag 300 kubikkmeter olje ut i sjøen. Det ble etter hvert registrert oljepåslag langs en ca. 75 km lang strekning, fra Nevlunghavn i Vestfold til Lillesand i Aust-Agder.

Målsetningen med denne undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet fra M/S Full City.

Enkelte tidligere undersøkelser på effekter av oljesøl har rapportert om akutte effekter fra oljesøl på tynne blad- og trådformete alger. Og det er vist at arter uten beskyttende skall som f.eks. mosdyr, tanglus og tanglopper er mer utsatt ved oljesøl enn dyr med slikt skall, som snegl, blåskjell og rur.

Det ble undersøkt i alt 14 stasjoner i 8 områder (fra Jomfruland i Telemark til Oddane fort i Vestfold). Undersøkelsen ble utført senhøstes 2009. I hvert område ble det opprettet to stasjoner, en i et registrert oljepåslagsområde og en i et område med lite/ingen registrerte oljepåslag. Ved Nevlungsstrand og Oddane fort (her kalt ikke-sanerte stasjoner) ble det kun plassert en stasjon i hvert område. Begge disse stasjonene lå i oljeeksponerte områder.

Tilstedeværelsen av fastsittende alger, og fastsittende/lite mobile dyr ble registrert i 4 rammer med et rammeareal på 0,5 x 0,5 m, hvor hver ramme er inndelt i 25 ruter. Mobil fauna ble samlet inn i taufeller (4 taufeller i tidevannssonen og 4 i sjøsonen) som hadde ligget i sjøen i en uke.

Det var stor variasjon i resultatene mellom de ulike stasjonene, og det var ingen tydelige trender. Men i både ramme- og taufelleundersøkelsene ble det generelt funnet færre taxa, og lavere forekomst av de registrerte taxaene, på stasjonene med oljesøl enn på de med lite/intet oljesøl. De ikke-sanerte stasjonene var begge blant stasjonene med flest registrerte taxa, og størst forekomst av organismer.

I rammeundersøkelsen ble det registrert mer blæretang på stasjoner med oljesøl enn de med lite/intet oljesøl, men det ble stort sett registrert flere alger og dyr, som er vanlige påvekstorganismer på tang, på stasjonene med lite/inget oljesøl. Rur var vanligst på stasjonene med lite/intet oljesøl, mens blåskjell og snegl var vanligst på de oljeeksponerte- og de ikke-sanerte stasjonene.

I taufelleundersøkelsen ble det funnet betydelig mer snegl, tanglus og blåskjell på de-ikke sanerte stasjonene enn stasjonene med og uten oljesøl. Mens det stort sett ble funnet flere tanglopper, og færre snegl, på stasjonene med lite/intet oljesøl enn de med oljesøl.

Det er umulig å trekke sikre konklusjoner fra resultatene fra undersøkelsene utført i 2009. Analysene viste ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning. Men det kan allikevel virke som at oljesølet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Det ble ikke registrert tydelige skader på organismene i fjæra som kunne skyldes oljesølet. Ved enkelte stasjoner har det også foregått opprensingsarbeid med bl.a.varmt vann og høytrykkspyler, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet. Naturlige faktorer som f.eks. bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, himmelretning påvirker artssammensetningen lokalt. Så det kan ikke sies med sikkerhet om ulikhetene som er registrert mellom stasjonene, skyldes naturlig variasjon mellom områder, oljesølet eller oppryddingsarbeidet.

Det ble gjort en gjentakelse av undersøkelsene i september 2010. Man vil muligens kunne si mer om evt. effekter av oljesøl på stasjonene når disse prøvene er blitt opparbeidet.

# Summary

Title: Marinebiological monitoring in connection with the oilspill from M/S Full City. Flora and fauna monitoring in the intertidal- and sub-tidal zone.
Year: 2010
Author: Janne Gitmark & Mats Walday
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5830-1

The cargo ship "Full City" ran aground at Såstein near Langesund on July 31st 2009. The incident resulted in a discharge of approximately 300 cubic meters of oil.

The aim of this study is to map possible effects from the oil spill on the flora and fauna in the intertidal- and sub-tidal zones.

The monitoring took place between October and December of 2009. 14 stations were placed in 8 areas (Jomfruland, Stråholmen, Såstein, Åbyfjorden, Krokshavn, Fugløyrong, Nevlungsstrand and Oddane Fort). In six of the areas, one station was placed in an oilexposed site and one in an area where little, or no, oil was registered. In Nevlungsstrand and Oddane Fort there was only placed one oilexposed station in each area.

In the intertidal zone benthic algae and animals were counted in 4 fixed frames. Each frame measures 0,5 x 0,5 m, and is divided in 25 squares. In the intertidal- and sub-tidal zone mobile fauna were collected from traps made of rope. At each station 4 traps were placed in the intertidal zone, and 4 in the subtidal zone. They were exposed in the water for a week.

No definite conclusions can be drawn from the 2009 studies. The analysis shows no obvious connection between oil exposure and species composition. But it seems that the oilspill may have affected the species composition to a certain degree. There were no obvious damages on the organisms in the intertidal zone from the oilspill. At some stations there was extensive cleaning using e.g. high pressure, hot water hosing. These cleaning methods can also cause serious damages to the intertidal communities. Natural factors such as wave exposure and freshwater input, affects the local species composition. It is not possible to know if the differences that were registered between the stations are caused by natural variations between areas, the cleanup methods or the oilspill.

# 1. Innledning

Det Panama-registrerte lasteskipet ”Full City” grunnstøtte på Såstein, sørvest for Langesund natt til 31. juli 2009. Det blåste kraftig og var høy sjø i området. Skipet hadde omlag 1000 kubikkmeter tungolje og 120 kubikkmeter lettolje om bord. Noen tanker ble skadet i grunnstøtingen, og i følge Kystverket lakk omlag 300 kubikkmeter olje ut i sjøen. Kort tid etter grunnstøtingen ble det observert et stort oljepåslag i områdene Såstein, Oddane og Krogshavn. Det ble etter hvert registrert oljepåslag langs en ca. 75 km lang strekning, fra Nevlunghavn i Vestfold til Lillesand i Aust-Agder.

Opprenskningsarbeidet pågikk frem til senhøstes 2009. Arbeidet ble gjenoptatt våren 2010, og ble avsluttet senere på sommeren. Grovrensingen bestod av å skrape bort mest mulig av oljen med enkle redskaper. Bark ble brukt til å suge opp oljen, og enkelte områder ble behandelt med såpe/rensemiddel, og til slutt høytrykksspylt med 90 grader varmt vann.

Havforskningsinstituttet (HI) ble bedt av Kystverket (KV) om å være ansvarlig koordinator for miljøundersøkelser i forbindelse med havariet. En plan for miljøundersøkelser ble utarbeidet av HI i september 2009 (Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S Full City). HI, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) og Mattilsynet er involvert i miljøundersøkelsene.

Dyre- og planteliv i fjæra er svært utsatt ved oljesøl. Oljen kan dekke organismene og substratet, og hindre sentrale funksjoner som f.eks. fotosyntese, respirasjon, næringsopptak og bevegelse. Skadevirkningene kan også være knyttet til oljens kjemotoksisitet. Erfaringsmessig oppstår miljøskadene ved en kombinasjon av overnevnte faktorer (Lein et al. 1992). I tillegg til oljens virkning, kan fjæresamfunnet påføres betydelige skader av oppryddingsarbeidet i etterkant av et oljesøl. Bruk av f.eks. såpe, rensemiddel, varmt vann og høytrykksspyling, kan enkelte ganger være mer ødeleggende for organismene i fjæra enn selve oljen (Southward & Southward 1978).

Fjæra kan generelt defineres som strandnivået mellom høy- og lavvann (littoralsonen), og hardbunn er bunn av fjell eller større steiner. I områder med moderat/liten bølgepåvirkning er fjæra ofte dekket av et karakteristisk tangbelte. På og innimellom tangen lever mange andre alger, samt dyr som snegl, børstemark, krepsdyr og andre frittlevende og fastvokste smådyr.

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av fastsittende alger samt fastsittende- og lite mobile dyr i tidevannssonen (littoralsonen), og undersøkelser av mobilfauna i tidevanns- og sjøsonen.

Målsetningen med undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet fra M/S Full City. De artene som er til stede, og mengden av dem, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. Endringer i strandsonesamfunnet som følge av en eventuell oljepåvirkning vil måles bl.a. i artssammensetning, diversitet og frekvensmålinger av artsforekomst.

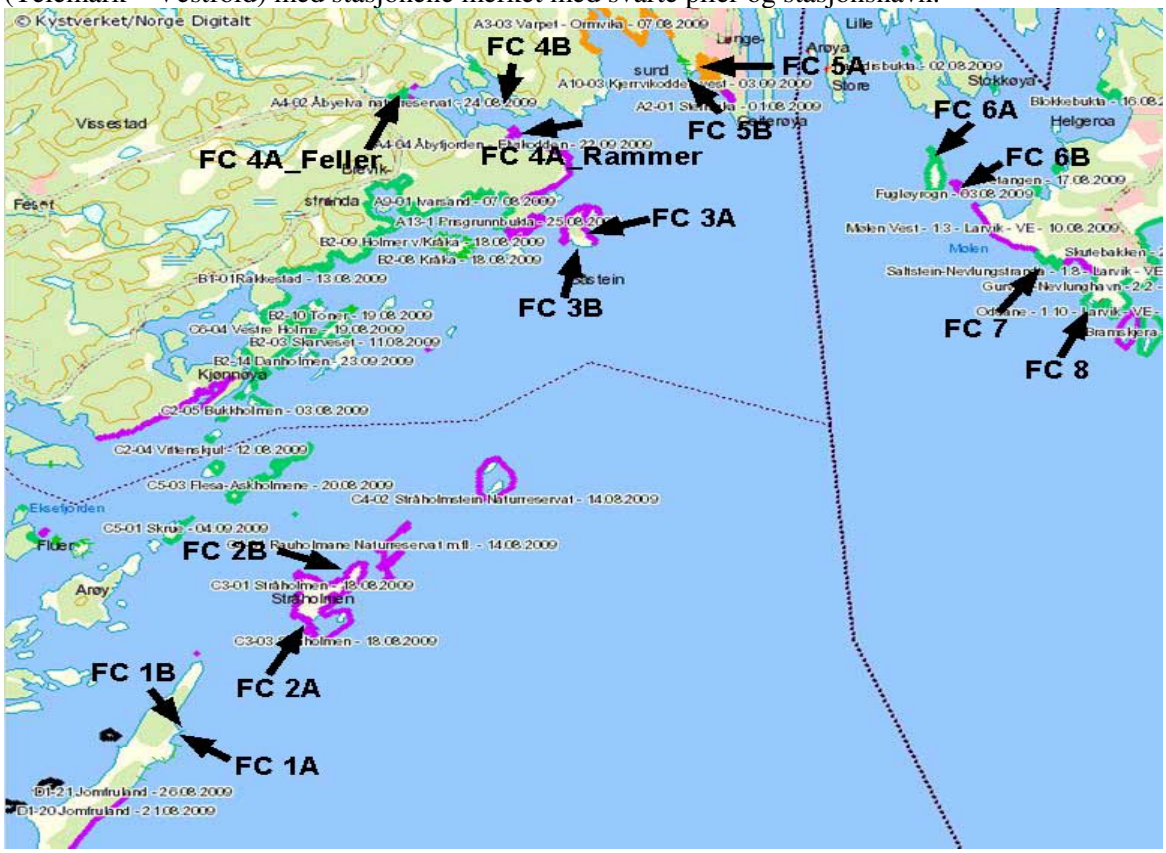
Det er lagt opp til en oppfølging av undersøkelsene over en 5-års periode, men hvor de enkelte undersøkelsene termineres hvis, eller når, det ikke lenger kan påvises effekter som kan knyttes til utslippet.

# 2. Materiale og metoder

I forslaget ”Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S Full City”, ble det valgt ut 8 områder hvor miljøundersøkelsene skulle foregå. Disse var:

- Fugløyrongen naturreservat
- Steinvika naturreservat og nærliggende bukter
- Åbystranda/Vingekilen
- Såstein naturreservat
- Stråholmen naturreservat
- Jomfruland
- Nevlungsstrand
- Oddane fort

I hvert område ble det opprettet to stasjoner, en i et registrert oljepåslagsområde og en i et område med lite/ingen registrerte oljepåslag. Ved Nevlungsstrand og Oddane fort var det registrert oljepåslag langs hele kystlinja, og det ble derfor kun plassert en stasjon i hvert område. Plasseringen av stasjonene ble bestemt med bakgrunn i kart over registrerte oljepåslag fra Kystverkets nettsider (http://kart.kystverket.no/). **Figur 1** viser kart over rapportert oljepåslag i undersøkelsesområdet (Telemark – Vestfold) med stasjonene merket med svarte piler og stasjonsnavn.




**Figur 1.** Kart over rapporterte oljepåslag i undersøkelsesområdet (Telemark – Vestfold) (Hentet oktober 2009). Oljepåslag er registrert i alle områder som er markert med fargede streker. Rødt – påslag registrert, Svart – grovrensing pågår, Oransj – finrensing pågår, Grønt – arbeid ferdigstilt, Tynne grønne streker – ingen påslag/tiltak ikke nødvendig, Lilla – arbeid ferdigstilt, oppfølging kreves. De utvalgte stasjonene er merket med svarte piler og navn (FC 1 - 8). (Kilde: Kystverket). Stasjonsplasseringene ble bestemt under en befaring i perioden 21. – 23. oktober 2009.

I tillegg til å bli plassert i riktig område i forhold til oljepåslag, ble stasjonene plassert i områder med passende substrat (fortrinnsvis svakt skrånende fjell med tangvegetasjon, i et noe "værbeskyttet" område). GPS-posisjonene til de valgte stasjonene er gitt i **Tabell 8** i **Vedlegg B**. En nærmere beskrivelse av stasjonene er gitt i kapittel 2.3. Stasjoner med registrert oljesøl har fått bokstavkode A, mens stasjonene med lite/inget registrert oljesøl har fått bokstavkode B. Stasjonene ved Nevlungsstrand og Oddane fort har ingen bokstavkode.

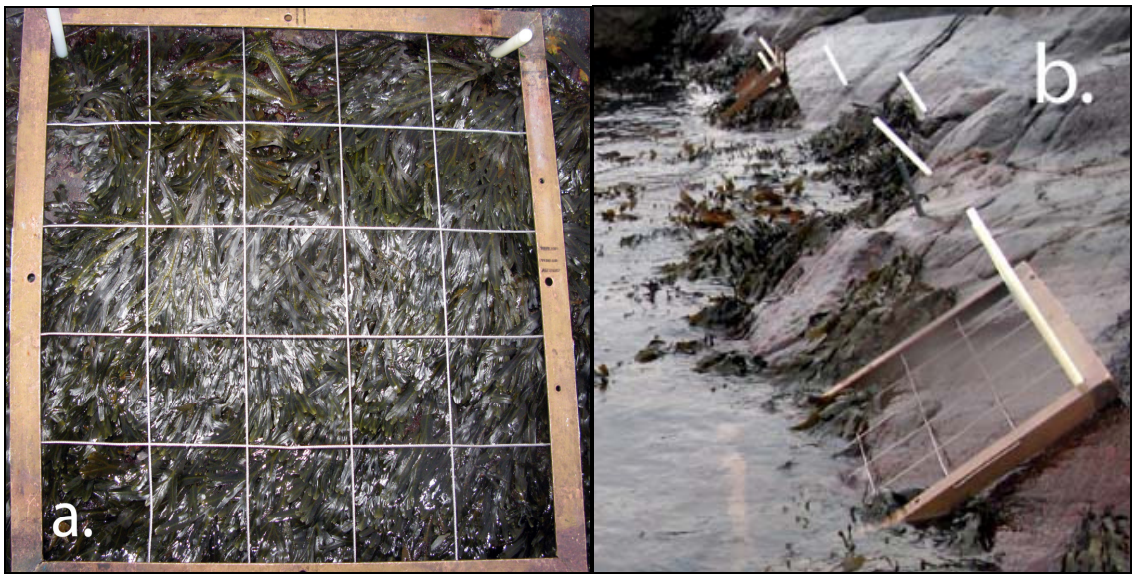
Ved Nevlungsstrand og Oddane fort er to mindre områder blitt stående ubehandlet (ikke-sanert), det vil si at ingen oppryddingstiltak er iverksatt, for å estimere restitusjonstid sammenlignet med steder som blir vasket og renset. Disse var ikke passende områder for rammeundersøkelser, så stasjonene ble derfor lagt noe utenfor. Selv om disse to stasjonene ble lagt utenfor de ikke-sanerte områdene, vil de bli betegnet som ikke-sanerte stasjoner i denne rapporten.

Undersøkelsesmetodikken har utgangspunkt i SFTs veileder for etterundersøkelser etter oljepåslag (SFT 1999).

## 2.1 Undersøkelser i tidevanssonen

I tidevannssonen ble det foretatt en registrering av fastsittende, makroskopiske alger, og fastsittende og lite mobile dyr. På hver stasjon ble det undersøkt fire parallelle rammer med et rammeareal på 0,5 x 0,5 m. Rammene er med vaiere inndelt i 25 hjelperuter à 10 x 10 cm (**Figur 2a**).

Rammene ble plassert tilfeldig, men de ble justert slik at øvre kant av rammen var plassert i nivå med middel vannstand. Da rammene var lagt ut, ble plasseringen merket med bolter i fjellet (**Figur 2b**) slik at nøyaktig samme areal kan bli undersøkt ved gjenbesøk. Boltene blir fjernet mellom hver undersøkelse.




**Figur 2. a.** Ramme (0,5 x 0,5 m) inndelt i 25 hjelperuter (10 x 10 cm). **b.** 4 rammestasjoner merket med bolter i fjellet. Boltene blir fjernet mellom hver undersøkelse.

Alle makroskopiske alger og fastsittende/lite mobile dyr ble bestemt til lavest mulig taksonomiske nivå (art, slekt, familie), og mengden kvantifisert. Kvantifiseringen ble gjort ved frekvensregistrering (tilstede/ikke tilstede) i hver av de 25 hjelperutene. Rammearealet ble fotografert som en ekstra dokumentasjon.

Organismene som ikke kunne bestemmes i felt ble tatt med til lab, hvor de ble bestemt til lavest mulig taksonomiske nivå under lupe eller mikroskop.

Rammeundersøkelsene ble utført i perioden 6. november – 2. desember 2009. En fullstendig oversikt over undersøkelsesdato til hver stasjon er gitt i **Tabell 9** i **Vedlegg B**.

## 2.2 Undersøkelser i tidevanns- og sjøsonen

I tidevanns- og sjøsonen ble det foretatt en undersøkelse av mobilfauna. Som innsamlingsenhet for mobilfauna ble det benyttet taufeller i sjøsonen (ca. 1 m dyp) og i tidevannssonen (på samme nivå som øvre del av rammene). Fellene består av tau som tiltrekker seg fauna som naturlig hører hjemme i algesamfunn (Kraufvelin 2002). Taufellene lå eksponert i sjøen i en uke. For å sammenlikne resultatene fra taufellene med "naturlig habitat" ble det også samlet inn sagtang (*Fucus serratus*) i fjæra på enkelte stasjoner.

På hver stasjon ble det satt ut 4 taufeller i sjøsonen, og 4 taufeller i tidevanssonen (**Figur 3**). Tangprøver (4 replikater) ble samlet på 7 stasjoner. Undersøkelsen pågikk mellom 21. oktober og 13. november 2009 (**Tabell 9** i **Vedlegg B**).

Taufellene og tangprøvene ble samlet inn i ziplock-poser ved snorkling. Fellene og tangen ble så skylt/ristet i ferskvann i egne bøtter. Skyllevannet ble filtrert gjennom en sikt med maskestørrelse på 250 µ. Oppsamlede organismer ble lagt over på prøveglass og fiksert med 4 % formalin. Etter at tangen var renset for organismer, ble den veid for å kunne relatere observasjonene til habitatstørrelse.

Tangprøvene som ble samlet inn har ennå ikke blitt opparbeidet. Resultatene fra dem vil bli presentert i rapporten for undersøkelsene utført i 2010.

**Figur 3.** Taufeller i fjæra på stasjon FC 1A (Jomfruland oljeeksponert).

På lab ble all mobil fauna i prøvene identifisert. Fra hver stasjon ble det opparbeidet 3 taufeller fra hvert dyp. Utvalgte organismer ble bestemt til art, mens andre kun ble identifisert på et høyere taxanivå (for eksempel slekt eller familie).

## 2.3 Stasjonsbeskrivelser

### 2.3.1 Jomfruland (FC 1A+B)

Strandlinja på Jomfruland består hovedsakelig av rullestein: Rullestein er et lite passende substrat for rammeundersøkelser, så de to stasjonene ble derfor plassert utenfor det registrerte oljepåslagsområdet. På befaringen ble det observert enkelte spor etter oljen i områdene rundt begge stasjonene. Det ble observert mer oljesøl på stasjonen lengst sør, og denne ble derfor valgt ut som den oljeeksponerte stasjonen (**Figur 4a**). Det ble ikke observert olje i fjæresonen, men enkelte flekker ble registrert i sprutsonen (supralittoralen - over høyeste høyvann) og i epilittoralen (et område helt ovenfor vannet som bare får en stenk sjøvann som føres opp på land av brenninger og vind).
Stasjon FC 1A er nordøstvendt, og plassert på sydsiden, innerst i et smalt sydøstvendt sund.
Stasjon FC 1B er vestvendt inn mot bukt med rullestein (**Figur 4b**).

**Figur 4.** Jomfruland (Stasjon FC 1A+B). **a.** FC 1A – oljepåslag i epilittoralen. **b.** FC 1B – ikke-oljeeksponert stasjon.

### 2.3.2 Stråholmen (FC 2A+B)

I følge kartet fra Kystverket var det registrert oljepåslag rundt hele Stråholmen (**Figur 1**). Stasjonene ble plassert etter subjektiv betraktning av oljesøl under befaringen. Den oljeeksponerte stasjonen (FC 2A) ble lagt helt syd på Stråholmen. Stasjonen er sydvendt og delvis beskyttet av en rekke skvalpeskjær. Det ble observert en del oljesøl, men også her kun i sprutsonen eller i epilittoralen (**Figur 5a**). Den ikke-oljeeksponerte stasjonen (FC 2B) ble plassert på nordvestsiden av Stråholmen (**Figur 5b**). Her ble det kun registrert noen små flekker med olje på fjellet.

**Figur 5.** Stråholmen (Stasjon FC 2A+B). **a.** FC 2A – oljepåslagt på fjell (over sputsonen).**b.** FC 2B – ikke-oljeeksponert stasjon

### 2.3.3 Såstein (FC 3A+B)

Den oljeeksponerte stasjonen ble plassert på østsiden av Store Såstein, like innenfor stedet hvor M/S Full City grunnstøtte. Det ble observert betydelig oljesøl i øvre del av fjæra og i epilittoralen (**Figur 6a**). Det foregikk også vasking (med høytrykksspyler og såpe) av fjellet i området under deler av feltarbeidet (**Figur 6b**).

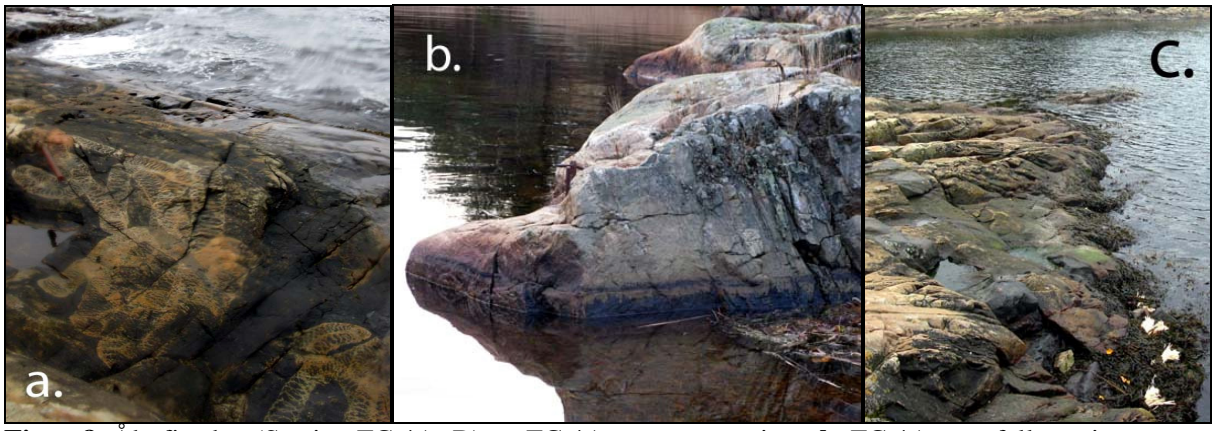
**Figur 6.** Såstein – oljeeksponert (Stasjon FC 3A). **a.** Oljesøl på stein i sprutsonen. **b.** Vasking av fjell med høytrykksspyler

Områdene på Såstein hvor det ikke var registrert oljepåslag var enten svært utsatt for dårlig vær, eller bestod av lite passende substrat. Stasjonen ble lagt på østsiden i en smal bukt helt syd på Store Såstein (**Figur 7a**). Det ble observert noe oljesøl i sprutsonen og epilittoralen(**Figur 7b**), men det var betydelig mindre enn på stasjon FC 3A.

**Figur 7.** Såstein – lite-oljeeksponert (Stasjon FC 3B). **a.** Stasjon FC 3B – Såstein – lite-oljeeksponert. **b.** Oljesøl i sprutsonen på stasjon FC 3B

### 2.3.4 Åbyfjorden (FC 4A+B)

Under befaringen ble taufellene lagt ut blant noen små flekker med blæretang (*Fucus vesiculosus*) helt innerst i Åbyfjorden, like ved utløpet til Åbyelva. Det ble ikke observert noen andre alger enn blæretang. Taufellestasjonen viste seg å være svært lite egnet for rammeundersøkelser da området er meget ferskvannspåvirket. Rammestasjonen ble derfor flyttet til Elvikodden, sør i Åbyfjorden. Det ble observert oljesøl i fjæra og opp i epilittoralen på begge de eksponerte stasjonene (**Figur 8 a + b**). Den ikke-oljeeksponerte stasjonen ble lagt på nordsiden av Skokleøya (**Figur 8c**). På denne stasjonen ble det kun registrert små flekker med olje i epilittoralen.




**Figur 8.** Åbyfjorden (Stasjon FC 4A+B). **a.** FC 4A – rammestasjon. **b.** FC 4A – taufellestasjon. **c.** FC 4B – ikke-oljeeksponert stasjon

### 2.3.5 Krokshavn (FC 5A+B)

Den oljeeksponerte stasjonen ble plassert på vestsiden av Krokshavn (**Figur 9a**). Det var tydelige spor etter oljesølet i øvre del av fjæra og opp i epilittoralen på stasjonen. Det foregikk opprydding og vasking av området under deler av feltarbeidet. Den ikke-oljeeksponerte stasjonen ble plassert helt ytterst, på vestsiden, av Krokshavn (**Figur 9b**). Her ble det kun registrert enkelte små flekker med oljesøl.

**Figur 9.** Krokshavn (Stasjon FC 5A+B). **a.** Stasjon FC 5A – Krokshavn oljeeksponert. **b.** Stasjon FC 5B – Krokshavn ikke-oljeeksponert.

### 2.3.6 Fugløyrong (FC 6A+B)

Den oljeeksponerte stasjonen ble plassert på nordøstsiden av Fugløya (**Figur 10a**). Det ble kun observert småflekker av olje i sprutsonen. Den ikke-oljeeksponerte stasjonen ble plassert på nordsiden av Fugløyrong naturreservat. Det er ikke fjell/svaberg i området, så rammestasjonene ble plassert på store stein i fjæra (**Figur 10b**).

**Figur 10.** Fugløyrong (Stasjon FC 6A+B) **a.** Stasjon FC 6A – oljeeksponert. **b.** St. FC 6B – ikke-oljeeksponert.

### 2.3.7 Nevlungsstrand (FC7)

Stasjonen er sydvendt, og ble plassert på vestsiden av Nevlungsstranda (**Figur 11a**). Det ble registrert betydelig oljesøl i epilittoralsonen (**Figur 11b**), men ikke i fjæra. Det var spor fra oppryddingsarbeid på stasjonen. Oljesølet var dekket med bark, som blir brukt til å absorbere oljen. Selv om stasjonen ikke er plassert direkte i det ikke-sanerte området, vil den bli referert til som en ikke-sanert stasjon videre i rapporten.

**Figur 11.** a. Nevlungsstranda (Stasjon FC 7). b. Oljesøl i epilittoralen på stasjon FC7.

### 2.3.8 Oddanefort (FC8)

Stasjonen er østvendt, og ble plassert på vestsiden av en bukt, innenfor Sauesundshaken (**Figur 12**). På stasjonen ble det ble kun registrert små, spredte oljeflekker i epilittoralen. Det ble observert oljelenser i området hvilket tyder på at også her har det foregått oppryddingsarbeid. Selv om stasjonen ikke er plassert direkte i det ikke-sanerte området, vil den bli referert til som en ikke-sanert stasjon videre i rapporten.

**Figur 12.** Oddane fort (Stasjon FC 8)

## 2.4 Databearbeidelse

For bearbeidelsen av dataene er det brukt den statistiske programpakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) (Clarke & Gorley 2001). Forskjeller i artssamfunnene mellom stasjonene er undersøkt ved hjelp av en ordinasjonsmetode, MDS (Multi Dimensional Scaling), som ut ifra prøvelikhet grupperer stasjoner med relativt lik artssammensetning. Denne metoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks. Ulike arters betydning for ulikheter/likheter som blir funnet er beregnet ved hjelp av analysen SIMPER.

I MDS-analysen forteller stress-faktoren (plassert øverst i høyre hjørne) hvor godt det to-dimensjonale plottet reflekterer mange-dimensjonaliteten i dataene. Clarke (1993) foreslår følgende "tommelfingerregler" for tolkning av *stress* – faktoren:
*Stress* < 0,05 – gir en meget god gjengiving
*Stress* < 0,10 – gir en god gjengiving
*Stress* < 0,20 – krever varsom tolkning
*Stress* > 0,20 – plottet kan være "farlig" å tolke, og hvis verdien når 0,35-0,40, så er prøvene tilfeldig plassert i plottet.

Biologisk mangfold er beregnet med Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949). Diversitet er et begrep som uttrykker artsrikdom (totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (fordeling av antall individer per art). Disse komponentene er omfattet i Shannon-Wiener's diversitetsindeks. Matematisk beregnes diversiteten ved forholdet mellom antall arter og antall individer for arten (**Vedlegg D.** ).

Under opparbeidelsen av taufellene ble enkelte amfipoder bestemt til art eller slekt, mens andre kun ble bestemt til familie. Under rammeundersøkelsene ble enkelte individer av grønnalgeslekten *Ulva* bestemt til art, mens de fleste kun ble registrert som *Ulva* sp. Før dataanalysene ble alle amfipodene slått sammen til familier, og alle Ulvaartene (med unntak av *Ulva lactuca*) ble slått sammen til en slekt. Denne sammenslåingen ble gjort for at resultatene fra de ulike stasjonene lettere skal kunnes sammenliknes. I tillegg ble alle kimplanter, juvenile og ubestemte arter av en slekt/familie slått sammen, og arter/slekter som er notert som usikre er slått sammen med arten/slekten dersom den er registrert tidligere.

# 3. Resultater og diskusjon

## 3.1 Resultater fra rammeregistreringer

Det ble registrert tilsammen 85 taxa av alger og dyr på de 14 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2009, 52 av disse var alger og 33 var dyr. Samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene, lagt sammen) av alger var 9093, mens samlet forekomst av dyr var 3666. Artslister for 2009 er gitt i **Tabell 5** og **Tabell 6** i **Vedlegg A**. **Tabell 1** viser antall taxa, og samlet forekomst på de ulike stasjonene, fordelt i grupper. **Figur 13** viser en grafisk fremstilling av tabellen.

**Tabell 1.** Totalt antall taxa, og samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene, lagt sammen) av alger og dyr (slått sammen i grupper) fra 4 rammer på hver av de 14 stasjonene som ble undersøkt i 2009.

| **Antall taxa Gruppe / stasjon** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rødalger | 10 | 18 | 7 | 6 | 3 | 7 | 3 | 5 | 3 | 3 | 6 | 5 | 6 | 8 |
| Brunalger | 6 | 6 | 5 | 8 | 4 | 4 | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| Grønnalger | 4 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 |
| Blågrønn- og kiselalger | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Dyr | 11 | 15 | 9 | 15 | 6 | 11 | 3 | 8 | 10 | 11 | 11 | 9 | 12 | 17 |
| **Total** | **31** | **44** | **23** | **32** | **15** | **28** | **12** | **25** | **20** | **22** | **24** | **21** | **28** | **34** |
| **Samlet forekomst Gruppe / stasjon** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Rødalger | 212 | 377 | 145 | 150 | 127 | 159 | 119 | 146 | 102 | 116 | 172 | 147 | 166 | 130 |
| Brunalger | 168 | 102 | 88 | 57 | 146 | 111 | 106 | 136 | 139 | 131 | 136 | 117 | 126 | 151 |
| Grønnalger | 48 | 44 | 1 | 12 | 2 | 54 | 8 | 40 | 11 | 21 | 74 | 10 | 23 | 45 |
| Blågrønn- og kiselalger | 0 | 4 | 9 | 0 | 4 | 1 | 50 | 22 | 1 | 16 | 29 | 0 | 0 | 6 |
| Snegl | 14 | 42 | 47 | 18 | 4 | 40 | 24 | 13 | 12 | 34 | 127 | 12 | 125 | 72 |
| Muslinger | 0 | 1 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 70 | 0 | 91 | 27 |
| Skallus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mosdyr | 50 | 25 | 2 | 39 | 5 | 33 | 3 | 47 | 15 | 5 | 8 | 6 | 0 | 14 |
| Hydroider | 42 | 9 | 1 | 33 | 9 | 36 | 0 | 25 | 11 | 17 | 2 | 23 | 0 | 24 |
| Anemoner | 17 | 12 | 1 | 12 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 |
| Pigghuder | 0 | 13 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Svamper | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Krepsdyr | 1 | 0 | 20 | 13 | 44 | 14 | 5 | 9 | 68 | 50 | 23 | 153 | 3 | 13 |
| Flerbørstemark | 20 | 1 | 28 | 8 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| **Total** | **572** | **631** | **343** | **344** | **347** | **453** | **315** | **439** | **364** | **399** | **643** | **469** | **540** | **491** |

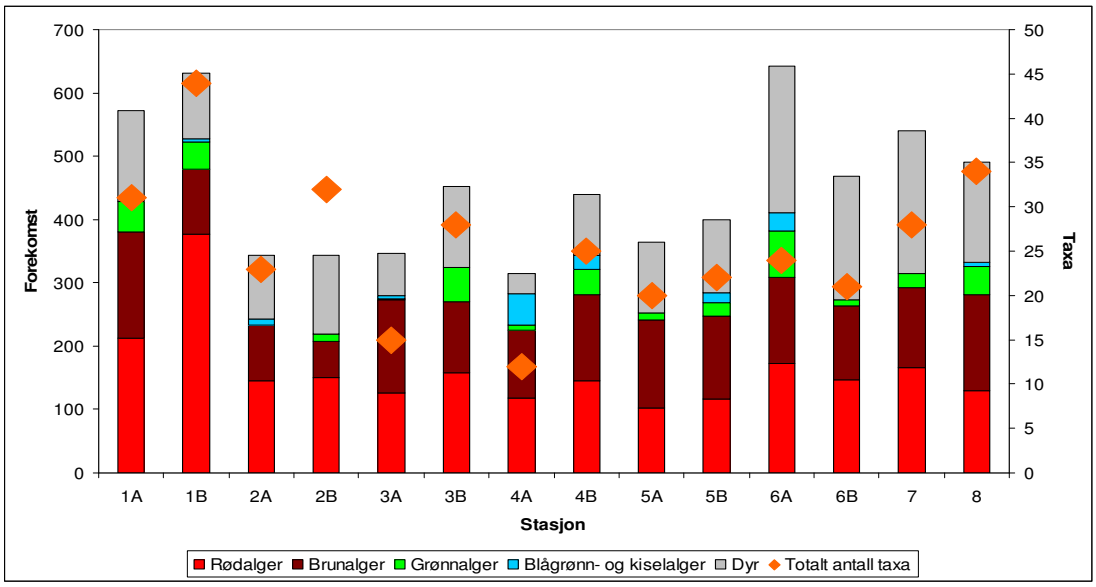
Det ble registrert flest taxa på stasjon 1B (Jomfruland – ikke-oljeeksponert) og høyest samlet forekomst av organismer på stasjon 6A (Fugløyrong – oljeeksponert). Det ble registrert færrest taxa og lavest samlet forekomst stasjon 4A (Åbyfjorden – oljeeksponert). Årsaken til den lave artsrikdomen på stasjon 4A, kan være at store bølger på undersøkelsesdagen gjorde registreringene vanskelige å gjennomføre.

Det ble generelt funnet færre taxa, og lavere samlet forekomst, på de oljeeksponerte stasjonene (A-stasjonene) enn på de ikke-oljeeksponerte stasjonene (B – stasjonene). Unntaket er stasjon 6A hvor det ble registrert den høyeste samlede forekomst av alle de undersøkte stasjonene. Det ble også funnet flere taxa på stasjon 6A enn på stasjon 6B. Rammene på stasjon 6B ble plassert på store stein ved en steinstrand, da det ikke var fjell/svaberg i området. 6B var den eneste stasjonen som ble plassert på

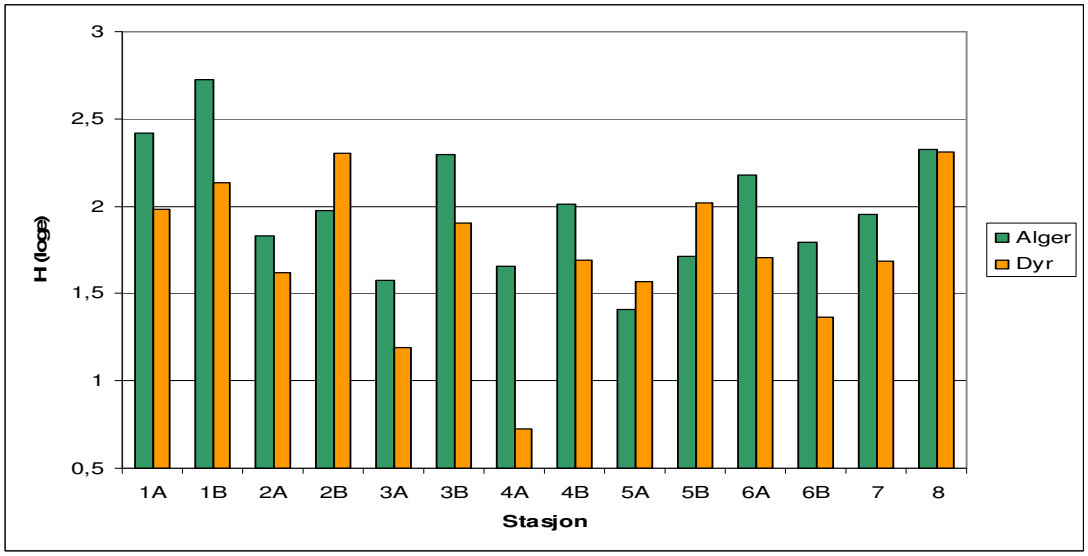
stein, og det kan muligens gjenspeiles i artssammensetningen. De ikke-sanerte stasjonene (7 og 8) var begge blant de 5 stasjonene med flest registrerte taxa, og størst samlet forekomst av organismer.

Den vanligste algen på alle stasjonene var rødalgen fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*). Den danner et tynt rødt belegg på fjell og stein. Blant de større algene var blæretang (*Fucus vesiculosus*) vanligst på stasjonene. Det var kun på stasjon 1B at blæretang ikke var blant de 5 vanligste algene (**Tabell 10**, **Vedlegg C**). Blant dyrene var det større variasjon i hvilke arter som var de mest dominerende (**Tabell 10**, **Vedlegg C**), men fjærerur (*Balanus balanoides*), hydroiden *Dynamena pumila* og blåskjell (*Mytilus edulis*) hadde høyest samlet forekomst.

Størst biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks H') for alger og dyr ble generelt registrert på stasjonene i områder med lite/inget oljesøl, med unntak av stasjon 6A (**Figur 14**).




**Figur 13.** Antall taxa og samlet forekomst (alle registreringer til alle taxa registrert i de fire rammene, lagt sammen) for alger og dyr (fordelt på 5 grupper) på stasjonene undersøkt i 2009.




**Figur 14.** Mangfold (H' (loge)) av alger (grønne søyler) og dyr (oransje søyler) i strandsonen på stasjonene undersøkt i 2009.

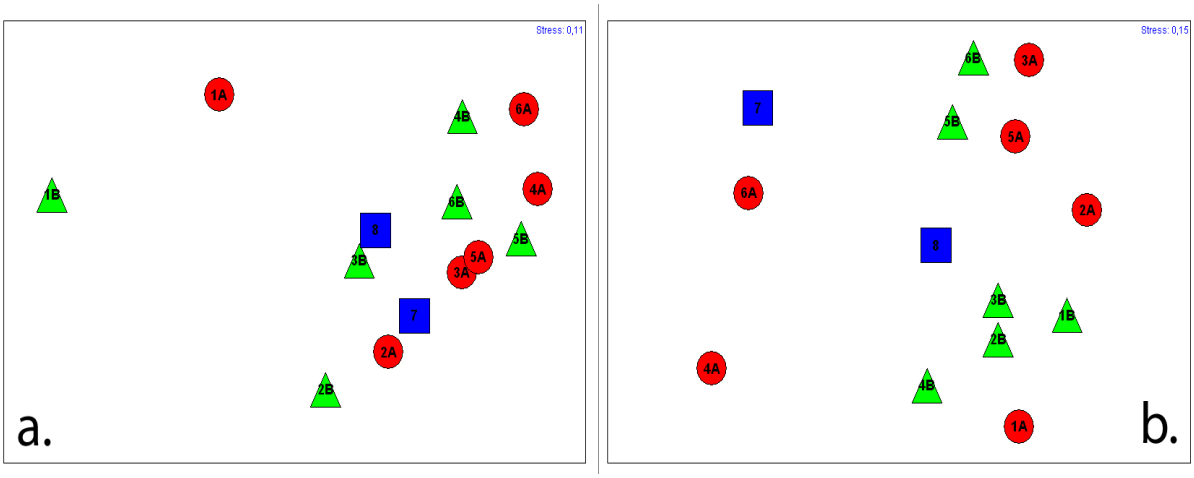
Høyest registrert mangfold for alger ble registrert på stasjon 1B, mens det var lavest på stasjon 5B. Generelt var det større biologisk mangfold blant algene enn blant dyrene på stasjonene, med unntak av stasjon 2B og 5B. Høyest registrert mangfold blant dyrene ble registrert på stasjon 2B og 8, og lavest på stasjon 4A.

### 3.1.1 Analyser av rammeregistreringene

Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle rammeregistreringene på alle stajonener med hensyn til forekomst av alger og dyr. Resultatene fra de fire rammene er slått sammen. Det vil si at forekomsten til hver taxa regnes som totalforekomst i de 4 rammene

Det er ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning på de undersøkte stasjonene (**Figur 15**). Dersom det hadde vært en betydelig påvirkning av oljesøl på strandsonesamfunnene, ville en forvente at dette gjenspeiles i artssammensetningen på de oljeeksponerte stasjonene. En tydelig forskjell i artssammensetningene mellom de oljeeksponerte stasjoner og ikke-oljeeksponerte stasjoner ville vist seg som en gruppering av de ulike stasjonene i MDS-plottet.

Det er ingen klare grupperinger mellom noen stasjoner i **Figur 15**. Blant algene er det to stasjoner som skiller seg tydelig fra de andre stasjonene (1A og 1B). De to stasjonene er ikke spesielt like hverandre, men de skiller seg ut fra de andre fordi det ble funnet et større antall taxa, total forekomst og diversitet på disse to stasjonene. Blant dyrene skiller stasjon 4A, og delvis 6A og 7, seg fra de andre stasjonene. På stasjon 4A ble det registrert en veldig liten samlet forekomst av fauna, og også svært få taxa. Stasjon 6A og 7 skiller seg sannsynligvis ut fordi det ble registrert en stor forekomst av blåskjell (*Mytilus edulis*) på begge stasjonene (**Tabell 10**, **Vedlegg C**).




**Figur 15.** MDS-plott; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger og dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. **a.** Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av alger. **b.** Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av dyr

Det ble lagd et MDS-plott som viser alle de fire rammene på alle stasjonene (**Figur 25** i **Vedlegg G**). Stress-faktoren i plottet er relativt høy (0,21), så plottet må tolkes med varsomhet. Figuren viser at det var relativt stor variasjon mellom rammene på samme stasjon, men generelt var rammene likere innenfor samme stasjon, enn mellom stasjoner.

Selv om det ikke var noen tydelige grupperinger av stasjoner med oljesøl, stasjoner med lite/inget oljesøl og ikke-sanerte stasjoner, ble det gjort en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til evt. ulikheter mellom disse gruppene av stasjoner. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonene er gitt i **Tabell 2**. En fullstendig liste er gitt i **4.Vedlegg E.**

**Tabell 2.** De fire artene (fra rammeundersøkelsene undersøkt i 2009) som bidrar mest til ulikheten mellom stasjoner med oljesøl, stasjoner med lite/inget oljesøl og ikke-sanerte stasjoner. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| Gj.snittlig ulikhet = 45,63 | **Oljesøl** | **Lite oljesøl** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Fucus vesiculosus | 82,50 | 64,50 | 3,31 | 7,24 |
| Balanus balanoides | 20,50 | 22,00 | 3,13 | 6,86 |
| Corralliniacea indet. | 16,83 | 20,50 | 2,56 | 5,61 |
| Dynamena pumila | 9,83 | 22,50 | 2,26 | 4,95 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 46,95 | **Oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Mytilus edulis | 13,33 | 58,50 | 5,61 | 11,95 |
| Littorina littorea | 7,50 | 35,50 | 2,94 | 6,26 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 25,00 | 2,65 | 5,67 |
| Balanus balanoides | 20,50 | 4,50 | 2,32 | 4,94 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 48,65 | **Lite oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Mytilus edulis | 2,00 | 58,50 | 5,77 | 11,86 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 25,00 | 2,57 | 5,28 |
| Fucus vesiculosus | 64,50 | 67,00 | 2,53 | 5,19 |
| Corralliniacea indet. | 20,50 | 27,00 | 2,49 | 5,11 |

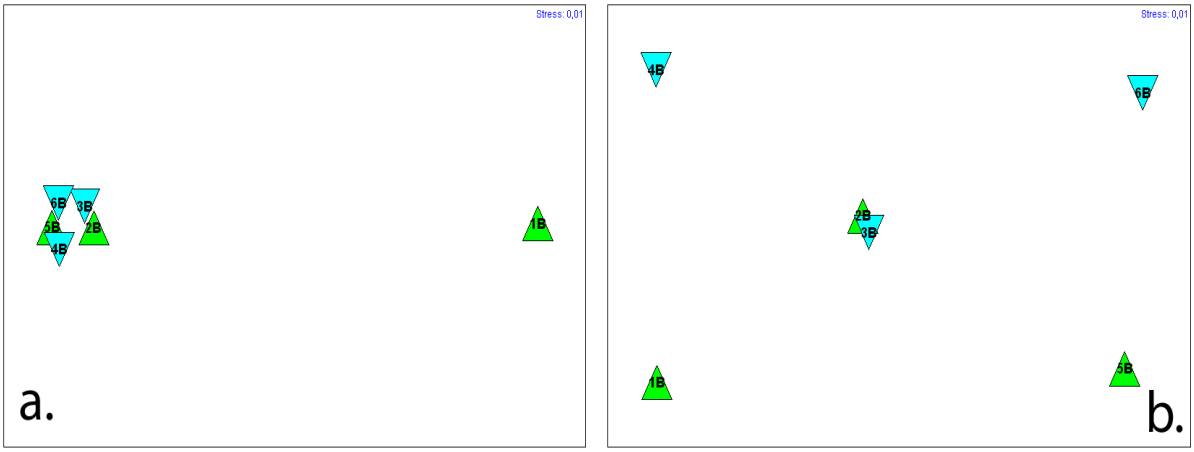
Det er ikke rapportert akutte effekter av olje på tang, og en av grunnene kan være at tang skiller ut slim som delvis kan forhindre at fersk olje kommer i kontakt med selve algen (Bokn & Moy 1991). Blant tynne blad- eller trådfomete alger er det derimot rapportert flere akutte effekter. Etter oljesølet fra "Amoco Cadiz" i Bretagne i 1978 ble det rapportert ødeleggelser og bleking av thallus på mange sensitive rød- og grønnalger i tidevannssonen få timer og dager etter oljesølet (Lein et al. 1992).
Dyr med skall (f.eks. blåskjell, rur (*Balanus* spp) og vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) har over kortere tidsrom (timer-dager) mulighet til å beskytte seg mot ugunstige miljøforhold ved å stenge seg inne. Mindre arter uten tykke beskyttende skall, f.eks. mosdyr (Bryozoa), tanglus (Isopoda) og tanglopper (Amfipoda) har ikke samme mulighet til å unngå akkutt eksponering og er derfor mer utsatt ved oljesøl (Lein et al. 1992).

Det ble registrert mer blæretang (*Fucus vesiculosus*) på stasjoner med oljesøl enn de med lite/inget oljesøl, men det ble stort sett registrert flere alger og dyr, som er vanlige påvekstorganismer på tang (for eksempel rødalgen *Ceramium rubrum*, hydroiden *Dynamena pumila* og mosdyret *Electra pilosa*), på stasjonene med lite/inget oljesøl. Det ble registrert flere algearter som er typisk for eutrofe områder (f.eks. blågrønnalger, kiselalger og grønnalgene *Ulva* spp. og *Cladophora albida*) på stasjonene med oljesøl enn de uten. Rur var vanligst på stasjonene med lite/inget oljesøl, mens blåskjell og snegl var vanligst på de med oljesøl.

Det som skilte de ikke-sanerte stasjonene fra de med og uten oljesøl, var at det ble registrert mer snegl (f.eks. *Littorina littorea* og *Nucella lapillus*) og blåskjell på de ikke-sanerte stasjonene. Purpursnegl (*Nucella lapillus*) ble kun registrert på de to ikke-sanerte stasjonene. Det ble også registrert lavere forekomst av rur på de ikke-sanerte stasjonene.

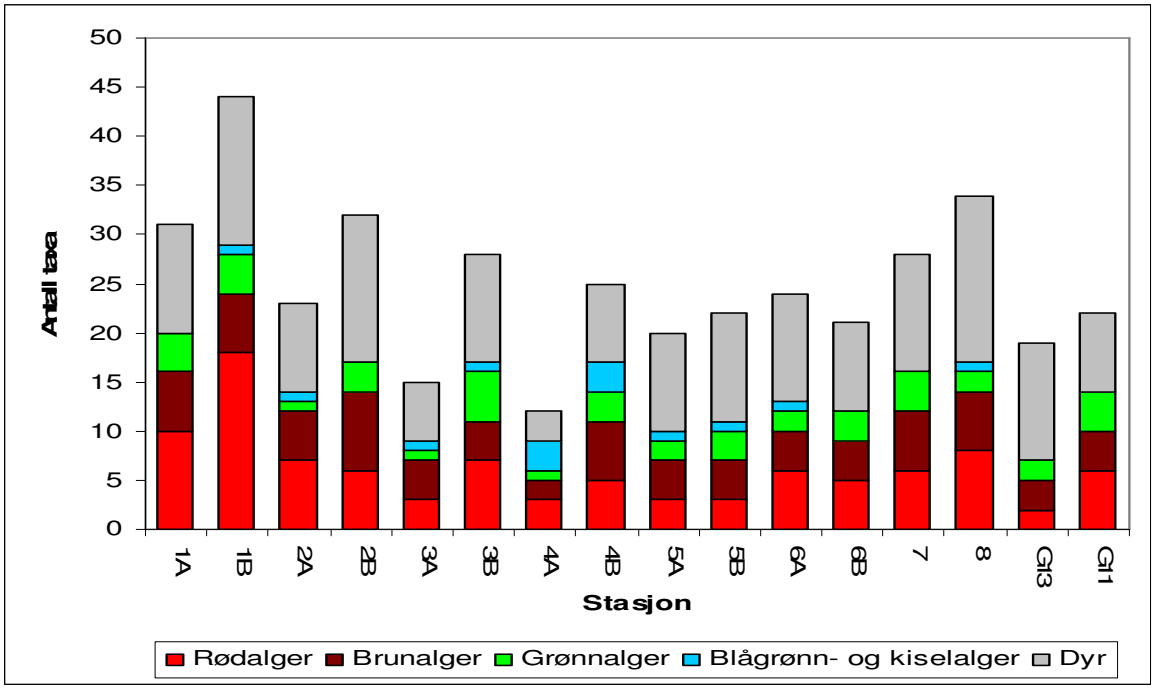
Det kan virke som at oljesølet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Men det ble ikke registrert tydelige skader på organsimene i fjæra som kunne skyldes oljesølet, som f.eks. bleking av thallus av alger, eller oljesøl på organismene. Ved enkelte stasjoner har det også foregått opprensingsarbeid med bl.a.varmt vann og høytrykkspyler, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet, så det kan ikke sies med sikkerhet at ulikhetene som er registrert skyldes naturlig variasjon mellom områder, oljesølet eller oppryddingsarbeidet

Bølger og strømforhold påvirker i stor grad artssammensetningen på et sted. Det ble forsøkt å legge stasjonene på områder med så lik eksponering for bølger som mulig, men det er naturligvis forskjeller mellom stasjonene. Noen stasjoner ligger svært utsatt, mens andre ligger i beskyttede bukter, i le bak skjær o.l. MDS-plottet i **Figur 16a** viser at det ikke er noen tydelig sammenheng mellom bølgeeksponering og artssammensetning av alger på de undersøkte stasjonene. Den fastsittende faunaen er relativt forskjellig fra stasjon til stasjon, men det kan virke som om artssammensetningen påvirkes noe av bølgeeksponering (**Figur 16b).** Da mulige effekter fra oljen utgjør en usikker faktor, er de oljeeksponerte og ikke-sanerte stasjonene fjernet i denne analysen. Bølgeeksponeringsgraden på de ulike stasjonene er bestemt etter en subjektiv vurdering.




**Figur 16. a.** MDS-plott; likhet mellom de ikke-oljeeksponerte rammestasjonene mht. forekomst av alger. **b.** MDS-plott; likhet mellom de ikke-oljeeksponerte rammestasjonene mht. forekomst av dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med høy bølgeeksponering er markert med grønne trekanter, mens stasjoner med moderat bølgeeksponering er markert med blå trekanter.

I ”Programmet for overvåkning av Ytre Oslofjord” har NIVA utført rammeundersøkelser på 25 stasjoner langs hele Oslofjorden siden 2007. Det undersøkes 8 rammer (samme størrelse som blir brukt i ”Full City” undersøkelsen) på hver stasjon, men på to ulike dyp. Det vil si at det registreres 4 rammer (nivå 1) ved midlere lavvannsmerke (øvre del av rurbeltet) og 4 rammer like under nivå 1 (nivå 2). Fire stasjoner er plassert i Langesund – Larvik området. For å sammenlikne registreringer gjort i området før ”Full City” havariet er det plukket ut to stasjoner (G11 og G13) fra Ytre Oslofjordovervåkningen som ble undersøkt i august 2007 (Walday et al. 2008). G11 er plassert på Malmø i Larviksfjorden, og G13 er plassert på Vågøy på innsiden av Jomfruland. Det er kun inkludert registreringene fra nivå 1. I Ytre Oslofjordovervåkingen 2007 ble foretatt måling av dekningsgrad av de ulike artene i rammene i stedet for frekvensmålinger, så en sammenlikning av rammene kan kun utføres på taxanivå. En liste over artene registrert på G11 og G13 i nivå 1 i 2007 er gitt i **Tabell 11** i **Vedlegg C**. **Figur 17** viser en grafisk fremstilling av antall taxa registrert på ”Full City” stasjonene, og på G11 og G13 fra Ytre Oslofjordovervåkingen 2007.




**Figur 17.** Antall taxa for alger og dyr (fordelt på 5 grupper) på stasjonene registrert i 4 rammer i tidevannssonen. Stasjon 1 – 8 er ”Full City” stasjoner undersøkt i 2009. G11 og G13 er stasjoner undersøkt i overvåkingen av Ytre Oslofjord 2007.

På G11 ble det registrert 14 algetaxa og 8 dyretaxa. På G13 ble det registrert 7 algetaxa og 12 dyretaxa Verken G11 eller G13 kan direkte sammenliknes med noen av ”Full City” stasjonene, men dataene viser at mangfoldet som ble registrert på de fleste stasjonene etter ”Full City” havariet, stort sett ikke er lavere enn det som er registrert på to nærliggende stasjoner ett par år før ulykken.

## 3.2 Resultater fra taufeller

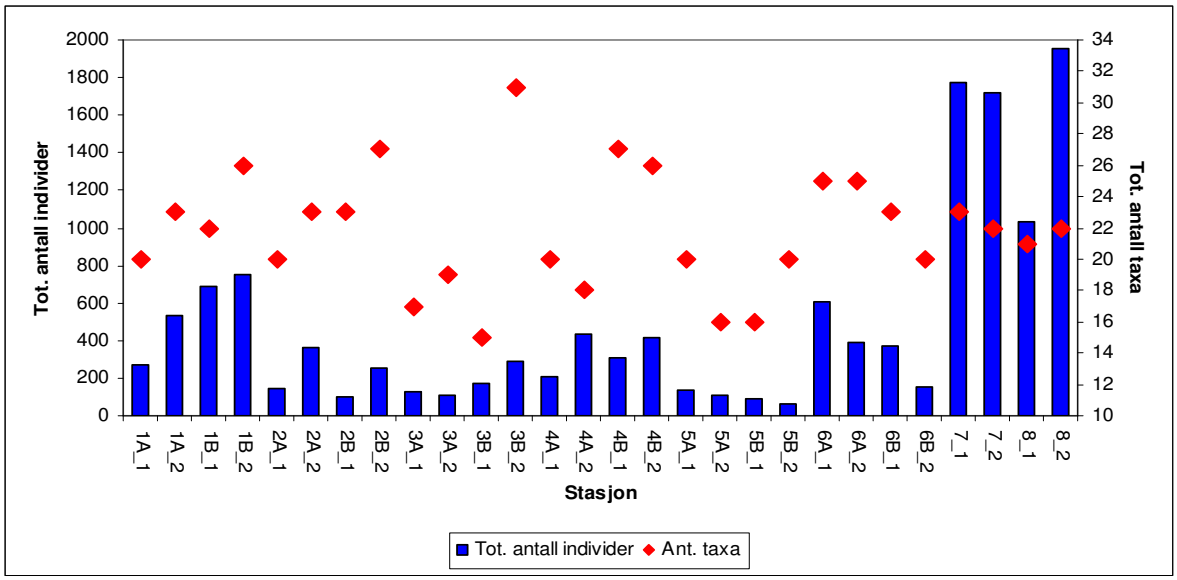
Det ble registrert tilsammen 88 taxa, og totalt 14158 individer i de 84 taufellene som ble undersøkt i 2009. Artslister for 2009 er gitt i **Tabell 7** i **Vedlegg A**.

I **Tabell 3** er det gitt en oversikt over antall taxa og totalt antall individer som ble registrert på alle stasjonene, og på begge dyp. **Figur 18** viser en grafisk fremstilling av tabellen.

**Tabell 3.** Totalt antall taxa, og totalt antall dyr registrert i taufeller på to ulike dyp (3 taufeller på hvert dyp) på hver stasjon. Dyp 1 er i tidevannssonen, dyp 2 i sjøsonen.

| **Stasjon – dyp 1** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tot. antall taxa | 20 | 22 | 20 | 23 | 17 | 15 | 20 | 27 | 20 | 16 | 25 | 23 | 23 | 21 |
| **Stasjon – dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot. antall taxa | 23 | 26 | 23 | 27 | 19 | 31 | 18 | 26 | 16 | 20 | 25 | 20 | 22 | 22 |
| **Stasjon – dyp 1** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot. antall individer | 267 | 690 | 145 | 104 | 126 | 172 | 204 | 312 | 134 | 89 | 605 | 369 | 1772 | 1031 |
| **Stasjon – dyp 2** | **1A** | **1B** | **2A** | **2B** | **3A** | **3B** | **4A** | **4B** | **5A** | **5B** | **6A** | **6B** | **7** | **8** |
| Tot. antall individer | 534 | 748 | 364 | 255 | 108 | 287 | 435 | 417 | 109 | 62 | 389 | 151 | 1715 | 1954 |

Som nevnt i kapittel 3.1.1. er mindre arter uten beskyttende skall, som f.eks. tanglus og tanglopper mer utstatt for oljesøl enn arter med beskyttende skall, som f.eks. snegl og blåskjell. Dersom de er mobile kan de i noen grad søke tilflukt under alger og på dypere vann, og dermed unngå direkte akutt eksponering. En annen respons er også at dyrene forsøker å rømme unna og dermed risikere å bli utsatt for ytterlige påvirkning (Lein et al. 1992). Ut ifra dette kan en forvente å finne flere mobile dyr i fellene fra sjøsonen, enn i fellene fra tidevannssonen. Det er også forventet å finne størst effekt av oljesølet på tanglopper og tanglus.




**Figur 18.** Antall taxa (røde sirkler) og totalt antall individer (blå søyler) av mobil fauna registrert i 3 feller på hvert dyp. Søylene med betegnelsen _1 er resultatene fra taufellene i tidevannssonen, mens de med betegnelsen _2 er fra taufellene i sjøsonen.

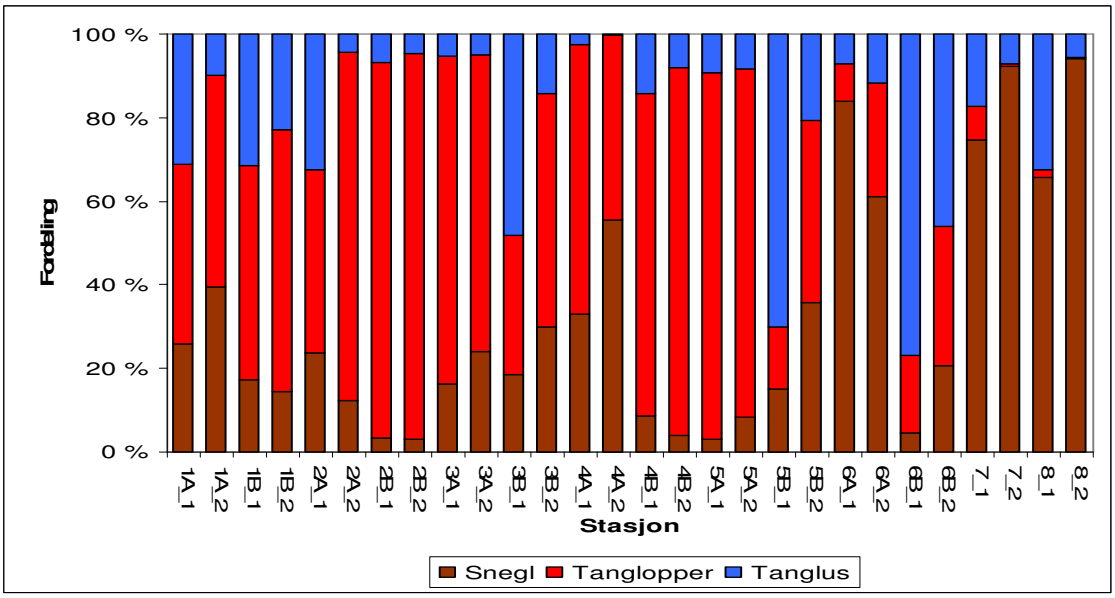
I tidevannssonen (dyp 1) ble det funnet flest taxa på stasjon 4B, og færrest på 3B. Det ble funnet flest antall individer på stasjon 7, og færrest på 5B. I sjøsonen (dyp 2) ble det funnet flest taxa på stasjon 3B og færrest på 5A. Flest antall individer ble funnet på stasjon 8, og færrest på 5B.

Både total antall individer og total antall taxa varierte relativt mye mellom stasjonene, og også mellom dypene på samme stasjon. På de fleste stasjonene ble det funnet flere taxa på dyp 2 enn på dyp 1, med unntak av stasjon 4A og B, 5A, 6B og 7 hvor det ble funnet flest taxa på dyp 1. På stasjon 6A ble det funnet like mange taxa på begge dyp. På stasjon 1A og B, 2A og B, 3B, 4A og B og 8 ble det funnet flere individer på dyp 2 enn på dyp 1.

I alt ble det funnet stort sett flere individer på de stasjonene med lite/inget oljesøl, med unntak av stasjon 2 og 6, hvor det ble registrert flere individer på stasjonene med oljesøl. Det ble funnet et betydelig større antall individer på de to ikke-sanerte stasjonene.

Det var stor variasjon i hvilke arter som var de mest dominerende på de ulike stasjonene, men det var hovedsakelig tre dyregrupper som utgjorde fem vanligste dyrene registrert i taufellene på alle stasjonene (**Tabell 12** 12 i **Vedlegg C**); snegl (Gastropoda), tanglopper (Amphipoda) og tanglus (Isopoda). **Tabell 13** i **Vedlegg C** viser antall individe registrert i taufellene gruppert i ulike dyreklasser.

**Figur 19** viser en grafisk fremstilling av fordelingen mellom disse tre gruppene på hver stasjon. Tanglopper er den dominerende dyregruppen blant de tre, på de fleste stasjonene, men med enkelte unntak. På de ikke-sanerte stasjonene (7 og 8) og på stasjon 6A, ble det funnet relativt få tanglopper, men svært mye snegl. På stasjon 6B, og på dyp 1 på stasjon 5B og 3B, ble det funnet svært mye tanglus.



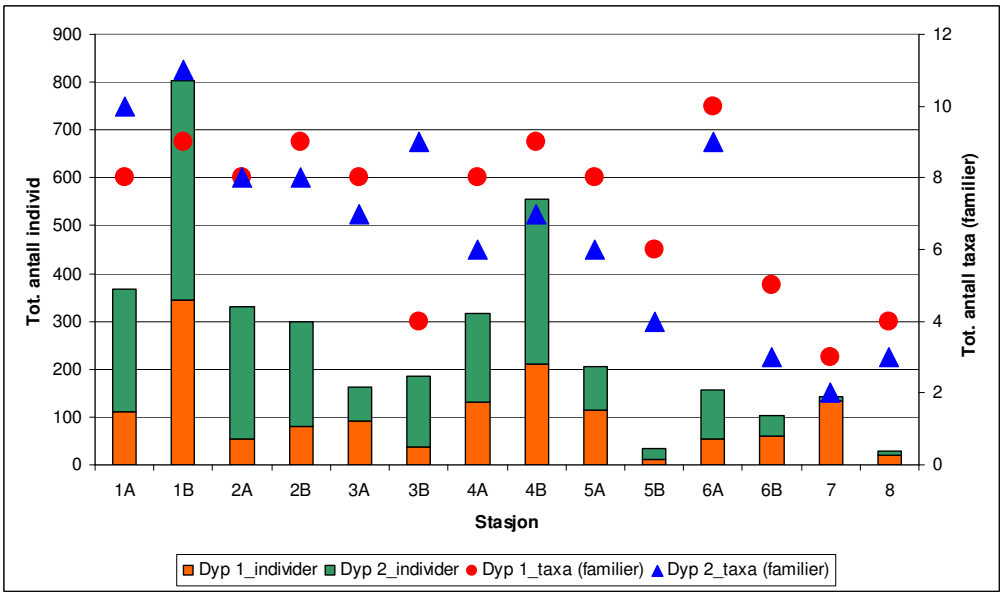

**Figur 19.** Fordelingen mellom snegl, tanglopper og tanglus funnet i de tre taufellene fra hvert dyp, på stasjonene undersøkt i 2009. Søylene med betegnelsen _1 er resulteter fra taufellene i tidevannssonen, mens de med betegnelsen _2 er fra taufellene i sjøsonen.

Det var større biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks H') på stasjonene i områder med lite/inget oljesøl enn på de oljeeksponerte stasjonene (**Figur 20**). Høyest registrert mangfold ble registrert på stasjon 2B, mens det laveste ble registrert på stasjon 8. Årsaken til de lave H' verdiene på stasjon 7 og 8, finner man ved å se på tabellen over de vanligste dyrene registrert i taufellene (**Tabell 12** i **Vedlegg C**). På stasjon 7 og 8 ble det funnet over 7 ganger så mange individer av sneglen *Risso parva* som av den nest vanligste arten på stasjonene. Diversiteten beregnes, som nevnt tidligere, ut ifra forholdet

mellom antall arter og antall individer for arten. Selv om det ble funnet relativt mange taxa på begge stasjonene, vil det store antallet av *Rissoa parva* trekke ned diversitetsindeksen.

**Figur 20.** Mangfold (H' (loge)) av mobil fauna (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon) i strandsonen på stasjonene undersøkt i 2009.

**Figur 21** viser en oversikt over antall taxa (familier), og total antall individer av tanglopper (Amfipoder) som ble registrert på alle stasjonene. Figuren viser ingen tydelige trender. På stasjon 1,3 og 4 ble det funnet flere individer på stasjonene med lite/inget oljesøl enn på de med oljesøl. Færrest antall tanglopper ble funnet på stasjon 8 og 5B, mens det ble funnet flest på stasjon 1B og 4B. Det ble stort sett funnet flest taxa på dyp 1, men et større antall individer på dyp 2. Både på stasjon 3A og 5A, hvor det var dokumentert stort oljepåslag, og på begge de ikke-sanerte stasjonene, ble det funnet flere individer og taxa på dyp 1 enn på dyp 2. Årsaken til det lave antall taxa og individer på stasjon 6B kan være at prøvene var svært vanskelige å telle da de inneholdt mange tomme skall og halverte individer.

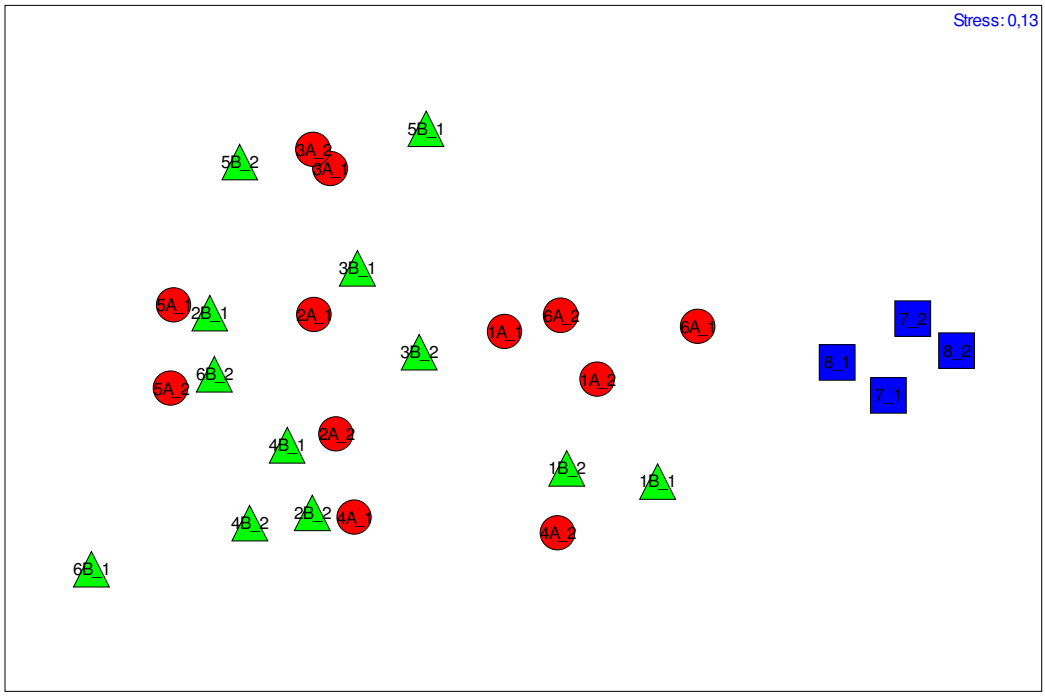



**Figur 21.** Antall taxa og totalt antall individer av tanglopper (Amfipoder) registrert på stasjonene undersøkt i 2009 (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon).

### 3.2.1 Multivariate analyser av taufellene

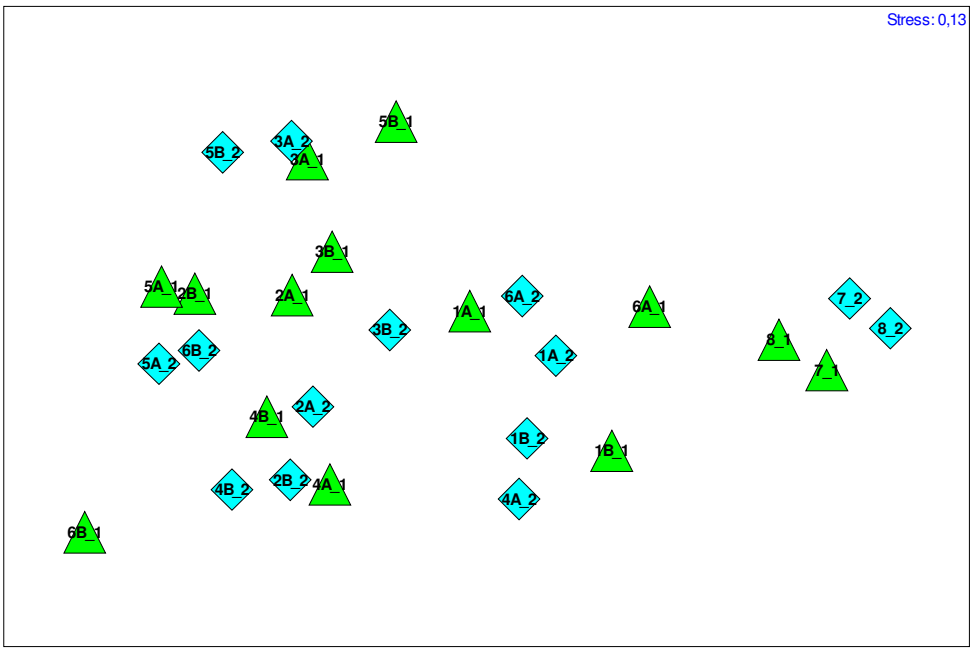
Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle fellene fra alle stajonener med hensyn til forekomst av mobil fauna. Resultatene fra taufellene er slått sammen på hvert dyp. Det vil si at forekomsten til hver taxa regnes som totalforekomst i de 3 taufellene, fra hvert dyp.

Det er ingen tydelig likhet mellom de oljeeksponerte stasjonene, eller mellom de ikke-oljeeksponerte Dersom den mobile faunaen på stasjonene hadde blitt påvirket av oljepåslag ville en forvente at dette ville gjenspeiles i artssammensetningen, som ville vist seg som grupperinger av de oljeeksponerte stasjonene i MDS-plottet. De ikke-sanerte stasjonene skiller seg derimot tydelig ut fra de resterende stasjonene (**Figur 22**). Stasjon 6B, dyp 1, skiller seg også noe ut fra de andre stasjonene. Hovedårsaken til at stasjon 6B skiller seg ut fra de andre stasjonene er trolig fordi det ble det registrert 240 individer av tanglusen *Jaera* sp. Det er mer enn det ble funnet av denne slekten på alle de andre stasjonene til sammen.




**Figur 22.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner mht. forekomst av mobil fauna. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. Punktene med betegnelsen _1 er taufellene i tidevannssonen, og de med betegnelsen _2 er taufellene i sjøsonen.

Det ble lagd et MDS-plott som viser alle de fire rammene på alle stasjonene (**Figur 26** i **Vedlegg G**). Stress-faktoren i plottet er relativt høy (0,22), så plottet må tolkes med varsomhet. Men det viser at det, som med rammene, var ganske stor variasjon mellom de enkelte fellene på samme stasjon. Men generelt var fellene likere innenfor samme stasjon, enn mellom stasjoner.




**Figur 23.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner mht. forekomst av mobil fauna. Punkter nær hverandre er like. Grønne trekanter markerer feller på dyp 1 og blå ruter markerer feller på dyp 2.

Ser man på total antall individer fordelt på hver stasjon og på hvert dyp, ser man at det ikke er noen gruppering etter hvilket dyp fellene lå på (**Figur 23**). Fellene i dyp 1 var som regel ganske like fellene på dyp 2. Kun på stasjon 4A og 6B var det et relativt stort sprik mellom artssammensetningen på de ulike dyp.

Det ble utført en SIMPER-analyse for å klargjøre hvilke arter som utgjorde hovedårsaken til ulikhetene mellom de oljeeksponerte, ikke-oljeeksponerte og ikke-sanerte stasjonene. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom stasjonene er gitt i **Tabell 4**. En fullstendig liste er gitt i **4.Vedlegg F.**

Det ble funnet betydelig mer *Rissoa parva* (snegl), *Idotea granulosa* (tanglus) og *Mytilus edulis* (blåskjell) på de-ikke sanerte stasjonene enn stasjonene med og uten oljesøl. Mens det ble funnet færre tanglopper (Stenothoidae og Ischyroceridae) på de ikke-sanerte stasjonene enn stasjonene med og uten oljesøl. Det ble stort sett funnet flere tanglopper, og færre snegl på stasjonene med lite/inget oljesøl, enn de med oljesøl. Tanglus og tanglopper er, som nevnt tidligere, mer utstatt for oljesøl enn arter med beskyttende skall, som f.eks. snegl og blåskjell. Selv om MDS-analysene ikke viser noen klare sammenhenger mellom oljesøl og artssammensetning, tyder resultatene fra SIMPER-analysen på at oljesølet kan ha påviket artssammensetningen til en viss grad.

**Tabell 4.** De fire artene (fra taufellene undersøkt i 2009) som bidrer mest til ulikheten mellom stasjoner med oljesøl, stasjoner med like oljesøl og ikke-sanerte stasjoner. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

| Gj.snittlig ulikhet = 68,79 | **Oljesøl** | **Lite oljesøl** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Rissoa parva | 111,42 | 31,83 | 14,90 | 21,65 |
| Gammaridae | 24,25 | 34,67 | 6,45 | 9,37 |
| Stenothoidae | 23,33 | 20,42 | 5,58 | 8,11 |
| Idotea granulosa | 20,08 | 33,50 | 5,54 | 8,06 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 84,40 | **Oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Rissoa parva | 111,42 | 1308,50 | 61,95 | 73,40 |
| Idotea granulosa | 20,08 | 159,00 | 8,22 | 9,74 |
| Mytilus edulis juvenil | 1,67 | 43,25 | 2,07 | 2,46 |
| Stenothoidae | 26,33 | 0,00 | 1,46 | 1,73 |
| | | | | |
| Gj.snittlig ulikhet = 90,49 | **Lite oljesøl** | **Ikke sanert** | | |
| **Taxa** | **Sn. forekomt** | **Sn. forekomst** | **Sn. ulikhet** | **Bidrag (%)** |
| Rissoa parva | 31,83 | 1305,50 | 65,39 | 72,26 |
| Idotea granulosa | 33,50 | 159,00 | 7,80 | 8,61 |
| Mytilus edulis juvenil | 1,08 | 43,25 | 2,07 | 2,29 |
| Ischyroceridae | 38,42 | 16,50 | 2,03 | 2,24 |

## 3.3 Oppsummering

Det er umulig å trekke sikre konklusjoner fra resultatene fra undersøkelsene utført i 2009. Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, substrattype, himmelretning o.l. påvirker artssammensetningen lokalt. Da det ikke foreligger noen data fra samme stasjoner fra før havariet til M/S Full City, er det vanskelig å si om de registrerte variasjonene mellom lokaliteter er naturlige, eller om de skyldes oljeeksponering, eller evt. oppryddingsarbeidet.

Det ble funnet relativt få taxa av fastsittende alger og fastsittende og mobile dyr på stasjon 3A og 5A. På begge disse stasjonene ble det registrert store oljepåslag kort tid etter havariet, og det foregikk fremdeles oppryddingsarbeid (bl.a. vasking med høytrykksspyler) under deler av feltarbeidet. Som nevnt i innledningen, kan bruk av f.eks. såpe, rensemiddel, varmt vann og høytrykksspyling, enkelte ganger være mer ødeleggende for organismene i fjæra enn selve oljen. Det er sannsynlig at oljesølet og/eller oppryddingsarbeidet kan være årsaken til det lave taxaantallet. Men da det ikke ble funnet noen direkte bevis på at oljen har skadet fjæresamfunnet (f.eks. alger dekket av olje), vet man ikke om det er oljen og/eller oppryddingsarbeidet som er årsaken.

Stasjon 5B ligger kun ett par hundre meter lenger ut i bukta fra stasjon 5A. På denne stasjonen ble det kun registrert enkelte småflekker med olje, men også her ble det funnet svært få taxa av mobile dyr. Det kan tyde på at det er generelt en relativ lav artsdiversitet i området. På stasjon 3B ble det også registrert oljesøl i, og over, sprutsonen. Det ble registrert 15 taxa av fastsittende alger og dyr på stasjon 3A, og 28 taxa på 3B. Da det ble registrert olje på stasjon 3B, om enn mye mindre enn på stasjon 3A, kan det tyde på at oppryddingsarbeidet også påvirker fjæresamfunnet. Det ikke kjent om det har foregått oppryddingsarbeid ved stasjon 3B. På kartet hentet fra Kystverket (**Figur 1**) er området

merket som ikke-oljepåslagsområde, så det er sannsynlig at det ikke har foregått noe oppryddingsarbeid her.

Stasjon 7 og 8 er i denne undersøkelsen kalt ikke-sanerte stasjoner, men begge stasjonene er plassert utenfor de ikke-sanerte områdene (områder hvor det ikke er foregått noen type oppryddingsarbeid). Det ble registrert oljesøl, og spor etter oppryddingsarbeid, på begge stasjonene. På begge stasjonene ble det funnet mange taxa både i rammeundersøkelsene og i taufellene. I forhold til de fleste andre stasjoner, ble det funnet svært få tanglopper og mye snegl i taufellene på disse to stasjonene. På stasjon 7 ble det funnet mye snegl og muslinger i rammene, men det ble ikke registrert mosdyr eller hydroider. På stasjon 8 ble det registrert færre snegl og muslinger enn på stasjon 8, og det ble også funnet mosdyr og hydroider. Det kan tyde på at oljesølet har påvirket den mobile faunaen på begge stasjonene, og det fastsittende alge- og dyresamfunnet på stasjon 7.

Da selve oppryddingsarbeidet også kan være ødeleggende for organsimene i fjæra er det viktig å vite hvilke rensemetoder som er tatt i bruk, og nøyaktig hvor de ulike metodene er brukt. Det var vanskelig å finne informasjon om dette for de ulike stasjonene i denne undersøkelsen. Med unntak av de to stasjonene hvor oppryddingsarbeidet fremdeles foregikk da feltarbeidet startet (stasjon 3A og 5A), er det ikke kjent hvilke rensemetoder som er brukt på de andre stasjonene. Dette gjør det og vanskeligere å trekke konklusjoner fra resultatene fra undersøkelsen.

Selve undersøkelsen kom i gang relativt sent etter havariet (3 måneder). Bølger og tidevann vil gradvis vaske vekk oljen fra strandsonen. Denne selvrensingen øker med økende vannbevegelser. Gundlach og Reed (1986) beregnet en forenklet oljefjerningskoeffisient for en rekke kaldtvanns littoralbiotoper, ut ifra flere større oljesøl og feltforsøk. På bølgeeksponerte hardbunnsområder kan 99 – 99,3 % av oljen være fjernet i løpet av fem dager (CONOCO 1989). Mobile arter som muligens har søkt tilflukt i dypere vann ved oljesølet kan ha vendt tilbake til fjæra innen undersøkelsene ble satt i gang, eller individer fra andre områder kan ha kommet inn.

Det var mye vind og store bølger da M/S Full City havarerte, og mye tyder på at det meste av oljen er blitt kastet opp i supra- og epilittoralsonen. Under feltarbeidet var det oljesølet som ble registrert stort sett funnet i epilittoralsonen. Men som sagt, siden undersøkelsene kom i gang relativt sent etter havariet kan det meste av oljesølet i fjæra ha blitt renset bort. I analysen av fellene ble det observert og registrert noen svært små oljeklumper i enkelte feller på stasjon 4B, 5A, 6A, 6B, 7 og 8 (**Tabell 7** i **Vedlegg A**).

Det ble gjort en gjentakelse av undersøkelsene på alle de 14 stasjonene i september 2010. Man vil muligens kunne si mer om evt. påvirkninger av oljesøl på stasjonene når disse prøvene er blitt opparbeidet.

Oljesøl kan ha langvarige virkninger helt lokalt. I etterundersøkelsene etter grunnstøtingen av M/S ”Bayard” i Frierfjorden i desember 1982, ble det observert at oljen i epilittoralen på beskyttede lokaliteter smeltet i sterkt solskinn og rant ned i tangen. Denne lagrede oljen kan antagelig ligge lenge og lekke ut litt etter litt (Christie & Bokn 1983). Det samme kan gjelde for olje som ligger lite synlig og tilgjengelig innimellom stein.

Tidligere anslag på restitusjonstid, basert på iakttagelser etter oljeuhell, er svært varierende. I utgangspunktet har de akutte effektene av oljen vært forskjellige, avhengig av mengde og grad av forvitring av oljen, samt hvilke opprenskingsmetoder som er blitt brukt. Restitusjonstiden for et fullstendig ødelagt samfunn i eksponerte fjæreområder, basert på antatt alder til de vanligste artene, kan anslås til minimum 3 år (Lein et al 1992).

For å avdekke evt. langtidsvirkninger av oljesølet bør det foretas oppfølgende undersøkelser både i tidevannssonen og i sjøsonen.

# 4. Referanser


Bokn, T. & Moy, F. 1991. *Long term effect of diesel oil on rocky shore communities in mesocosms. I. Effects on selected community structure*. OBELIA International Journal of Marine Biology and Oceanography 17: 155 - 175.

Christie, H. & Bokn, T. 1983. *Oljeutslipp fra M/S "Bayard"i Grenlandsfjorden, julen 1982 – marinbiologiske effekter.* Rapport – FOHs Biologiske beredskapsplan. SFT.

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. - Australian Journal of Ecology. 18: 117-143.

Clarke, K.R. and Gorley, R.N. 2001. *Primer v5.* Roborough, Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory. www.primer-e.com.

CONOCO 1989. *Heidrun field. Environmental impact assessment.* CONOCO Norway Inc.

Kraufvelin, P., Christie, H. & Olsen, M. 2002. *Macrofauna (secondary) responses to experimental nutrient addition to rocky shore mesocosms and a coastal lagoon*. Hydrobiologia 484: 149-166.

Lein, T.E., Hjolman, S., Berge, J.A., Jacobsen, T., & Moe, K.A. 1992. *Oljeforurensing i hardbunnsfjæra. Effekter av olje og forslag til sårbarhetsindekser for norskekysten*. IFM – rapport nr. 23, 1992. 41 s. Universitetet i Bergen.

Oug, E., Jacobsen, T., Åsen, P.A.1992. *Strandsonen i Skagerrak. Organismer i fjæra og vurderinger av sårbarhet på organismesamfunn ved oljeforurensning.* NIVA-rapport 2829-1992, 61 s..

SFT, 1999. *Etterkantundersøkelser etter oljeforurensning i marint miljø.* SFT-rapport TA-1657/99, 95 s + vedlegg.

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Southward, A.J. & Southward, E.C. 1978. *Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean ut the Torrey Canyon spill.* Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 682 - 706.

Walday, M., Gitmark, J., Naustvoll, L. (HI), Nilsson, HC., Pedersen A., Selvik, J. 2008. *Overvåking av Ytre Oslofjord 2007 Årsrapport*. NIVA-rapport 5640-2008, 63 s.

Øian, H., Skår, M., Vistad, O.I. og Andersen, O. 2010. *Full City-havariet: Kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv*. NINA Rapport 573, 89 s.

# Vedlegg A.

**Tabell 5. Artsliste for dyr registrert i rammeundersøkelsr i littoralsonen i 2009**

**Tabell 6. Artsliste for alger registrert i rammeundersøkelsr i littoralsonen i 2009**

**Tabell 7. Artsliste for mobil fauna registrert i taufeller i littoral- og sjøsonen på 14 stasjoner i 2009.**

## Tabell 5. Artsliste for dyr registrert i rammeundersøkelsr i tidevannssonen i 2009

| DYR | 1A_1 | 1A_2 | 1A_3 | 1A_4 | 1A | 1B_1 | 1B_2 | 1B_3 | 1B_4 | 1B | 2A_1 | 2A_2 | 2A_3 | 2A_4 | 2A | 2B_1 | 2B_2 | 2B_3 | 2B_4 | 2B | 3A_1 | 3A_2 | 3A_3 | 3A_4 | 3A | 3B_1 | 3B_2 | 3B_3 | 3B_4 | 3B | 4A_1 | 4A_2 | 4A_3 | 4A_4 | 4A | 4B_1 | 4B_2 | 4B_3 | 4B_4 | 4B | 5A_1 | 5A_2 | 5A_3 | 5A_4 | 5A | 5B_1 | 5B_2 | 5B_3 | 5B_4 | 5B | 6A_1 | 6A_2 | 6A_3 | 6A_4 | 6A | 6B_1 | 6B_2 | 6B_3 | 6B_4 | 6B | 7_1 | 7_2 | 7_3 | 7_4 | 7 | 8_1 | 8_2 | 8_3 | 8_4 | 8 |
|---|---|---

# Tabell 6. Artsliste for alger registrert i rammeundersøkelsr i tidevannssonen i 2009

| ALGER | 1A_1 | 1A_2 | 1A_3 | 1A_4 | 1A | 1B_1 | 1B_2 | 1B_3 | 1B_4 | 1B | 2A_1 | 2A_2 | 2A_3 | 2A_4 | 2A | 2B_1 | 2B_2 | 2B_3 | 2B_4 | 2B | 3A_1 | 3A_2 | 3A_3 | 3A_4 | 3A | 3B_1 | 3B_2 | 3B_3 | 3B_4 | 3B | 4A_1 | 4A_2 | 4A_3 | 4A_4 | 4A | 4B_1 | 4B_2 | 4B_3 | 4B_4 | 4B | 5A_1 | 5A_2 | 5A_3 | 5A_4 | 5A | 5B_1 | 5B_2 | 5B_3 | 5B_4 | 5B | 6A_1 | 6A_2 | 6A_3 | 6A_4 | 6A | 6B_1 | 6B_2 | 6B_3 | 6B_4 | 6B | 7_1 | 7_2 | 7_3 | 7_4 | 7 | 8_1 | 8_2 | 8_3 | 8_4 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RØDALGER | | |

## Tabell 7. Artsliste for mobil fauna registrert i taufeller i tidevanns- og sjøsonen på 14 stasjoner i 2009.

| Stasjon (FC_) | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dyp** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** | **1** | **1** | **1** | **2** | **2** | **2** |
| **Replikat nr** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **2** | **3** | **1** | **3** | **2** | **1** | **2** | **2** | **1** | **3** | **2** | **1** | **3** | **2** | **1** | **1** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **3** | **1** | **2** | **1** | **3** | **2** | **3** | **2** | **1** | **3** | **2** | **1** |
| oljeklumper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nematoda | x | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | xx | | | x | | | x | x | x | | x | x | x | | | | | x | |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | xx | x | x | xx | x | x | xx | x | x | xx | xx | xx | x | xx | xx | x | x | x | xx | xx | x | x | x | x | xx | x |
| Calanoida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11 | 22 | x | x | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | | | | | x | xx | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda (reke) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| Athanas sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carsinus maenas | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapod larve | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp. | | | | | | | 1 | 2 | 1 | 14 | 1 | 4 | 5 | 2 | 9 | 5 | 1 | 5 | | | | 1 | 1 | 2 | | | | 1 | | | 6 | 6 | 6 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | |
| Munnidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea pelagica | | 1 | 3 | | | 1 | 21 | 30 | 20 | 6 | | 27 | 1 | | | | | | | 1 | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Idotea granulosa | 7 | 43 | 26 | 10 | 7 | 31 | 47 | 37 | 52 | 28 | | 83 | 9 | 11 | 4 | | 2 | 1 | 1 | 2 | | 2 | | 1 | 5 | | 1 | | | 4 | 8 | 24 | 5 | 5 | 15 | 7 | 2 | | | | 1 | |
| Idotea baltica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| Idotea sp | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stenothoidae | | | | 1 | | 13 | 1 | | | 40 | 18 | 14 | | | 1 | 20 | 28 | 17 | 1 | 2 | | | 5 | 7 | 27 | 20 | 17 | 18 | 13 | 28 | 3 | 2 | 2 | 39 | 10 | 6 | 1 | | 2 | | 2 | |
| Calliopidae | 4 | 1 | 3 | | 2 | 10 | | | | | 1 | 7 | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 2 | 2 | | 2 | 1 | 1 | | | 2 | | | | | 4 | | | | | | | |
| Calliopius sp. | | | | | | | 46 | 37 | 8 | 61 | 7 | 8 | | | 6 | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calliopius laevisculus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apherusa bispinosa | | | | | | | | | | 3 | | | | | | 1 | 8 | 4 | | | | 3 | 11 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarellus homari | | 22 | 26 | 7 | 34 | 95 | | | | | | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | 5 | | | | | | | |
| Gammarellus sp juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarellus cf angulosus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aoridae | 1 | 1 | 2 | | 1 | 3 | | 2 | | 4 | 17 | 2 | | 3 | 1 | 13 | 9 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 | 11 | 14 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 7 | 4 | 3 | 7 | 14 | 12 | 24 | 9 | 57 |
| Microdeutopus gryllotalpa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Microdeutopus sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Corophiidae | | | 11 | 1 | 3 | 20 | 3 | 6 | | 26 | 12 | 4 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 2 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Corophium sp | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 2 | | 4 | 20 | 7 | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | 16 | 11 | 24 | 2 | 7 |
| Ischyroceridae | 1 | 3 | 8 | 2 | 11 | 26 | 108 | 92 | 13 | 52 | 19 | 66 | | | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6 | 18 | 15 | 4 | 6 | | | 1 | 4 | 1 | 3 | 6 | 17 | 6 | | 2 | | | 5 | 8 | 3 |
| Parajassa cf pelagica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jassa sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jassa cf falcata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammaridae indet | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 9 | 32 | 21 | | | | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chaetogammarus sp. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| Gammarus sp. | 2 | 2 | 7 | | 1 | 9 | 1 | 3 | 1 | 2 | | | 3 | 3 | 26 | 2 | 19 | 13 | 19 | 11 | 6 | | 19 | 7 | | | | 1 | | | 4 | 10 | 2 | 7 | 7 | 9 | 10 | 5 | 8 | 4 | 3 | |
| Hyale sp. | 4 | | | 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | | | 1 | | | | | | | | | 6 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Talitridae | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dexamine sp. | 1 | | | | | | | | | 12 | 21 | | | | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Atylus sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cf Atylidae. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ampithoe sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melitidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Melita palmata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Elasmopus cf rapax | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 7 | 6 | 5 | 3 | 9 | 28 | 18 | | 2 | | 17 | 32 | 13 | | 9 | 3 | 2 | 16 | 16 | | | | 1 | | | | 2 | 1 | 9 | 6 | 6 | 10 | 17 | 9 | 13 | 13 | 13 |
| Amphipoda indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Hyperiidae | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phtisica sp. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Stasjon (FC_) | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 2B | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3A | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 3B | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dyp** | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| **Replikat nr** | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Littorina fabalis | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina obtusata | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina obtusata/fabalis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina saxatilis | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| Lacuna vincta | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Rissoa parva | 6 | 29 | 29 | 49 | 39 | 109 | 50 | 34 | 30 | 27 | 28 | 45 | 5 | 10 | 9 | 9 | 21 | 7 | | | 1 | 1 | | 4 | 6 | 3 | 9 | 4 | 4 | 13 | 8 | 3 | 7 | 19 | 21 | 28 | 1 | 18 | 16 | 117 | 71 | 25 |
| cf Rissoa parva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bittium reticulatum | 1 | | | | 2 | | | 1 | | 3 | 2 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 1 | | 2 | 2 | 13 | 9 | 3 | 10 | 10 |
| Onoba semicostata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | | | | |
| cf Turitella sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nucella lapilus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda juv | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 3 | 1 | | | | | | | |
| Gastropoda indet | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| NAKENSNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nudibranchia indet | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mytilus edulis juvenil | | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 | | | | | 2 | 1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | 2 | | | | |
| cf Modiolus modiolus juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Cardidae | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | |
| cf Turtonia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| cf Musculus discors | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hiatella arctica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvia juvenil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| SJØSTJERNER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asterias juv | | | | | 1 | | 3 | 1 | | 1 | | 3 | | | | | | | 1 | | 1 | | 8 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | | | | | | 1 |
| Asteroidea indet juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSEKTSLARVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | | 1 | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | |
| Insect larvae indet | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | | | | 1 | 2 | 1 | | 7 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 11 | 1 | 1 | 4 | | 6 | 3 | x | x | x | x | 1 | | 4 | 1 | | 2 | 6 | 43 | x | x | 2 | 3 | | | | | | |
| FÅBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SVAMP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANEMONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actinaria | | | | | | 3 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbellaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 3 | 1 | | | | | | | |
| Nereidae | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 1 |
| Nereis sp. | | 1 | | 2 | 2 | 6 | | 3 | | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| Fabricia | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Serpulidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phyllodocidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Stasjon (FC_) | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dyp | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Replikat nr | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| oljeklumper | | x | | x | | | | | x | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | x | x | | x | |
| Nematoda | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x | | x | x | x | x | | | | x | x | | | x | x | x | x | | x | | x | x |
| HOPPEKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Harp. Copepoda | x | x | xx | xx | xx | xx | x | x | x | xx | xx | xx | x | x | xx | xx | xx | x | x | x | x | x | | x | | | | | | | x | | | x | x | x | x | x | x | | x | x |
| Calanoida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda | x | x | x | x | xx | xx | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | | | | | | x | | | x | | | x | x | x | | | | x | x | | x | | x | x |
| TIFOTKREPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decapoda (reke) | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Athanas sp. | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carsinus maenas | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 2 |
| Decapod larve | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANGLUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaera sp. | 7 | 3 | 21 | 1 | 21 | 8 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 3 | 2 | 3 | 4 | 200 | 2 | 38 | 3 | 6 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| Munnidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idotea pelagica | | 2 | | | | | 2 | | 3 | | | | 1 | | 1 | | | 3 | 1 | | 3 | | | | | | | | | 2 | 16 | 17 | 21 | 4 | 8 | 4 | 8 | | 5 | | | |
| Idotea granulosa | 4 | 1 | 1 | | | | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 17 | 19 | 18 | 6 | 1 | | 5 | 7 | 23 | 9 | 5 | 14 | | 3 | 1 | | 2 | 12 | 105 | 80 | 46 | 5 | 52 | 18 | 93 | 75 | 65 | 90 | 5 | 2 |
| Idotea baltica | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | 4 | | 4 | | | 4 | 13 | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| Idotea sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 8 | 17 | 12 | | | 1 | 6 | |
| TANGLOPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stenothoidae | 19 | 5 | 8 | 12 | 7 | 18 | 5 | 12 | 3 | | 2 | 4 | | | 2 | 4 | | 13 | 2 | | 9 | 1 | 5 | 65 | | | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calliopidae | | | | | | | 1 | | | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 49 | | 23 | | | | | 2 | | | | |
| Calliopius sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calliopius laevisculus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apherusa bispinosa | 20 | | | 2 | | | | | | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| Gammarellus homari | | | | | | | | | | 1 | 9 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | | 1 | | |
| Gammarellus sp juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 7 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarellus cf angulosus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aoridae | 26 | 4 | 1 | 9 | 16 | 25 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 | 2 | 2 | 3 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Microdeutopus gryllotalpa | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Microdeutopus sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corophiidae | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | |
| Corophium sp | | | | 21 | 5 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| Ischyroceridae | 8 | 1 | 6 | 8 | | 4 | 1 | 5 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 7 | 2 | | 2 | | | | | | | 18 | 10 | 12 | 1 | 5 | | | | | | | 2 |
| Parajassa cf pelagica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2 | 7 | | | | | | | | | |
| Jassa sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jassa cf falcata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammaridae indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Chaetogammarus sp. | | | | | | | | 6 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarus sp. | 23 | | 31 | 28 | 45 | 87 | 12 | 13 | 28 | 13 | 11 | 7 | | 1 | 2 | 1 | | 1 | | | | 2 | 3 | 3 | 27 | 6 | 6 | 9 | 14 | 13 | | | | | | 3 | | | | 1 | | |
| Hyale sp. | | | 2 | | | | 6 | 4 | | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Talitridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dexamine sp. | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Atylus sp. | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cf Atylidae. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ampithoe sp. | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melitidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melita palmata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elasmopus cf rapax | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphipoda juv | 28 | 20 | 6 | 14 | 2 | 24 | 3 | 4 | 4 | 6 | 17 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | | 1 | 2 | 1 | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | | 2 | | | |
| Amphipoda indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hyperiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phtisica sp. | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Stasjon (FC_) | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 4B | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5A | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 5B | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6A | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 6B | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dyp | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Replikat nr | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| SJØEDDERKOPP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pycnogonidae | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | |
| SNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina sp | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Littorina littorea | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | | | | | 1 | | | | | | |
| Littorina fabalis | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina obtusata | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 4 | | 1 | | 1 | 2 | | | | | | |
| Littorina obtusata/fabalis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| Littorina saxatilis | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lacuna vincta | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 7 | 2 | 2 | 1 | 2 | | | | 1 | | |
| Rissoa parva | 1 | 7 | 4 | | | 10 | 1 | | 1 | 2 | | | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 6 | 131 | 276 | 90 | 40 | 52 | 133 | 8 | | 2 | 6 | 7 | 7 | 368 | 382 | 469 | 347 | 430 | 700 | 260 | 107 | 369 | 389 | 341 | 1072 |
| cf Rissoa parva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bittium reticulatum | | 8 | | 2 | | | | | | 2 | 1 | | 2 | | | | | 4 | 1 | | | | 3 | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 3 | 3 |
| Onoba semicostata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cf Turitella sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Nucella lapilus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | | | | 1 |
| Gastropoda juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | |
| Gastropoda indet | | 3 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| NAKENSNEGL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nudibranchia indet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUSLINGER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mytilus edulis juvenil | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 36 | 29 | 20 | 14 | 22 | 41 | | 2 | 1 | 7 | 1 | |
| cf Modiolus modiolus juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 2 |
| Cardidae | 17 | 5 | 1 | | | 3 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| cf Turtonia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| cf Musculus discors | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | |
| Hiatella arctica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Bivalvia juvenil | | 1 | 1 | | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØSTJERNER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asterias juv | | | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 3 | 2 |
| Asteroidea indet juv | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| INSEKTSLARVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrionomidae | | 1 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | |
| Insect larvae indet | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJØMIDD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midd | 1 | | x | | 2 | | | 1 | | | | | | 7 | 1 | | | | | | | 4 | 1 | 1 | x | | 1 | | x | x | 10 | 1 | 12 | 3 | 5 | 7 | 4 | | | | 10 | |
| FÅBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 4 | 4 | 23 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| SLIMORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| SVAMP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANEMONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actinaria | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FLIMMERORM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbellaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FLERBØRSTEMARK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereidae | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nereis sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| Fabricia | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Serpulidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phyllodocidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Polychaeta indet | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

# Vedlegg B.

**Tabell 8. GPS posisjoner for "Full City" undersøkelsene 2009 (WGS 84):**

| Stasjonsnavn | Område | WGS 84 | |
|---|---|---|---|
| FC 1A | Jomfruland – oljeeksponert | N58.87405 | E9.61077 |
| FC 1B | Jomfruland - ikke eksponert | N58.87459 | E9.61099 |
| FC 2A | Stråholmen - oljeeksponert | N58.89325 | E9.64507 |
| FC 2B | Stråholmen - ikke eksponert | N58.90392 | E9.65263 |
| FC 3A | Såstein - oljeeksponert | N58.96821 | E9.70890 |
| FC 3B | Såstein - ikke eksponert | N58.96597 | E9.70634 |
| FC 4A_feller | Åbyfjorden - oljeeksponert | N58.99068 | E9.65708 |
| FC 4A_rammer | Åbyfjorden - oljeeksponert | N58.98367 | E9.68817 |
| FC 4B | Åbyfjorden - ikke eksponert | N58.98896 | E9.68488 |
| FC 5A | Krokshavn - oljeeksponert | N58.99809 | E9.73694 |
| FC 5B | Krokshavn - ikke eksponert | N58.99638 | E9.73521 |
| FC 6A | Fugløyrong - oljeeksponert | N58.98533 | E9.80448 |
| FC 6B | Fugløyrong - ikke eksponert | N58.98002 | E9.81369 |
| FC 7 | Nevlungsstranda – ikke sanert | N58.96677 | E9.84353 |
| FC 8 | Oddane fort – ikke sanert | N58.96053 | E9.85315 |

**Tabell 9. Dato for utførte rammeregistreringer, og utsetting og innsamling av taufeller og tangprøver.**

| St. navn | Feller nivå 1 – satt ut | Feller nivå 1 – samlet inn | Feller nivå 2 – satt ut | Feller nivå 2 – samlet inn | Tang samlet inn | Ramme-undersøkelser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FC 1A | (21.10.09) 29.10.09 | (29.10.09) 06.11.09 | (21.10.09) 29.10.09 | (29.10.09) 06.11.09 | 29.10.09 | 06.11.09 |
| FC 1B | 21.10.09 | 29.10.09 | 21.10.09 | 29.10.09 | 29.10.09 | 06.11.09 |
| FC 2A | 21.10.09 | 29.10.09 | 21.10.09 | 29.10.09 | X | 10.11.09 |
| FC 2B | 21.10.09 | 29.10.09 | 21.10.09 | 29.10.09 | X | 10.11.09 |
| FC 3A | (22.10) 30.10.09 | 06.11.09 | 21.10.09 | 29.10.09 | 12.11.09 | 12.11.09 |
| FC 3B | 22.10.09 | 29.10.09 | 22.10.09 | 29.10.09 | 12.11.09 | 12.11.09 |
| FC 4A | 22.10.09 | 29.10.09 | 22.10.09 | 29.10.09 | 13.11.09 | 13.11.09 |
| FC 4B | 22.10.09 | 29.10.09 | 22.10.09 | 29.10.09 | X | 12.11.09 |
| FC 5A | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | 30.10.09 | 12.11.09 |
| FC 5B | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | X | 02.12.09 |
| FC 6A | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | X | 12.11.09 |
| FC 6B | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | X | 11.11.09 |
| FC 7 | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | 11.11.09 | 11.11.09 |
| FC 8 | 23.10.09 | 30.10.09 | 23.10.09 | 30.10.09 | X | 11.11.09 |

# Vedlegg C.

**Tabell 10. De fem vanligst forekommende alger og dyr i fjæra for hver stasjon. Forekomst (%) er den prosentandel ruter arten ble registrert i – på hver stasjon undersøkes 100 ruter.**

**Tabell 11. Taxa registrert i rammeundersøkelser, i øvre nivå, på stasjon G11 og G13 utført i "Programmet for overvåkning av Ytre Oslofjord" i 2007.**

**Tabell 12. De fem vanligst dyrene registrert i 3 taufeller i tidevanssonen og 3 taufeller i sjøsonen, på hver stasjon.**

**Tabell 13. Antall dyr registrert i 3 taufeller, i tidevanssonen og 3 taufeller i sjøsonen på hver stasjon, gruppert i ulike dyregrupper.**

**Tabell 10. De fem vanligst forekommende alger og dyr i fjæra for hver stasjon. Forekomst (%) er den prosentandel ruter arten ble registrert i – på hver stasjon undersøkes 100 ruter.**

| ALGER – FC 1A | % | DYR – FC 1A | % | ALGER – FC 1B | % | DYR – FC 1B | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hildenbrandia rubra | 99 | Dynamena pumila | 42 | Hildenbrandia rubra | 79 | Littorina littorea | 25 |
| Sphacelaria cirrosa | 57 | Electra pilosa | 22 | Coralliniacea indet. | 71 | Electra pilosa | 22 |
| Fucus vesiculosus | 55 | Spirorbis spirillum | 20 | Sphacelaria cirrosa | 54 | Asterias rubens | 13 |
| Coralliniacea indet. | 44 | Electra crustulenta | 17 | Polysiphonia fucoides | 47 | Littorina fabalis | 12 |
| Ulva spp | 41 | Metridium senile pallidus | 17 | Chondrus crispus | 42 | Sagartia elegans | 11 |
| **ALGER – FC 2A** | **%** | **DYR – FC 2A** | **%** | **ALGER – FC 2B** | **%** | **DYR – FC 2B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 86 | Spirorbis spirillum | 28 | Hildenbrandia rubra | 95 | Dynamena pumila | 33 |
| Fucus vesiculosus | 67 | Littorina littorea | 24 | Coralliniacea indet. | 31 | Electra pilosa | 22 |
| Coralliniacea indet. | 34 | Littorina fabalis | 22 | Fucus vesiculosus | 27 | Cryptosula pallasiana | 10 |
| Chondrus crispus | 13 | Balanus balanoides | 20 | Chondrus crispus | 12 | Metridium senile pallidus | 10 |
| Rivularia sp | 9 | Electra pilosa | 2 | Brune skorpef. alger | 11 | Littorina fabalis | 9 |
| **ALGER – FC 3A** | **%** | **DYR – FC 3A** | **%** | **ALGER – FC 3B** | **%** | **DYR – FC 3B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 44 | Hildenbrandia rubra | 99 | Dynamena pumila | 36 |
| Fucus vesiculosus | 91 | Dynamena pumila | 7 | Fucus vesiculosus | 57 | Electra pilosa | 26 |
| Brune skorpef. alger | 32 | Mytilus edulis | 6 | Brune skorpef. alger | 36 | Littorina littorea | 25 |
| Coralliniacea indet. | 23 | Electra pilosa | 5 | Coralliniacea indet. | 21 | Balanus balanoides | 13 |
| Ralfsia verrucosa | 21 | Littorina littorea | 4 | Ceramium rubrum | 16 | Littorina saxatilis | 12 |
| **ALGER – FC 4A** | **%** | **DYR – FC 4A** | **%** | **ALGER – FC 4B** | **%** | **DYR – FC 4B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Littorina saxatilis | 24 | Hildenbrandia rubra | 100 | Electra pilosa | 31 |
| Fucus vesiculosus | 98 | Balanus improvisus | 5 | Fucus vesiculosus | 99 | Dynamena pumila | 25 |
| Kiselalger | 22 | Electra pilosa | 3 | Ceramium rubrum | 40 | Electra crustulenta | 16 |
| Blågrønnalger | 15 | Alcyonidium hirsutum | - | Ulva spp | 30 | Balanus improvisus | 9 |
| Rivularia sp | 13 | Anemone sp | - | Brune skorpef. alger | 12 | Littorina saxatilis | 7 |
| **ALGER – FC 5A** | **%** | **DYR – FC 5A** | **%** | **ALGER – FC 5B** | **%** | **DYR – FC 5B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 59 | Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus balanoides | 38 |
| Fucus vesiculosus | 91 | Electra pilosa | 14 | Fucus vesiculosus | 93 | Littorina littorea | 15 |
| Brune skorpef. alger | 34 | Littorina littorea | 11 | Ralfsia verrucosa | 21 | Lacuna vincta | 14 |
| Elachista fucicola | 11 | Balanus improvisus | 9 | Brune skorpef. alger | 16 | Balanus improvisus | 12 |
| Ulva intestinalis | 10 | Dynamena pumila | 7 | Ulva intestinalis | 16 | Dynamena pumila | 10 |
| **ALGER – FC 6A** | **%** | **DYR – FC 6A** | **%** | **ALGER – FC 6B** | **%** | **DYR – FC 6B** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Mytilus edulis | 70 | Hildenbrandia rubra | 100 | Balanus improvisus | 80 |
| Fucus vesiculosus | 93 | Littorina saxatilis | 59 | Fucus vesiculosus | 70 | Balanus balanoides | 73 |
| Cladophora albida | 43 | Littorina fabalis | 53 | Brune skorpef. alger | 40 | Dynamena pumila | 23 |
| Brune skorpef. alger | 37 | Balanus improvisus | 23 | Porphyra sp. | 15 | Littorina littorea | 6 |
| Ceramium rubrum | 34 | Lacuna vincta | 11 | Porphyra cf. umbilicalis | 15 | Electra pilosa | 5 |
| **ALGER – FC 7** | **%** | **DYR – FC 7** | **%** | **ALGER – FC 8** | **%** | **DYR – FC 8** | **%** |
| Hildenbrandia rubra | 100 | Mytilus edulis | 90 | Hildenbrandia rubra | 100 | Littorina littorea | 27 |
| Fucus vesiculosus | 77 | Littorina littorea | 44 | Fucus vesiculosus | 57 | Mytilus edulis | 27 |
| Coralliniacea indet. | 39 | Nucella lapillus | 35 | Brune skorpef. alger | 34 | Littorina fabalis | 26 |
| Brune skorpef. alger | 29 | Lacuna vincta | 32 | Fucus serratus | 19 | Dynamena pumila | 22 |
| Cladophora rupestris | 19 | Littorina saxatilis | 8 | Elachista fucicola | 17 | Nucella lapillus | 15 |

**Tabell 11. Taxa registrert i rammeundersøkelser, i øvre nivå, på stasjon G11 og G13 utført i "Programmet for overvåkning av Ytre Oslofjord" i 2007.**

| | **Rødalger** | **Brunalger** | **Grønnalger** | **Dyr** |
|---|---|---|---|---|
| **G11** | Lithotamnion sp. | Fucus vesiculosus | ULVA intestinalis | Littorina littorea |
| | Hildenbrandia rubra | Spongonema tomentosum | Cladophora albida | Mytilus edulis |
| | Ceramium rubrum | Eachista fucicola | Cladophora sericea | Electra crustulenta |
| | Audouinella sp. | Ectocarpales | Rhizoclonium tortuosum | Laomedea geniculata |
| | Chondrus crispus | | | Balanus balanoides |
| | Dumontia contorta | | | Dynamena pumila |
| | | | | Littorina obtusata |
| | | | | Balanum improvisus |
| **G13** | **Rødalger** | **Brunalger** | **Grønnalger** | **Dyr** |
| | Hildenbrandia rubra | Fucus vesiculosus | Ulva intestinalis | Dynamena pumila |
| | Ceramium rubrum | Fucus serratus | Cladophora sericea | Balanus balanoides |
| | | Elachista fucicola | | Littorina littorea |
| | | | | Metridium senile var pallidus |
| | | | | Electra crustulenta |
| | | | | Electra pilosa |
| | | | | Asterias rubens |
| | | | | Bryozoa indet |
| | | | | Alcyonidium hirsutum |
| | | | | Laomedea geniculata |
| | | | | Balanus improvisus |
| | | | | Tubularia larynx |

**Tabell 12. De fem vanligst dyrene registrert i 3 taufeller i tidevanssonen (dyp 1) og 3 taufeller i sjøsonen (dyp 2), på hver stasjon.**

| FC 1A_DYP 1 | Ant | FC 1A_DYP 2 | Ant | FC 1B_DYP 1 | Ant | FC 1B_DYP 2 | Ant |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Idotea granulosa | 76 | Rissoa parva | 197 | Ischyroceridae | 213 | Ischyroceridae | 137 |
| Rissoa parva | 64 | Gammarellidae | 136 | Idotea granulosa | 136 | Idotea granulosa | 111 |
| Gammarellidae | 48 | Idotea granulosa | 48 | Rissoa parva | 114 | Rissoa parva | 100 |
| Ischyroceridae | 12 | Ischyroceridae | 39 | Calliopidae | 91 | Calliopidae | 87 |
| Amphipoda indet+juv | 12 | Corophiidae | 24 | Idotea pelagica | 71 | Stenothoidae | 72 |
| **FC 2A_DYP 1** | **Ant** | **FC 2A_DYP 2** | **Ant** | **FC 2B_DYP 1** | **Ant** | **FC 2B_DYP 2** | **Ant** |
| Gammaridae | 32 | Gammaridae | 96 | Gammaridae | 55 | Ischyroceridae | 39 |
| Idotea granulosa | 24 | Stenothoidae | 65 | Midd | 14 | Amphipoda indet+juv | 34 |
| Rissoa parva | 24 | Amphipoda indet+juv | 62 | Amphipoda indet+juv | 12 | Calliopidae | 34 |
| Jaera sp. | 16 | Rissoa parva | 37 | Ischyroceridae | 10 | Gammaridae | 34 |
| Midd | 13 | Aoridae | 27 | Hyalidae | 6 | Aoridae | 33 |
| **FC 3A_DYP 1** | **Ant** | **FC 3A_DYP 2** | **Ant** | **FC 3B_DYP 1** | **Ant** | **FC 3B_DYP 2** | **Ant** |
| Stenothoidae | 64 | Stenothoidae | 59 | Midd | 54 | Rissoa parva | 68 |
| Rissoa parva | 18 | Rissoa parva | 21 | Idotea granulosa | 37 | Stenothoidae | 55 |
| Ischyroceridae | 10 | Ischyroceridae | 5 | Jaera sp. | 18 | Idotea granulosa | 27 |
| Idotea granulosa | 6 | Idotea granulosa | 4 | Rissoa parva | 18 | Ischyroceridae | 23 |
| Midd | 5 | Midd | 3 | Gammaridae | 18 | Amphipoda indet+juv | 21 |
| Calliopidae | 5 | Polynoidae | 3 | | | Gammaridae | 21 |
| **FC 4A_DYP 1** | **Ant** | **FC 4A_DYP 2** | **Ant** | **FC 4B_DYP 1** | **Ant** | **FC 4B_DYP 2** | **Ant** |
| Amphipoda indet+juv | 36 | Rissoa parva | 213 | Gammaridae | 54 | Gamaridae | 160 |
| Rissoa parva | 35 | Aoridae | 90 | Amphipoda indet+juv | 54 | Aoridae | 50 |
| Aoriidae | 34 | Amphipoda indet+juv | 39 | Stenothoidae | 32 | Amphipoda indet+juv | 40 |
| Corophiidae | 29 | Corophiidae | 33 | Aoridae | 32 | Corophiidae | 39 |
| Bittium reticulatum | 24 | Bittium reticulatum | 23 | Jaera sp. | 31 | Stenothoidae | 37 |
| Gammaridae | 23 | | | | | | |
| **FC 5A_DYP 1** | **Ant** | **FC 5A_DYP 2** | **Ant** | **FC 5B_DYP 1** | **Ant** | **FC 5B_DYP 2** | **Ant** |
| Gammaridae | 63 | Gammaridae | 31 | Idotea granulosa | 54 | Stenothoidae | 17 |
| Stenothoidae | 20 | Amphipoda indet+juv | 30 | Rissoa parva | 9 | Rissoa parva | 15 |
| Amphipoda indet+juv | 11 | Gammerellidae | 11 | Midd | 8 | Idotea granulosa | 7 |
| Hyalidae | 10 | Calliopidae | 11 | Gammaridae | 3 | Bittium reticulatum | 4 |
| Ischyroceridae | 7 | Idotea granulosa | 8 | Amphipoda indet+juv | 3 | Idotea pelagica | 3 |
| | | | | | | Amphipoda indet+juv | 3 |
| **FC 6A_DYP 1** | **Ant** | **FC 6A_DYP 2** | **Ant** | **FC 6B_DYP 1** | **Ant** | **FC 6B_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa parva | 497 | Rissoa parva | 227 | Jaera sp. | 240 | Gammaridae | 38 |
| Idotea granulosa | 35 | Stenothoidae | 71 | Gammaridae | 40 | Jaera sp. | 29 |
| Stenothoidae | 11 | Idotea granulosa | 28 | Oligochaeta | 31 | Rissoa parva | 20 |
| Ischyroceridae | 11 | Ischyroceridae | 10 | Rissoa parva | 10 | Idotea baltica | 17 |
| Calliopidae | 9 | Jaera sp. | 9 | Stenothoidae | 7 | Idotea granulosa | 14 |
| | | | | Amphipoda indet+juv | 7 | | |
| **FC 7_DYP 1** | **Ant** | **FC 7_DYP 2** | **Ant** | **FC 8_DYP 1** | **Ant** | **FC 8_DYP 2** | **Ant** |
| Rissoa parva | 1219 | Rissoa parva | 1477 | Rissoa parva | 736 | Rissoa parva | 1802 |
| Idotea granulosa | 231 | Mytilus edulis juv | 77 | Idotea granulosa | 233 | Idotea granulosa | 97 |
| Mytilus edulis juv. | 82 | Idotea granulosa | 75 | Gammarellidae | 16 | Midd | 10 |
| Calliopidae | 72 | Idotea sp | 25 | Idotea pelagica | 13 | Mytilus edulis juv | 8 |
| Ischyroceridae | 58 | Idotea pelagica | 16 | Idotea sp. | 12 | Idotea sp. | 7 |

**Tabell 13. Antall dyr registrert i 3 taufeller i tidevanssonen, og 3 taufeller i sjøsonen på hver stasjon, gruppert i ulike dyregrupper. Tallene indikerer antall individer. x = tilstedeværelse i prøven. xx = vanlig i prøven. - = ikke registrert i prøven.**

| **Tidevannssonen** | **1A_1** | **1B_1** | **2A_1** | **2B_1** | **3A_1** | **3B_1** | **4A_1** | **4B_1** | **5A_1** | **5B_1** | **6A_1** | **6B_1** | **7_1** | **8_1** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oljeklumper | - | - | - | - | - | - | - | - | x | - | x | - | x | x |
| Nematoda | x | x | x | x | x | x | - | x | x | x | x | x | x | x |
| Hoppekreps (Copepoda) | x | x | x | x | xx | x | x | x | x | xx | x | - | x | x |
| Muslingkreps (Ostracoda) | - | x | x | x | - | x | x | x | x | x | - | x | x | x |
| Anemone (Actinaria) | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Flimmerorm (Turbellaria) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Flerbørstemark (Polychaeta) | 1 | 7 | 2 | - | - | - | 1 | 3 | - | 1 | - | 2 | 1 | 2 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - |
| Tifotkreps (Decapoda) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 |
| Tanglus (Isopoda) | 80 | 211 | 41 | 6 | 6 | 55 | 5 | 39 | 12 | 56 | 43 | 248 | 286 | 359 |
| Tanglopper (Amphipoda) | 110 | 344 | 55 | 79 | 92 | 38 | 129 | 212 | 114 | 12 | 53 | 60 | 133 | 21 |
| Sjøedderkopp (Pycnogonidae) | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Snegl (Gastropoda) | 66 | 115 | 30 | 3 | 19 | 21 | 66 | 24 | 4 | 12 | 502 | 15 | 1240 | 731 |
| Nakensnegl (Nudibranchia) | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Muslinger (Bivalvia) | 6 | - | - | 1 | 2 | - | 3 | 25 | - | - | 3 | 4 | 87 | 4 |
| Sjøstjerner (Asterioidea) | - | 4 | - | 2 | - | 2 | - | - | 2 | - | 2 | - | 1 | 1 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | 2 | - | - | - | 2 | 1 | - | 2 | - | - | - | 1 | - | - |
| Midd (xxx) | - | 8 | 13 | 14 | 5 | 54 | - | 6 | 1 | 8 | - | 6 | 23 | 4 |
| Slimorm (Nemertina) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Svamp (Porifera) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Sjøsonen** | **1A_2** | **1B_2** | **2A_2** | **2B_2** | **3A_2** | **3B_2** | **4A_2** | **4B_2** | **5A_2** | **5B_2** | **6A_2** | **6B_2** | **7_2** | **8_2** |
| oljeklumper | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - | x |
| Nematoda | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Hoppekreps (Copepoda) | x | x | x | x | xx | xx | xx | xx | xxx | xx | x | - | x | x |
| Muslingkreps (Ostracoda) | - | x | x | x | x | x | x | xx | x | x | x | x | x | x |
| Anemone (Actinaria) | 3 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flimmerorm (Turbellaria) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Flerbørstemark (Polychaeta) | 11 | 7 | 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | - | 1 | - | - | 2 | 2 |
| Fåbørstemark (Oligochaeta) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Tifotkreps (Decapoda) | - | - | 1 | - | 1 | - | 3 | 3 | 1 | 3 | - | - | - | 4 |
| Tanglus (Isopoda) | 49 | 166 | 14 | 11 | 5 | 37 | 1 | 31 | 9 | 11 | 44 | 62 | 117 | 104 |
| Tanglopper (Amphipoda) | 256 | 458 | 276 | 219 | 71 | 147 | 187 | 344 | 90 | 23 | 103 | 45 | 9 | 7 |
| Sjøedderkopp (Pycnogonidae) | - | 1 | - | - | - | 3 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | 2 | 1 |
| Snegl (Gastropoda) | 199 | 107 | 41 | 7 | 24 | 79 | 236 | 16 | 9 | 19 | 231 | 28 | 1491 | 1810 |
| Nakensnegl (Nudibranchia) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Muslinger (Bivalvia) | 7 | 3 | - | 1 | - | 8 | 2 | 11 | - | 3 | 3 | 11 | 78 | 10 |
| Sjøstjerner (Asterioidea) | 1 | 4 | - | 9 | 1 | 3 | 1 | 2 | - | 1 | 1 | 2 | - | 5 |
| Insektslarver (Chrionomidae) | 4 | - | 2 | - | - | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | 1 | 1 |
| Midd (xxx) | 4 | 2 | 5 | x | 3 | 5 | - | 2 | - | - | 6 | x | 15 | 10 |
| Slimorm (Nemertina) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Svamp (Porifera) | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |

# Vedlegg D.

**Univariat Diversitet index – hentet fra DIVERSE analysen i PRIMER**

$$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

$P_i = n_i/N$, $n_i$ = antall individer av en art i, N= totalt antall individer i prøven/på stasjonen. S = totalt antall arter i prøven/på stasjonen

**Tabell 14. H' verdi til alger registrert i 4 rammer på hver stasjon. Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 2,417 | 1,83 | 1,574 | 1,659 | 1,408 | 2,179 | 1,985 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 2,722 | 1,978 | 2,294 | 2,012 | 1,712 | 1,794 | 2,325 |

**Tabell 15. H' verdi til dyr registrert i 4 rammer på hver stasjon. Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 1,98 | 1,616 | 1,192 | 0,7277 | 1,571 | 1,704 | 1,684 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 2,137 | 2,305 | 1,906 | 1,695 | 2,022 | 1,367 | 2,306 |

**Tabell 16. H' verdi til dyr registrert i6 feller fra to dyp på hver stasjon. Hentet fra DIVERSE analyse i PRIMER**

| Stasjon | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H' (loge) | 2,11 | 2,413 | 1,96 | 1,984 | 2,321 | 1,286 | 0,9974 |
| Stasjon | 1B | 2B | 3B | 4B | 5B | 6B | 8 |
| H' (loge) | 2,339 | 2,659 | 2,626 | 2,492 | 2,335 | 1,877 | 0,6485 |

# Vedlegg E.

**SIMPER analyse av rammeregistreringene, analysert på faktoren: Oljeeksponering**
Cut off for low contributions: 90,00%

**Tabell 17. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

Average dissimilarity = 45,63

| | Group Oljesøl | Group Lite oljesøl | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Species** | **Av.Abund** | **Av.Abund** | **Av.Diss** | **Diss/SD** | **Contrib%** | **Cum.%** |
| Fucus vesiculosus | 82,50 | 64,50 | 3,31 | 1,21 | 7,24 | 7,24 |
| Balanus balanoides | 20,50 | 22,00 | 3,13 | 1,19 | 6,86 | 14,10 |
| Coralliniacea indet. | 16,83 | 20,50 | 2,56 | 1,19 | 5,61 | 19,71 |
| Dynamena pumila | 9,83 | 22,50 | 2,26 | 1,60 | 4,95 | 24,66 |
| Balanus improvisus | 6,33 | 17,17 | 2,03 | 0,67 | 4,46 | 29,12 |
| Brune skorpeformede alger | 19,33 | 19,50 | 1,90 | 1,45 | 4,16 | 33,28 |
| Ceramium rubrum | 13,67 | 18,83 | 1,81 | 1,26 | 3,96 | 37,24 |
| Enteromorpha spp | 16,50 | 12,50 | 1,78 | 1,35 | 3,90 | 41,13 |
| Sphacelaria cirrosa | 9,50 | 11,17 | 1,70 | 0,73 | 3,73 | 44,86 |
| Littorina saxatilis | 14,00 | 4,00 | 1,58 | 0,87 | 3,47 | 48,33 |
| Electra pilosa | 9,00 | 18,33 | 1,50 | 1,32 | 3,29 | 51,62 |
| Littorina fabalis | 14,17 | 5,17 | 1,50 | 0,99 | 3,28 | 54,90 |
| Mytilus edulis | 13,33 | 2,00 | 1,34 | 0,60 | 2,93 | 57,83 |
| Chondrus crispus | 6,67 | 11,67 | 1,27 | 1,06 | 2,79 | 60,63 |
| Littorina littorea | 7,50 | 13,00 | 1,20 | 1,25 | 2,63 | 63,26 |
| Spirorbis spirillum | 8,00 | 2,17 | 1,01 | 0,83 | 2,21 | 65,46 |
| Fucus serratus | 7,50 | 5,67 | 0,99 | 0,94 | 2,18 | 67,64 |
| Rivularia sp | 9,33 | 4,00 | 0,99 | 1,16 | 2,18 | 69,82 |
| Polysiphonia fucoides | 2,00 | 8,33 | 0,92 | 0,57 | 2,01 | 71,82 |
| Cladophora albida | 7,33 | 2,67 | 0,85 | 0,64 | 1,87 | 73,69 |
| Cladophora rupestris | 1,00 | 8,17 | 0,84 | 0,78 | 1,83 | 75,52 |
| Ralfsia verrucosa | 3,50 | 5,17 | 0,84 | 0,76 | 1,83 | 77,35 |
| Porphyra sp. | 2,50 | 6,00 | 0,81 | 0,71 | 1,77 | 79,13 |
| Ulva lactuca | 4,00 | 5,50 | 0,80 | 1,15 | 1,76 | 80,89 |
| Hildenbrandia rubra | 97,50 | 95,50 | 0,63 | 0,80 | 1,38 | 82,27 |
| Trailliella intricata | 0,33 | 6,33 | 0,62 | 0,47 | 1,36 | 83,63 |
| Kiselalger | 3,67 | 1,50 | 0,59 | 0,57 | 1,29 | 84,92 |
| Lacuna vincta | 2,17 | 3,83 | 0,51 | 0,88 | 1,12 | 86,04 |
| Electra crustulenta | 2,83 | 2,67 | 0,50 | 0,61 | 1,09 | 87,13 |
| Polysiphonia fibrillosa | 2,50 | 3,67 | 0,49 | 0,85 | 1,08 | 88,21 |
| Metridium senile var. pallidus | 3,17 | 2,17 | 0,47 | 0,75 | 1,03 | 89,24 |
| Blågrønnalger | 2,50 | 1,67 | 0,45 | 0,63 | 0,98 | 90,22 |

**Tabell 18. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

Average dissimilarity = 46,95

| | Group Oljesøl | Group Ikke sanert | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Species** | **Av.Abund** | **Av.Abund** | **Av.Diss** | **Diss/SD** | **Contrib%** | **Cum.%** |
| Mytilus edulis | 13,33 | 58,50 | 5,61 | 1,58 | 11,95 | 11,95 |
| Littorina littorea | 7,50 | 35,50 | 2,94 | 2,28 | 6,26 | 18,21 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 25,00 | 2,65 | 2,39 | 5,64 | 23,86 |
| Balanus balanoides | 20,50 | 4,50 | 2,32 | 0,97 | 4,94 | 28,80 |
| Fucus vesiculosus | 82,50 | 67,00 | 2,31 | 1,57 | 4,91 | 33,71 |
| Coralliniacea indet. | 16,83 | 27,00 | 2,15 | 1,60 | 4,58 | 38,29 |
| Enteromorpha spp | 16,50 | 16,50 | 1,98 | 1,27 | 4,23 | 42,52 |
| Littorina fabalis | 14,17 | 14,00 | 1,80 | 1,26 | 3,84 | 46,36 |
| Lacuna vincta | 2,17 | 17,00 | 1,72 | 1,08 | 3,66 | 50,02 |
| Brune skorpeformede alger | 19,33 | 31,50 | 1,63 | 1,18 | 3,48 | 53,50 |
| Dynamena pumila | 9,83 | 11,00 | 1,49 | 1,30 | 3,18 | 56,68 |
| Littorina saxatilis | 14,00 | 4,00 | 1,48 | 0,84 | 3,15 | 59,83 |
| Fucus serratus | 7,50 | 10,00 | 1,30 | 1,17 | 2,77 | 62,60 |
| Ceramium rubrum | 13,67 | 2,00 | 1,20 | 1,01 | 2,55 | 65,15 |
| Elachista fucicola | 2,83 | 12,50 | 1,08 | 1,75 | 2,31 | 67,45 |
| Cladophora rupestris | 1,00 | 9,50 | 0,99 | 1,03 | 2,12 | 69,57 |
| Ulva lactuca | 4,00 | 7,00 | 0,88 | 1,18 | 1,87 | 71,44 |
| Sphacelaria cirrosa | 9,50 | 0,00 | 0,85 | 0,43 | 1,81 | 73,26 |
| Rivularia sp | 9,33 | 3,00 | 0,85 | 1,09 | 1,81 | 75,06 |
| Spirorbis spirillum | 8,00 | 0,00 | 0,84 | 0,64 | 1,79 | 76,86 |
| Sphacelaria sp | 1,67 | 7,50 | 0,82 | 1,07 | 1,75 | 78,60 |
| Electra pilosa | 9,00 | 5,00 | 0,79 | 1,49 | 1,68 | 80,28 |
| Chondrus crispus | 6,67 | 6,50 | 0,77 | 1,36 | 1,64 | 81,92 |
| Ralfsia verrucosa | 3,50 | 4,00 | 0,67 | 0,88 | 1,43 | 83,36 |
| Cladophora albida | 7,33 | 0,00 | 0,64 | 0,44 | 1,36 | 84,71 |
| Balanus improvisus | 6,33 | 3,00 | 0,62 | 1,02 | 1,33 | 86,04 |
| Corallina officinalis | 0,83 | 6,00 | 0,61 | 1,17 | 1,31 | 87,35 |
| Pilayella littoralis | 2,17 | 4,50 | 0,55 | 1,04 | 1,18 | 88,53 |
| Kiselalger | 3,67 | 0,00 | 0,44 | 0,43 | 0,94 | 89,47 |
| Asterias rubens | 0,50 | 3,50 | 0,38 | 1,07 | 0,82 | 90,29 |

**Tabell 19. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

Average dissimilarity = 48,65

| | Group Lite oljesøl | Group Ikke sanert | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Species** | **Av.Abund** | **Av.Abund** | **Av.Diss** | **Diss/SD** | **Contrib%** | **Cum.%** |
| Mytilus edulis | 2,00 | 58,50 | 5,77 | 1,74 | 11,86 | 11,86 |
| Nucella lapillus | 0,00 | 25,00 | 2,57 | 2,46 | 5,28 | 17,14 |
| Fucus vesiculosus | 64,50 | 67,00 | 2,53 | 1,51 | 5,19 | 22,33 |
| Coralliniacea indet. | 20,50 | 27,00 | 2,49 | 1,75 | 5,11 | 27,44 |
| Littorina littorea | 13,00 | 35,50 | 2,36 | 1,68 | 4,85 | 32,29 |
| Balanus balanoides | 22,00 | 4,50 | 2,13 | 0,83 | 4,37 | 36,66 |
| Balanus improvisus | 17,17 | 3,00 | 1,73 | 0,60 | 3,55 | 40,21 |
| Brune skorpeformede alger | 19,50 | 31,50 | 1,67 | 1,93 | 3,44 | 43,64 |
| Ceramium rubrum | 18,83 | 2,00 | 1,66 | 1,19 | 3,42 | 47,06 |
| Dynamena pumila | 22,50 | 11,00 | 1,65 | 1,40 | 3,38 | 50,45 |
| Enteromorpha spp | 12,50 | 16,50 | 1,63 | 1,47 | 3,35 | 53,80 |
| Lacuna vincta | 3,83 | 17,00 | 1,59 | 1,15 | 3,27 | 57,07 |
| Electra pilosa | 18,33 | 5,00 | 1,56 | 1,66 | 3,21 | 60,28 |
| Littorina fabalis | 5,17 | 14,00 | 1,29 | 1,19 | 2,65 | 62,93 |
| Elachista fucicola | 0,50 | 12,50 | 1,25 | 2,34 | 2,57 | 65,50 |
| Cladophora rupestris | 8,17 | 9,50 | 1,15 | 1,22 | 2,36 | 67,86 |
| Sphacelaria cirrosa | 11,17 | 0,00 | 1,01 | 0,57 | 2,08 | 69,94 |
| Chondrus crispus | 11,67 | 6,50 | 0,99 | 0,90 | 2,04 | 71,98 |
| Fucus serratus | 5,67 | 10,00 | 0,96 | 1,51 | 1,98 | 73,96 |
| Sphacelaria sp | 0,00 | 7,50 | 0,80 | 0,95 | 1,64 | 75,60 |
| Polysiphonia fucoides | 8,33 | 0,50 | 0,75 | 0,49 | 1,55 | 77,15 |
| Ralfsia verrucosa | 5,17 | 4,00 | 0,67 | 0,94 | 1,37 | 78,52 |
| Ulva lactuca | 5,50 | 7,00 | 0,66 | 1,24 | 1,36 | 79,88 |
| Porphyra sp. | 6,00 | 0,00 | 0,61 | 0,53 | 1,25 | 81,13 |
| Corallina officinalis | 1,00 | 6,00 | 0,60 | 1,19 | 1,23 | 82,36 |
| Trailliella intricata | 6,33 | 0,00 | 0,55 | 0,44 | 1,14 | 83,49 |
| Rivularia sp | 4,00 | 3,00 | 0,50 | 0,97 | 1,02 | 84,51 |
| Littorina saxatilis | 4,00 | 4,00 | 0,48 | 1,23 | 0,99 | 85,51 |
| Pilayella littoralis | 0,33 | 4,50 | 0,48 | 1,03 | 0,98 | 86,49 |
| Asterias rubens | 2,33 | 3,50 | 0,46 | 1,12 | 0,94 | 87,43 |
| Hildenbrandia rubra | 95,50 | 100,00 | 0,42 | 0,60 | 0,86 | 88,29 |
| Polysiphonia stricta | 1,83 | 3,00 | 0,39 | 1,08 | 0,80 | 89,09 |
| Polysiphonia fibrillosa | 3,67 | 0,00 | 0,36 | 0,67 | 0,74 | 89,83 |
| Alcyonidium hirsutum | 2,33 | 2,00 | 0,32 | 1,17 | 0,66 | 90,48 |

# Vedlegg F.

**SIMPER analyse av rammeregistreringene, analysert på faktoren: Oljeeksponering**
Cut off for low contributions: 90,00%

**Tabell 20. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Lite oljesøl**

Average dissimilarity = 68,79

| Species | Group Oljesøl Av.Abund | Group Lite oljesøl Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 111,42 | 31,83 | 14,90 | 0,91 | 21,65 | 21,65 |
| Gammaridae | 24,25 | 34,67 | 6,45 | 0,97 | 9,37 | 31,02 |
| Stenothoidae | 26,33 | 20,42 | 5,58 | 0,91 | 8,11 | 39,13 |
| Idotea granulosa | 20,08 | 33,50 | 5,54 | 1,02 | 8,06 | 47,19 |
| Jaera | 3,75 | 31,83 | 5,32 | 0,51 | 7,73 | 54,92 |
| Ischyroceridae | 10,17 | 38,42 | 4,69 | 0,76 | 6,82 | 61,74 |
| Amphipoda indet+juv | 17,75 | 20,50 | 3,89 | 1,09 | 5,66 | 67,40 |
| Aoridae | 14,58 | 13,50 | 3,36 | 0,88 | 4,89 | 72,29 |
| Calliopidae | 6,00 | 20,00 | 2,90 | 0,95 | 4,22 | 76,50 |
| Gammarellidae | 17,50 | 0,75 | 2,68 | 0,52 | 3,90 | 80,40 |
| Corophiidae | 8,83 | 11,58 | 2,36 | 0,93 | 3,43 | 83,82 |
| Midd | 3,08 | 7,92 | 1,73 | 0,54 | 2,51 | 86,33 |
| Idotea pelagica | 1,25 | 9,83 | 1,21 | 0,60 | 1,76 | 88,10 |
| Bittium | 5,00 | 2,17 | 0,99 | 0,64 | 1,44 | 89,54 |
| Idotea baltica | 0,58 | 2,17 | 0,55 | 0,44 | 0,79 | 90,34 |

**Tabell 21. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Oljesøl & Ikke-sanert**

Average dissimilarity = 84,40

| Species | Group Oljesøl Av.Abund | Group Ikke sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 111,42 | 1308,50 | 61,95 | 3,78 | 73,40 | 73,40 |
| Idotea granulosa | 20,08 | 159,00 | 8,22 | 1,39 | 9,74 | 83,14 |
| Mytilus juv | 1,67 | 43,25 | 2,07 | 1,10 | 2,46 | 85,60 |
| Stenothoidae | 26,33 | 0,00 | 1,46 | 0,88 | 1,73 | 87,33 |
| Gammaridae | 24,25 | 1,00 | 1,32 | 0,82 | 1,56 | 88,89 |
| Idotea pelagica | 1,25 | 20,75 | 1,07 | 1,12 | 1,26 | 90,15 |

**Tabell 22. SIMPER analyse av rammeregistreringene. Viser forskjeller mellom gruppene: Lite oljesøl & Ikke-sanert**

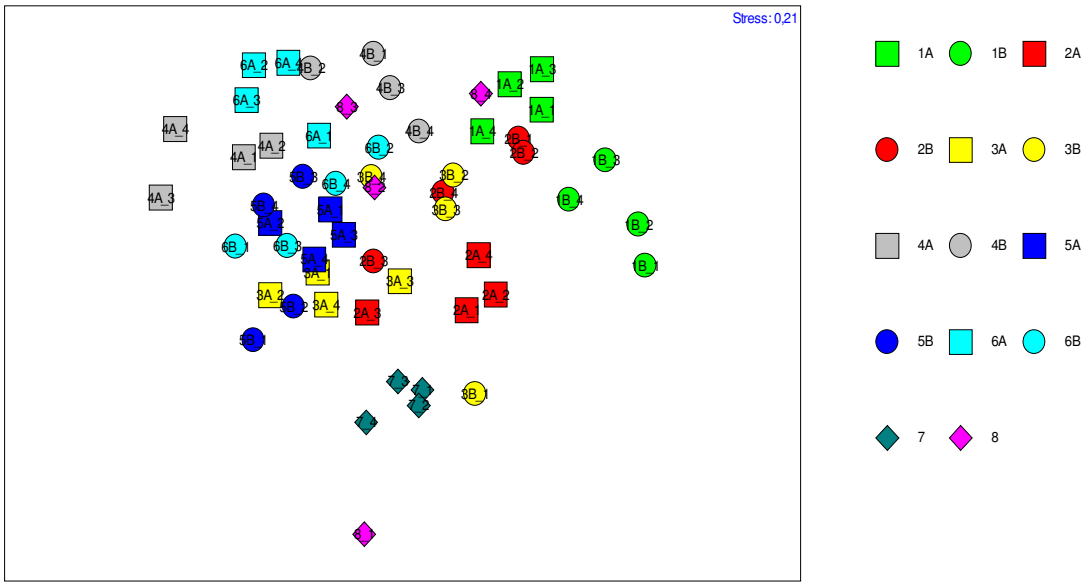
Average dissimilarity = 90,49

| Species | Group Lite oljesøl Av.Abund | Group Ikke sanert Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rissoa | 31,83 | 1308,50 | 65,39 | 4,92 | 72,26 | 72,26 |
| Idotea granulosa | 33,50 | 159,00 | 7,80 | 1,33 | 8,61 | 80,87 |
| Mytilus juv | 1,08 | 43,25 | 2,07 | 1,10 | 2,29 | 83,16 |
| Ischyroceridae | 38,42 | 16,50 | 2,03 | 0,76 | 2,24 | 85,41 |
| Gammaridae | 34,67 | 1,00 | 1,81 | 0,82 | 2,00 | 87,41 |
| Jaera | 31,83 | 0,00 | 1,67 | 0,48 | 1,85 | 89,26 |
| Calliopidae | 20,00 | 19,25 | 1,43 | 0,88 | 1,58 | 90,84 |

# Vedlegg G.

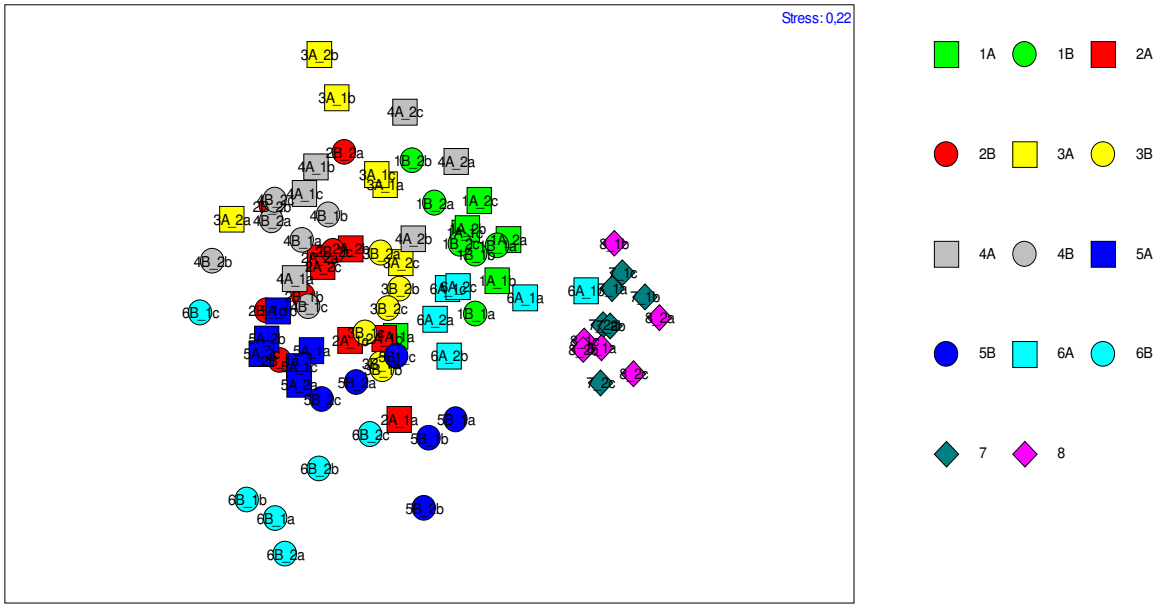
**Figur 24. MDS-plott; likhet mellom alle rammene mht. forekomst av alger og dyr, med tolkning av figuren**

**Figur 24. MDS-plott; likhet mellom alle feller mht. forekomst av mobil fauna, med tolkning av figuren**




**Figur 25.** MDS-plott; likhet mellom alle rammene mht. forekomst av alger og dyr. Punkter nær hverandre er like. Hver stasjon har samme farge og symbol. Firkanter markerer rammer på stasjoner med oljesøl, sirkler markerer rammer på stasjoner med lite oljesøl og ruter marker rammer på stasjoner på ikke-sanerte stasjoner. Hvert område har samme farge.

Figuren viser at det var relativt stor variasjon mellom rammene på samme stasjon, men generelt var rammene likere innenfor samme stasjon, enn mellom stasjoner. Enkelte rammer er imidlertid svært ulike de andre på samme stasjon. For eksempel skiller ramme 1 på stasjon 3B seg fra de resterende rammene på 3B. Ramme 1 var den eneste på stasjon 3B som ikke hadde røde skorpeformede kalkalger (Corrallinacea). Det var også lavere frekvens av blæretang i ramme 1 enn det var i de tre andre rammene. Rammene på stasjon 8 er også ganske ulike hverandre. I ramme 1 ble det funnet svært få taxa. I ramme 4 ble det funnet rundt dobbelt så mange algetaxa som i ramme 3 og 4. Stort sett er rammene på stasjonene relativt like hverandre.




**Figur 26.** MDS-plott; likhet mellom alle feller mht. forekomst av mobil fauna. Punkter nær hverandre er like. Hver stasjon har samme farge og symbol. Firkanter markerer rammer på stasjoner med oljesøl, sirkler markerer rammer på stasjoner med lite oljesøl og ruter marker rammer på stasjoner på ikke-sanerte stasjoner. Hvert område har samme farge.

Som med rammene, var det ganske stor variasjon mellom de enkelte fellene på samme stasjon, men generelt var fellene likere innenfor samme stasjon, enn mellom stasjoner. Fellene på stasjon 7, 8 og i tillegg felle 2 fra dyp 1 på stasjon 6A danner en gruppe. Det kan forklares med at det ble registrert et svært høyt antall av sneglen *Rissoa parva* i disse fellene. Enkelte av fellene på stasjon 6B skiller seg også noe ut fra de andre. Det kan muligens forklares med at det ble funnet et mye større antall av isopoden *Jaera* sp. på denne stasjonen, enn på andre stasjoner. Ellers er det er ingen tydelige grupperinger av stasjoner i plottet, dvs. at faunaen funnet i hele det undersøkte område var relativt lik.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.

Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no

# Miljøundersøkelsene etter Full City-forliset

Framdriftsrapport per desember 2010
Planer for 2011

HAVFORSKINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

KYSTVERKET

KYSTVERKET

Rapporten er utarbeidet av:

Mattilsynet

NIVA
Norsk institutt for vannforskning

østlandsforskning

N I F E S
NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

NINA
Norsk institutt for naturforskning

HAVFORSKINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

KYSTVERKET

# Innledning

Etter at M/S Full City gikk på grunn ved Såsteinen utenfor Langesund den 31. juli 2009, ble det satt i gang og gjennomført undersøkelser av konsekvensene forliset og det påfølgende utslippet av tungolje hadde på det marine miljøet i området. Kystverket initierte miljøundersøkelsene, men ba Havforskningsinstituttet om å koordinere de ulike delene av undersøkelsene. Undersøkelsen ble gjennomført i to faser; en akutt fase kortest mulig tid etter utslippet og en fase i etterkant - for å avdekke de mer langsiktige og kompliserte konsekvensene. Planen for den langsiktige fasen ble utviklet gjennom høsten 2009 og en plan for arbeidet ble vedtatt den 21. oktober 2009. Planen har en tidsramme på inntil fem år, hvis det kan påvises effekter, og en økonomisk ramme på opp til 20,993 millioner kroner.

Miljøundersøkelsene er delt i 11 delundersøkelser ledet av enten HI, NIVA, NIFES Mattilsynet, Østlandsforskning  eller NINA.

Miljøundersøkelsene skal rapportere i desember hvert år, og det foreliggende dokumentet er rapporten for aktiviteten i 2010. Rapporten inneholder også et overordnet regnskap for aktiviteten i 2010 samt et budsjett for aktiviteten i 2011 basert på budsjettet i planen for miljøundersøkelsene.

# Sammendrag av delprosjektene

# Undersøkelser av vegetasjonen i sprutsona etter Full City-forliset

Restitusjonen av de oljepåvirkede områdene i sprutsonen var kommet langt i løpet av ett år. Bølgeenergien på de relativt eksponerte strendene som ble berørt har sannsynligvis bidratt til å vaske ut oljen. Det er imidlertid usikkert hvor mye olje som har blitt transponert nedover i sedimentet. Strandbergene i Krogshavn var mest påvirket - ellers er restitusjonen både etter den direkte oljeforurensningen og etter oppryddingsarbeidet tilfredsstillende.

**Odd Egil Stabbetorp, NINA**

### Innledning

Som en del av undersøkelsene av den økologiske effekten av oljeforurensing etter Full City-forliset, fikk NINA ved seniorforsker Odd E. Stabbetorp i oppdrag å vurdere effekten på vegetasjonen i sprutsona. Undersøkelsen har tatt for seg et bestemt utvalg av lokaliteter med ulike strandtyper og ulike grader av påvirkning av oljeforurensning. I tillegg er det foretatt en litteraturstudie vedrørende effekten av oljesøl på strandvegetasjon.

### Litteraturstudier

Den sammenstilte litteraturen om effekten av oljeforurensing på vegetasjon er forholdsvis sparsom, og dominert geografisk av litteratur fra Mexicogolfen, økologisk av litteratur om marskland (flate tidevannspåvirkede mudderstrender) og taksonomisk vedrørende grasslekta *Spartina*. Påvirkningene er mer negative jo mer oljen innholder lette komponenter, og jo mindre degradert oljen er når den når land. Effektene vil også være større jo større tidevannsforskjellen er, fordi større arealer vil bli influert. Restitusjonstiden er overveiende kort, men lengst i områder med lite utvasking fra bølger. Her er også substratet vanligvis bygd opp av små partikler, og dette bidrar til at oljen har lengre varighet som del av substratet. Den toksiske virkningen av innholdsstoffer på planter er begrenset; de fysiske effektene av tilsøling av overjordiske deler har langt større betydning. Det er påvist store forskjeller mellom ulike typer oljer og mellom ulike arter. Generelt er det påvist få positive effekter av oppryddingsaktiviteter. Nedkutting av vegetasjonen bør brukes med forsiktighet, og brenning kan være aktuelt hvis det er forsvarlig.

### De enkelte lokalitetene

Nevlungsstranda: Det ble lagt ut transekter i påvirkede områder på Nevlungstranda. I samtlige var det bare de nederste rutene i transektene som inneholdt oljesøl, og de var i 2009 også sterkt preget av oppryddingsarbeidet, med pålagt bark, klipping av vegetasjonen og tråkk. I denne sonen er vegetasjonen naturlig artsfattig. Likevel var det levende planter i rutene. I 2010 forekom de samme artene i rutene, men i større mengde. Restitusjonen synes å ha gått svært raskt, først og fremst fordi rotsystemene i stor grad overlevde både oljesølet og oppryddingsarbeidet. Allerede i begynnelsen av september, like etter at saneringsarbeidet var avsluttet, viste karplantene betydelig vitalitet ved at de hadde etablert nytt assimilerende vev til tross for både tilgrising og nedklipping.

Oddane (kontrollfelt):I en bukt like ved campingplassen på Oddane ble det ikke foretatt opprydding. Høsten 2009 var den nedre delen av strandvegetasjonen svært tilgriset med olje og umulig å analysere, mens den øvre delen, som er dominert av strandrør *Phalaroides arundinacea* var langt mindre påvirket. Ved besøket i 2010 var det ikke spor av olje på overflaten, annet en som et mørkt belte på steinene. Det var her kastet opp mye tang grunnet kraftig vind kun et par dager før, men visuelt syntes tangen å være fri for olje. På steder uten tang dominerte fjæresaltgras i de ytterste delene, med et belte av saltsiv *Juncus gerardii* med innslag av rødsvingel *Festuca rubra* og fjæresauløk *Triglochin maritimum*. Også den ettårige arten tangmelde *Atriplex rostrata* hadde reetablert seg her. Videre innover overtok rødsvingel dominansen i forhold til saltsiv, og det var også rikelig med rødsvingel i det mer upåvirkede strandrørbeltet. Restitusjonen av strandvegetasjonen har kommet svært langt på bare ett år. I motsetning til ruteanalysene hvor sanering var utført, hadde her også den ettårige arten tangmelde reetablert seg.

Stråholmen: ble befart 21. september 2009. Det ble merket opp analyseruter i transekter på den eksponerte sørsiden; ett oljepåvirket og et upåvirket transekt. Stranda er her preget av rullestein med sandig substrat mellom steinene. Bølgeenergien er høy på disse eksponerte strendene, og det meste av oljen syntes å være konsentrert til bølgeslagsonen hvor det uansett er svært lite vegetasjon, for det meste spredte bestand av strandkryp *Glaux maritima* og tangmelde *Atriplex prostrata*. Det oljepåvirkede området var på analysetidspunktet godt rensket opp, og innenfor bølgeslagssonen var det et bredt belte med bark som dekket vegetasjonen. På grunn av tidsnød ble dessverre ikke disse rutene reanalysert i 2010, men ut fra erfaringene fra de andre lokalitetene vil vi anta at restitusjonen har kommet svært langt også her.

Åbykilen: I Åbykilen er det ikke utført vegetasjonsanalyser eller lagt ut transekter. En kort befaring i 2009 viste svært liten påvirkning. Langs begge sider av kilen er det høyvokst brakkvannsvegetasjon med dominans av takrør *Phragmites australis* og havstarr *Carex paleacea*. Disse viste kort etter utslippet markerte mørke soner på stengelen, uten at dette har påvirket disse vegetasjonsbeltene.

Vinjekilen: I Vinjekilen ble det i 2010 lagt ut et transekt gjennom de ulike vegetasjonssonene. Vinjekilen er en stor, flat strandeng på mudderbunn som ikke ble påvirket av utslippet, og transektet fra ytterste svartor ut mot bukta er på 135 meter. Vinjekilen var tenkt som et referanseområde for sammenlikning med de mer påvirkede strendene. Siden restitusjonen på de oljepåvirkede strendene har gått så raskt, er det neppe nødvendig med en slik referanse.

Krogshavn: Krogshavn er et friluftsområde like ved Langesund, bestående av lave klipper med kambrosiluriske bergarter, og med trange viker og kiler. Området ble sterkt påvirket av oljesølet fra Full City. Området er ganske sterkt eksponert for bølger, og strandbergene er stort sett uten løsmasser. Vegetasjonen er sparsom og ut mot havet er den dominert av skorpelav. Deler av området ble høytrykkspylt med varmtvann for å fjerne oljen; i vikene med små fragmenter av løsmassestrender ble oppryddingen foretatt som andre steder med klipping av vegetasjon, vasking av steiner og påføring av bark. Det ble lagt ut fastruter på noen av strandbergene i 2009, med gjenbesøk i 2010. Generelt er det små forskjeller, men den oljehinnen som var gjennomgående i 2009 var bare antydningsvis til stede i 2010. I områdene med høytrykksspyling viste lavene klar misfarging et par uker etter behandlingen, sannsynligvis mer som følge av den høye temperaturen enn av vanntrykket i seg selv. I 2010 var all misfarget lav død, og også lav som i 2009 hadde oljeflekker viste tegn til redusert vitalitet. En må anta at restitusjonen her vil ta lang tid, siden skorpelav vokser svært langsomt. De direkte skadene på lavvegetasjonen er imidlertid svært begrenset, siden beltet med oljepåvirkning begrenser seg til en ganske smal sone. Tilstanden i marebekbeltet er ikke undersøkt nærmere, dels fordi dette i hovedsak finnes på vanskelig tilgjengelige vertikale deler av strandsonen, dels fordi den mørke fargen på laven gjør det svært vanskelig å evaluere graden av olje i dette beltet.

Strukturen i berget, med områder med forvitret knollekalk som gir små hulrom i fjellet, gjør at en må regne med å kunne spore oljen i lang tid, fordi disse små hulrommene er effektive feller for oljesprut. Hvordan dette vil påvirke lavvegetasjonen i framtida er ukjent. Den største skaden på lavvegetasjonen var innenfor det høytrykksspylte området.

Steinvika: ligger på vestsiden av Langesundhalvøya, sør for Langesund. Mellom flere odder uten løsmassedekke går det inn bukter med strender av grov skjellblandet sand. Området er en populær badeplass, og strendene har lite vegetasjon. Området ble kraftig forurenset i flere omganger etter Full City-forliset. Ved besøket den 3. september 2009 var det gjort mye rydding, og en gravemaskin arbeidet med å grave opp sandsubstratet og blande det med bark, for deretter å legge massene tilbake. Det hadde derfor ingen hensikt å foreta analyser på løsmassestrendene. Strandbergene er bratte og hadde et markert belte med olje som tilsvarte omtrent marebekbeltet. Heller ikke her ble det gjort noen form for analyser. Området ble oppsøkt også høsten 2010. Området hadde endret seg vesentlig i positiv retning, og oljesølet var mest synlig som svarte flekker og soner på strandberg og rullesteiner. Løsmassestrendene hadde fremdeles et tydelig innhold av bark som ennå ikke var vasket ut, men generelt var løsmassene godt renset, i det minste i overflaten.

Generelt er påvirkningen på vegetasjon i sprutsona svært liten. Dette skyldes flere faktorer:

- Liten tidevannsforskjell: Oljen la seg som et smalt belte i tidevannssonen og nådde bare unntaksvis lenger opp i sprutsona.
- Forliset skjedde mens en vesentlig del av vekstsesongen gjensto. Dette ga plantene mulighet til å produsere nye overjordiske deler som kunne erstatte ødelagt assimilasjonsvev.
- Vegetasjonen i nedre del av sprutsona er tilpasset kraftige forstyrrelser i form av bølgeeneergi. De fleste artene er flerårige med et solid rotsystem.
- Man unngikk ekstreme høyvannssituasjoner mens oljen drev i sjøen. Forhøyet vannstand ville økt arealet med oljepåvirkning betydelig, og det ville i større grad ha berørt områder med mer sluttet vegetasjon.

Restitusjon har kommet langt allerede i løpet av ett år. Bølgeenergien på de relativt eksponerte strendene som ble berørt har sannsynligvis bidratt til å vaske ut oljen. Det er imidlertid usikkert hvor mye olje som har blitt transponert nedover i sedimentet. Tydeligst påvirket er strandbergene i Krogshavn; ellers er restitusjonen både etter den direkte oljeforurensningen og etter oppryddingsarbeidet svært tilfredsstillende.

### Påvirkning på sjeldne (rødlistede) arter

Langesundhalvøya er kjent for sin rike lavflora i tilknytning til de kalkrike bergartene. I alt er det funnet 11 arter som er oppført på den nasjonale rødlista, hvorav fire regnes som sterkt truet og syv som sårbare De rødlistede lavartene er knyttet til lysåpne, kalkrike berg, og at de trues av gjenvoksning (som gir utskygging), og at de tåler lite ferdselslitasje på bergene de vokser på. Imidlertid er ingen av artene knyttet til sprutsonen på strandberg, bare på beskyttede steder kan de finnes ned til 1-2 meter over havet. Voksestedene for disse lavartene har derfor ikke blitt direkte berørt av oljeforurensningen. Stedvis kan de rødlistede artene ha blitt indirekte berørt ved økt slitasje i forbindelse med oppryddingsarbeidet, for eksempel vokser *Caloplaca flavescens* på berget som grenser til stranda i Steinvika, like ved den sanerte badestranden. Disse populasjonene syntes imidlertid fortsatt å være vitale i 2010. Det foreligger ingen observasjoner av noen av artene i selve Krogshavnområdet; de nærmeste forekomstene er i Steinvika naturreservat og på vestsiden av Kjerrvikodden. Ut fra foreliggende kjente forekomster synes ikke oljeforurensingen av strandsonen å ha direkte betydning for de rødlistede lavartene.

Rødsporetråd *Sphaeroplea annulina* er en grønnalge som i Norge kun er funnet to steder. I Skoklefalltjern på Nesodden er den samlet én gang, i 1913. Seinere er arten kun registrert i Krogshavn, av Anders Langangen i 1992, 1993, 2008 og 2009 (før Full City-forliset) i en enkelt fjærepytt. I siste utgave av rødlista regnes arten som kritisk truet (CR). Rødsporetråd kan vokse både i ferskvann og brakkvann, og lokaliteten i Krogshavn er en temporær brakkvannspytt ytterst på en av de østre tangene. Langangen rapporterer om ytterligere to besøk på lokaliteten i 2009. Den 10. august var vannpytten fylt med oljeblandet vann. Den 3. oktober var lokaliteten renere som følge av oppryddingsarbeidet. Algen ble ikke observert ved noen av disse besøkene (Langangen 2009), og det kjennes ikke til seinere leting etter arten. Det er foreløpig et ubesvart spørsmål hvorvidt rødsporetråd ble utryddet eller ikke av oljeforurensingen.

Undersøkelsene i sprutsonen blir ikke videreført i 2011.

# Før rensing

Krogshavn, august 2009

# Etter rensing

Krogshavn, mai 2010

# Tidevannssonen

# Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen

Undersøkelser av evt. effekter av oljesølet fra M/S Full City på alger dyr i tidevanns- og sjøsonen ble utført, på 14 stasjoner, høsten 2009 og 2010. Artssammensetningen i områder eksponert for olje ble sammenliknet med områder med lite/ingen oljeeksponering. Analyser av undersøkelsene utført i 2009 viser ingen tydelige sammenhenger mellom oljepåvirkning og artssammensetning i fjæra.

**Janne K. Gitmark, NIVA**

Målsetningen med denne undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesølet fra M/S Full City.

Det ble undersøkt i alt 14 stasjoner i 8 områder (Jomfruland, Stråholmen, Såstein, Åbyfjorden, Krokshavn, Fugløyrong, Nevlungsstrand og Oddane fort). Undersøkelsen ble utført oktober -desember 2009, og gjentatt i september 2010. I hvert område ble det opprettet to stasjoner, en i et registrert oljepåslagsområde og en i et område med lite/ingen registrerte oljepåslag. Ved Nevlungsstrand og Oddane fort (her kalt ikke-sanerte stasjoner) ble det kun plassert en stasjon i hvert område. Begge disse stasjonene lå i oljeeksponerte områder.

Tilstedeværelsen av fastsittende alger, og fastsittende/lite mobile dyr ble registrert i 4 rammer med et rammeareal på 0,5 x 0,5 m, hvor hver ramme er inndelt i 25 ruter. Da rammene var lagt ut, ble plasseringen merket med bolter i fjellet slik at nøyaktig samme areal blir undersøkt ved gjenbesøk. Boltene blir fjernet mellom hver undersøkelse. Mobil fauna ble samlet inn i taufeller (4 taufeller i tidevannssonen og 4 i sjøsonen) som hadde ligget i sjøen i en uke.

Resultatene fra 2009 undersøkelsen viser at det var stor variasjon i resultatene mellom de ulike stasjonene, og det var ingen tydelige trender.

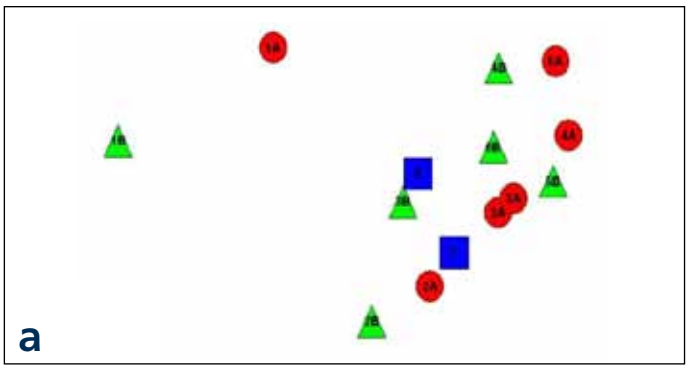
I både ramme- og taufelleundersøkelsene ble det generelt funnet færre taxa, og lavere forekomst av de registrerte taxaene, på stasjonene med oljesøl enn på de med lite/inget oljesøl. De ikke-sanerte stasjonene var begge blant stasjonene med flest registrerte taxa, og størst forekomst av organismer.

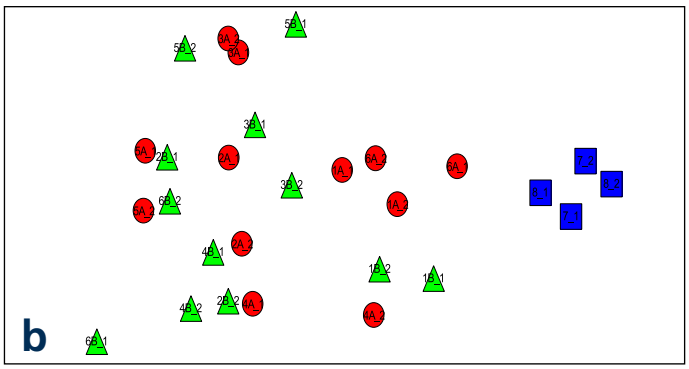
I rammeundersøkelsen ble det registrert mer blæretang på stasjoner med oljesøl enn de med lite/intet oljesøl, men det ble stort sett registrert flere alger og dyr, som er vanlige påvekstorganismer på tang, på stasjonene med lite/intet oljesøl. Rur var vanligst på stasjonene med lite/intet oljesøl, mens blåskjell og snegl var vanligst på de oljeeksponerte- og de ikke-sanerte stasjonene.

I taufelleundersøkelsen ble det funnet betydelig mer snegl, tanglus og blåskjell på de ikke- sanerte stasjonene enn stasjonene med og uten oljesøl. Mens det stort sett ble funnet flere tanglopper, og færre snegl, på stasjonene med lite/intet oljesøl enn de med oljesøl.

For bearbeidelsen av dataene er det brukt den statistiske programpakken PRIMER. Forskjeller i artssamfunnene mellom stasjonene er undersøkt ved hjelp av en ordinasjonsmetode, MDS (Multi Dimensional Scaling), som ut ifra prøvelikhet grupperer stasjoner med relativt lik artssammensetning.

Det er ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning på de undersøkte stasjonene (Figur 1). Kun de ikke-sanerte taufellestasjonene skiller seg tydelig ut fra de resterende stasjonene (Figur 1b). Dette skyldes at det ble funnet betydelig mer *Rissoa parva* (snegl), *Idotea granulosa* (tanglus) og *Mytilus edulis* (blåskjell) på disse stasjonene enn på noen av de andre. Dersom det hadde vært en betydelig påvirkning av oljesøl på strandsonesamfunnene, ville en forvente at dette gjenspeiles i artssammensetningen på de oljeeksponerte stasjonene. En tydelig forskjell i artssammensetningene mellom de oljeeksponerte stasjoner og ikke-oljeeksponerte stasjoner ville vist seg som en gruppering av de ulike stasjonene i MDS-plottet.




*Figur 1. MDS-plott; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger og dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. a. Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av alger. b. Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av mobile dyr. Figur 1. MDS-plott; likhet mellom alle rammestasjonene mht. forekomst av alger og dyr. Stasjoner nær hverandre er like. Stasjoner med registrert oljesøl er indikert med røde sirkler, stasjoner med lite/inget oljesøl med grønne trekanter og ikke-sanerte stasjoner med blå firkanter. a. Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av alger. b. Likhet mellom alle rutene mht. forekomst av mobile dyr.*

Det er umulig å trekke sikre konklusjoner fra resultatene fra undersøkelsene utført i 2009. Analysene viste ingen tydelig sammenheng mellom oljepåvirkning og artssammensetning. Men det kan allikevel virke som at oljesølet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Det ble ikke registrert tydelige skader på organsimene i fjæra som kunne skyldes oljesølet. Ved enkelte stasjoner har det også foregått opprensingsarbeid med bl.a. varmt vann og høytrykksspyler, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesølet. Naturlige faktorer som f.eks. bølge- og strømeksponering, ferskvannspåvirkning, himmelretning påvirker artssammensetningen lokalt. Så det kan ikke sies med sikkerhet om ulikhetene som er registrert mellom stasjonene skyldes naturlig variasjon mellom områder, oljesølet eller oppryddingsarbeidet

2009 resultatene er presentert i en NIVA rapport (Gitmark og Walday 2010)

Det ble gjort en gjentakelse av undersøkelsene i september 2010. Analyser av disse undersøkelsene vil bli utført i løpet av vinteren 2011, og resultatene vil rapporteres innen sommeren 2011. Man vil muligens kunne si mer om evt. påvirkninger av oljesøl på stasjonene når disse prøvene er blitt opparbeidet. Basert på 2009 undersøkelsene anbefales det at enkelte stasjoner gjenbesøkes i 2011, bl.a. stasjonene på Såstein, Krokshavn, Nevlungsstrand og/eller Oddanefort. Men analysene fra 2010 undersøkelsene bør ferdigstilles innen en beslutning tas om evt. videreføring av undersøkelsene.

062
FULL CITY

# Ålegrasundersøkelser

## Ålegrasvegetasjonen langs kysten av Telemark og Vestfold ble i liten grad påvirket av oljeutslippet fra Full City-forliset

**Henning Steen, Havforskningsinstituttet**

Tilstanden i ålegrassamfunn i Telemark og Vestfold ble undersøkt etter Full City-havariet, og resultatene fra dette arbeidet er publisert i en egen rapport (Steen & Olsen 2010). Ålegras *Zostera marina* danner produktive, artsrike undervannsenger, som er viktige oppvekstområder for en rekke fiskeslag, bl.a. torsk *Gadus morhua*. Ålegrasenger er sårbare overfor inngrep og forurensning, og eventuelle reduksjoner av ålegrassamfunnene kan derfor få betydelige økologiske, så vel som økonomiske ringvirkninger. I etterkant av Full City havariet utenfor Langesund (31. juli 2009) gjennomførte Havforskningsinstituttet visuelle undersøkelser (videotransekt) av ålegrassamfunnene på oljepåvirkede lokaliteter, og på antatt upåvirkede referanselokaliteter i Vestfold og Telemark. Tilstanden observert i etterkant av oljeutslippet ble sammenlignet med tilstanden observert på de samme ålegraslokaliteter før Full City havariet. Totalt ble 31 ålegraslokaliteter i influensområdet (18 i Bamble kommune og 13 i Larvik kommune) og 16 referanselokaliteter (8 i Porsgrunn kommune og 8 i Larvik kommune) undersøkt i løpet av høsten 2009 og våren 2010. Ålegras ble observert på samtlige 31 undersøkte lokaliteter i influensområdet både før og etter Full City havariet. Det ble registrert mindre variasjoner i skuddtetthet, skuddlengde og dybdeutbredelse av ålegras, men ingen signifikante forskjeller fra tilstanden før Full City ble påvist. Den foreløpige konklusjonen blir at oljeutslippet fra Full City i liten grad ser ut til å ha påvirket ålegrasvegetasjonen i nærområdene. Studiene i ålegrasområdene blir ikke videreført i 2011.

*Figur 2. Ålegraseng ved Nevlunghavn i Vestfold, mai 2010*

# Forekomst av olje og PAH i sediment og løsmasser

Prøver fra 7 hovedområder på kyststrekningen fra Oddane fort til Jomfruland. Prøvene ble analysert for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD (naftaleneer, fenantrener, og dibenzotiofener), samt noen støtteparametere. Det ble observert lite oljehydrokarboner og PAH i løsmasser fra Såstein, Fugløyrogn, Nevlungstrand og Oddane fort og Jomfruland. Noe oljepåvirkning ble observert i deler av Krogshavn og Stråholmen og muligens også ett i et område på Nevlungstranda. Denne oljepåvirkningen skyldes trolig Full City. Lokalt i Krogshavn kan dette ha gitt toksiske effekter på bunnfauna. Sediment på 0,5-1 m vanndyp på Vinjestranda har trolig før utslippet fra Full City hatt en tilførsel av PAH. Resultater fra sediment innsamlet på større dyp gir få eller ingen indikasjon på oljeforurensning av betydning. Hovedkonklusjonen er at løsmassene i influensområdet er relativt lite påvirket av olje fra "Full City" og at områdets "høyenergi"-status trolig er en medvirkende/styrende faktor for dette.

**John Arthur Berge, NIVA**

Utslippet fra Full City førte til forurensing av det lokale miljø, deriblant spredning av bunkersolje til strender. Her presenteres et sammendrag av resultater fra undersøkelser av forekomst av olje i sedimenter og løsmassene innsamlet over perioden oktober-desember 2009 i grunnområder og strender på strekningen fra Nevlunghavn til Jomfruland, samt på noen få stasjoner på dypere vann. En mer omfattende presentasjon av resultatene er gitt i hovedrapporten (Berge 2010). Målsetningen med undersøkelsen har vært å kartlegge forurensningssituasjonen i restitusjonsfasen. Prøvetaking ble derfor gjort etter at hovedopprensningen var avsluttet høsten 2009.

Den aktuelle kyststrekningen er med unntak av en lokalitet (Åbyfjorden), sterkt bølgeeksponert (høyenergiområder) og i strandsonen i hovedsak preget av fjell, stein og grove løsmasser. På en del av lokalitetene så en seg derfor nødt til prøveta de løsmassene som var tilgjengelige og dette var i mange tilfeller relativ grov sand.

Prøver for analyse ble foretatt i syv hovedområder (Figur 3). Områdene var Såstein, Krogshavn og Rognsfjorden, Vinjestranda og Åbystranda, Fugløyrogn og Helgerofjorden, Nevlungstranda og Oddane fort, Stråholmen, Jomfruland. Prøvene (106 i alt) ble analysert for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD (summen av konsentrasjonen av naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer), samt støtteparametere (tørrstoffinnhold, andelen finstoff og totalt mengde organisk karbon). Resultatene fra PAH-analysene er klassifisert i henhold Klifs klassifisering (TA-2229/2007) og det er også gjort en vurdering av resultatene fra THC-analysene opp mot erfaringer fra Nordsjøen.

De analyserte prøvene fra strandsonen hadde generelt et høyt tørrstoffinnhold, andelen finstoff (dvs. andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63 µm) og mengden organisk karbon var generelt lavt. Det ble observert lite oljehydrokarboner og PAH i løsmasser fra Såstein, Fugløyrogn, Nevlungstrand og Oddane fort og Jomfruland

*Figur 3. Oversiktskart som viser hovedområdene for innsamling av substrat (sediment/løsmasser) for analyse av PAH og oljehydrokarboner.*

og noe oljepåvirkning (trolig fra Full City) i deler av Krogshavn og Stråholmen og muligens også i ett område på Nevlungstranda. Sediment på ca 0,5 meters vanndyp på Vinjestranda har trolig før utslippet fra Full City hatt en tilførsel av oljehydrokarboner.

Hovedkonklusjonen er at løsmassene på strender og grunnområder i influensområdet er relativt lite påvirket av olje fra "Full City" og at områdets "høyenergi"-status trolig er en medvirkende/styrende faktor for dette.

**Såstein (300 — 500 meter fra havaristedet)**

Det var senhøstes 2009 lite olje i løsmassene på strender og på grunt vann ved Såstein.

Alle prøver fra Såstein inneholdt mindre enn 50 µg/g t.v. med THC og tyder på liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner selv relativt nær havaristedet. Konsentrasjonen av PAH var også relativt lav (sumPAH16: 9-145 µg/kg t.v.) i alle prøver og konsentrasjonene av enkelt komponenter var såpass lave at det er lite trolig at de spor av PAH som er registrert, skal kunne gi toksiske effekter av betydning. På ca 0,5 m dyp inne i en kanal som skiller Lille og Store Såstein var konsentrasjonen av PAH noe høyere nede i sedimentet (1-5 cm) enn i overflaten (0-1 cm), men heller ikke her var konsentrasjonene over det som anses som bakgrunnsnivå. Resultatene fra de analyserte prøvene viser at det senhøstes 2009 var lite olje i løsmassene på grunt vann ved Såstein. Dette utelukker imidlertid ikke at det lokalt kan finnes olje på stein og annet substrat som ikke registreres ved innsamling av løsmasser.

**Krogshavn (3,8 km fra havaristedet) og Rognsfjorden (2,7 km fra havaristedet)**

Totalt sett tyder observasjonene på en viss oljepåvirkning i deler av Krogshavn (trolig fra Full City) og at dette helt lokalt kan ha gitt toksiske effekter på bunnfauna. Resultatene fra dypt vann i antyder at oljepåvirk-ningen er av mindre betydning i dypområdet i Rognsfjorden enn på grunt vann i Krogshavn.

I Krogshavn-område ble to bukter (område A og B) undersøkt. I den ene bukten i Krogshavn lå konsentrasjonen av THC i alle prøver under deteksjonsgrensen (50 µg/g t.v.). Dette tyder på at en i hovedsak hadde liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner i løsmassene i område A. I område B nærmere Steinvika ble det imidlertid observert klart høyere konsentrasjoner av olje-hydrokarboner (110-560 µg/g t.v.). Konsentrasjonen av THC i løsmassene fra stranden i område B lå i et nivå hvor en ut fra erfaringer fra Nordsjøen må forvente effekter på artsdiversitet. Observasjonene tyder på oljepåvirkning i deler av Krogshavn (trolig fra Full City).

Det ble i hovedsak observert lave PAH-konsentrasjoner innerst i område A (sumPAH16: 17-498 µg/kg t.v.). Det var bare i to prøver (fra et sedimentdyp på 5-10 cm) at benzo(ghi)perylen forekom i et konsentrasjonsnivå som kunne gi mistanke om toksiske effekter for bunnfauna ved langtidseksponering. Lenger ut i bukta i område A ble det også i all tre kjerner observert lave PAH-konsentrasjoner i overflatesedimentet (sumPAH16 0-9 µg/kg t.v.), men noe høyere konsentrasjoner lenger ned i sediment i 2 av kjernene (maksimum 1195 µg/kg t.v.) og av en slik størrelsesorden at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes.

Resultatene fra område B viste at løsmassene der var klart mer påvirket av PAH (sumPAH16=293-2565 µg/kg t.v.) enn område A (sumPAH16=0-1195 µg/kg t.v.). Det ble observert såpass høyere konsentrasjoner av indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen og benz(a)antracen at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes og for seks andre komponenter (inklusiv sumPAH16) ble det også i enkelte prøver observert konsentrasjoner som kan gi effekter ved langtidseksponering.

Resultatene fra sedimentprøven fra 65 meters dyp i Rognsfjorden tyder ikke på noen kontaminering av oljehydrokarboner av betydning. I prøven forekom imidlertid to PAH-komponenter i konsentrasjoner som ut fra Klifs klassifiseringssystem (TA-2229/2007) skulle kunne gi akutt-toksiske effekter på bunnfauna. De to komponentene (indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen) forekom også i relativt høye konsentrasjoner i område B i Krogshavn. Prøven fra Rognsfjorden innehold imidlertid vesentlig mindre benz(a)antracen enn det som ble observert i område B i Krogshavn. Også NPD/sumPAH16-forholdet var relativt lavt i prøven fra Rognsfjorden og antyder at oljeforurensning er av mindre betydning i dypområdet i fjorden.

**Vinjestranda og Åbystranda (3,9 — 4,1 km fra havaristedet)**

Sediment på 0,5-1 m dyp på Vinjestranda har trolig tidligere hatt en tilførsel av oljehydrokarboner/PAH (ikke fra Full City). Resultatene fra analyse av enkeltkomponenter av PAH i sediment fra 0,5-1m dyp fra Vinjestranda tilsier mulige toksiske effekter bunnfauna. En antar imidlertid at PAH-kontamineringen observert i sedimentet fra Vinjestranda skyldes andre kilder enn Full City.

THC-konsentrasjonen lå under deteksjonsgrensen i alle analyserte prøver tatt i strandkanten på Åbystranda. Også i prøvene fra strandkanten på Vinjestranda var THC-konsentrasjonene i hovedsak lave (maksimalt 58 µg/g t.v.). Noe høyere konsentrasjoner av THC ble imidlertid observert i prøvene fra 0,5-1 m dyp fra Åbystranda (maksimalt 220 µg/g t.v.), men da bare i prøvene i den dypeste delen av sedimentet (5-10 cm). Dette tyder på at tilførselen ikke er av ny dato.

SumPAH16-konsentrasjonen var i hovedsak klart høyere i sedimentet fra 0,5-1 m dyp på Vinjestranda (396-1340 µg/kg t.v.) enn i fjæra samme sted (65-276 µg/kg t.v.) og på Åbystranda (66-853). SumPAH16-konsentrasjonen var imidlertid ingen steder tilstrekkelig høy til at en skulle forvente toksiske effekter på bunnfauna. Resultatene fra analyse av enkeltkomponenter av PAH ga imidlertid et mer nyansert bilde og alle prøvene fra 0,5-1 m dyp fra Vinjestranda viste at akuttoksiske effekter kan tenkes å forekomme som en konsekvens av de relativ høye konsentrasjoner av benzo(ghi)perylen og/eller indeno(1,2,3cd)pyren som ble observert, mens akutt toksiske effekter ikke er sannsynlig ut fra resultatene fra prøven tatt i sivkanten, hvor konsentrasjonen i kun en prøve lå over grensen for å kunne gi toksiske effekter ved langtidseksponering.

I enkelte av prøvene fra Åbystranda ble det også observert konsentrasjoner som skulle kunne gi akuttoksiske effekter for bunndyr, men i langt færre prøver enn på Vinjestranda og bare for benzo(ghi)perylen. Observsjonen av høyere konsentrasjoner i prøven fra Vinjestranda enn i prøven fra Åbystranda er vanskelig å forklare ut fra den informasjonen en har om eksponering i forhold til oljen fra Full City. En antar at PAH kontamineringen observert i sedimentet fra Vinjestranda skyldes andre kilder.

**Fugløyrogn og Helgerofjorden (5,6 — 6,2 km fra havaristedet)**

Det ble observert lave konsentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i prøvene fra Fugløyrogn. Tilsvarende ble også i hovedsak observert i prøven fra dypt vann i Helgerofjorden. Løsmassene fra Fugløyrogn fremstår som upåvirket av olje fra Full City.

Ingen av sedimentprøvene fra Fugløyrogn eller Helgerofjorden inneholdt THC-konsentrasjoner som lå over deteksjonsgrensen. SumPAH16- og NPD-innholdet var også lavt i alle sedimentprøvene fra Fugløyrogn (PAH: 0-4,6 µg/kg t.v.) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter.

SumPAH16-konsentrasjonen var klart høyere i prøve fra dypt vann i Helgerofjorden (485 µg/kg t.v.) enn i omkringliggende grunnområder på Fugløyrong, men konsentrasjonen var med unntak av de to enkeltkomponenter indeno(1,2,3cd)pyren og benzo(ghi) perylen ikke tilstrekkelig høye til potensielt å kunne gi toksiske effekter. Løsmassene fra Fugløyrogn fremstår som upåvirket av olje fra Full City.

Prøven fra 56 m dyp i Helgerofjorden innehold noe mindre sumPAH16 og NPD enn det som ble observert i en tilsvarende prøve fra dypt vann i Rognsfjorden. På samme måte som i prøven fra Rognsfjorden så var NPD/SumPAH16-forholdet relativt lavt i prøven fra Helgerofjorden (dvs. 0,3).

**Nevlungstrand og Oddane fort (7,9 — 8,3 km fra havaristedet)**

Det ble observert lave konsentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i alle prøver, men det noe høye NPD-innholdet i løsmassene fra stranden kan likevel skyldes påvirkning fra Full City-utslippet.

Ingen av sedimentprøvene hadde et THC-innhold over deteksjonsgrensen og resultatene viser liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner. Også SumPAH16-innholdet var relativt lavt i prøvene (0-84 µg/kg t.v.) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter. NPD-konsentrasjonen var imidlertid klart høyere i prøven fra stranden på Nevlungstranda enn de to på litt dypere vann. NPD-konsentrasjonen i strandmaterialet lå i et nivå som kan sammenlignes med en del av prøvene fra Krogshavn og NPD/SumPAH16-forholdet var også relativt høyt.

Ut fra informasjonen en hadde ved prøveinnsamlingen var Nevlungstranda og Oddane fort eksponert for olje fra Full City. Resultatene fra analyse av løsmassene på stranden (særlig fra Nevlungstranda) tyder imidlertid ikke på noen oljeeksponering av betydning på innsamlingstidspunktet i desember 2009, men det noe høye NPD-innholdet i løsmassene der kan likevel skyldes påvirkning fra Full City-utslippet.

**Stråholmen (8,1 — 8,2 km fra havaristedet)**

Resultatene bekrefter at løsmassene på enkelte strender på Stråholmen er kontaminert med olje (trolig fra Full City). Konsentrasjonen er imidlertid generelt sett lav.

Det var kun prøvene fra den antatt oljekontaminerte stranden som inneholdt oljekonsentrasjoner over deteksjonsgrensen på 50 µg/g t.v. Høyeste THC-konsentrsjon var 180 µg/g t.v. Oljen var i hovedsak knyttet til overflatesubstratet (0-1 cm) og ikke til de dypereliggende delene og tyder på at oljen er relativ nytilført.

PAH-konsentrasjonen var generelt lave i alle prøver (SumPAH16: 0-163 µg/kg t.v.) og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller SumPAH16 var så høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter for bunnlevende organismer. På samme måte som for olje, var både SumPAH16- og NPD-konsentrasjonen høyest i prøvene fra den eksponerte stranden, hvor særlig NPD-fraksjonen forekom med de høyeste konsentrasjoner i overflatesubstratet og førte til relativt høye NPD/SumPAH16-forhold. Resultatene tyder ikke på at den presumptivt ueksponerte stranden på Stråholmen var oljekontaminert og heller ikke substratet på 0,5-1 m vanndyp i det antatt eksponerte område. Resultatene bekrefter i hovedsak at løsmassene på enkelte strender på Stråholmen er kontaminert med olje (trolig fra Full City). Konsentrasjonen er imidlertid generelt sett lave og skulle ut fra Klifs klassifiseringsverktøy ikke være noen trussel for marine sedimentlevende organismer.

**Jomfruland (12 — 12,1 km fra havaristedet)**

Det ble observert lave konsentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i alle prøver.

Konsentrasjonen av olje lå under deteksjonsgrensen i alle prøver og resultatene tyder på liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner. SumPAH16-konentrasjone var generelt lave i de 4 prøvene (0-55 µg/kg t.v.) og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller SumPAH16 var såpass høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter. NPD/SumPAH16 forholdet var lavt i de to prøvene der dette kunne beregnes og indikerer ingen klar oljeforurensning.

Kystverket har i samråd med Havforskningsinstituttet ut fra en totalvurdering avgjort at studiene av olje og PAH i sedimenter og løsmasser ikke skal videreføres i 2011.

# Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi

Planteplankton, dyreplankton og bakteriesamfunnet ble i liten grad ble akutt påvirket av oljesølet fra "Full City" havariet. Det kan ikke kan spores noen langtidseffekter i mengde eller arts sammensetning i disse gruppene. Det ble ikke registret tydelige endringer i vannkjemien i etterkant av ulykken og det påfølgende overvåkningsåret.

**Lars Johan Naustvoll, Havforskningsinstituttet**

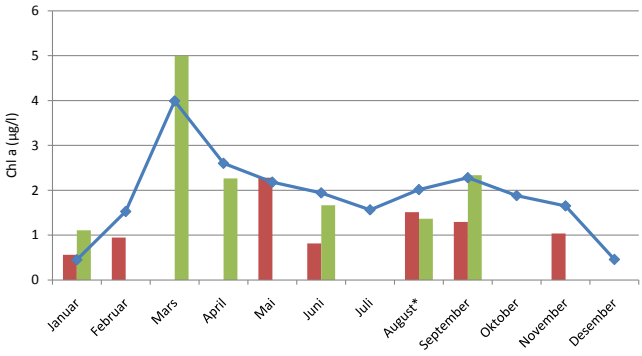
I etterkant av havariet ble det gjennomført ekstra prøvetakning ved 6 stasjoner i nærområdet. Stasjonen ble lagt slik at det ble foretatt prøvetakning i en gradient fra havaristen og sørover mot Jomfruland. Det ble foretatt to undersøkelser rett i etterkant av grunnstøtingen, 5. og 15. august 2009. I forbindelse med ekstra prøvetakning ble følgende kjemiske parameterne tatt nitrogen, fosfat, silikat, total nitrogen og fosfat. Av biologiske parametere ble det foretatt innsamling av prøver for planteplankton, dyreplankton og bakterier analyser. I 2010 har man valgt å følge utviklingen i vannkjemi og planteplankton ved prøvetakning på en av Havforskningsinstituttets faste stasjoner i området (stasjon "Langesundsbukta").

### Dyreplankton

Det ble ikke registrert noen tydelige effekter på dyreplanktonet rett i etterkant av havariet. Artssammensetningen var omtrent den samme på stasjoner tett ved ulykkesstedet og lengre ut fra området. Det ble registret noe høyere biomasse på stasjonene så lå i åpent kystvann sammenlignet med stasjonen i de indre områdene. Det så ikke ut til at dyreplanktonet i området i noen særlig grad var påvirket av oljen. Det ble imidlertid registrert oljedråper festet til enkelte planktonorganismer tett ved ulykkesstedet, som kan ha ført til noe mortalitet av dyreplankton som har vært i direkte kontakt med olje.

### Planteplankton

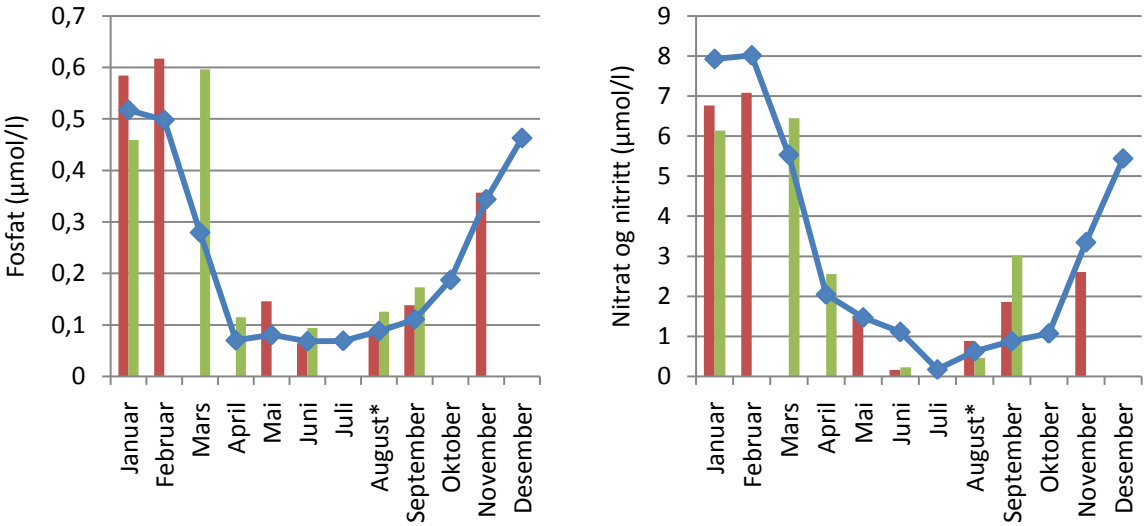
Det er stor variasjon i planteplankton biomassen og artssammensetning selv innenfor små geografiske områder. I etterkant av havariet ble det ikke registret dramatiske endringer i planteplankton sammensetningen i området. Enkelte arter viser en gradient i antall celler fra den innerste stasjonen til de ytre eksponert stasjonene, mens andre viste motsatt mønster. Disse forskjellene skylles mest sannsynlig naturlige forhold og ulikeheter mellom stasjoner i indre farvann og åpen kyst. Det ble ikke registret store forskjeller i biomassen målt som klorofyll a innen området. Figur 4 viser overvåkningsdata for mengden klorofyll a ved Havforskningsinstitutts faste stasjon. Både i august 2009 og i 2010 ble det registret klorofyll a mengder under langtidsmiddelet. Vi antar at Full City




*Figur 4. Mengden klrorfyll a (µg chl a/l) målt ved stasjon "Langesundsbukta". Blå linje viser månedlig gjennomsnitt i perioden 2000-2010. Røde søyler viser målingene i 2009 og grønne søyler 2010.*

### Bakterier

Det ble foretatt tellinger av bakterier i etterkant av ulykken. Vi har ingen tidligere estimater av antall bakterier fra dette området, men har sammenlignet med tellinger fra Torungen utenfor Arendal. De bakterie konsentrasjonen som ble estimert i Langesunds området skilte seg ikke vesentlig fra det som er målt lengre sør på kysten. Det ble ikke registret noen gradienter i området og tetthet var omtrent den samme ved ulykkesstedet som i åpent kystvann.




*Figur 5. Mengden Fosfat (µmol /l, til venstre) og nitrat og nitritt (µmol /l, til høyre) målt ved stasjon "Langesundsbukta". Blå linje viser månedlig gjennomsnitt i perioden 2000-2010. Røde søyler viser målingene i 2009 og grønne søyler 2010.*

**Vannkjemi**

(Figur 5 viser kjemidata fra overvåkningsstasjon i Langesundsbukta. For fosfat ble det ikke registret noen større avvik i forhold til langstidsmiddelet i agust og september 2009 (figur 5). Målingene av nitrat og nitritt (nitrogen) viser litt høyere konsentrasjoner enn middelet, både i august og september 2009. Det ble også målt noe høyere mengde av total nitrogen i august enn langtidsmiddelet. Nitrogen konsentrasjonen vil variere betydelig mellom målingene på grunn av biologisk aktivitet og fysiske prosesser. En annen viktig faktor for dette området er mengden nedbør i Skiensvassdraget, som vil kunne føre til økt avrennig og høy nitrogenkonsentrasjon. De kjemiske analysene fortatt i området i etterkant av ulykken tyder ikke på noe vesentlig bidrag fra oljesølet.

Det konkluderes med at planteplankton, dyreplankton og bakteriesamfunnet i liten grad ble akutt påvirket av oljesølet fra "Full City" havariet og at det ikke kan spores noen "langtids" effekter i mengde eller arts sammensetning i disse gruppene. Det ble ikke registret tydelige endringer i vannkjemien i etterkant av ulykken og det påfølgende overvåkningsåret.

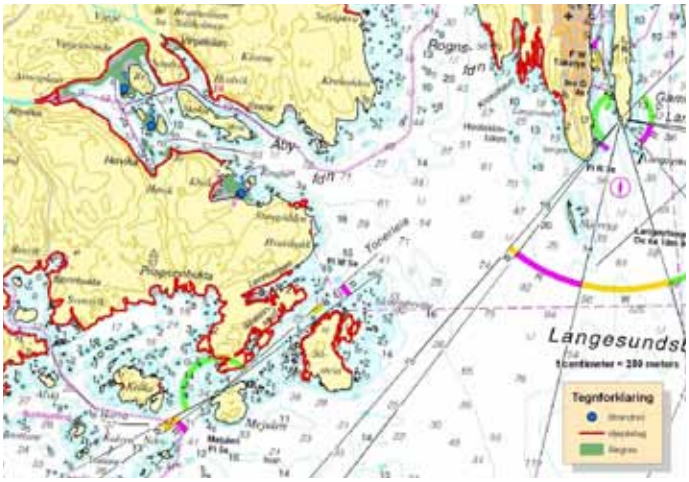
# Rekruttering marin fisk – strandnotundersøkelser

Strandnotndersøkelsene som ble gjennomført i nærheten av Full City forliset gir ikke indikasjoner på at oljespillet har hatt negative effekter på rekrutteringen av marin fisk i området.

**Jakob Gjøsæter, Øystein Paulsen og Anders Jelmert, Havforskningsinstituttet**

Strandnotundersøkelsene som hver høst blir gjennomført på Skagerrakkysten er en av de beste tidsseriene vi kjenner til på det marin-økologiske område, og kanskje innenfor økologisk forskning og overvåkning generelt. Det tas til sammen 140 stasjoner, men ingen disse ligger innenfor det området som primært ble rammet av ulykken.

Det ble valgt tre nye trekksteder på bakgrunn av oljepåslagskart fra Kystverket og oversikt over ålegrasenger i området. Disse tilleggsstasjonene ble besøkt 23.september 2009, samtidig som de faste stasjonene i Grenland ble tatt. Forskjellene i fangstene mellom de nye stasjonene i Åbyfjorden og de faste trekka i Grenlandsområdet som ble tatt samtidig, var klart innenfor den forventede variasjonen, og det er ingen signaler som kan tilskrives forurensning fra "Full City" ulykken. I undersøkelsene som ble gjennomført i 2010 ble det heller ikke gjort funn som tyder på effekter fra Full City forliset, og disse bekrefter dermed konklusjonene som ble rapportert i 2009 (Gjøsæter og Paulsen 2009).




*Figur 6. Kart som viser de nye strandnotstasjonene i Åbyfjorden. Kartet viser også ålegrasenger og oljepåslag på kysten.*

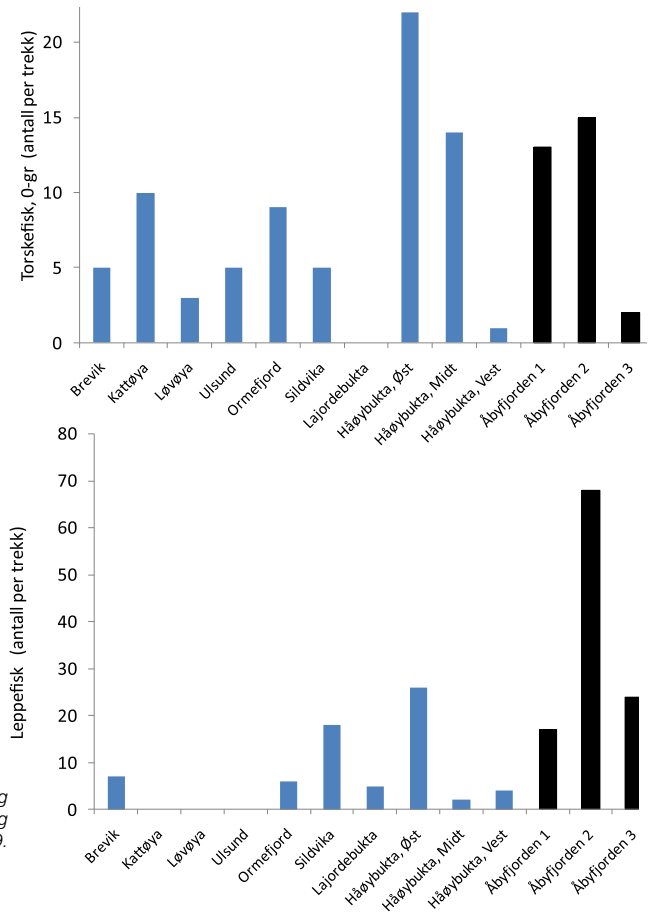



*Fig. 7. Strandnotfangster av juvenile torskefisk (venstre panel) og leppefisk (høyre panel) på stasjoner i Grenlandsområdet (blå søyler) og i Åbyfjorden (sorte søyler) høsten 2009.*

# Anadrome laksefisk: Mulig virkning på nærliggende sjøørretbestand

Så langt er det ikke studert effekter på sjøørret som var i oppvekst i Åbyfjorden i 2009. Disse vil gyte høsten 2010 og 2011 og rekruttere 2011- og 2012-årsklassene. For å undersøke eventuelle effekter på disse årsklassene blir dette prosjektet videreført i 2011.

**Bror Jonsson og Nina Jonsson, NINA**

Rapporten beskriver tettheter hos ungfisk av sjøørret i Åbyelva og Herregårdsbekken fra 2006 til og med 2010. Sjøørreten i Åbyelva beiter i Åbyfjorden og Rognsfjorden, mens fisken fra Herregårdsbekken, Porsgrunn beiter i beiter Eidangerfjorden, Frierfjorden og Langesundsfjorden, dvs. nabofjordene til Åbyfjorden og Rognsfjorden, og tjener som kontrollbestand.

Skipet Full City forliste sommeren 2009. Dette førte til oljeutslipp og en mulig reduksjon i overlevelse og vekst hos ørret i Åbyfjorden. Andre mulige påvirkninger av oljeutslippet kan være at (1) ørret trekker vekk fra området og vandrer opp i andre elver og bekker for å gyte, (2) rekrutteringen av ungfisk i Åbyelva blir redusert, spesielt i perioden 2010-2012, og (3) reduserer fiskens vekst og derved forsinker kjønnsmodningen. Denne siste, mulige effekten skulle i tilfelle bli sterkest i 2010. Førte oljeutslippet til økt feilvandring, kan vi vente mye ørret i andre vassdrag, som i Herregårdsbekken i Porsgrunn som har en egen, god sjøørretbestand. Hvis forliset påførte ørret under oppvekst i sjøen dødelighet, ville vi vente redusert rekruttering av ungfisk i gyteelvene i nærheten i perioden 2011-2012. Reduseres veksten og forsinkes kjønnsmodning, antas konsekvensene å være sterkest i 2010.

Resultatene fra 2010 indikerer en redusert rekruttering i Åbyelva sammenlignet med Herregårdselva i Porsgrunn. Mens tettheten av årsunger i Åbyelva var middels sammenlignet med tidligere år, var den svært høy i Herregårdsbekken. Det er imidlertid for tidlig å avgjøre om bestandsbelastningen for ørreten fra Åbyelva har vært betydelig eller ikke. Rekrutteringen i Herregårdsbekken var imidlertid ikke mye høyere enn det vi har kunnet observere i enkelte tidligere år. Overlevelsen til årsungene av ørret i Åbyelva var lavere enn i Herregårdsbekken. Dette kan ha sammenheng med at Åbyelva også har laks som konkurrerer med ørret om føden.

Så langt har vi ikke studert en mulig effekt på sjøørret som var i oppvekst i Åbyfjorden i 2009. Disse vil gyte høsten 2010 og 2011 og rekruttere 2011- og 2012-årsklassene. For å undersøke eventuelle effekter på disse årsklassene bør prosjektet videreføres i 2011, og kostnaden til dette vil tilsvare utgiftene i 2010.

# Marine Pattedyr

Det er ikke observert negative effekter på lokale bestander av steinkobber etter Full City-forliset.

**Arne Bjørge, Havforskningsinstituttet**

Det finnes en koloni steinkobber som har fast tilhold i skjærgården rundt Stråholmen (altså det området som ble påvirket av Full City oljespillet). Dette er den største kobbekolonien på Skagerrakkysten. Bestanden ble talt til 45 individer i 2003 og til 44 individer i 2010 med HI standard overvåkningsmetodikk. Altså ingen vesentlig endring i antallet fra før til etter oljespillet. Det ble heller ikke registrert akutt dødelighet hos steinkobbe etter oljespillet. En heldig omstendighet var at oljespillet inntraff rett før steinkobbenes pelsskifte. Dyrene hadde nok derfor en mulighet til "selvrenselse" dersom de var moderat til lite tilsølt.

# Sjøfugl

Det er beregnet at et sted mellom 1500 og 2000 ærfugl og i størrelsesorden 500 individer av andre sjøfuglarter enn ærfugl strøk med som en følge av forliset av Full City. Basert på observasjoner i etterkant av Full City-havariet, sammenholdt med historiske data og observasjoner i kontrollområder vi ikke se at oljesølet etter forliset av Full City har hatt sporbare effekter på hekkebestandene av ærfugl. Det er imidlertid viktig å ha langtids-observasjoner for å justere for svingninger i bestandene.

**Svein H. Lorentsen, NINA**

Etter forliset av MV Full City ved Langesund, Telemark den 31. juli 2009, lakk det store mengder olje ut i sjøen og mange sjøfugler ble rapportert med oljeskader i fjærdrakten. Det ble satt i gang et omfattende arbeid med å begrense skaden, registrere skadeomfang og rydde opp tilsølte områder.

I regi av Kystverket ble det satt i gang miljøundersøkelser for blant annet å vurdere det totale skadeomfanget på marint miljø etter forliset. Havforskningsinstituttet har koordinerings-ansvaret, og NINA har ansvaret for å vurdere effekter på sjøfugl. Det ble gjennomført en samlet vurdering av alle registreringer av oljeskadde og døde ærfugler (Lorentsen m fl. 2010). Dette studiet viste at minimum 1301 ærfugler døde som en følge av forliset av Full City og det ble konkludert med at det reelle tallet på ærfugl som gikk med i forliset lå et sted mellom 1500 og 2000 individer. Det ble konkludert med at dette hovedsakelig var fugl fra lokale bestander. Tilsvarende vurderinger for andre arter enn ærfugl viser at i størrelsesorden 500 individer av andre sjøfuglarter enn ærfugl strøk med som en følge av forliset av Full City.

Foreliggende rapport undersøker om man kan spore langtidseffekter på hekkebestandene av ærfugl, måker, makrellterne, tjeld og teist i Telemark som en følge av Full City-forliset. I Telemark har man overvåket sjøfugl siden 1974 og denne overvåkingen skjer nå i regi av Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl.

Generelt sett er det gjennom hele overvåkingsperioden observert til dels store årlige variasjoner i antallet fugl som observeres ved hekkeplassene. Dette gjelder alle arter og gjør at man skal være forsiktig med å vurdere endringer fra ett år til det neste. Man må ha lange tidsserier (minimum fem gjentatte tellinger) for å regne ut trender over tid.

Basert på de samlede langtidstrendene, de årlige variasjonene og tilsvarende data på ærfugl fra Østfold, Oslo & Akershus og Vest-Agder (kontrolldata) som er observert kan man ikke konkludere med at oljesølet etter forliset av Full City har hatt sporbare effekter på hekkebestandene av de undersøkte artene. Det betviles at en eventuell fortsettelse av den spesifikke overvåkingen som planlagt i perioden fram mot 2013 vil avdekke ytterligere konsekvenser som en følge av Full City-forliset. Undersøkelsene blir derfor avsluttet. Overvåkingen av ærfugl og de andre artene vil imidlertid fortsette gjennom Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl og SEAPOP.

# Nivåer av forurensning – sjømat

Tre undersøkelser av havmiljø rundt "Full City", utført mellom juli 2009 og april 2010, viste lavt nivå av oljeforurensning i fisk, krabbe, reker og sjøvann etter utslippet, med full tilbakegang til det normale noen måneder etter utslippet. Betydelige nivåer av forurensning funnet i blåskjell enkelte steder i området knyttes i hovedsak til andre kilder og kun delvis til "Full City".

**Stepan Boitsov, Havforskningsinstituttet**

Havforskningsinstituttet har gjennomført to oppfølgingsundersøkelser av forurensning i marint miljø rundt "Full City" i 2010, med resultatene fra den første rapportert til Kystverket 26.februar 2010 (Boitsov & Klungsøyr, 2010) og den andre rapportert 08.juni 2010 (Boitsov m fl. 2010).

Den første oppfølgingsundersøkelse gikk på målinger av oljeforurensning og PAH i fisk og skalldyr fra området rundt det havarerte lasteskipet "Full City" fire måneder etter forliset (prøver innsamlet i månedsskiftet november-desember 2009). Det ble funnet betydelig nedgang i nivåer av oljekomponenter i torskelever og blåskjell sammenlignet med august 2009. Nivåene i alle reke- og fiskeprøver var lave. Det var fremdeles noe forhøyete nivåer av PAH i blåskjell i området, som antakeligvis skyldes både oljen fra det havarerte skipet og bidrag fra andre kilder i området. Dette førte til den andre undersøkelsen som tok for seg kun blåskjell.

Den andre undersøkelsen i 2010 ble gjennomført i mars-april. Nye målinger av oljeforurensning og PAH i blåskjell fra området rundt det havarerte lasteskipet "Full City" og flere andre lokaliteter langs kysten av Aust-Agder, Telemark og Vestfold ble utført. Det ble funnet betydelig nedgang i nivåer av oljekomponenter i blåskjell fra "Full City"-området sammenlignet med tidligere undersøkelser, og forurensningssituasjon i oljepåvirket område kan regnes som ubetydelig. Nivåer av PAH i blåskjell fra Vestfold og de fleste stedene i Aust-Agder var også lave. Det ble imidlertid funnet litt forhøyete nivåer av PAH på tre lokaliteter i Aust-Agder og Telemark, også vist ved forrige undersøkelse. Dette skyldes mest sannsynlig ukjente lokale kilder og er ikke relatert til oljeutslippet fra "Full City". Kostholdsrådet knyttet til blåskjell, sendt ut 5.august 2009 fra Mattilsynet, ble da etter anbefaling fra NIFES opphevet. Undersøkelsene blir ikke videreført i 2011.

# Friluftsliv og reiseliv

Det ble sommeren 2011 gjennomført en survey blant hyttefolk og fastboende i området. Den viste at ca. 10 % hadde endret sin friluftslivsbruk av området som direkte følge av oljeforurensingen. Ca. halvparten hadde observert oljerester sommeren 2010. Flere spørsmål i surveyen berørte hvorvidt folk helt hadde glemt hendelsen i 2009, eller om de fortsatt var bekymret i forhold til hendelsen spesielt og oljeforurensing generelt. Undersøkelsen viste at befolkningen også sommeren 2010 var preget av bekymring og negative holdninger til det som skjedde sommeren 2009.I påvente av trafikk- og økonomitall for 2010-sesongen viser analysen at kommersielle reiselivsaktører (med enkelte unntak) og aktører i tilgrensende næringer ved inngangen til 2010-sesongen ikke forventet negative konsekvenser av "Full City"-ulykken. En sluttanalyse vil foreligge høsten 2011.

**Margrete Skår, NIVA og Tor Arnesen, Østlandforskning**

Det er utgitt tre rapporter i 2010 som omhandler effekter på friluftsliv og reiseliv:

1. Øian, H., Skår, M., Vistad, O.I. og Andersen, O. 2010. Full City-havariet: Kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv. NINA Rapport 573, 89 s.

2. Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I. & Andersen, O. 2010. Full City-havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010. - NINA Rapport 633. 83 s.

3. Arnesen, T., Ericsson, B. Hagen, S.E. 2010. Full City og reiselivet. Rapport nr. 2010/14. Østlandsforskning, Lillehammer.

### 1. Studien av kortsiktige effekter (NINA Rapport 573)

Studien omhandler friluftslivet fra ulykken skjedde og fram til vinteren kom 2009. Rapporten gjør også rede for friluftslivsutøvelse i området før ulykken skjedde, basert på folks beskrivelser av bruk og et begrenset statistisk materiale. Vurderinger av de kortsiktige virkningene av oljeforurensningen bygger på intervjuer på stedet og telefonintervjuer med personer i området, det vil si representanter for ulike lag og foreninger, miljøforvaltningen og andre ressurspersoner. I tillegg omfatter studien av kortsiktige effekter en medie-analyse.

Studien av kortsiktige effekter viser at oljeutslippet hadde effekter på friluftslivet, spesielt i den umiddelbare fasen etter forliset da mye av den friluftslivsmessige bruken stoppet opp. Som følge av oljeutslippet, eventuelt i kombinasjon med dårlig vær, avsluttet en del hyttebrukere, campinggjester og andre tilreisende ferien sin noe tidligere enn vanlig sommeren 2009. Men mange avslutter også vanligvis ferien sin rundt havaritidspunktet eller noe etterpå. Det er derfor utvilsomt at oljeutslippet ville hatt betydelig større effekter på friluftsliv dersom utslippet hadde funnet sted på begynnelsen av sommeren. De første dagene etter ulykken var preget av intuitive reaksjoner og sterke følelser. Medias formidling av hendelsen bidro trolig til en sterk følelsesmessig reaksjon. Reaksjonsmønsteret knyttet til båthavariet endret seg etter ganske kort tid fra å være preget av følelser som sinne, fortvilelse og sorg til etter hvert å bli preget av optimisme og tro på framtida. Samtidig som fokus i folks bevissthet gradvis ble endret fra dramatikk til optimisme og lettelse, begynte folk å ta friluftslivsområder i bruk igjen. Dette skjedde parallelt med framdriften i oppryddingsaksjonen.

Graden av forurensning på ulike steder innvirket på muligheten til å ta områdene i bruk igjen, og tidspunktet for påbegynt og avsluttet opprenskning spilte også en rolle. På grunn av opprenskningsarbeidet ble områder avstengt, og på grunn av forekomster av oljesøl der en vanligvis ferdes måtte friluftslivsutøvere foreta en del tilpasninger. Fordi friluftsliv og naturopplevelse ofte henger nært sammen med stedstilknytning og andre identitetsformer, kan endringer i utøvelse av friluftsliv også innebære at meningsinnholdet i den enkeltes friluftsliv forandres. Utover høsten 2009 tok friluftslivsbruken seg gradvis opp igjen, slik at aktiviteter som normalt utføres på høsten i stor grad også ble utført også høsten 2009, som padling, turgåing, dykking, fiske og båtliv.

### 2. Effekter på friluftsliv sommeren 2010 (NINA Rapport 633)

Studien av effekter på friluftsliv sommeren 2010 tar utgangspunkt i disse problemstillingene:

- Hvordan opplevde fastboende, hyttefolk og dagsbesøkende det å ta kyststrekningen av Kragerø, Bamble og Larvik kommuner i bruk sommeren 2010, ett år etter oljeutslippet?
- Er friluftslivsbruken på den aktuelle kyststrekningen endret i sammenligning med situasjonen før oljeutslippet?
- Hvordan virker eksisterende holdninger til naturen og forurensning inn på hvordan oljeforurensingen fra Full City oppleves og brukes?

Rapporten bygger på kvantitative spørreundersøkelser blant fastboende og hytteeiere og dagsbesøkende i kommunene Kragerø, Bamble, Larvik. Undersøkelsen blant fastboende omfatter også Porsgrunn og Skien kommuner, fordi innbyggerne her er brukere av kystlinja i de andre tre kommunene. Spørreundersøkelsene er gjennomført i perioden juli-oktober. Innsamlingen av data har funnet sted gjennom en nettbasert spørreundersøkelse blant fastboende og hyttefolk, i tillegg er det foretatt intervjuer av dagsbesøkende on site i området Nevlunghavn-Mølen. Denne rapporten omhandler også en del som belyser medias fokus på Full City havariet, med vekt på friluftsliv.

Flertallet av hyttefolket og de fastboende opplyser at de har brukt den aktuelle kyststrekningen til friluftsliv omtrent på samme måte som de foregående årene. Likevel, ca. 28 % av de fastboende og ca. 17 % av hyttefolkene oppgir at de har brukt kysten mindre eller betydelig mindre til friluftsliv sommeren 2010 sammenlignet med foregående år.

63 % av hyttefolket og 48 % av de fastboende har sett olje en eller flere ganger i løpet av sommeren 2010. 10 % av de dagsbesøkende opplyser at de observerte oljerester den dagen de ble intervjuet på strekningen Nevlunghavn-Mølen. I alle de tre utvalgene er det grovt regnet rundt 40 % som oppga at de reagerte svært negativt på observasjoner av oljerester.

De viktigste årsakene som oppgis til redusert eller endret bruk er faktorer som ikke kan relateres til oljeforurensningen, som dårlig vær, det å reise andre steder og forskjellige praktiske årsaker. Bortsett fra høsting av sjømat er både de fastboende og hyttefolk i stor grad enige i at oljeforurensing ikke har påvirket aktivitetsnivået for de enkelte friluftslivsaktivitetene.

Studien viser likevel at 10 % av hyttefolket og 8,5 % av de fastboende uttrykker at de ikke har kunnet utøve friluftsliv på samme måte som de pleier på grunn av oljerester. Selv om dette dreier seg om et lite mindretall, er det ikke desto mindre en reell effekt av oljeforurensningen. Det er en svak tendens at hyttefolkene legger noe større vekt på de oljerelaterte årsaksfaktorene.

Ca. 60 % av de fastboende og hyttefolket uttrykker at "det var akkurat som før" da de tok kyststrekningen i bruk sommeren 2010. Samtidig sier ca. 30 % i begge utvalgene at de har vært urolige for skadelige helsevirkninger av oljeutslippet, og ca. 50 % har vært bekymret for at det skulle være olje under sanden, iblant steiner og i viker. Ca. 14 % mente at tanken på at oljeutslippet hadde funnet sted gjorde i seg selv at de ikke hadde samme gleden ved å drive med friluftsliv langs kysten.

Lokale media hadde våren 2010 størst fokus på hvorvidt badeplassene, og spesielt det populære friområdet Krogshavn, ville være klare til skoleferien. De lokale mediene formidlet noe ulike signaler om tilstanden i strandsona, om helserisikoen, og om hvordan folk opplevde forholdene. Likevel, et hovedinntrykk er at lokale media formidlet mest positive signaler i forhold friluftslivsbruk av den aktuelle kyststrekningen sommeren 2010. Riksmediene har hatt få oppslag om oljeforurensing etter Full City havariet denne sommersesongen.

Studien viser at generelle pessimistiske holdninger til menneskets evne til å ta vare på naturmiljøet har forsterket den negative opplevelsen av å komme tilbake til kysten året etter at oljeutslippet fra Full City fant sted. Generelle pessimistiske holdninger på naturmiljøets vegne er også mer vanlig hos de som begrunner redusert friluftslivsbruk i sommer med oljeforurensing fra Full City. Dette viser at folks risikovurderinger knyttet til oljeforurensing og forventninger til sommeren henger sammen med deres generelle miljøholdninger.

Samlet sett viser studien at den negative effekten av oljeforurensningen synes å ha vært større gjennom forringelse av opplevelsesverdien av friluftslivet mer enn at den har påvirket brukshyppighet og områdebruk.

**3. "Full City" og reiselivet (ØF-Rapport nr. 2010/14)**

Denne rapporten er en underveisrapport i arbeidet med å undersøke økonomiske konsekvenser for reiselivet med tilknyttede næringer (handel, opplevelser, attraksjoner) i utslippsområdet. Det endelige svaret på det spørsmålet er avhengig av økonomi- og sysselsettingstall for 2010-sesongen. Disse vil være tilgjengelige høsten 2011 og rapporteres 2011. I underveisrapporten er det gjort en analyse av ulykken fra et reiselivsperspektiv. Videre er det gjort en analyse av bedriftenes forventninger til 2010-sesongen og en tidlig gjennomgang av utviklingen av sesongen mht gjestedøgn, arrangementer og lignende. Enkeltbedrifter og deres situasjon blir ikke gjenstand for drøfting – analysen holdes på et aggregert nivå.

Den kommersielle delen av reiselivet i området er relativt begrenset. For næringen som helhet var ulykken åpenbart uheldig for ferie- og fritidstrafikken, den skjedde dog på et "heldig" tidspunkt hvor brorparten av sesongen allerede var tilbakelagt. I tiden etter ulykken var det et rimelig kaotisk bilde av hvor omfattende den var og hvilke skader den kunne gi på natur og opplevelseskvaliteter i området. Dette vedvarte noen tid ut over i august, og medførte en rekke oppslag i media som ikke var til fordel for et reiselivet i området – som for ferie- og fritidstrafikken "selger" naturen som en del av produktet. Etter hvert – og ikke minst med etablering av og løpende formidling fra et forskningsprogram og en effektiv opprydning – kom debatten inn i et mer nøkternt spor, og innen utløpet av desember var det relativt lite frykt å spore blant reiselivsaktørene for den kommende sesongen.

Yrkestrafikken ble ikke vesentlig berørt av hendelsen. Så langt er det ikke rapportert vesentlige endringer i ferie- og fritidstrafikken for 2010, men her er ennå ikke tallmaterialet komplett. For enkeltbedrifter kan bildet være et annet. Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har, i flg. tallene, vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy, men ellers har registrert trafikk i våre områder enten økt eller vist en stagnerende tendens, grovt sett. Både i Bamble og i Kragerø syns yrkestrafikken på hotellene å ha økt, men det er ikke registrert i Tjøme/Nøtterøy. Det kan ha sammenheng med trafikkvolum som etterarbeidet etter forliset gav, men er ennå for tidlig å si. Tallene for hele året 2010 er heller ennå ikke publisert, slik at det er ikke grunnlag for å trekke noen konklusjoner verken på kort eller lengre sikt om evt. volummessige effekter av forliset.

Vi har i så langt utelukkende sett på volumtall, dvs. gjestedøgn, ved de kommersielle overnattingsbedriftene. Gjestedøgn kan indikere mulige effekter, og evt. endringer i attraktivitet og attraksjonskraft. Varige endringer må måles over tid både bakover og framover fra hendelsestidspunktet, og pr. i dag fins ikke nok tallmateriale til det. Det avgjørende til syvende og sist er imidlertid om det kan registreres effekter på bedriftenes økonomi som kan tilbakeføres til forliset. Eventuelle regnskapsmessige effekter av forliset vil ikke synliggjøres før tidligst i 2010-regnskapet, som altså ikke er tilgjengelig før ut på høsten 2011. Med unntak av Langesund Bad har vi ved inngang til 2010-sesongen ikke kunnet registrere at bedrifter eller aktører har iverksatt markedsføringstiltak eller produktutvikling for eventuelt å "rette på" et en omdømmeskade som ulykken skulle ha forårsaket.

Reiselivsstudien vil fortsette i 2011. Basert på komplette regnskapstall for 2010 vil det da være mulig å trekke tydeligere konklusjoner om effekter på bedriftenes økonomi og trafikkvolum.

# Regnskap 2010 og budsjett 2011

| Undersøkelsespunkt, jf. plan for miljøundersøkelser | Budsjett 2010 | Regnskap 2010 | Overføres | Budsjett 2011 | Totalt 2011 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1.1 Sprutsonen, NINA | 204 433 | 163 100 | | | utgår |
| 3.1.2 Tidevannssonen, NIVA | 1 213 802 | 621 325 | 592 477 | | 593 000 |
| 3.1.3 Sjøsonen (*), HI | 225 000 | 271 801 | | | Utgår |
| 3.1.4 Sedimentunders. NIVA | 1 490 012 | 724 900 | | | Utgår |
| 3.2 Plante- og dyreplankton, vannkjemi, HI | 50 000 | 0 | | | Utgår |
| 3.3 Rekruttering marin fisk – Strandnotundersøkelser, HI | 25 000 | 0 | | | Utgår |
| 3.4 Anadrome laksefisk, NINA | 250 000 | 250 000 | | 250 000 | 250 000 |
| 3.5 Marine pattedyr, HI | 60 000 | 0 | | | utgår |
| 3.6 Sjøfugl, NINA | 965 000 | 465 000 | | | utgår |
| 3.7 Sjømatprøver (**), HI, Mattilsynet, NIFES | 440 000 | 836 190 | | | utgår |
| 3.8 Friluftsliv og reiseliv, NINA / Østlandsforskning (*) | 2 722 500 | 3 012 005 | | 250 000 | 250 000 |
| Kartlegging og koordinering (***) NINA | | 59 825 | | | |
| Prosjektadm. og ledelse (*) HI | 230 000 | 410 941 | | 300 000 | 300 000 |
| **Sum** | **7 875 747** | **6 815 087** | | | **1 393 000** |

* Overforbruk i 2010 i forhold til budsjett, men innefor delprosjektets totalramme

** Overforbruk i 2010, også i forhold til delprosjektets totalramme

*** Delprosjekt uten budsjettpost i prosjektbeskrivelsen

# Videreføring — planer for 2011

På bakgrunn av resultater fra miljøundersøkelsene i 2009 og 2011, presentert på prosjektmøte i november 2010, samt 2010-rapporteringen er det gjort en vurdering av hvilke delprosjekter som skal videreføres i 2011.

En samlet gjennomgang av resultatene, som vist i denne sammendragsrapporten, viser at de fleste undersøkelser av flora og fauna i 2010 tyder på at miljøeffektene etter Full City-havariet er små eller ikke målbare. Delprosjekter som er avhengige av lengre tidsserier av målinger er besluttet videreført (se tabell over). Det planlegges et prosjektmøte i april, hvor det fremlegges resultater og fremdriftsplan.

**Referanser**


Arnesen, T., Ericsson, B. Hagen, S.E. 2010. Full City og reiselivet. Rapport nr. 2010/14. Østlandsforskning, Lillehammer.

Berge, J. A., 2010. Oljeutslippet fra lasteskipet "Full City" – forekomst av olje og PAH i sediment og løsmasser. NIVA rapport nr 6075, 110 s.

Boitsov, S., & Klungsøyr, J. (2009). Undersøkelse av oljeforurensing i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City". Bergen: Institute of Marine Resarch.

Boitsov, S., & Klungsøyr, J. (2010). Oppfølgingsundersøkelse av oljeforurensing i marint miljø ved lasteskipet "Full City". Rapport fra Havforskningen nr. 3-2010. Bergen: Havforskningsinstituttet. 24 s.

Boitsov, S., Steen, H., & Klungsøyr, J. (2010). Oppfølgingsundersøkelse av forurensing i blåskjell ved lasteskipet "Full City". Bergen: Havforskningsinstituttet. 15 s.

Gitmark, J., Walday, M., 2010. Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City. Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen. NIVA rapport nr 6095, 49s.

Langangen, A. 2009. Rødsporetråd Sphaeroplea annulina og oljekatastrofen i Langesund. - Blyttia 67: 281-284.

Lorentzen, S. H. (2009). Ang. Uttalelse ifm forskningsprosjekt på fuglebestanden i kjølvannet av forliset av "MV Full City": NINA.

Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I. & Andersen, O. 2010. Full City-havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010. NINA Rapport 633. 83 s.

Steen, H., Olsen, T. Undersøkelser av tilstand i ålegrasenger etter oljeutslippet fra Full City. Rapport fra Havforskningsinstituttet Nr. 12-2010. http://www.imr.no/filarkiv/2010/11/hi-rapp_12-2010_til_web.pdf/nb-no

Øian, H., Skår, M., Vistad, O.I. og Andersen, O. 2010. Full City-havariet: Kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv. NINA Rapport 573, 89 s.

KYSTVERKET

Tlf.: 07847

Postboks 1502
6025 Ålesund

post@kystverket.no

www.kystverket.no

**13.10.2010**

# Mulig virkning av Full City-forliset på nærliggende sjøørretbestand: Framdriftsrapport 2010

**Bror Jonsson og Nina Jonsson**

**Norsk institutt for naturforskning**
**Gaustadalléen 21**
**0349 Oslo**

**Tel: 73801400**
**Fax: 22600424**
**Email: bror.jonsson@nina.no**

**Sammendrag**

Rapporten beskriver tettheter av ungfisk i Åbyelva og Herregårdsbekken fra 2006 til og med 2010. Skipet Full City forliste sommeren 2009. Dette førte til oljeutslipp og en mulig reduksjon i overlevelse og vekst hos ørret i Åbyfjorden. Andre mulige påvirkninger av oljeutslippet kan være at (1) ørret trekker vekk fra området og vandrer opp i andre elver og bekker for å gyte, (2) rekrutteringen av ungfisk i Åbyelva blir redusert, spesielt i perioden 2010-2012, og (3) reduserer fiskens vekst og derved forsinker kjønnsmodningen. Denne siste, mulige effekten skulle i tilfelle bli sterkest i 2010. Førte oljeutslippet til økt feilvandring, kan vi vente mye ørret i andre vassdrag, som i Herregårdsbekken i Porsgrunn som har en egen, god sjøørretbestand. Hvis forliset påførte ørret under oppvekst i sjøen dødelighet, ville vi vente redusert rekruttering av ungfisk i gyteelvene i nærheten i perioden 2011-2012. Reduseres veksten og forsinkes kjønnsmodning, antas konsekvensene å være sterkest i 2010. På bakgrunn avgenerell kunnskap, vet vi at ørreten fra kontrollvassdraget, Herregårdsbekken, hovedsakelig vil beite i Eidangerfjorden, Frierfjorden og Lanesundsfjorden, dvs. nabofjordene til Åbyfjorden og Rognsfjorden der sjøørreten fra Åbyelva beiter.

Resultatene fra 2010 indikerer en noe redusert rekruttering i Åbyelva sammenlignet med Herregårdselva i Porsgrunn. Mens tettheten av årsunger i Åbyelva var middels sammenlignet med tidligere år, var den svært høy i Herregårdsbekken. Det er imidlertid for tidlig å avgjøre om bestandsbelastningen for ørreten fra Åbyelva har vært betydelig eller ikke. Rekrutteringen i Herregårdsbekken var imidlertid ikke mye høyere enn det vi har kunnet observere i enkelte tidligere år. Overlevelsen til årsungene av ørret i Åbyelva lavere enn i Herregårdsbekken. Dette kan ha sammenheng med at Åbyelva også har laks som konkurrerer med ørret om maten.

**Nøkkelord:** ørret, laks, ungfisktetthet, Full City, oljesøl, lengdeøkning

## Innledning

I hvilken grad har oljeutslipp som følge av havarerte skip effekt på vandrende laksefisker som oppholder seg og gyter i nærheten av utslippet? Et av de best undersøkte tilfellene etter slike utslipp er oppfølgingen etter Exxon Valdez ulykken i Prince William Sound, Alaska i 1989. Der studerte man både kort- og langtidsvirkninger etter ulykken på anadrome laksefisker som pukkellaks *Oncorhynchus gorbuscha*, strupesnittørret *O. clarki*, og dolly varden røye *Salvelinus malma*. Disse undersøkelsene har gitt motstridende resultater, hvilket i hvert fall delvis har vært tilskrevet hvem forskerne representerte, Exxon-selskapet eller naturvernmyndighetene (Heinz et al. 1999; Rice et al. 2001). Ifølge forskerne oppnevnt av naturvernmyndighetene ble det observer både økt dødelighet og redusert vekstrate hos ungfisk hos de tre artene. Motsatt fant Exxon-forskerne ingen økt ungedødelighet ved den oljekonsentrasjonen som forekom etter ulykken. De mente at effektene generelt var små og at man ikke kan tilskrive bestandsvariasjoner hos laksefisk til ulykken (e.g. Brannon et al. 2001, 2006, 2007). Begge parter var derimot enige om at langtidseffektene for anadrome laksefisk var ubetydelige. Naturvernmyndighetene antok at en årsak til dette var at for eksempel pukkellaks feilvandrer mellom vassdrag. Fordi bestandene bufret hverandre ble langtidsvirkninger av katastrofer redusert. Muligens førte oljeforurensingen til større

spredning av feilvandrende fisk enn ikke-forurensete kontrollfisk, men forskjellen i de forsøkene som ble gjort, var ikke signifikant (Wertheimer et al. 2000).

Om enn omfanget av Full City ulykken i Åbyfjorden var mindre enn Exxon Valdez forliset i Prince William Sound, førte det til spekulasjoner om hvorvidt anadrom ørret (sjøørret) *Salmo trutta* som lever i Langesund-området kunne bli utsatt for effekter av det lokale oljeutslippet. Ørret er en økologisk parallell til strupesnittørreten som finnes langs vestkysten av Nord-Amerika, og som var med i undersøkelsene etter Exxon-forliset. Anadrome ørretbestander finner det meste av sin mat på grunt vann og nær overflata i fjorder og kystfarvann i nærheten av gyteelva. For ørret fra Åbyelva vil dette nettopp være i det området oljeutslippet påvirket sterkest. Arten vandrer opp i Åbyelva for å gyte om høsten. Hvis sjøørreten fra Åbyelva har blitt skadet av oljesølet, burde man se tegn på dette i bestandsrekrutteringen.

Sjøørretungene i Herregårdsbekken, Porsgrunn, har lignende oppvekstforhold som ørretungene i Åbyelva. De to vassdragene atskilles imidlertid ved at det årvisst gyter laks i Åbyelva mens dette bare sporadisk skjer i Herregårdsbekken. Herregårdsbekken ligger ca. 20 km fra Åbyelva, og denne bestandens marine beiteområde er antakelig mest i Eidangerfjorden, Frierfjorden og Langesundfjorden (Fig. 1). Virkningen av Full City forliset antas derfor å bli mindre for denne bestanden enn for sjøørreten fra Åbyelva. Gytebestanden i Herregårdsbekken kan derfor betraktes som en kontrollbestand, dvs. deres marine beiteområde var lite påvirket av Full City-forliset.

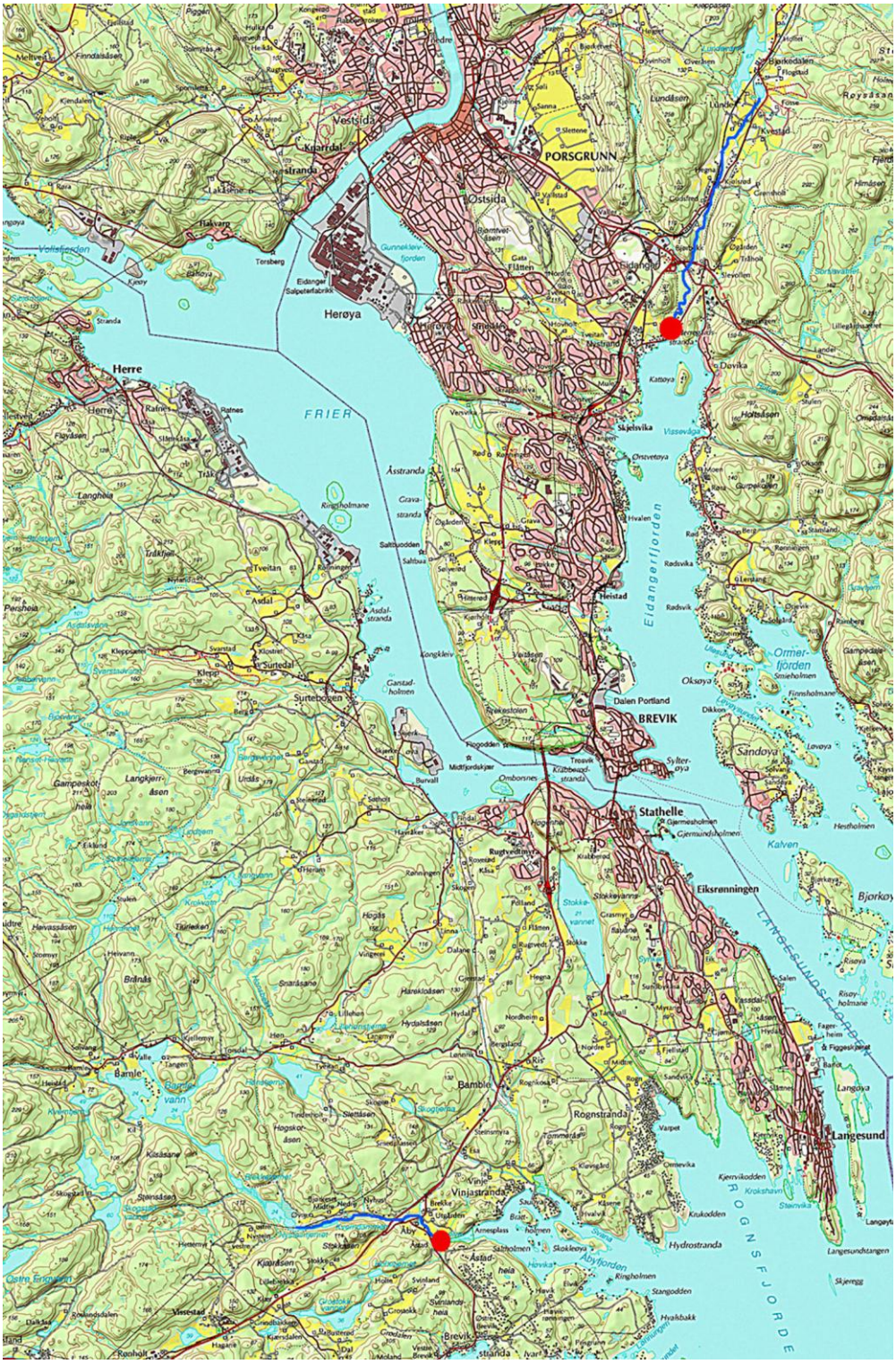
Ungfiskbestandene i både Herregårdsbekken og Åbyelva ble overvåket av NINA sommer og høst 2006 og 2008. I 2009 ble ungfisken bare registrert om høsten slik at materialet fra dette året bare er med i noen av våre analyser. I denne rapporten presenteres tettheten av ørretunger i Åbyelva og Herregårdsbekken fra 2006 til 2010, I tillegg gis det opplysninger om årsungenes vekst første år.

Full City-forliset skjedde sommeren 2009 og kan ha skadet gytefisken dette året. I tilfelle skulle rekrutteringen av ørretunger i Åbyelva bli redusert fra 2010. Hvis effekten var sterkest på overlevelsen til umoden ørret under marin oppvekst, vil den sterkeste effekten først komme i 2011 og 2012.

## Materiale og metoder

Åbyelva i Bamle er en ca. 2,5 km lang elv med sjøørret og smålaks, oppvekstarealet for sjøørret er ca 16000 $m^2$. Herregårdsbekken, Porsgrunn, er en 1,6 km lang elvestrekning. Oppvekstarealet for sjøørret er 6400 $m^2$, nederste del er meandrerende og gir dårlige leveforhold for ørret (Fig. 1).

Tidlig i juli (sommer) og september (høst) 2006, 2008 og 2010 og september 2009 ble det foretatt ungfiskundersøkelser i Åbyelva og Herregårdsbekken. I Herregårdsbekken ble ungfisktettheten også undersøkt i 2007. I Åbyelva er det til sammen innsamlet 774 unger av ørret og 599 unger av laks. I Herregårdsbekken er det fanget 2037 unger av ørret.


PORSGRUNN
Herøya
Herre
FRIER
Eidangerfjorden
Heistad
BREVIK
Stathelle
Eiksrønningen
Langesund
Bamble
Vinjastranda
Rognstranda
Hydrostranda
ROGNSFJORDE
Ormerfjorden
Sandøya
Kalven
Bjørkøy
Langøya
Åbyfjorden
Åby
Brevik
Dalen Portland
Skjelsvika
Ostsida
Vestsida
Knarrdal
Eidanger Salpeterfabrikk
Tønsberg
Gunneklevfjorden
Åsstranda
Gravastranda
Saltbuodden
Ringholmane
Tveitan
Asdal
Asdalstranda
Surtedal
Sutterbogen
Kongkleiv
Ganstadholmen
Langkjerråsen
Gampeskot
Bråtnås
Bamble
Vinje
Åby
Astadheia
Kjærråsen
Vesstad
Rognstranda
Langesundstangen
Skjerngg
Hvaksbakk
Stangjodden
Ringholmen
Hydrostranda
Krukodden
Kjernvikodden
Krokshavn
Steinvika
Langesund
Bjørkøy
Kalven
Hestholmen
Gjermundsholmen
Stokkevannet
Stokkevannet
Stokkeøya
Skjelsvika
Vissevågen
Onsvetøya
Hvalen
Rødsvika
Rødsvik
Oksøya
Dikken
Levøya
Smieholmen
Finnholmane
Risøyholmane
Fagerheim
Bakke
Figgeskjæret
Sylteøya
Kråbeøyastranda
Treavik
Midtfjordskjær
Omborsnes
Burvall
Saltholmen
Skokleøya
Arnesplass
Utsikten
Brekke
Vinje
Øyrane
Kjærråsen
Tveitan
Asdal
Surtedal
Klepp
Kleppjen
Svartstad
Kloster
Tråkfjor
Tråk
Rafnes
Ramnes
Herre
Flåvåsen
Langholia
Pershoia
Andalsvika
Bjørnevannet
Bjørnevågen
Gata
Flåten
Smiodde
Nystrand
Kattøya
Davika
Holtsåsen
Stylen
Omsdalsåsen
Lillegårdsåsen
Lander
Kongsgjen
Gunnelien
Lerstad
Ramberg
Gampedalen
Sjøvågen
Ramnesvågen
Berg
Stamland
Kaia
Gravsen
Gravsen
Klepp
Saltbuodden
Solvevind
Kongkleiv
Ganstadholmen
Bjørnevågen

og to tidspunkter brukes for å fange opp eventuelle endringer som skyldes forhold i elva uavhengig av hva som har foregått i sjøen der skipet forliste.

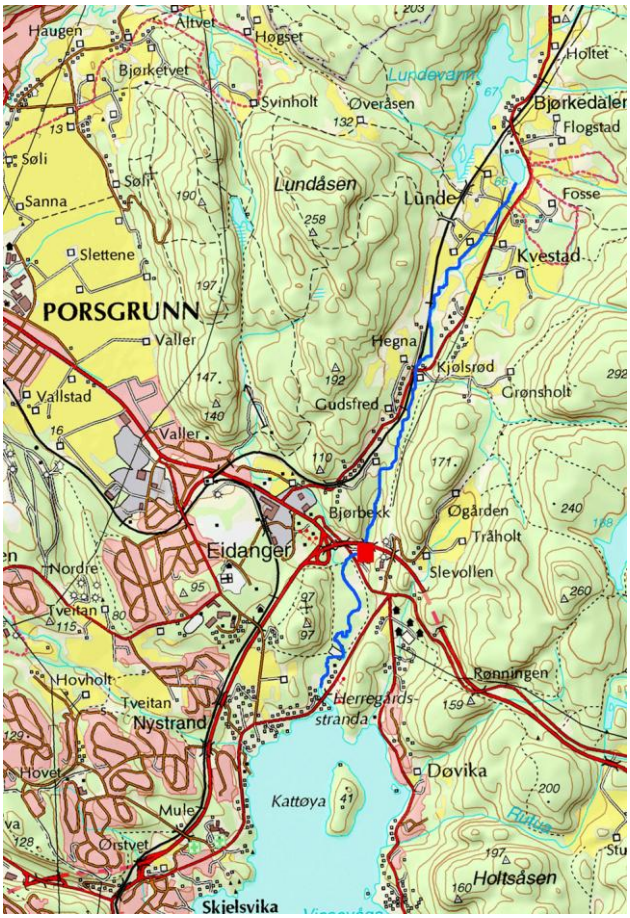



Fig. 2. Fangstfelt (rødt rektangel) i Herregårdsbekken.

Fangstfeltene i Herregårdskken er ovenfor kryssningspunktet med E18 ved Olavsberget (Fig. 2). Fangstfeltene i Åbyelva er lagt ca. 200 m ovenfor E18 (Fig. 3). Begge steder består bunnsubstratet av stein og grus. De samme fangstfeltene ble brukt hvert år, men størrelsen på dem ble justert på grunn av varierende fisketetthet slik at materialet skulle bli tilfredsstillende. Innsamlingsområdene ble oppmålt med målbånd.

Materialinnsamlingen foregikk i begynnelsen av juli etter at yngelen hadde begynt å ete og tidlig dødelighet hadde opphørt, og i september/oktober før gytefisken ankom gyteplassene og vanntemperaturen falt under ca. 10˚ C. Når vannet blir kaldere begynner ungfisken å søkte mot overvintringsplasser med dagslyskjul blant steinene nede i bunnsubstratet. Innsamlingstidspunktet har variert med noen dager mellom år. Årsaken er at vi unngår flomperioder for at fangsteffektiviteten skal bli god og mest mulig lik mellom bekker og over tid.

Etter fangst bedøves fiskene med nellikolje. De artsbestemmes, måles (mm) og veies (0,01 g) og settes tilbake i området der de ble fanget etter at innsamling og prøvetaking er avsluttet, og

virkningen av bedøvelsen borte. Vannet fisken ble holdt i etter fangst ble oksygenert, og ved høy temperatur holdes vannet også avkjølt med isbiter for å unngå dødelighet.

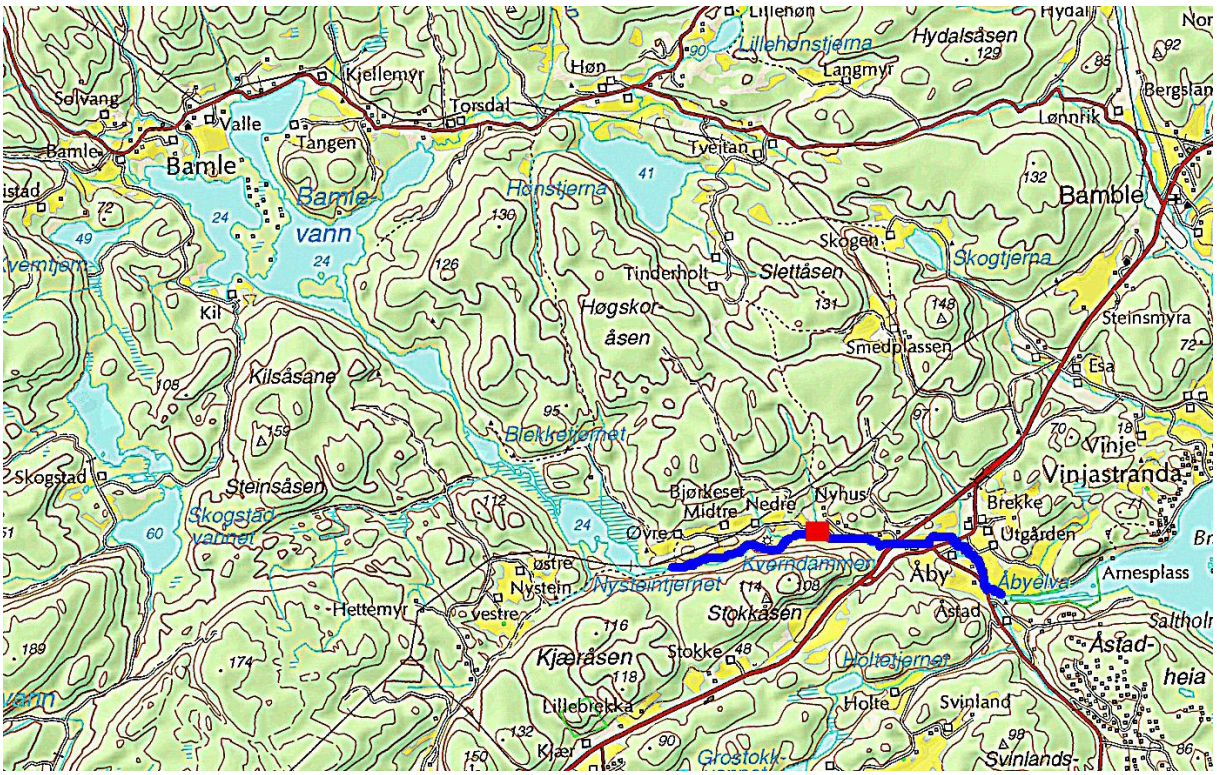



Fig. 3. Fangstfelt i Åbyelva (rødt rektangel).

Fiskene ble aldersbestemt utfra deres størrelse. Individer, som på bakgrunn av størrelsen både kan være ett år og eldre, ble aldersbestemt ved skjellanalyse slik at de ble plassert i riktig aldersgruppe. Tettheten ble estimert ved regresjonsanalyse som beskrevet av Bohlin (1984). Tettheten, ± 95 % konfidensintervall for estimatet, oppgis i antall fisk pr. 100 $m^2$ elvebunn.

I Herregårdsbekken er det hovedsakelig ørret, med sporadisk forekomst av laks. I Åbyelva gyter laks de fleste år. Vi bestemmer tettheten av eventuelle laksunger på samme måte som tettheten av ørretunger. Laksungene konkurrerer med sjøørretungene. Er tettheten av laks høy, gir dette redusert ørrettetthet. I tillegg påvirker årsklassene hverandre slik at en sterk årsklasse av ungfisk ofte etterfølges av en mindre sterk årsklasse (Jonsson et al. 2004)

Årets tetthetsresultater blir sammenlignet med tettheten i tidligere år, og forteller oss om det har skjedd brå avvik i tetthet som kan skyldes fjorårets Full City forlis (se Appendiks 1 og 2). Idet innsamlingen i 2009 bare ble foretatt om høsten, er denne utelatt fra de fleste analysene. Innsamlingen i 2007 foregikk bare i Herregårdsbekken, og er derfor bare gitt til orientering i Appendiks 2.

Fig 4. Elfiske i Herregårdsbekken

Fig. 5. Gyteområde i Åbyelva.

**Resultater**

Tettheten av årets ørretunger i juli 2010 i Åbyelva (Fig. 6) var litt lavere i 2010 enn ved to foregående innsamlinger (2006 og 2008), uten at forskjellen var foruroligende stor siden 95 % konfidensintervall for estimatene varierte mellom 50 og 64 individer 100 $m^{-2}$ ved disse innsamlingene (Appendiks 1).

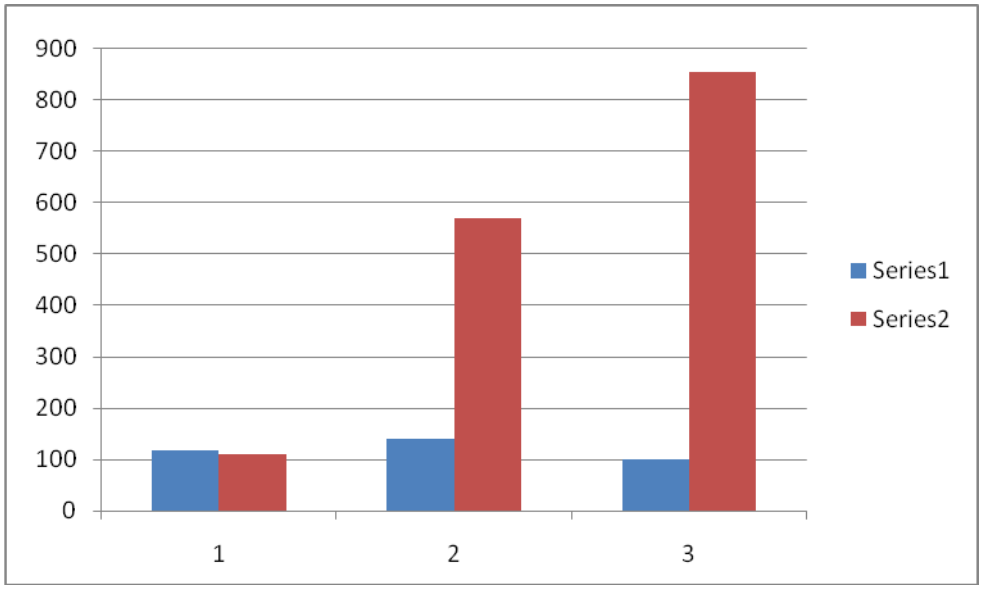



Fig. 6. Tetthet (antall 100 $m^{-2}$) av 0+ ørretunger (parr) i Åbyelva (blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler) i juli 2006 (1), 2008 (2) og 2010 (3)

Sammenlignes imidlertid tetthetene i juli med tetthetene av årets ørretunger i den nærliggende Herregårdsbekken, ser vi at bestandsutviklingen er forskjellig (Fig. 6). Tettheten av ørret i Åbyelva har vært tilnærmet stabil på ca. 100 individer 100 $m^{-2}$. I samme periode økt tettheten fra 100 individer 100 $m^{-2}$ til over 850 individer 100 $m^{-2}$ i Herregårdsbekken. Der var signifikant økning fra 2006 til 2008 og 2010 (cf. Appendiks 1 og 2). Det kan imidlertid naturlig være store årlige variasjoner i tettheten hos ungfiskbestander hos ørret, så den observerte forskjellen i 2010 behøver ikke å skyldes Full City-forliset.

En sammenligning ved slutten av vekstsesongen (september) understreker dette (Fig. 7). I Herregårdsbekken var tettheten uvanlig lav i 2009, og svake årsklasser etterfølges ofte av sterke årsklasser. Årsaker til dette kan være fravær av mange større fisker som undertrykker årets yngel og at ernæringsforholdene i oppvekstområdet blir bedre på grunn av lite beiting i år med dårlig rekruttering. Hva som skjedde i 2009 og førte til lav fisketetthet i Herregårdsbekken i 2009 (Appendiks 2), er ukjent. Men vi la merke til under innsamlingen i 2009 at det hadde skjedd opprydningsarbeid og avskoging langs bekkens østre bredd, og at det var betydelige mengder alger på bunnen av bekken, hvilket kan ha påvirket bestanden i Herregårdsbekken negativt dette året.

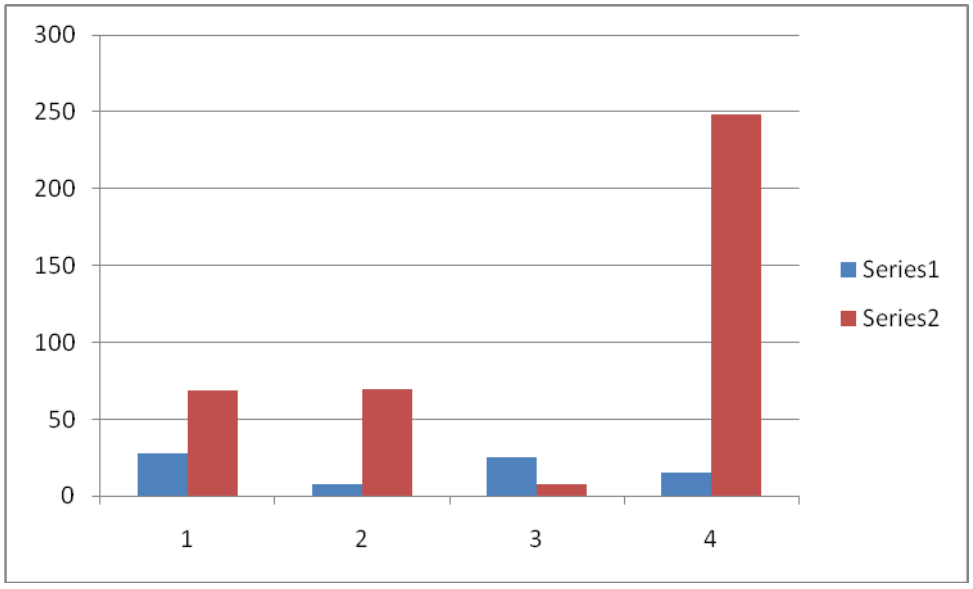



Fig. 7. Tetthet av ørretunger (0+) i Åbyelva (antall 100 $m^{-2}$; blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler) i september 2006 (1), 2008 (2), 2009 (3) og 2010

Den prosentvise reduksjonen i ungfisktetthet over sommeren varierer mellom år og bekker, men det synes å være et lignende generelt mønster i de to bekkene med minst tap i 2006 og størst tap i 2008 (Fig. 8). Dette kan tyde på at lignende ytre forhold påvirker fisken i bekkene. De viktigste påvirkningene som fører til dødelighet er vanligvis tørke og lav vannføring, høy vanntemperatur og høy tetthet av konkurrenter. Tilstedeværelsen av laks i Åbyelva kan være en årsak til at tapet der generelt er høyere enn i Herregårdsbekken der det har vært lite laks i senere år. Vi kan imidlertid ikke se sammenheng mellom tettheten av laksunger ved begynnelsen av vekstsesongen og tapet av ørret over sommeren (Fig. 9). Tapet over sommeren var høyest de årene tettheten av laksunger var minst. Det var heller ingen tydelig sammenheng mellom tettheten til laks og ørret eller i tapet over sommeren til de to artene (cf. Appendiks 1).

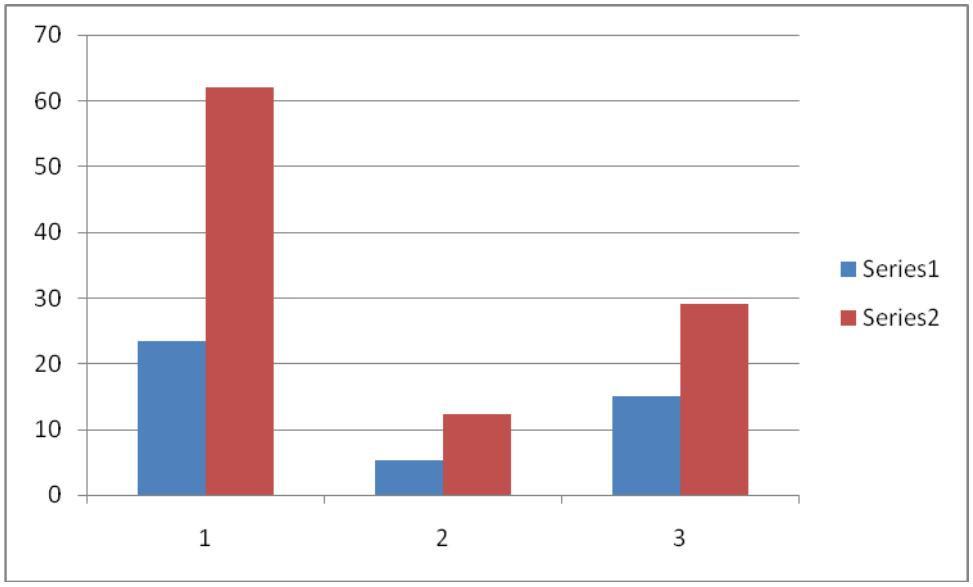



Fig. 8. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år i 2006 (1) 2008 (2) og 2010 (3) i Åbyelva (blå søyler) og Herregårdsbekken (røde søyler)

Vi kan heller ikke se noen sammenheng mellom tetthetsforandringen til aldersgruppe 0 og tettheten av fisk i aldersgruppe 1 hos ørret (Fig. 10). Det var liten variasjon i tetthet av eldre laksunger i Åbyelva mellom de forskjellige årene til tross for stor variasjon i reduksjonen til aldersgruppe 0. Det var heller ingen klar sammenheng mellom tetthetsforandringene over sommeren til de to aldersgruppene. Man skal imidlertid ikke legge for mye i dette siden vi bare har tre års tetthetsundersøkelser.

Tettheten av årets unger, ved begynnelsen av vekstsesongen i juli, er antakelig sterkest påvirket av antall gytefisk om høsten og vannføringsforholdene vinter og vår. Både tørke og få gytefisk kan redusere rekrutteringen.

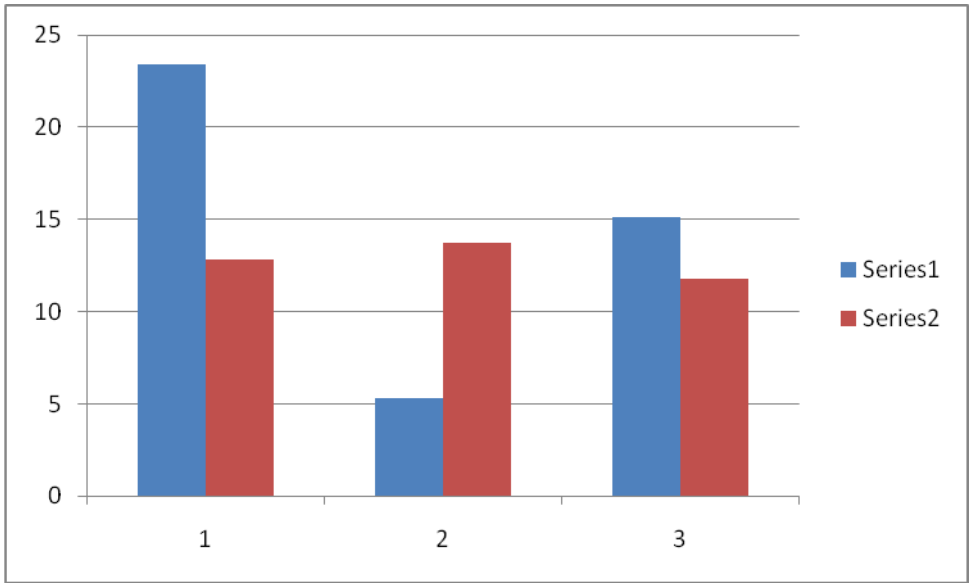



Fig. 9. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år i 2006 (1) 2008 (2) og 2010 (3) i Åbyelva (blå søyler) og tettheten av eldre ørretunger ved begynnelsen av sesongen samme år (røde søyler).

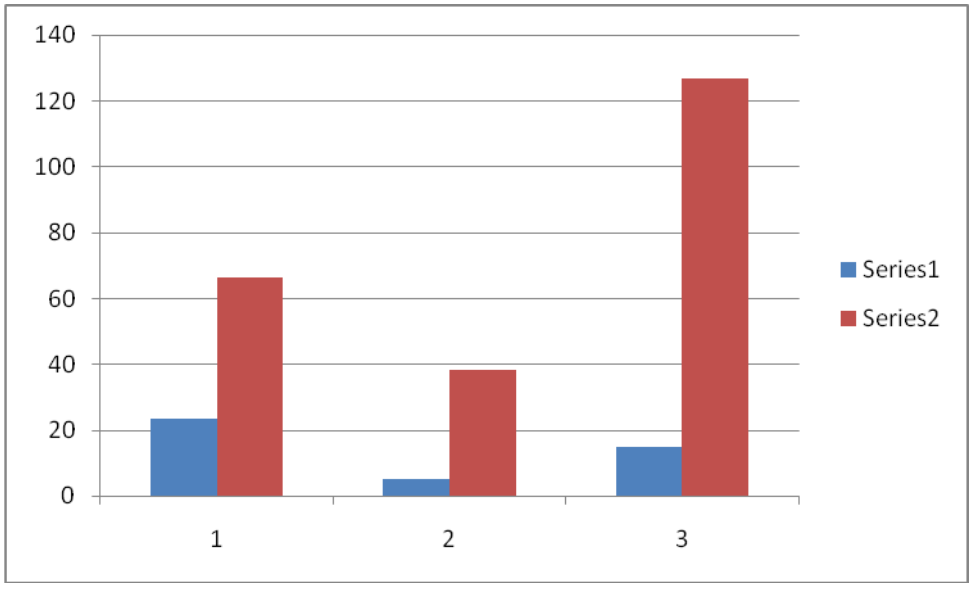



Fig. 10. Prosent av årets ørretunger som var igjen i september samme år i 2006 (1) 2008 (2) og 2010 (3) i Åbyelva (blå søyler) og tettheten av laksunger (røde søyler, aldersgruppene 0 og 1) i juli.

**Ørretens størrelse første år**

Lengdeøkningen hos ørretungene til september første år var i gjennomsnitt ca. 0,5 cm større i Herregårdsbekken enn i Åbyelva i perioden 2006 – 2010 ($t$ = 4,5; $P$ < 0,001). En stor del av forskjellen skyldes at yngelen i Herregårdsbekken vokste ca. 1 cm raskere enn i Åbyelva i 2010 ($t$ = 4,99; $P$ < 0,001). Ser vi på differansen i gjennomsnittslengde etter første vekstsesong mellom de to bestandene i perioden 2006-2009, var den bare 0,28 cm (5,91 ± 0,89 cm - 5,63 ± 0,88; $t$ = 2,12; $P$ < 0,05). Tiltross for at ungetettheten var usedvanlig stor i Herregårdsbekken i 2010, vokste årsungene vesentlig bedre dette året sammenlignet med tilsvarende ørretunger fra Åbyelva.

| År | Åbyelva | Herregårdsbekken |
|---|---|---|
| 2006 | 6,02 ± 1,00 | 6,07 ± 1,05 |
| 2008 | 5,73 ± 0,59 | 6,05 ± 0,71 |
| 2009 | 5,13 ± 0,72 | 5,69 ± 0,86 |
| 2010 | 5,32 ± 0,52 | 6,38 ± 0,98 |
| Totalt | 5,55 ± 0,80 | 6,06 ± 0,94 |

Tabell 1. Gjennomsnittslengde ± standardavvik (cm) hos årsunger av ørret i september i årene 2006 – 2010 i Herregårdsbekken og Åbyelva. Fisken ble innsamlet to påhverandre følgende dager.

## Diskusjon

Undersøkelsene i Åbyelva og Herregårdsbekken tyder i liten grad på at Full City havariet har skadet sjøørretbestanden som gyter i nærliggende vassdrag som Åbyelva. Rekrutteringen av sjøørret i Åbyelva var på samme nivå eller litt lavere enn ved to tidligere tetthetsundersøkelser (2006 og 2008). Det eneste vi ser som kan tyde på en påvirkning på ørretbestanden er at ørretrekrutteringen i Herregårdsbekken var rekordhøy mens rekrutteringen i Åbyelva var hva vi vil kalle normal eller i underkant av det. Overlevelsen gjennom vekstsesongen i 2010 var også bedre i Herregårdsbekken enn i Åbyelva. Dette er vanlig og kan ha sammenheng med tilstedeværelsen av laks som konkurrerer med ørret i Åbyelva. Vi vil også påpeke den lave tetthet av ørretunger i Herregårdsbekken høsten 2009 som en mulig årsak til dette. Vi har erfaring fra tetthetsundersøkelser i andre bekker at sterke årsklasser ofte etterfølger svake (Jonsson et al. 2004), antakelig på grunn av konkurranse mellom årsklassene der eldre fisker undertrykker mindre individer.

En årsak til forholdsvis god overlevelsen i 2010 er antakelig mye nedbør sommeren 2010 med god vannføring gjennom hele sesongen. Grunnen til at tettheten av årsunger av ørret i Åbyelva ikke ble høyere, er antakelig begrenset rekruttering hvilket kan ha sammenheng med at gytebestanden var liten. Det er først ved forholdsvis lav bestandstetthet at gytefisktettheten virker begrensende (Elliott 1994). Hver hunn har mange rogn og overlevelsen er vanligvis god når tettheten er lav. Dette kan tyde på at antall gyteørret i Åbyfjorden i 2009 var lavere enn vanlig i 2009, enten fordi flere unnlot å gyte i elva eller fordi dødeligheten var større enn vanlig. Tegnene på redusert produksjon av gytefisk i 2009 er imidlertid ikke sterke.

Om Full City førte til redusert produksjon av sjøørret i området vil vise seg tydeligere i de nærmeste årene. Har oljeutslippet ført til redusert vekst og derfor færre gytefisk enn vanlig, vil vi vente at rekrutteringen er oppe på vanlig nivå allerede i 2011. Har oljeutslippet ført til betydelig dødelighet, vil rekruttering og bestandstetthet være lav i flere år framover. Det er minst 3-4 årsklasser av ørret i sjøen samtidig, og stor dødelighet blant disse, vil redusere rekrutteringen av ungfisk i flere år framover. Er dette tilfelle, regner vi med at dødeligheten er sterkest blant de yngste fiskene i sjøen (postsmolt), og den sterkeste bestandsreduksjonen vil være ventet i 2011 og 2012, før bestanden vil begynne å styrke seg. Har det bare vært redusert vekst og derfor høyere alder ved kjønnsmodning, eller skremming av fisk vekk fra området på grunn av oljesøl, regner vi med at bestandssituasjonen vil være normal allerede i 2011.

Ørretungene i Herregårdsbekken vokste mye bedre enn ungene i Åbyelva i 2010 sammenlignet med tidligere år. Vi kan imidlertid ikke avgjøre i hvilken grad dette skyldes lav tetthet av eldre ørretunger i Herregårdsbekken 2010 etter en svak 2009-årsklasse, eller andre forhold slik som forskjeller i kvalitet på foreldrefisken. Både den store tettheten og den gode veksten i Herregårdsbekken i 2010, tyder imidlertid på at habitatet var spesielt gunstig dette året.

## Takk

Havforskningsinstituttet har bestilt oppdraget, Direktoratet for naturforvaltning har gitt fisketillatelse og Svein Erik Sloreid har hjulpet oss med utformingen av Fig.1.

## Litteratur


Bohlin, T. 1984. Kvantitativt fiske etter lax og öring – synspunkter och rekommendationer. Informasjon från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr. 4-1984. 33 s.

Brannon EL, Collins KC, Brown JS, Neff JM, Parker KR and Slubblefield WA (2006) Toxicity of weathered Exxon Valdez crude oil to pink salmon embryos. Env Toxicol Chem 25: 962-972

Brannon EL, Collins KC, Cronin MA, Moulton LL, Parker KR & Wilseon W (2007) Risk of weathered residual Exxon Valdez oil to pink salmon embryos in Prince William Sound. Env Toxicol Chem 26:780-786.

Brannon EL, Collins KC, Moulton LL & Parker KR (2001) Resolving allegations of oil damage to incubating pink salmon eggs in Prince William Sound. Can J Fish Aquat Sci 58: 1070-1076

Elliott JM (1994) Quantitative ecology and the brown trout. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford.

Heintz RA, Short JW & Rice SD (1999) Sensitivity of pink salmon to weathered crude oil, Env Toxicol Chem 18: 494-503.

Jonsson B, Muniz IP & Jonsson N (2004) Sjøaureovervåkning langs Skagerrakkysten. Erfaringer fra et forprosjekt utført i perioden 1998-2003. NINA Minirapport 54: 1-31.

Rice SD, Thomas RE, Heintz RA, Wertheimer AC, Murphy A (2001) Synthesis of long-term impacts to pink salmon following Exxon Valdez oil spill: persistence, toxicity, sensivity and controvercy. Final Report, Project 99329, Exxon Valdez Trustee Council

Wertheimer AC, Heintz RA, Thedinga JF Maselko JM & Rice SD (2000) Straying of Adult Pink Salmon from their Natal Stream following Embryonic Exposure to Weathered *Exxon Valdez* Crude Oil. Transactions of the American Fisheries Society 2000; 129: 989-1004.

Appendiks 1.

Avfiskete arealer og gjennomsnittlige tettheter (antall 100 $m^{-2}$ ± 95 % konfidensintervaller) for aldersgruppene 0 og 1 av ørret- og laksunger i Åbyelva 2006 – 2010.

| 2006 Sommer Ørret | Areal | Tetthet 100 $m^{-2}$ | | |
|---|---|---|---|---|
| Felt | $m^2$ | Alder 0 | Alder 1 | Totalt |
| 1 | 95 | 94,2 ± 33,3 | 8,8 ± 7,3 | 102,5 ± 36,2 |
| 2 | 104 | 166,5 ±274,5 | 18,1 ± 4,8 | 155,1 ± 86,7 |
| Totalt | 199 | 118,9 ± 49,6 | 12,8 ± 4,1 | 127,0 ± 40,7 |
| Laks | | | | |
| 1 | 95 | 84,2 ± 13,5 | 2,1 ± 0 | 85,6 ± 12,5 |
| 2 | 104 | 32,1 ± 6,5 | 18,3 ± 14,2 | 50,2 ± 12,7 |
| | 199 | 56,9 ± 7,2 | 9,7 ± 4,3 | 66,5 ± 8,2 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 456,8 | 19,4 ± 66,6 | 2,1 ± 13,8 | 15,5 ± 17,5 |
| 2 | 248,0 | 47,9±324,8 | 9,1 ± 17,3 | 41,7±106,5 |
| Totalt | 704,8 | 27,8 ± 89,1 | 5,7 ± 9,8 | 23,1 ± 26,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 456,8 | 11,8 ± 6,4 | 12,0 ± 34,4 | 24,2 ± 25,4 |
| 2 | 248,0 | 2,9 ± 0,3 | 4,2 ± 0,8 | 7,2 ± 1,0 |
| Totalt | 704,8 | 8,1 ± 2,7 | 6,0 ± 3,6 | 14,6 ± 6,1 |
| 2008 Sommer Ørret | | | | |
| 1 | 149,5 | 184,0 ±235,2 | 7,3 ± 2,2 | 159,5 ± 131,3 |
| 2 | 72,9 | 138,6 ± 47,4 | 27,0 ± 9,6 | 163,7 ± 43,9 |
| Totalt | 222,4 | 140,8 ± 64,1 | 13,7 ± 3,3 | 144,7 ± 47,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 149,5 | 22,4 ± 3,5 | - | 25,2 ± 4,7 |
| 2 | 72,9 | 13,2 ± 8,3 | 76,9 ±102,3 | 75,3 ± 46,8 |
| Totalt | 222,4 | 19,2 ± 3,1 | 28,1 ± 44,3 | 38,4 ± 10,0 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 273 | 20,7 ± 24,9 | 4,5 ± 1,6 | 20,3 ± 10,0 |
| 2 | 220,5 | 0 | 6,4 ± 0,7 | 56,9 ± 39,0 |
| Totalt | 493,5 | 7,4 ± 3,1 | 6,0 ± 0,6 | 37,8 ± 17,6 |
| Laks | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 273 | 137,7 ±1317,3 | 7,8 ± 3,0 | 45,7 ± 51,0 |
| 2 | 220,5 | 13,8 ± 7,5 | 3,6 ± 0,1 | 15,8 ± 3,4 |
| Totalt | 493,5 | 29,2 ± 34,8 | 5,6 ± 0,9 | 26,5 ± 10,4 |
| 2009 Ørret Høst | | | | |
| 1 | 118,8 | 25,9 ± 3,5 | - | 29,4 ± 4,9 |
| 2 | 63,3 | 26,9 ± 19,1 | 22,5 ± 2,0 | 46,0 ± 7,6 |
| Totalt | 182,1 | 25,5 ± 1,0 | 9,8 ± 11,4 | 35,1 ± 15,0 |
| Laks | | | | |
| 1 | 118,8 | 25,7 ± 6,1 | 12,7 ± 0,5 | 37,3 ± 7,6 |
| 2 | 63,3 | 3,4 ± 6,1 | 20,6 ± 0,5 | 23,8 ± 3,8 |
| Totalt | 182,1 | 17,9 ± 5,6 | 15,4 ± 0,7 | 32,5 ± 1,0 |
| 2010 Sommer Ørret | | | | |
| 1 | 47,5 | 180,1 ± 44,4 | 6,5 ± 1,5 | 185,0 ± 41,6 |
| 2 | 70,0 | 50,2 ± 6,5 | 16,2 ± 12,0 | 65,4 ± 9,5 |
| Totalt | 117,5 | 100,6 ± 53,8 | 11,8 ± 4,9 | 112,4 ± 15,4 |
| Laks | | | | |
| 1 | 47,5 | 149,4 ± 7,7 | 29,2 ± 6,3 | 178,3 ± 9,3 |
| 2 | 70,0 | 13,6 ± 3,2 | 78,9 ± 9,9 | 92,5 ± 10,3 |
| Totalt | 117,5 | 68,5 ± 3,5 | 58,8 ± 6,4 | 126,8 ± 6,5 |
| Høst Ørret | | | | |
| 1 | 289,8 | 12,4 ± 5,6 | 1,4 ± 0,2 | 13,3 ± 4,2 |
| 2 | 305,3 | 21,7 ± 35,2 | 1,9 ± 1,3 | 21,2 ± 22,7 |
| Totalt | 595,1 | 15,2 ± 8,5 | 1,6 ± 0,4 | 15,8 ± 6,2 |
| Laks | | | | |
| 1 | 289,8 | 9,5 ± 38,4 | 6,9 ± 7,8 | 14,5 ± 18,8 |
| 2 | 305,3 | 14,9 ± 7,1 | 4,8 ± 14,8 | 18,9 ± 9,5 |
| Totalt | 595,1 | 10,8 ± 5,9 | 5,6 ± 6,4 | 16,3 ± 8,2 |

Appendiks 2.

Avfiskede arealer og gjennomsnittlige tettheter (antall 100 $m^{-2}$ ± 95 % konfidensintervaller) for aldersgruppene 0 og 1 av ørret i Herregårdsbekken 2006 – 2010).

| 2006 Sommer | Areal | Tetthet 100 $m^{-2}$ | | |
|---|---|---|---|---|
| Felt | $m^2$ | Alder 0 | Alder 1 | Totalt |
| 1 | 107 | 90,6 ± 8,0 | 81,2 ± 7,3 | 171,7 ± 10,8 |
| 2 | 86 | 136,2 ± 21,2 | 79,2 ± 7,4 | 213,3 ± 19,4 |
| Totalt | 193 | 110,1 ± 9,3 | 80,3 ± 5,2 | 189,9 ± 10,1 |
| Høst | | | | |
| 1 | 123,2 | 79,7 ± 37,3 | 45,1 ± 4,9 | 115,3 ± 19,0 |
| 2 | 102,5 | 57,4 ± 17,9 | 48,0 ± 19,0 | 105,3 ± 25,9 |
| | 225,7 | 68,4 ± 19,0 | 45,0 ± 5,9 | 110,6 ± 15,3 |
| 2007 Sommer | | | | |
| 1 | 150,5 | 21,6 ± 2,4 | 11,5 ± 0,9 | 33,0 ± 2,4 |
| 2 | 178,5 | 26,6 ± 6,0 | 19,0 ± 17,0 | 43,7 ± 11,2 |
| Totalt | 329 | 24,0 ± 2,9 | 13,5 ± 2,8 | 37,5 ± 3,9 |
| Høst | | | | |
| 1 | 108 | 141,8 ±326,0 | 47,7 ± 8,2 | 122,4 ± 39,2 |
| 2 | 126 | 51,6 ± 10,2 | 29,9 ± 0,6 | 76,1 ± 5,2 |
| Totalt | 234 | 63,6 ± 21,3 | 35,9 ± 2,1 | 91,3 ± 9,6 |
| 2008 Sommer | | | | |
| 1 | 26 | 1160,6 ±122,0 | 8,4 ± 5,6 | 1168,7±121,8 |
| 2 | 49,9 | 260,6± 40,5 | 11,7 ± 8,2 | 272,3 ± 41,3 |
| Totalt | 75,9 | 568,9 ± 49,5 | 10,5 ± 5,4 | 579,4 ± 49,8 |
| Høst | | | | |
| 1 | 118,6 | 64,3 ± 7,2 | 8,2 ± 2,0 | 71,7 ± 5,9 |
| 2 | 81,2 | 109,5 ±118,2 | 21,2 ± 2,3 | 103,1 ± 37,1 |
| Totalt | 199,8 | 69,9 ± 12,2 | 13,7 ± 0,7 | 80,7 ± 8,8 |
| 2009 Høst | | | | |
| 1 | 197,0 | 11,7 ± 4,9 | 5,8 ± 0,8 | 16,9 ± 3,4 |
| 2 | 111,8 | 0 | 6,4 ± 0,7 | 6,4 ± 0,7 |
| Totalt | 308,8 | 7,4 ± 3,1 | 6,0 ± 0,6 | 13,0 ± 1,9 |
| 2010 Sommer | | | | |
| 1 | 17,5 | 1082,1 ± 103,0 | 5,7 | 1086,0 ± 101,0 |
| 2 | 40 | 771,6 ± 120,5 | 2,5 | 771,6 ± 118,3 |
| Totalt | 57,5 | 854,2 ± 76,6 | 3,5 | 855,5 ± 75,3 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Høst | | | | |
| 1 | 55,5 | 209,7 ± 41,7 | 5,5 ± 1,3 | 214,0 ± 39,9 |
| 2 | 72,9 | 298,0 ± 127,7 | 5,5 ± 0,7 | 293,2 ± 110,5 |
| Totalt | 128,4 | 248,4 ± 53,1 | 5,5 ± 0,6 | 249,7 ± 48,5 |

KYSTVERKET OG NOFO (NORSK OLJEVERNFORENING FOR OPERATØRSELSKAP)

**5013894**

# Naturlig nedbryting av olje fra ”Full City” på berg og strand, Statusrapport Vår 2011

September 2011

Norconsult

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| J04 | 22.09. 2011 | For bruk hos Kystverket og NOFO | GRS | GLE | LST |
| B03 | 11.08. 2011 | For kommentar hos Kystverket og NOFO | GRS | GLE | LST |
| A02 | 08.08. 2011 | Fagkontroll | GRS | GLE | |
| A01 | 03.08. 2011 | Egenkontroll | GRS | | |
| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontroll | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

Kystverket

Sak

**Naturlig nedbryting av olje fra ”Full City” på berg og strand, Statusrapport vår 2011**

Dato

September 2011

Utarbeidet av

Gaute Rørvik Salomonsen

Fagkontrollert av

Geir Lenes

Godkjent av

Liv Strøm

| Norconsult | Oppdragsnummer | Dokumentnummer | Revisjon |
|---|---|---|---|
| | 5013894 | 3 | J04 |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**SAMMENDRAG** ..... **4**
**1 BAKGRUNN** ..... **5**
**2 METODER** ..... **6**
**2.1 Vurdering av naturlig nedbryting** ..... **6**
**2.2 Analyser** ..... **6**
**3 OVERVÅKING** ..... **7**
**3.1 Områder** ..... **7**
**3.2 Steinvika** ..... **7**
***3.2.1 Steinet strand*** ..... ***7***
***3.2.2 Berg i strandsonen*** ..... ***11***
***3.2.3 Berg med sprutmerker*** ..... ***14***
***3.2.4 Skjermet område med stein*** ..... ***15***
**3.3 Mølen** ..... **16**
***3.3.1 Områder med grus*** ..... ***16***
***3.3.2 Områder med stein*** ..... ***19***
**3.4 Oddanesand (referanseområdet)** ..... **23**
**4 THC- OG PAH-ANALYSER** ..... **31**
**4.1 THC og PAH** ..... **31**
**5 KONKLUSJON** ..... **34**
**5.1 Naturlig nedbryting** ..... **34**
**5.2 Analyseresultatene** ..... **34**
**5.3 Videre arbeid** ..... **34**
**6 REFERANSER** ..... **35**
**7 VEDLEGG** ..... **35**

## SAMMENDRAG

På oppdrag fra Kystverket og NOFO (Norsk Oljevernforening For Operatørselskap) har Norconsult samlet inn, vurdert og dokumentert naturlig nedbryting av olje på strand fra Full City havariet. Dokumentasjonen bygger på befaringer, prøvetaking og analyser. Den fjerde innsamlingsrunden ble foretatt 25. mai (Steinsvika) og 8. juni (Mølen og Oddanesand) 2011.

Naturlig nedbryting gjennom vinteren 2010-2011 har vært bedre enn tidligere. Nedbrytingen som har funnet sted ser ut til å være styrt av bølgeenergi, tilgang til sand og grus som erosjonsmateriale samt at oljen tørker og faller av i flak.

Områdene som er renset er betydelig renere enn de urensede områdene. Det kan likevel ikke utelukkes at nedbrytningen har vært størst i urensede områder, da oljemengden var større her enn i områder der det ble renset. Dette bør følges over tid.

Konsentrasjoner av THC har økt i forhold til målingene høsten 2010, mens PAH i strandsediment i Steinvika har hatt små endringer fra høsten 2010 til våren 2011. Innholdet av organisk materiale (bark) kan forklare variasjonene, siden oljen adsorberes til barken. Konsentrasjonene av de fleste forbindelsene, blant annet sum PAH-16 og benzo(a)pyrene, er lave og i tilstandsklasse II. Det er fremdeles høye konsentrasjoner av Benso(a)antrasen og Benso(ghi)perylen. Disse ligger i klasse IV for strandsedimentet (potensielt problematisk for marine organismer). For Benso(a)antrasen har det vært en økning siden høsten 2010. Økningen er ikke større enn at den kan forklares innenfor måleusikkerheten til laboratoriet. Andre årsaker kan være variasjon ved prøvetaking som følge av inhomogene masser og økt innhold av bark.

I forhold til de helsebaserte tilstandsklassene gitt av Klif (TA-2553/2009) er massene i klasse IV for olje.

*Steinvika*
I deler av området har det skjedd en klar visuell forbedring, og det er ikke funnet olje i de undersøkte områdene med ett unntak i et skjermet område hvor det fremdeles er oljeforurensning.

*Mølen*
Det er liten visuell forbedring av oljeforurensning på stein. Oljen er tørket noe mer og sverter mindre enn tidligere. I grusen ble det funnet mindre oljeforurensning våren 2011 enn tidligere. Det ble ikke påvist lukt i strandsedimentet høsten 2010, ei heller våren 2011. Det ble ikke påvist bark og torv innblandet i grusen.

*Oddanesand*
Det er en klar visuell forbedring av oljeforurensningen i prøveområdet. Nytt gress har vokst opp gjennom laget med oljeforurensning, og oljen som var flytende er nå meget viskøs. Nedbrytingen på bergflater er bedre enn i områdene som har vært renset. Det er indikasjon på at oljen flekker av i flak i de urensede områdene. Årsaken til dette er ikke kjent, men bør ha fokus de kommende årene.

Det anbefales at overvåkningen fortsetter som før på Mølen og Oddanesand. I Steinvika anbefales at "Skjermet område med sten" og THC analysene fortsetter, resten av områdene avsluttes.

# 1 BAKGRUNN

Lasteskipet Full City gikk på grunn ved Såstein utenfor kysten av Bamble kommune i Telemark i juli 2009. I løpet av timene og dagene etter grunnstøtingen ble flere strandområder forurenset med olje. I normaliseringsfasen ble det utført et betydelig strandrensearbeid.

Norconsult fikk i oppdrag å følge utviklingene i områdene, bl.a. med fokus på å vurdere hvordan naturen håndterte forurensningen. Kystverket valgte ut lokalitetene som ble undersøkt, dvs. Steinvika i Telemark og Mølen og Oddanesand i Vestfold. Overvåkingen har foregått siden høsten 2009 med befaring og prøvetaking:

- September/oktober 2009
- April/mai 2010
- Oktober/november 2010
- Mai/juni 2011

Områdene har gjennomgått ulike rensetiltak, og det var av interesse å avklare effekter av ulik rensemetode-tilnærming på strand. Tromling av massene sammen med torv og/eller bark var en metode. I deler av områdene som ble renset lå det oljerester igjen på/i massene, selv etter rensingen.

Noen områder ble ikke renset, eller mer skånsomt renset grunnet geologiske og biologiske forhold. Disse områdene er brukt som referanseområder for å vurdere naturlig nedbrytning.

Denne undersøkelsen har til formål å vurdere nedbrytingen av olje visuelt i renset område og områder uten rensing. I tillegg er det tatt prøver for olje og PAH i strandmassene for å sammenligne med resultatene fra tidligere prøvetaking i 2009 og 2010. Denne fjerde innsamlingsrunden av prøver og visuelle inntrykk ble foretatt 25. mai og 8. juni 2011.

Tidligere undersøkelser (2009-2010) av økotoksikologi viste akseptable verdier i Steinvika og er derfor ikke videreført i denne undersøkelsen.

# 2 METODER

Nedenfor har vi beskrevet de ulike metoder som er benyttet under innsamling og sammenstilling av informasjonen.

## 2.1 Vurdering av naturlig nedbryting

Det ble valgt ut områder og lett gjenkjennbare merker som eksempelvis steiner med oljeforurensning, for enkelt å finne tilbake til de samme områdene. Den naturlige nedbrytningen har over tid blitt dokumentert gjennom å beskrive forurensningen på stedet (eks. tykkelse, om den sverter av mm), fotografering og prøvetaking av løsmasse for kjemisk analyse.

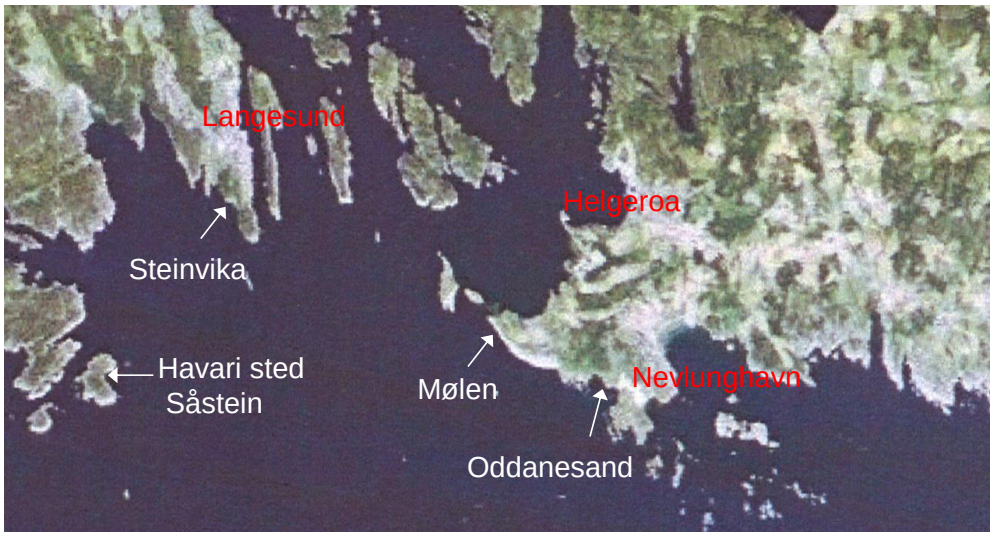
## 2.2 Analyser

I de tromlede standmassene ble det ble tatt prøver til analyser av PAH og olje. ALS Scandinavia har utført alle analyser.

# 3 OVERVÅKING

## 3.1 Områder

Norconsult har undersøkt de 3 strandområdene Steinvika i Telemark, og Mølen og Oddanesand i Vestfold for å avklare virkningen av de naturlige renseprosessene (figur 1).




*Figur 1. Flyfoto med lokalisering av områdene som er beskrevet*

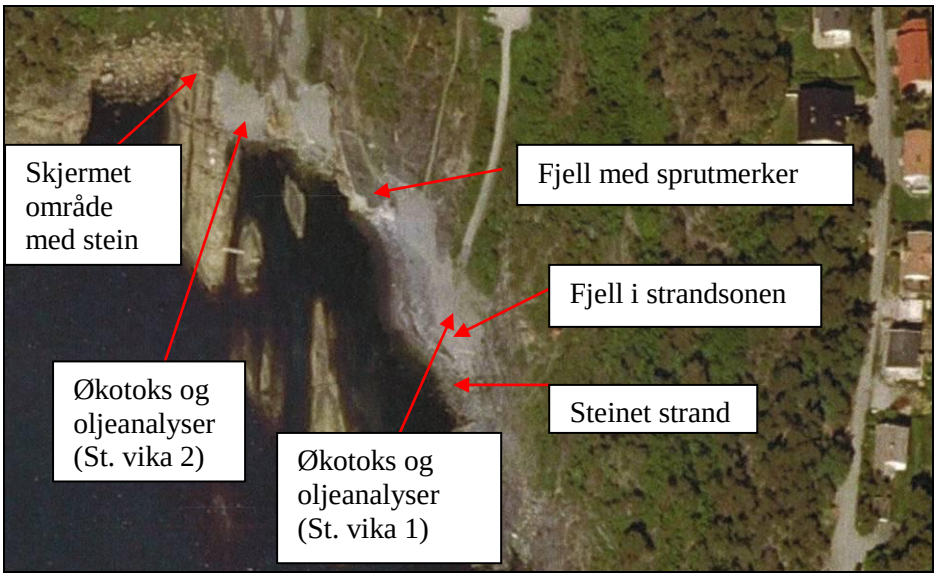
## 3.2 Steinvika

Steinvika er eksponert for høy bølgeenergi ved vindretninger fra sørlig til vestlig retning. Dette var vindretningene da oljeforurensingen fra Full City ble skylt opp på strendene. Spesielt høy vannstand på tidspunktet da forurensningen inntraff (stormflo), forårsaket at oljeforurensningen ligger høyt over normal vannstand og med sprutmerker 4-5 meter over normal vannstand.

I Steinvika ble områdene med grus tromlet. Områdene med steinstrand (forskjellige bergarter) og berg ble påført strandrensemiddel og manuelt renset. Det ble ikke benyttet høytrykksspyling grunnet geologisk og biologisk verdi. Norconsult har undersøkt et område med steinstrand, et område med berg i strandsonen, et område med berg hvor det var sprutmerker et stykke over sjøen, samt et skjermet område med stein.

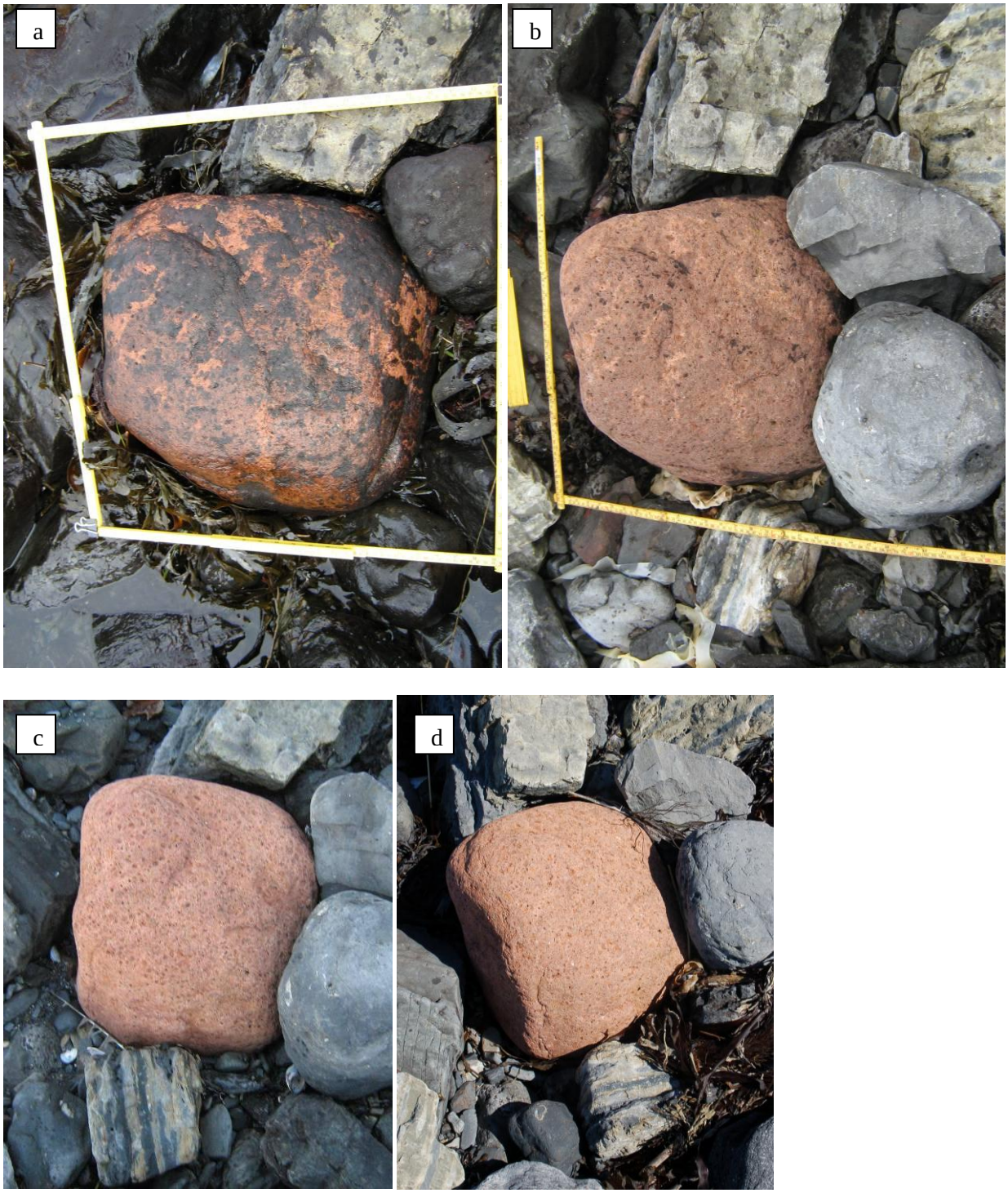
### *3.2.1 Steinet strand*

Området med steinet strand i Steinvika var betydelig renere våren 2010 sammenlignet med høsten 2009 (figur 2 til 6). Forbedringen ser ut til å ha fortsatt frem til observasjonstidspunktet på våren 2011. Det er mulig ut fra figur 3 å se at noen steiner er flyttet på (særlig de minste steinene), noe som tyder på at bølge- og isenergien i noen episoder gjennom vinteren 2009-2010 må ha vært betydelig. Våren 2011 ble det ikke observert olje i området.




*Figur 2. Oversiktsbilde Steinvika*

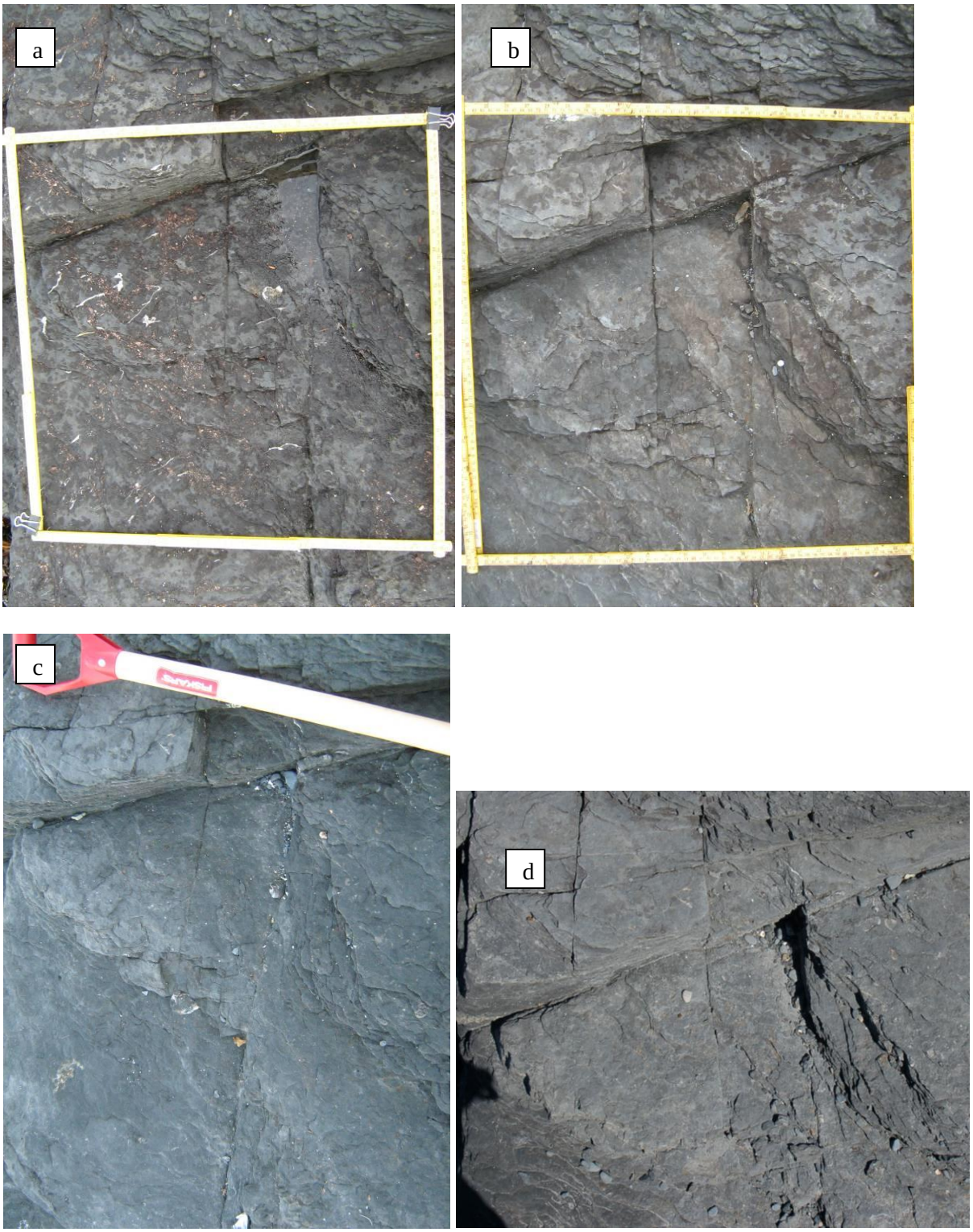
*Figur 3. Oversiktsbilde over steinet strand i Steinvika (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). I Steinvika ble områdene med steinstrand (forskjellige bergarter) påført strandrensemidler og renset manuelt.*



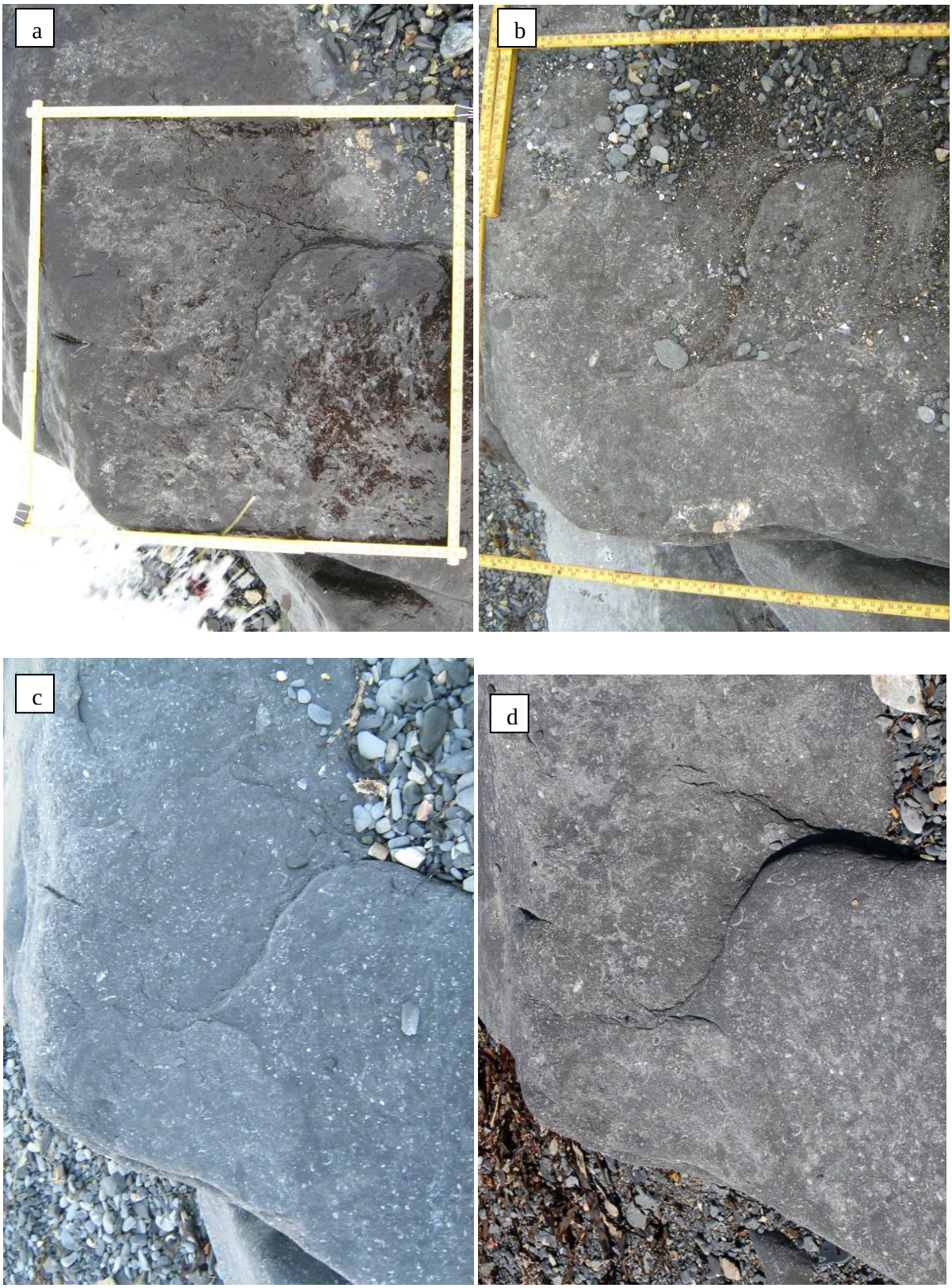

*Figur 4. Bilde av oljeforurenset stein (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Steinen kan finnes igjen på bildene i figur 3. Det er tydelig forbedring fra høst 2009 til vår 2010. Noe mindre olje på steinen høst 2010 sammenlignet med vår 2010. Ingen olje funnet i 2011.*

### *3.2.2 Berg i strandsonen*

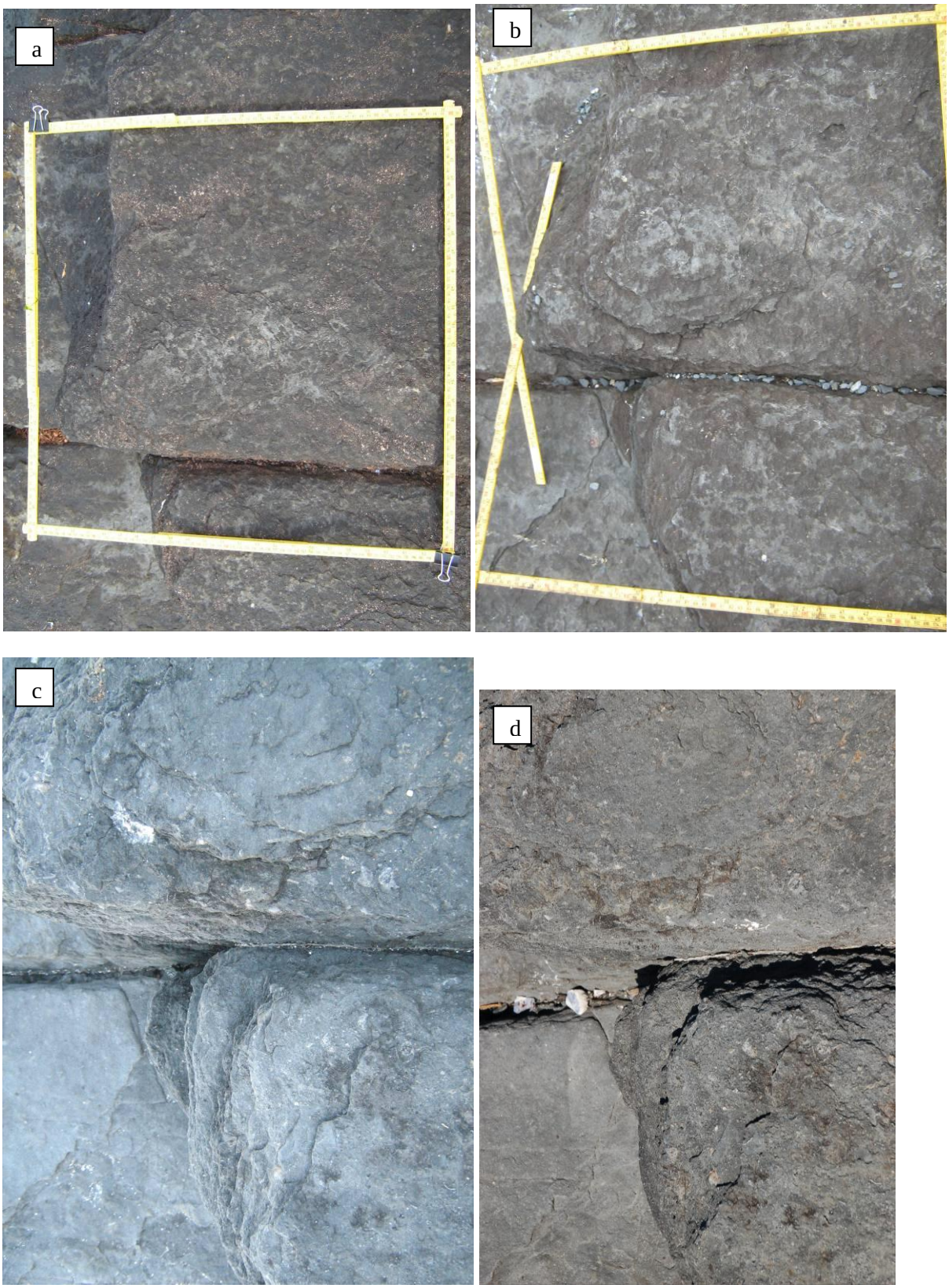
I dette området (jf. figur 2) er den synlige oljeforurensningen borte (jf. figur 5 til 7). Endringen var størst mellom høst 2009 og vår 2010.




*Figur 5. Bilde av oljeforurenset berg i strandsonen (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Merk at lysforholdene er annerledes høst 2010 og vår 2011 samt noe forskjellig skyggevirkning våren 2011. I Steinvika ble områdene med berg påført strandrensemidler og skylt uten bruk av høyt trykk. Ingen stor forskjell fra vår 2010 til høst 2010. Ingen olje observert vår 2011.*



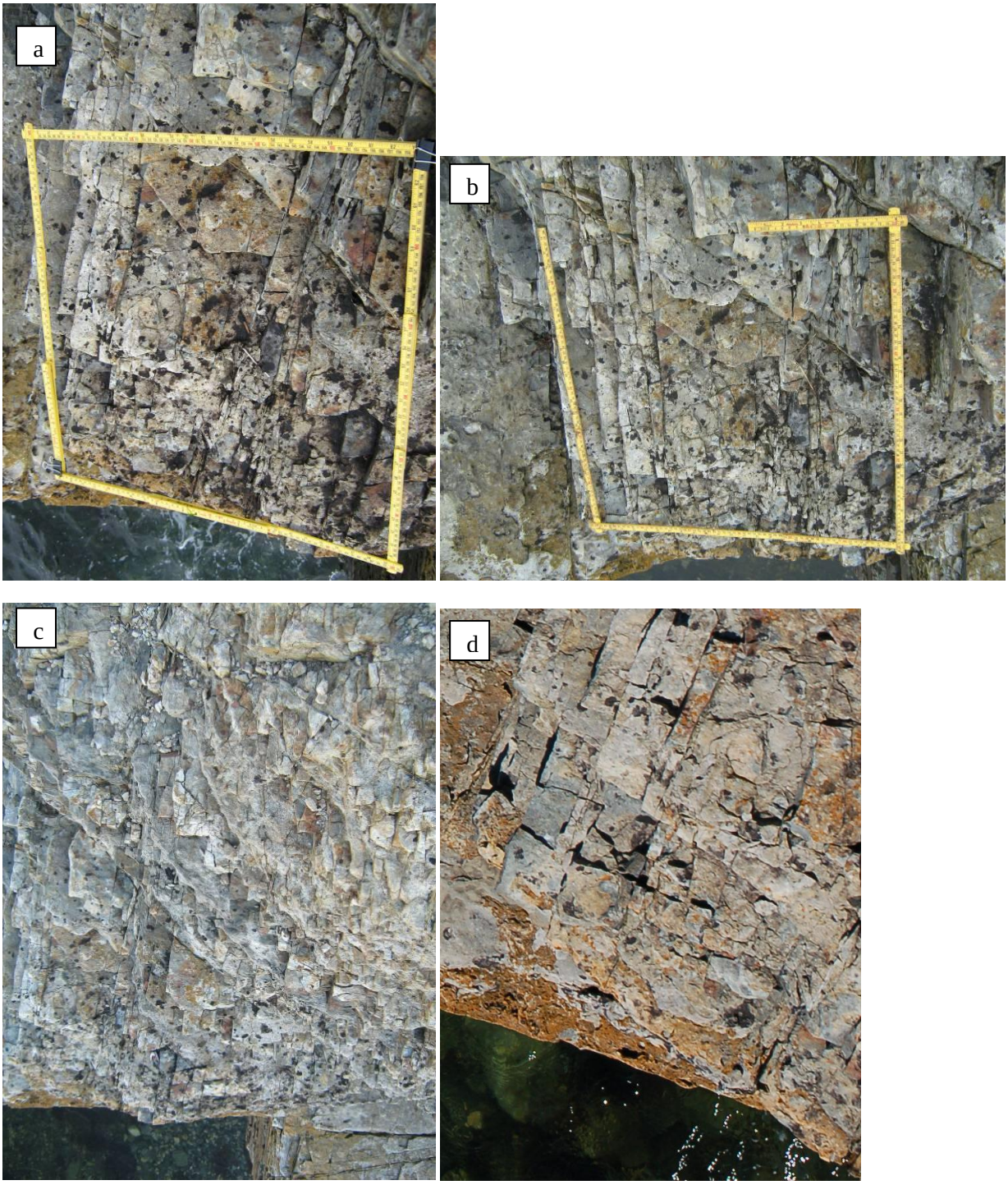

*Figur 6. Bilde av oljeforurenset berg (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Merk at lysforholdene er annerledes høst 2010 og vår 2011. I Steinvika ble områdene med berg påført strandrensemidler og skylt uten bruk av høyt trykk. Det ble ikke observert olje høsten 2010 eller vår 2011.*




*Figur 7. Oljeforurenset berg (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Merk at lysforholdene er annerledes høst 2010 og vinkelen på sollyset er forskjellig våren 2011. I Steinvika ble områdene med berg påført strandrensemidler og skylt uten bruk av høyt trykk. Ingen olje påvist høst 2010 og vår 2011.*

### *3.2.3 Berg med sprutmerker*

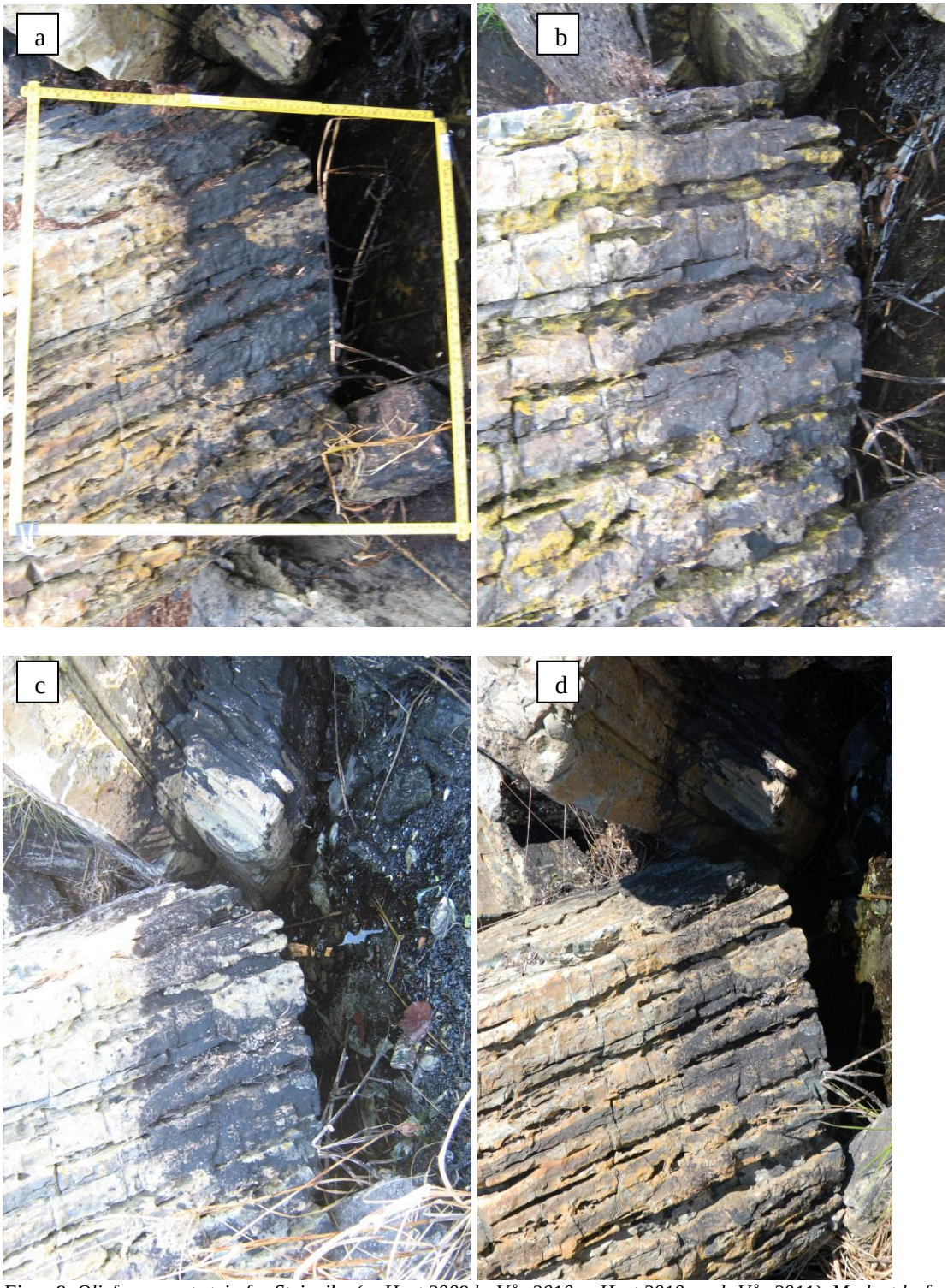
I området (jf. figur 2) er den visuelle oljeforurensningen betydelig redusert. Reduksjonen var stor i perioden mellom vår og høst 2010. Våren 2010 skyltes ca. 20 % av de visuelle flekkene lav (figur 8), mens høsten 2010 var ca. 60 % av flekkene lav. Området er ikke renset. Våren 2011 var det en betydelig reduksjon av antall flekker og de flekkene som ble undersøkt var lav.




*Figur 8. Berg med sprutmerker ca 4-5 meter over normal (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Merk at lysforholdene er annerledes høst 2010. Bilde d er forstørret i forhold til de andre. Ca. 20 % av flekkene er lav og mose i 2009 og vår 2010, og ca. 60 % av flekkene er lav og mose høst 2010. Litt olje igjen høsten 2010. Våren 2011 er det betydelig mindre flekker og de som ble undersøkt var mose.*

### *3.2.4 Skjermet område med stein*

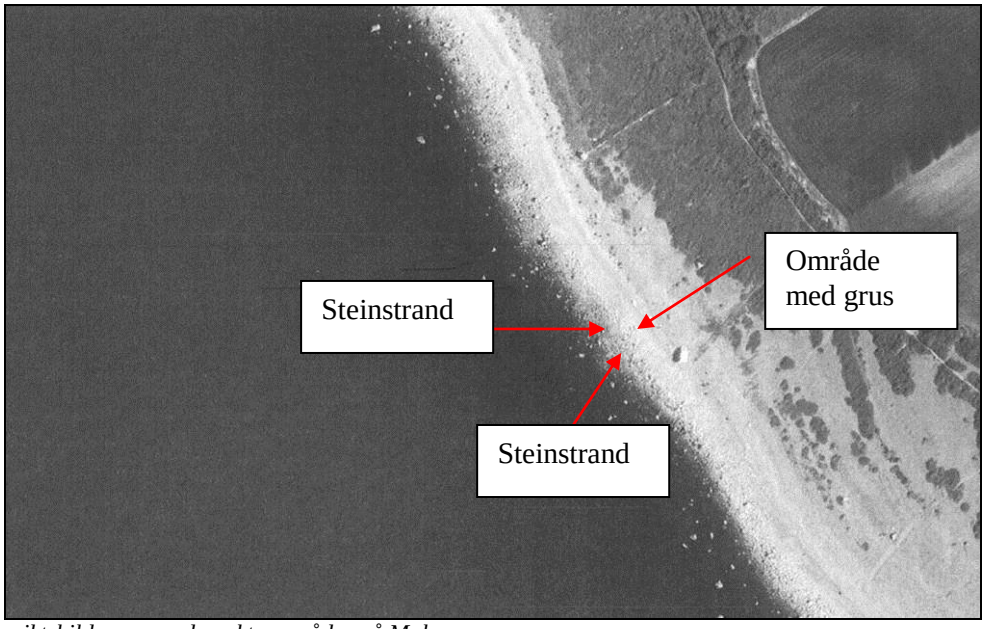
Det er liten visuell endring av oljeforurensingen i dette området (figur 9), men oljen er noe mer forvitret i 2010 og 2011 enn høsten 2009.




*Figur 9. Oljeforurenset stein fra Steinvika (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Merk at lysforholdene er annerledes høst 2010 og vår 2011. Oljene sverter fremdeles av våren 2011.*

## 3.3 Mølen

Mølen er en del av Ra-morenen som går ut i sjøen og som finnes igjen på Jomfruland. Strandsubstratet består av grus til stor stein. Finmaterialet i overflaten er vasket bort. Energinivået fra bølger er høyt. På Mølen ble to områder med stein og et område med grus undersøkt (figur 10).

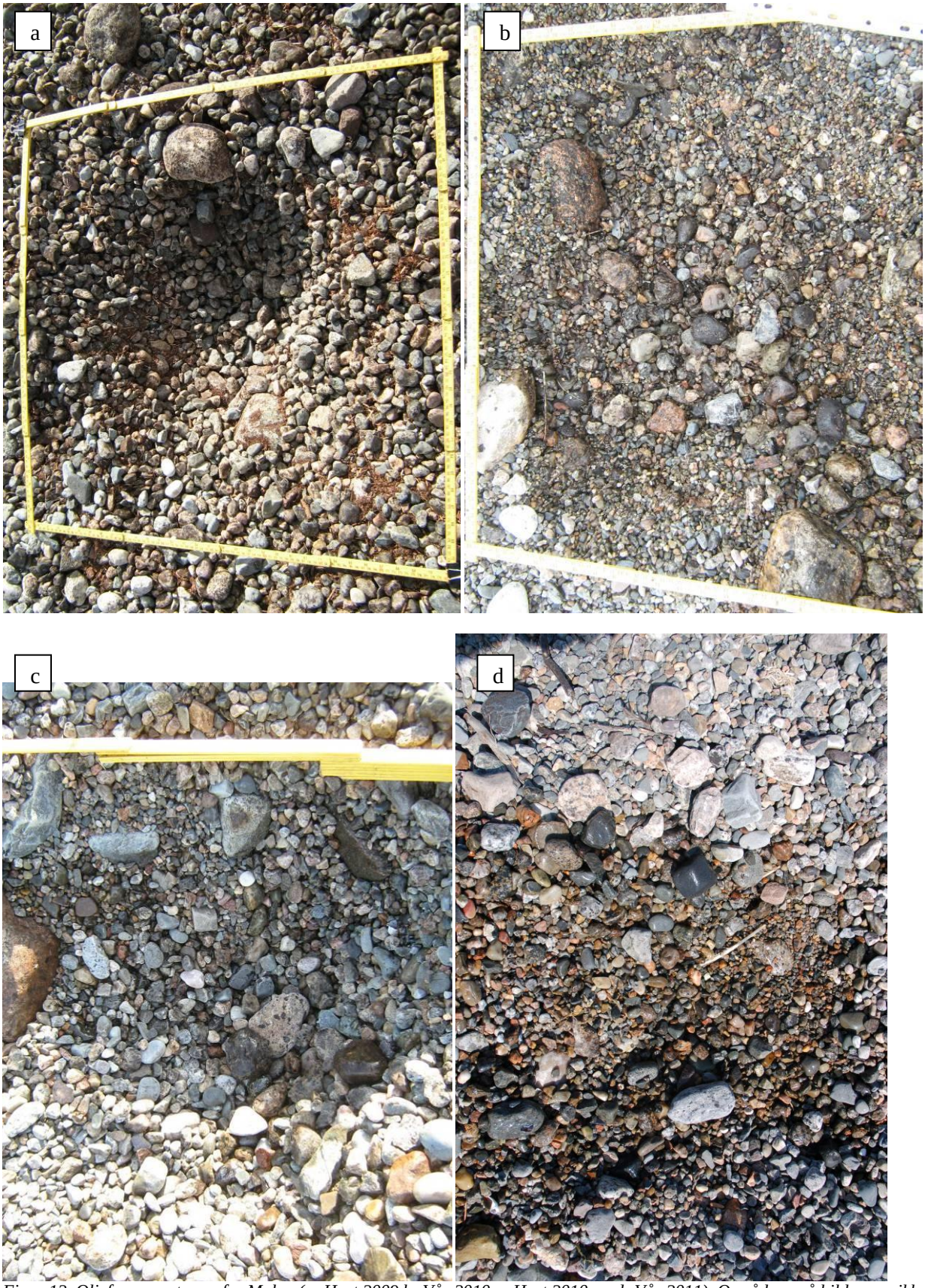



*Figur 10. Oversiktsbilde over undersøkte områder på Mølen*

### *3.3.1 Områder med grus*

Høsten 2009 var det påvist flytende olje 20 til 30 cm ned i grusen. Våren 2010 var det ikke mulig å finne flytende olje, men det luktet fortsatt kraftig av olje. Det lå også et oljebelegg igjen på grusen (figur 11 og 12). Det var betydelig mindre bark og torv i grusen våren 2010 enn hva som ble påvist i 2009. Høsten 2010 var lukt av olje borte, men det var oljebelegg på noe av grusen. Våren 2011 var det betydelig mindre olje på grusen.

*Figur 11. Oljeforurenset grus fra Mølen (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Områdene på bildene er ikke helt identiske, men er fra samme område. Høsten 2010 var lukt av olje borte, men det var oljebelegg på noe av grusen. Våren 2011 vare det få steiner som hadde oljeflekker.*

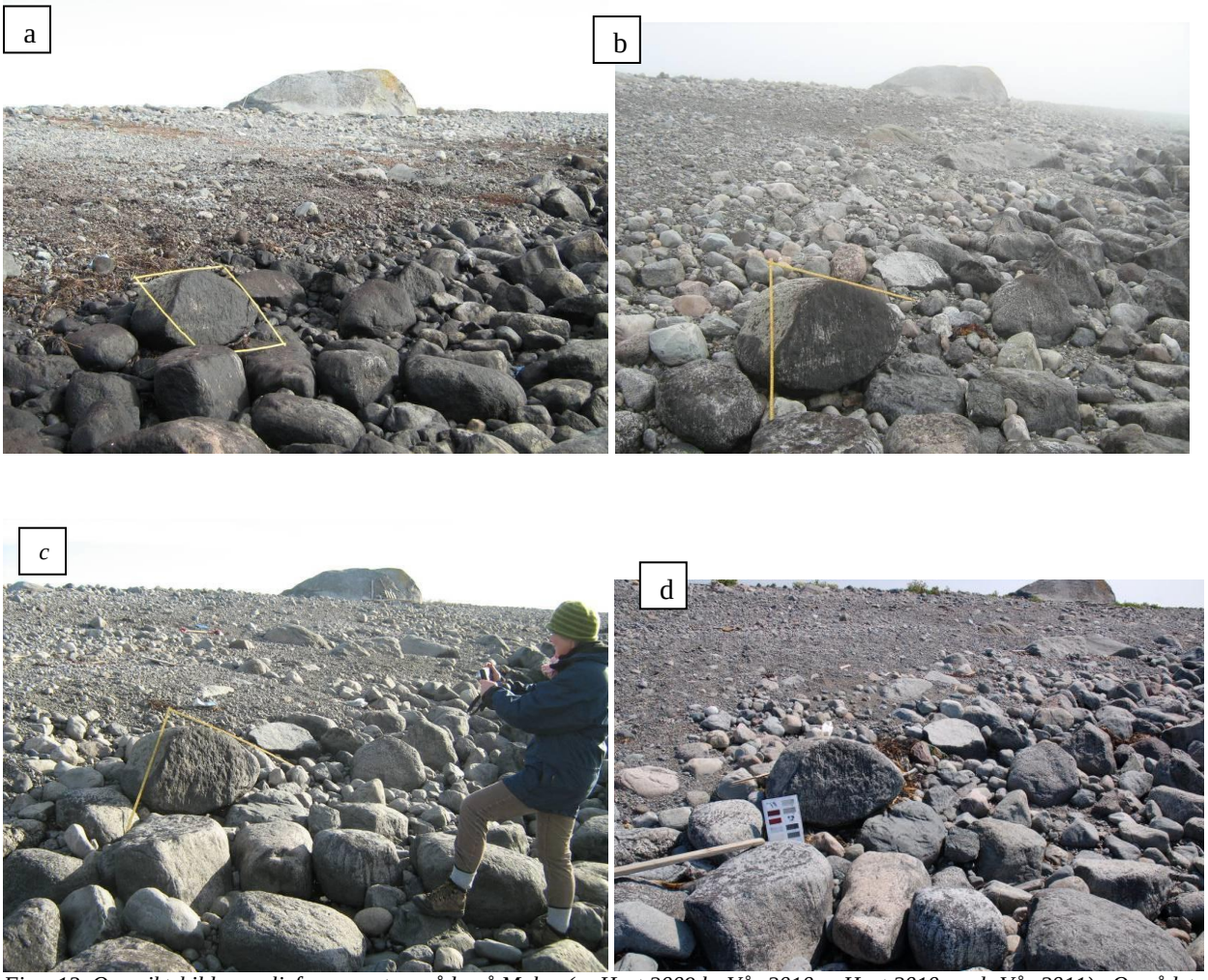



*Figur 12. Oljeforurenset grus fra Mølen (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Områdene på bildene er ikke helt identiske, men er fra samme område. Høsten 2010 var lukt av olje borte, men det var oljebelegg på noe av grusen. Våren 2011 vare det få steiner som hadde oljeflekker.*

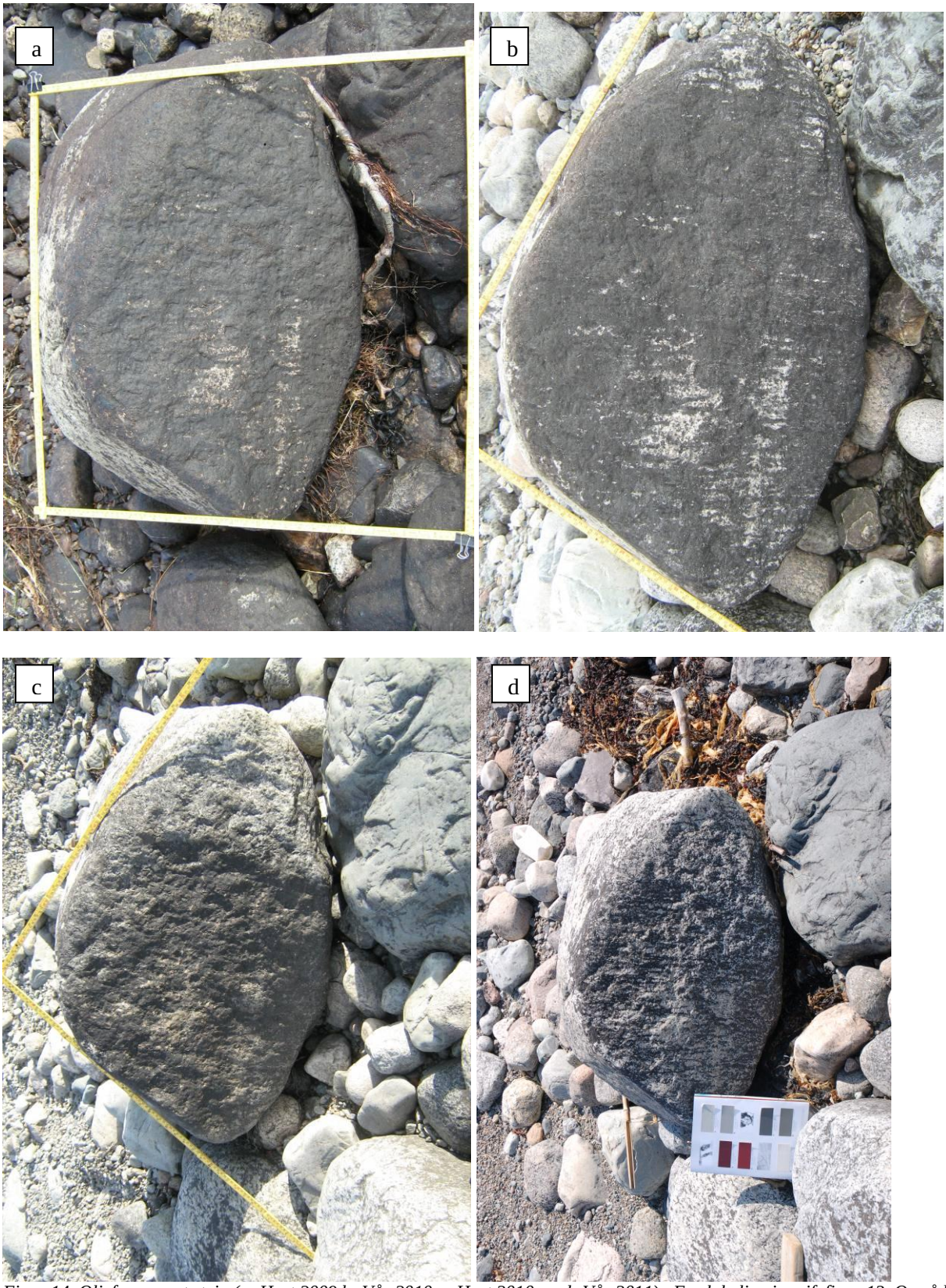
### *3.3.2 Områder med stein*

I strandsonen som er dominert av stein har det vært liten endring i den visuelle oljeforurensningen (figur 13 til 15). Området ble renset etter undersøkelsen våren 2010, og en viss forbedring kunne ses høsten 2010. Høsten 2010 var det fremdeles olje som svertet og mellom steinene lå det tykt lag med tørket olje (figur 16).

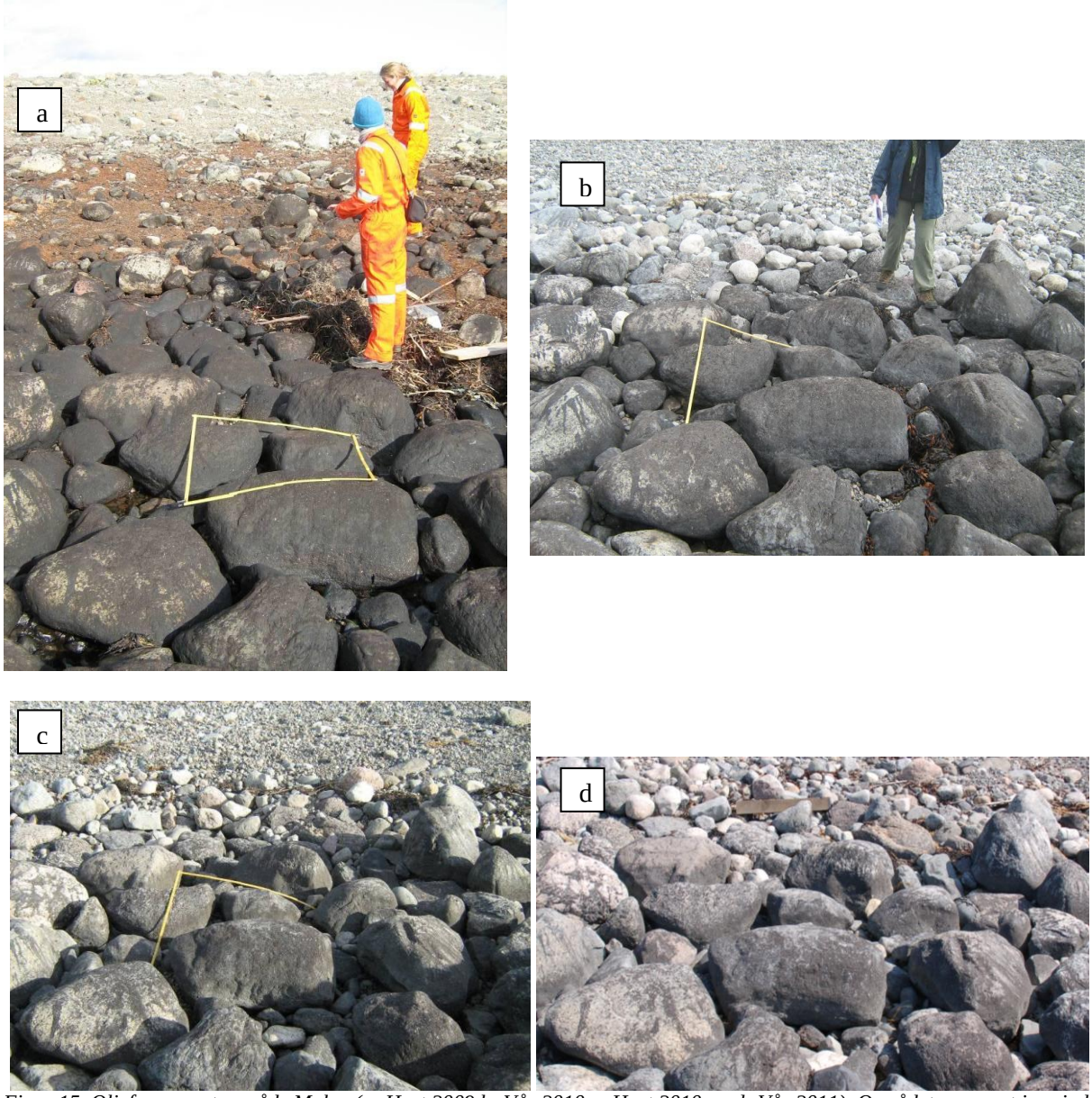
Våren 2011 vare det en betydelig forbedring i visuell forurensing. Oljen var blitt hardere og begynt å løsne i flak. Fremdeles er det områder hvor oljen sverter.



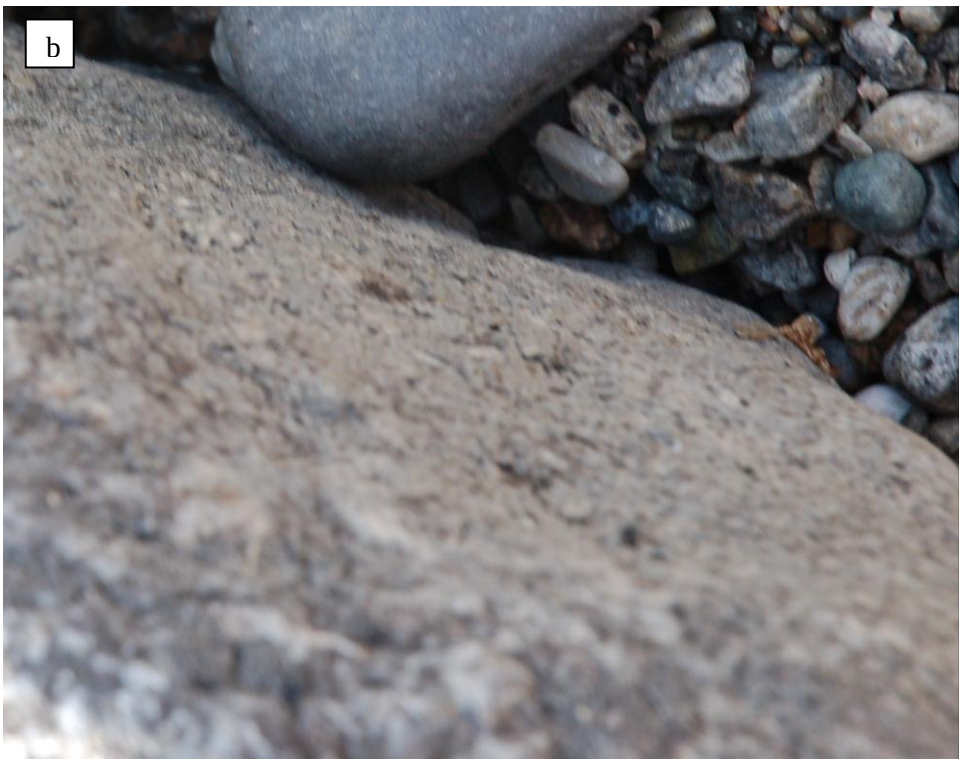

*Figur13. Oversiktsbilde av oljeforurenset område på Mølen (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Området er renset i perioden mellom vår og høst 2010.*




*Figur 14. Oljeforurenset stein (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). For lokalisering, jf. figur 13. Området er renset i perioden mellom vår og høst 2010. Fremdeles olje på steinen våren 2011, men betydelig redusert. Sverter fremdeles.*




*Figur 15. Oljeforurenset område Mølen (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Området er renset i perioden mellom vår og høst 2010. Mellom høst 2010 og vår 2011 har det vært en betydelig visuell reduksjon. Oljen sverter fremdeles.*

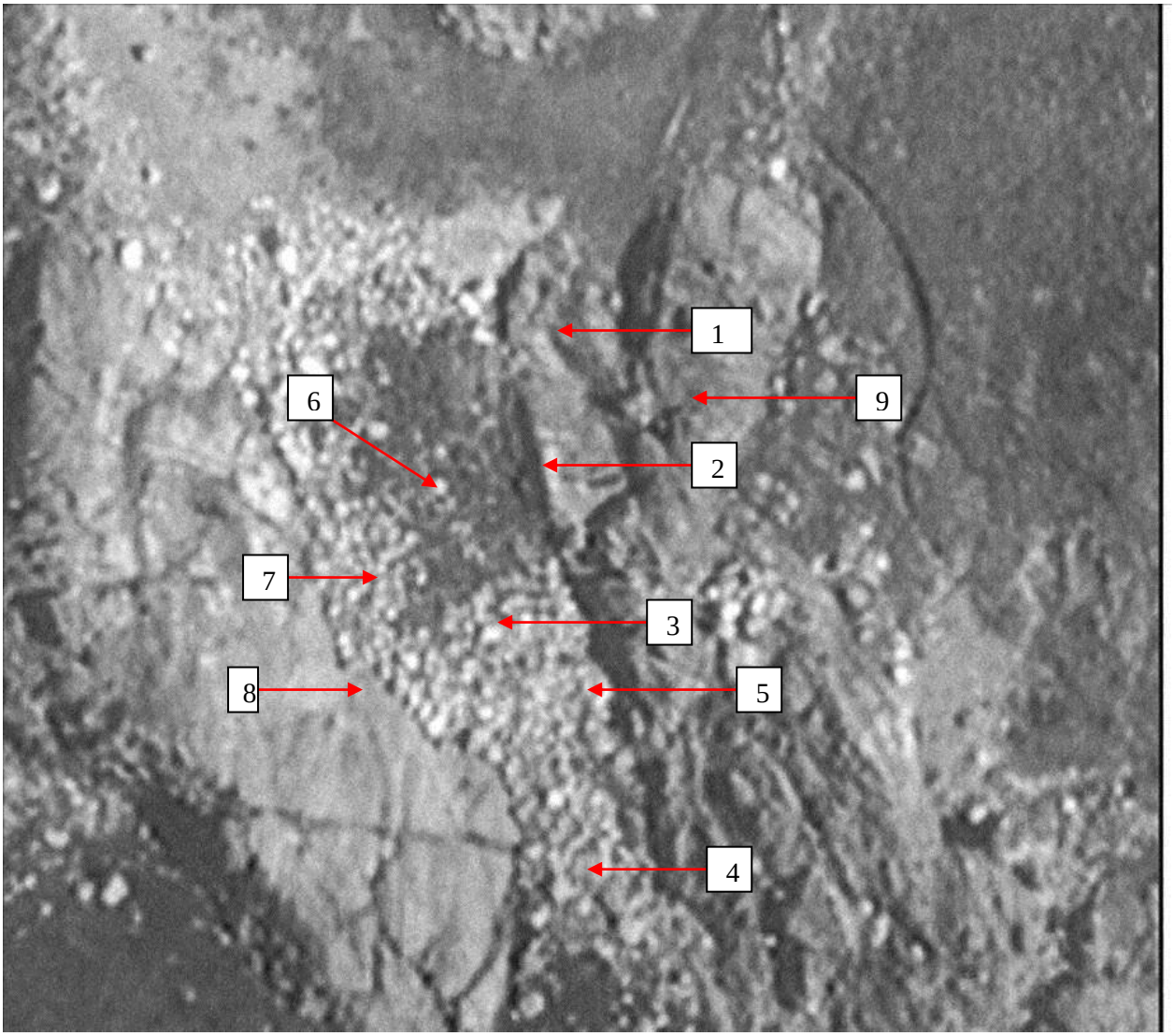



*Figur 16. Oljeforurensning mellom steinene på Mølen, (a; høst 2010 og b; vår 2011). Olje tykkelsen var ca. 5 millimeter tykk høsten 2010 og våren 2011. Oljen flekker av og er blitt hardere.*

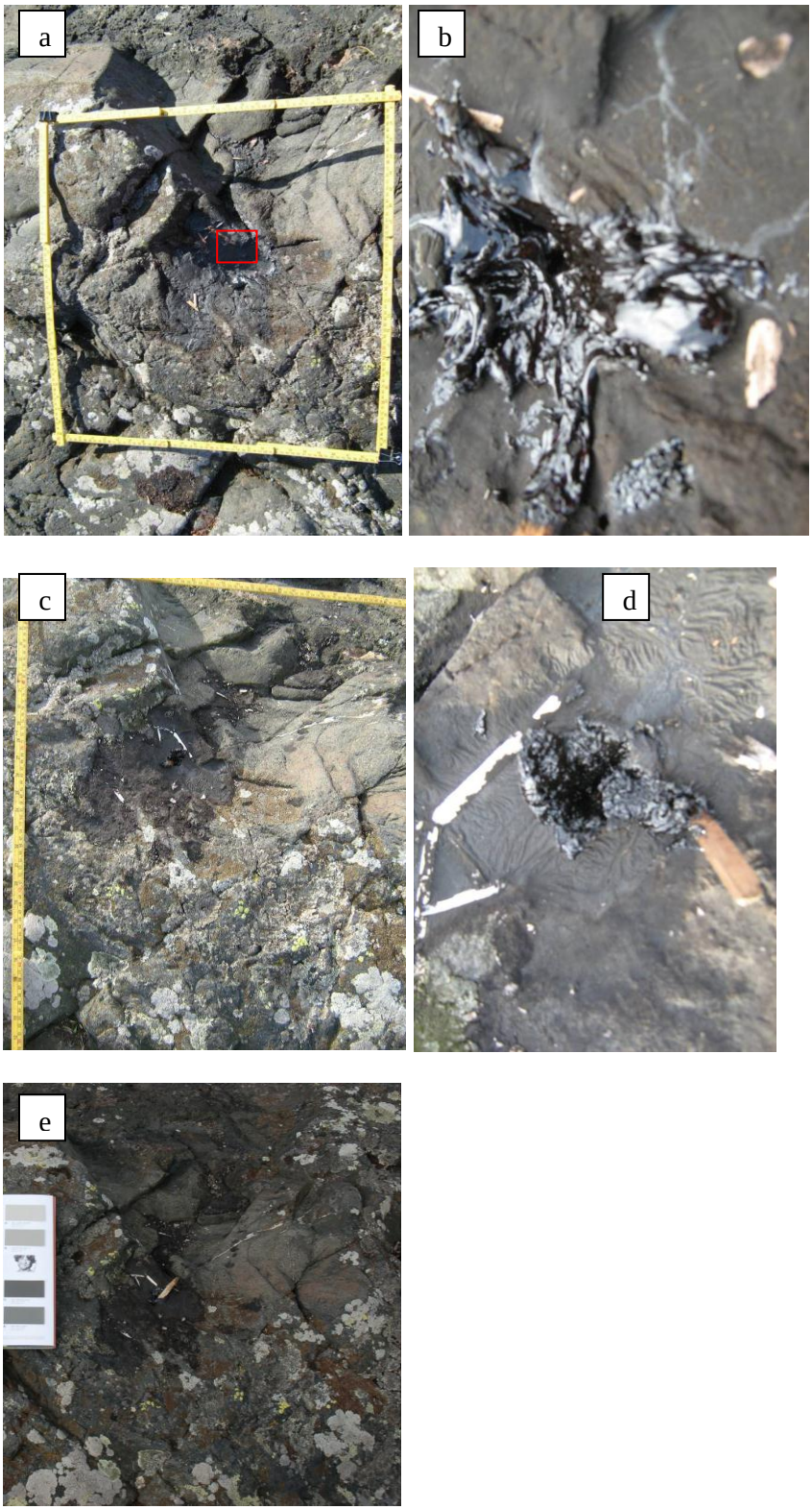
### 3.4 Oddanesand (referanseområdet)

I en liten bukt med berg, stein, gress og tang ble det ikke gjennomført rensetiltak. Dette er referanseområdet på Oddanesand som viser naturlig nedbryting av olje (figur 17). Området er skjermet og lite utsatt for bølgeenergi.

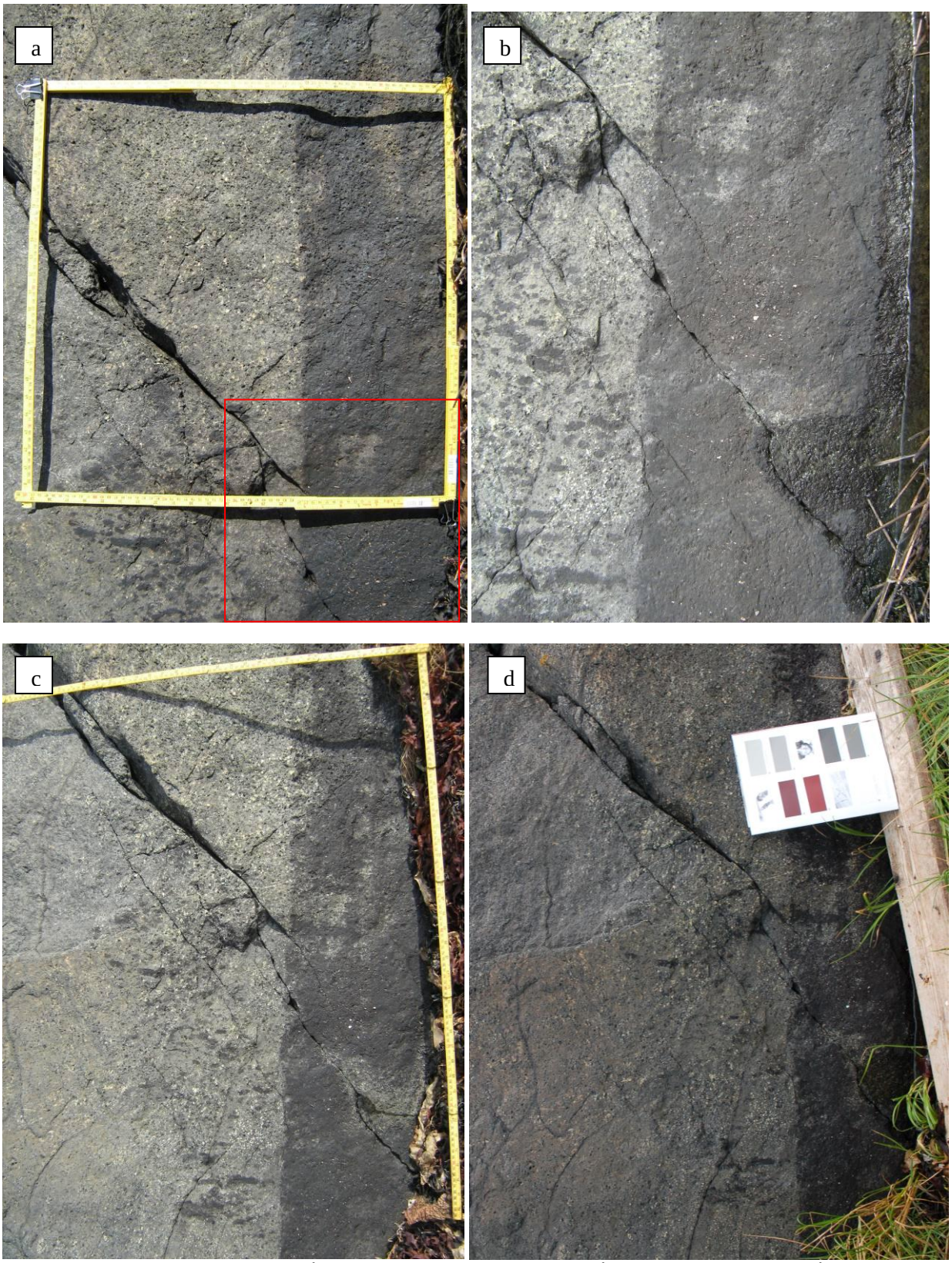
Nedbrytningen her (figur 18 til 25) har vært større sammenlignet med Mølen, og deler av Steinvika. I områdene med gress er det en visuell bedring, men dette skylles at nytt, friskt, gress har vokst gjennom oljelaget som finnes i et tykt lag i overgangen til rotsonen. Dammer med flytende olje som ble funnet høsten 2009 har nå tørket noe mer inn, og oljen er mer tjærelik. Nedbrytingen på bergflater er større enn i områdene som har vært renset. Det er uklart om hva denne raske forbedringen kan skyldes.



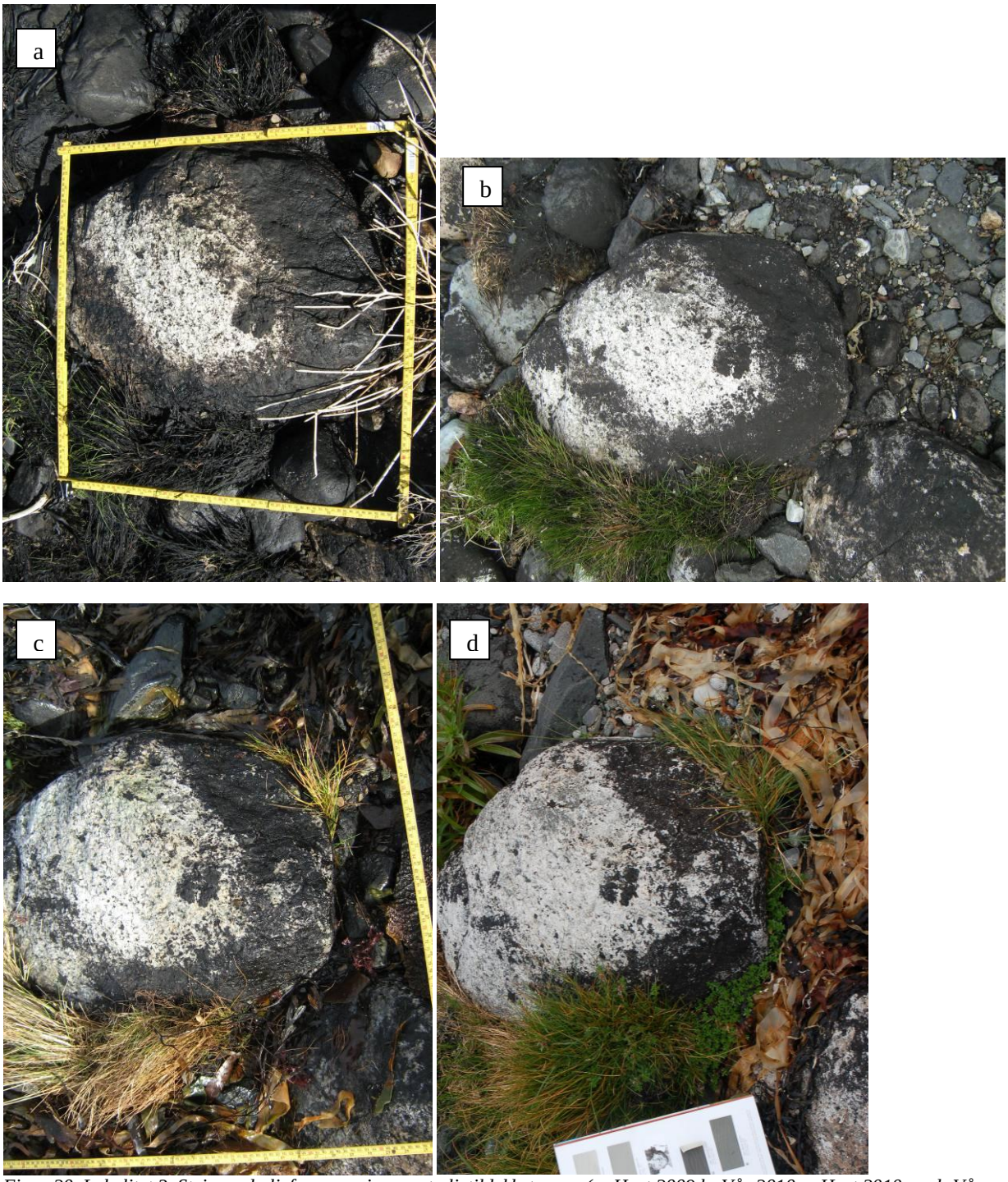

*Figur 17. Oversiktsbilde referanse området ved Oddanesand. Numrene henviser til lokalitetsnr. i billedteksten i figurene 18 til 25.*



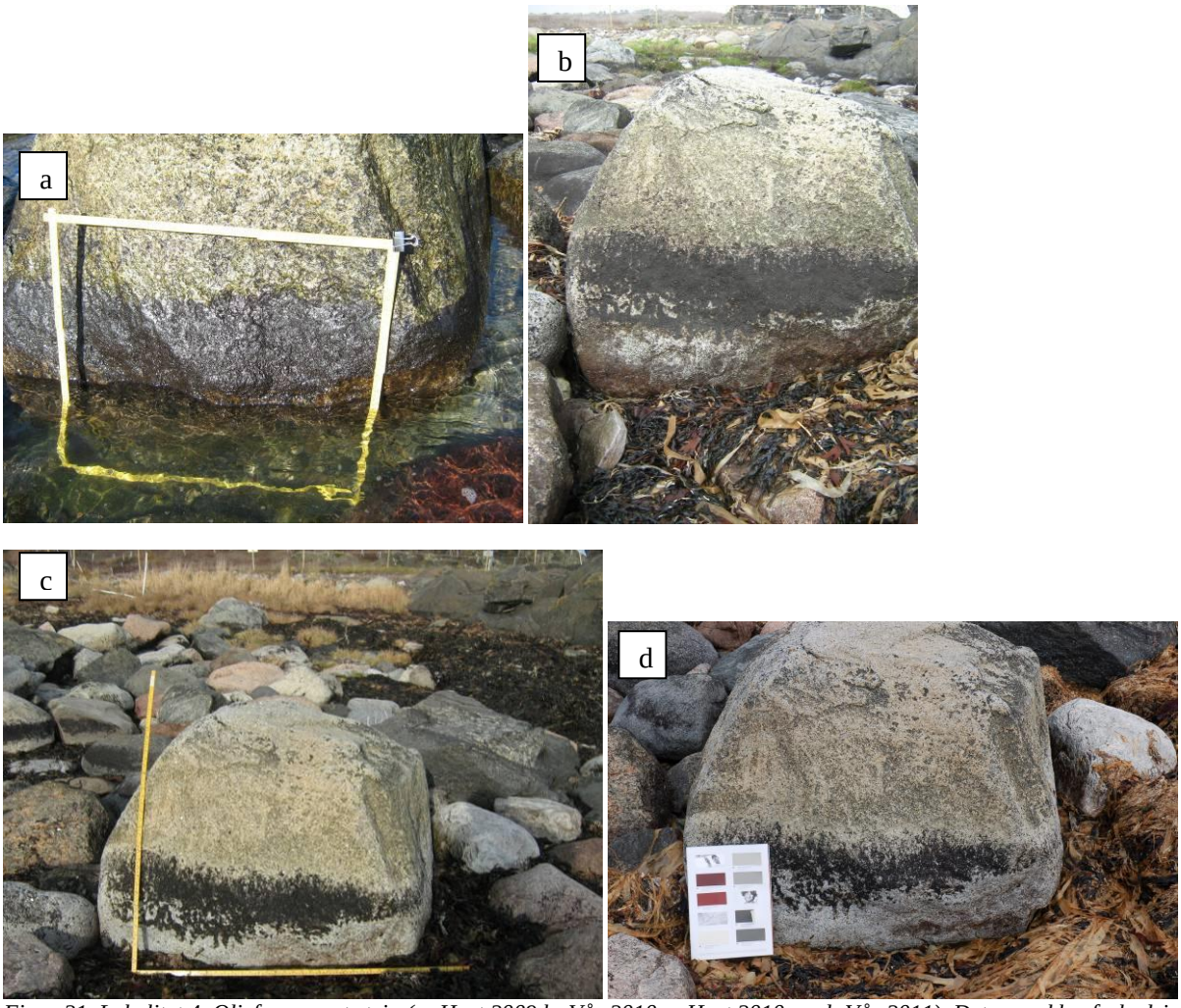

*Figur 18. Lokalitet 1(a: Høst 2009 b: Vår 2010 og c og d: Høst 2010, e: Vår 2011). Rød firkant indikerer utsnittet på bildet a (b og d). Dam med olje som er størknet noe våren 2010 og som har fått en betydelig skorpe høsten 2010 og våren 2011. Dammen var ca. 2 cm dyp, kleber seg til det den kommer i kontakt med.*



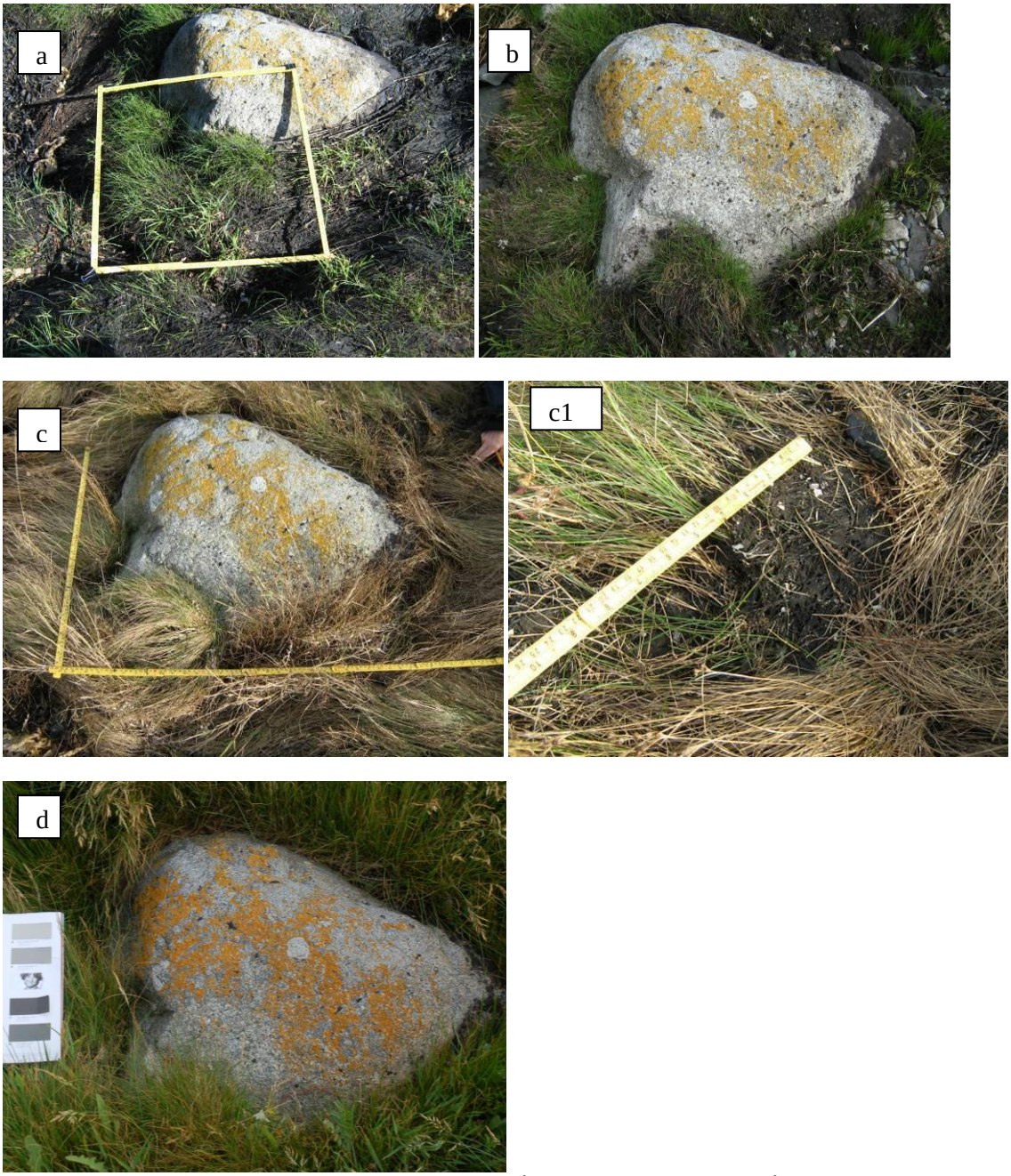

*Figur 19. Lokalitet 2. Oljeforurensning på loddrett bergvegg (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Rød firkant indikerer utsnittet på bildet b. Noe forbedring kan observeres. Oljen sverter fremdeles, indikasjoner på at oljen ramler av flakvis.*



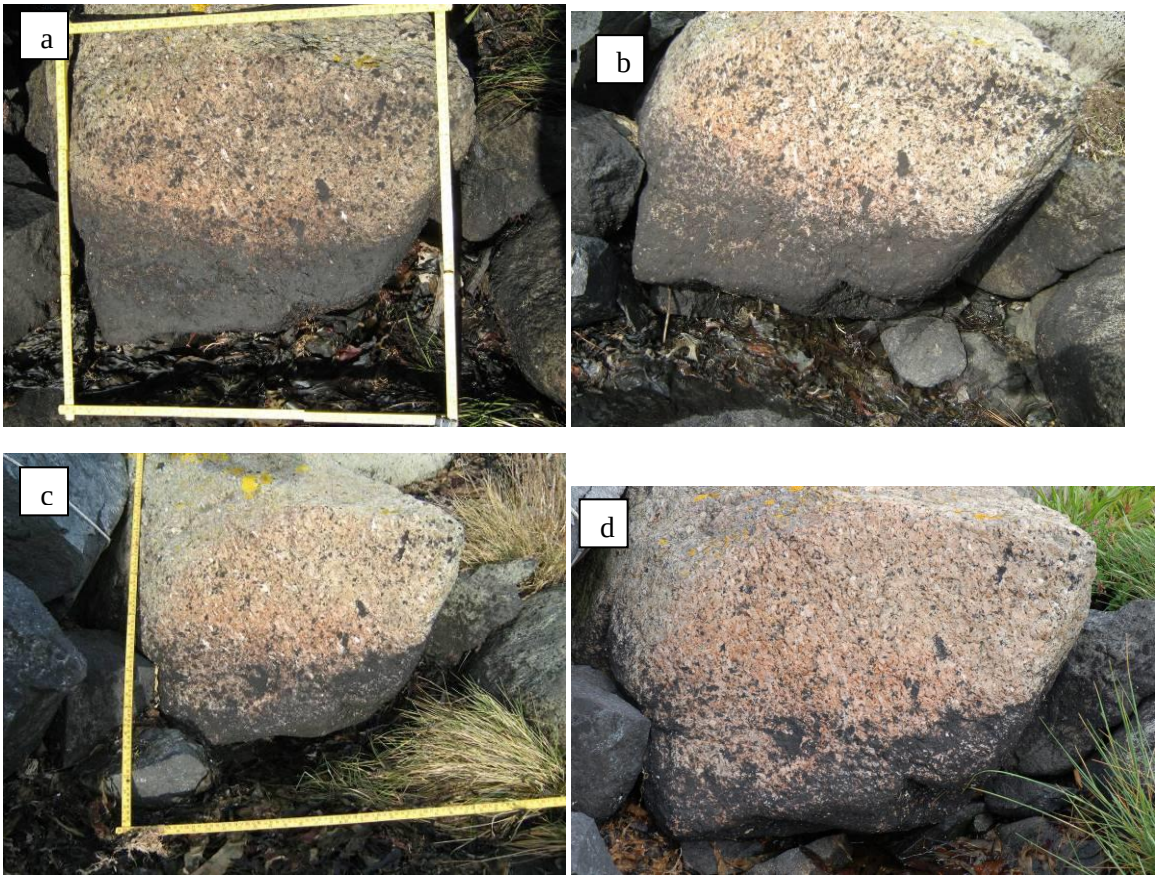

*Figur 20. Lokalitet 3. Stein med oljeforurensning samt oljetildekket gress (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Høsten 2010 var steinen fullstendig dekket av våt tang. Det er en klar forbedring over tid, indikasjoner på at oljen kan flekkes av flekkvis. Betydelig forbedring gjennom vinteren 2011.*



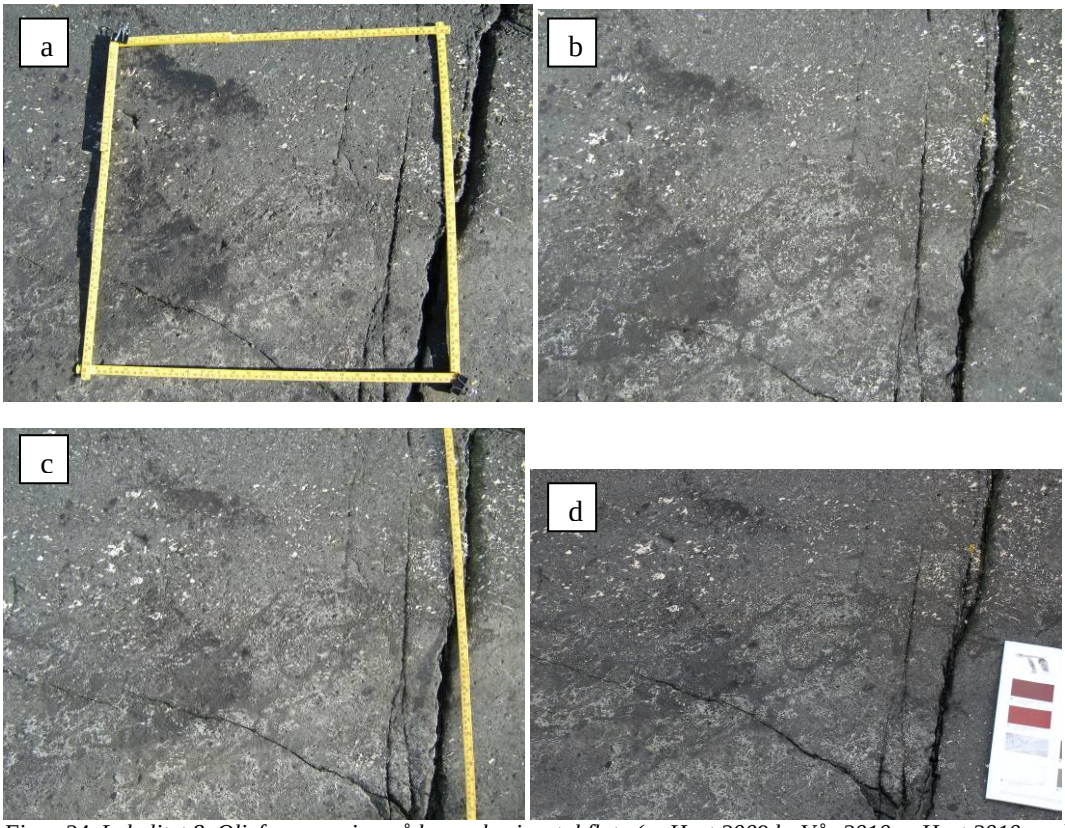

*Figur 21. Lokalitet 4. Oljeforurenset stein (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Det er en klar forbedring over tid, sverter mindre våren 2011, indikasjoner på at oljen kan flekkes av flakvis. Størst forbedring vinteren 2011.*



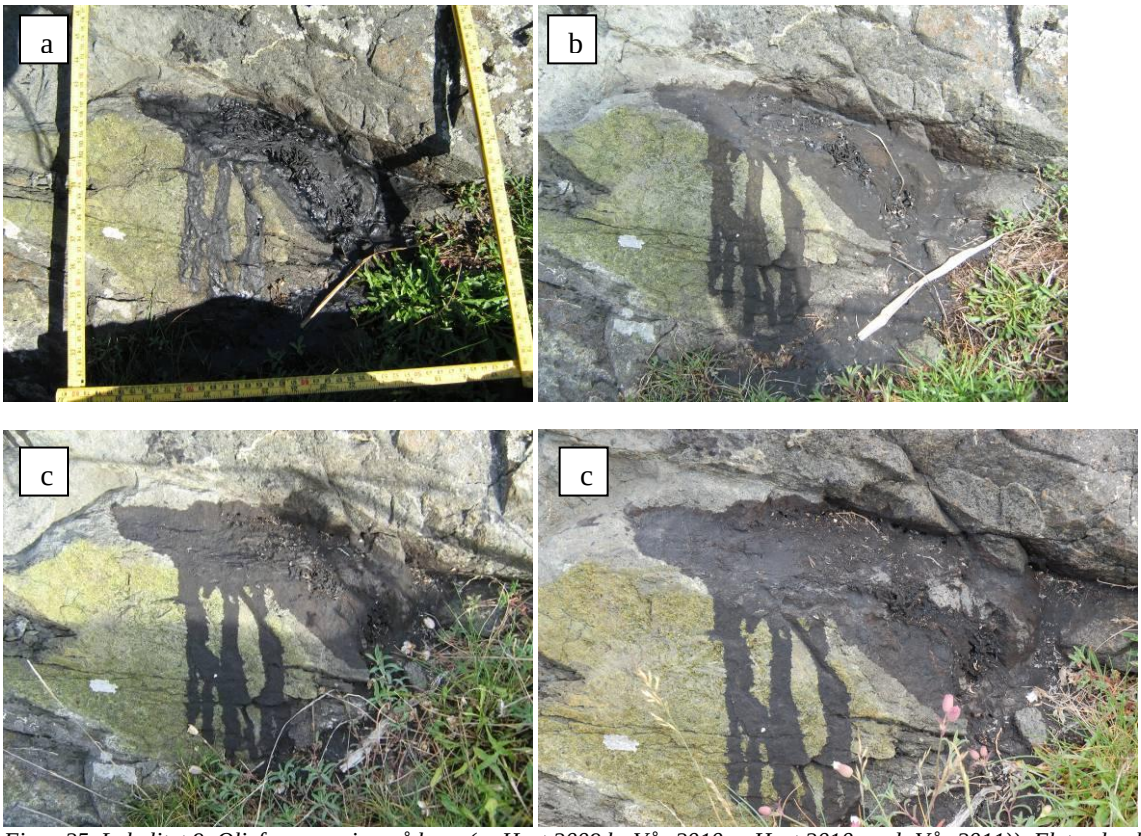

*Figur 22. Lokalitet 6. Oljetildekket gress (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Det er en viss forbedring over tid. C1 viser nærbilde av tilstanden høsten 2010 med betydelige mengder olje under gresset. Våren 2011 er det fremdeles tykk, seig olje under gresset, men den er fastere enn høsten 2010.*




*Figur 23. Lokalitet 7. Oljeforurensning på stein (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Det er en viss forbedring over tid. Oljen sverter fremdeles.*




*Figur 24. Lokalitet 8. Oljeforurensning på berg - horisontal flate (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011). Det er en viss forbedring over tid, sverter ikke høsten 2010.*




*Figur 25. Lokalitet 9. Oljeforurensning på berg (a: Høst 2009 b: Vår 2010 c: Høst 2010 og d: Vår 2011)). Flytende olje høsten 2009, seig masse våren og høsten 2010. Fremdeles seig olje, med fastere overflate enn høsten 2010.*

# 4 THC- OG PAH-ANALYSER

## 4.1 THC og PAH

Prøvene for analyse ble tatt i de øverste 20 cm av strandsedimentene i Steinvika (figur 2, St. vika 1 og St. vika 2). Store steiner ble pukket ut eller siktet ut. Strandsedimentet besto av grov grus og stein, nesten fri for finstoff, men den inneholdt store mengder bark og torv fra tromlingen (dypere enn 5 cm). Det ble ikke observert bark i massene høsten 2010, men mere våren 2011, noe som kan skyldes store variasjoner i utbredelsen av barken i massene. Det ble totalt sett observert mindre mengder organisk materiale høsten 2010 sammenlignet med våren 2011. Analyseresultatene er gitt i vedlegg 1.

Strandsedimentene vil ved stormflo dekkes med vann og kan da ha økotoksikologisk effekt på marine organismer. Ved normalt havnivå befinner massene seg over vann. Det er derfor relevant å se konsentrasjonene både i forhold til klassifisering av marine sedimenter og klassifisering av forurenset grunn.

I tabell 1 er resultatene sammenlignet mot klassifiseringen av marine sedimenter. Denne viser verdier som normalt er problematisk for marine sedimenter (over klasse III) og akutt giftige i klasse IV og V. Tabellen viser analyseresultatene fra alle prøvetakingene (2009 – 2011). I tillegg er det vist endringene i fra høsten 2009 til våren 2011, samt endringene fra høsten 2010 til våren 2011.

Det har stort sett vært en klar nedgang i konsentrasjonene i Steinvika. Konsentrasjonene av de fleste forbindelsene, blant annet sum PAH-16 og benzo(a)pyrene, er lave og i tilstandsklasse II. Våren 2011 er det kun to stoffer som er i konsentrasjoner som er problematiske for marine organismer, dvs. benso(a)antrasen og benso(ghi)perylen begge i klasse IV. Økningen av benso(a)antrasen til klasse IV fra høsten 2010 til våren 2011er ikke større enn at den kan forklares innenfor måleusikkerheten til laboratoriet. Andre årsaker kan være variasjon ved prøvetaking som følge av inhomogene masser og økt innhold av bark.

Den største prosentvise reduksjonen av stoffkonsentrasjonen ble observert i perioden mellom vår og høst 2010. Det er mindre endringer fra høsten 2010 til våren 2011. Økningen i oljekonsentrasjonen kan skyldes at oljen er bundet til barken, som det var mer av i prøven fra våren 2011.

*Tabell 1. Oljeforurensningen og PAH- forurensingen høsten 2009, våren 2010, høst 2010og vår 2011 i Steinvika. Det er benyttet TA-2229/2009 til klassifiseringen av forurensningen. Grønn farge i endringsfeltet viser nedgang, Rød farge i endringsfeltet viser økning. Lilla bakgrunn betyr at deteksjonsgrensen er høyrer enn øvre grense for klasse II.*

**Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)**

| | |
|---|---|
| I Bakgrunn | Bakgrunnsnivå |
| II God | Ingen toksiske effekter |
| III Moderat | Kroniske effekter ved langtidseksponering |
| IV Dårlig | Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering |
| V Svært dårlig | Omfattende akutt-toksiske effekter |

| | | | Høst 2009 | | Vår 2010 | | Høst 2010 | | Vår 2011 | Endring fra høst 2009 til vår 2011 i % | Endring fra høst 2010 til vår 2011 i % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENT | SAMPLE | TA-2229/2007 | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord | St. vika 2 Jord | St. vika 2 Jord | St. vika 2 Jord |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | | 73 | 14 | <2 | 12 | <2 | <2 | <2 | Nedgang | Ikke relevant |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | | 1380 | 188 | 212 | 246 | 8 | 9 | 3 | 98,78 | 66,67 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | | 8360 | 2560 | 6850 | 2870 | 182 | 312 | 689 | 75,99 | 120,83 |
| Fraksjon >C35-C40 | mg/kg TS | | 1880 | 648 | | | | | | | |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | | 9813 | 2762 | 7062 | 3128 | 190 | 321 | 883 | 71,77 | 175,08 |
| | | | | | | | | | | | |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,29 | 0,227 | <0.100 | 0,01 | <0.010 | 0,035 | 0,029 | <0.010 | ??? | Nedgang |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,033 | 0,183 | <0.100 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | ??? | Ikke relevant |
| Acenaften | mg/kg TS | 0,16 | 1,55 | <0.100 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | Ikke relevant | Ikke relevant |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,26 | 0,454 | <0.100 | 0,02 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | Ikke relevant | Ikke relevant |
| Fenantren | mg/kg TS | 0,5 | 1,66 | 0,215 | 0,21 | <0.010 | 0,013 | 0,015 | <0.010 | Nedgang | Nedgang |
| Antracen | mg/kg TS | 0,031 | 0,518 | 0,182 | 0,14 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | Nedgang | Ikke relevant |
| Fluoranten | mg/kg TS | 0,17 | 0,418 | 0,14 | 0,30 | 0,18 | 0,013 | 0,019 | <0.010 | Nedgang | Nedgang |
| Pyren | mg/kg TS | 0,28 | 4,19 | 1,34 | 4,66 | 2,31 | 0,31 | 0,31 | 0,124 | 94,63 | 60,00 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 0,06 | 0,726 | 0,221 | 0,50 | 0,19 | 0,089 | 0,08 | 0,113 | 38,92 | 41,25 |
| Kysen | mg/kg TS | 0,28 | 1,56 | 0,444 | 1,10 | 0,51 | 0,044 | 0,048 | 0,079 | 84,51 | 64,58 |
| Benso(b)fluoranten | mg/kg TS | 0,24 | 0,162 | <0.100 | 0,29 | 0,10 | 0,033 | 0,052 | 0,014 | ??? | 73,08 |
| Benso(k)fluoranten | mg/kg TS | 0,21 | <0.100 | <0.100 | 0,05 | 0,02 | 0,011 | 0,021 | 0,025 | ??? | 19,05 |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 0,42 | 0,448 | 0,152 | 0,66 | 0,25 | 0,063 | 0,062 | 0,136 | 44,49 | 119,35 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,59 | <0.100 | <0.100 | 0,06 | 0,04 | 0,024 | 0,03 | <0,010 | ??? | Nedgang |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 0,021 | 0,378 | 0,134 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,118 | 0,062 | 56,03 | 47,46 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,047 | <0.100 | <0.100 | 0,06 | 0,03 | 0,021 | 0,041 | 0,012 | ??? | 70,73 |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 2 | 12,5 | 2,83 | 8,21 | 3,76 | 0,776 | 0,825 | 0,565 | 84,97 | 31,52 |

Forurensningskonsentrasjonene i prøvetatt løsmasse i Steinvika er også sammenlignet med klassifiseringen for forurenset grunn (TA-2553/2009), og den er over grenseverdi (klasse IV) for C12 til C35 ved stasjonen st. vika 2.

Konsentrasjonene som er målt i Steinvika vil ifølge TA-2553/2009 være problematiske i boligområder, byområder og selv i industriområder, jf. tabell 2 nedenfor:

*Tabell 2. Arealbruk grenseverdier etter TA2553/2009*

| *Arealbruk* | *Toppjord (<1m)* | *Dypere jord (>1m)* |
|---|---|---|
| Boligområder | Klasse 2 eller lavere | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (spredning) |
| Sentrumsområder | Klasse 3 eller lavere | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (spredning), eller klasse 5 etter risikovurdering (helse og spredning) |
| Industriområder | Klasse 3 eller lavere, eller klasse 4 etter risikovurdering (spredning) | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (Spredning), eller klasse 5 etter risikovurdering (helse og spredning) |

TA-2553/2009 sier følgende om friluftsområder: "*Heller ikke skog, utmark, friluftsområder, fritidsbebyggelse og verneområder er plassert i noen tilstandsklasse. For disse kategoriene må det i hvert enkelt tilfelle vurderes hva som er en riktig plassering. I vurderingen bør det være avgjørende hvordan området skal brukes, og hvor stor eksponering dette utgjør for mennesket. Uregulerte friområder inne i en by/tettsted bør settes i samme kategori som sentrumsområder. I en blandet regulering vil det være den mest følsomme arealbruken som vil være utslagsgivende*."

Dette betyr at enten må klasse III eller strengere (klasse I-II) legges til grunn for akseptkriteriene på grunn av nærheten til tett befolkede områder, eller så bør det gjøres en risikovurdering av områdets bruk som friluftområde inkl. bading. Dette som grunnlag for å kunne konkludere hvilken forurensningsklasse områdets akseptkriterier bør legges på.

# 5 KONKLUSJON

## 5.1 Naturlig nedbryting

Naturlig nedbryting gjennom vinteren 2010-2011 har vært bedre enn tidligere. Nedbrytingen som har funnet sted ser ut til å være styrt av bølgeenergi, tilgang til sand og grus som erosjonsmateriale samt at oljen tørker og faller av i flak.

*Steinvika*
I deler av området har det skjedd en klar visuell forbedring og det er ikke funnet olje i de undersøkte områdene med ett unntak i et skjermet område hvor det fremdeles er oljeforurensning.

*Mølen*
Det er liten visuell forbedring av oljeforurensning på stein. Oljen er tørket noe mer og sverter mindre enn tidligere. I grusen ble det funnet mindre oljeforurensning våren 2011 enn tidligere. Det ble ikke påvist lukt i strandsedimentet høsten 2010, ei heller våren 2011. Det ble ikke påvist bark og torv innblandet i grusen.

*Oddanesand*
Det er en klar visuell forbedring av oljeforurensningen i prøveområdet. Nytt gress har vokst opp gjennom laget med oljeforurensning, og oljen som var flytende er nå meget viskøs. Nedbrytingen på bergflater er bedre enn i områdene som har vært renset. Det er indikasjon på at oljen flekker av i flak i de urensede områdene. Årsaken til dette er ikke kjent, men bør ha fokus de kommende årene.

Områdene som er renset er betydelig renere enn de urensede områdene. Det kan likevel ikke utelukkes at nedbrytningen har vært størst i urensede områder, da oljemengden var større her enn i områder der det ble renset. Dette bør følges over tid.

## 5.2 Analyseresultatene

Konsentrasjoner av THC har økt i forhold til målingene høsten 2010, mens PAH i strandsediment i Steinvika har hatt små endringer fra høsten 2010 til våren 2011. Innholdet av organisk materiale (bark) kan forklare variasjonene, siden oljen adsorberes til barken. Konsentrasjonene av de fleste forbindelsene, blant annet sum PAH-16 og benzo(a)pyrene, er lave og i tilstandsklasse II. Det er fremdeles høye konsentrasjoner av Benso(a)antrasen og Benso(ghi)perylen. Disse ligger i klasse IV i strandsedimentet (potensielt problematiske for marine organismer). For Benso(a)antrasen har det vært en økning siden høsten 2010. Økningen er ikke større enn at den kan forklares innenfor måleusikkerheten til laboratoriet. Andre årsaker kan være variasjon ved prøvetaking som følge av inhomogene masser og økt innhold av bark.

I forhold til helsebaserte tilstandsklassene til Klif (TA-2553/2009) er massene i klasse IV for olje.

## 5.3 Videre arbeid

Det anbefales at overvåkningen fortsetter som før på Mølen og Oddanesand. I Steinvika anbefales at "Skjermet område med stein" og THC analysene fortsetter, resten av områdene avsluttes.

# 6 REFERANSER

TA-2229/2007: Veiledning for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment.

TA-2553/2009. Tilstandsklasser for forurenset grunn

# 7 VEDLEGG

Vedlegg 1: Analyseresultater

# Rapport



**N1105632**

80TNC3WLHM

| | |
|---|---|
| Prosjekt | |
| Bestnr | **Full City** |
| Registrert | **2011-06-08** |
| Utstedt | **2011-06-15** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**
**91778**
**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **Steinsvika 25052011 Jord** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00150953 | | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (E)** | **68.9** | 3.44 | % | 1 | 1 | DOMA |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| **Fraksjon >C12-C16** | **3** | 1 | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| **Fraksjon >C16-C35** | **689** | 207 | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| **Fraksjon >C12-C35** | **692** | | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| **Fraksjon >C35-C40** | **190** | 57 | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| **Sum >C10-C40** | **883** | 265 | mg/kg TS | 1 | 1 | DOMA |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Fluoranten** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Pyren** | **0.124** | 0.037 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Benso(a)antracen^** | **0.113** | 0.034 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Krysen^** | **0.079** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.025** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Benso(a)pyren^** | **0.136** | 0.041 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.062** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.012** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Sum PAH-16** | **0.565** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.379** | | mg/kg TS | 2 | 1 | DOMA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Dorthe Madsen
2011.06.15 16:48:47
Client Service
dorthe.madsen@alsglobal.com

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | >C10-C12: | 2 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 3 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 10 mg/kg TS |
| | | >C35-C40 | 5 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Godkjenner |
|---|---|
| DOMA | Dorthe Madsen |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Lokalisering av andre ALS laboratorier: | |
| | Ceska Lipa | Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa |
| | Pardubice | V Raji 906, 530 02 Pardubice |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |
| | Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon | |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# Rapport



**N1009690**

2FM40N97D3C

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full city** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2010-10-29** |
| Utstedt | **2010-11-05** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**
**91778**
**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| | |
|---|---|
| Deres prøvenavn | **St vikas 1**<br>**Jord** |
| Labnummer | N00124484 |

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **95.2** | 4.76 | % | 1 | 1 | CASL |
| **Bensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Toluen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Etylbensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **m/p-Xylener** | **<0.120** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **o-Xylen** | **<0.060** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Sum BTEX** | **n.d** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **Fraksjon C5-C6** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C6-C8** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C12-C16** | **8** | 2 | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C16-C35** | **182** | 54 | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C12-C35** | **190** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Sum C5-C35** | **190** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **C17/pristan** | **0.6** | 0.0 | | 1 | 1 | CASL |
| **C18/fytan** | **0.6** | 0.0 | | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **0.035** | 0.010 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fenantren** | **0.013** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fluoranten** | **0.013** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Pyren** | **0.310** | 0.093 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(a)antracen^** | **0.089** | 0.027 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Krysen^** | **0.044** | 0.013 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.033** | 0.010 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(a)pyren^** | **0.063** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.024** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.120** | 0.036 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.021** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Sum PAH-16** | **0.776** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.285** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Carina Slatta
2010.11.05 19:28:50
Client Service
Carina.Slatta@alsglobal.com

# Rapport



**N1009690**

2FM40N97D3C

| Deres prøvenavn | **St vikas 2**<br>**Jord** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00124485 | | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (E)** | **88.7** | 4.44 | % | 1 | 1 | CASL |
| **Bensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Toluen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Etylbensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **m/p-Xylener** | **<0.120** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **o-Xylen** | **<0.060** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Sum BTEX** | **n.d** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **Fraksjon C5-C6** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C6-C8** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C12-C16** | **9** | 3 | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C16-C35** | **312** | 93 | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Fraksjon >C12-C35** | **321** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| **Sum C5-C35** | **321** | | mg/kg TS | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **C17/pristan** | **0.7** | 0.0 | | 1 | 1 | CASL |
| **C18/fytan** | **0.7** | 0.0 | | 1 | 1 | CASL |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **0.029** | 0.009 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fenantren** | **0.015** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Fluoranten** | **0.019** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Pyren** | **0.310** | 0.093 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(a)antracen^** | **0.080** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Krysen^** | **0.048** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.052** | 0.016 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.021** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(a)pyren^** | **0.062** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.030** | 0.009 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.118** | 0.035 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.041** | 0.012 | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Sum PAH-16** | **0.825** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.334** | | mg/kg TS | 2 | 1 | CASL |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Carina Slatta
2010.11.05 19:28:50
Client Service
Carina.Slatta@alsglobal.com

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Petrol-pack, enkel. | | |
| | Metode: | BTEX: | EPA 601, EPA 624 |
| | | C5-C10: | EPA 601, EPA 624, BCME, Atlantic RBCA Tier 1 Petroleum Hydrocarbon methods |
| | | >C10-C35: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | >C10-C35: | Heksan |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | BTEX: | 0,1 mg/kg TS |
| | | C5-C6: | 7 mg/kg TS |
| | | >C6-C8: | 7 mg/kg TS |
| | | >C8-C10: | 10 mg/kg TS |
| | | >C10-C12 | 10 mg/kg TS |
| | | >C12-C16 | 10 mg/kg TS |
| | | >C16-C35 | 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Godkjenner |
|---|---|
| CASL | Carina Slåtta |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# Rapport

# N1002837



20DIF4VEX7S

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2010-05-03** |
| Utstedt | **2010-05-10** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **ST.vika 1**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100140 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **30.4** | 1.52 | % | 1 | 1 |
| **Alifater >C5-C8** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Alifater >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **212** | 64 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **6850** | 2050 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.018** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.207** | 0.062 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.137** | 0.041 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.296** | 0.089 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.66** | 1.40 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.500** | 0.150 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.10** | 0.331 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.289** | 0.087 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.054** | 0.016 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.659** | 0.198 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.057** | 0.017 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.157** | 0.047 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.062** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **8.21** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.72** | | mg/kg TS | 2 | 1 |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

# Rapport

# N1002837



20DIF4VEX7S

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **ST.vika 2 Jord** | | | | |
| Labnummer | N00100141 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **68.6** | 3.43 | % | 1 | 1 |
| **Alifater >C5-C8** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Alifater >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **12** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **246** | 74 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **2870** | 860 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.180** | 0.054 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **2.31** | 0.694 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.185** | 0.055 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.510** | 0.153 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.104** | 0.031 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.021** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.245** | 0.074 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.040** | 0.012 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.141** | 0.042 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.028** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **3.76** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **1.13** | | mg/kg TS | 2 | 1 |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje C5-C35, THC-screening. | | |
| | Metode: | C5-C10: | SPIMFAB |
| | | >C10-C35: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | C5-C10: | 20 mg/lg TS |
| | | >C10-C12: | 10 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 20 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 30 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

Prosjekt
Bestnr **5013894**
Registrert **2009-09-30**
Utstedt **2009-10-09**

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn **St. vika 1**
**Jord**

Labnummer N00080559

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **90.2** | 9.02 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **73** | 22 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **1380** | 413 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **8360** | 2510 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **1880** | 563 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **11700** | 3510 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.227** | 0.068 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.183** | 0.055 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **1.55** | 0.465 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.454** | 0.136 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **1.66** | 0.499 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.518** | 0.155 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.418** | 0.125 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.19** | 1.26 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.726** | 0.218 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.56** | 0.467 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.162** | 0.049 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.448** | 0.134 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.378** | 0.113 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **12.5** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.90** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |
| **Tørrstoff (L)** | **85.9** | | % | 3 | V |
| **As** | **3.25** | 5.76 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ba** | **13.4** | 2.0 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Be** | **0.264** | 0.052 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cd** | **<0.1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Co** | **1.88** | 0.59 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cr** | **88.7** | 21.9 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cu** | **2.96** | 0.71 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Fe** | **6400** | 1100 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Hg** | **<1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Li** | **12.2** | 1.9 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mn** | **190** | 32 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mo** | **<0.4** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ni** | **11.7** | 2.7 | mg/kg TS | 3 | E |
| **P** | **244** | 42 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Pb** | **3.88** | 0.99 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Sr** | **422** | 74 | mg/kg TS | 3 | E |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **St. vika 1**<br>**Jord** | | | | |
| Labnummer | N00080559 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **V** | **21.9** | 4.8 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Zn** | **22.9** | 3.8 | mg/kg TS | 3 | E |
| | | | | | |
| **Kornfordeling*** | **vedl** | | se vedl. | 4 | 1 |
| | | | | | |
| **TOC** | **<0.850** | | % TS | 5 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **St. vika 2 Jord** | | | | |
| Labnummer | N00080560 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **82.1** | 8.21 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **14** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **188** | 56 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **2560** | 768 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **648** | 194 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **3410** | 1020 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.215** | 0.064 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.182** | 0.054 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.140** | 0.042 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **1.34** | 0.403 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.221** | 0.066 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.444** | 0.133 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.152** | 0.046 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.134** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.83** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.817** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |
| **Tørrstoff (L)** | **76.0** | | % | 3 | V |
| **As** | **<3** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ba** | **15.9** | 2.4 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Be** | **0.396** | 0.077 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cd** | **<0.1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Co** | **2.23** | 0.70 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cr** | **116** | 29 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cu** | **6.34** | 1.39 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Fe** | **8090** | 1400 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Hg** | **<1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Li** | **16.5** | 2.6 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mn** | **138** | 24 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mo** | **<0.4** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ni** | **15.8** | 3.6 | mg/kg TS | 3 | E |
| **P** | **281** | 49 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Pb** | **6.01** | 1.81 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Sr** | **229** | 40 | mg/kg TS | 3 | E |
| **V** | **23.9** | 5.2 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Zn** | **32.4** | 5.4 | mg/kg TS | 3 | E |
| | | | | | |
| **Kornfordeling*** | **vedl** | | se vedl. | 4 | 1 |
| | | | | | |
| **TOC** | **2.85** | | % TS | 5 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje.<br><br>Metode: >C10-C40: EN 14039<br>Ekstraksjon: Aceton/heksan<br>Deteksjon og kvantifisering: GC-FID/GC-MS<br>Kvantifikasjonsgrenser: >C10-C12: 2 mg/kg TS<br>>C12-C16: 3 mg/kg TS<br>>C16-C35: 10 mg/kg TS<br>>C10-C40: 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.<br><br>Metode: CSN EN ISO 6468<br>Ekstraksjon: Heksan<br>Deteksjon og kvantifisering: GC-MS<br>Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,1 mg/kg TS |
| 3 | Analyse av tungmetaller (M-1C)<br><br>Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)<br>Forbehandling: Sikting 2 mm.<br>Oppslutning jordprøver: HNO3 og 0,5 ml H2O2 i mikrobølgeovn.<br>Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO3/vann (1:1) i mikrobølgeovn. |
| 4 | Kornfordeling - siktekurve<br><br>Metode: Våt/tørr sikting 16mm-63µm<br>Fraksjoner: 2mm, 1mm, 0,50mm, 0,25mm, 0,125mm og 0,063mm |
| 5 | Bestemmelse av TOC<br><br>Metode: EN 1484<br>Kvantifikasjonsgrense: 0,5 mg/l |

| | Underleverandør[1] |
|---|---|
| E | ICP-AES<br><br>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige<br>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087 |
| V | Våtkemi |
| 1 | Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia<br>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

Norconsult

**NOTAT**

Oppdragsnr.: 5014575

Side: 1 av 6

Til: **Kystverket v. Hilde Dolva**

Fra: **Norconsult AS**

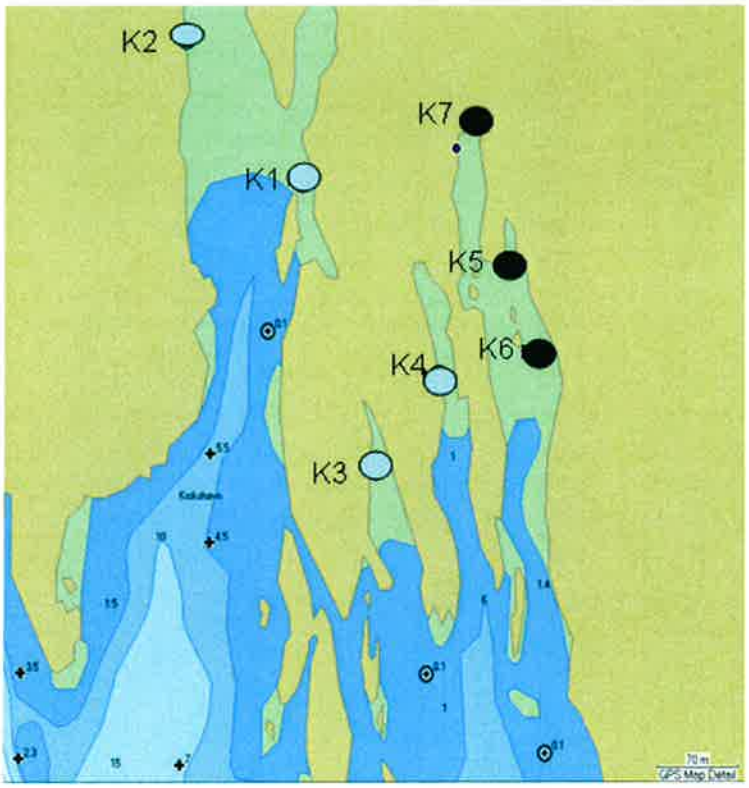
Dato: 24. juni 2010

## RESULTAT AV NY PRØVETAKING AV SEDIMENTER UTENFOR LANGESUND BAD

### Bakgrunn

På oppdrag fra Kystverket er det gjennomført undersøkelser av sedimentet i friluftslivsområdet Krogshavn og bukta ved Langesund Bad for påvisning av oljeforurensning og PAH- stoffer i november 2009 og april 2010. Risiko for human helse ved bading i området ble vurdert på grunnlag av prøvene tatt i april 2010. For området innerst i bukta ved Langesund Bad (prøvestasjoner K5, K6 og K7) ble det vurdert at målte konsentrasjonene av PAH-stoffer i sedimentet kunne føre til en eksponering som bidrar til en uakseptabelt høy risiko for human helse. Det ble derfor anbefalt at ansvarlig myndighet informerte publikum om at mye bading i området rundt prøvestasjoner K5, K6 og K7 medfører en uakseptabel helserisiko

Kystverket ønsket en ny prøvetaking av området utenfor Langesund Bad for å verifisere nivåene av oljeforurensning i sedimentet. Området er vist i kart i Figur 1 nedenfor.




**Figur 1: Kart over Krogshavn og Langesund Bad med prøvestasjoner for ny prøvetaking markert i sort (K5, K6 og K7)**

**Prøvetaking og resultater**

Prøvetakingen ble gjennomført den 6. juni 2010. Sedimentprøvene ble tatt fra båt med en liten Van Veen grabb. Det ble observert tydelig oljefilm på vannoverflaten før prøvetaking. I likhet med tidligere prøvetaking dannet det seg raskt oljefilm på overflaten av sedimentprøvene.

K5
5859892 N
0944494 Ø
Silt/leire. Mye organisk materiale. $H_2S$ lukt. Noe oljefilm

K6
5859858 N
0944516 Ø
Finsand. Lysbrun overflate, mørkere dypere ned i sedimentet. $H_2S$ lukt. Noe oljefilm.

K7
Blandprøve fra et større område i bukten.
5859940 N
0944458 Ø
Finsand. Gråbrun overflate noe $H_2S$ lukt. Oljefilm

Områdets forurensningsgrad er beskrevet i tabellform. For PAH er klassifiseringsystemet for sediment (TA-2229/2007) benyttet. Fargehenvisningene følger
Tabell 1.

**Tabell 1: Klassifiseringssystem for forurenset sediment, brukt for klassifisering av PAH-stoffer Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)**

| | |
|---|---|
| I Bakgrunn | Bakgrunnsnivå |
| II God | Ingen toksiske effekter |
| III Moderat | Kroniske effekter ved langtidseksponering |
| IV Dårlig | Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering |
| V Svært dårlig | Omfattende akutt-toksiske effekter |

Veiledningen oppgir ikke egne klassegrenser for THC i sediment. Olje (alifater) er derfor klassifisert etter nederlandske myndigheters foreslåtte grenseverdier for sedimenter (RIVM 2004). Grenseverdiene er hentet fra en rapport publisert av "National Insitute for Public Health and the Environment"/ "Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). RIVM oppgir grenseverdier for de enkelte oljefraksjonene. For å sammenligne med konsentrasjoner målt i prøveområdet er det tatt gjennomsnitt av grenseverdier for fraksjoner >C10-C12, >C12-C16, >C16-C35 og >C35-C40. Grenseverdiene er vist i Tabell 2 nedenfor.

**Tabell 2: Grenseverdier for økologiske effekter av oljeforbindelser fra nederlandske myndigheter (RIVM).**

| Alifatiske hydrokarboner | NC (mg/kg tørrvekt) 1) | MPC (mg/kg tørrvekt) 2) | $SRC_{eco}$ (mg/kg tørrvekt) 3) |
|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | 0,01045 | 1,045 | 30,5 |
| Fraksjon >C12-C16 | 0,24475 | 24,475 | 696,25 |
| Fraksjon >C16-C35 | 3,4 | 340 | - |
| Fraksjon >C35-C40 | 35 | 3500 | - |

1) NC (negligible concentrations): Er konsentrasjonen av et stoff som ikke forventes å forårsake skadelige effekter i et økosystem. NC fås ved å dele MPC på 100.
2) MPC (Maximum permissible concentrations): Konsentrasjonen av et stoff som skal beskytte de aller fleste artene i økosystemet fra skadelige effekter.
3) $SRC_{eco}$ (Serious risk concentrations): er konsentrasjonen av et stoff hvor funksjonen i et kompartment vil være sterkt påvirket eller er under trussel av å bli negativt påvirket. Det er ikke oppgitt egne $SRC_{eco}$- verdier for fraksjoner C16-C35 og C35-C40 pga svært lave løseligheter av disse stoffene.

For å forenkle fremstillingen av målte sedimentkonsentrasjoner er det lagd fargekoder for grenseverdiene fra RIVM. Disse er ikke direkte tilsvarende Klifs klassegrenser for forurenset sediment. Fargekodene er vist i Tabell 3.

**Tabell 3: Grenseverdier for økologiske effekter av oljeforbindelser fra nederlandske myndigheter (RIVM). Fargekoder er lagt til for å forenkle presentasjon av data i tabellform.**

| Alifatiske hydrokarboner | <NC | NC - MPC | MPC - $SRC_{eco}$ | > $SRC_{eco}$ |
|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | <0,01045 | 0,01045 - 1,045 | 1,045 - 30,5 | >30,5 |
| Fraksjon >C12-C16 | <0,24475 | 0,24475- 24,475 | 24,475 - 696,25 | >696,25 |
| Fraksjon >C16-C35 | <3,4 | 3,4-340 | >340 | - |
| Fraksjon >C35-C40 | <35 | 35-3500 | >3500 | - |

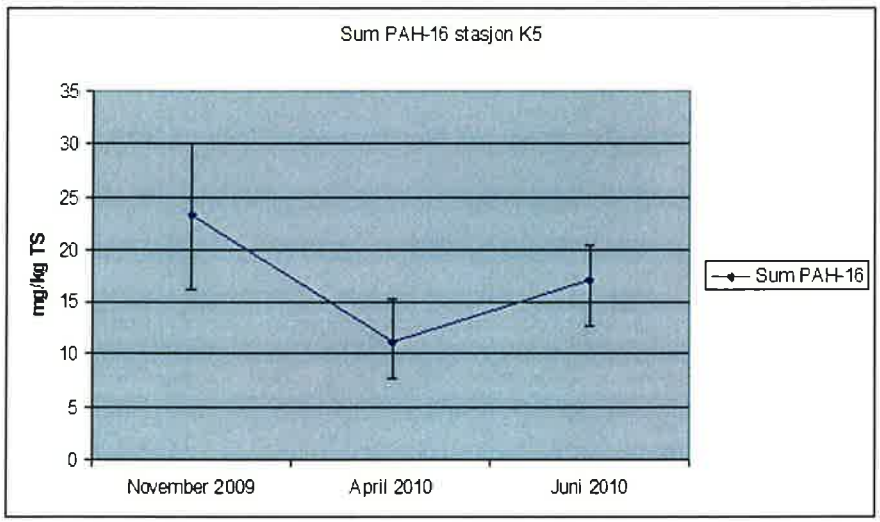
Forurensningsgrad av oljeforbindelser i sedimentprøver fra området underfor Langesund Bad ses i Tabell 4 nedenfor. Tabellen viser konsentrasjoner av oljeforbindelser målt i sedimentprøver tatt i november 2009, april 2010 og juni 2010 for prøvetakingsstasjoner K5, K6 og K7.

**Tabell 4: Målte konsentrasjoner av PAH- stoffer og alifatiske hydrokarboner i sedimentprøver fra stasjoner K5, K6 og K7 utenfor Langesund Bad.**

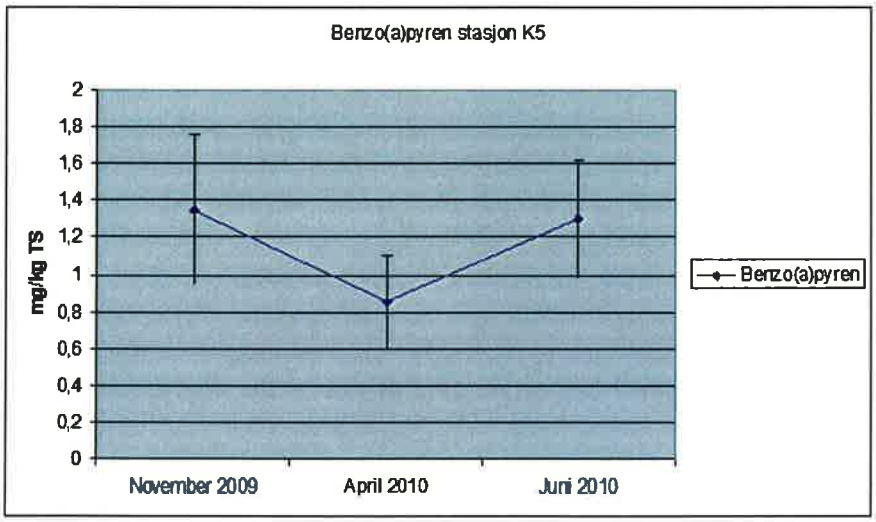
| | | K5 | | | K6 | | | K7 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stoff | Benevning | Nov. 2009 | Apr. 2010 | Juni 2010 | Nov. 2009 | Apr. 2010 | Juni 2010 | Nov. 2009 | Apr. 2010 | Juni 2010 |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,183 | 0,02 | 0,17 | 0,015 | <0,010 | <0,010 | 0,022 | 0,01 | <0,010 |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,209 | 0,0 | 0,29 | 0,057 | <0,010 | <0,010 | 0,024 | 0,03 | <0,010 |
| Acenaften | mg/kg TS | 0,224 | 0,04 | 0,13 | <0,010 | 0,01 | <0,010 | <0,010 | 0,13 | <0,010 |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,406 | 0,08 | 0,19 | 0,047 | 0,02 | <0,010 | 0,07 | 0,18 | <0,010 |
| Fenantren | mg/kg TS | 3,05 | 0,96 | 1,3 | 0,705 | 0,29 | 0,13 | 0,420 | 0,89 | <0,010 |
| Antracen | mg/kg TS | 0,445 | 0,14 | 0,31 | 0,121 | 0,05 | <0,010 | 0,061 | 0,11 | <0,010 |
| Fluoranten | mg/kg TS | 4,56 | 2,91 | 3,5 | 1,84 | 0,79 | 0,41 | 0,454 | 0,36 | 0,15 |
| Pyren | mg/kg TS | 4,82 | 2,42 | 3,00 | 1,48 | 0,66 | 0,35 | 0,576 | 0,57 | 0,18 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 1,4 | 0,86 | 1,3 | 0,412 | 0,20 | 0,19 | 0,136 | 0,15 | 0,09 |
| Krysen^ | mg/kg TS | 1,92 | 0,89 | 1,5 | 0,516 | 0,22 | 0,17 | 0,167 | 0,10 | 0,07 |
| Benso(b)fluoranten^ | mg/kg TS | 1,45 | 0,38 | 1,8 | 0,439 | 0,12 | 0,22 | 0,132 | 0,14 | 0,09 |
| Benso(k)fluoranten^ | mg/kg TS | 1,12 | 0,69 | 0,61 | 0,379 | 0,17 | 0,09 | 0,108 | 0,00 | <0,05 |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 1,35 | 0,85 | 1,3 | 0,441 | 0,21 | 0,16 | 0,134 | 0,14 | 0,05 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,801 | 0,38 | 0,88 | 0,267 | 0,08 | 0,11 | 0,073 | 0,07 | <0,05 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,195 | 0,08 | 0,18 | 0,069 | 0,02 | <0,05 | 0,02 | 0,01 | <0,05 |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 1,02 | 0,43 | 0,87 | 0,294 | 0,13 | 0,11 | 0,094 | 0,09 | <0,1 |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 23,133 | 11,10 | 17,00 | 7,08 | 2,96 | 1,9 | 2,53 | 3,15 | 0,62 |
| Sum PAH carcinogene^ | mg/kg TS | 8,24 | 4,12 | 7,60 | 2,52 | 1,02 | 0,94 | 0,801 | 0,76 | 0,31 |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | 64 | 2,00 | <20 | <2 | <2 | <20 | 3 | <2 | <20 |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | 534 | 38,00 | 140,00 | 10 | <3 | <20 | 35 | 20,00 | 33 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | 3070 | 349,00 | 1000,00 | 161 | 54,00 | <50 | 220 | 198,00 | 120 |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | 3668 | 389 | 1140 | 171 | 54 | n.d. | 258 | 218 | 153 |

*Sum PAH*

Sum PAH-16 ble målt i klasse IV i sedimentprøven fra stasjon K5 fra juni. Konsentrasjonen er i samme klasse som ble målt i prøve fra april, men konsentrasjonen er noe høyere i prøven tatt i juni. I prøvene fra både stasjoner K6 og K7 ble det målt en reduksjon i sum PAH fra klasse III til klasse II fra april til juni. Målte konsentrasjoner av sum PAH og benzo(a)pyren for stasjon K5 er vist grafisk i Figur 2 og Figur 3. Måleusikkerheten er lagt til for å vise usikkerhet i analyseringen av prøvene.




**Figur 2: Målte konsentrasjoner av sum PAH i sedimentprøver fra område K5 utenfor Langesund Bad i november 2009, april 2010 og juni 2010. Måleusikkerheten er lagt til for å vise usikkerheten i analysen.**




**Figur 3: Målte konsentrasjoner av benzo(a)pyren i sedimentprøver fra område K5 utenfor Langesund Bad i november 2009, april 2010 og juni 2010. Måleusikkerheten er lagt til for å vise usikkerheten i analysen**

*Benzo(a)pyren*
Risiko for human helse ved bading i dette området var for høy på grunn av overskridelser av TDI for benzo(a)pyren. Konsentrasjonen målt i juni er i klasse IV for prøve K5, mens konsentrasjonene er i klasse II for prøver K6 og K7. For prøver fra områder K6 og K7 er det målt lavere konsentrasjoner av benzo(a)pyren i juni enn i april. For stasjon K5 er det målt høyere nivå av benzo(a)pyren i prøven tatt i juni enn i april. En viss variasjon forventes mellom prøvetakingene pga variasjon i fordeling av oljestoffene i sedimentet. Usikkerheten i analyse av sedimentprøvene kan også bidra til variasjoner.

*Alifatiske hydrokarboner*
Målte konsentrasjoner av sum >C10-C35 er redusert i prøver fra samtlige prøvetakingsstasjoner fra april til juni. I prøver fra områder K5 og K7 er det målt høyere nivåer av >C12-C16 i prøver fra juni enn fra prøver tatt i april. Dette kan forklares av variasjoner i fordelingen av oljestoffer i området samt måleusikkerhet i analysen.

**Konklusjon**
Det er en trend til reduksjon i konsentrasjonen av oljeforbindelser i sedimentene i Krogshavn og utenfor Langesund Bad. Likevel viser målte konsentrasjonene i juni i stor grad det samme bildet av forurensningsgrad i sedimentene som i prøvene fra april. Lukt av $H_2S$ er et tegn på lav biologisk aktivitet i sedimentet. Dette kan føre til en saktere nedbrytning av olje enn hva en hadde håpet på. I løpet av sommeren kan varmere vær føre til økt biologisk aktivitet og promotere biologisk nedbrytning av oljestoffene.

Konsentrasjonene av oljestoffer i sedimentet utenfor Langesund bad har ikke blitt redusert i en stor nok grad til at vi anbefaler å foreta en ny risikovurdering av området. Det bør tas nye prøver av sedimentene før badesesongen i 2011 for å undersøke utviklingen i sedimentene. Hvis nivåene er forandret gjøres en ny risikovurdering av human helse ved bading i området.

Horten, 24. juni 2010

Gunn Lise Haugestøl

Gunn Lise Haugestøl

Vedlegg: Analyseresultater

Vedlegg: Analyseresultater

Oversikt prøvestasjonsnavn brukt i tekst:

| Navn i analyseresultater | Brukt i tekst |
|---|---|
| Mars 5 | K5 |
| Mars 6 | K6 |
| Mars 7 | K7 |
| Kr.Havn 5 | K5 |
| Kr.Havn 6 | K6 |
| Kr.Havn 7 | K7 |

# Rapport

# N1004427



23LP5Y5H0MO

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full city** |
| Bestnr | **5014575** |
| Registrert | **2010-06-14** |
| Utstedt | **2010-06-17** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **K5**<br>**Sediment** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00106814 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (T)** | **51.6** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Bensen** | **<0.01** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Toluen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Etylbensen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Xylener** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| | | | | | |
| **Fraksjon >C5-C10** | **<10** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<20** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C12-C16** | **140** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C16-C35** | **1000** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Sum >C5 - C35** | **1100** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **C17/pristan** | **<0.5** | | 1 | 1 | MOSA |
| **C18/fytan** | **<0.5** | | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.17** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaftylen** | **0.29** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaften** | **0.13** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoren** | **0.19** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fenantren** | **1.3** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Antracen** | **0.31** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoranten** | **3.5** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Pyren** | **3.0** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)antracen^** | **1.3** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Krysen^** | **1.5** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(b)fluoranten^** | **1.8** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.61** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)pyren^** | **1.3** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.18** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.87** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.88** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Sum PAH-16** | **17** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Sum PAH carcinogene^** | **7.6** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Monica Bendiksen
2010.06.17 15:48:33
Client Service
monica.bendiksen@alsglobal.com

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **K6 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00106815 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (T)** | **65.0** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Bensen** | **<0.01** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Toluen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Etylbensen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Xylener** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| | | | | | |
| **Fraksjon >C5-C10** | **<10** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<20** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<20** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C16-C35** | **<50** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Sum >C5 - C35** | **n.d** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **C17/pristan** | **-------** | | 1 | 1 | MOSA |
| **C18/fytan** | **-------** | | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaftylen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaften** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoren** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fenantren** | **0.13** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Antracen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoranten** | **0.41** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Pyren** | **0.35** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)antracen^** | **0.19** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Krysen^** | **0.17** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.22** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.090** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)pyren^** | **0.16** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.05** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.11** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.11** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Sum PAH-16** | **1.9** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.94** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **K7 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00106816 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (T)** | **61.1** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Bensen** | **<0.01** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Toluen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Etylbensen** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| **Xylener** | **<0.05** | mg/kg TS | 1 | 2 | MOSA |
| | | | | | |
| **Fraksjon >C5-C10** | **<10** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<20** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C12-C16** | **33** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Fraksjon >C16-C35** | **120** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| **Sum >C5 - C35** | **150** | mg/kg TS | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **C17/pristan** | **-------** | | 1 | 1 | MOSA |
| **C18/fytan** | **-------** | | 1 | 1 | MOSA |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaftylen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Acenaften** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoren** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fenantren** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Antracen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Fluoranten** | **0.15** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Pyren** | **0.16** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)antracen^** | **0.090** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Krysen^** | **0.070** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.090** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.05** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(a)pyren^** | **0.060** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.05** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.1** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.05** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |
| **Sum PAH-16** | **0.62** | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.31** | mg/kg TS | 2 | 2 | MOSA |

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Petrol-pack, enkel. | | |
| | Metode: | BTEX: | Headspace |
| | | >C5-C10: | Headspace |
| | | >C10-C35: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | >C5-C10: | Headspace |
| | | >C10-C35: | Heksan |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | BTEX: | 0,1 mg/kg TS |
| | | >C5-C10 | 20 mg/kg TS |
| | | >C10-C12 | 20 mg/kg TS |
| | | >C12-C16 | 20 mg/kg TS |
| | | >C16-C35 | 30 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | GC/MSD | |
| | Ekstraksjon: | Pentan/Aceton 1:1 med ASE (accelerated solvent extraction) | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC/MSD | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,1 mg/kg TS | |

| | Godkjenner |
|---|---|
| MOBE | Monica Bendiksen, Kjemiker |
| MOSA | Morten Sandell, Kjemiker |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Scandinavia AB, Maskinv.2, 183 53 Täby, Sverige |
| | Akkreditering: | SWEDAC, registreringsnr. 1087 |
| 2 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Scandinavia AB, Maskinv.2, 183 53 Täby, Sverige |
| | Akkreditering: | SWEDAC, registreringsnr. 1087 |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 5 Sediment** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00086173 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **38.8** | 1.94 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **64** | 19 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **534** | 160 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **3070** | 922 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **639** | 192 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **4310** | 1290 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.163** | 0.049 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.209** | 0.063 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **0.224** | 0.067 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.406** | 0.122 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **3.05** | 0.914 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.445** | 0.134 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **4.56** | 1.37 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.82** | 1.45 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **1.40** | 0.419 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.92** | 0.575 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **1.45** | 0.435 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **1.12** | 0.335 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **1.35** | 0.404 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.195** | 0.059 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **1.02** | 0.306 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.801** | 0.240 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **23.1** | 6.94 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **8.24** | 2.47 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 6 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086174 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **59.2** | 2.96 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **10** | 3 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **161** | 48 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **11** | 3 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **182** | 55 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.015** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.057** | 0.017 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.047** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.705** | 0.211 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.121** | 0.036 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **1.84** | 0.553 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **1.48** | 0.445 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.412** | 0.124 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.516** | 0.155 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.439** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.379** | 0.114 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.441** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.065** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.294** | 0.088 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.267** | 0.080 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **7.08** | 2.12 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.52** | 0.756 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 7 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086175 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **64.2** | 3.21 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **3** | 0.8 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **35** | 10 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **220** | 66 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **31** | 9 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **288** | 86 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.022** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.024** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.070** | 0.021 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.426** | 0.128 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.061** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.454** | 0.136 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.576** | 0.173 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.136** | 0.041 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.197** | 0.059 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.133** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.108** | 0.032 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.134** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.020** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.094** | 0.028 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.073** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.53** | 0.758 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.801** | 0.240 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID/GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | >C10-C12: | 2 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 3 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 10 mg/kg TS |
| | | >C10-C40: | 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **Mars 5 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00097985 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **52.6** | 2.63 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **2** | 0.7 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **38** | 12 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **349** | 105 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **57** | 17 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **447** | 134 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.020** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.026** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **0.039** | 0.012 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.058** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.956** | 0.287 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.143** | 0.043 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **2.91** | 0.873 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **2.42** | 0.727 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.855** | 0.256 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.891** | 0.267 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.375** | 0.112 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.689** | 0.206 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.849** | 0.255 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.078** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.425** | 0.128 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.384** | 0.115 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **11.1** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **4.12** | | mg/kg TS | 2 | 1 |


ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Monica Bendiksen
Kjemiker

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **Mars 6 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00097986 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **60.6** | 3.03 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<3** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **54** | 16 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **<5** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **54** | 17 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **0.012** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.018** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.285** | 0.086 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.045** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.790** | 0.237 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.660** | 0.198 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.203** | 0.061 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.218** | 0.066 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.115** | 0.034 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.169** | 0.051 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.213** | 0.064 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.024** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.134** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.075** | 0.023 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.96** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **1.02** | | mg/kg TS | 2 | 1 |


ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Monica Bendiksen
Kjemiker

| Deres prøvenavn | **Mars 7 Sediment** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00097987 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **73.6** | 3.68 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **20** | 6 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **198** | 59 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **30** | 9 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **248** | 74 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.033** | 0.010 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.032** | 0.010 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **0.127** | 0.038 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.183** | 0.055 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.888** | 0.266 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.113** | 0.034 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.358** | 0.107 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.574** | 0.172 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.145** | 0.043 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.186** | 0.056 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.109** | 0.032 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.090** | 0.027 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.142** | 0.043 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.087** | 0.026 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.071** | 0.021 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **3.15** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.757** | | mg/kg TS | 2 | 1 |


ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Monica Bendiksen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | >C10-C12: | 2 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 3 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 10 mg/kg TS |
| | | >C10-C40: | 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

RAPPORT L.NR. 6075-2010

# Oljeutslippet fra lasteskipet "Full City" – forekomst av olje og PAH i sediment og løsmasser

Foto: John Arthur Berge

# Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT


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

**Sørlandsavdelingen**
Jon Lilletuns vei 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**
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87


| Tittel | Løpenr. (for bestilling) | Dato |
|---|---|---|
| Oljeutslippet fra lasteskipet ”Full City” – forekomst av olje og PAH i sediment og løsmasser | 6075-2010 | 15. desember 2010 |
| | Prosjektnr. Undernr.<br>O-29382 | Sider Pris<br>110 |
| Forfatter(e)<br>John Arthur Berge | Fagområde<br>Marine miljøgifter | Distribusjon<br>Fri |
| | Geografisk område<br>Telemark | Trykket<br>NIVA |

| Oppdragsgiver(e) | Oppdragsreferanse |
|---|---|
| Havforskningsinstituttet/Kystverket | Brev av 8/2-2010 |


Sammendrag

Lasteskipet ” Full City” gikk 31. juli 2009 på grunn ved Såsteinene utenfor Langesund og førte til utslipp og spredning av bunkersolje. I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av forekomst av oljerelaterte forbindelser i sedimenter/løsmasser innsamlet i oktober-desember 2009 på strender i innfluensområde. Målsetningen var å kartlegge forurensningssituasjonen i restitusjonsfasen. Prøver ble innsamlet i 7 hovedområder (Såstein, Krogshavn og Rognsfjorden, Vinjestranda og Åbystranda, Fugløurogn og Helgerofjorden, Nevlungstranda og Oddane fort, Stråholmen, Jomfruland). Prøvene ble analysert for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD (naftaleneer, fenantrener, og dibenzotiofener), samt noen støtteparametere. Det ble observert lite oljehydrokarboner og PAH i løsmasser fra Såstein, Fugløyrogn, Nevlungstrand og Oddane fort og Jomfruland. Noe oljepåvirkning ble observert i deler av Krogshavn og Stråholmen og muligens også ett i et område på Nevlungstranda. Trolig skyldes oljepåvirkningen på disse steder utslipp fra fra Full City. Helt lokalt i Krogshavn kan dette ha gitt toksiske effekter på bunnfauna. Sediment på 0,5-1 m vanndyp på Vinjestranda har trolig før utslippet fra Full City hatt en tilførsel av PAH. Resultater fra sediment innsamlet på større dyp (3,6-65 m) gir få eller ingen indikasjon på oljeforurensning av betydning. Hovedkonklusjonen er at løsmassene i influensområdet er relativt lite påvirket av olje fra ”Full City”og at områdets ”høyenergi”-status trolig er en medvirkende styrende faktor for dette.



| Fire norske emneord | Fire engelske emneord |
|---|---|
| 1. Oljeforurensning | 1. Oil Pollution |
| 2. Bunkerolje | 2. Bunker oil |
| 3. Strand | 3. Beach |
| 4. Løsmasser | 4. Particulate material |



*John Arthur Berge*
Prosjektleder

*Kristoffer Næs*
Forskningsleder

*Bjørn Faafeng*
Seniorrådgiver



ISBN 978-82-577-5810-3

# Oljeutslippet fra lasteskipet ”Full City” – forekomst av olje og PAH i sediment og løsmasser

# Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) utarbeidet i august 2009 en programskisse for undersøkelser relatert til utslipp av olje i forbindelse med havariet til lasteskipet ”Full City” utenfor Langesund. Skissen ble utarbeidet på oppfordring fra Havforskningsinstituttet (HI) som igjen var engasjert av Kystverket (KV). På basis av skissen ønsket HI/KV at NIVA skulle gjennomføre en undersøkelse av forekomst av olje på utvalgte steder (i hovedsak strender) innenfor utslippets influensområde og en plan for disse (og andre) undersøkelser ble utarbeidet av HI i september 2009 (Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S ”Full City”). En samarbeidskontrakt for oppdraget ble sendt NIVA i brev av 13. november 2009. Samarbeidskontrakten ble underskrevet av NIVA 8. februar 2010 og oversendt HI med noen presiseringer.

Feltarbeidet i forbindelse med oppdraget ble gjennomført med båter og annet utstyr fra NIVA. Under feltarbeidet deltok Janne Gitmark, Bjørnar Beylich og John Arthur Berge fra NIVA. Deler av innsamlingen ble gjort sammen med medarbeidere fra HI (Anders Jelmert og Henning Steen) som foretok registreringer i forbindelse med et annet delprosjekt ledet av HI.

Alle kjemiske analyser ble foretatt av NIVA med Kine Bæk som kontaktperson.

Ved NIVA har John Arthur Berge hatt prosjektlederansvaret. Oppdragsgiver har vært representert ved Erik Olsen.

Oslo, 15. desember 2010

*John Arthur Berge*

# Innhold

**Sammendrag** **6**

**Summary** **10**

**1. Innledning** **12**

**2. Materiale og metoder** **13**
2.1 Såstein 15
2.2 Krogshavn og Rognsfjorden 18
2.3 Vinjestranda og Åbystranda 19
2.4 Fugløyrogn og Helgerofjorden 24
2.5 Nevlungstrand og Oddane fort 27
2.6 Stråholmen 30
2.7 Jomfruland 35
2.8 Analysemetoder 38

**3. Resultater og diskusjon** **40**
3.1 Såstein 40
3.1.1 THC 41
3.1.2 PAH 41
3.2 Krogshavn og Rognsfjorden 44
3.2.1 THC 44
3.2.2 PAH 45
3.3 Vinjestranda og Åbystranda 59
3.3.1 THC 59
3.3.2 PAH 63
3.4 Fugløyrogn og Hegerofjorden 70
3.4.1 THC 70
3.4.2 PAH 70
3.5 Nevlungstrand og Oddane fort 73
3.5.1 THC 73
3.5.2 PAH 74
3.6 Stråholmen 76
3.6.1 THC/Olje 77
3.6.2 PAH 78
3.7 Jomfruland 82
3.7.1 THC/olje 82
3.7.2 PAH 82

**4. Referanser** **84**

**5. Vedlegg** **85**

**Vedlegg A. Stasjoner** **85**

**Vedlegg B. Rådata** **87**

**Vedlegg C. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av PAH i sedimenter.** **110**

# Sammendrag

Lasteskipet ” Full City” gikk 31. juli 2009 på grunn ved Såsteinene utenfor Langesund. Utslippet (anslagsvis 300 $m^3$) førte til forurensing av det lokale miljø, deriblant spredning av bunkersolje til strender i området. I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av forekomst av olje i sedimenter/løsmasser innsamlet over perioden oktober-desember 2009 i grunnområder og strender på strekningen fra Nevlunghavn til Jomfruland, samt på noen få stasjoner på dypere vann. Målsetningen med undersøkelsen har vært å kartlegge forurensningssituasjonen i restitusjonsfasen. Prøvetaking ble derfor gjort etter at hovedopprensningen var avsluttet høsten 2009.

Den aktuelle kyststrekningen er med unntak av en lokalitet (Åbyfjorden), sterkt bølgeeksponert (høyenergiområder) og i strandsonen i hovedsak preget av fjell, stein og grove løsmasser. På en del av lokalitetene så en seg derfor nødt til prøveta de løsmasser som var tilgjengelig og dette var i mange tilfeller relativ grov sand.

Prøver for analyse ble foretatt i 7 hovedområder (Såstein, Krogshavn og Rognsfjorden, Vinjestranda og Åbystranda, Fugløyrogn og Helgerofjorden, Nevlungstranda og Oddane fort, Stråholmen, Jomfruland). Prøvene (106 i alt) ble analysert for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD (summen av konsentrasjonen av naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer), samt støtteparametere (tørrstoffinnhold, andelen finstoff og totalt mengde organisk karbon). Resultatene fra PAH-anlysene er klassifisert i henhold Klifs klassifisering (TA-2229/2007) og det er også gjort en vurdering av resultatene fra THC-analysene opp mot erfaringer fra Nordsjøen.

De analyserte prøvene fra strandsonen hadde generelt et høyt tørrstoffinnhold, andelen finstoff (dvs. andelen av sediment med en partikkelstørelse mindre enn 63 µm) og mengden organisk karbon var generelt lavt. Det ble observert lite oljehydrokarboner og PAH i løsmasser fra Såstein, Fugløyrogn, Nevlungstrand og Oddane fort og Jomfruland og noe oljepåvirkning (trolig fra Full City) i deler av Krogshavn og Stråholmen og muligens også i ett område på Nevlungstranda. Sediment på ca 0,5 m vanndyp på Vinjestranda har trolig før utslippet fra Full City hatt en tilførsel av oljehydrokarboner.

Hovedkonklusjonen er at løsmassene på strender og grunnområder i influensområdet er relativt lite påvirket av olje fra ”Full City”og at områdets ”høyenergi”-status trolig er en medvirkende/styrende faktor for dette.

**Såstein (300-500 m fra havaristedet)**
*Det var senhøstes 2009 lite olje i løsmassene på strender og på grunt vann ved Såstein.*

Alle prøver fra Såstein inneholdt mindre enn 50 µg/g t.v. med THC og tyder på liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner selv relativt nær havaristedet. Konsentrasjonen av PAH var også relativt lav (sum$PAH_{16}$: 9-145 µg/kg t.v) i alle prøver og konsentrasjonene av enkelt komponenter var såpass lave at det ikke det er lite trolig at de spor av PAH som er registrert, skal kunne gi toksiske effekter av betydning. På ca 0,5 m dyp inne i en kanal som skiller Lille og Store Såstein var konsentrasjonen av PAH noe høyere nede i sedimentet (1-5 cm) enn i overflaten (0-1 cm), men heller ikke her var konsentrasjonene over det som anses som bakgrunnsnivå. Resultatene fra de analyserte prøvene viser at det senhøstes 2009 var lite olje i løsmassene på grunt vann ved Såstein. Dette utelukker imidlertid ikke at det lokalt kan finnes olje på stein og annet substrat som ikke registreres ved innsamling av løsmasser.

**Krogshavn (3.8 km fra havaristedet) og Rognsfjorden (2,7 km fra havaristedet)**
*Totalt sett tyder observasjonene på en viss oljepåvirkning i deler av Krogshavn (trolig fra Full City) og at dette helt lokalt kan ha gitt toksiske effekter på bunnfauna. Resultatene fra dypt vann i antyder at oljepåvirkningen er av mindre betydning i dypområdet i Rognsfjorden enn på grunt vann i Krogshavn.*

I Krogshavn-område ble to bukter (område A og B) undersøkt. I den ene bukten i Krogshavn lå konsentrasjonen av THC i alle prøver under deteksjonsgrensen (50 µg/g t.v.). Dette tyder på at en i hovedsak hadde liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner i løsmassene i område A. I område B nærmere Steinvika ble det imidlertid observert klart høyere konsentrasjoner av olje-hydrokarboner (110-560 µg/g t.v.). Konsentrasjonen av THC i løsmassene fra stranden i område B lå i et nivå hvor en ut fra erfaringer fra Nordsjøen må forvente effekter på artsdiversitet. Observasjonene tyder på oljepåvirkning i deler av Krogshavn (trolig fra Full City).

Det ble i hovedsak observert lave PAH-konsentrasjoner innerst i område A (sum$PAH_{16}$: 17-498 µg/kg t.v). Det var bare i to prøver (fra et sedimentdyp på 5-10 cm) at benzo(ghi)perylen forekom i et konsentrasjonsnivå som kunne gi mistanke om toksiske effekter for bunnfauna ved langtidseksponering. Lenger ut i bukta i område A ble det også i all tre kjerner observert lave PAH-konsentrasjoner i overflatesedimentet (sum$PAH_{16}$ 0-9 µg/kg t.v.), men noe høyere konsentrasjoner lenger ned i sediment i 2 av kjernene (maksimum 1195 µg/kg t.v) og av en slik størrelsesorden at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes.

Resultatene fra område B viste at løsmassene der var klart mer påvirket av PAH (sum$PAH_{16}$=293-2565 µg/kg t.v.) enn område A (sum$PAH_{16}$=0-1195 µg/kg t.v.). Det ble observert såpass høyere konsentrasjoner av indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen og benz(a)antracen at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes og for 6 andre komponenter (inklusiv sum$PAH_{16}$) ble det også i enkelte prøver observert konsentrasjoner som kan gi effekter ved langtidseksponering.

Resultatene fra sedimentprøven fra 65 m dyp i Rognsfjorden tyder ikke på noen kontaminering av oljehydrokarboner av betydning. I prøven forekom imidlertid to PAH-komponenter i konsentrasjoner som ut fra Klifs klassifiseringssystem (TA-2229/2007) skulle kunne gi akutt-toksiske effekter på bunnfauna. De to komponentene (indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen) forekom også i relativt høye konsentrasjoner i område B i Krogshavn. Prøven fra Rognsfjorden innehold imidlertid vesentlig mindre benz(a)antracen enn det som ble observert i område B i Krogshavn. Også NPD/ sum$PAH_{16}$-forholdet var relativt lavt i prøven fra Rognsfjorden og antyder at oljeforurensning er av mindre betydning i dypområdet i fjorden.

**Vinjestranda og Åbystranda (3,9-4,1 km fra havaristedet)**
*Sediment på 0,5-1 m dyp på Vinjestranda har trolig tidligere hatt en tilførsel av oljehydrokarboner/PAH (ikke fra Full City). Resultatene fra analyse av enkeltkomponenter av PAH i sediment fra 0,5-1m dyp fra Vinjestranda tilsier mulige toksiske effekter bunnfauna. En antar imidlertid at PAH-kontamineringen observert i sedimentet fra Vinjestranda skyldes andre kilder enn Full City.*

THC-konsentrasjonen lå under deteksjonsgrensen i alle analyserte prøver tatt i strandkanten på Åbystranda. Også i prøvene fra strandkanten på Vinjestranda var THC-konsentrasjonene i hovedsak lave (maksimalt 58 µg/g t.v.). Noe høyere konsentrasjoner av THC ble imidlertid observert i prøvene fra 0,5-1 m dyp fra Åbystranda (maksimalt 220 µg/g t.v.), men da bare i prøvene i den dypeste delen av sedimentet (5-10 cm). Dette tyder på at tilførslen ikke er av ny dato.

Sum$PAH_{16}$-konsentrasjonen var i hovedsak klart høyere i sedimentet fra 0,5-1 m dyp på Vinjestranda (396-1340 µg/kg t.v.) enn i fjæra samme sted (65-276 µg/kg t.v) og på Åbystranda (66-853). Sum$PAH_{16}$-konsentrasjonen var imidlertid ingen steder tilstrekkelig høy til at en skulle forvente

toksiske effekter på bunnfauna. Resultatene fra analyse av enkeltkomponenter av PAH ga imidlertid et mer nyanset bilde og alle prøvene fra 0,5-1 m dyp fra Vinjestranda viste at akuttoksiske effekter kan tenkes å forekomme som en konsekvens av de relativ høye konsentrasjoner av benzo(ghi)perylen og/eller indeno(1,2,3cd)pyren som ble observert, mens akutt toksiske effekter ikke er sannsynlig ut fra resultatene fra prøven tatt i sivkanten, hvor konsentrasjonen i kun en prøve lå over grensen for å kunne gi toksiske effekter ved langtidssesponering.

I enkelte av prøvene fra Åbystranda ble det også observert konsentrasjoner som skulle kunne gi akuttoksiske effekter for bunndyr, men i langt færre prøver enn på Vinjestranda og bare for av benzo(ghi)perylen. Observsjonen av høyere konsentrasjoner i prøven fra Vinjestranda enn i prøven fra Åbystranda er vanskelig å forklare ut fra den informasjonen en har om eksponering i forhold til oljen fra Full City. En antar at PAH kontamineringen observert i sedimentet fra Vinjestranda skyldes andre kilder.

**Fugløyrogn og Helgerofjorden (5,6-6,2 km fra havaristedet)**
*Det ble observert lave konentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i prøvene fra Fugløyrogn. Tilsvarende ble også i hovedsak observert i prøven fra dypt vann i Helgerofjorden. Løsmassene fra Fugløyrogn fremstår som upåvirket av olje fra Full City.*

Ingen av sedimentprøvene fra Fugløyrogn eller Helgerofjorden inneholdt THC-konsentrasjoner som lå over deteksjonsgrensen. $SumPAH_{16}$- og NPD-innholdet var også lavt i alle sedimentprøvene fra Fugløyrogn (PAH: 0-4,6 µg/kg t.v.) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter.

$SumPAH_{16}$-konsentrasjonen var klart høyere i prøve fra dypt vann i Helgerofjorden (485 µg/kg t.v.) enn i omkringliggende grunnområder på Fugløyrong, men konsentrasjonen var med unntak av de to enkeltkomponenter indeno(1,2,3cd)pyren og benzo(ghi)perylen ikke tilstrekkelig høye til potensielt å kunne gi toksiske effekter. Løsmassene fra Fugløyrogn fremstår som upåvirket av olje fra Full City. Prøven fra 56 m dyp i Helgerofjorden innehold noe mindre $sumPAH_{16}$ og NPD enn det som ble observert i en tilsvarende prøve fra dypt vann i Rognsfjorden. På same måte som i prøven fra Rognsfjorden så var NPD/$SumPAH_{16}$-forholdet relativt lavt i prøven fra Helgerofjorden (dvs. 0,3).

**Nevlungstrand og Oddane fort (7,9-8,3 km fra havaristedet)**
*Det ble observert lave konsentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i alle prøver, men det noe høye NPD-innholdet i løsmassene fra stranden kan likevel skyldes påvirkning fra Full City-utslippet.*

Ingen av sedimentprøvene hadde et THC-innhold over deteksjonsgrensen og resultatene viser liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner. Også $SumPAH_{16}$-innholdet var relativt lavt i prøvene (0-84 µg/kg t.v.) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter. NPD-konsentrasjonen var imidlertid klart høyere i prøven fra stranden på Nevlungstranda enn de to på litt dypere vann. NPD-konsentrasjone i strandmaterialet lå i et nivå som kan sammenlignes med en del av prøvene fra Krogshavn og NPD/SumPAH16-forholdet var også relativt høyt.

Ut fra informasjonen en hadde ved prøveinnsamlingen var Nevlungstranda og Oddane fort eksponert for olje fra Full City. Resultatene fra analyse av løsmassene på stranden (særlig fra Nevlungstranda) tyder imidlertid ikke på noen oljeeksponering av betydning på innsamlingstidspunktet i desember 2009, men det noe høye NPD-innholdet i løsmassene der kan likevel skyldes påvirkning fra Full City-utslippet.

**Stråholmen (8,1-8,2 km fra havaristedet)**
*Resultatene bekrefter at løsmassene på enkelte strender på Stråholmen er kontaminert med olje (trolig fra Full City). Konsentrasjonen er imidlertid generelt sett lav.*

Det var kun prøvene fra den antatt oljekontaminerte stranden som inneholdt olje-konsentrasjoner over deteksjonsgrensen på 50 µg/g t.v. Høyeste THC-konsentrsjon var 180 µg/g t.v. Oljen var i hovedsak knyttet til overflatesubstratet (0-1 cm) og ikke til de dypereliggende delene og tyder på at oljen er relativ nytilført.

PAH-konentrasjone var generelt lave i alle prøver ($SumPAH_{16}$: 0-163 µg/kg t.v.) og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller $SumPAH_{16}$ var så høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter for bunnlevende organismer. På samme måte som for olje, var både $SumPAH_{16}$- og NPD-konsentrasjonen høyest i prøvene fra den eksponerte stranden, hvor særlig NPD-fraksjonen forekom med de høyeste konsentrasjoner i overflatesubstratet og førte til relativt høye NPD/$SumPAH_{16}$-forhold. Resultatene tyder ikke på at den presumptivt ueksponerte stranden på Stråholmen var oljekontaminert og heller ikke substratet på 0,5-1 m vanndyp i det antatt eksponerte område. Resultatene bekrefter i hovedsak at løsmassene på enkelte strender på Stråholmen er kontaminert med olje (trolig fra Full City). Konsentrasjonen er imidlertid generelt sett lave og skulle ut fra Klifs klassifiseringsverktøy ikke være noen trussel for marine sedimentlevende organismer.

**Jomfruland (12-12,1 km fa havaristedet)**
*Det ble observert lave konsentrasjoner av oljehydrokarboner og PAH i alle prøver.*

Konsentrasjonen av olje lå under deteksjonsgrensen i alle prøver og resultatene tyder på liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner. $SumPAH_{16}$-konentrasjone var generelt lave i de 4 prøvene (0-55 µg/kg t.v.) og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller $SumPAH_{16}$ var såpass høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter. NPD/$SumPAH_{16}$ forholdet var lavt i de to prøvene der dette kunne beregnes og indikerer ingen klar oljeforurensning.

# Summary

Title: Oilspill from the cargo ship ”Full City”-oil and PAH in sediments and particulate material.
Year:2009
Author: John Arthur Berge
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5810-3

---

The cargo ship ”Full City” ran aground at Såstein near Langesund on 31. July 2009. The incident resulted in a discharge of approximately 300 $m^3$ of bunker oil which in many cases ended up on beaches and in the intertidal zone. This report presents result from analysis of hydrocarbons (THC) (C10-C40), polycyclicaromatic hydrocarbons (PAH) and supporting parameters (try wight contens, % fines and % organic carbon) in a total of 106 samples of particulate material collected mainly on beaches and in shallow water in 7 main areas (Såstein, Krogshavn og Rognsfjorden, Vinjestranda og Åbystranda, Fugløurogn og Helgerofjorden, Nevlungstranda og Oddane fort, Stråholmen, Jomfruland) along the coast presumed influenced by the oilspill.

The sampling sites where, with mainly one exception (Vinjestranda/Åbystranda), located in a high energy areas where the beaches are dominated by rock, boulders and relatively coarse sand. Sampling was performed in October-December, 2009 after the major clean up operation had taken place. The analysed samples did generally contain a high dry weight content, a low content of organic carbon and the fraction of the sediment with a particle size less than 63 µm was also generally also low.

The main conclusion from the investigation is that particulate material from most of the beaches and hallow water areas, in terms of concentration of THC and PAH, were relatively unaffected by the oil spill. The areas “high energy” status is probably a factor contributing to these findings.

**Såstein (300-500 m from the grounding location)**
*Low concentrations of THC (<50 µg/g d.w.) and PAH (SumPAH$_{16}$=9-145 µg/kg d.w) were observed in all samples. The results do not indicate any particular influence from oil.*

**Krogshavn and Rognsfjorden (3.8 km and 2,7 km from the grounding location)**
*The results indicate influence of oil (probably from ”Full City”) in parts of Krogshavn (maximum concentrations observed were 560 µg/g d.w. for THC and 9778 µg/kg d.w. for SumPAH$_{16}$) and toxic effects on organisms are probable. The concentrations were relatively low at a deep water location in Rognsfjorden outside Krogshavn.*

**Vinjestranda and Åbystranda (3,9-4,1 km from the grounding location)**
*THC-concentrations were low in sediment samples from the beach (<50-58 µg/g. d.w.) and slightly higher in some samples from 0,5-1 m depth (<50-220 µg/g. d.w. with the highest concentrations observed in samples from 5-10 cm depth). The SumPAH$_{16}$–concentrations at 0,5-1 m depth were generally higher at Vinjestranda (396-1340 µg/kg d.w.) compared to Åbystranda (66-425 µg/kg d.w.).*

*The SumPAH$_{16}$-concentration at 5-10 cm depth of the sediment from Vinjestranda was higher (1092-1340 mg/g d.w.) compared to that of the sediment surface (396-588 mg/g d.w.). The distribution in the sediment indicates that the sediments at Vinjestranda has been exposed to PAH prior to the discharge from ”Full City”. SumPAH$_{16}$-concentrations at Vinjestranda were however not sufficiently high to suggest toxic effects on bottom fauna. Despite this, some of the single component analyses*

*(Benzo(ghi)perylene and/or Indeno(1,2,3cd)pyrene) revealed concentrations that indicate that toxic effects still may occur.*

**Fugløyrogn and Helgerofjorden (5,6-6,2 km from the grounding location)**
*Low concentrations of THC (<50 µg/g d.w.) and sum$PA_{16}$-concentrations (0-4,6 µg/kg d.w.) were observed in all samples from Fugløyrogn. A corresponding result was also in general observed in the sample from deep water in Helgerofjorden. The results are in agreement with a comprehension that the area is unaffected by the oil spill from "Full City". The Sum$PAH_{16}$ concentration was higher in the sample from deep water in Helgerofjorden than on the surrounding beaches and shallow water area. Concentrations were, however, in general not sufficiently high to elicit toxic effects.*

**Nevlungstrand and Oddane fort (7,9-8,3 km from the grounding location)**
*Low concentrations of THC (<50 µg/g d.w.) and Sum$PAH_{16}$* (0-84 µg/kg *d.w.*) *were observed in all samples. A relatively high NPD concentration (978* µg/kg t.v.) *at one beach area does however show that influence from oil from Full City still cannot be ruled out.*

**Stråholmen (8,1-8,2 km from the grounding location)**
*Low concentrations of PAH were generally observed in all samples. Low concentrations of THC were also observed in most samples (<50 µg/g d.w), but in one assumed oil contaminated area somewhat higher concentrations of THC were observed in surface sediment samples (120-180 µg/g d.w). The same samples also displayed a high NPD content (773-1515 µg/kg d.w.). The results confirm that some beaches at Stråholmen were oil contaminated, probably from the "Full City" oil spill. The observed concentrations are however still low, and do not indicate toxic effects on benthic organisms.*

**Jomfruland (12-12,1 km from the grounding location)**
*Low concentrations of THC and PAH were found in all samples.*

# 1. Innledning

Lasteskipet ” Full City” gikk 31. juli 2009 på grunn ved Såsteinene utenfor Langesund. Det var 1120 tonn tungolje ombord og i følge kystverket lakk anslagsvis 300 $m^3$ ut. Dette må anses som et relativt stort oljeutslipp i norsk sammenheng. Utslippet førte til forurensing av det lokale miljø hvorav spredning av bunkersolje på strender i området trolig har vært den mest alvorlig miljøpåvirkningen.

Oljen som lakk ut var av flere typer og analyse av prøver tatt i nærheten av havaristen viste at det var forskjellige oljeblandinger på ulike steder (Faksness et al. 2009). Denne oljen stammet dels fra havaristen, og i områdene Såstein, Oddane og Krogshavn ble det det oppservert stor oljepåslag kort tid etter havariet og som derfor med stor sikkerhet stammer fra havaristen, men undersøklsene til Faksness et al. (2009) tyder på at det også kan være olje fra andre kilder i området.

Opprenskningsarbeidet pågikk frem til senhøstes 2009 og er fortsatt noe våren 2010. Oljeutslippet har medført negative konsekvenser for friluftsliv (Øian et al. 2010).

Havforskningsinstituttet har gjennomført målinger av oljeforurensning og PAH i fisk og skalldyr fra området rundt havaristen rett etter havariet og etter 4 måneder (Boitsov og Klungsøyr, 2010). Det ble observert en betydelig nedgang i nivåer av oljekomponenter i torskelever og blåskjell i noveber/desember 2009 sammenlignet med august 2009. Nivåene i alle reke- og fiskeprøver var imidlertid lave. Det var etter 4 måneder fremdeles noe forhøyete nivåer av PAH i blåskjell i området, som ifølge Boitsov og Klungsøyr (2010) skyldes både oljen fra det havarerte skipet og bidrag fra andre kilder i området. Oljeutslippet har medført negative konsekvenser for friluftsliv (Øian et al. 2010).

Ved oljeutslipp av denne type er det først og fremst strender i grunnområder som blir berørt av oljen, men dypere områder kan også i noen grad bli berørt ved at olje fester seg til tyngre partikler og dermed sedimenterer.

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av forekomst av olje i sedimenter/løsmasser innsamlet senhøstes 2009 i grunnområdene på strekningen fra Nevlunghavn til Jomfruland samt på noen få stasjoner på dypere.

Målsetningen med undersøkelsen er å kartlegge forurensningssituasjonen i restitusjonsfasen. Den første prøvetaking ble derfor gjort etter at hovedopprensningen var avsluttet høsten 2009. Det er planer om at undersøkelsene kan gjentas etter 1 og 5 år (eventuelt også senere på utvalgte lokaliteter dersom resultatene etter 5 år viser høye konsentrasjoner).

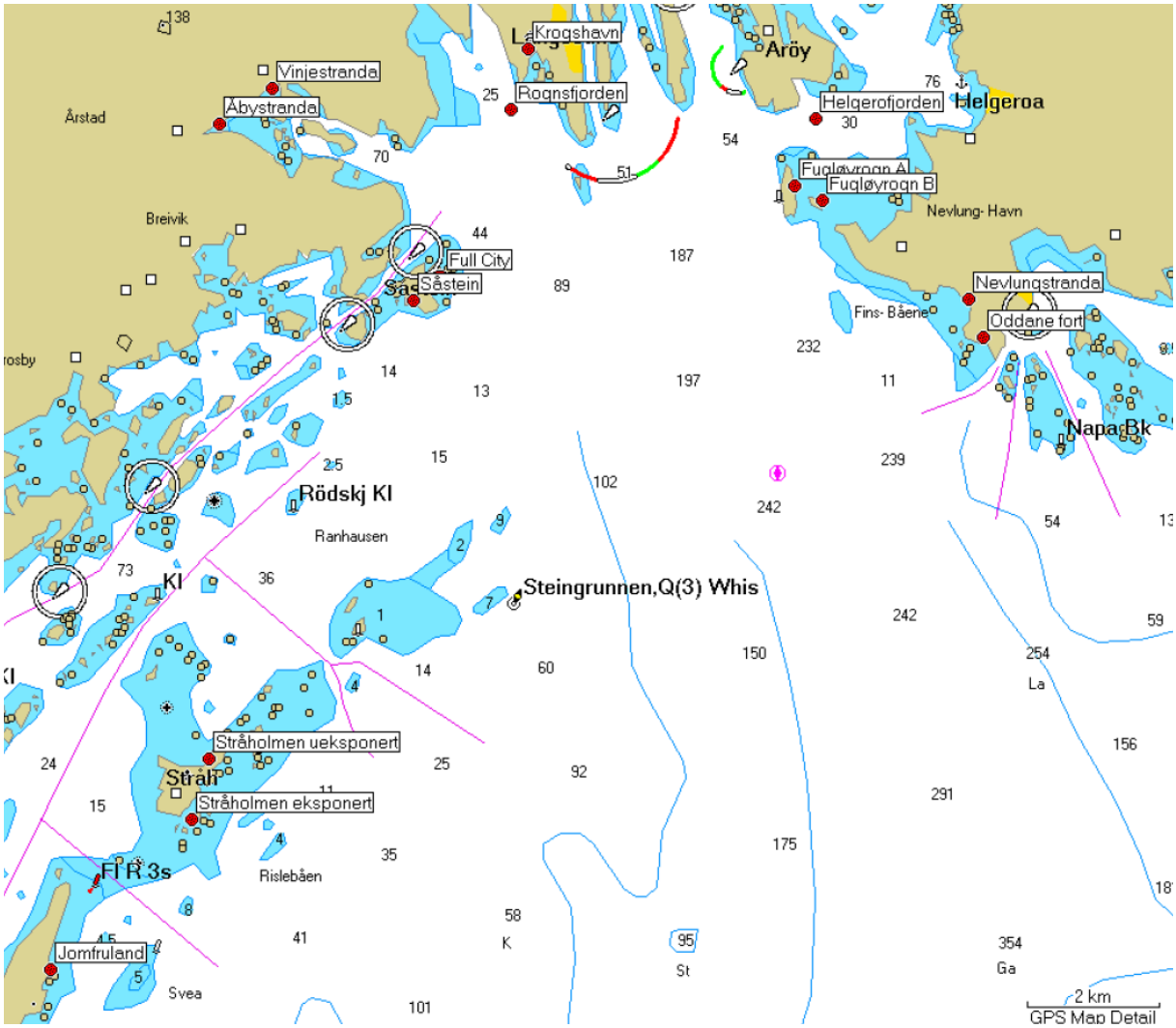
# 2. Materiale og metoder

Feltarbeide ble gjennomført 21-22 oktober, 16-18 november og 15. desember med utgangspunkt mindre båt mebrakt fra NIVA. En oversikt over prøvetakonsområdet ses i **Figur 1** og kart som viser de enkelte prøvetakingsteder ses i avsnitt 2.1 til 2.8.

Under feltarbeide 21-22 oktober ble det innsamlet sedimentprøver for oljeanlyse i fjæra fra Jomfruland, Stråholmen, Såstein, Åbystranda og Vinjestranda. Under feltarbeide 16-18 november ble det foretatt innsamling av sedimenter for oljeanalyser i fjæra fra Krogshavn og Fugløyrogn. I tillegg ble det innsamlet sediment for oljeanalyser på ca 0,5 m dyp fra Såstein, Åbystranda og Vinjestranda, Krogshavn og Fugløyrogn. Under feltarbeidet 15. desember ble det innsamlet prøver fra strand/grunnområder på Nevlungstrand, og Oddne fort samt på to dypstasjoner i Helgerofjorden og Rognsfjorden. En oversikt over prøvetakingsdatoene ses i kapitel 5 Vedlegg A tabell A2.

I utgangspunktet var en ute etter å foreta oljeanalyser på sediment og løsmasser fra strandområder og noen få lokaliteter på dypere vann. Kyststrekningen som var berørt av oljen fra havaristen er i stor grad sterkt bølgeeksponert og derfor preget av fjell, stein og grove løsmasser i strandsonen med unntak av i beskyttede områder som Åbyfjorden (Åbystranda og Vinjestranda). Prøveinnsamlingen måtte derfor modifiseres noe i forhold til planlagte program. Dette hadde sammenheng med at det ikke på alle lokalitetene var mulig å finne substrat i fjæra eller på grunt vann som det var formålstjenlig å prøveta for oljeanalyse og på en del av lokalitetene så en seg nødt til prøveta de løsmasser som var tilgjengelig og dette var i mange tilfeller relativ grov sand.

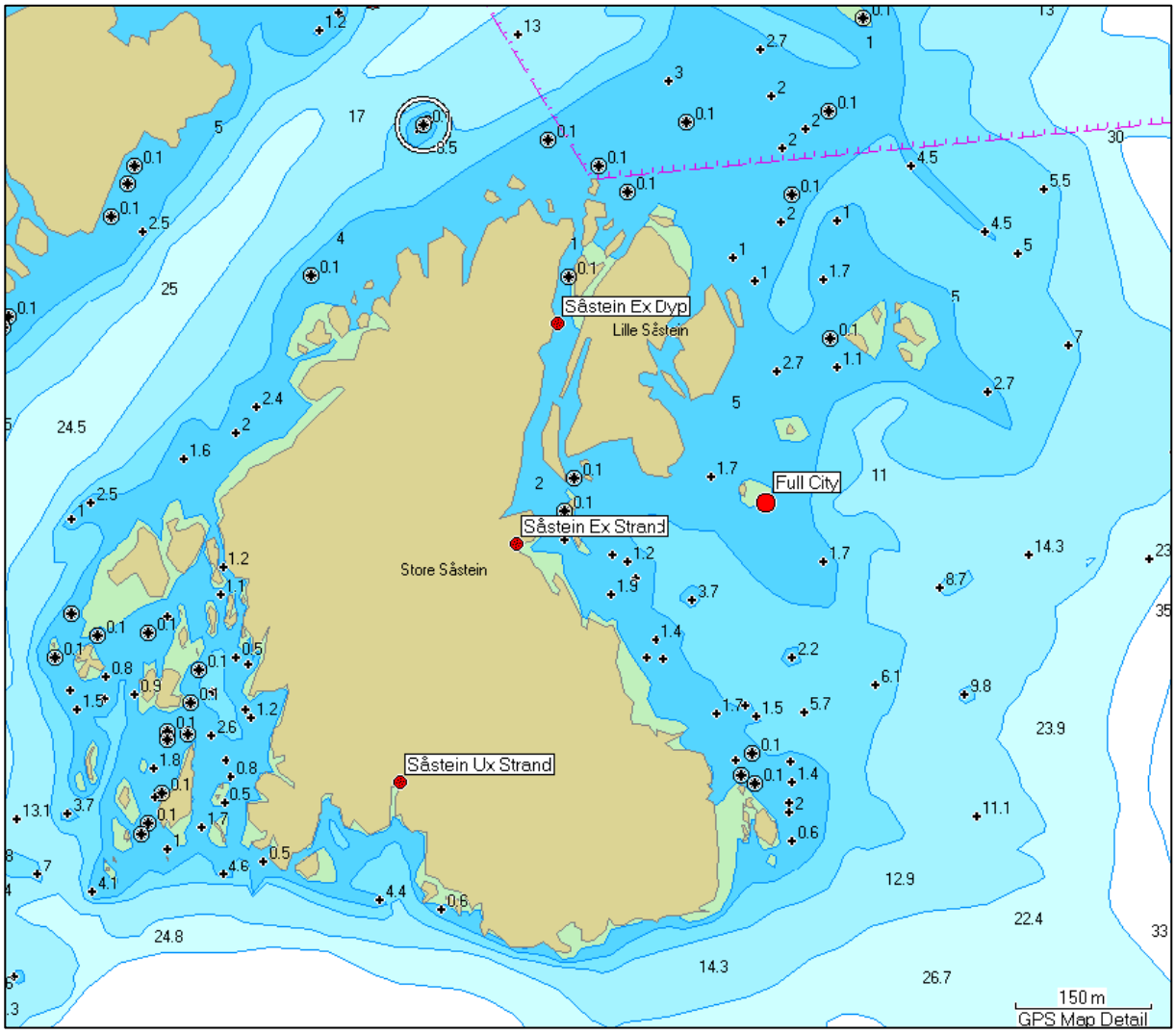
Prøvetakingen ble foretatt med den metoden som var best anvendelig på hver lokalitet. På strender og i fjæra ble prøvene tatt med corer av en person til fots der dette var mulig eller med skje der sanden/løsmassene var for hardt pakket eller utgjorde et for tynt lag til at corer kunne brukes (eksempelvis i fjæra på Såstein se **Figur 3**). På grunt vann (ca 0,5 m dyp) ble prøvene samlet av en svømmedykker og bruk av en corer (se **Figur 9**). På dyp større enn ca 0,5 m ble prøvene innsamlet fra en mindre båt ved bruk av en manuell vinsj og en liten van Veen grabb. I kapitel 5 tabell A2 ses en oversikt over innsamlingsmetode benyttet på de ulike lokaliteter.




**Figur 1.** Oversiktskart som viser hovedområdene for innsamling av substrat (sediment/sand) for analyse av PAH og oljehydrokarboner.

## 2.1 Såstein

Det ble observert svært lite løsmasser i fjæra på Såstein. Prøvene fra fjæra ble tatt 300 m vest for der havaristen grunnstøtte og inne i en trang klove på sydøstsiden av Store Såstein (**Figur 2**). Begge disse prøvene bestod av sand innsamlet med skje i et område med rullestein. Et nærbilde av deler av prøvetakingsstedet i fjæra nærmest havartisten ses i **Figur 3**. Dypprøven ble innsamlet inne i kanalen med corer og ble tatt i et område med skjellsand (**Figur 2** og **Figur 4**). Skjellsanden var tilstrekkelig penentrerbar tilat en kunne dele prøven i to dybdeintervaller (0-1 og 1-5 cm).



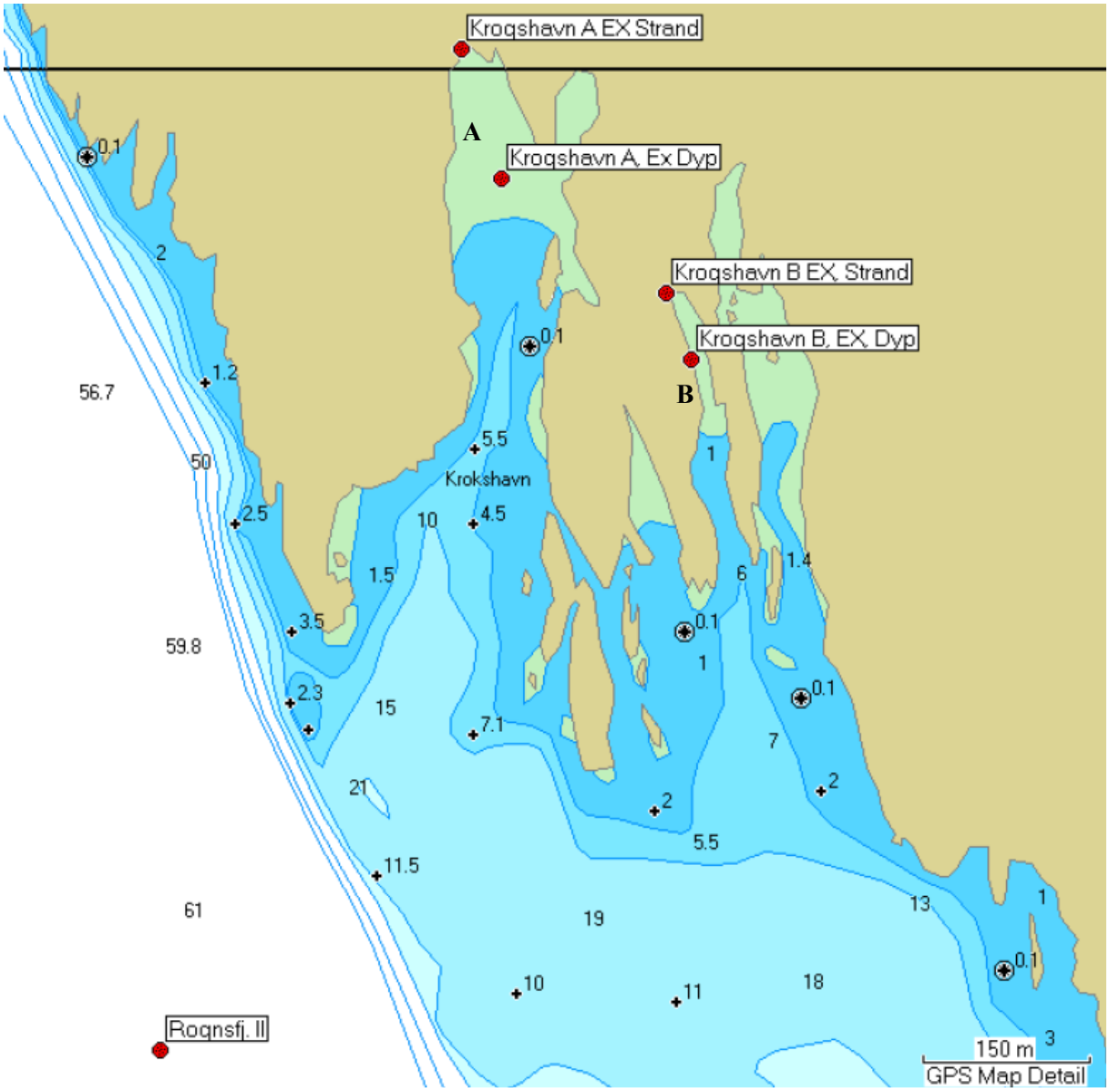

**Figur 2.** Prøvetakingspunkter på Såstein. Omtrentlig posisjon for grunnstøting av Full City er også markert.

**Figur 3.** Såsten Ex strand (se **Figur 2**) 22.10.2009. Detalj av strand med prøveglass og skje. Foto: John Arthur Berge.

**Figur 4.**. Såstein EX, Dyp 16.11.2009. NIVAs båt ligger ved brygga i kanalen på Såstein. Medarbeider gjør seg klar til å ta en sedimentprøve litt til høyere utenfor bilde, ca midt i kanalen. Foto: John Arthur Berge.

## 2.2 Krogshavn og Rognsfjorden

Prøvene ble tatt i fjære og på ca 0,5 m dyp i to bukter (område A og område B) (**Figur 5**). Alle prøvene ble tatt med corer. Innenfor område A ble de tatt 3 replikate prøvermed corer som ble snittet i 3 dybdeintervaller (0-1, 1-5 og 5-10 cm). I område B ble det tatt en corer som ble snittet i de samme dybdeintervallene. Det ble også analysert en prøve fra 65 m dyp ute i Rognsfjorden (**Figur 5**). Prøvematrialet ble tatt med en liten grabb. Materiale som ble analysert var en blandprøve bestående av overflatesediment (ca 0-1 cm) fra 3 grabbprøver.



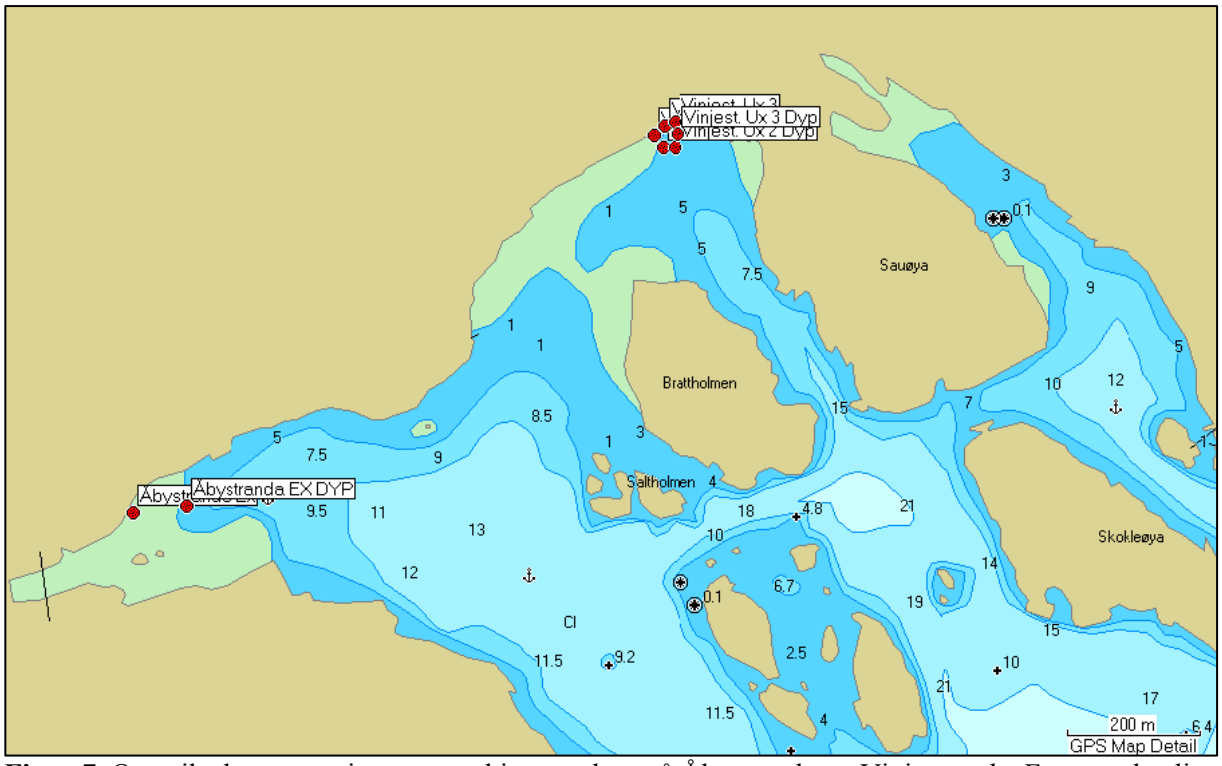

**Figur 5.** Prøvetakingspunkter i Krogshavn. Prøver er tatt i to områder (område A og område B). Dypstasjonen i Rognsfjorden er også vist.

**Figur 6.** Prøvetakingssted Krogshavn B, Strand. 17.11. 2009. Mye løs sagtang. Corer og kork ses på bilde (Foto: Janne Gitmark)

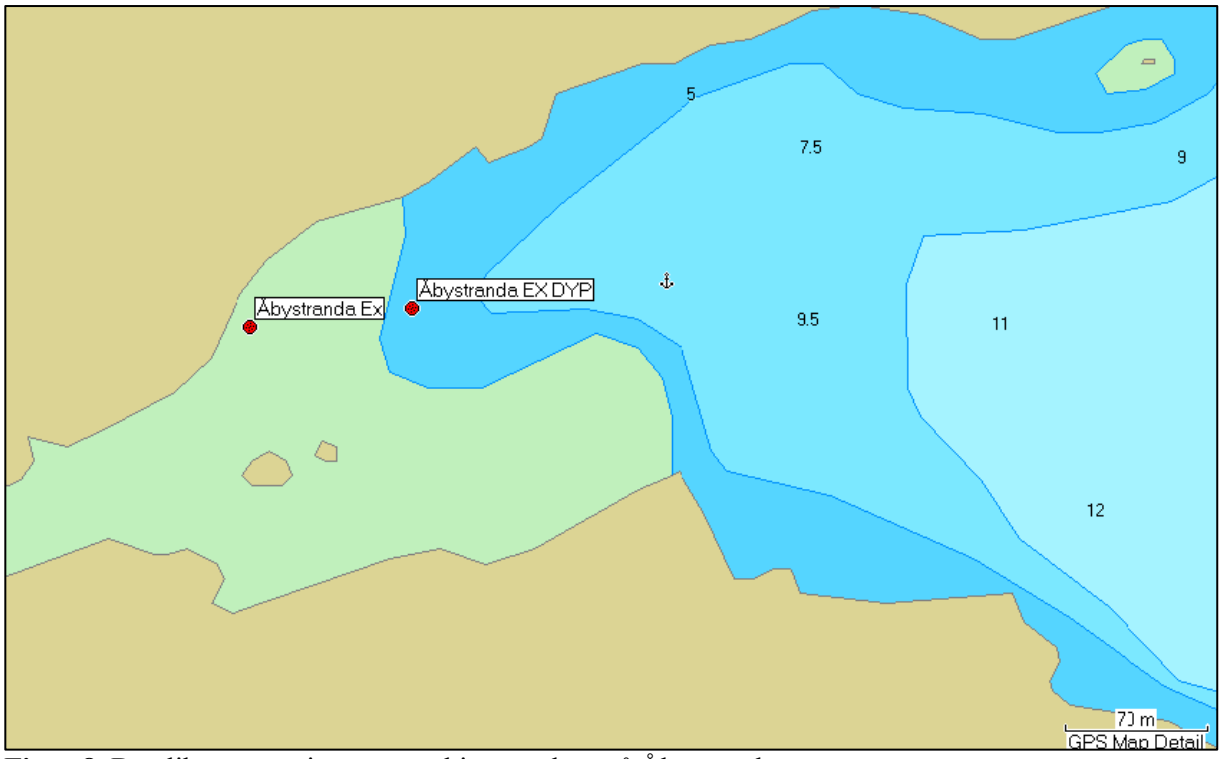
## 2.3 Vinjestranda og Åbystranda

Prøvene ble tatt i fjære og på ca 0,5 m dyp i to beskyttede områder (Vinjestranda og Åbystranda) (**Figur 7**). Både på Vinjestranda og Åbystranda bar løsmassene preg av å være bløte og finkornige (muderflater)
Alle prøvene ble tatt med corer. Det ble i fjæra og på ca 0,5 m dyp hvert sted tatt 3 replikate prøver med corer som ble snittet i 3 dybdeintervaller (0-1, 1-5 og 5-10 cm). Posisjonen for prøetaking av henholdsvis fjære og i 0,5 m dyp på Åbystranda ses i **Figur 8** og i **Figur 10** vises foto av røvetakingstedet i fjære på Åbystranda. **Figur 9** viser medarbeider som tar en av de replikate corerprøvene på ca 0,5 m dyp ved Åbystranda.

Prøvetakingen på Vinjestranda var mer spredt og prøvetakingspuntene for hver kjene ses i **Figur 11**. I **Figur 12**ses foto av området.



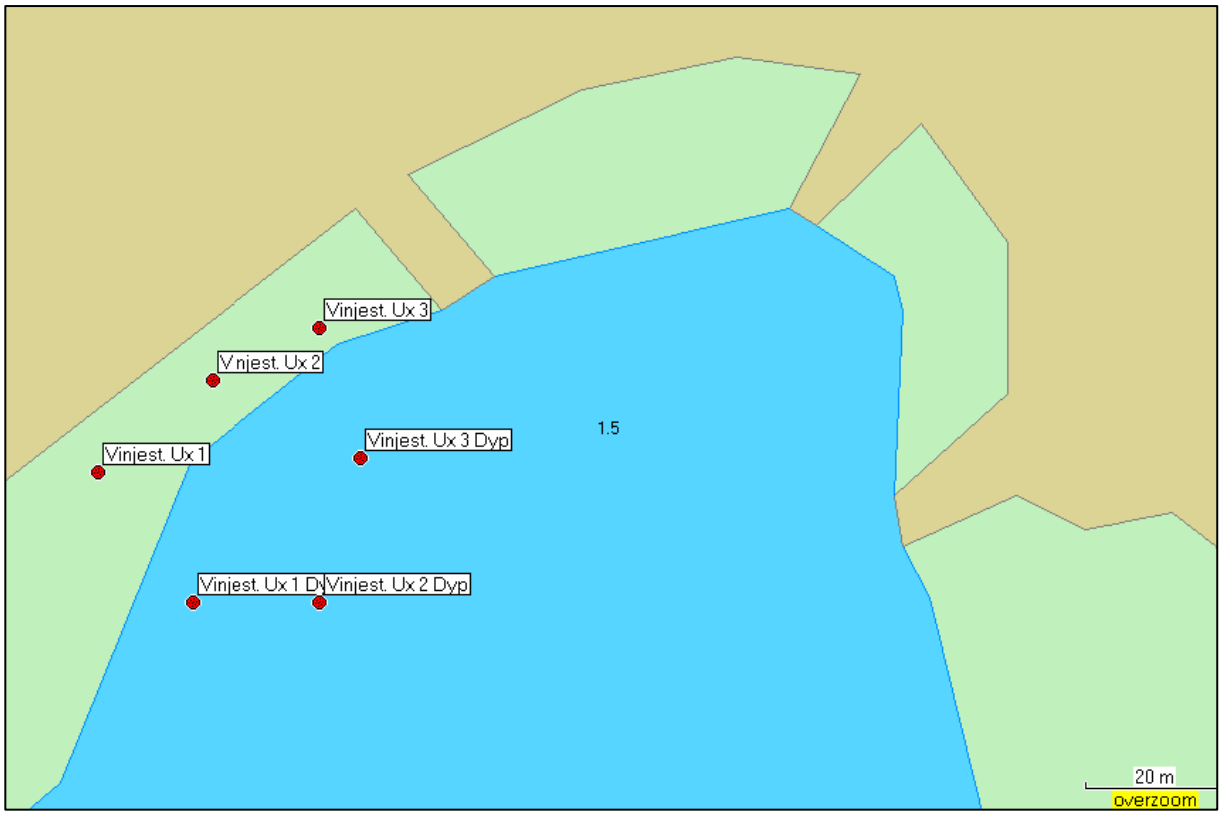

**Figur 7.** Oversiktskart som viser prøvetakingspunkter på Åbystranda og Vinjestranda. For mer detaljer se **Figur 8** og **Figur 11**




**Figur 8.** Detaljkart som viser prøvetakingspunkter på Åbystranda

**Figur 9.** Åbystranda 17. 11. 2009. Corerprøve er tatt på ca 0,5 m. Foto: John Arthur Berge.

**Figur 10** Åbystranda EX 22.10.2009 (se **Figur 8**). Mudderflate i fjæra der prøvene ble tatt (rundt kassa). Foto: John Arthur Berge.



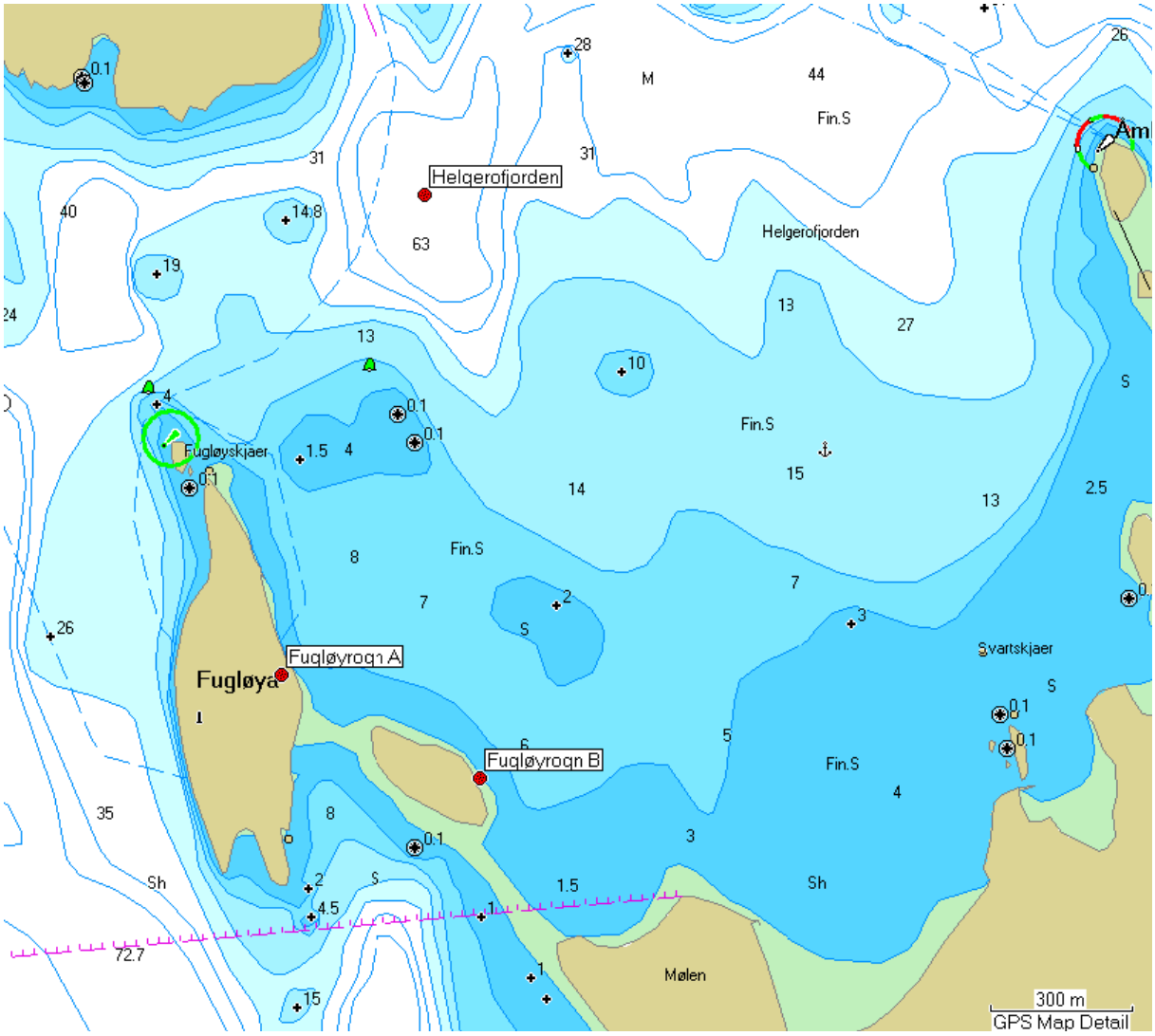

**Figur 11.** Detaljkart som viser prøvetakingspunkter på Vinjestranda

**Figur 12.** Vinjestranda. Mudderflate for prøvetaking. Prøvetakings området i fjæra var noen få meter fra sivkanten i den andre enden av stranda (fra steinbrygga i det fjerne og mot fotografen). Prøvetakingen på ca. 0,5 m dyp ble gjort 25 -40 m lenger ut fra sivkanten (se også **Figur 11**).

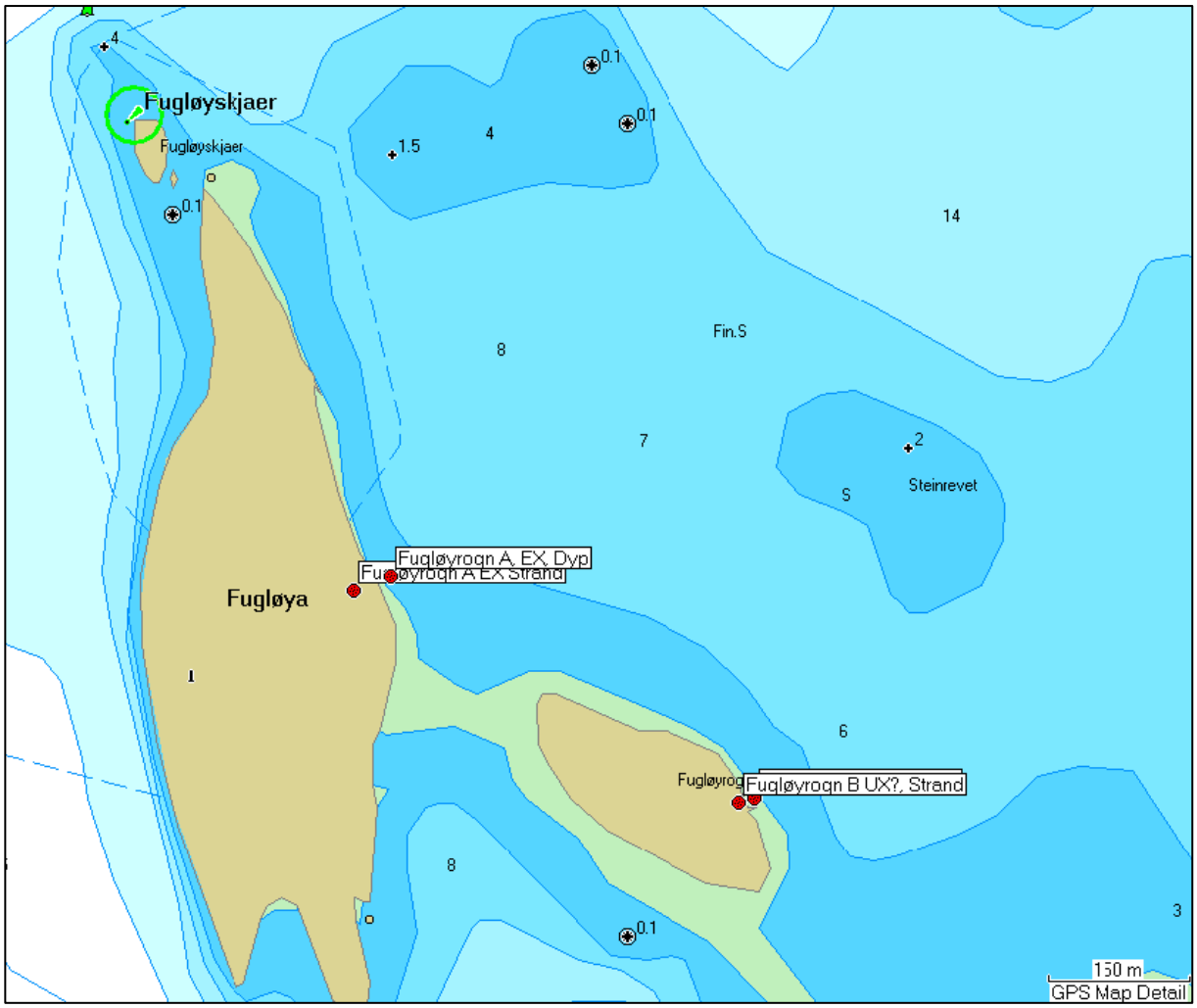
## 2.4 Fugløyrogn og Helgerofjorden

Prøvene fra Fugløyrong ble innsalet på to steder (Fugløyrong A og Fugløyrong B) (se **Figur 14**, **Figur 15**og **Figur 16**). Prøven fra dypt vann ble tatt på omtrent det dypeste punktet i bassenget nordvest for Fugløya i Helgerofjorden ) (se **Figur 14**). Både i Fugløyrong A og Fugløyrong B ble det tatt prøver i fjæra og på ca. 0,5 m dyp (**Figur 14**). Alle prøver fra Fugløyrong unntatt en (blandprøve tatt med skje langs standen i området Fuglerong A) ble tatt med corer av en person til fots (fjære prøver) eller av svømmedykker (ca. 0,5 m dyp). Corer prøven ble snittet i 3 dybdeintervaller (0-1, 1-5 og 5-10 cm) der dette lot seg gjøre.

Prøvematrialet fra ca 56 m dyp i Helgerofjorden ble tatt med en liten grabb. Materiale som ble analysert var en blandprøve bestående av overflatesediment (ca 0-1 cm) fra 3 grabbprøver




**Figur 13.** Oversiktskart for Fugløyrognområdet. Dypstasjonen i Helgerofjorden er også vist.




**Figur 14.** Prøvetakingspunkter i Fugløyrognområdet. NB: Posisjonenene er tatt ut fra GPS avlesning. Trolig er det unøyaktigheter i kartgrunnlaget som gjør at prøvetakingspunktene på stranden ser ut til å ligge noe lenger inn på land.

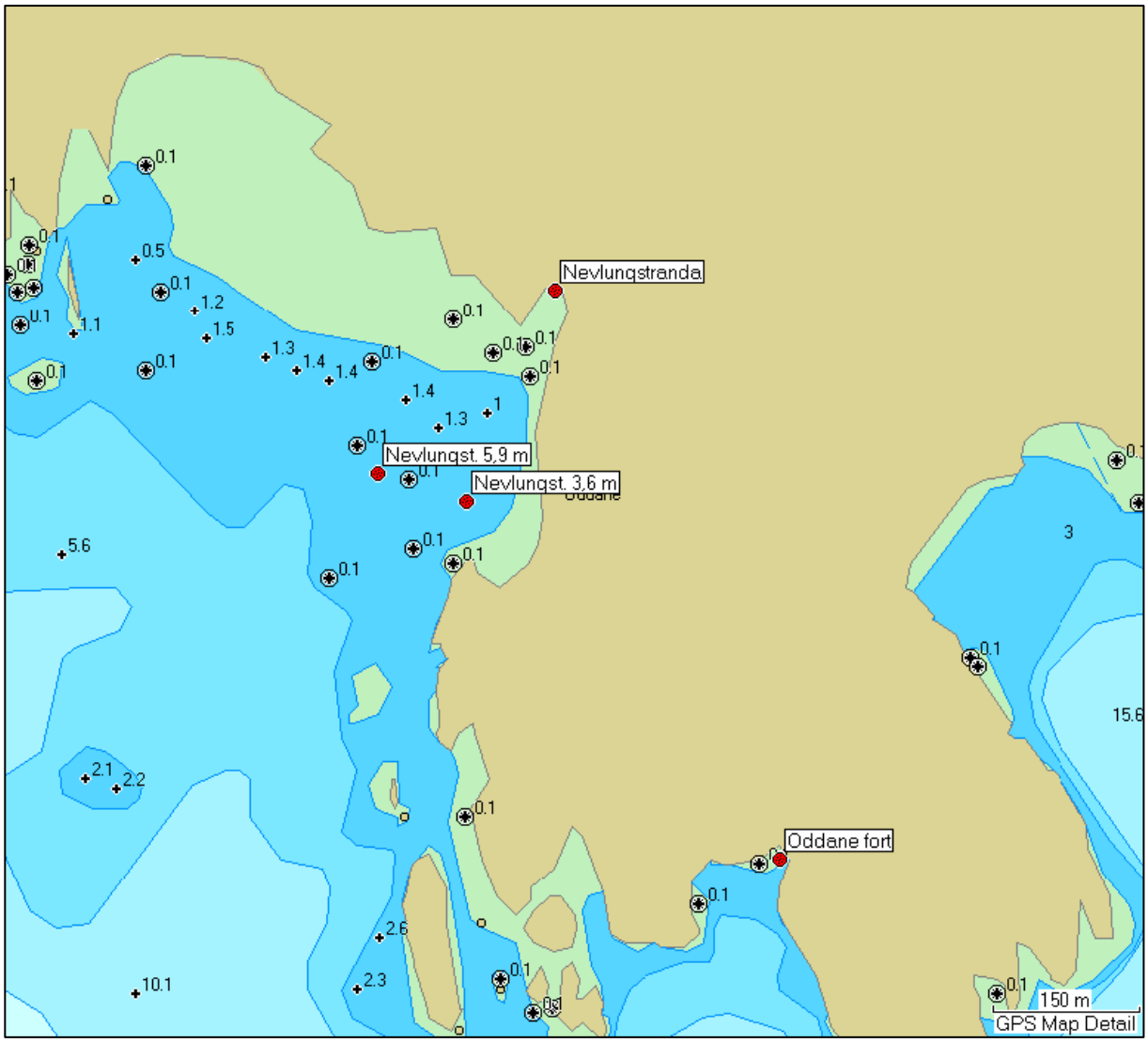
**Figur 15.** Fugløyrogn A, Ex, Strand. Prøvene ble tatt i vannkanten til høyre for kjølebag.. Dypprøvene ble tatt helt til høyre i bilde omtrent der hode til svømmedykker kan ses. Foto: John Arthur Berge.

**Figur 16.** Fugløyrogn B, UX, Strand og dyp . Prøvene av strand ble tatt i sanden ved de store steinene som stikker opp av sanden ca 1/3 av bildets bredde fra høyre. Prøven fra ca 0,5 m dyp ble tatt ca 20 m lenger ut. Foto: John Arthur Berge.

## 2.5 Nevlungstrand og Oddane fort

Både på Nevlungstranda og Oddanefort var det i hovedsak steinbunn og det var vanskelig å finne substrat som det var meningsfullt å prøveta. I fjæra ved Oddanefort ble det imidlertid funnet en sandstrand (**Figur 17**) hvor det var noe grov sand som kunne prøvetas. Det ble imidlertid utenfor selve stranden kun observert steinbunn så langt ned en kunne observere visuelt og selv ved prøvetaking på en ”dypstasjon” (15 m dyp) med en liten grabb noe lenger ut fikk en heller ikke opp noe materiale utover noen småstein. Fra Oddanefort fikk en derfor kun prøver fra tidevannssonene.

På Nevlungstranda var det også kun et område hvor det ble observert sand i tidevannssonen. Prøver av sanden ble tatt på denne stranden (**Figur 17**, **Figur 18**). I området umiddelbart under tidevannssonen (ned til et dyp av ca. 3 m) ble det observert kun steinbunn. Det ble imidlertid observert sandbunn på 3,6 og 5,9 m dyp (**Figur 17**). Prøver for oljeanalyser ble derfor tatt med grabb på disse to ”dypstasjonene”.

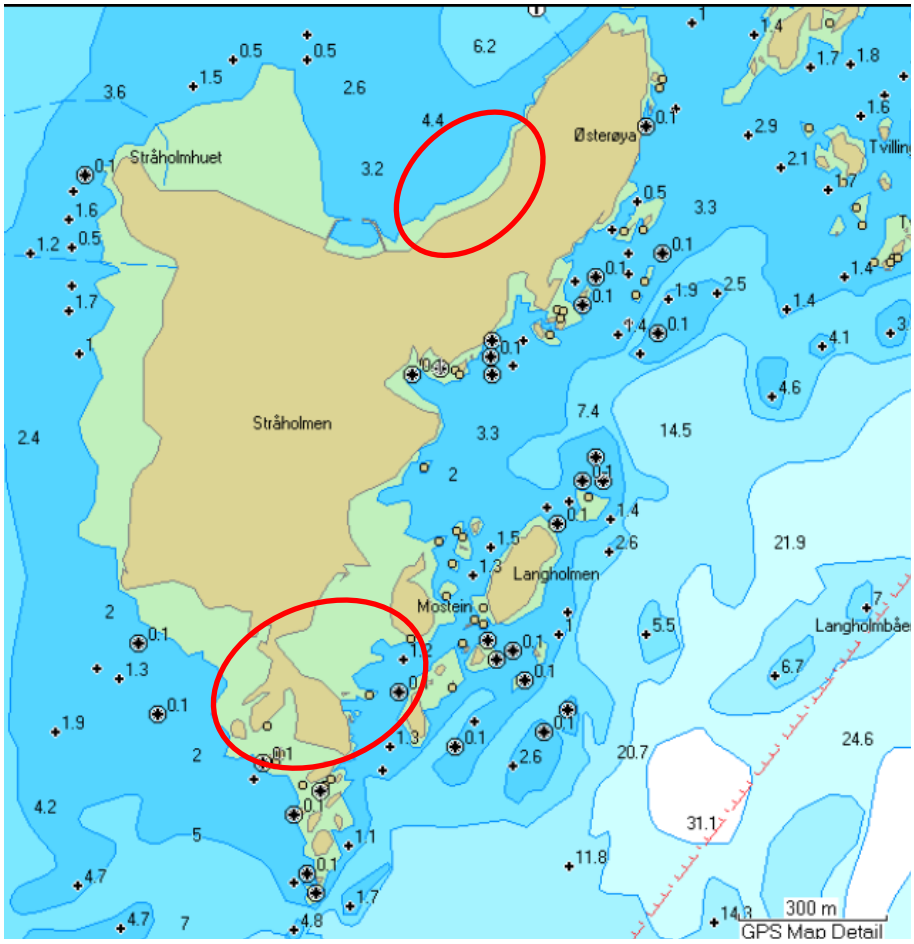



**Figur 17.** Prøvetakingspunkter på Nevlungstranda og ved Oddane fort.

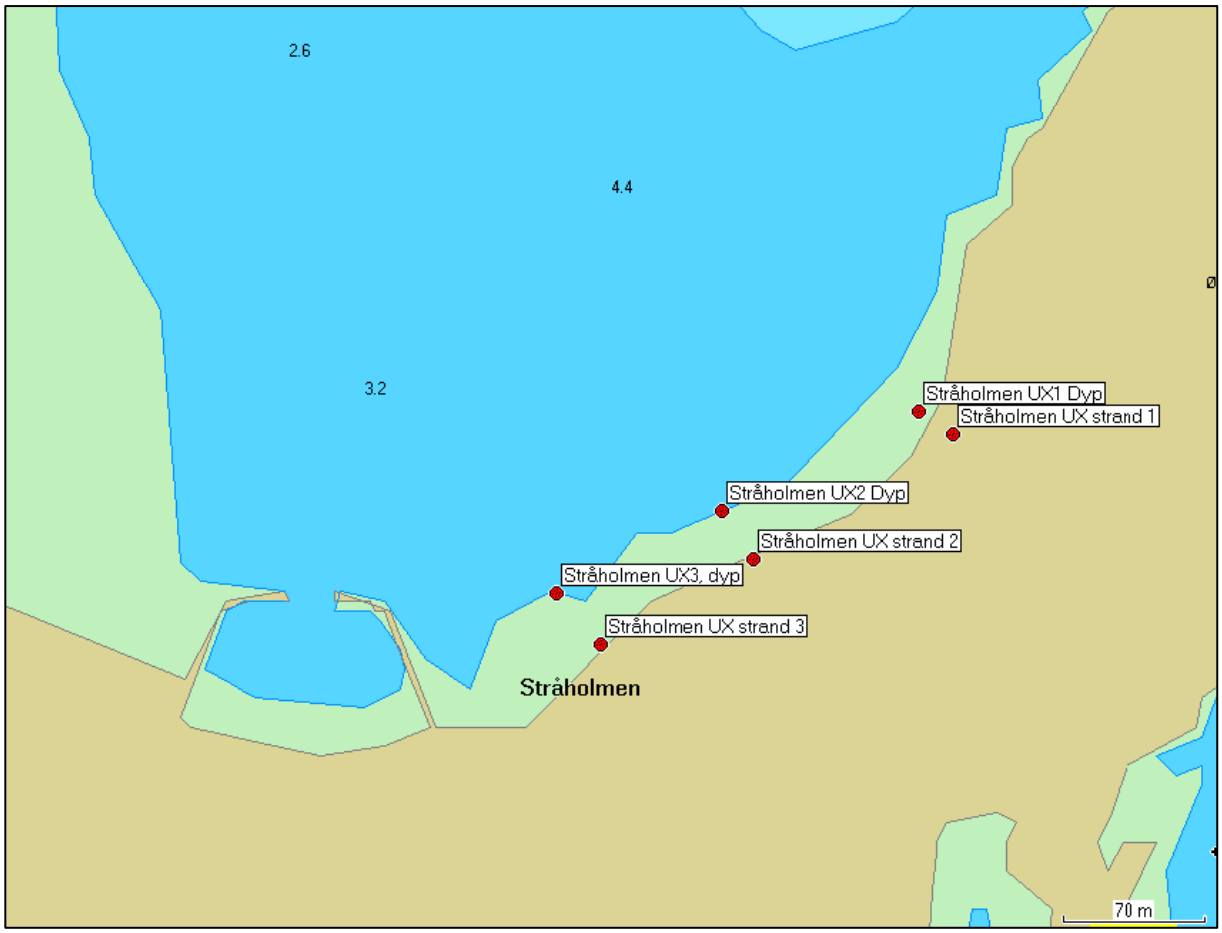
**Figur 18.** Strand ved campingplassen ved Nevlungstranda som ble prøvetatt 15/12-2009. Foto: John Arthur Berge.

## 2.6 Stråholmen

Prøvene fra Stråholmen ble tatt i 2 hovedområder som var antat å være henholsvis lite og mye påvirket av olje fra Full City (**Figur 19**). I det nordre område ble det både i fjæra og på ca 0,5 m dyp tatt prøver 3 replikate prøver langs en strand (**Figur 20**, **Figur 22**). I det sydlige område (se **Figur 22**) som var antatt å være oljepåvirket ble det i fjære tatt prøver med corer innenfor et relativt begrenset område (**Figur 23**). Det ble også tatt 3 prøver av løsmasser på ca 0,5 m dyp sydvest for Mostein (**Figur 22**). Alle prøver ble tatt med corer. Corer prøven ble så langt det var mulig snittet i 3 dybdeintervaller (0-1, 1-5 og 5-10 cm) som be analysert separat for hver corer.

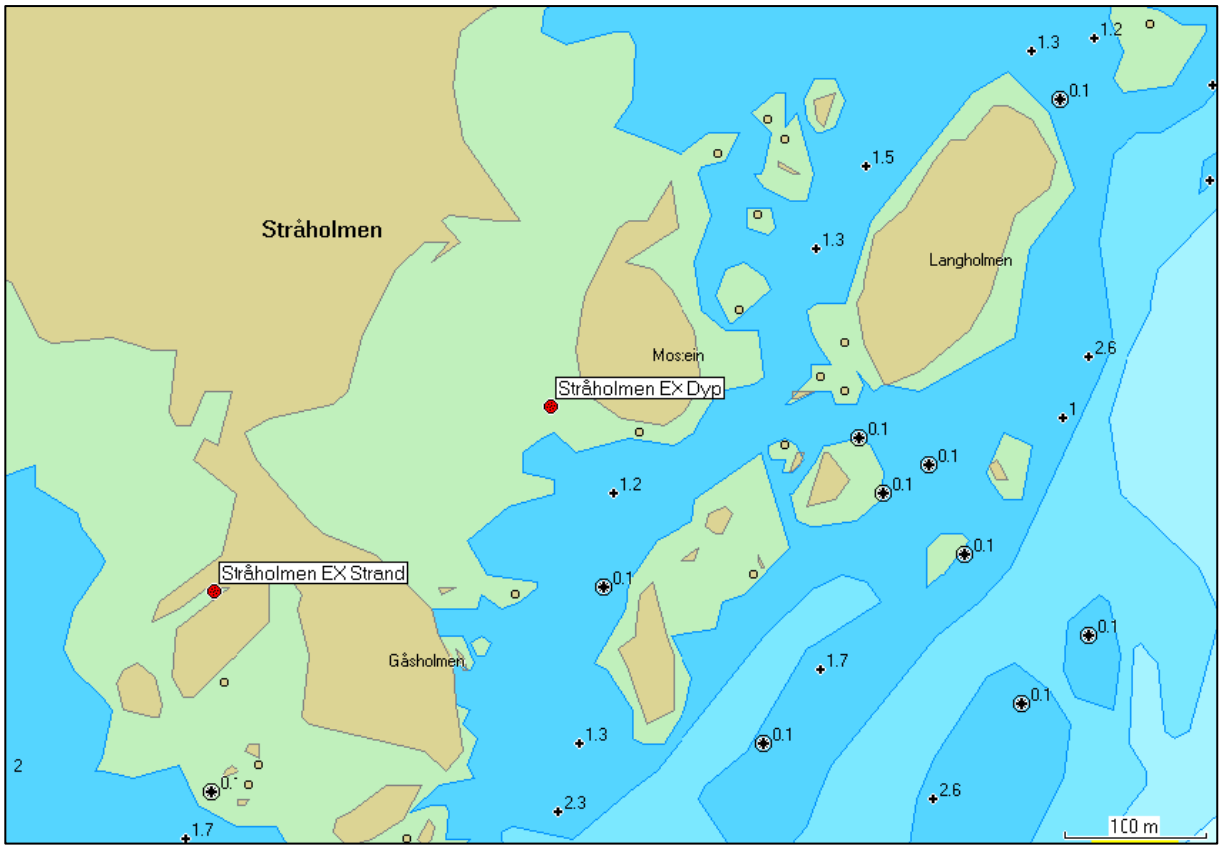



**Figur 19.** Hoved-prøvetakingsområder på Stråholmen (markert med råd sirkel). Området i nord var antatt å være lite påvirket av olje (UX) men sområde i syd var antatt å være påvirket av olje (EX) fra Full City.




**Figur 20.** Prøvetakingspunkter på en strand på Stråholmen som er antatt ikke være påvirket av olje fra Full City.

**Figur 21.** Stråholmen Ueksponert eller ubetydelig eksponert strand. Bilde dekker stranda der prøve 1, 2 og 3 ble tatt. Prøver (0-1 cm) tatt nær svaberg i begge ender av stranda og på midten. Foto: John Arthur Berge.

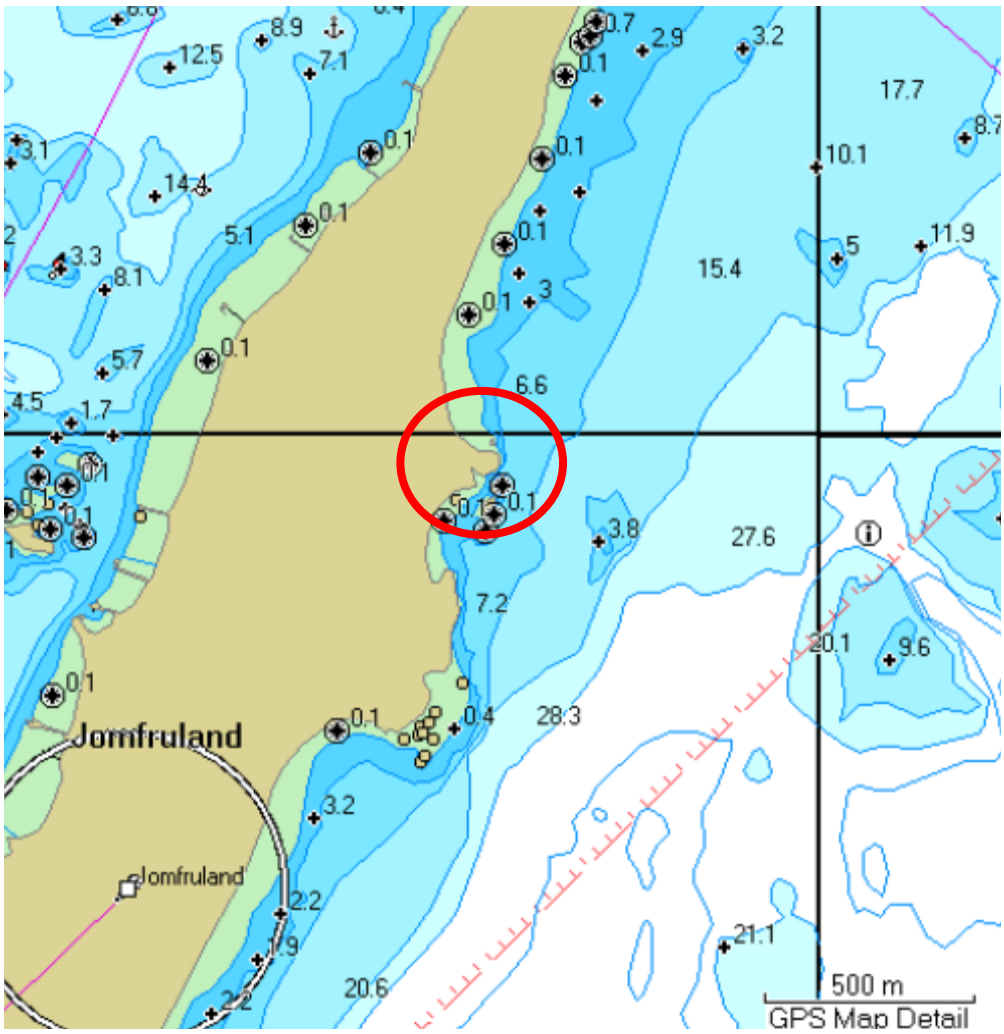



**Figur 22.** Prøvetakingspunkter i et område ved Stråholmen som er antatt å være påvirket av olje fra Full City.

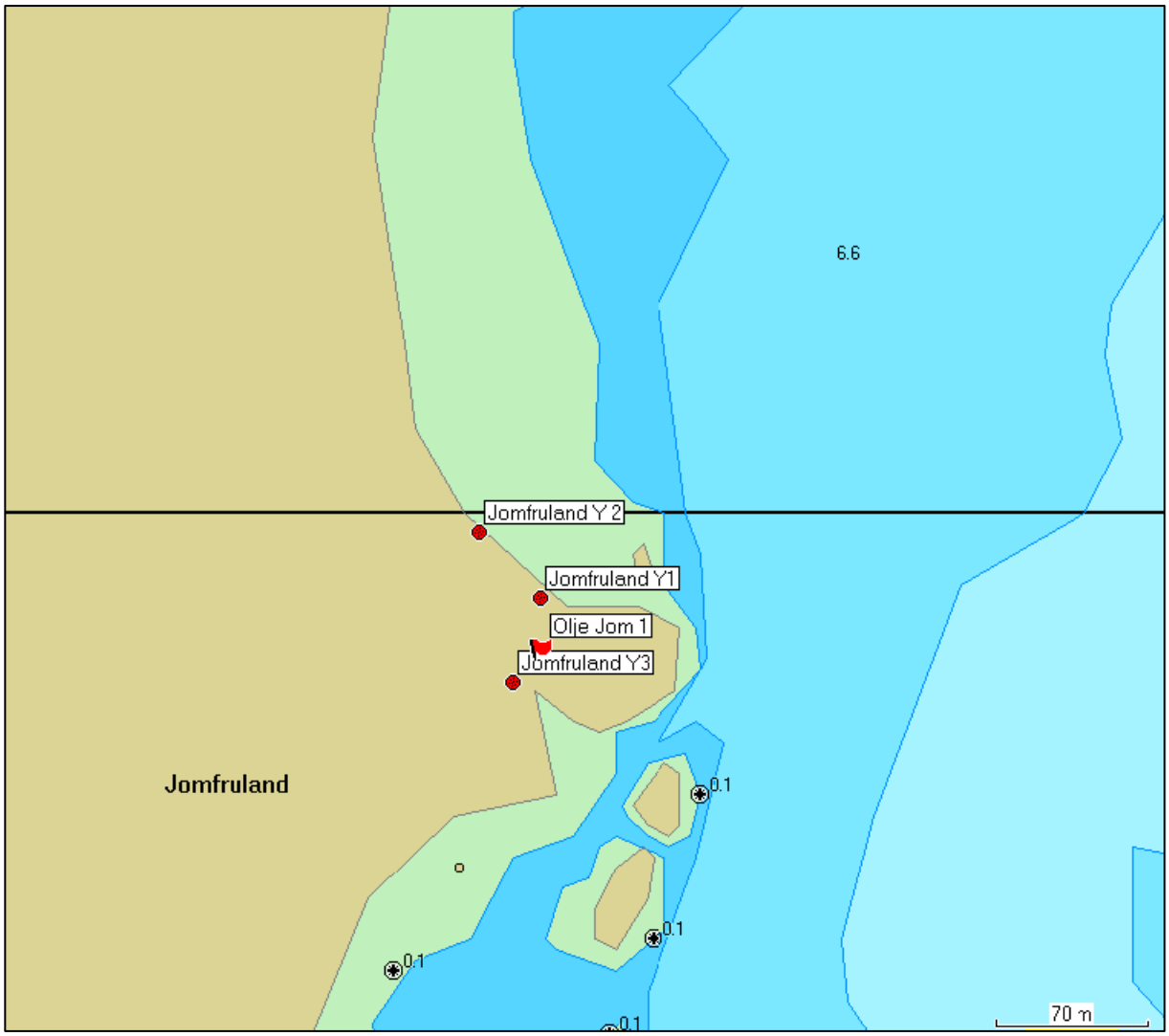
**Figur 23.** Stråholmen Oljeksponert strand. Bildet viser område der prøver fra fjære ble tatt. (3 paraleller). Det var tydelige oljerester på steiner i nærheten. Foto: John Arthur Berge.

## 2.7 Jomfruland

Strandsonen i ytre deler av Jomfruland bærerpreg av å være sterkt bølgeksponert, og løsmasser anvendelig for prøvetaking med corer og liten grabb var vanskelig å finne. Noe relativt grov sand ble imidlertid funnet i et område (se **Figur 24**). Innefor dette hovedområdet ble det mellom rullesteinene tatt prøver av sand med skje (ca0- 1 cm) på to punkter (Y1 og Y 2, se **Figur 25** og **Figur 26**). I et nærliggende område (Y3, se **Figur 25** og **Figur 27**) ble det også tatt prøver med corer slik at en fikk prøver fra både overflatesedimentet (0-1 cm ) og noe lenger ned (1-5 cm).




**Figur 24.** Oversiktskart som viser prøvetakingsområder på Jomfruland (markert med rød sirkel). For mer detaljer se **Figur 25**.




**Figur 25.** Jomfruland, detaljkart som viser prøvetakingssteder (røde punkter). Flagg antyder sted hvor det ble observert en del olje på steiner.

**Figur 26.** Jomfruland 21.10.2009. Prøvetakingsområdene Y 1 og Y2 dekkes av bilde. Foto: John Arthur Berge.

**Figur 27.** Jomfruland 21.10.2009. Prøvetakingsområdet Ytre 3 (Y3) vises (se også **Figur 25**). Foto: John Arthur Berge.

## 2.8 Analysemetoder

Som støtteparametere er prøvene analysert for tørrstoffinnhold (TTS), andelen av finfraksjonen i sedimentet dvs. den prosentvise andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse mindre enn 63 µm og totalt mengde organisk karbon (TOC). Prøvene er også analysert for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), ), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD.

Ca 20g vått materiale ble benyttet til analyse av olje og PAH. Prøven ble tilsatt interne standarder og ekstrahert med en blanding av cykloheksan (ch) og aceton. Cykloheksan-ekstraktet ble isolert ved tilsetting av vann.

Prinsippene for de ulike analyser ses i **Tabell 1**.

**Tabell 1.** *Oversikt over anvendte analysemetoder.*
*GC= gasskromatograf, MSD=masseselektiv detektor.*
*GC-AED=gasskromatograf med atomemisjonsdetektor. GC/MSD=gasskromatograf med masseselektiv detektor. FID=flammeionisasjonsdetektor.*

| Prøvetype | Parameter | Analysemetode |
|---|---|---|
| Sediment/ løsmasser | Prosent tørrstoff (TTS) | NIVA- metode nr B 3. Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 °C, og den gjenværende rest veies. |
| Sediment | Partikkelstørrelse (fraksjon <64µm) | Frysetørking, tørrsikting og gravimetri |
| Sediment | TOC | NIVA- metode nr G 6. Katalytisk forbrenning av organisk materiale og deteksjon av CO2 ved hjelp av en varmetrådsdetektor. Instrumentering: Carlo Erba Elementanalysator 1106, med prøveveksler AS 400 LS. |
| Sediment | TOC/olje | Råekststraktet opparbeides felles for PAH og olje. En del av ekstraktet ble eluert gjennom en florisil-kolonne for å fjerne polare forbindelser. Ekstraktet ble deretter analysert gasskromatografisk (GC/FID) og konsentrasjonen av olje (C10-C40) ble bestemt ved bruk av intern og ekstern standard. Instrumentring:Agilent 6890N gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (FID) og kolonne CP-SIL5 CB 15m x 0,25mm i.d., 0,25µm film |
| Sediment | PAH | NIVA- metode nr H 2-3 (noe modifisert). Prøvene tilsettes interne standarder og PAH ekstraheres med cykloheksan/aceton. Ekstraktet renses ved bruk av gelpermeasjonskromatografi (GPC)) for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet gasskromatografisk med GC/MSD. PAH identifiseres ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifiseringen utføres ved bruk av intern og ekstern standard. Instrumentring: Agilent 6890N koblet til 5973N masseselektiv detektor, og kolonne DB-5MS 30 m x 0,25 mm i.d., 0,25 µm film. |

# 3. Resultater og diskusjon

Sett under ett ble det observert relativt lave konsentrasjoner av både total mengde hydrokarboner (THC) og PAH (rådata for alle analysene ses vedlegg B).

THC representerer et bredt spekter av ikke identifiserte komponenter (i hovedsak fra C12-C35, blant annet lettere aromater, rettkjedede, forgrenede og sykliske alkaner) som kan utgjøre en vesentlig del av ulike oljeprodukter. THC inngår ikke i Klif´s klassifisering (se vedleggC). Ut fra erfaringene i Nordsjøen (Zevenboom et al. 1993) er et konsentrasjonsnivå tilsvarende 50 µg/g t.v. neppe tilstrekkelig til å gi vesentlige effekter på artsdiversiteten i bløtbunnssamfunn, men kan gi effekter på enkeltarter. Ved konsentrasjoner over 100 µg/g t.v. må en imidlertid forvente moderate til betydelig effekter også på artsdiversitet. Av i alt 107 prøver var det bare i 17 at det ble observert en total oljekonsentrasjon (THC) som lå over deteksjonsgrensen for analysen (dvs. 50 µg/g t.v.). Konsentrasjonsnivået av THC i de prøver som lå over deteksjonsgrenen lå i området 56-560 µg/g t.v.

PAH kan stamme fra oljesøl, men også fra forbrenning av kull og olje, veiforurensning og utslipp fra smelteverk. En del enkeltkomponenter av PAH samt $SumPAH_{16}$ inngår i SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 2007, se Vedlegg C. ).

PAH er en stor gruppe forbindelser med ulike egenskaper. De letteste PAH, som naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer (omtalt samlet som NPD), er delvis løselige i vann og fordamper relativt hurtig til atmosfæren. Det er den type PAH som det finnes mest av i olje, og NPD kan derfor brukes som en indikator for oljeforurensning. Tyngre PAH finnes også i olje, men oftest i mindre mengder, men kan forekomme som hovekilde i miljøet som resultat av forbrenningsprosesser. Det er først og fremst de tyngre PAH-forbindelsene som inngår i $sumPA_{16}$. Forholdet mellom NPD og SumPAH16 kan gi en indikasjon på om observerte konsentrasjoner av PAH er relatert til oljeforurensning direkte eller er et resultat av forbrenningsprosesser.

I det følgende er resultater fra PAH-analysene klassifisert i henhold til Klif´s klassifisering (TA-2229/2007, se vedlegg C) og en gjør også en vurdering av resultatene av THC-analysene opp mot erfaringer fra Nordsjøen (se over). Begge typer vurderinger gir indikasjoner på om mulige effekter på bunnfauna kan tenkes å opptre som en konsekvens av tilstedeværelse av THC/PAH. En skal imidlertid være klar over at klassifiseringen/vurderingen ikke først og fremst er myntet på bunndyrsamfunn i grove sedimenter fra strandsonen, men på mulige effekter på bløtbunnssamfunn på dypere vann. Når en derfor i det følgende snakker om mulige effekter, så knytter dette seg først og fremst til forhold der tilsvarende konsentrasjoner opptrer i mer finkornige sedimenter på dypere vann, mens en vet mindre om betydningen for dyr i grovkornede sedimenter fra strandsonen. Slike løsmasser er imidlertid i utgangspunktet svært fattige på makrofauna.

## 3.1 Såstein

Alle prøvene hadde et høyt tørrstoffinnhold og andelen finstoff (dvs. andelen av sediment med en partikkelstørelse mindre enn 63µm) i prøven var lavt og særlig i prøvene fra stranden (**Tabell 2**). Det høyeste finstoffinnholdet (7 %) ble observert i prøven tatt fra 1-5 cm ned i sedimentet i kanalen (kart ses i **Figur 2**). Det var også de to prøvene fra ca 1m dyp i kanalen som hadde de høyeste verdier av TOC.

### 3.1.1 THC

Alle prøver fra Såstein inneholdt mindre enn 50µg/g t.v. med THC (**Tabell 2**) og tyder på liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner

### 3.1.2 PAH

Konsentrasjonen av PAH var også relativt lav i alle prøver (**Tabell 2**) og konsentrasjonene av enkelt komponenter var såpass lave at det ikke kan påregnes at de spor av PAH som er detekter skal forårsake toksiske effekter av betydning (**Tabell 3**). Konsentrasjonen av PAH i prøven fra et antatt eksponert strandområde (Såstein EX, Strand, 0-1cm) avvek ikke vesentlig fra det som ble observert i en antatt ueksponert strand på sydvestsiden av Såstein (Såstein UX, Strand, 0-1cm) (**Tabell 3**). Inne i kanalen var konsentrasjonen av PAH noe høyere nede i sedimentet (1-5 cm) enn i overfalten (0-1 cm), men heller ikke nede i sedimentet var konsentrasjonene over det som anses som bakgrunnsnivå og NPD fraksjonen var lavere enn både på den antatt ikke-oljekontaminerte lokaliteten (Såstein UX, 0-1cm strand) og på den eksponerte stranden (**Tabell 2**).

Ut fra de analyserte prøvene er det lite som tyder på at en senhøstes 2009 hadde særlig med olje i løsmassene på grunt vann ved Såstein. Dette utelukker imidlertid ikke at det lokalt kan finnes olje på stein og annet substrat som ikke fangs ved innsamling av løsmasser..

Det var også relativt mer av NPD–fraksjone enn av $SumPAH_{16}$-fraksjonen i 3 av fire prøver (også i prøven fra den antatt upåvirkede stranden) og kan være spor av oljeutslippet. Prøven fra 1-5 cm dyp i kanalen viste imidlertid et meget lavt NPD/sumPAH15-forhold (**Tabell 2**) og gir derfor ikke indikasjon på spor av olje.

**Tabell 2.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt på Såstein. TTS=tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen $SumPAH_{16}$=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. NPD= summen a konsentrasjonen av naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer. m=TOC kan ikke kjøres pga. lite finstoff. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD.

| **Prøve** | **TTS (%)** | **<63µm (% tv)** | **TOC (µg C/mg TS)** | **Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.)** | **Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.)** | **Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.)** | **Olje (µg/g t.v.)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Såstein EX1, 0-1cm dyp | 71,3 | 4 | 20 | 54,7 | 8,60 | 44 | <50 |
| Såstein EX1, 1-5cm dyp | 70,9 | 7 | 28,5 | 164 | 144,90 | 2 | <50 |
| Såstein EX, 0-1cm strand | 95 | <1 | m | 401,4 | 23,80 | 371 | <50 |
| Såstein UX, 0-1cm strand | 51,4 | 2 | m | 225,2 | 30,20 | 181 | <50 |

| **Prøve** | **NPD/$SumPAH_{16}$** |
|---|---|
| Såstein EX1, 0-1cm dyp | 5,12 |
| Såstein EX1, 1-5cm dyp | 0,01 |
| Såstein EX, 0-1cm strand | 15,59 |
| Såstein UX, 0-1cm strand | 5,99 |

1)Følgened forbindelser inngår: Naftalen, C1 Naftalen, C2 Naftalen, Acenaftylen, C3 Naftalen, Acenaften, Fluoren, Dibenzotiofen, Fenantren, Antracen, C1 Fenantren , C1 Dibenzotiofen, C2 Fenantren, C3 Fenantren, C2 Dibenzotiofen, C3 Dibenzotiofen, Fluoranten, Pyren, Benz(a)antracen, Chrysen, Benzo(b+j)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(e)pyren, Benzo(a)pyren, Perylen, Indeno(1,2,3cd)pyren, Dibenz(ac+ah)antrac., Benzo(ghi)perylen

2)Følgened forbindelser inngår: Naftalen, Acenaftylen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Antracen, Fluoranten, Pyren, Benz(a)antracen, Chrysen, Benzo(b+j)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3cd)pyren, Dibenz(ac+ah)antrac., Benzo(ghi)perylen

2)Følgened forbindelser inngår: Naftalen, C1 Naftalen, C2 Naftalen, C3 Naftalen, Dibenzotiofen, Fenantren, C1 Fenantren, C1 Dibenzotiofen, C2 Fenantren, C3 Fenantren , C2 Dibenzotiofen, C3 Dibenzotiofen

**Tabell 3.** Resultater fra Såstein**.** Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). De to prøvene betegnet Såstein EX1 er tatt på ca 1 m dyp inne i kanalen, prøven betegnet Såstein EX er tatt i strandkanten syd for kanalen. Prøven betegnet Såstein UX ble tatt blant større steiner i et antatt ueksponert område syd vest på Såstein (se **Figur 2**).

| I Bakgrunn | II God | III Moderat | IV Dårlig | V Svært dårlig |
|---|---|---|---|---|
| Bakgrunnsnivå | Ingen toksiske effekter | Kroniske effekter ved langtids-eksponering | Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering | Omfattende akutt-toksiske effekter |

| PAH-forbindelse | Såstein EX1, Dyp 0-1cm | Såstein EX1, Dyp 1-5cm | Såstein EX, Strand 0-1cm | Såstein UX Strand 0-1cm |
|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | 2 | <4 | <4 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | 13 | <2 | <2 |
| Pyren | <2 | 13 | 8,8 | 6 |
| Benz(a)antracen | <2 | 11 | 2,1 | <2 |
| Chrysen | <2 | 11 | 2,5 | 2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 2,9 | 25 | 3,3 | 4,6 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | 9,9 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | 19 | 2,9 | 3,8 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 2,3 | 19 | <2 | 2,8 |
| Dibenz(ac+ah)antrac | <2 | 3 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | 3,4 | 19 | 4,2 | 11 |
| **$SumPAH_{16}$** | **8,6** | **144,9** | **23,8** | **30,2** |

## 3.2 Krogshavn og Rognsfjorden

Alle prøver fra Krokshvn ble tatt i dyp mindre enn 1 m og hadde et relativt høyt tørrstoffinnhold (70,6-81 %) og med unntak av en prøve(Kroksh. A dyp EX3, 5-10cm) tatt i 0,5-1 m dyp i område (se **Figur 5**) også en liten andel med finstoff (dvs. 1-18 %).

Prøven fra 65 m dyp i Rognsfjorden (ca 0.8 km SV for Krogshavn) avvek betydelig fra prøvene fra Krogshavn og hadde et lavere tørrstoffinnhold, en betydelig større andel med finstoff og til dels også et høyere innhold av organisk karbon: Resultatene fra analyse av støtteparameterene i prøven fra Rognsfjorden bærer preg av at dette er en prøve som er tatt på dypt vann og ikke i grunnområdene slik som resultatene fra de andre prøvene som vises i **Tabell 4** bærer preg av.

### 3.2.1 THC

Med unntak av i en prøve (Kroksh.A strand EX2, 0-1cm, se **Tabell 4**) så lå konsentrasjonen av THC i alle prøver fra område A i Kongshavn under deteksjonsgrensen (**Tabell 2**). Dette tyder på at en på innsamlingstidspunktet i hovedsak hadde liten tilstedeværelse av oljehydrokarboner i løsmassene på stranda og på grunt vann inne i bukta i område A (se **Figur 5**).

I en av nabobuktene (område B, se **Figur 5**) ble det imidlertid observert klart høyere konsentrasjoner av olje hydrokarboner (110-560 µg/g t.v.) og særlig i prøven tatt i strandkanten hvor konsentrasjonen nede i sedimentet var høyere enn i overflaten (0-1 cm) (**Tabell 4).** Litt lenger ut fra stranden i område B ble det kun i overflatesedimentet observert THC-konsentrasjoner som var høyere enn 50 µg/g t.v.(se **Tabell 4**)

Konsentrasjonen av THC i løsmassene fra stranden i område B lå i et nivå hvor en ut fra erfaringer fra Nordsjøen må forvente effekter på artsdiversitet.

I sedimentprøven fra 65 m dyp i Rognsfjorden var THC-konsentrasjonen mindre enn 50 µg/k t.v. og tyder ikke på noen kontaminering av oljehydrokarboner av betydning.

### 3.2.2 PAH

Det ble i hovedsak observert lave PAH-konsentrasjoner i den relativt fine sanden innerst i bukta i område A i Krogshavn (**Tabell 5**, **Tabell 6**). Det var bare en PAH-komponent (benzo(ghi)perylen) som forekom i et konsentrasjonsnivå som kunne gi mistanke om toksiske effekter for bunnfauna ved langtidseksponering og da bare i 2 prøver som begge var fra den dypeste delen av sedimentet (dvs. 5-10 cm).

Litt lenger ut i bukta i område A (knappe 1 m dyp) ble det i all tre kjerner observert lave PAH-konsentrasjoner i overflatesedimentet (**Tabell 6**). I 2 av disse tre kjerner ble det imidlertid observert noe høyere konsentrasjoner lenger ned i sediment og av en slik størrelsesorden at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes (gjelder for indeno(1,2,3cd)pyren og benzo(ghi)perylen).

Både i løsmassene fra stranden i område A og i løsmassene lenger ut i bukta var det en tendens til at de høyeste Sum $PAH_{16}$-konsentrasjonene ble observert i ned i sedimentet og ikke i de øverste 0-1 cm (**Figur 28** A og B), men variasjonen mellom resultatene fra analysene foretatt på sediment fra 1-5 og 5-10 cm-intervallet på de 3 kjernene var relativt stor.

**Tabell 4.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt på dypt vann i Rognsfjorden (kun en prøve) og på dyp mindre enn 1 m i Krogshavn. TTS=tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. SumPAH16=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. NPD= summen a konsentrasjonen av naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD.

| **Prøve** | **TTS (%)** | **<63µm (% tv)** | **TOC (µg C/mg TS)** | **Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.)** | **Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.)** | **Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.)** | **Olje (µg/g t.v.)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rognsfjorden II, 0-1 cm | 50,7 | 67 | 14,1 | 1472,5 | 737,3 | 669,9 | <50 |
| Kroksh.A strand EX1, 0-1cm | 76,7 | 3 | <1,0 | 457,5 | 27,4 | 430,3 | <50 |
| Kroksh.A strand EX1, 1-5cm | 78,7 | 1 | 1 | 96,8 | 45,6 | 49,3 | <50 |
| Kroksh.A strand EX1, 5-10cm | 79,3 | 2 | <1,0 | 151,7 | 22,8 | 130,2 | <50 |
| Kroksh.A strand EX2, 0-1cm | 77,4 | 3 | 1,3 | 486 | 78,2 | 403,7 | 70 |
| Kroksh.A strand EX2, 1-5cm | 80,4 | 2 | <1,0 | 317,7 | 28,6 | 284 | <50 |
| Kroksh.A strand EX2, 5-10cm | 77,6 | 3 | 2,2 | 4145,7 | 491,7 | 3674,8 | <50 |
| Kroksh.A strand EX3, 0-1cm | 80,4 | 2 | <1,0 | 512,3 | 38,4 | 468 | <50 |
| Kroksh.A strand EX3, 1-5cm | 81 | 2 | <1,0 | 98,9 | 16,7 | 78 | <50 |
| Kroksh.A strand EX3, 5-10cm | 79,7 | 2 | <1,0 | 2045,5 | 498,2 | 1556,3 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX1, 0-1cm | 75,5 | 5 | <1,0 | 79 | 2,4 | 71 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX1, 1-5cm | 80,1 | 7 | <1,0 | 114,5 | 44,9 | 68,6 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX1, 5-10cm | 80,4 | 3 | <1,0 | 429,6 | 34,7 | 391 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX2, 0-1cm | 80,3 | 8 | <1,0 | 11,8 | 8,9 | 0 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX2, 1-5cm | 80,5 | 9 | <1,0 | 464,8 | 376,4 | 114,1 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX2, 5-10cm | 76,4 | 17 | 2,6 | 1445,7 | 1194,7 | 345,7 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX3, 0-1cm | 75,1 | 10 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX3, 1-5cm | 79,8 | 18 | 1,7 | 1283,6 | 980,6 | 405 | <50 |
| Kroksh.A dyp EX3, 5-10cm | 75,9 | 45 | 3,8 | 533,1 | 367,1 | 129 | <50 |
| Kroksh.B strand EX1, 0-1cm | 80,7 | 1 | 6,5 | 5305,3 | 1525,3 | 3772,8 | 220 |
| Kroksh.B strand EX1, 1-5cm | 73,5 | 1 | 18,7 | 16499 | 4318 | 12653 | 560 |
| Kroksh.B strand EX1, 5-10cm | 79,7 | <1 | 7,5 | 11361,8 | 1556,8 | 9778,2 | 420 |
| Kroksh. B dyp EX1, 0-1cm | 70,6 | 6 | 7,5 | 5448,1 | 2565,1 | 3024,2 | 110 |
| Kroksh. B dyp EX1, 1-5cm | 77,1 | 4 | 5,1 | 2536,4 | 1881,4 | 831,7 | <50 |
| Kroksh. B dyp EX1, 5-10cm | 79,3 | 3 | 2,7 | 365,6 | 292,6 | 93,4 | <50 |

**Tabell 4**(fortsettelse)

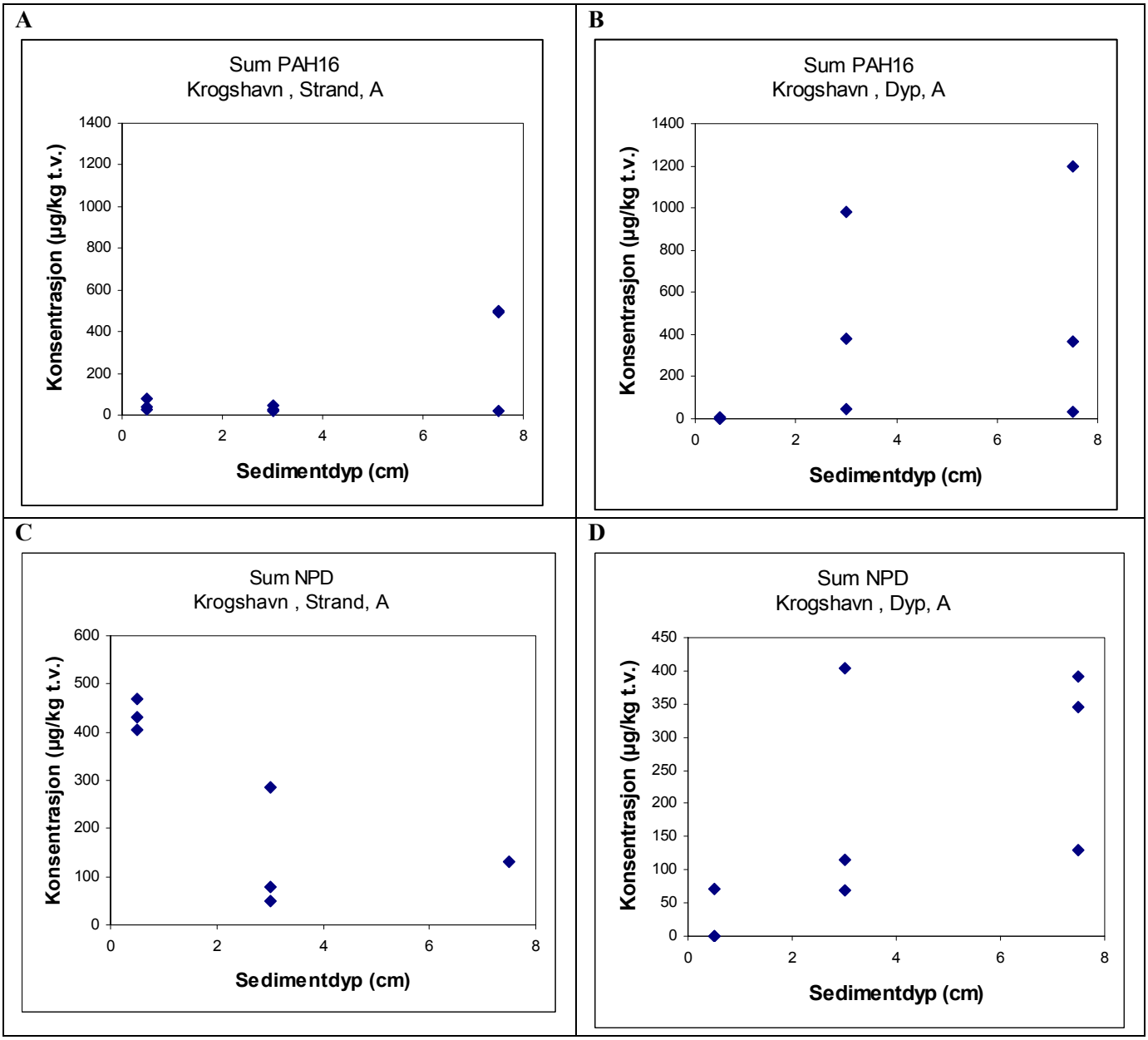
| **Prøve** | **NPD/SumPAH16** |
|---|---|
| Rognsfjorden II, 0-1 cm | 0,91 |
| Kroksh.A strand EX1, 0-1cm | 15,70 |
| Kroksh.A strand EX1, 1-5cm | 1,08 |
| Kroksh.A strand EX1, 5-10cm | 5,71 |
| Kroksh.A strand EX2, 0-1cm | 5,16 |
| Kroksh.A strand EX2, 1-5cm | 9,93 |
| Kroksh.A strand EX2, 5-10cm | 7,47 |
| Kroksh.A strand EX3, 0-1cm | 12,19 |
| Kroksh.A strand EX3, 1-5cm | 4,67 |
| Kroksh.A strand EX3, 5-10cm | 3,12 |
| Kroksh.A dyp EX1, 0-1cm | 29,58 |
| Kroksh.A dyp EX1, 1-5cm | 1,53 |
| Kroksh.A dyp EX1, 5-10cm | 11,27 |
| Kroksh.A dyp EX2, 0-1cm | - |
| Kroksh.A dyp EX2, 1-5cm | 0,30 |
| Kroksh.A dyp EX2, 5-10cm | 0,29 |
| Kroksh.A dyp EX3, 0-1cm | |
| Kroksh.A dyp EX3, 1-5cm | 0,41 |
| Kroksh.A dyp EX3, 5-10cm | 0,35 |
| Kroksh.B strand EX1, 0-1cm | 2,47 |
| Kroksh.B strand EX1, 1-5cm | 2,93 |
| Kroksh.B strand EX1, 5-10cm | 6,28 |
| Kroksh. B dyp EX1, 0-1cm | 1,18 |
| Kroksh. B dyp EX1, 1-5cm | 0,44 |
| Kroksh. B dyp EX1, 5-10cm | 0,32 |

**Tabell 5.** Resultater fra Krogshavn. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt på stranden innerst i området Krogshavn A (se **Figur 5**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | A Strand EX1, 0-1cm | A Strand EX1, 1-5cm | A Strand EX1, 5-10cm | A Strand EX2, 0-1cm | .A Strand EX2, 1-5cm | A Strand EX2, 5-10cm | A Strand EX3, 0-1cm | A Strand EX3, 1-5cm | A Strand EX3, 5-10cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 6,8 | <2 | <2 | 25 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 8,3 | <2 | <2 | 4,2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 9,1 | <2 | <2 | 3 |
| Fenantren | 4,3 | 3,3 | 5,2 | 7,7 | <2 | 68 | <2 | <2 | 34 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 13 | <2 | <2 | 7,1 |
| Fluoranten | <2 | 4,4 | 2,2 | 6,4 | <2 | 45 | <2 | <2 | 68 |
| Pyren | 8,4 | 6,2 | 6,8 | 19 | 11 | 140 | 19 | 7,9 | 96 |
| Benz(a)antracen | 2,6 | 3,7 | <2 | 5,6 | 2,8 | 35 | 3,3 | <2 | 40 |
| Chrysen | 3,5 | 3,9 | <2 | 9,5 | 3,8 | 39 | 3,8 | <2 | 43 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 2,1 | 6,6 | 3,1 | 7,3 | 3,1 | 31 | 3,4 | 3 | 52 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | 2,7 | <2 | 2,4 | <2 | 9,4 | <2 | <2 | 20 |
| Benzo(a)pyren | 3 | 5,7 | 2,4 | 8,1 | 3,7 | 41 | 4,5 | 2,8 | 44 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | 4 | <2 | 4,2 | <2 | 14 | <2 | <2 | 25 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 6,1 | <2 | <2 | 6,9 |
| Benzo(ghi)perylen | 3,5 | 5,1 | 3,1 | 8 | 4,2 | 26 | 4,4 | 3 | 30 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **27,4** | **45,6** | **22,8** | **78,2** | **28,6** | **491,7** | **38,4** | **16,7** | **498,2** |

**Tabell 6.** Resultater fra Krogshavn. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt på ca 0,5-1 m dyp i området Krogshavn A (se **Figur 5**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | A dyp EX1, 0-1cm | A dyp EX1, 1-5cm | A dyp EX1, 5-10cm | A dyp EX2, 0-1cm | A dyp EX2, 1-5cm | A dyp EX2, 5-10cm | A dyp EX3, 0-1cm | A dyp EX3, 1-5cm | A Dyp EX3, 5-10cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | 4,1 | 8,7 | <2 | 22 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | 5,7 | 10 | <2 | 17 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 12 | <2 | 17 | <2 |
| Fenantren | <2 | 4,6 | <2 | <2 | 51 | 180 | <2 | 150 | 14 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | 10 | 30 | <2 | 34 | <2 |
| Fluoranten | <2 | 7,3 | 3,6 | <2 | 68 | 200 | <2 | 160 | 26 |
| Pyren | 2,4 | 9,2 | 14 | 2,6 | 60 | 190 | <2 | 150 | 38 |
| Benz(a)antracen | <2 | 2,4 | 3,4 | <2 | 29 | 80 | <2 | 73 | 35 |
| Chrysen | <2 | 3,1 | 5 | <2 | 27 | 75 | <2 | 62 | 34 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | 5,8 | 3,3 | 3,5 | 36 | 120 | <2 | 86 | 66 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | 15 | 51 | <2 | 36 | 28 |
| Benzo(a)pyren | <2 | 4,6 | 2,9 | 2,8 | 29 | 94 | <2 | 73 | 48 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | 3,5 | <2 | <2 | 19 | 73 | <2 | 46 | 35 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,6 | <2 | <2 | 8,6 | 6,1 |
| Benzo(ghi)perylen | <2 | 4,4 | 2,5 | <2 | 19 | 71 | <2 | 46 | 37 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **2,4** | **44,9** | **34,7** | **8,9** | **376,4** | **1194,7** | **0** | **980,6** | **367,1** |




**Figur 28.** Konsentrasjonen av $SumPAH_{16}$ i løsmasser fra strand (A) og knappe 1 m dyp (B) i område A i Krogshavn (**Figur 5**).

Område B i Krogshavn ble ikke prøvetatt så intensivt som område A. Resultatene fra område B (**Tabell 10**) var klart mer påvirket av PAH enn område A. Det ble observert såpass høyere konsentrasjoner av indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen og benz(a)antracen at akutt toksiske effekter ved korttidseksponering kan tenkes å forekomme og for 6 andre komponenter (inklusiv SumPAH16) ble det også i enkelte prøver observert konsentrasjoner som kan gi effekter ved langtidseksponering (**Tabell 10**)

På stasjonen ute i bukta i området B ble den høyeste konsentrasjonen av SumPAH16 observert i overflatesedimentet (**Figur 30**D), mens den inne i strandkanten var høyest i 1-5 cm intervallet (**Figur 30**C).

NPD-faksjonen i sedimentet på stranden i område B var betydelig lavere i overflatesedimentet enn i de dypere deler (**Figur 30**E).

Det var vanskelig å se noen felles trender i område A (**Figur 28**) og område B (**Figur 30**) med hensyn til fordeling av SumPAH16 og NPD i de ulike dyp av substratet.

På stranden i område A forekom imidlertid den lettere NPD-fraksjonen i høyere konsentrasjoner i overflatsedimentet enn lenger ned (**Figur 28**C), mens det motsatte ble observert lenger ut i bukta på knappe 1 m dyp (**Figur 28**D). NPD/SumPAH$_{16}$-forholdet tenderer i begge områder til å være noe høyere i prøvene tatt på stranden enn de som ble tatt på 0,5-1 m dyp. Det høyeste NPD/SumPAH16-forholdet (henholdsvis 29,58 og 11,27) ble likevel observert i en kjerne fra 0,5-1 m dyp i område A (**Tabell 6**).

**Tabell 7.** Resultater fra Krogshavn område B (strand og dyp på knappe 1 m). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser (µg/kg t.v.) av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 2 kjerner tatt henholdsvis i strandkanten og på knappe 1 m dyp i området Krogshavn B (se **Figur 5**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | B Strand EX1, 0-1cm | B Strand EX1, 1-5cm | B Strand EX1, 5-10cm | B Dyp EX1, 0-1cm | B Dyp EX1, 1-5cm | B Dyp EX1, 5-10cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | 3,8 | 21 | 3,2 | 7,2 | 9,7 | 2,4 |
| Acenaftylen | 3,2 | 26 | 3,6 | 7,5 | 5,7 | <2 |
| Acenaften | 2,9 | 11 | 2,8 | 4,4 | 4 | <2 |
| Fluoren | 9,4 | 45 | 9,2 | 20 | 17 | <2 |
| Fenantren | 150 | 750 | 120 | 330 | 300 | 41 |
| Antracen | 15 | 39 | 25 | 34 | 22 | <2 |
| Fluoranten | 210 | 750 | 200 | 480 | 370 | 58 |
| Pyren | 400 | 970 | 440 | 430 | 310 | 48 |
| Benz(a)antracen | 110 | 200 | 130 | 200 | 120 | 17 |
| Chrysen | 120 | 290 | 140 | 200 | 130 | 22 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 140 | 310 | 130 | 260 | 190 | 34 |
| Benzo(k)fluoranten | 54 | 130 | 49 | 110 | 70 | 13 |
| Benzo(a)pyren | 130 | 240 | 130 | 190 | 130 | 20 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 63 | 220 | 62 | 130 | 95 | 17 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 21 | 66 | 21 | 32 | 18 | 3,2 |
| Benzo(ghi)perylen | 93 | 250 | 91 | 130 | 90 | 17 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **1525,3** | **4318** | **1556,8** | **2565,1** | **1881,4** | **292,6** |

Prøvene i Krogshavn ble innsamlet 17. november 2009 dvs. omtrent på samme tidspunkt som den første av to (henholdsvis november 2009 og april 2010) innsamlingsrunden foretatt av Nordconsult (Haugestøl, 2010). Undersøkelsene til Norconsult hadde som hovedmålsetning undersøke spesifikke steder som hadde fått betydelige oljemengder og å vurdere i hvilken grad oljeforurensningen utgjorde en risiko i forbindelse med bading. Deres konklusjoner var blant annet at det i hovedsak hadde skjedd en nedgang i både konsentrasjonen av olje (C10-c40 fraksjonen) og $SumPAH_{16}$ mellom de to innsamlingstidspunktene. De konkluderte også med at det var en akseptabel lav risiko for bading i Krogshavn ved stsjonene K1, K3 og K4, mens mye bading innerst i bukta ved Langesund bad (K5, K6 og K) pga noe høye benzo(a)pyren konsentrasjoner kunne innebære en viss helserisiko (se **Figur 29** for kart over stasjoner undersøkt av Norconsult).

K1 og K4 ligger relativt nær "dypstasjonene" i henholdsvis område A og område B (se **Figur 5**). Prøvene som ble tatt av Norconsult ble tatt med en liten van Veen grabb og representerer de øverste 0-5 cm av sedimentet og kan da sammenlignes med prøvene tatt fra omtrent samme dyp i denne undersøkelse (dvs. 0-1 og 4-5 cm).
En sammenligning av resultatene fra de to undersøkelsene er vist i **Tabell 8** og **Figur 9** og viser at det var relativt god overensstemmelse mellom resultatene fra Norconsults undersøkelser på K4 og NIVAs undersøkelser omtrent på samme sted (**Tabell 8**). Det var best overensstemmelse mellom novemberprøvene.

Overensstemmelsen var imidlertid dårligere mellom resultatene fra K1 og ”dypprøvene” tatt omtrent på samme sted men noe lenger inn i bukta i område A av NIVA (**Figur 9**). I hovedsak viste Norconsults undersøkelse klart høyere konsentrasjoner enn NIVAs gjennomsnittkonsentrasjoner (6 prøver). NIVAs maksimalkonsentrasjoner var imidlertid mer lik det Norconsult registrert i november 2009 (**Figur 9**). NIVAs undersøklser på 0,5-1 m dyp i område A bestod av prøver fra 3 kjerne. Resultatene fra disse kjerne antyder at olje og PAH er relativt flekkvis fordelt. Eksempelvis vise prøven EX1 i **Tabell 6** langt lavere konsentrasjoner enn de to øvrige prøvene (EX2 og EX3).

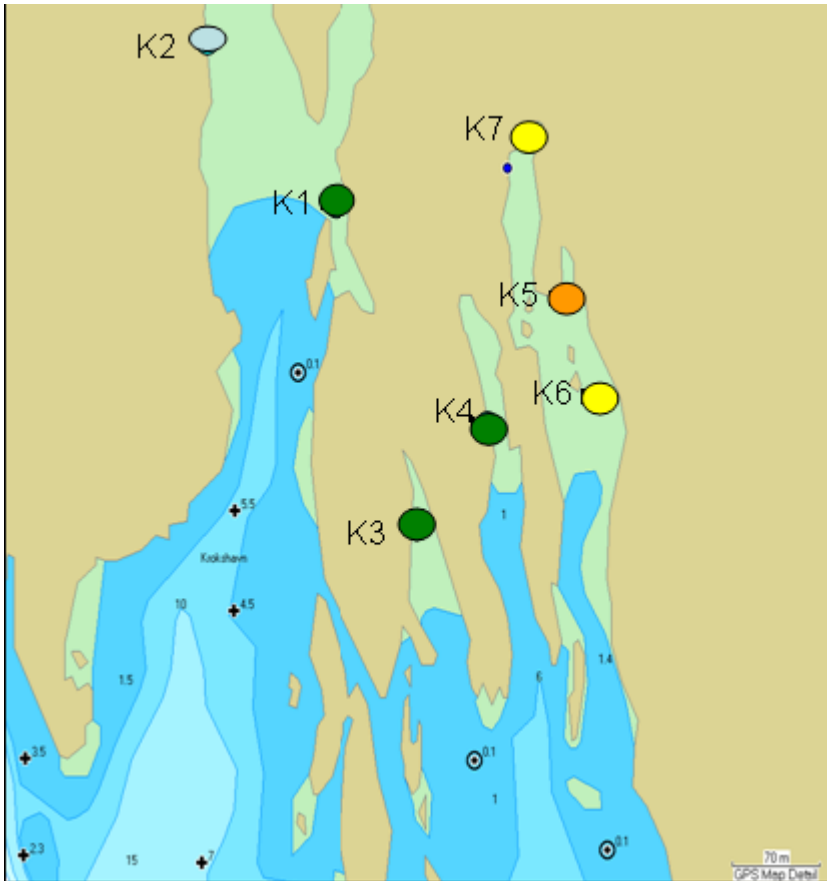
I rapporten til Norconsult gis det informasjon som tyder på at en ved novemberundersøkelsen observerte lave konsentrasjoner av olje og PAH på stasjonen K2 (se v**Figur 25**) som ligger relativt nær NIVA 2 stasjon i samme bukt (**Figur 5**). Totalt sett tyder resultatene både fra Norconsult og NIVA på at den inneste delen av bukta i område A er lite påvirket av olje og PAH, selv om enkelte forbindelser i enkelte prøver opptrer i relativt høye konsentrasjoner i forhold til det som antas å kunne gi toksiske effekter for bunnlevende organismer (**Tabell 6**). Observasjonen av at flertallet av prøvene hadde et høyere innhold av NPD enn av SumPAH16 er likevel en indikasjon på oljeforurensning.
.

**Tabell 8.** Konsentrasjonen observert i sedimentprøver tatt av NIVA på ca 0,5-1 m dyp i området B i Krogshavn (se **Figur 5**) i november 2009. Konsentrasjonen fra 0-1 og 1-5 cm er vist (se **Tabell 6**). Konsentrasjoner observert av Norconsult (Haugestøl, 2010) omtrent på samme sted (K4) er også vist. Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | NIVA | | Norconsult | |
|---|---|---|---|---|
| | Nov. 2009 | | Nov. 2009 | April.2010 |
| | 0-1 cm | 1-5 cm | 0-5 cm | 0-5 cm |
| Naftalen | 7,2 | 9,7 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | 7,5 | 5,7 | 14 | <10 |
| Acenaften | 4,4 | 4 | <10 | 30 |
| Fluoren | 20 | 17 | 14 | 38 |
| Fenantren | 330 | 300 | 216 | 183 |
| Antracen | 34 | 22 | 25 | 25 |
| Fluoranten | 480 | 370 | 322 | 187 |
| Pyren | 430 | 310 | 294 | 181 |
| Benz(a)antracen | 200 | 120 | 74 | 38 |
| Chrysen | 200 | 130 | 113 | 46 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 260 | 190 | | |
| Benzo(k)fluoranten | 110 | 70 | 60 | 14 |
| Benzo(a)pyren | 190 | 130 | 69 | 31 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 130 | 95 | 41 | 20 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 32 | 18 | | |
| Benzo(ghi)perylen | 130 | 90 | 47 | 23 |
| **$SumPAH_{16}$** | **2565** | **1881** | **1370** | **852** |
| Olje | 110 | <50 | 153 | 23 |

**Tabell 9.** Middelkonsentrasjonen samt minimum,- og maksimumskonsentrasjoner observert i sedimentprøver tatt av NIVA på ca 0,5-1 m dyp i området A i Krogshavn (se **Figur 5**) i november 2009. Middelkonsentrasjonen er basert på prøvene fra 0-1 cm og 1-5 cm (se **Tabell 6**). Deteksjonsgrensen er benyttet i bergning av middelverdi i de tilfeller der konsentrasjonen lå under denne. Konsentrasjoner observert av Norconsult (Haugestøl, 2010) omtrent på samme sted (K1) er også vist. Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

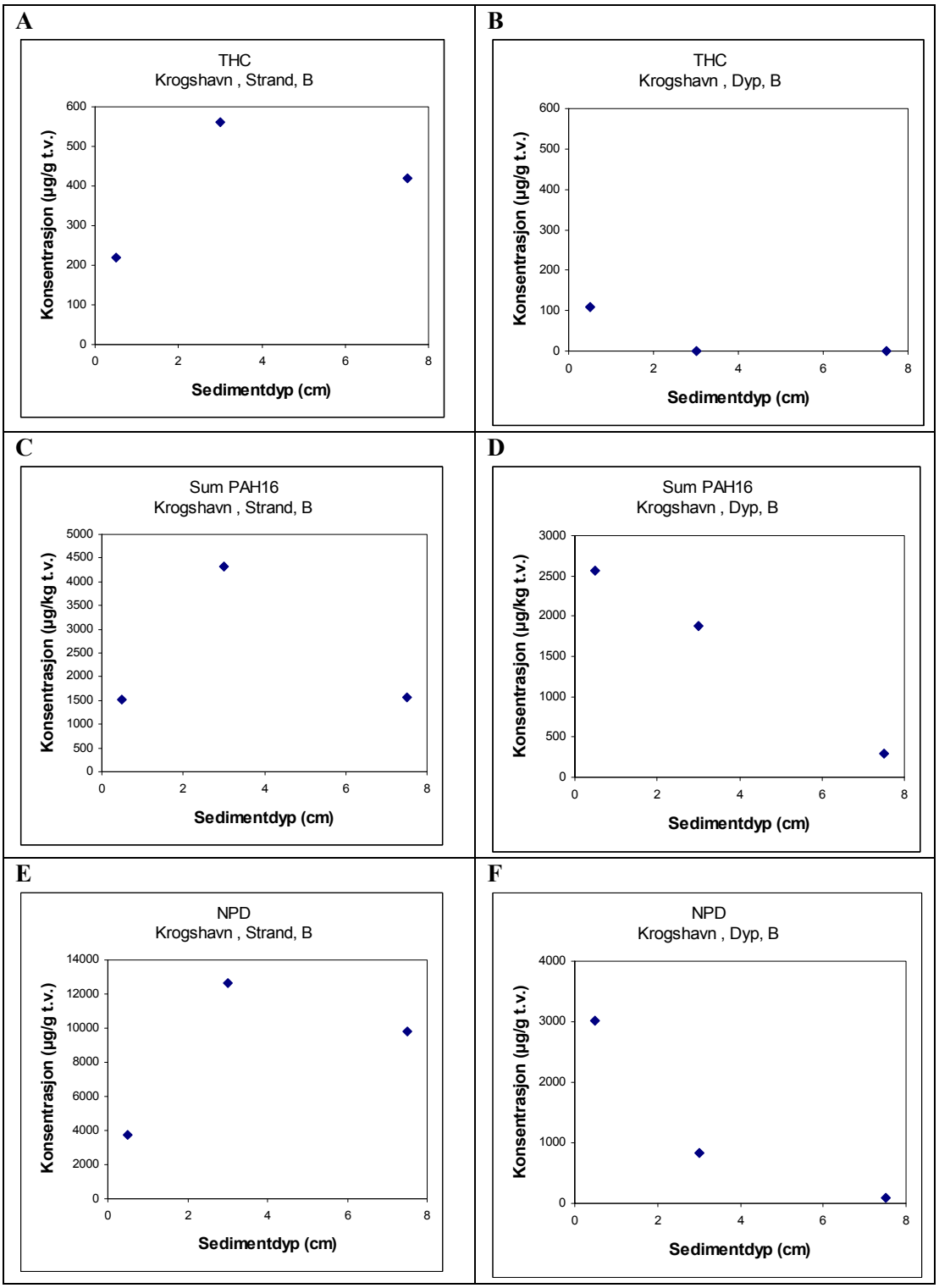
| **PAH-forbindelse** | NIVA | | Norconsult | Norconsult |
|---|---|---|---|---|
| | Nov. 2009 | | Nov. 2009 | April.200 |
| | Middel | Min-max | | |
| Naftalen | 6 | <2-22 | 23 | <10 |
| Acenaftylen | 2 | <2 | 16 | <10 |
| Acenaften | 5 | <2-17 | <10 | <10 |
| Fluoren | 5 | <2-17 | 128 | 20 |
| Fenantren | 35 | <2-150 | 765 | 180 |
| Antracen | 9 | <2-34 | 98 | 40 |
| Fluoranten | 40 | <2-160 | 144 | 90 |
| Pyren | 38 | <2-150 | 772 | 270 |
| Benz(a)antracen | 18 | <2-73 | 118 | 40 |
| Chrysen | 16 | <2-62 | 240 | 90 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 23 | <2-86 | | |
| Benzo(k)fluoranten | 10 | <2-36 | 29 | 20 |
| Benzo(a)pyren | 19 | <2-73 | 75 | 40 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 12 | <2-46 | 22 | 20 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 3 | <2-8,6 | | |
| Benzo(ghi)perylen | 13 | <2-46 | 74 | 40 |
| **SumPAH$_{16}$** | **254** | **32-983** | **2580** | **870** |
| Olje | <50 | <50-<50 | 1230 | 328 |




**Figur 29.** Kart som viser klassifisering av sedimentene på basis av analyse av SumPAH16 foretatt på seimentprøver tatt i april 2010 (kilde: Haugestøl, 2010)

**Tabell 10.** Resultater fra Krogshavn område B (strand og dyp på knappe 1 m). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser (µg/kg t.v.) av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 2 kjerner tatt henholdsvis i strandkanten og på knappe 1 m dyp i området Krogshavn B (se **Figur 5**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | B Strand EX1, 0-1cm | B Strand EX1, 1-5cm | B Strand EX1, 5-10cm | B Dyp EX1, 0-1cm | B Dyp EX1, 1-5cm | B Dyp EX1, 5-10cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | 3,8 | 21 | 3,2 | 7,2 | 9,7 | 2,4 |
| Acenaftylen | 3,2 | 26 | 3,6 | 7,5 | 5,7 | <2 |
| Acenaften | 2,9 | 11 | 2,8 | 4,4 | 4 | <2 |
| Fluoren | 9,4 | 45 | 9,2 | 20 | 17 | <2 |
| Fenantren | 150 | 750 | 120 | 330 | 300 | 41 |
| Antracen | 15 | 39 | 25 | 34 | 22 | <2 |
| Fluoranten | 210 | 750 | 200 | 480 | 370 | 58 |
| Pyren | 400 | 970 | 440 | 430 | 310 | 48 |
| Benz(a)antracen | 110 | 200 | 130 | 200 | 120 | 17 |
| Chrysen | 120 | 290 | 140 | 200 | 130 | 22 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 140 | 310 | 130 | 260 | 190 | 34 |
| Benzo(k)fluoranten | 54 | 130 | 49 | 110 | 70 | 13 |
| Benzo(a)pyren | 130 | 240 | 130 | 190 | 130 | 20 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 63 | 220 | 62 | 130 | 95 | 17 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 21 | 66 | 21 | 32 | 18 | 3,2 |
| Benzo(ghi)perylen | 93 | 250 | 91 | 130 | 90 | 17 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **1525,3** | **4318** | **1556,8** | **2565,1** | **1881,4** | **292,6** |




**Figur 30.** Konsentrasjonen av THC (A og B), $SumPAH_{16}$ (C og D) og NPD (E og F) i løsmasser fra strand (venstre) og knappe 1 m dyp (høyere) i område B i Krogshavn (**Figur 5**).

Som tidligedre nevnt så ble det observert lave THC-konsentrasjoner i overfaltsedimentet fra Rognsfjorden. To PAH-komponenter forekom imidlertid i konsentrasjoner som ut fra Klifs klassifiseringssystem skulle kunne gi akutt-toksiske effekter på bunnfauna (**Tabell 11**). De to komponentene var indeno(1,2,3cd)pyren, benzo(ghi)perylen som også forekom i relativt høye konsentrasjoner i område B i Krogshavn (**Tabell 10**). Prøven fra Rognsfjorden innehold imidlertid vesentlig mindre benz(a)antracen enn det som ble observert i område B i Krogshavn (**Tabell 10**) også NPD/SumPAH16-forholdet relativt lavt og antyder at oljeforurensning er av mindre betydning i dypområdet i fjorden.

**Tabell 11.** Resultater fra Rognsfjorden. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra en blandprøve av overflatesediment tatt på 65 m dyp i Rognsfjorden utenfor Krogshavn (se **Figur 5**). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | **Rognsfjorden 0-1 cm** |
|---|---|
| Naftalen | 6,7 |
| Acenaftylen | <2 |
| Acenaften | <2 |
| Fluoren | 4,2 |
| Fenantren | 34 |
| Antracen | 6,4 |
| Fluoranten | 75 |
| Pyren | 75 |
| Benz(a)antracen | 43 |
| Chrysen | 36 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 130 |
| Benzo(k)fluoranten | 47 |
| Benzo(a)pyren | 60 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 96 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 14 |
| Benzo(ghi)perylen | 110 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **737,3** |

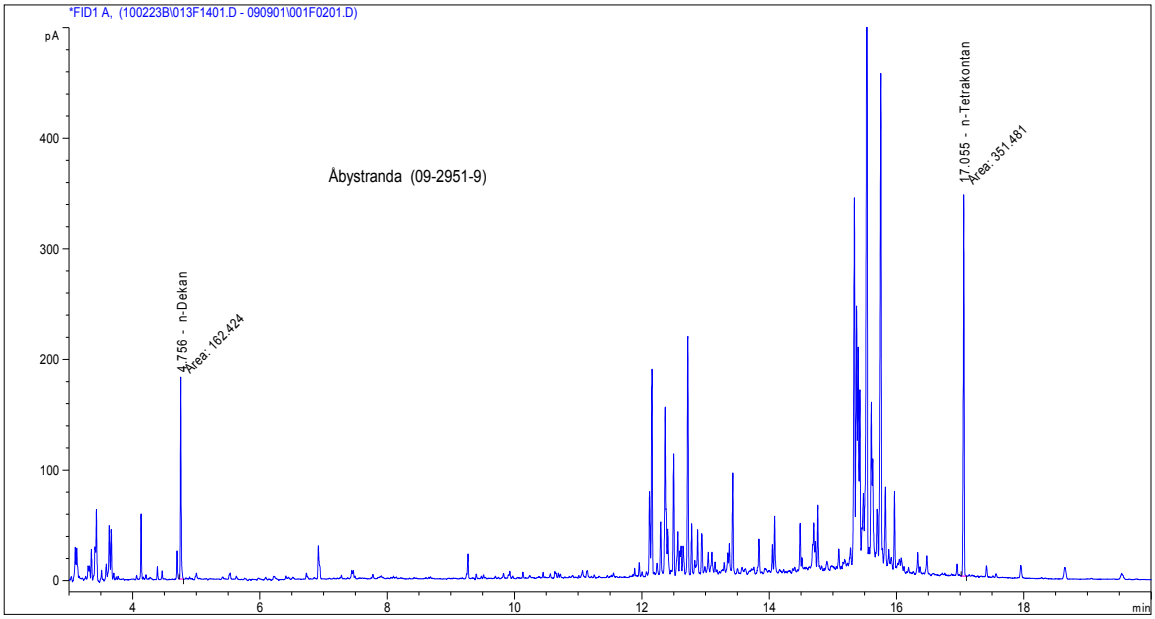
## 3.3 Vinjestranda og Åbystranda

Den største andelen med finfraksjon (<63 µm) ble observert i sedimentet fra Vinjestranda 57-89 %, mens andelen i sedimentet fra Åbystranda var klart lavere og lå mellom33 og 59 % (**Tabell 12**). Andelen finfraksjon varierte imidlertid lite med sedimentdyp og om prøven var tatt i fjæra eller på knappe 1 m dyp. I forhold til de fleste prøver som er tatt ellers i undesøkelsen hadde alle prøvene fra Vinjestranda og Åbystranda en høy andel med finstoff (se eksempelvis **Tabell 4**). TOC innholdet var generelt høyest i sedimentet tatt på 0,5-1 m dyp på Vinjestranda ( 27,9-46,6 µgC/mgTS) og lavest i sedimentet tatt i strandkanten på Åbystranda (6,4-12,1 µgC/mgTS) og Vinjestranda (8,3-12,4 µgC/mgTS). TOC innholdet i sedimentet fra Åbystranda og Vinjestranda lå i hovedsak og med unntak av noen prøver fra Stråholmen klart høyere enn i de øvrige prøver som er undersøkt.

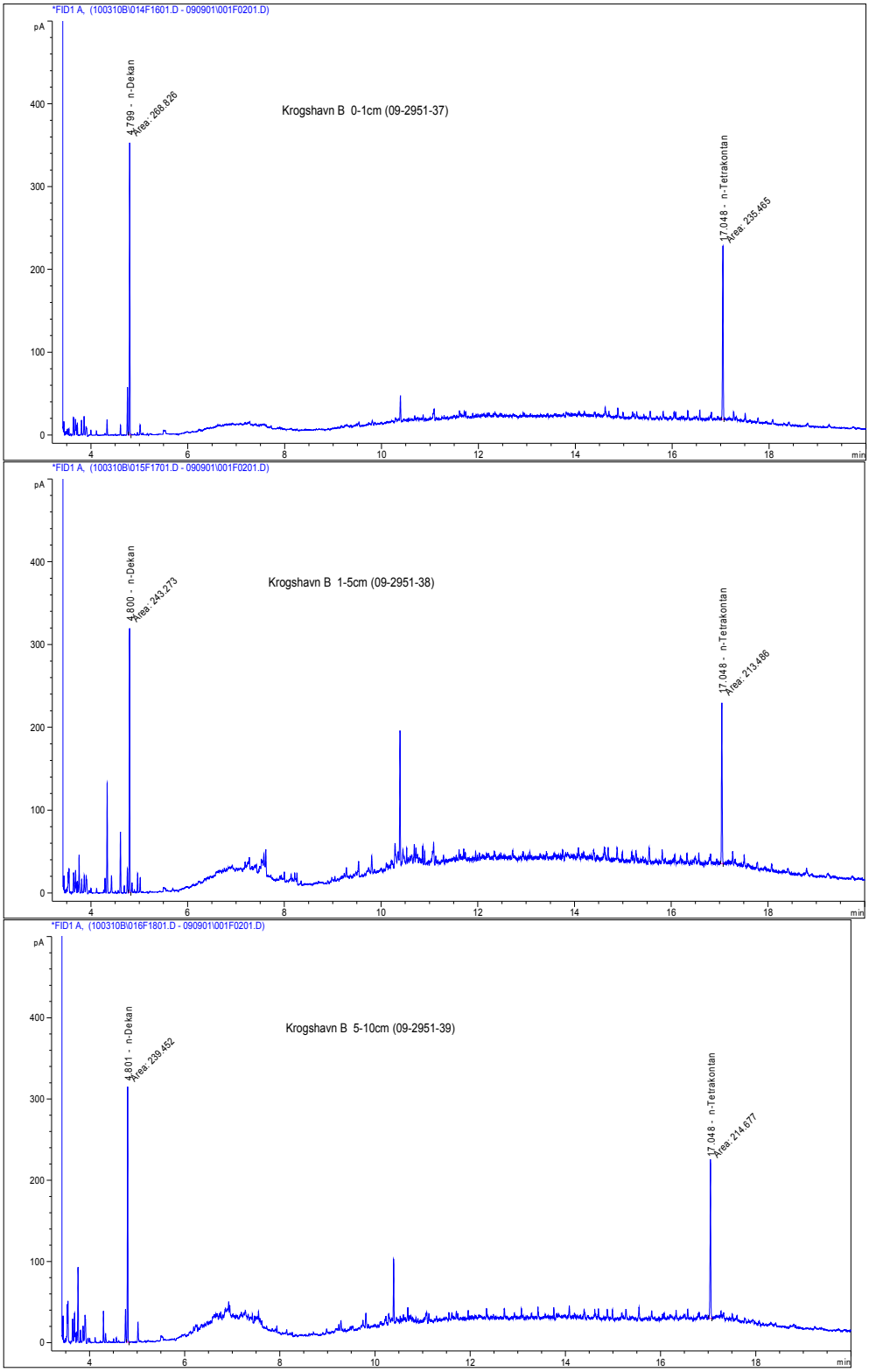
### 3.3.1 THC

THC-konsentrasjonen lå under deteksjonsgrensen (50 µg/g t.v.) i alle analyserte prøver tatt i strandkanten på Åbystranda (**Tabell 12**). Også i prøvene fra strandkanten på Vinjestranda var THC-konsentrasjonene lave og kun en prøve av overflatesediment viste en konsentrasjon større enn deteksjonsgrensen.

Noe høyere konsentrasjoner av THC ble observert i prøvene fra 0,5-1 m dyp, men da bare i hovedsak i prøvene i den dypeste delen av sedimentet (5-10 cm). Dette tyder på at tilførslen ikke er av ny dato. Kromatogrammet fra THC analysen fra prøven fra 5-10 cm dyp fra Åbysranda (**Figur 31**), dvs den prøven som viste høyest THC konsentrasjon, var også vesensforskjelig fra de mest belastede prøvene fra Krogshavn (**Figur 32**) som trolig representerer olje fra Full City. Forskjellen i kromatogrammene antyder også at oljen i prøven fra Åbstranda har en annne opprinnelse enn den i Krogshavn.




**Figur 31.** Kromatogram fra en prøve fra 5-10 cm dyp i sedimentet fra Åbystranda (ca 0,5 m dyp). Topper fra tilsatt internstandard som avgrenser analyseområdet for THC er vist i krmatogrammet.




**Figur 32.** Kromatogram fra 3 prøve fra ulike dyp i sedimentet (Øverst: 0-1, midten:1-5 og nederst 5-10 cm) fra stranda i Krogshavn B. Topper fra tilsatt internstandard som avgrenser analyseområdet for THC er vist i kromatogrammet.

**Tabell 12.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt på på Åbystranda og Vinjestranda. Begge steder ble det tatt 3 kjerner i fjæra (strand) og på knappe 1 m dyp (strand). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. TTS=tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. SumPAH16=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. NPD= summen a konsentrasjonen av naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD

| | TTS (%) | <63µm (% tv) | TOC (µg C/ mg TS) | Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.) | Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.) | Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.) | Olje (µg/g t.v.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Åbystranda EX1 0-1cm strand | 61,7 | 55 | 10,8 | 141 | 103 | 16 | <50 |
| Åbystranda EX1 1-5cm strand | 71,7 | 50 | 9 | 1269,9 | 852,9 | 520,4 | <50 |
| Åbystranda EX1 5-10cm strand | 77,4 | 33 | 6,4 | 120,6 | 104,1 | 0 | <50 |
| Åbystranda EX2 0-1cm strand | 59,9 | 55 | 12,1 | 136,3 | 90,7 | 28 | <50 |
| Åbystranda EX2 1-5cm strand | 70,6 | 51 | 9,7 | 132,3 | 114,2 | 6,1 | <50 |
| Åbystranda EX2 5-10cm strand | 77,4 | 36 | 6,7 | 429,6 | 335,6 | 53,1 | <50 |
| Åbystranda EX3 0-1cm strand | 62,1 | 49 | 11,7 | 324,7 | 249,2 | 71 | <50 |
| Åbystranda EX3 1-5cm strand | 70,9 | 50 | 10,8 | 169 | 145,6 | 4,3 | <50 |
| Åbystranda EX3 5-10cm strand | 76,5 | 43 | 8,7 | 133,4 | 115,6 | 2 | <50 |
| Vinjestranda UX1 0-1cm strand | 56,3 | 84 | 11 | 147,6 | 106,6 | 19,1 | <50 |
| Vinjestranda UX1 1-5cm strand | 65,2 | 80 | 10,7 | 190,2 | 144,2 | 24,3 | <50 |
| Vinjestranda UX1 5-10cm strand | 68,7 | 87 | 12,4 | 362,9 | 275,9 | 23,1 | <50 |
| Vinjestranda UX2 0-1cm strand | 59,9 | 87 | 8,3 | 245,9 | 107,9 | 113 | <50 |
| Vinjestranda UX2 1-5cm strand | 67,4 | 86 | 8,9 | 179,9 | 134,9 | 19,1 | <50 |
| Vinjestranda UX2 5-10cm strand | 65,6 | 88 | 10,5 | 285,6 | 199,6 | 42,9 | <50 |
| Vinjestranda UX3 0-1cm strand | 52,8 | 86 | 10 | 213,5 | 65,1 | 136 | 58 |
| Vinjestranda UX3 1-5cm strand | 83,3 | 85 | 9,8 | 157,9 | 71,4 | 72 | <50 |
| Vinjestranda UX3 5-10cm strand | 62 | 84 | 10,6 | 205,8 | 156,8 | 11 | <50 |
| Åbystr. dyp EX1, 0-1cm | 59,5 | 40 | 15,5 | 549 | 424 | 33,2 | <50 |
| Åbystr. dyp EX1, 1-5cm | 69 | 33 | 12 | 84,7 | 65,7 | 0 | <50 |
| Åbystr. dyp EX1, 5-10cm | 64,4 | 34 | 19,1 | 525,9 | 366,9 | 80,6 | <50 |
| Åbystr. dyp EX2, 0-1cm | 50,1 | 52 | 20,6 | 286,6 | 152,6 | 93,1 | <50 |
| Åbystr. dyp EX2, 1-5cm | 65,1 | 43 | 16,8 | 498,4 | 342,4 | 109 | <50 |
| Åbystr. dyp EX2, 5-10cm | 48,8 | 40 | 42,9 | 397,6 | 193,6 | 117,4 | 110 |
| Åbystr. dyp EX3, 0-1cm | 55,1 | 57 | 20,3 | 309,5 | 187,5 | 77,7 | <50 |
| Åbystr. dyp EX3, 1-5cm | 48,8 | 59 | 39,6 | 466,4 | 258,4 | 129,3 | <50 |
| Åbystr. dyp EX3, 5-10cm | 47,9 | 57 | 39,8 | 485,2 | 210,2 | 138,6 | 220 |
| Vinjestr. dyp UX1, 0-1cm | 37,9 | 67 | 31,9 | 631 | 396 | 180,5 | <50 |
| Vinjestr. dyp UX1, 1-5cm | 37,6 | 68 | 39 | 927,7 | 596 | 268,6 | <50 |
| Vinjestr. dyp UX1, 5-10cm | 41,1 | 81 | 35 | 1501,3 | 1092,4 | 283,9 | 74 |
| Vinjestr. dyp UX2, 0-1cm | 27,7 | 57 | 46,6 | 1022,3 | 497,7 | 482 | <50 |
| Vinjestr. dyp UX2, 1-5cm | 33,6 | 76 | 40,1 | 1074,6 | 695,3 | 310,2 | <50 |
| Vinjestr. dyp UX2, 5-10cm | 38,4 | 85 | 31,9 | 1674 | 1259,4 | 288 | 60 |
| Vinjestr. dyp UX3, 0-1cm | 36,1 | 84 | 29,7 | 1128,2 | 587,5 | 486,7 | 58 |
| Vinjestr. dyp UX3, 1-5cm | 36,4 | 81 | 34 | 1001,7 | 574,4 | 377,2 | <50 |
| Vinjestr. dyp UX3, 5-10cm | 44,2 | 89 | 29,7 | 1732,6 | 1340,1 | 266,4 | 96 |

**Tabell 12** (fortsettelse)

| Prøve | NPD/SumPAH$_{16}$ |
|---|---|
| Åbystranda EX1 0-1cm strand | 0,16 |
| Åbystranda EX1 1-5cm strand | 0,61 |
| Åbystranda EX1 5-10cm strand | 0,00 |
| Åbystranda EX2 0-1cm strand | 0,31 |
| Åbystranda EX2 1-5cm strand | 0,05 |
| Åbystranda EX2 5-10cm strand | 0,16 |
| Åbystranda EX3 0-1cm strand | 0,28 |
| Åbystranda EX3 1-5cm strand | 0,03 |
| Åbystranda EX3 5-10cm strand | 0,02 |
| Vinjestranda UX1 0-1cm strand | 0,18 |
| Vinjestranda UX1 1-5cm strand | 0,17 |
| Vinjestranda UX1 5-10cm strand | 0,08 |
| Vinjestranda UX2 0-1cm strand | 1,05 |
| Vinjestranda UX2 1-5cm strand | 0,14 |
| Vinjestranda UX2 5-10cm strand | 0,21 |
| Vinjestranda UX3 0-1cm strand | 2,09 |
| Vinjestranda UX3 1-5cm strand | 1,01 |
| Vinjestranda UX3 5-10cm strand | 0,07 |
| Åbystr. dyp EX1, 0-1cm | 0,08 |
| Åbystr. dyp EX1, 1-5cm | 0,00 |
| Åbystr. dyp EX1, 5-10cm | 0,22 |
| Åbystr. dyp EX2, 0-1cm | 0,61 |
| Åbystr. dyp EX2, 1-5cm | 0,32 |
| Åbystr. dyp EX2, 5-10cm | 0,61 |
| Åbystr. dyp EX3, 0-1cm | 0,41 |
| Åbystr. dyp EX3, 1-5cm | 0,50 |
| Åbystr. dyp EX3, 5-10cm | 0,66 |
| Vinjestr. dyp UX1, 0-1cm | 0,46 |
| Vinjestr. dyp UX1, 1-5cm | 0,45 |
| Vinjestr. dyp UX1, 5-10cm | 0,26 |
| Vinjestr. dyp UX2, 0-1cm | 0,97 |
| Vinjestr. dyp UX2, 1-5cm | 0,45 |
| Vinjestr. dyp UX2, 5-10cm | 0,23 |
| Vinjestr. dyp UX3, 0-1cm | 0,83 |
| Vinjestr. dyp UX3, 1-5cm | 0,66 |
| Vinjestr. dyp UX3, 5-10cm | 0,20 |

### 3.3.2 PAH

Konsentrasjonen av Sum $PAH_{16}$ i sedimentet fra Åbystranda lå med unntak av en prøve (1-5 cm intrvallet) i omtrent i samme nivå i de tre analyserte dybdeintervallene (**Figur 33** C og D). Tilsvarende ble også observert for NPD-fraksjonen (**Figur 33** E og F).

I fjæra på Vinjestranda var Sum $PAH_{16}$-konsentrasjonen (**Figur 34**C) omtrent i samme nivå som på Åbystranda (**Figur 33**C). Litt lenger ut fra stranda (0,5-i m dyp) var imidlertid sumPAH-konsentrasjonen høyere i sedimentet fra Vinjestranda (**Figur 34**D) enn fra Åbystranda ((**Figur 33**C) og konsentrasjonen økte nedover i sedimentet (**Figur 34**D).

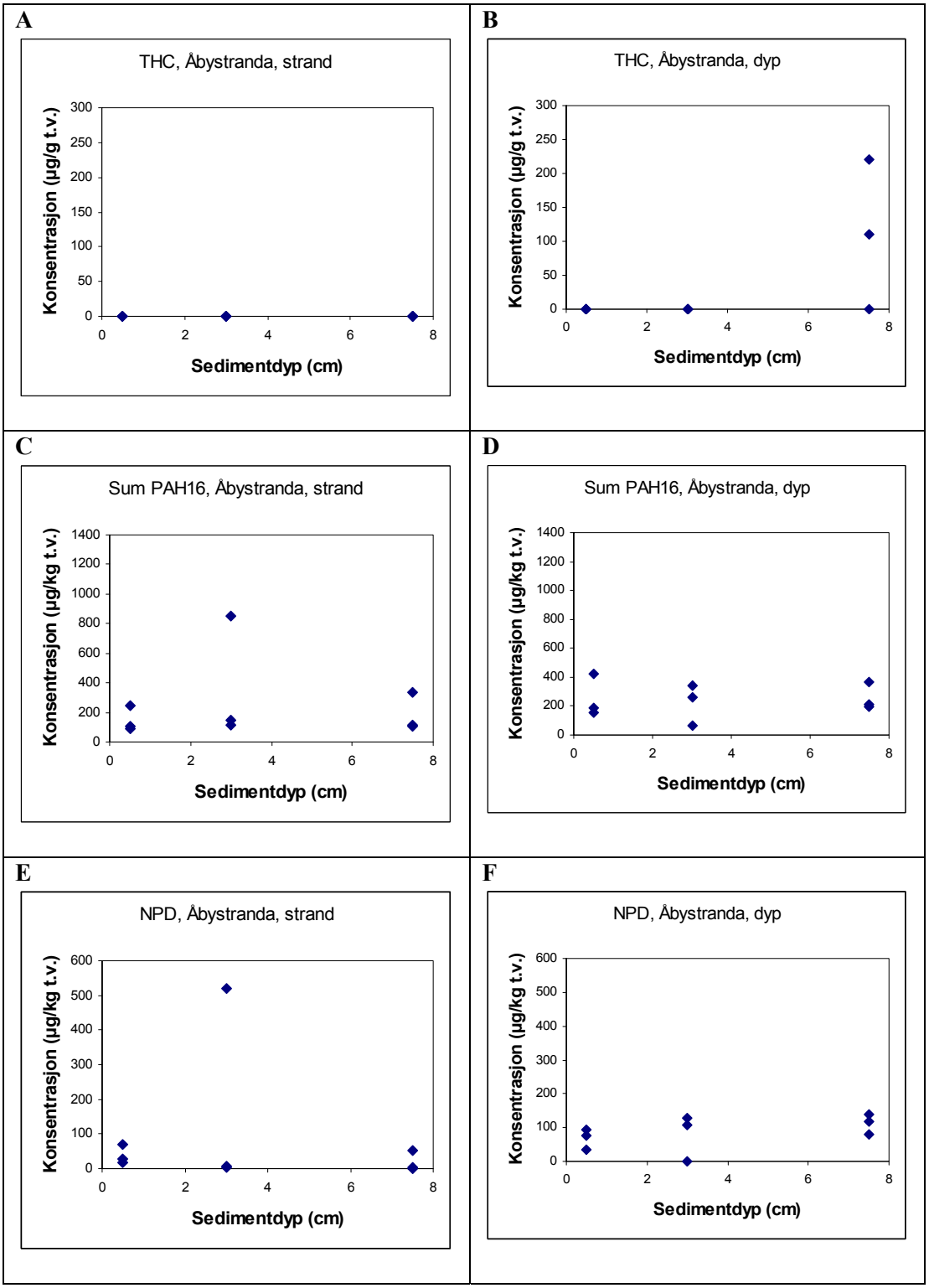
Også NPD-fraksjonen synes å være høyere noe høyere på litt dypere vann på Vinjestranda (**Figur 34**F), enn på grunt vann samme sted (**Figur 34**E).

Selv om $SumPAH_{16}$-konsentrasjonen i hovedsak var klart høyere på 0,5-1 m dyp på Vinjestranda (**Figur 34**D) enn i fjære samme sted (**Figur 34**C) og på Åbystranda (**Figur 33** C og D) så var konsentrasjonen ingen steder tilstrekkelig høy til at en skulle forvente toksiske effekter på bunnfauna **(se Tabell 13 til Tabell 16).**

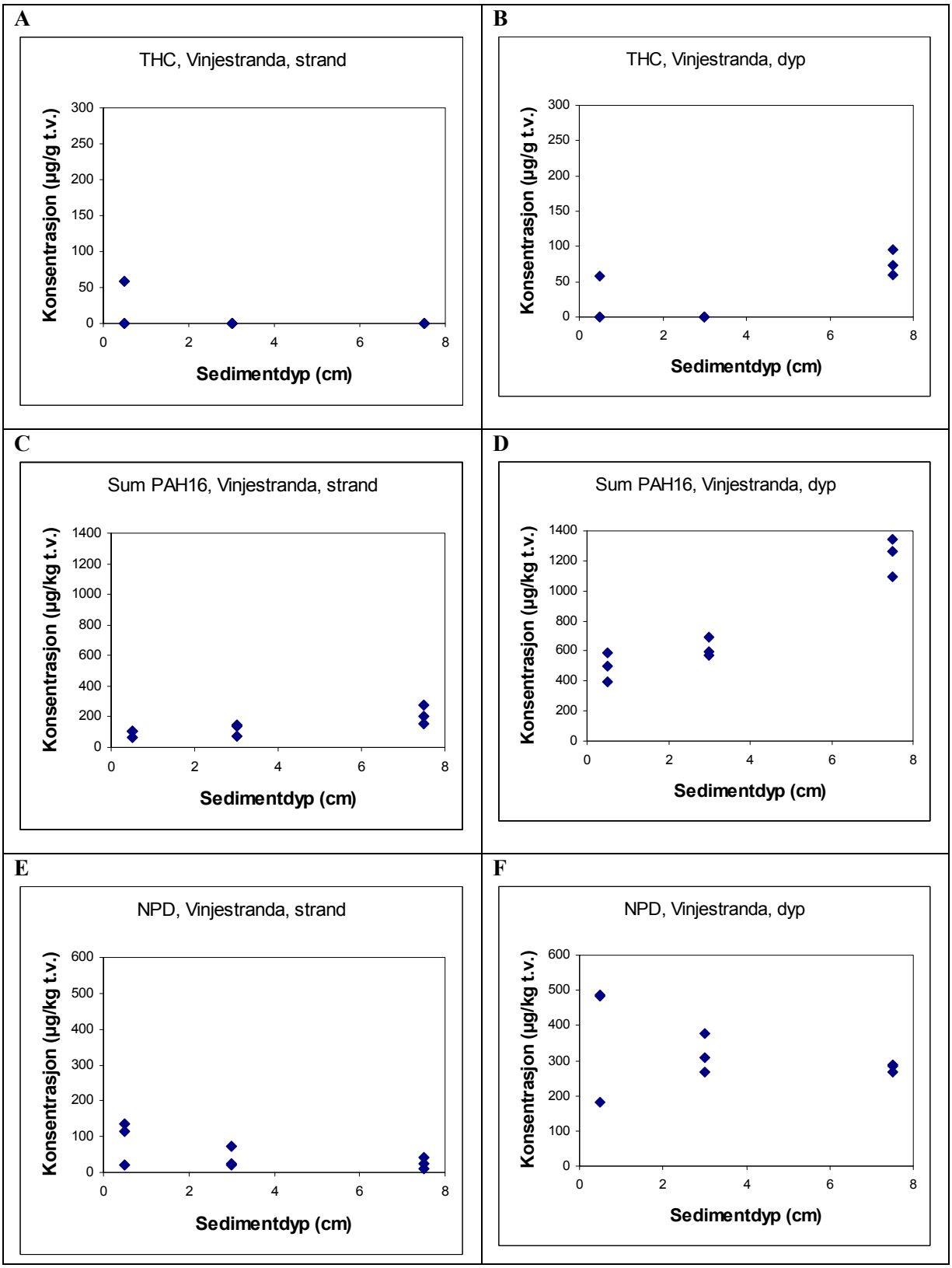
Resultatene fra analyse av enkeltkomponenter av PAH gir imidlertid et mer nyanset bilde. Alle prøvene fra 0,5-1 m dyp på Vinjestranda viste at akuttoksiske effekter kan tenkes å forekomme som en konsekvens av de relativ høye konsentrasjoner av benzo(ghi)perylen og/eller Indeno(1,2,3cd)pyren som ble observert, mens akutt toksiske effekter ikke er sannsynlig ut fra resultatene fra prøven tatt i sivkanten (**Tabell 15**) hvor konsentrasjonen i kun en prøve lå over grensen for å kunne gi toksiske effekter ved langtidssesponering.

I enkelte av prøvene fra Åbystranda ble det også observert konsentrasjoner som skulle gi mistanke om å kunne gi akuttoksiske effekter for eventuell bunndyr som måtte befinne seg i sedimentet (**Tabell 14** og **Tabell 15**), men i langt færre prøver enn på Vinjestranda og bare for av benzo(ghi)perylen.

Observsjonen av høyere konsentrasjoner i prøven fra Vinjestranda i forhold til Åbystranda er vanskelig å forklare ut fra den informasjonen en har om eksponering i forhold til Oljen fra Full City. I utgangspunktet var en ved prøvetakingen av den oppfattning at Åbystranda hadde vært berørt av denne oljen, mens Vinjestranda ikke var berørt (bekreftet av lokal beboer). Siden de noe høye konsentrasjoner av enkelte PAH komponenter som ble observert i alle deler av sedimentet fra 0,5-1 m dyp på Vinjestranda og ikke var forårsaket av de lettere komponentene som er mer typisk for oljeforurensning og at NPD/$SumPAH_{16}$-forholdet var raltivt lavt i alle prøver (**Tabell 12**), så antar vi at PAH kontamineringen skyldes andre kilder.




**Figur 33.** Konsentrasjonen av THC (A og B), $SumPAH_{16}$ (C og D) og NPD (E og F) i løsmasser fra strand (venstre) og knappe 1 m dyp (høyere) på Åbystranda (**Figur 8**). Merk at konsentrasjoner av THC (Figur A og B) som lå under deteksjonsgrensen er inntegnet i figuren som 0 µg/g t.v.




**Figur 34.** Konsentrasjonen av THC (A og B), $SumPAH_{16}$ (C og D) og NPD (E og F) i løsmasser fra strand (venstre) og knappe 1 m dyp (høyere) på Vinjestranda(**Figur 11**). Merk at konsentrasjoner av THC (Figur A og B) som lå under deteksjonsgrensen er inntegnet i figuren som 0 µg/g t.v.

**Tabell 13.** Resultater fra Åbystranda (strand). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt i strandkanten nær munningen av Åbyelven (se **Figur 7**, **Figur 8**) Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | EX1 0-1cm strand | EX1 1-5cm strand | EX1 5-10cm strand | EX2 0-1cm strand | EX2 1-5cm strand | EX2 5-10cm strand | EX3 0-1cm strand | EX3 1-5cm strand | EX3 5-10cm strand |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Naftalen** | <2 | 7,4 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2 | <2 | 2 |
| Acenaftylen | <2 | 3,1 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | 5,3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | 34 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,1 | <2 | <2 |
| Fenantren | <4 | 160 | <4 | <4 | 6,1 | 4,1 | 20 | 4,3 | <4 |
| Antracen | <2 | 45 | <2 | <2 | <2 | 3,3 | 2,8 | <2 | <2 |
| Fluoranten | 16 | 120 | 18 | 14 | 20 | 48 | 48 | 25 | 21 |
| Pyren | 13 | 130 | 13 | 12 | 16 | 39 | 38 | 19 | 16 |
| Benz(a)antracen | 6,2 | 56 | 5,4 | 5,5 | 6,9 | 31 | 16 | 9,6 | 7 |
| Chrysen | 7,1 | 54 | 4,1 | 7,2 | 7,6 | 33 | 20 | 10 | 6 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 20 | 65 | 22 | 18 | 18 | 55 | 31 | 24 | 22 |
| Benzo(k)fluoranten | 6,2 | 26 | 7 | 5,4 | 5,6 | 22 | 13 | 8,9 | 7,6 |
| Benzo(a)pyren | 9,4 | 63 | 8,4 | 7,7 | 8,9 | 37 | 20 | 14 | 8,8 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 11 | 36 | 12 | 9,9 | 11 | 29 | 16 | 14 | 12 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 2,1 | 8,1 | 2,2 | <2 | 2,1 | 6,2 | 3,3 | 2,8 | 2,2 |
| Benzo(ghi)perylen | 12 | 40 | 12 | 11 | 12 | 28 | 17 | 14 | 11 |
| **SumPAH$_{16}$** | **103** | **852,9** | **104,1** | **90,7** | **114,2** | **335,6** | **249,2** | **145,6** | **115,6** |

**Tabell 14.** Resultater fra Åbystranda (dyp). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt på knappe 1 m dyp nær munningen av Åbyelven (se **Figur 7**, **Figur 8**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | EX1, 0-1cm Dyp | EX1, 1-5cm Dyp | EX1, 5-10cm Dyp | EX2, 0-1cm Dyp | EX2, 1-5cm Dyp | EX2, 5-10cm Dyp | EX3, 0-1cm Dyp | EX3 1-5cm Dyp | EX3, 5-10cm Dyp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | 2 | <2 | 2,6 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,5 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,8 | 2,3 | <2 | 2,1 | 2,3 |
| Fenantren | 4,2 | <2 | 9,6 | 4,1 | 23 | 9,4 | 2,7 | 4,3 | 3,6 |
| Antracen | 2,8 | <2 | 6,1 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | <2 | 5,2 | 3,3 |
| Fluoranten | 21 | 11 | 49 | 16 | 38 | 26 | 15 | 26 | 24 |
| Pyren | 18 | 8,1 | 40 | 14 | 31 | 20 | 14 | 20 | 19 |
| Benz(a)antracen | 27 | 3,7 | 33 | 9,5 | 24 | 8,6 | 13 | 15 | 10 |
| Chrysen | 36 | 3,3 | 34 | 9,3 | 28 | 6,6 | 13 | 14 | 11 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 93 | 14 | 62 | 34 | 63 | 48 | 43 | 65 | 52 |
| Benzo(k)fluoranten | 35 | 4,3 | 23 | 9,4 | 22 | 11 | 14 | 20 | 13 |
| Benzo(a)pyren | 67 | 4,6 | 37 | 14 | 32 | 11 | 21 | 23 | 14 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 59 | 8,3 | 34 | 19 | 34 | 22 | 23 | 29 | 26 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 11 | <2 | 7,2 | 3,7 | 6,4 | 4,1 | 5,4 | 6,2 | 5,5 |
| Benzo(ghi)perylen | **50** | 8,4 | 30 | 17 | 31 | 20 | 21 | 26 | 24 |
| **SumPAH$_{16}$** | **424** | **65,7** | **366,9** | **152,6** | **342,4** | **193,6** | **187,5** | **258,4** | **210,2** |

**Tabell 15.** Resultater fra Vinjestranda (strand). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt i strandkanten på Vinjestranda (se **Figur 7** og **Figur 11**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | UX1 0-1cm strand | UX1 1-5cm strand | UX1 5-10cm strand | UX2 0-1cm strand | UX2 1-5cm strand | UX2 5-10cm strand | UX3 0-1cm strand | UX3 1-5cm strand | UX3 5-10cm strand |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | 2,1 | <2 | 2,4 | <2 | <2 | 2,9 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <4 | 8,3 | 5,7 | <4 | 4,1 | 15 | <4 | <4 | <4 |
| Antracen | <2 | <2 | 2,6 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | 18 | 27 | 49 | 18 | 24 | 42 | 11 | 11 | 26 |
| Pyren | 14 | 18 | 36 | 16 | 18 | 30 | 9,6 | 8,7 | 19 |
| Benz(a)antracen | 6,8 | 8,2 | 23 | 6,8 | 9,5 | 11 | 4,6 | 3,2 | 9,7 |
| Chrysen | 7,2 | 10 | 17 | 9,2 | 11 | 11 | 5 | 3,3 | 7,4 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 20 | 25 | 46 | 20 | 23 | 31 | 11 | 15 | 32 |
| Benzo(k)fluoranten | 7 | 7,2 | 17 | 6,6 | 8,4 | 10 | 4,2 | 4,9 | 12 |
| Benzo(a)pyren | 7,5 | 10 | 26 | 8,3 | 9,8 | 11 | 4,9 | 5,3 | 12 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 12 | 14 | 24 | 11 | 12 | 15 | 6,5 | 9 | 17 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | 2,5 | 4,2 | <2 | 2,1 | 2,5 | <2 | <2 | 2,7 |
| Benzo(ghi)perylen | 12 | 14 | 23 | 12 | 13 | 16 | 8,3 | 11 | 19 |
| **$SumPAH_{16}$** | **106,6** | **144,2** | **275,9** | **107,9** | **134,9** | **199,6** | **65,1** | **71,4** | **156,8** |

**Tabell 16.** Resultater fra Vinjestranda (Dyp). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er alle fra 3 kjerner tatt på knappe 1 m dyp på Vinjestranda (se **Figur 7** og **Figur 11**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | UX1, 0-1cm Dyp | UX1, 1-5cm Dyp | UX1 5-10cm Dyp | UX2, 0-1cm Dyp | UX2 1-5cm Dyp | UX2, 5-10cm Dyp | UX3 0-1cm Dyp | UX3 1-5cm Dyp | UX3 5-10cm Dyp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | 2,5 | 6,9 | 8 | 6,4 | 7,9 | 8,4 | 13 | 7,9 | 7,9 |
| Acenaftylen | 2,4 | 4,3 | 6,2 | 3,6 | 4,8 | 6,9 | 5,6 | 4,7 | 7,3 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,5 | <2 | <2 | 2,6 |
| Fluoren | 2,3 | 3,5 | 6,2 | 3,5 | 5,5 | 6,6 | 4,9 | 4,2 | 8,3 |
| Fenantren | 10 | 17 | 29 | 17 | 19 | 33 | 22 | 18 | 40 |
| Antracen | 4,8 | 7,3 | 12 | 7,2 | 9,1 | 12 | 10 | 8,6 | 16 |
| Fluoranten | 34 | 59 | 110 | 49 | 65 | 120 | 61 | 55 | 130 |
| Pyren | 25 | 40 | 78 | 37 | 46 | 89 | 45 | 41 | 93 |
| Benz(a)antracen | <2 | 31 | 61 | 29 | 36 | 68 | 35 | 33 | 76 |
| Chrysen | <2 | 27 | 44 | 28 | 31 | 62 | 33 | 34 | 58 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 78 | 120 | 240 | 93 | 140 | 270 | 110 | 110 | 270 |
| Benzo(k)fluoranten | 90 | 42 | 78 | 33 | 49 | 91 | 36 | 38 | 92 |
| Benzo(a)pyren | 39 | 50 | 90 | 45 | 56 | 100 | 49 | 45 | 110 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 57 | 91 | 160 | 69 | 110 | 190 | 76 | 82 | 200 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | 17 | 30 | 10 | 16 | 30 | 12 | 13 | 39 |
| Benzo(ghi)perylen | 51 | 80 | 140 | 67 | 100 | 170 | 75 | 80 | 190 |
| **$SumPAH_{16}$** | **396** | **596** | **1092,4** | **497,7** | **695,3** | **1259,4** | **587,5** | **574,4** | **1340,1** |

## 3.4 Fugløyrogn og Hegerofjorden

Alle prøvene fra Fugløyrong hadde et høyt tørrstoffinnhold og andelen finstoff (dvs. andelen av sediment med en partikkelstørelse mindre enn 63µm) og TOC innholdet i prøvene var meget lave (**Tabell 17**). Sedimentprøven fra 56 m dyp i Helgerofjorden var av en helt annen karakter enn prøvene fra grunnområdene.

**Tabell 17.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt i Helgerofjorden og Fugløyrong (se **Figur 14** og **Figur 13**). Prøven fra Helgerofjorden er en blandprøve bestående av overflatesediment fra 3 kjerner. Prøvene fra Fugløyrong A er fra en kjerner tatt i fjæra (str) og en på 0,5-1 m dyp (dyp). Fra hver kjerne er 2-3 ulike dybdeintervaller analysert. Fra Fugløyrong B ble også tilsvarende prøver analysert. Fra Fugløyrong A ble det i tilegg til kjerneprøvene også analysert en blandprøve bestående av strandmateriale tatt punktivis langs hele stranden (ca 50 m).TTS=tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. $SumPAH_{16}$=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD

| | TTS (%) | <63µm (% tv) | TOC (µg C/ mg TS) | Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.) | Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.) | Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.) | Olje (µg/g t.v.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fugløyrong A str. EX1, 0-1cm | 82,2 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong A str. EX1, 1-5cm | 83,3 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong A str. EX1, 5-10cm | 89,9 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong A dyp EX1, 0-1cm | 84,7 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong A dyp EX1, 1-5cm | 88,2 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong A helstr.EX, 0-1cm | 78,9 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B str. UX1, 0-1cm | 80,8 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B str. UX1, 1-5cm | 81,5 | 1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B str. UX1, 5-10cm | 82,3 | <1 | <1,0 | 7,5 | 4,6 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B dyp UX1, 0-1cm | 74,1 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B dyp UX1, 1-5cm | 82,7 | 1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Fugløyrong B dyp UX1, 5-10cm | 81,6 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Helgerofjorden 0-1 cm | 53,3 | 34 | 12 | 689,3 | 485,3 | 146,8 | <50 |

### 3.4.1 THC

Ingen av sedimentprøvene hadde et oljeinnhold over deteksjonsgrensen (**Tabell 17**).

### 3.4.2 PAH

Også $SumPAH_{16}$- og NPD-innholdet var meget lavt i alle sedimentprøvene fra Fugløyrogn (**Tabell 17**) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter (**Tabell 18** og **Tabell 19**).

$SumPAH_{16}$-konsentrasjonen var noe høyere i prøve fra dypt vann i Helgerofjorden enn i omkringliggende grunnområder på Fuglyrong (**Tabell 17**), men konsentrasjonen var med unntak av de

to enkeltkomponenter Indeno(1,2,3cd)pyren og Benzo(ghi)perylen ikke tilstrekkelig høye til potensielt å kunne gi toksiske effekter (**Tabell 20**).

NPD-fraksjonen var svært lav i alle prøver fra Fuglørong, men var klart høyere i prøven fra dypt vann i Helgerofjorden (**Tabell 17**).

Ut fra informasjonen en hadde ved prøveinnsamlingen var Fugløyrogn A et område som skulle ha vært eksponert for olje fra Full City mens Fugløyrogn B ikke skulle ha vært ekspoert. Resultatene fra analyse av løsmassene på og ved stranden gir ikke noen støtte til en slik forskjell i eksponering og løsmassene fra begge områder fremstår som upåvirket av olje fra Full City.

Prøven fra 56 m dyp i Helgerofjorden innehold noe mindre $SumPAH_{16}$ og NPD (se **Tabell 17** og **Tabell 20**) enn det som ble observert i en tilsvarende prøve fra dypt vann i Rognsfjorden (**Tabell 4** og **Tabell 11**). På same måte som i prøven fra Rognsfjorden så var NPD/SumPAH16-forholdet relativt lavt i prøven fra Helgerofjorden (dvs. 0,3).

**Tabell 18.** Resultater fra Fugløurong A. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra 2 kjerner tatt henholdsvis i strandkanten (Strand) og på 0,5-1 m dyp (Dyp) (**Figur 14**). Fra hver kjerne er 2-3 ulike dybdeintervaller av substratet analysert. I siste kolonne vises resultatet fra en samleprøve bestående av sand flere steder på stranden. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | EX1 Strand 0-1cm | EX1 Strand 1-5cm | EX1 strand 5-10cm | EX1 Dyp 0-1cm | EX1 Dyp 1-5cm | EX (hel strand) 0-1cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| **$SumPAH_{16}$** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

**Tabell 19.** Resultater fra Fugløurong B. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra 2 kjerner tatt henholdsvis i strandkanten (Strand) og på 0,5-1 m dyp (Dyp) (**Figur 14**). Fra hver kjerne er 3 ulike dybdeintervaller av substratet analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | UX1, Strand 0-1cm | UX1 Strand 1-5cm | UX1 Strand 5-10cm | UX1 Dyp 0-1cm | UX1 Dyp 1-5cm | UX1 Dyp 5-10cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | <2 | 4,6 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| **SumPAH$_{16}$** | **0** | **0** | **4,6** | **0** | **0** | **0** |

**Tabell 20.** Resultater et dypområde i Helgerofjorden . Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra en blandprøve bestående av overflatesediment (0-1 cm) fra 3 kjerner tatt i Helgerofjorden (**Figur 13**). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Helgerofjorden 0-1 cm |
|---|---|
| Naftalen | 6,8 |
| Acenaftylen | <2 |
| Acenaften | <2 |
| Fluoren | 2,4 |
| Fenantren | 14 |
| Antracen | 3,1 |
| Fluoranten | 36 |
| Pyren | 33 |
| Benz(a)antracen | 22 |
| Chrysen | 19 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 99 |
| Benzo(k)fluoranten | 34 |
| Benzo(a)pyren | 38 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 78 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 11 |
| Benzo(ghi)perylen | 89 |
| **$SumPAH_{16}$** | **485,3** |

## 3.5 Nevlungstrand og Oddane fort

Alle prøvene hadde et høyt tørrstoffinnhold og andelen finstoff (dvs. andelen av sediment med en partikkelstørelse mindre enn 63µm) og TOC innholdet i prøvene var lave (**Tabell 21**). Noe organiske karbon (5,5 µg C/mgTS) ble imidlertid funnet i prøven fra fjæra på Nevlungstranda og er trolig en funksjon av at den analyserte sanden ble innsamlet nær og dels under en tangvoll.

### 3.5.1 THC

Ingen av sedimentprøvene hadde et oljeinnhold over deteksjonsgrensen (**Tabell 21**).

**Tabell 21.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt i Nevlungstranda og Oddane fort (). Prøvene fra Nevlungstranda er av overflatesubstrat (0-1 cm) tatt i fjæra på en steinstrand og på 3,6 og 5,9 m dyp utenfor stranden (se **Figur 17**). Prøvene fra Oddane fort er fra to dybdeintervaller i en kjerne tatt i fjæra (se **Figur 17**).TTS =tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. $SumPAH_{16}$=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD. M=TOC kan ikke beregnes

| | **TTS (%)** | **<63µm (% tv)** | **TOC (µg C/ mg TS)** | **Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.)** | **Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.)** | **Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.)** | **Olje (µg/g t.v.)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nevlungstranda strand 0-1cm | 81,1 | 1 | 5,5 | 1043,1 | 58,8 | 977,6 | <50 |
| Nevlungstranda 3,6 m 0-1cm | 76,2 | <1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Nevlungstranda 5,9 m 0-1cm | 75,1 | 1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Oddane fort strand 0-1 cm | 93,2 | <1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Oddane fort strand 1-5 cm | 91,5 | <1 | m | 144,1 | 84,1 | 50 | <50 |

| **Prøve** | **NPD/$SumPAH_{16}$** |
|---|---|
| Nevlungstranda strand 0-1cm | 16,6 |
| Nevlungstranda 3,6 m 0-1cm | - |
| Nevlungstranda 5,9 m 0-1cm | - |
| Oddane fort strand 0-1 cm | - |
| Oddane fort strand 1-5 cm | 0,59 |

### 3.5.2 PAH

Også $SumPAH_{16}$-innholdet var relativt lavt i prøvene (**Tabell 21**) og ingen av enkeltkomponentene forekom i konsentrasjoner som potensielt skulle kunne gi toksiske effekter (**Tabell 22**).

NPD-konsentrasjonen var klart høyere i prøven fra stranden på Nevlungstranda enn de to på litt dypere vann (**Tabell 17**). NPD-konsentrasjone i strandmaterialet lå dessuten også i et nivå som kan sammenlignes med en del av prøvene fra Krogshavn og NPD/SumPAH16-forholdet var også relativt høyt (**Tabell 21**).

Ut fra informasjonen en hadde ved prøveinnsamlingen var Nevlungstranda og Oddane fort et område som skulle ha vært eksponert for olje fra Full City. Resultatene fra analyse av løsmassene på stranden (særlig fra Nevlungstranda) tyder imidlertid ikke på noen oljeeksponering av betydning på innsamlingstidspunktet i desember 2009, men det noe høye NPD-innholdet i løsmassene der kan likevel skyldes påvirkning fra Full City-utslippet.

**Tabell 22.** Resultater fra Nevlungstranda og Oddane fort. Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra en løsmasseprøver (overflatesediment 0-1 cm) tatt i strandkanten, på 3,6 og 5, 9 m dyp på Nevlungstranda. To løsmasseprøver er også tatt på en strand nedenfor Oddane fort. Fra denne kjernen er 2 ulike dybdeintervaller av substratet analysert. Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Nevlungst. strand 0-1cm | Nevlungst. 3,6 m 0-1cm | Nevlungst. 5,9 m 0-1cm | Oddane fort strand 0-1 cm | Oddane for strand 1-5 cm |
|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | 5,6 | <4 | <4 | <4 | <4 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | 16 |
| Pyren | 26 | <2 | <2 | <2 | 19 |
| Benz(a)antracen | 5,3 | <2 | <2 | <2 | 8,5 |
| Chrysen | 6,5 | <2 | <2 | <2 | 11 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 3,3 | <2 | <2 | <2 | 11 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 | 4,1 |
| Benzo(a)pyren | 5,3 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,5 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | 6,8 | <2 | <2 | <2 | 11 |
| **SumPAH16** | **58,8** | **0** | **0** | **0** | **84,1** |

## 3.6 Stråholmen

Alle prøver hadde et relativt høyt tørrstoffinnhold (58,2-82,2%), andelen finfraksjon var generelt lav (<1-19%), men likevel med en noe høyere andel finstoffraksjon i prøvene fra den antatt oljeeksponerte stranden (8-19 %) i forhold til de øvrige prøvene (<1-4 %) (**Tabell 23**). TOC innholdet var også relativt lavt, men også for denne parameteren hadde prøvene fra den antatt oljeeksponerte stranden et noe høyere TOC innhold (14,5-30,8 µg C/mg ts) i forhold til de øvrige prøvene fra Stråholmen (<1-2,38 µg C/mg ts).

**Tabell 23.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt på Stråholmen. Prøvene er tatt på 3 punkter i fjæra og på 0,5-1m m dyp langs en antatt lite oljeksponert strand (UX) (se **Figur 20**) og i fjæra og på 0,5-1 m dyp i et antatt oljeksponert område (EX) (se **Figur 22**). TTS =tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. SumPAH16=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD. M=TOC kan ikke beregnes

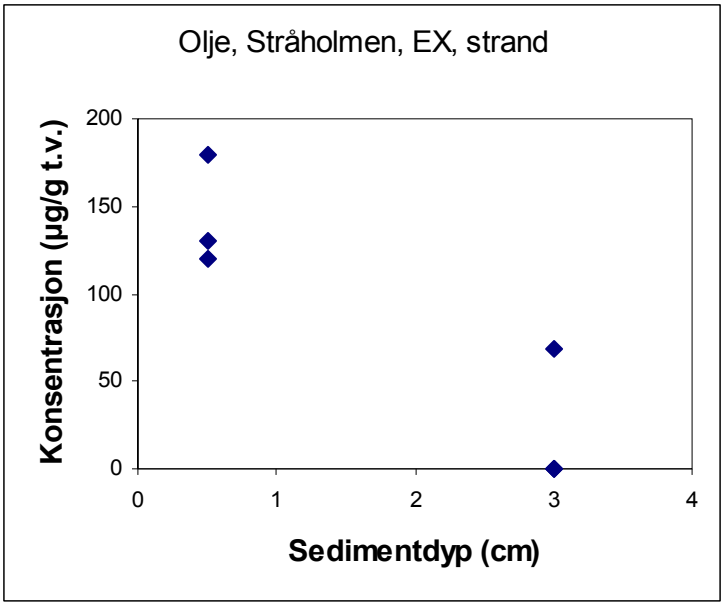
| Stasjon | TTS (%) | <63µm (% tv) | TOC (µg C/ mg TS) | Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.) | Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.) | Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.) | Olje (µg/g t.v.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stråholmen UX1, 0-1cm dyp | 82,1 | 1 | 1,7 | 10,9 | 7,1 | 0 | <50 |
| Stråholmen UX1, 1-5cm dyp | 80 | 4 | 2,3 | 63,1 | 57 | 3,1 | 56 |
| Stråholmen UX2, 0-1cm dyp | 80,3 | 1 | 1,3 | 72 | 66,9 | 4,6 | <50 |
| Stråholmen UX2, 1-5cm dyp | 82,2 | 2 | 2,3 | 133,7 | 126,9 | 20 | <50 |
| Stråholmen UX3, 0-1cm dyp | 76,5 | 1 | <1,0 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen UX3, 1-5cm dyp | 75,3 | 2 | 1,4 | 27,3 | 27,3 | 3,4 | <50 |
| Stråholmen EX1, 0-1cm dyp | 79,8 | <1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen EX2, 0-1cm dyp | 78,8 | <1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen EX2, 1-5cm dyp | 80,5 | 1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen EX3, 0-1cm dyp | 77,7 | <1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen pr1 UX 0-1cm strand | 81,2 | 1 | m | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen pr2 UX 0-1cm strand | 82 | 2 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Stråholmen pr3 UX 0-1cm strand | 78,7 | <1 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 0 | <50 |
| Stråholmen EX1 0-1cm strand | 63 | 19 | 28,8 | 860,2 | 75,2 | 773,4 | 120 |
| Stråholmen EX1 1-5cm strand | 66,4 | 11 | 14,5 | 46,8 | 4,8 | 42 | <50 |
| Stråholmen EX2 0-1cm strand | 63 | 10 | 17,8 | 1300,2 | 106 | 1184,4 | 130 |
| Stråholmen EX2 1-5cm strand | 58,2 | 17 | 24,6 | 924,5 | 148,5 | 763,3 | 69 |
| Stråholmen EX3 0-1cm strand | 60,2 | 8 | 14,7 | 1697,5 | 162,5 | 1514,9 | 180 |
| Stråholmen EX3 1-5cm strand | 63,3 | 18 | 30,8 | 316 | 44,3 | 268 | <50 |

**Tabell 23** (fortsettelse)

| Prøve | NPD/SumPAH$_{16}$ |
|---|---|
| Stråholmen UX1, 0-1cm dyp | 0,00 |
| Stråholmen UX1, 1-5cm dyp | 0,05 |
| Stråholmen UX2, 0-1cm dyp | 0,07 |
| Stråholmen UX2, 1-5cm dyp | 0,16 |
| Stråholmen UX3, 0-1cm dyp | - |
| Stråholmen UX3, 1-5cm dyp | 0,12 |
| Stråholmen EX1, 0-1cm dyp | - |
| Stråholmen EX2, 0-1cm dyp | - |
| Stråholmen EX2, 1-5cm dyp | - |
| Stråholmen EX3, 0-1cm dyp | - |
| Stråholmen pr1 UX 0-1cm strand | - |
| Stråholmen pr2 UX 0-1cm strand | - |
| Stråholmen pr3 UX 0-1cm strand | - |
| Stråholmen EX1 0-1cm strand | 10,28 |
| Stråholmen EX1 1-5cm strand | 8,75 |
| Stråholmen EX2 0-1cm strand | 11,17 |
| Stråholmen EX2 1-5cm strand | 5,14 |
| Stråholmen EX3 0-1cm strand | 9,32 |
| Stråholmen EX3 1-5cm strand | 6,05 |

### 3.6.1 THC/Olje

Det var kun prøvene fra den antatt oljekontaminerte stranden som inneholdt olje-konsentrasjoner over deteksjonsgrensen på 50 µg/g t.v. (**Tabell 23**). Oljen var i hovedsak knyttet til overflatesubstratet (0-1 cm) og ikke i de dypereliggende delene (**Figur 35**).




**Figur 35.** Konsentrasjonen av olje (THC) i 0-1 cm og 1-5 cm sjiktet i av substratet på en presumptivt oljekontaminert strand på Stråholmen.

### 3.6.2 PAH

PAH-konentrasjone var generelt lave i alle prøver og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller SumPAH16 var såpass høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter for eventuelle bunnlevende organismer. (**Tabell 24** til **Tabell 27**). På samme måte som for olje så var både $SumPAH_{16}$- og NPD-konsentrasjonen høyest i prøvene fra den eksponerte stranden (**Tabell 21**), hvor særlig NPD-fraksjonen forekom med de høyeste konsentrasjoner i overflatesubstratet (**Figur 36**) og førte til relativt høye NPD/$SumPAH_{16}$-forhold (**Tabell 23**). Resultatene (**Tabell 21**) tyder ikke på at den presumptivt ueksponerte stranden på Stråholmen (**Figur 20**) var oljekontaminert og heller ikke substratet på 0,5-1 m dyp i det antatt eksponerte område (**Figur 22**). Resultatene bekrefter i hovedsak at løsmassene på enkelte strender på Stråholmen er kontaminert med olje (trolig fra Full City). Konsentrasjonen er imidlertid generelt sett lave og skulle ut fra Klifs klassifiseringsverktøy ikke være noen trussel for marine sedimentlevende organismer.

**Tabell 24.** Resultater fra sandprøver tatt på 0,5-1 m dyp utenfor en antatt ikke oljeeksponert strand på Stråholmen (**Figur 20**). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra overflatesedimentet(0-1 cm) og et dypereliggende sjikt (1-5 cm). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Stråholmen UX1, 0-1cm Dyp | Stråholmen UX1, 1-5cm Dyp | Stråholmen UX2, 0-1cm Dyp | Stråholmen UX2, 1-5cm Dyp | Stråholmen UX3, 0-1cm Dyp | Stråholmen UX3, 1-5cm Dyp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | 3,1 | 4,6 | 20 | <2 | 3,4 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | 2,1 | 11 | 10 | 30 | <2 | 6,1 |
| Pyren | <2 | 8,4 | 9,2 | 21 | <2 | 4,5 |
| Benz(a)antracen | <2 | 4,4 | 5,7 | 4,6 | <2 | 2,2 |
| Chrysen | <2 | 5,1 | 7,2 | 11 | <2 | 3 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 2,8 | 7,6 | 9,6 | 13 | <2 | 3,6 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | 3 | 3,9 | 5,7 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | 5,3 | 6,6 | 8,3 | <2 | 2,2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | 4,2 | 4,8 | 6,7 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | 2,2 | 4,9 | 5,3 | 6,6 | <2 | 2,3 |
| **$SumPAH_{16}$** | **7,1** | **57** | **66,9** | **126,9** | **0** | **27,3** |

**Tabell 25.** Resultater fra sandprøver tatt på 3 punkter i fjæra på en antatt ikke oljeeksponert strand på Stråholmen (**Figur 20**). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra overflatesedimentet(0-1 cm) og et dypereliggende sjikt (1-5 cm). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

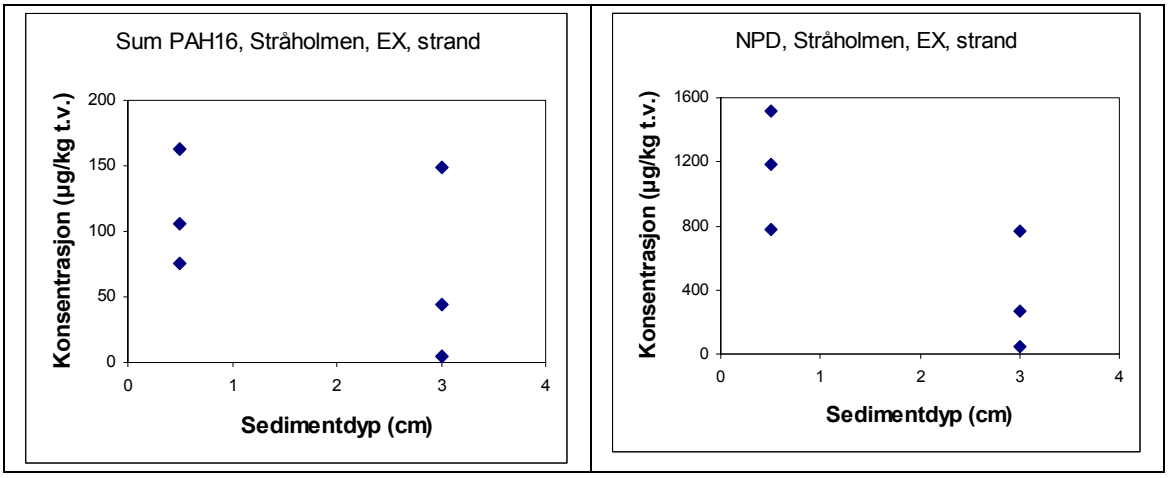
| **PAH-forbindelse** | Stråholmen pr1 UX 0-1cm strand | Stråholmen pr2 UX 0-1cm strand | Stråholmen pr3 UX 0-1cm strand |
|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | <2 | 2,5 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | <2 | <2 | <2 |
| **SumPAH$_{16}$** | **0** | **0** | **2,5** |

**Tabell 26.** Resultater fra sandprøver tatt på 0,5-1 m dyp utenfor en antatt oljeeksponert strand på Stråholmen (**Figur 22**). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra overflatesedimentet(0-1 cm) og et dypereliggende sjikt (1-5 cm). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Stråholmen EX1 0-1cm dyp | Stråholmen EX2 0-1cm dyp | Stråholmen EX2 1-5cm dyp | Stråholmen EX3 0-1cm dyp |
|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| **SumPAH$_{16}$** | **0** | **0** | **0** | **0** |

**Tabell 27.** Resultater fra sandprøver tatt i fjæra på en antatt oljeeksponert strand på Stråholmen (**Figur 22**). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra overflatesedimentet(0-1 cm) og et dypereliggende sjikt (1-5 cm). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Stråholmen EX1 0-1cm Strand | Stråholmen EX1 1-5cm Strand | Stråholmen EX2 0-1cm Strand | Stråholmen EX2 1-5cm Strand | Stråholmen EX3 0-1cm Strand | Stråholmen EX3 1-5cm Strand |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | 3,4 | <2 | 9,4 | 7,3 | 8,9 | 3 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | 4,5 | 2 | <2 |
| Fluoranten | 3 | <2 | 7,8 | 14 | 8,1 | 4,3 |
| Pyren | 22 | <2 | 28 | 25 | 36 | 7,6 |
| Benz(a)antracen | 4,5 | <2 | 7,5 | 12 | 16 | 2,9 |
| Chrysen | 10 | <2 | 13 | 18 | 29 | 4,5 |
| Benzo(b+j)fluoranten | 8,9 | 2 | 11 | 19 | 22 | 7,8 |
| Benzo(k)fluoranten | <2 | <2 | 2,8 | 7 | 5,6 | <2 |
| Benzo(a)pyren | 6,4 | <2 | 8,5 | 13 | 13 | 2,7 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 4 | <2 | 5 | 9,9 | 4,8 | 4,4 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | 2 | <2 | <2 | 2,8 | 3,1 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | 11 | 2,8 | 13 | 16 | 14 | 7,1 |
| **SumPAH$_{16}$** | **75,2** | **4,8** | **106** | **148,5** | **162,5** | **44,3** |




**Figur 36.** Konsentrasjonen av olje (THC) og NPD-fraksjonen i 0-1 cm og 1-5 cm sjiktet i av substratet på en presumptivt oljekontaminert strand på Stråholmen.

## 3.7 Jomfruland

Som i de fleste andre prøver som har vært innsamlet på strendene var størrstoffinnholdet høyet, andelen finfraksjon og TOC innholdet relativt lavt. TOC innholdet var likevel noe høyere i de to prøvene fra "Jomfruland ytre 3" enn fra de som ble innsamlet mellom rullesteinene (**Tabell 28**)

**Tabell 28.** Resultater av analyser gjort på prøver tatt på Jomfruland. Prøvene er tatt på 3 punkter i fjæra (**Figur 25**). Prøvene "Jomfruland ytre3" er tatt av løsmasser i en svak fordyping i stranden ca 25 m fra en tydelig oljekontaminert stein (**Figur 27**), mens de to øvrige prøvene (1 og 2) er tatt av sand mellom store rullesteiner hvor lite eller ingen oljekontaminering kunne observeres på steinene. TTS =tørstoffinnhold, <63µm=andelen av sediment med en partikkelstørrelse mindre enn 63µm, TOC=total mengde organisk karbon, SumPAH=Summen av konsentrasjonen av alle forbindelsene som inngår i analysen. SumPAH16=Konsentrasjonen av 16 utvalgte PAH-forbindelser. Merk at konsentrasjoner som ligger under deteksjonsgrensen er ikke tatt med i beregningen av SumPAH, SumPAH16 og SumNPD.

| Stasjon | TTS (%) | <63µm (% tv) | TOC (µg C/ mg TS) | Sum PAH[1)] (µg/kg t.v.) | Sum $PAH_{16}$[2)] (µg/kg t.v.) | Sum NPD[3)] (µg/kg t.v.) | Olje (µg/g t.v.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jomfruland ytre1, 0-1cm strand | 87,5 | 1 | 3,9 | 3,8 | 3,8 | 0 | <50 |
| Jomfruland ytre2 0-1cm strand | 89,3 | 2 | 2,9 | 0 | 0 | 0 | <50 |
| Jomfruland ytre3 0-1cm strand | 78,3 | 3 | 10,1 | 63,9 | 55,2 | 2,2 | <50 |
| Jomfruland ytre3 1-5cm strand | 78,6 | 7 | 18,6 | 69,8 | 53,8 | 12,8 | <50 |

### 3.7.1 THC/olje

Konsentrasjonen av olje lå under deteksjonsgrensen i alle 4 prøver (**Tabell 28**)

### 3.7.2 PAH

PAH-konentrasjone var generelt lave i de 4 prøvene og ingen konsentrasjoner av verken enkeltkomponenter eller $SumPAH_{16}$ var såpass høye at de potensielt skulle kunne resultere i toksiske effekter. (**Tabell 29**). SumPAH16 og NPD konsentrasjonen var klart høyere i prøvene tatt i område ytre 3 enn i prøvene tatt av substrat mellom rullestinene. NPD/$SumPAH_{16}$ forholdet var imidlertid lavt i de to prøvene der dette kunne beregnes og indikerer derfor ingen klar oljeforurensning.

**Tabell 29.** Resultater fra sandprøver tatt i fjæra på yttersiden av Jomfruland (se **Figur 22** og **Figur 25**). Konsentrasjonen av de analyserte enkeltforbindelser av PAH som inngår i Klifs veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (SFT 2007)[1)] er vist (µg/kg t.v.). Konsentrasjonen er klassifisert i henhold til SFT 2007 (se vedlegg C). Resultatene som vises er fra overflatesedimentet(0-1 cm) og et dypereliggende sjikt (1-5 cm). Fargekode brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i **Tabell 3**.

| **PAH-forbindelse** | Jomfruland ytre1, 0-1cm strand | Jomfruland ytre2 0-1cm strand | Jomfruland ytre3 0-1cm strand | Jomfruland ytre3 1-5cm strand |
|---|---|---|---|---|
| Naftalen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaftylen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Acenaften | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | <2 | <2 | 2,2 | 2,8 |
| Antracen | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoranten | <2 | <2 | 5,5 | 10 |
| Pyren | <2 | <2 | 3,8 | 6 |
| Benz(a)antracen | <2 | <2 | 2,4 | 2,6 |
| Chrysen | <2 | <2 | 2,8 | 2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | <2 | <2 | 11 | 8,2 |
| Benzo(k)fluoranten | | | | |
| Benzo(a)pyren | <2 | <2 | 4 | 3 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | <2 | <2 | 5,3 | 4,6 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | 3,8 | <2 | 15 | 12 |
| **Sum $PAH_{16}$** | **3,8** | **0** | **55,2** | **53,8** |

# 4. Referanser

Boitsov, S. og Klungsøyr, J., 2010. Undersøklse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet ”FullCity”. Rapport fra Havforskningsinstituttet, HI-prosjekt 13044, 24s.

Faksness, L.-G., Almås, K., Daling, P.S., Brandvik, P.J. og Sørheim, K.R., 2009. Oljesølidentifikasjon i forbindelse med havariet av ”Full City” (Kystverket). SINTEF-rapport, prosjekt nr. 801357, 63s.

Haugestøl, G.L., 2010. Undersøklser av olje i sediment i friluftslivområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City. Rapport fra Nordconsult, Oppdragsnummer 5014575, 22s + vedlegg.

SFT, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment, TA-2229/2007, 10s.

Zevenboom, W., Robson, M., Massie, L. and Reiersen, L.O., 1993. Environmental effects of offshore mining discharges; a contribution to the 1993 quality status report of the North Sea..
Øian, H., Skår, M., Vistad, O.I. og Andersen, O. 2010. Full City-havariet: Kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv. NINA Rapport 573, 89 s.

# 5. Vedlegg

# Vedlegg A. Stasjoner

Tabell A1. Undersøkte stasjoner rangert etter økende avstand fra havaristen.

| Stasjonsnavn | Dyp | Antatt eksponering | Avstand fra havaristen (km) | Posisjon |
|---|---|---|---|---|
| Såstein Ex Dyp | ca 1 m | EX | 0,3 | N58.97049 E9.70938 |
| Såstein Ex Strand | Strand | EX | 0,3 | N58.96832 E9.70858 |
| Såstein Ux Strand | Strand | UX | 0,5 | N58.96598 E9.70638 |
| Rognsfj. II | 65 m | ? | 2,8 | N58.99203 E9.73205 |
| Krogshavn A EX Strand | Strand | EX | 3,7 | N59.00015 E9.73678 |
| Krogshavn A, Ex Dyp | ca 1 m | EX | 3,7 | N58.99911 E9.73743 |
| Krogshavn B EX, Strand | Strand | EX | 3,7 | N58.99817 E9.74001 |
| Krogshavn B, EX, Dyp | ca 1 m | EX | 3,7 | N58.99764 E9.74040 |
| Vinjest. Ux 1 | Strand | UX | 3,9 | N58.99507 E9.66860 |
| Vinjest. Ux 1 Dyp | ca 1 m | UX | 3,9 | N58.99490 E9.66883 |
| Vinjest. Ux 2 | Strand | UX | 3,9 | N58.99518 E9.66888 |
| Vinjest. Ux 2 Dyp | ca 1 m | UX | 3,9 | N58.99490 E9.66915 |
| Vinjest. Ux 3 | Strand | UX | 3,9 | N58.99525 E9.66915 |
| Vinjest. Ux 3 Dyp | ca 1 m | UX | 3,9 | N58.99508 E9.66925 |
| Åbystranda Ex | Strand | EX | 4,1 | N58.99000 E9.65502 |
| Åbystranda EX DYP | ca 1 m | EX | 4,1 | N58.99008 E9.65640 |
| Fugløyrogn A EX Strand | Strand | EX | 5,6 | N58.98150 E9.80707 |
| Fugløyrogn A, EX, Dyp | ca 1 m | EX | 5,6 | N58.98164 E9.80774 |
| Fugløyrogn B UX?, Dyp | ca 1 m | UX | 5,9 | N58.97953 E9.81446 |
| Fugløyrogn B UX?, Strand | Strand | UX | 5,9 | N58.97950 E9.81415 |
| Helgerofjorden | 56 m | UX? | 6,2 | N58.99067 E9.81242 |
| Nevlungst. 3,6 m | 3,6 m | ? | 7,9 | N58.96418 E9.85138 |
| Nevlungst. 5,9 m | 5,9 m | ? | 7,9 | N58.96445 E9.84982 |
| Nevlungstranda | Strand | EX | 8 | N58.96613 E9.85295 |
| Stråholmen UX strand 1 | Strand | UX | 8,1 | N58.90333 E9.65258 |
| Stråholmen UX1 Dyp | ca 1 m | UX | 8,1 | N58.90343 E9.65228 |
| Stråholmen UX strand 2 | Strand | UX | 8,2 | N58.90278 E9.65088 |
| Stråholmen UX2 Dyp | ca 1 m | UX | 8,2 | N58.90300 E9.65061 |
| Oddane fort | Strand | EX | 8,3 | N58.96092 E9.85693 |
| Stråholmen UX strand 3 | Strand | UX | 8,3 | N58.90240 E9.64955 |
| Stråholmen UX3, dyp | ca 1 m | UX | 8,3 | N58.90263 E9.64919 |
| Stråholmen EX Dyp | ca 1 m | EX | 9 | N58.89512 E9.64797 |
| Stråholmen EX Strand | Strand | EX | 9,2 | N58.89395 E9.64385 |
| Jomfruland Y 2 | Strand | UX? | 12 | N58.87492 E9.61015 |
| Jomfruland Y1 | Strand | EX | 12 | N58.87465 E9.61063 |
| Jomfruland Y3 | Strand | EX | 12,1 | N58.87430 E9.61042 |

Tabell A2. Prøvetakingsredskap

| Stasjonsnavn | Prøvetakingsdato | Prøvetakingsmetode |
|---|---|---|
| Såstein Ex Dyp | 16.11.2009 | Corer |
| Såstein Ex Strand | 22.10.2009 | Skje |
| Såstein Ux Strand | 22.10.2009 | Skje |
| Rognsfj. II | 15.12.2009 | Grabb |
| Krogshavn A EX Strand | 17.11.2009 | Corer |
| Krogshavn A, Ex Dyp | 17.11.2009 | Corer og skindiving |
| Krogshavn B EX, Strand | 17.11.2009 | Corer |
| Krogshavn B, EX, Dyp | 17.11.2009 | Corer og skindiving |
| Vinjest. Ux 1 | 22.10.2009 | Corer |
| Vinjest. Ux 1 Dyp | 17.112009 | Corer og skindiving |
| Vinjest. Ux 2 | 22.10.2009 | Corer |
| Vinjest. Ux 2 Dyp | 17.112009 | Corer og skindiving |
| Vinjest. Ux 3 | 22.10.2009 | Corer |
| Vinjest. Ux 3 Dyp | 17.112009 | Corer og skindiving |
| Åbystranda Ex | 22.10.2009 | Corer |
| Åbystranda EX DYP | 17.112009 | Corer og skindiving |
| Fugløyrogn A EX Strand | 17.11.2009 | Corer +Skje |
| Fugløyrogn A, EX, Dyp | 17.11.2009 | Corer og skindiving |
| Fugløyrogn B UX?, Dyp | 17.11.2009 | Corer og skindiving |
| Fugløyrogn B UX?, Strand | 17.11.2009 | Corer |
| Helgerofjorden | 15.12.2009 | Grabb |
| Nevlungst. 3,6 m | 15.12.2009 | Grabb |
| Nevlungst. 5,9 m | 15.12.2009 | Grabb |
| Nevlungstranda | 15.12.2009 | Skje |
| Stråholmen UX strand 1 | 21.10.2009 | Skje |
| Stråholmen UX1 Dyp | 16.11.2009 | Corer og skindiving |
| Stråholmen UX strand 2 | 21.10.2009 | Skje |
| Stråholmen UX2 Dyp | 16.11.2009 | Corer og skindiving |
| Oddane fort | 15.12.2009 | Skje |
| Stråholmen UX strand 3 | 21.10.2009 | Skje |
| Stråholmen UX3, dyp | 16.11.2009 | Corer og skindiving |
| Stråholmen EX Dyp | 16.11.2009 | Corer og skindiving |
| Stråholmen EX Strand | 21.10.2009 | Corer |
| Jomfruland Y 2 | 21.10.2009 | Skje |
| Jomfruland Y1 | 21.10.2009 | Skje |
| Jomfruland Y3 | 21.10.2009 | Corer |

# Vedlegg B. Rådata

SUM $PAH_{16}$ omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylen.

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, $C_1$-$C_3$-naftalener, $C_1$-$C_3$-fenantrener og $C_1$-$C_3$-dibenzotiofener.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen[1]. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i analyserapporten.

**Vedleggstabell B1**. Rådata for analyser gjort på prøver fra innsamlet 15/12-2009 fra Nevlungstranda, Oddane fort, Helgerofjorden og Rognsfjorden

**Norsk Institutt for Vannforskning**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT

NORSK AKKREDITERING Nr. TEST009

**Deres referanse:**

**Vår referanse:**
Rekv.nr. 2009-2946
O.nr. O 29382

***Dato***

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av prosjektleder, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Nevlungstranda strand 0-1cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |
| 2 | Nevlungstranda 3,6 m 0-1cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |
| 3 | Nevlungstranda 5,9 m 0-1cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |
| 4 | Oddane fort strand 0-1 cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.04-2010.02.24 |
| 5 | Oddane fort strand 1-5 cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.04-2010.02.24 |
| 6 | Helgerofjorden 0-1 cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |
| 7 | Rognsfjorden II 0-1 cm | 2009.12.15 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |

[1] Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Tabell **B1** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 81,1 | 76,2 | 75,1 | 93,2 | 91,5 | 53,3 | 50,7 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 1 | <1 | 1 | <1 | <1 | 34 | 67 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 5,5 | <1,0 | <1,0 | m | m | 12,0 | 14,1 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 6,8 | 6,7 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 | 11 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | <10 | <10 | <10 | <10 | 15 | 17 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 100 | <10 | <10 | <10 | <10 | 25 | 54 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,4 | 4,2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,6 | <4 | <4 | <4 | <4 | 14 | 34 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,1 | 6,4 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 55 | <10 | <10 | <10 | <10 | 15 | 41 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 270 | <10 | <10 | <10 | 23 | 30 | 180 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 200 | <10 | <10 | <10 | 14 | 19 | 140 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 110 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 63 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 210 | <10 | <10 | <10 | 13 | 12 | 120 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 16 | 36 | 75 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | <2 | <2 | <2 | 19 | 33 | 75 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,3 | <2 | <2 | <2 | 8,5 | 22 | 43 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,5 | <2 | <2 | <2 | 11 | 19 | 36 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,3 | <2 | <2 | <2 | 11 | 99 | 130 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 4,1 | 34 | 47 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | <2 | <2 | <2 | 10 | 65 | 85 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 38 | 60 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 13 | 21 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,5 | 78 | 96 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 11 | 14 |

Tabell **B1** (fortsettelse)

| Prøvenr<br>Analysevariabel<br>Metode | Enhet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Benzo(ghi)perylen<br>H 2-3 | µg/kg t.v. | 6,8 | <2 | <2 | <2 | 11 | 89 | 110 |
| Sum PAH<br>Beregnet | µg/kg t.v. | <1073,1 | <130 | <130 | <130 | <226,1 | <715,3 | <1486,5 |
| Sum PAH16<br>Beregnet | µg/kg t.v. | <76,8 | <34 | <34 | <34 | <102,1 | <489,3 | <741,3 |
| Sum KPAH<br>Beregnet | µg/kg t.v. | <28,4 | <16 | <16 | <16 | <44,1 | 307,8 | 432,7 |
| Sum NPD<br>Beregnet* | µg/kg t.v. | <991,6 | <98 | <98 | <98 | <118 | <168,8 | <679,9 |
| Oljer, sum<br>Intern* | µg/g t.v. | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

m : Analyseresultat mangler.
* : Metoden er ikke akkreditert.

## *Kommentarer*

1 TOC/F der det er mulig.
m = Kan ikke kjøre TOC/F, gjelder hele serien.
PAH; prøvene er analysert sammen med et sertifisert referans materiale (SRM). Verdiene for NAP & ANT i SRM kom under nedre aksjonsgrense.
PAH; PA høyere deteksjonsgrens p.g.a høyt nivå i blankprøve

**Norsk institutt for vannforskning**

**B2**. Rådata for analyser gjort på prøver innsamlet 16/11-2009 fra Stråholmen og Såstein på ca 1 m dyp.

**Norsk Institutt for Vannforskning**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT

NORSK AKKREDITERING Nr. TEST009

**Deres referanse:**

**Vår referanse:**
Rekv.nr. 2009-2948
O.nr. O 29382

***Dato***

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av prosjektleder og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stråholmen UX1, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 2 | Stråholmen UX1, 1-5cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 3 | Stråholmen UX2, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 4 | Stråholmen UX2, 1-5cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 5 | Stråholmen UX3, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 6 | Stråholmen UX3, 1-5cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 7 | Stråholmen EX1, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.04-2010.02.23 |
| 8 | Stråholmen EX2, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.04-2010.02.23 |
| 9 | Stråholmen EX2, 1-5cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.04-2010.02.23 |
| 10 | Stråholmen EX3, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.04-2010.02.23 |
| 11 | Såstein EX1, 0-1cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |
| 12 | Såstein EX1, 1-5cm dyp | 2009.11.16 | 2009.12.20 | 2010.01.05-2010.02.23 |

Tabell **B2** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 82,1 | 80,0 | 80,3 | 82,2 | 76,5 | 75,3 | 79,8 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | <1 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 1,7 | 2,3 | 1,3 | 2,3 | <1,0 | 1,4 | m |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 3,1 | 4,6 | 20 | <2 | 3,4 | <2 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,1 | 11 | 10 | 30 | <2 | 6,1 | <2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 8,4 | 9,2 | 21 | <2 | 4,5 | <2 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 4,4 | 5,7 | 4,6 | <2 | 2,2 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 5,1 | 7,2 | 11 | <2 | 3,0 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,8 | 7,6 | 9,6 | 13 | <2 | 3,6 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 3,0 | 3,9 | 5,7 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 4,0 | 5,1 | 6,8 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 5,3 | 6,6 | 8,3 | <2 | 2,2 | <2 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,8 | 2,1 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 4,2 | 4,8 | 6,7 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,2 | 4,9 | 5,3 | 6,6 | <2 | 2,3 | <2 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <130,9 | <167,1 | <178 | <239,7 | <128 | <139,3 | <128 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <33,1 | <69 | <78,9 | <138,9 | <32 | <43,3 | <32 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <16,8 | <33,6 | <41,8 | <53,3 | <16 | <19 | <16 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <96 | <97,1 | <98,6 | <114 | <96 | <97,4 | <96 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | 56 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

Tabell **B2** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 78,8 | 80,5 | 77,7 | 71,3 | 70,9 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | <1 | 1 | <1 | 4 | 7 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | m | m | m | 20,0 | 28,5 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,0 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 18 | <10 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 13 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 13 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 13 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 13 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 11 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 11 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 2,9 | 25 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 9,9 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 2,1 | 15 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 19 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 4,1 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 2,3 | 19 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 3,0 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 3,4 | 19 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <128 | <128 | <128 | <144,7 | <266 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <32 | <32 | <32 | <34,6 | <154,9 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <16 | <16 | <16 | <17,2 | <99,9 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <96 | <96 | <96 | <110 | <96 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

m : Analyseresultat mangler.
* : Metoden er ikke akkreditert.

## *Kommentarer*

1 TOC/F der det er mulig.
m = Kan ikke kjøre TOC/F, gjelder hele serien.
PAH: prøvene er analysert sammen med et sertifisert referanse materiale (SRM). Verdiene for NAP&ANT kom under nedre aksjonsgrense.

**Norsk institutt for vannforskning**

**B3**. Rådata for analyser gjort på prøver innsamlet 21/10-2009 fra strender på Stråholmen og Jomfruland.



**Norsk Institutt for Vannforskning**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT

NORSK AKKREDITERING Nr. TEST009

**Deres referanse:**

**Vår referanse:**
Rekv.nr. 2009-2949
O.nr. O 29382

***Dato***

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium avprosjektleder, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stråholmen pr1 UX 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.04-2010.02.23 |
| 2 | Stråholmen pr2 UX 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 3 | Stråholmen pr3 UX 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 4 | Stråholmen EX1 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 5 | Stråholmen EX1 1-5cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 6 | Stråholmen EX2 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 7 | Stråholmen EX2 1-5cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 8 | Stråholmen EX3 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 9 | Stråholmen EX3 1-5cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 10 | Jomfruland ytre1, 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 11 | Jomfruland ytre2 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 12 | Jomfruland ytre3 0-1cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |
| 13 | Jomfruland ytre3 1-5cm strand | 2009.10.21 | 2009.12.17 | 2010.01.06-2010.02.23 |

Vedleggstabell **B3** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 81,2 | 82,0 | 78,7 | 63,0 | 66,4 | 63,0 | 58,2 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 1 | 2 | <1 | 19 | 11 | 10 | 17 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | m | 1,5 | 1,2 | 28,8 | 14,5 | 17,8 | 24,6 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 24 | <10 | 64 | 60 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 3,4 | <2 | 9,4 | 7,3 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 4,5 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 33 | <10 | 86 | 46 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 10 | <10 | 25 | 14 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 220 | 16 | 360 | 220 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 190 | 15 | 250 | 160 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 93 | <10 | 150 | 96 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 200 | 11 | 240 | 160 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 3,0 | <2 | 7,8 | 14 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 22 | <2 | 28 | 25 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 4,5 | <2 | 7,5 | 12 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 10 | <2 | 13 | 18 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 2,5 | 8,9 | 2,0 | 11 | 19 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,8 | 7,0 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 15 | <2 | 17 | 17 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 6,4 | <2 | 8,5 | 13 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,2 | 3,0 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 4,0 | <2 | 5,0 | 9,9 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 2,0 | <2 | <2 | 2,8 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 11 | 2,8 | 13 | 16 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <128 | <128 | <128,5 | <896,2 | <140,8 | <1334,2 | <954,5 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <32 | <32 | <32,5 | <87,2 | <32,8 | <118 | <156,5 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <16 | <16 | <16,5 | <39,8 | <16 | <51,8 | <83,7 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <96 | <96 | <96 | <797,4 | <108 | <1208,4 | <787,3 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | 120 | <50 | 130 | 69 |

m : Analyseresultat mangler.
* : Metoden er ikke akkreditert.

## *Kommentarer*

1 TOC/F der det er mulig.
m = Kan ikke kjøre TOC/F, gjelder hele serien.
PAH: prøvene er analysert sammen med et sertifisert referans materiale (SRM). Verdiene for NAP&ANT i SRM kom under nedre aksjonsgrense.

Vedleggstabell **B3** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 60,2 | 63,3 | 87,5 | 89,3 | 78,3 | 78,6 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 8 | 18 | 1 | 2 | 3 | 7 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 14,7 | 30,8 | 3,9 | 2,9 | 10,1 | 18,6 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 87 | 18 | <10 | <10 | <10 | 10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,9 | 3,0 | <2 | <2 | 2,2 | 2,8 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,0 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 90 | 15 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 29 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 430 | 80 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 330 | 61 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 200 | 31 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 340 | 60 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,1 | 4,3 | <2 | <2 | 5,5 | 10 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 36 | 7,6 | <2 | <2 | 3,8 | 6,0 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | 2,9 | <2 | <2 | 2,4 | 2,6 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 29 | 4,5 | <2 | <2 | 2,8 | 2,0 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 22 | 7,8 | <2 | <2 | 11 | 8,2 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,6 | <2 | <2 | <2 | 3,2 | 2,6 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | 6,7 | <2 | <2 | 8,7 | 6,0 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 13 | 2,7 | <2 | <2 | 4,0 | 3,0 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,0 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,8 | 4,4 | <2 | <2 | 5,3 | 4,6 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,1 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 7,1 | 3,8 | <2 | 15 | 12 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <1727,5 | <364 | <129,8 | <128 | <169,9 | <165,8 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <170,5 | <58,3 | <33,8 | <32 | <67,2 | <65,8 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <95,5 | <28,3 | <16 | <16 | <32,7 | <27 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <1538,9 | <302 | <96 | <96 | <96,2 | <96,8 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | 180 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

**Norsk institutt for vannforskning**

Karin Lang-Ree
Laboratoriesekretær

Vedleggstabell **B4**. Rådata for analyser gjort på prøver innsamlet 22/10-2009 fra strender på Åbystranda, Vinjestranda og Såstein

**Norsk Institutt for Vannforskning**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT

NORSK AKKREDITERING Nr. TEST009

**Deres referanse:**

**Vår referanse:** ***Dato***
Rekv.nr. 2009-2950
O.nr. O 29382

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av prosjektleder, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Åbystranda EX1 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 2 | Åbystranda EX1 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 3 | Åbystranda EX1 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 4 | Åbystranda EX2 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 5 | Åbystranda EX2 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 6 | Åbystranda EX2 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 7 | Åbystranda EX3 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 8 | Åbystranda EX3 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 9 | Åbystranda EX3 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 10 | Vinjestranda UX1 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 11 | Vinjestranda UX1 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 12 | Vinjestranda UX1 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 13 | Vinjestranda UX2 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 14 | Vinjestranda UX2 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 15 | Vinjestranda UX2 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 16 | Vinjestranda UX3 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 17 | Vinjestranda UX3 1-5cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 18 | Vinjestranda UX3 5-10cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.14-2010.02.24 |
| 19 | Såstein EX skje 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |
| 20 | Såstein UX skje 0-1cm strand | 2009.10.22 | 2009.12.17 | 2010.01.05-2010.02.24 |

Vedleggstabell **B4** (fortsettelse)

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 61,7 | 71,7 | 77,4 | 59,9 | 70,6 | 77,4 | 62,1 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 55 | 50 | 33 | 55 | 51 | 36 | 49 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 10,8 | 9,0 | 6,4 | 12,1 | 9,7 | 6,7 | 11,7 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 7,4 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,0 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 25 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 42 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 3,1 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 71 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 5,3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 34 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,1 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 8,0 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <4 | 160 | <4 | <4 | 6,1 | 4,1 | 20 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 45 | <2 | <2 | <2 | 3,3 | 2,8 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 100 | <10 | <10 | <10 | 13 | 15 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | 81 | <10 | 17 | <10 | 25 | 23 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 26 | <10 | 11 | <10 | 11 | 11 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | 120 | 18 | 14 | 20 | 48 | 48 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 13 | 130 | 13 | 12 | 16 | 39 | 38 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,2 | 56 | 5,4 | 5,5 | 6,9 | 31 | 16 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 7,1 | 54 | 4,1 | 7,2 | 7,6 | 33 | 20 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 20 | 65 | 22 | 18 | 18 | 55 | 31 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,2 | 26 | 7,0 | 5,4 | 5,6 | 22 | 13 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | 45 | 11 | 10 | 10 | 32 | 18 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,4 | 63 | 8,4 | 7,7 | 8,9 | 37 | 20 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 12 | 19 | 5,5 | 7,6 | 8,1 | 13 | 8,5 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 36 | 12 | 9,9 | 11 | 29 | 16 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,1 | 8,1 | 2,2 | <2 | 2,1 | 6,2 | 3,3 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 12 | 40 | 12 | 11 | 12 | 28 | 17 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <237 | <129 | <226 | <224 | <234 | <499 | <390 |
| Beregnet | | | | 9,9 | ,6 | ,3 | ,3 | ,6 | ,7 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <117 | 852, | <118 | <106 | <124 | <343 | <253 |
| Beregnet | | | | 9 | ,1 | ,7 | ,2 | ,6 | ,2 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <64 | 315, | <63, | <57, | <62, | <215 | 121, |
| Beregnet | | | | 5 | 1 | 7 | 1 | ,2 | 3 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <104 | <550 | <98 | <106 | <100 | <117 | <133 |
| Beregnet* | | | | ,4 | | | ,1 | ,1 | |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

## *Kommentarer*

1 m = TOC/ skal ikke analyseres, gjelder hele serien.
PAH: prøvene ble analysert sammen med et sertifisert referans materiale (SRM). Verdiene for NAP & ANT i SRM kom under nedre aksjonsgrense.
PAH; PA høyere deteksjonsgrens p.g.a høyt nivå i blankprøve

Vedleggstabell **B4** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 70,9 | 76,5 | 56,3 | 65,2 | 68,7 | 59,9 | 67,4 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 50 | 43 | 84 | 80 | 87 | 87 | 86 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 10,8 | 8,7 | 11,0 | 10,7 | 12,4 | 8,3 | 8,9 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 2,0 | 2,1 | <2 | 2,4 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 18 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,3 | <4 | <4 | 8,3 | 5,7 | <4 | 4,1 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,6 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 12 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | 17 | 16 | 15 | 36 | 15 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 21 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 16 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 25 | 21 | 18 | 27 | 49 | 18 | 24 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 19 | 16 | 14 | 18 | 36 | 16 | 18 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,6 | 7,0 | 6,8 | 8,2 | 23 | 6,8 | 9,5 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | 6,0 | 7,2 | 10 | 17 | 9,2 | 11 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 24 | 22 | 20 | 25 | 46 | 20 | 23 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,9 | 7,6 | 7,0 | 7,2 | 17 | 6,6 | 8,4 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 12 | 11 | 14 | 25 | 10 | 12 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 8,8 | 7,5 | 10 | 26 | 8,3 | 9,8 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,4 | 5,8 | 13 | 16 | 47 | 15 | 18 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 12 | 12 | 14 | 24 | 11 | 12 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,8 | 2,2 | <2 | 2,5 | 4,2 | <2 | 2,1 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 11 | 12 | 14 | 23 | 12 | 13 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <271 | <237 | <243 | <282 | <450 | <293 | <271 |
| Beregnet | | | | ,4 | ,6 | ,2 | ,9 | ,9 | ,9 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <155 | <127 | <120 | <154 | <281 | <123 | <144 |
| Beregnet | | | ,6 | ,6 | ,6 | ,2 | ,9 | ,9 | ,9 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <85, | 67,6 | <64, | <78, | 159, | <65, | <77, |
| Beregnet | | | 3 | | 6 | 9 | 6 | 9 | 8 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <98, | <98 | <105 | <108 | <105 | <151 | <103 |
| Beregnet* | | | 3 | | ,1 | ,3 | ,1 | | ,1 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedleggstabell **B4** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 65,6 | 52,8 | 83,3 | 62,0 | 95,0 | 51,4 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 88 | 86 | 85 | 84 | <1 | 2 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 10,5 | 10,0 | 9,8 | 10,6 | m | m |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,9 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 15 | 18 | <10 | 37 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 15 | <4 | <4 | <4 | <4 | <4 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | 14 | <10 | <10 | 15 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 15 | 44 | 25 | 11 | 97 | 44 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 26 | 17 | <10 | 92 | 60 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 14 | <10 | <10 | 41 | 16 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 23 | 12 | <10 | 89 | 61 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 42 | 11 | 11 | 26 | <2 | <2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 30 | 9,6 | 8,7 | 19 | 8,8 | 6,0 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 4,6 | 3,2 | 9,7 | 2,1 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 5,0 | 3,3 | 7,4 | 2,5 | 2,0 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 31 | 11 | 15 | 32 | 3,3 | 4,6 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | 4,2 | 4,9 | 12 | <2 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | 6,7 | 7,8 | 16 | 6,6 | 14 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 4,9 | 5,3 | 12 | 2,9 | 3,8 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 45 | 5,7 | 6,7 | 22 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 15 | 6,5 | 9,0 | 17 | <2 | 2,8 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,5 | <2 | <2 | 2,7 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 16 | 8,3 | 11 | 19 | 4,2 | 11 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <363 | <261 | <225 | <301 | <457 | <301 |
| Beregnet | | | ,6 | ,5 | ,9 | ,8 | ,4 | ,2 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <205 | <81, | <87, | <170 | <45, | <52, |
| Beregnet | | | ,6 | 1 | 4 | ,8 | 8 | 2 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | 94,4 | <40, | <44, | <94, | <18, | <21, |
| Beregnet | | | | 2 | 7 | 8 | 8 | 2 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <114 | <174 | <130 | <99 | <409 | <239 |
| Beregnet* | | | ,9 | | | | | |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | 58 | <50 | <50 | <50 | <50 |

m : Analyseresultat mangler.
* : Metoden er ikke akkreditert.

**Norsk institutt for vannforskning**

Vedleggstabell **B5**. Rådata for analyser gjort på prøver innsamlet 17/11-2009 fra Åbystranda, vinjestranda, Krogshavn og Fugløyrogn.

**Norsk Institutt for Vannforskning**
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT

NORSK AKKREDITERING Nr. TEST009

**Deres referanse:**

**Vår referanse:** ***Dato***
Rekv.nr. 2009-2951
O.nr. O 29382

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater:

| Prøve nr | Prøve merket | Prøvetakings-dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Åbystr. dyp EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 2 | Åbystr. dyp EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 3 | Åbystr. dyp EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 4 | Åbystr. dyp EX2, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 5 | Åbystr. dyp EX2, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 6 | Åbystr. dyp EX2, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 7 | Åbystr. dyp EX3, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 8 | Åbystr. dyp EX3, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 9 | Åbystr. dyp EX3, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 10 | Vinjestr. dyp UX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 11 | Vinjestr. dyp UX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 12 | Vinjestr. dyp UX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 13 | Vinjestr. dyp UX2, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 14 | Vinjestr. dyp UX2, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 15 | Vinjestr. dyp UX2, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 16 | Vinjestr. dyp UX3, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 17 | Vinjestr. dyp UX3, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 18 | Vinjestr. dyp UX3, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 19 | Kroksh.A strand EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 20 | Kroksh.A strand EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 21 | Kroksh.A strand EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.19-2010.03.22 |
| 22 | Kroksh.A strand EX2, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |
| 23 | Kroksh.A strand EX2, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |
| 24 | Kroksh.A strand EX2, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |
| 25 | Kroksh.A strand EX3, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |
| 26 | Kroksh.A strand EX3, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **27** | Kroksh.A strand EX3, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.22 |
| **28** | Kroksh.A dyp EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **29** | Kroksh.A dyp EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **30** | Kroksh.A dyp EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **31** | Kroksh.A dyp EX2, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **32** | Kroksh.A dyp EX2, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **33** | Kroksh.A dyp EX2, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **34** | Kroksh.A dyp EX3, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **35** | Kroksh.A dyp EX3, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **36** | Kroksh.A dyp EX3, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **37** | Kroksh.B strand EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **38** | Kroksh.B strand EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **39** | Kroksh.B strand EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **40** | Kroksh. B dyp EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **41** | Kroksh. B dyp EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **42** | Kroksh. B dyp EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **43** | FugløyrongA str. EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **44** | FugløyrongA str.EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **45** | FugløyrongA str. EX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **46** | FugløyrongA dyp EX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **47** | FugløyrongA dyp EX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **48** | FugløyrongB str. UX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **49** | FugløyrongB str. UX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **50** | FugløyrongB str. UX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **51** | FugløyrongB dyp UX1, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **52** | FugløyrongB dyp UX1, 1-5cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **53** | FugløyrongB dyp UX1, 5-10cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |
| **54** | Fugløyrong helstr.EX, 0-1cm | 2009.11.17 | 2009.12.17 | 2010.01.20-2010.03.17 |

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 59,5 | 69,0 | 64,4 | 50,1 | 65,1 | 48,8 | 55,1 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 40 | 33 | 34 | 52 | 43 | 40 | 57 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 15,5 | 12,0 | 19,1 | 20,6 | 16,8 | 42,9 | 20,3 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | i | i | i | i | i |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 2,0 | <2 | 2,6 | 2,1 | 2,4 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | 11 | 33 | 26 | 26 | 16 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,8 | 2,3 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2,0 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,2 | <2 | 9,6 | 4,1 | 23 | 9,4 | 2,7 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,8 | <2 | 6,1 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | 18 | 25 | 22 | 14 | 16 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 15 | <10 | 21 | 14 | 15 | 24 | 18 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | <10 | 21 | 17 | 11 | 21 | 14 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 | 23 | 11 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 21 | 11 | 49 | 16 | 38 | 26 | 15 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 18 | 8,1 | 40 | 14 | 31 | 20 | 14 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 27 | 3,7 | 33 | 9,5 | 24 | 8,6 | 13 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 36 | 3,3 | 34 | 9,3 | 28 | 6,6 | 13 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 93 | 14 | 62 | 34 | 63 | 48 | 43 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 35 | 4,3 | 23 | 9,4 | 22 | 11 | 14 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 60 | 8,0 | 36 | 19 | 34 | 26 | 23 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 67 | 4,6 | 37 | 14 | 32 | 11 | 21 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 36 | 11 | 52 | 26 | 36 | 70 | 24 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 59 | 8,3 | 34 | 19 | 34 | 22 | 23 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | <2 | 7,2 | 3,7 | 6,4 | 4,1 | 5,4 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 50 | 8,4 | 30 | 17 | 31 | 20 | 21 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <629 | <190 | <573 | <336 | <532 | <433 | <349 |
| Beregnet | | | | ,7 | ,9 | ,6 | ,4 | ,6 | ,5 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <432 | <79, | <372 | <160 | <346 | <197 | <195 |
| Beregnet | | | | 7 | ,9 | ,6 | ,4 | ,6 | ,5 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <330 | <42, | <232 | <100 | <211 | <113 | <134 |
| Beregnet | | | | 2 | ,2 | ,9 | ,4 | ,3 | ,4 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <107 | <96 | <124 | <137 | <141 | <151 | <111 |
| Beregnet* | | | ,2 | | ,6 | ,1 | | ,4 | ,7 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | 110 | <50 |

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.
* : Metoden er ikke akkreditert.

## *Kommentarer*

1 TOC/F på de prøvene det er mulig.
PAH; prøvene 1-54 er analysert sammen med et sertifiserte referans materialer(SRM). Verdiene for NAP kom under nedre aksjonsgrense.
Verdiene for DBA3A kom over øvreaksjonsgrense for prøvene 28-54.
Verdiene for FLU kom under nedre aksjonsgrense og verdiene for ANT kom over øvre aksjonsgrense for prøvene 3-23.
Prøvene 3-23 har interferens på NAPC2
Verdiene for ANT kom under nedre aksjonsgrense for prøvene 1-2 og 23-27.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 48,8 | 47,9 | 37,9 | 37,6 | 41,1 | 27,7 | 33,6 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 59 | 57 | 67 | 68 | 81 | 57 | 76 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 39,6 | 39,8 | 31,9 | 39,0 | 35,0 | 46,6 | 40,1 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 2,5 | 6,9 | 8,0 | 6,4 | 7,9 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | 11 | <10 | 11 | 10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | i | i | i | i | i | i | i |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 4,3 | 6,2 | 3,6 | 4,8 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 38 | 42 | 54 | 84 | 82 | 96 | 82 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 3,5 | 6,2 | 3,5 | 5,5 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 2,7 | 3,9 | 3,6 | 3,3 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,3 | 3,6 | 10 | 17 | 29 | 17 | 19 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,2 | 3,3 | 4,8 | 7,3 | 12 | 7,2 | 9,1 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 23 | 20 | 58 | 80 | 53 | 170 | 91 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 22 | 20 | 25 | 30 | 41 | 53 | 41 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 24 | 20 | 31 | 37 | 35 | 88 | 41 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | 16 | 20 | 15 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 18 | 33 | <10 | <10 | 16 | 17 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | 24 | 34 | 59 | 110 | 49 | 65 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 20 | 19 | 25 | 40 | 78 | 37 | 46 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 15 | 10 | <2 | 31 | 61 | 29 | 36 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 11 | <2 | 27 | 44 | 28 | 31 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 65 | 52 | 78 | 120 | 240 | 93 | 140 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 20 | 13 | 90 | 42 | 78 | 33 | 49 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 34 | 30 | 40 | 66 | 130 | 49 | 75 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 23 | 14 | 39 | 50 | 90 | 45 | 56 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 49 | 110 | 27 | 21 | 32 | 17 | 21 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 29 | 26 | 57 | 91 | 160 | 69 | 110 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,2 | 5,5 | <2 | 17 | 30 | 10 | 16 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | 24 | 51 | 80 | 140 | 67 | 100 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <502 | <521 | <681 | <959 | <152 | <103 | <109 |
| Beregnet | | | ,4 | ,2 | | ,7 | 3,3 | 4,3 | 6,6 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <262 | <214 | <404 | <598 | <109 | <499 | <697 |
| Beregnet | | | ,4 | ,2 | | | 4,4 | ,7 | ,3 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <174 | <133 | <272 | 384, | 711 | 313, | 445, |
| Beregnet | | | ,2 | ,5 | ,5 | 9 | | 4 | 9 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <163 | <172 | <222 | <298 | <303 | <492 | <330 |
| Beregnet* | | | ,3 | ,6 | ,5 | ,6 | ,9 | | ,2 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | 220 | <50 | <50 | 74 | <50 | <50 |

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.
* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 38,4 | 36,1 | 36,4 | 44,2 | 76,7 | 78,7 | 79,3 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 85 | 84 | 81 | 89 | 3 | 1 | 2 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 31,9 | 29,7 | 34,0 | 29,7 | <1,0 | 1,0 | <1,0 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,4 | 13 | 7,9 | 7,9 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 10 | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | i | i | i | i | i | i | i |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,9 | 5,6 | 4,7 | 7,3 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 68 | 130 | 85 | 59 | 120 | 10 | 45 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,5 | <2 | <2 | 2,6 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,6 | 4,9 | 4,2 | 8,3 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,6 | 3,7 | 3,3 | 5,5 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 33 | 22 | 18 | 40 | 4,3 | 3,3 | 5,2 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 12 | 10 | 8,6 | 16 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 50 | 160 | 150 | 47 | 49 | <10 | 15 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 48 | 55 | 42 | 54 | 100 | 12 | 21 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 30 | 60 | 59 | 25 | 64 | 12 | 25 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 17 | 16 | 12 | 14 | 37 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 19 | 17 | <10 | 14 | 56 | 12 | 19 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 120 | 61 | 55 | 130 | <2 | 4,4 | 2,2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 89 | 45 | 41 | 93 | 8,4 | 6,2 | 6,8 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 68 | 35 | 33 | 76 | 2,6 | 3,7 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 62 | 33 | 34 | 58 | 3,5 | 3,9 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 270 | 110 | 110 | 270 | 2,1 | 6,6 | 3,1 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 91 | 36 | 38 | 92 | <2 | 2,7 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 140 | 54 | 54 | 140 | 4,1 | 5,2 | 3,9 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 100 | 49 | 45 | 110 | 3,0 | 5,7 | 2,4 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 28 | 35 | 22 | 34 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 190 | 76 | 82 | 200 | <2 | 4,0 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 30 | 12 | 13 | 39 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 170 | 75 | 80 | 190 | 3,5 | 5,1 | 3,1 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <168 | <114 | <103 | <175 | <499 | <152 | <205 |
| Beregnet | | | 4 | 0,2 | 3,7 | 2,6 | ,5 | ,8 | ,7 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | 1259 | <589 | <576 | 1340 | <45, | <57, | <42, |
| Beregnet | | | ,4 | ,5 | ,4 | ,1 | 4 | 6 | 8 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | 819, | 364 | 362, | 852, | <19, | <30, | <17, |
| Beregnet | | | 4 | | 9 | 9 | 2 | 6 | 5 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <298 | <496 | <407 | <286 | <454 | <93, | <164 |
| Beregnet* | | | | ,7 | ,2 | ,4 | ,3 | 3 | ,2 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | 60 | 58 | <50 | 96 | <50 | <50 | <50 |

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.
* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 77,4 | 80,4 | 77,6 | 80,4 | 81,0 | 79,7 | 75,5 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 1,3 | <1,0 | 2,2 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 6,8 | <2 | <2 | 25 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | 53 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | i | i | 230 | <10 | <10 | 26 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 42 | 28 | 720 | 12 | <10 | 200 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 8,3 | <2 | <2 | 4,2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 9,1 | <2 | <2 | 3,0 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 11 | <2 | <2 | 3,3 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 7,7 | <2 | 68 | <2 | <2 | 34 | <2 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 13 | <2 | <2 | 7,1 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | 14 | 180 | 12 | <10 | 100 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | 56 | <10 | <10 | 28 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 120 | 75 | 750 | 140 | 16 | 390 | 20 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 91 | 69 | 630 | 120 | 30 | 310 | 29 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 47 | 29 | 300 | 54 | <10 | 140 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 70 | 69 | 670 | 130 | 32 | 300 | 22 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,4 | <2 | 45 | <2 | <2 | 68 | <2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 19 | 11 | 140 | 19 | 7,9 | 96 | 2,4 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,6 | 2,8 | 35 | 3,3 | <2 | 40 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,5 | 3,8 | 39 | 3,8 | <2 | 43 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 7,3 | 3,1 | 31 | 3,4 | 3,0 | 52 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,4 | <2 | 9,4 | <2 | <2 | 20 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,8 | 5,1 | 42 | 5,9 | 4,2 | 39 | <2 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,1 | 3,7 | 41 | 4,5 | 2,8 | 44 | <2 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,0 | <2 | 12 | <2 | <2 | 11 | 5,6 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,2 | <2 | 14 | <2 | <2 | 25 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | 6,1 | <2 | <2 | 6,9 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 8,0 | 4,2 | 26 | 4,4 | 3,0 | 30 | <2 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <520 | <361 | <414 | <566 | <186 | <205 | <173 |
| Beregnet | | | | ,7 | 7,7 | ,3 | ,9 | 7,5 | |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <90, | <48, | <493 | <58, | <40, | <500 | <32, |
| Beregnet | | | 2 | 6 | ,7 | 4 | 7 | ,2 | 4 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <41, | <21, | 182, | <23 | <17, | 255, | <16 |
| Beregnet | | | 1 | 4 | 3 | | 8 | 9 | |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <427 | <310 | 3674 | <504 | <144 | <156 | <137 |
| Beregnet* | | | ,7 | | ,8 | | | 6,3 | |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | 70 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.
* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 80,1 | 80,4 | 80,3 | 80,5 | 76,4 | 75,1 | 79,8 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 7 | 3 | 8 | 9 | 17 | 10 | 18 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 2,6 | <1,0 | 1,7 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 4,1 | 8,7 | <2 | 22 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 11 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 | <10 | 14 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 16 | <10 | 12 | 23 | <10 | 34 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 5,7 | 10 | <2 | 17 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | 12 | <2 | 17 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 3,0 | 14 | <2 | 9,0 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,6 | <2 | <2 | 51 | 180 | <2 | 150 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 10 | 30 | <2 | 34 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 40 | <10 | 22 | 50 | <10 | 59 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 11 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 33 | <10 | 22 | 43 | <10 | 64 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 29 | 110 | <10 | <10 | 17 | <10 | 32 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 71 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 24 | 110 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 7,3 | 3,6 | <2 | 68 | 200 | <2 | 160 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 9,2 | 14 | 2,6 | 60 | 190 | <2 | 150 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,4 | 3,4 | <2 | 29 | 80 | <2 | 73 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,1 | 5,0 | <2 | 27 | 75 | <2 | 62 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,8 | 3,3 | 3,5 | 36 | 120 | <2 | 86 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 15 | 51 | <2 | 36 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 5,6 | 3,9 | 2,9 | 22 | 71 | <2 | 52 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,6 | 2,9 | 2,8 | 29 | 94 | <2 | 73 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 7,4 | 23 | <2 | 18 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 3,5 | <2 | <2 | 19 | 73 | <2 | 46 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | 3,6 | <2 | <2 | 8,6 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,4 | 2,5 | <2 | 19 | 71 | <2 | 46 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <192 | <471 | <131 | <528 | <148 | <128 | <130 |
| Beregnet | | | ,5 | ,6 | ,8 | ,8 | 9,7 | | 5,6 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <58, | <52, | <34, | <380 | <119 | <32 | <982 |
| Beregnet | | | 9 | 7 | 9 | ,4 | 8,7 | | ,6 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <25, | <22, | <18, | 162, | <503 | <16 | 406, |
| Beregnet | | | 4 | 6 | 3 | 7 | ,7 | | 6 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <132 | <417 | <96 | <174 | <385 | <96 | <425 |
| Beregnet* | | | ,6 | | | ,1 | ,7 | | |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 75,9 | 80,7 | 73,5 | 79,7 | 70,6 | 77,1 | 79,3 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | 45 | 1 | 1 | <1 | 6 | 4 | 3 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | 3,8 | 6,5 | 18,7 | 7,5 | 7,5 | 5,1 | 2,7 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 3,8 | 21 | 3,2 | 7,2 | 9,7 | 2,4 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 11 | 55 | 16 | 11 | 13 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 30 | 160 | 78 | 30 | 27 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 3,2 | 26 | 3,6 | 7,5 | 5,7 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 13 | 220 | 1000 | 1200 | 260 | 63 | 12 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 2,9 | 11 | 2,8 | 4,4 | 4,0 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 9,4 | 45 | 9,2 | 20 | 17 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 10 | 57 | 11 | 22 | 18 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 14 | 150 | 750 | 120 | 330 | 300 | 41 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | 15 | 39 | 25 | 34 | 22 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 180 | 810 | 570 | 290 | 140 | 19 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 48 | 200 | 180 | 54 | 15 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 35 | 730 | 3200 | 2700 | 800 | 140 | 19 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 54 | 1100 | 2700 | 2000 | 480 | 55 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | 290 | 1200 | 1000 | 270 | 21 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 13 | 1000 | 2500 | 1900 | 470 | 30 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 26 | 210 | 750 | 200 | 480 | 370 | 58 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 38 | 400 | 970 | 440 | 430 | 310 | 48 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 35 | 110 | 200 | 130 | 200 | 120 | 17 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 34 | 120 | 290 | 140 | 200 | 130 | 22 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 66 | 140 | 310 | 130 | 260 | 190 | 34 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 28 | 54 | 130 | 49 | 110 | 70 | 13 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 40 | 130 | 230 | 120 | 160 | 110 | 20 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 48 | 130 | 240 | 130 | 190 | 130 | 20 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 11 | 31 | 69 | 30 | 36 | 23 | 3,0 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 35 | 63 | 220 | 62 | 130 | 95 | 17 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | 6,1 | 21 | 66 | 21 | 32 | 18 | 3,2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | 37 | 93 | 250 | 91 | 130 | 90 | 17 |
| Sum PAH | µg/kg t.v. | | <595 | 5305 | 1649 | 1136 | 5448 | 2536 | <435 |
| Beregnet | | | ,1 | ,3 | 9 | 1,8 | ,1 | ,4 | ,6 |
| Sum PAH16 | µg/kg t.v. | | <377 | 1525 | 4318 | 1556 | 2565 | 1881 | <300 |
| Beregnet | | | ,1 | ,3 | | ,8 | ,1 | ,4 | ,6 |
| Sum KPAH | µg/kg t.v. | | <254 | 641, | 1477 | 665, | 1129 | 762, | 128, |
| Beregnet | | | ,1 | 8 | | 2 | ,2 | 7 | 6 |
| Sum NPD | µg/kg t.v. | | <183 | 3772 | 1265 | 9778 | 3024 | 831, | <155 |
| Beregnet* | | | | ,8 | 3 | ,2 | ,2 | 7 | ,4 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | 220 | 560 | 420 | 110 | <50 | <50 |

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 82,2 | 83,3 | 89,9 | 84,7 | 88,2 | 80,8 | 81,5 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <128 | <128 | <128 | <128 | <128 | <128 | <128 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <32 | <32 | <32 | <32 | <32 | <32 | <32 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <16 | <16 | <16 | <16 | <16 | <16 | <16 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <96 | <96 | <96 | <96 | <96 | <96 | <96 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

Vedeleggstabell **B5** (fortsettelse).

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tørrstoff | % | B 3 | 82,3 | 74,1 | 82,7 | 81,6 | 78,9 |
| Kornfordeling <63µm | % t.v. | Intern* | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 |
| Karbon, org. total | µg C/mg TS | G 6 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Naftalen i sediment | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C3 Naftalen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaften | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fluoren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| C1 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C1 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Fenantren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C2 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| C3 Dibenzotiofen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benz(a)antracen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Chrysen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(b+j)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | 4,6 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(k)fluoranten | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(e)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | 2,9 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(a)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Dibenz(ac+ah)antrac. | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Benzo(ghi)perylen | µg/kg t.v. | H 2-3 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Sum PAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <131,5 | <128 | <128 | <128 | <128 |
| Sum PAH16 Beregnet | µg/kg t.v. | | <34,6 | <32 | <32 | <32 | <32 |
| Sum KPAH Beregnet | µg/kg t.v. | | <18,6 | <16 | <16 | <16 | <16 |
| Sum NPD Beregnet* | µg/kg t.v. | | <96 | <96 | <96 | <96 | <96 |
| Oljer, sum | µg/g t.v. | Intern* | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 |

* : Metoden er ikke akkreditert.

**Norsk institutt for vannforskning**

# Vedlegg C. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av PAH i sedimenter.

Vedleggstabell C1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av pAH i sediment (Kilde: SFT, 2007). Konsentrasjonene i tabellen er oppgitt på tørrvekstsbasis.

| I | II | III | | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bakgrunn** | **God** | **Moderat** | | **Dårlig** | **Svært dårlig** |
| Naftalen (µg/kg) | <2 | 2- 290 | 290 - 1000 | 1000 - 2000 | >2000 |
| Acenaftylen (µg/kg) | <1.6 | 1.6 - 33 | 33 - 85 | 85 - 850 | >850 |
| Acenaften (µg/kg) | <4.8 | 2.4 - 160 | 160 - 360 | 360 - 3600 | >3600 |
| Fluoren (µg/kg) | <6.8 | 6.8 - 260 | 260 - 510 | 510 - 5100 | >5100 |
| Fenantren (µg/kg) | <6.8 | 6.8 - 500 | 500 - 1200 | 1200 - 2300 | >2300 |
| Antracen (µg/kg) | <1.2 | 1.2 - 31 | 31 - 100 | 100 - 1000 | >1000 |
| Fluoranthen (µg/kg) | <8 | 8 - 170 | 170 - 1300 | 1300 - 2600 | >2600 |
| Pyren (µg/kg) | <5.2 | 5.2 - 280 | 280 - 2800 | 2800 - 5600 | >5600 |
| Benzo[a]antracen (µg/kg) | <3.6 | 3.6 - 60 | 60 - 90 | 90 - 900 | >900 |
| Chrysen (µg/kg) | <4.4 | 4.4 - 280 | 280 - 280 | 280 - 560 | >560 |
| Benzo[b]fluoranten (µg/kg) | <46 | 46 - 240 | 240 - 490 | 490 - 4900 | >4900 |
| Benzo[k]fluoranten (µg/kg) | <210 | 210 - 480 | | 480 - 4800 | >4800 |
| Benzo(a)pyren (µg/kg) | <6 | 6 - 420 | 420 - 830 | 830 - 4200 | >4200 |
| Indeno[123cd]pyren (µg/kg) | <20 | 20 - 47 | 47 - 70 | 70 - 700 | >700 |
| Dibenzo[ah]antracen (µg/kg) | <12 | 12 - 590 | 590 - 1200 | 1200 - 12000 | >12000 |
| Benzo[ghi]perylen (µg/kg) | <18 | 18 - 21 | 21 - 31 | 31 - 310 | >310 |
| PAH16 [7] (µg/kg) | <300 | 300 - 2000 | 2000 - 6000 | 6000 - 20000 | > 20000 |

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.

Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# Oppfølgingsundersøkelse av oljeforurensning i marint miljø ved lasteskipet ”Full City”

Rapport utarbeidet på oppdrag for Kystverket

KYSTVERKET

26.02.2010

foto: Henning Steen

Havforskningsinstituttet

# PROSJEKTRAPPORT

| | |
|---|---|
| **Distribusjon:** Åpen | |
| **HI-prosjektnr.:** 13044 | |
| **Oppdragsgiver(e):** Kystverket | |
| **Oppdragsgivers referanse:** Kontrakt Kystverket | |
| **Dato:** 26.02.2010 | |
| **Program:** Olje-Fisk | |
| **Forskningsgruppe:** 429 Marin Miljøkvalitet | |
| **Antall sider totalt: 24** | |


HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

| **Tromsø** | **Flødevigen** | **Austevoll** | **Matre** |
|---|---|---|---|
| 9294 TROMSØ | 4817 HIS | 5392 STOREBØ | 5984 MATREDAL |
| Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 37 05 90 00 | Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 55 23 85 00 |
| Fax 77 60 97 01 | Fax 37 05 90 01 | Fax 56 18 22 22 | Fax 56 36 75 85 |


| | |
|---|---|
| **Rapport:** Oppfølgingsundersøkelser av marint miljø ved lasteskipet ”Full City” | **Nr. - År** 2010 |
| **Tittel (norsk/engelsk):** Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet ”Full City” | |
| **Forfatter(e):** S. Boitsov, J. Klungsøyr | |


**Sammendrag (norsk):**

Havforskningsinstituttet har gjennomført nye målinger av oljeforurensning og PAH i fisk og skalldyr fra området rundt det havarerte lasteskipet ”Full City” 4 måneder etter forliset. Det er funnet betydelig nedgang i nivåer av oljekomponenter i torskelever og blåskjell sammenlignet med august 2009. Nivåene i alle reke- og fiskeprøver er lave. Det er fremdeles noe forhøyete nivåer av PAH i blåskjell i området, som antakeligvis skyldes både oljen fra det havarerte skipet og bidrag fra andre kilder i området.

**Summary (English):**
Institute of Marine Research has carried out new measurements of oil contamination and PAH in fish and shellfish 4 months after the oil spill from the cargo vessel “Full City”. The levels of oil contaminants in mussels and codfish liver are significantly reduced as compared to August 2009. The levels in all fish and shrimp samples are low. There are still elevated levels of some PAH in mussels in the area, which may be due both due to the oil spill from the ship and contributions from other sources in the area.



| **Emneord (norsk):** | **Subject heading (English):** |
|---|---|
| **1.** Miljøgifter | **1.** Contaminants |
| **2.** “Full City” | **2.** “Full City” |
| **3.** Fisk/blåskjell/reker | **3.** Fish/mussels/shrimps |

# 1. Beskrivelse av utført arbeid

Lasteskipet "Full City" grunnstøtte ved Såstein øy utenfor Langesund den 31.juli 2009. Det var 1120 tonn tungolje om bord, og Kystverket opplyser at ca. 200 tonn har lekket ut. Dette førte til forurensing av det lokale miljø, strandsonen er blitt mest negativt påvirket. Havforskningsinstituttet (HI) utførte etter oppdrag fra Kystverket en undersøkelse av oljeforurensning i vannprøver, fisk og skalldyr i området like etter havariet. Resultatene av denne undersøkelsen ble rapportert i oktober 2009. Det ble funnet litt økte nivåer av oljerelaterte komponenter, to- til seks-rings aromatiske hydrokarboner (PAH/NPD), i fiskelever og krabbe tatt i nærheten av havaristen, men ikke på avstand. Markert til sterk forurensing av PAH ble funnet i blåskjell tatt i Langesundsbukta. Oljeforurensingen av sjøvannet i området var ubetydelig. I november-desember 2009 gjennomførte HI en ny prøvetaking av fisk og skalldyr i området for å bestemme om nivåene av miljøgifter har blitt redusert siden august. Resultatene av dette oppfølgingsarbeidet presenteres i denne rapporten.

Prøvetakingen ble påbegynt 27.november og fullført 10.desember 2009. Det ble tatt flere prøvetakingsstasjoner denne gangen enn i august 2009. Blåskjellprøver ble innsamlet fra 5 lokaliteter i området som var svært tilgriset av olje fra havaristen siden 31.juli, og fra 5 referansestasjoner, fra overflaten (20-50 cm dyp ved høy vannstand). Blåskjellene var ca. 60 mm i skallbredden. Blåskjellene ble tatt med rive og plassert i saltvann overnatt, før innmaten var tatt ut neste dag. Fiskeprøver (torsk og ørret) ble tatt (til dels med hjelp av lokale fiskere) med ruse i området rundt skipet og med garn og ruse i referanseområdet. Det viste seg ikke mulig å få leppefisk som man fikk mest av i august 2009, arten hadde trukket ut av området av naturlige årsaker (lave temperaturer). Detaljert informasjon om fiskeprøvene er gitt i Vedlegg 2. Det ble tatt prøver av reker, med hjelp av en lokal reketråler, i området i nærheten av skipet og i referanseområdet. Rekene var ca. 20 mm i hodelengde. Det ble ikke tatt prøver av vann eller krabbe siden forurensing i disse prøvene i august 2009 viste seg ubetydelig. Detaljert beskrivelse av prøver og koordinater er gitt i Tabell 1. Prøvetakingsstasjonene er også vist på kart i Figur 1.

Prøvene ble sendt til HI for analyser og mottatt på kjemilaboratoriet 22.desember 2009. HI analyserte blåskjell innmat, reker innmat, torskelever og ørret muskel på innhold av naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer (NPD) og for utvalgte polyaromatiske hydrokarboner (PAH). Analysene ble påbegynt 11.januar 2010. Foreløpige resultater var klare til slutten av januar og ble presentert på det årlige møtet om "Full City" i Arendal 2.februar 2010. Analyseresultatene på innholdet av NPD og PAH i sjømatprøvene ble også overlevert til Mattilsynet og Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) for vurdering av mattrygghet. Vurderingen til NIFES er gitt i Vedlegg 3.

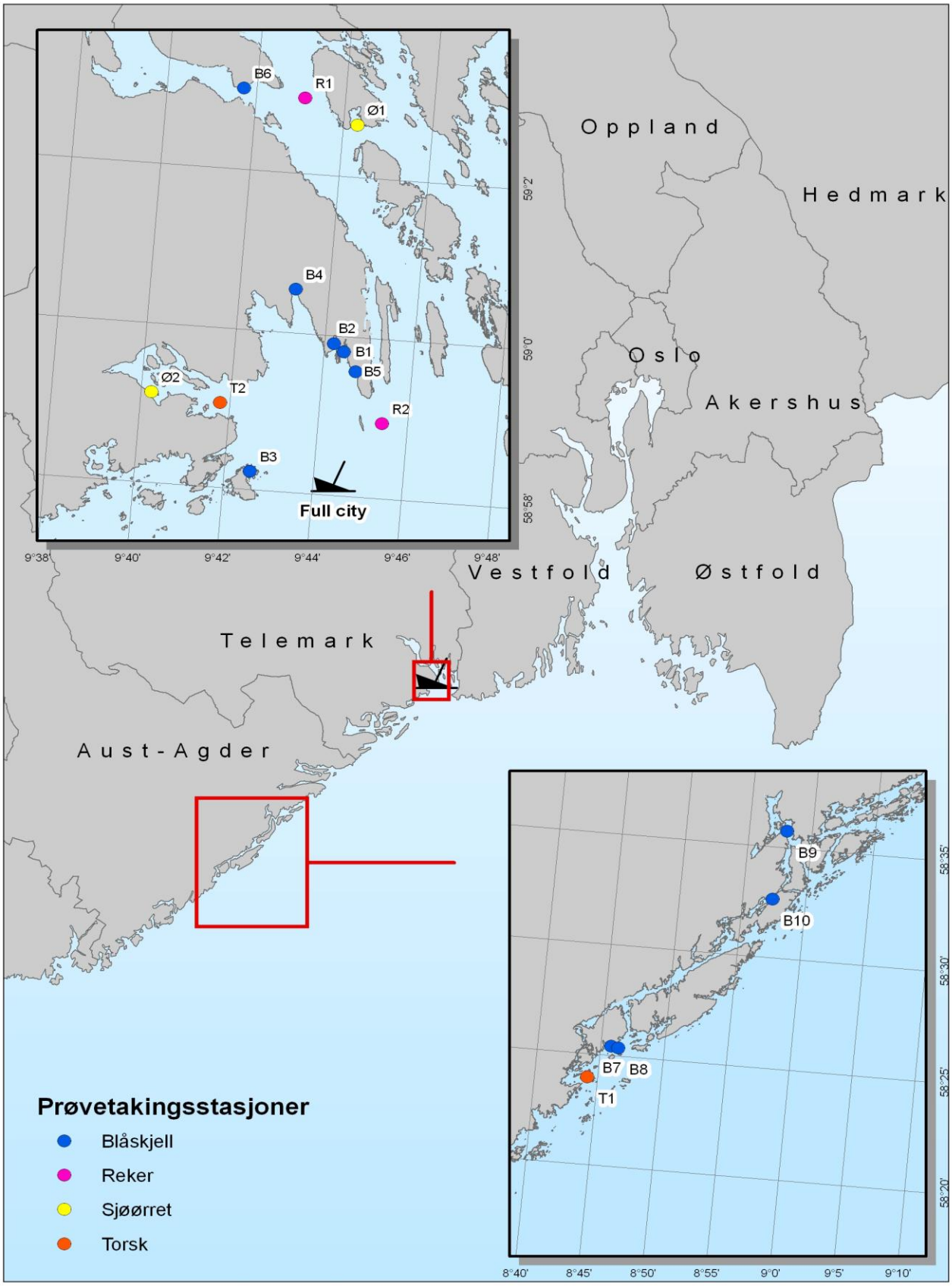
**<u>Medarbeidere:</u>**

*Prøvetaking*: Henning Steen, Kate Enersen, Anders Jelmert, Jan Atle Knutsen.

*Prøveopparbeiding og analyser*: Therese Smith-Jansen, Grethe Tveit, Kjell Westrheim.

*Kart:* Kjell Bakkeplass, Elin Hjelset, Henning Steen.

*Koordinering av arbeidet og rapportering*: Stepan Boitsov, Jarle Klungsøyr.




Figur 1. Prøvetaking ved "Full City" i november-desember 2009.

Tabell 1. Posisjoner og prøvebeskrivelse ved prøvetaking ved "Full City" i november-desember 2009.

| Stasjon | Posisjon | | Dato for prøve-taking | Prøver | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nord | Øst | | Type prøve | Antall | Organer til analyse |
| St. T1 Arendal* | 58°23,58' | 8°44,10' | 10.12.09 | Torsk | 16 | Lever |
| St. T2 Såstein / Åbyfj. | 58°59,06' | 9°41,79' | 29.11-05.12.09 | Torsk | 12 | Lever |
| St. R1 Langesundsfj.* | 59°02,95' | 9°43,10' | 27.11.09 | Reker | 50** | Hale innmat |
| St. R2 Langesundsbukta | 58°58,95' | 9°45,43' | 30.11.09 | Reker | 50** | Hale innmat |
| St. Ø1 Langesundsfj.* | 59°02,66' | 9°44,31' | 27.11.09 | Sjøørret | 12** | Muskel |
| St. Ø2 Åbyfj. | 58°59,13' | 9°40,24' | 29.11.09 | Sjøørret | 12** | Muskel |
| St. B1 Langesund Bad | 58°59,81' | 9°44,45' | 28.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B2 Krogshavn | 58°59,90' | 9°44,21' | 28.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B3 Såstein | 58°58,23' | 9°42,59' | 28.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B4 Sandvika | 59°00,55' | 9°43,26' | 29.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B5 Steinvika | 58°59,57' | 9°44,75' | 29.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B6 Brevikstrømmen | 59°03,02' | 9°41,72' | 28.11.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B7 Stølsviga | 58°25,45' | 8°45,82' | 08.12.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B8 Havsøysundet | 58°25,39' | 8°46,40' | 08.12.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B9 Nuen | 58°35,78' | 8°58,03' | 09.12.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |
| St. B10 Svartnesbu | 58°32,67' | 8°57,40' | 09.12.09 | Blåskjell | 50** | Innmat |

* -Referansestasjon.
** -Analysert som 1 samleprøve

## 2. Analytiske metoder

Opparbeiding avprøvene for analyse av NPD og PAH består av ekstraksjon ved forsåpning, væske-væske ekstraksjon med heksan og rensing av prøven på silicakolonne. Prøvene analyseres med gasskromatografi koblet til massespektrometer med elektron-ionisering (GC-MS EI), i SIR ("selected-ion registering") modus. Det analyseres på NPD- og PAH-forbindelsene listet i vedlegg 1 (inkludert EPA16). Kvantifiseringsgrensene er 0,2 µg/kg våtvekt for PAH enkeltkomponenter i fiskemuskel, blåskjell og reker, og 2 µg/kg våtvekt for enkeltkomponenter av PAH i fiskelever.

## 3. Analyserte forbindelser og kriterier for vurdering av resultater

En god indikator for oljeforurensing i marint miljø er økninger i nivåene av PAH. PAH er en stor gruppe forbindelser med varierende egenskaper. De letteste PAH, som naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer (NPD), er delvis løselige i vann og fordamper relativt hurtig til atmosfæren. Det er den type PAH som det finnes mest av i olje, og NPD brukes derfor som en indikator for oljeforurensning. Tyngre PAH er mer persistente i havmiljø. De finnes også i olje, men kun i mindre mengder, og har ofte forbrenningsprosesser (industri, biler, vedovner osv.) som hovedkilde. Det er først og fremst tyngre PAH som inngår i EPA16-listen, som er en internasjonal indikator for PAH-forurensning. Alle PAH kan bioakkumuleres i fisk og skalldyr, og de fleste PAH er giftige. Noen av stoffene er kreftfremkallende, som for eksempel benzo[a]pyren (se Vedlegg 2).

SFT har utarbeidet klassifisering av forurensingsnivåer i marint miljø for EPA16-PAH i blåskjell (både sum EPA16 og enkelte forbindelser). Klassifiseringen deler nivåene i 5 klasser, som også er angitt med hver sin farge. Denne klassifiseringen er vist i Tabell 2 og er brukt til vurdering av forurensningen i blåskjell. Siden det ikke er etablert lignende klassifisering for andre typer prøver som ble undersøkt (forskjellige fiskeorganer og reker), brukes det andre kriterier for å evaluere disse. Vurderingen for disse prøver er da basert på sammenligning med resultater fra referanseområdet og fra den tidligere undersøkelsen.

Tabell 2. Tilstandsklasser på forurensing i blåskjell (SFT, 1997). Fargen indikerer tilstandsklasse.

| **Blåskjell** | **Ubetydelig – lite forurenset** | **Moderat** | **Markert** | **Sterkt** | **Meget sterkt** |
|---|---|---|---|---|---|
| PAH EPA16 (µg/kg v.v.) | <50 | 50 - 200 | 200 - 2000 | 2000 - 5000 | > 5000 |
| Benzo[a]pyren (µg/kg v.v.) | <1 | 1-3 | 3-10 | 10-30 | >30 |

# 4. Resultater

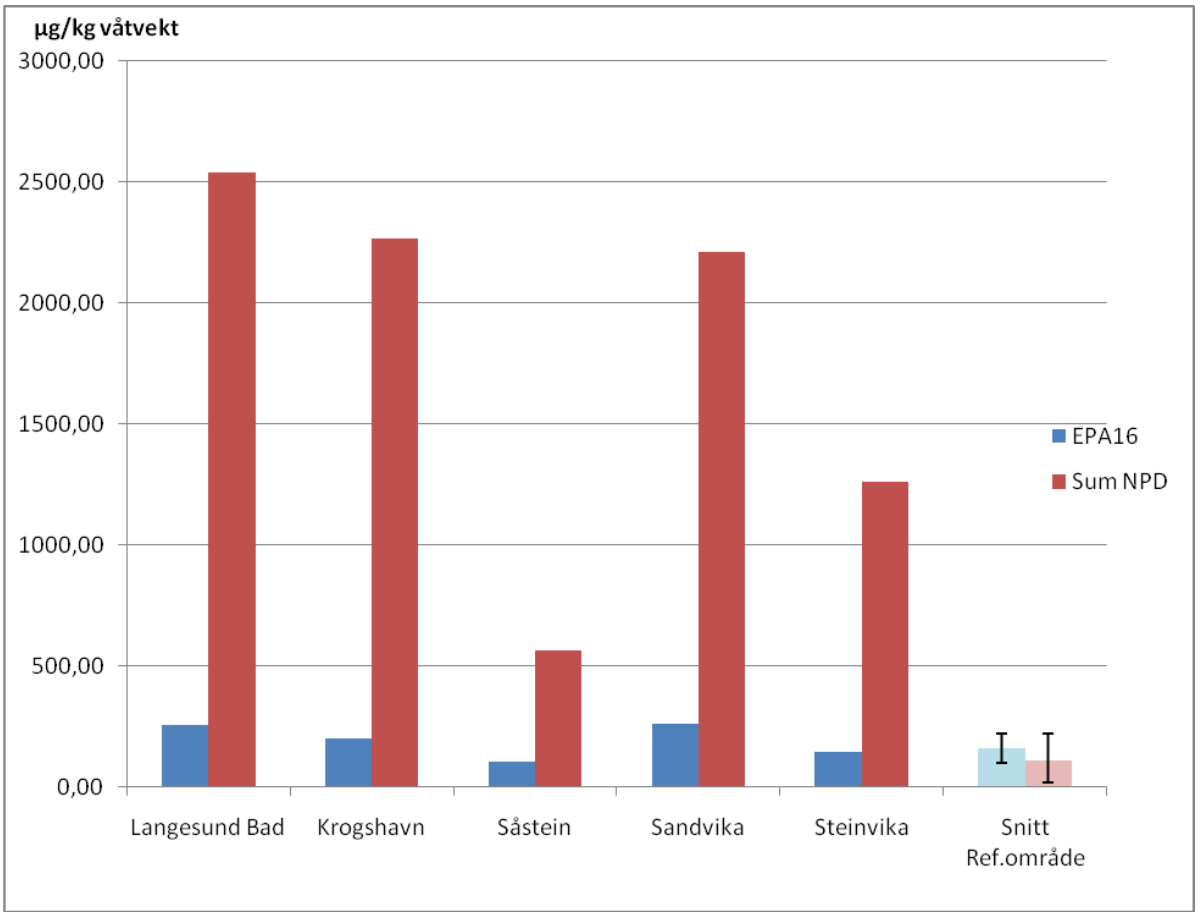
## 4.1 PAH i blåskjell

En oversikt over resultatene av PAH og NPD målingene i blåskjell er gitt i Tabell 3. Nivåene av enkelforbindelser er vist i vedlegg 1, tabellene 1-1 og 1-2. Resultater for EPA16 og NPD er også vist i form av plott i Fig. 2-4. Tilstandsklasser ifølge SFT sin klassifisering for blåskjell er vist med tilsvarende farge i tabellen.

Tabell 3. PAH- og NPD nivåer i blåskjell. Blåskjell ligger i SFT tilstandsklasse II, moderat forurenset (grønn farge), tilstandsklasse III, markert forurenset (gul farge) og tilstandsklasse IV, sterkt forurenset (oransje farge). Gjennomsnittsverdiene, minimums- og maksimumsverdiene er oppgitt.

| **Område (antall prøver)** | | **PAH nivåer, µg/kg våtvekt** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Benzo(a)pyren | Sum EPA16 | Sum NPD |
| Referanse (n=5) | *Min* | 4,7 | 99 | 46 |
| | *Gjennomsnitt* | 9,2 | 161 | 111 |
| | *Maks* | 14 | 255 | 307 |
| Påvirket område (n=5) | *Min* | 5,0 | 104 | 565 |
| | *Gjennomsnitt* | 11 | 194 | 1768 |
| | *Maks* | 18 | 261 | 2539 |

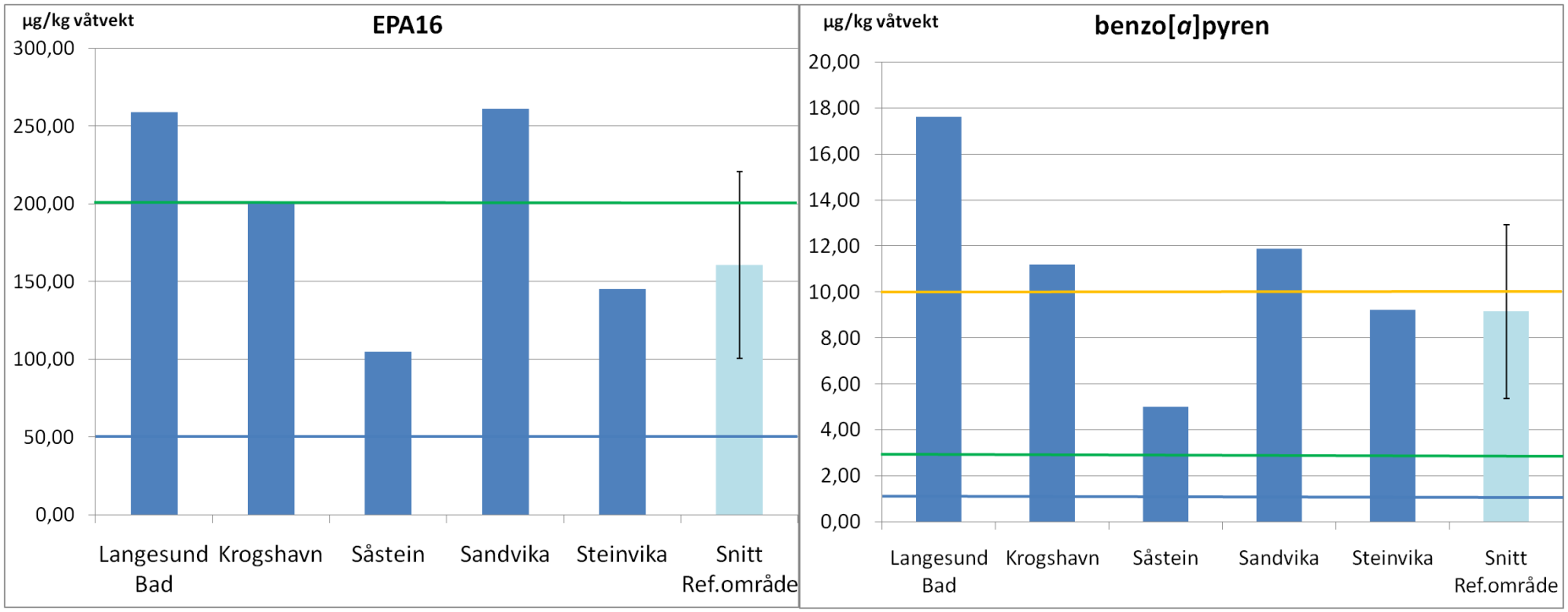
Figur 2 viser nivåer av NPD og EPA16 i blåskjell fra hver enkelt lokalitet i påvirket område, samt gjennomsnittsverdier for referanseområdet. Det er en stor forskjell mellom NPD- og EPA16-nivåene alle steder i påvirket område. NPD-nivåene dominerer sterkt og er ca. 10 ganger høyere enn EPA-16 nivåene. I referanseområdet er det omvendt bilde, med EPA16-nivåene i gjennomsnitt litt høyere enn NPD-nivåer. EPA16-nivåene i påvirket område er av samme størrelsesorden som i referanseområdet, mens NPD-nivåene ved alle stasjoner i påvirket område er betydelig høyere enn i referanseområdet. Resultatene viser derfor en klar oljerelatert forurensning av NPD i påvirket område, selv om blåskjellene ved Såstein inneholder mindre forurensning enn blåskjellene tatt ved kysten i Langesundsbukta. Kart med nøyaktig posisjonering av blåskjell-prøvetaking ved Såstein er gitt i Vedlegg 1, Figur 1-1.




Figur 2. NPD og EPA16-nivåer i blåskjell, resultatene vist separat for 5 steder i påvirket området og som gjennomsnittsverdi fra fem lokaliteter fra referanseområdet. De svarte linjene på referanseområdets verdier viser standardavvik.

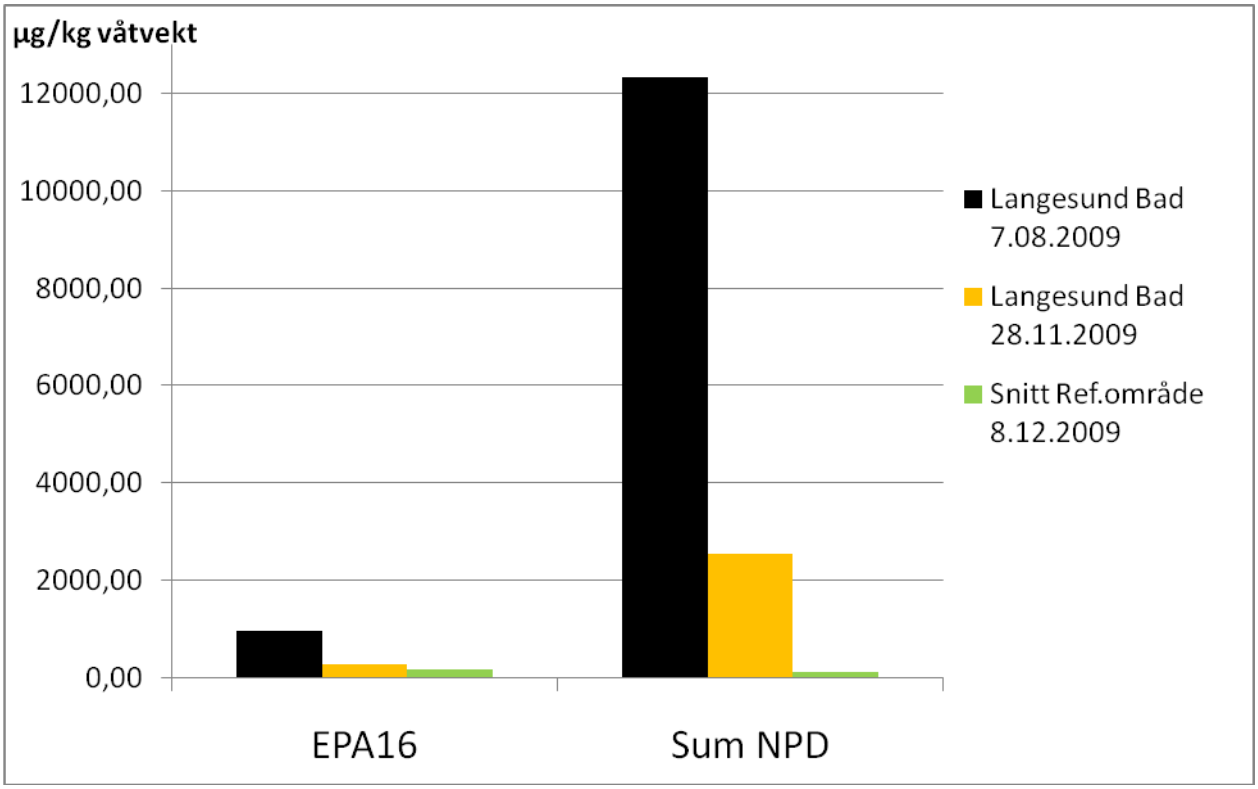
Figur 3 viser SFT tilstandsklasser for EPA16 og benzo[a]pyren i de overnevnte prøvene. I følge denne klassifiseringen, er nivåene nokså høye og faller enkelte steder i klasse III, markert forurenset for EPA16, og klasse IV, sterkt forurenset for benzo[a]pyren. Det er imidlertid viktig å merke at dette kun i mindre grad forklares av ”Full City”-utslippet og tenkes å skyldes bidrag fra andre lokale kilder i området. En slik vurdering begrunnes med at omtrent like høye nivåer av EPA16 er funnet i blåskjell fra referanseområdet som i det påvirkete området rundt ”Full City”. En slik konklusjon var også gjort i den tidligere rapporten om ”Full City”-undersøkelsen fra sommeren 2009, som var da basert også på blåskjell tatt fra litt større vanndyp. Det er først og fremst lokaliteter langs kysten i Langesundsbukta som viser de høyeste nivåene, mens nærmere åpen kyst, ved Såstein, er nivåene lavere. Dette er også i tråd med tidligere kunnskap om annen forurensning i blåskjell fra Grenlandsfjordene, som ligger i nærheten (Økland, 2005 og Bakke *et al*., 2009). Forhøyete nivåer av PAH i blåskjell ble også funnet under tidligere undersøkelser ved noen lokaliteter ikke langt fra ”Full City”-området, bl.a. ved Kragerø, hvor PAH-nivåene i blåskjell var i tilstandsklasse II og III, ”moderat forurenset” og ”markert forurenset”, med benzo[a]pyren opptil 5 µg/kg våtvekt (Næs et al., 1999). Undersøkelser utført av NIVA for KLIF under CEMP-programmet i de siste årene viser også forhøyete nivåer av benzo[a]pyren enkelte steder langs norskekysten, bl.a. i Oslofjorden og ved Kristiansand, med nivåene opptil klasse III, ”markert forurenset”, og klasse IV, ” sterkt forurenset” (KLIF – NIVA, 2010).

Det er nødvendig å understreke at selv om EPA16-nivåene klassifiseres som markert eller sterk forurensning på den anvendte skalaen, er nivåene av NPD ca. 10 ganger høyere (se Fig. 2). NPD har økotoksikologiske egenskaper som kan være delvis forskjellige fra EPA16, og det mangler en skala for å vurdere graden av oljeforurensningen utrykt som NPD-nivåer. Det er imidlertid kjent fra litteraturen at mange NPD er giftige, og forhøyete nivåer av NPD bør vurderes som en like alvorlig miljøtrussel som forhøyete nivåer av EPA16 (se for eksempel Barron and Holder, 2003; Billiard et al., 2007; Weber Scannell et al., 2005).

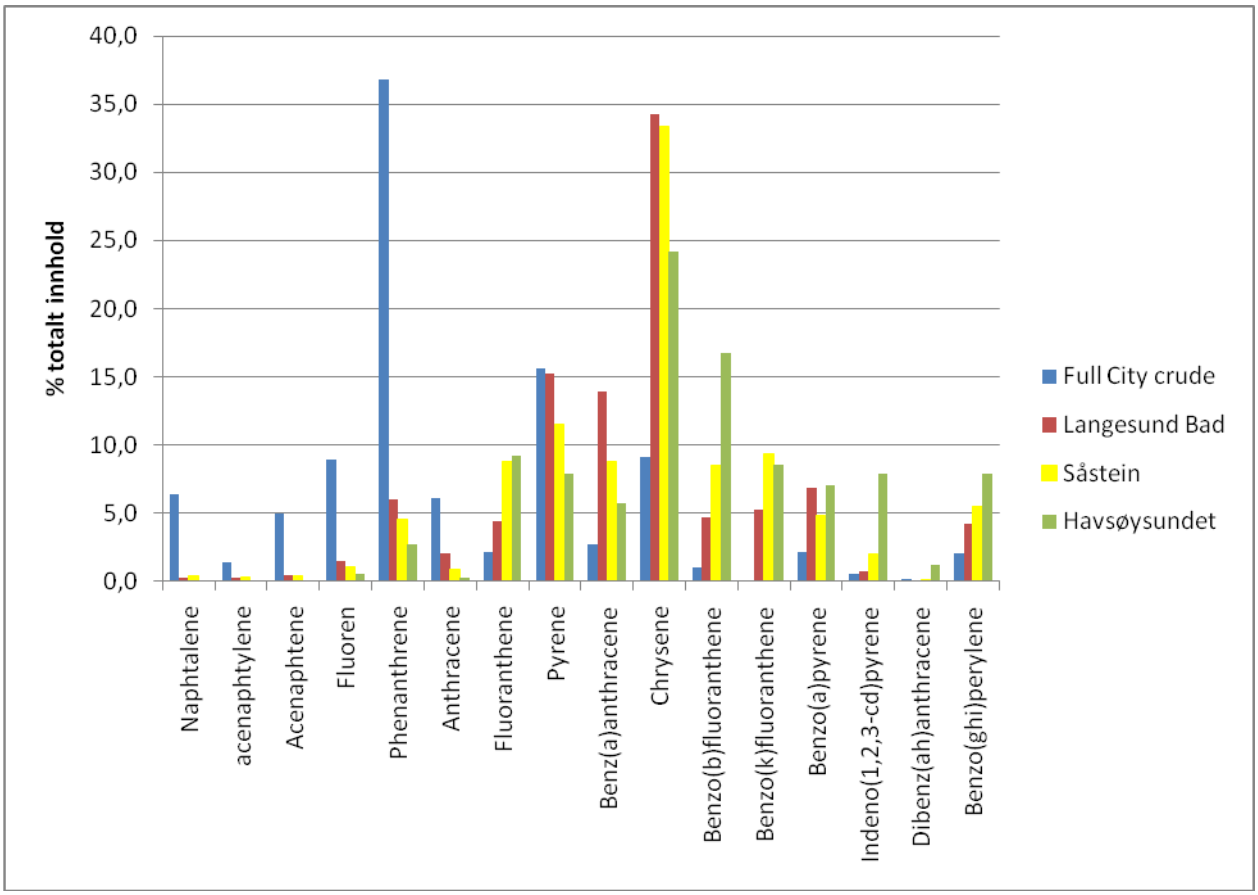



Figur 3. EPA16- og benzo[a]pyren i blåskjell oppgitt i µg/kg våtvekt, med øvre grense for SFT-tilstandsklasser indikert med fargete linjer: blå, Klasse I; grønn, Klasse II; gul, Klasse III. De svarte linjene på referanseområdets verdier viser standardavvik.

Til tross for at PAH-nivåerfremdeles er forhøyet i blåskjell, observeres det en markant nedgang i nivåene sammenlignet med sommeren 2009. Figur 4 viser EPA16 og NPD nivåer i blåskjell i august og november 2009 ved Langesund bad, hvor de aller høyeste nivåene i blåskjell ble påvist (nivåene i referanseområdet er også vist i figuren). Nedgangen observeres både for EPA16 og NPD. I tilfelle NPD er det ca. 5 ganger lavere nivåer funnet i november enn i august. Nivåer av EPA16 var i november ca. 3 ganger lavere enn i august, og var da omtrent tilbake på referanseområdets nivå, som diskutert ovenfor. Nivåer av NPD er fremdeles høyere enn i referanseområdet.




Figur 4. NPD og EPA16 i blåskjell ved Langesund Bad i august og november 2009 oppgitt i µg/kg våtvekt.




Figur 5. Den relative sammensetningen av EPA16-PAH i forhold til sum av forbindelsene i blåskjell fra tre stasjoner og i bunkersolje fra "Full City".

For å underbygge konklusjonene gjort om kildene for forurensning i blåskjell, ble bunkersoljen fra "Full City" analysert på HI for NPD og PAH. Oljeprøven var tatt av SINTEF fra stranden i Langesundsbukta like etter havariet i august 2009. PAH-profilen (EPA16) er vist i Fig. 5 som relativt innhold av enkeltforbindelser i forhold til summen av forbindelsene, sammen med tilsvarende profiler for tre blåskjellstasjoner: Langesund Bad (hvor de høyeste nivåene observeres), Såstein (som er nærmest havaristedet), og Havsøysundet (referanse). Det er funnet liten likhet mellom PAH-profil i råoljen og tilsvarende profil i blåskjell fra alle de tre stasjonene. Dette er forskjellig fra resultatene fra sommer-undersøkelsen i august da det ble funnet likhet i PAH-profilene i råoljen og i blåskjell fra Langesund Bad. Det bekrefter at oljeforurensningen er på vei ned og at blåskjellene ikke lenger er dominert i like stor grad av bidrag fra bunkersoljen når det gjelder EPA16. Blåskjell fra referansestasjon viser noe forskjellig profil fra de to stasjonene i "Full City"-område, noe som kan tyde på bidrag fra litt forskjellige kilder til EPA16-forurensning mellom fjordene i Telemark og kysten i Aust-Agder hvor referansestasjonene ligger.

Det anbefales at man følger opp PAH-nivåene i blåskjell i det undersøkte området i framtiden med nye undersøkelser, både med hensyn til oljerelatert forurensning som kan forventes gradvis å bli redusert, og til den forurensningen i fjordene som er koblet til annen menneskelig aktivitet og kan vise seg til å være et mer stabilt bidrag til PAH-forurensning i området.

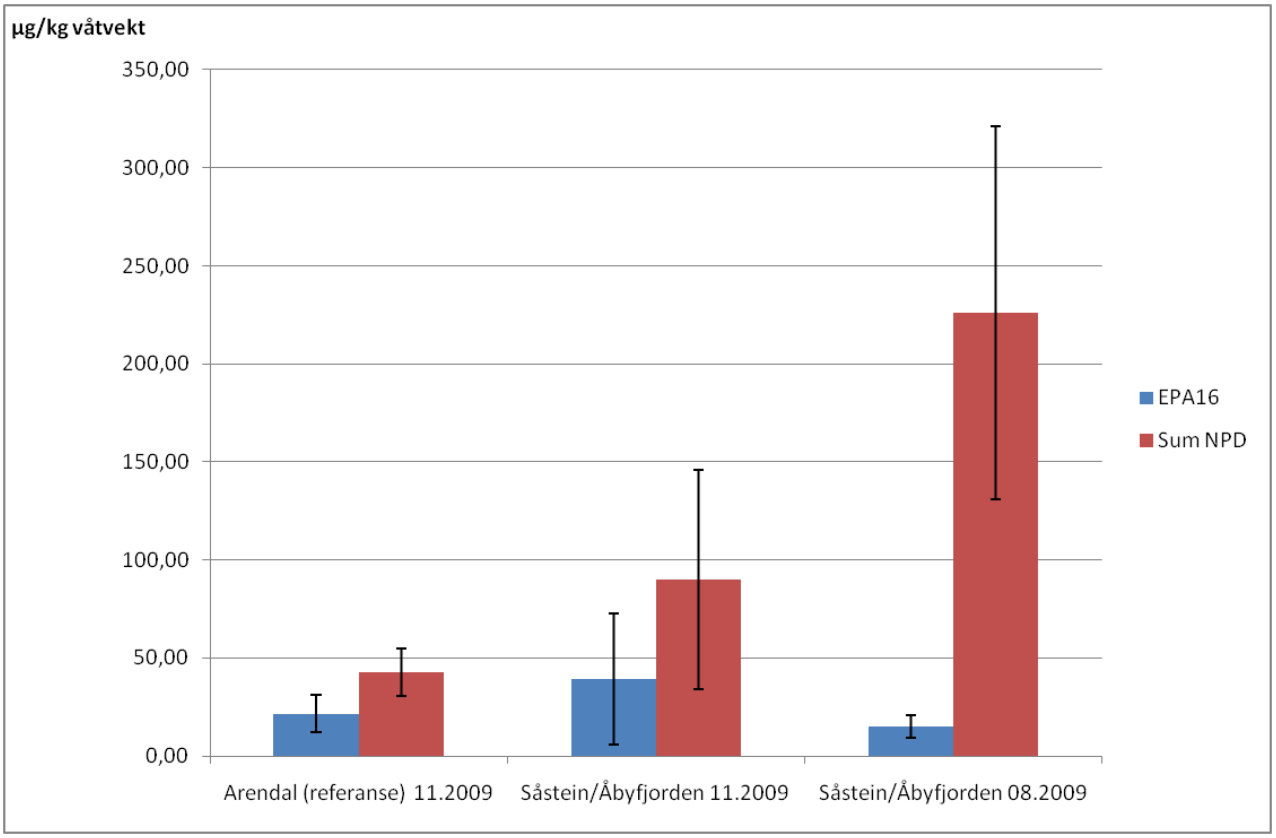
## 4.2 PAH i torskelever, ørret filet og reker

En oversikt over resultatene av PAH målinger i torskelever, ørret filet og reker er gitt i Tabell 4. Nivåene av enkelforbindelser er vist i vedlegg 1, tabellene 1-1 og 1-2. Resultater for EPA16 og NPD er også vist i form av plott i Figurene 6-8.

Tabell 4. PAH i torskelever, ørret filet og reker. Der flere prøver er analysert er gjennomsnittsverdiene, minimums- og maksimumsverdiene oppgitt.

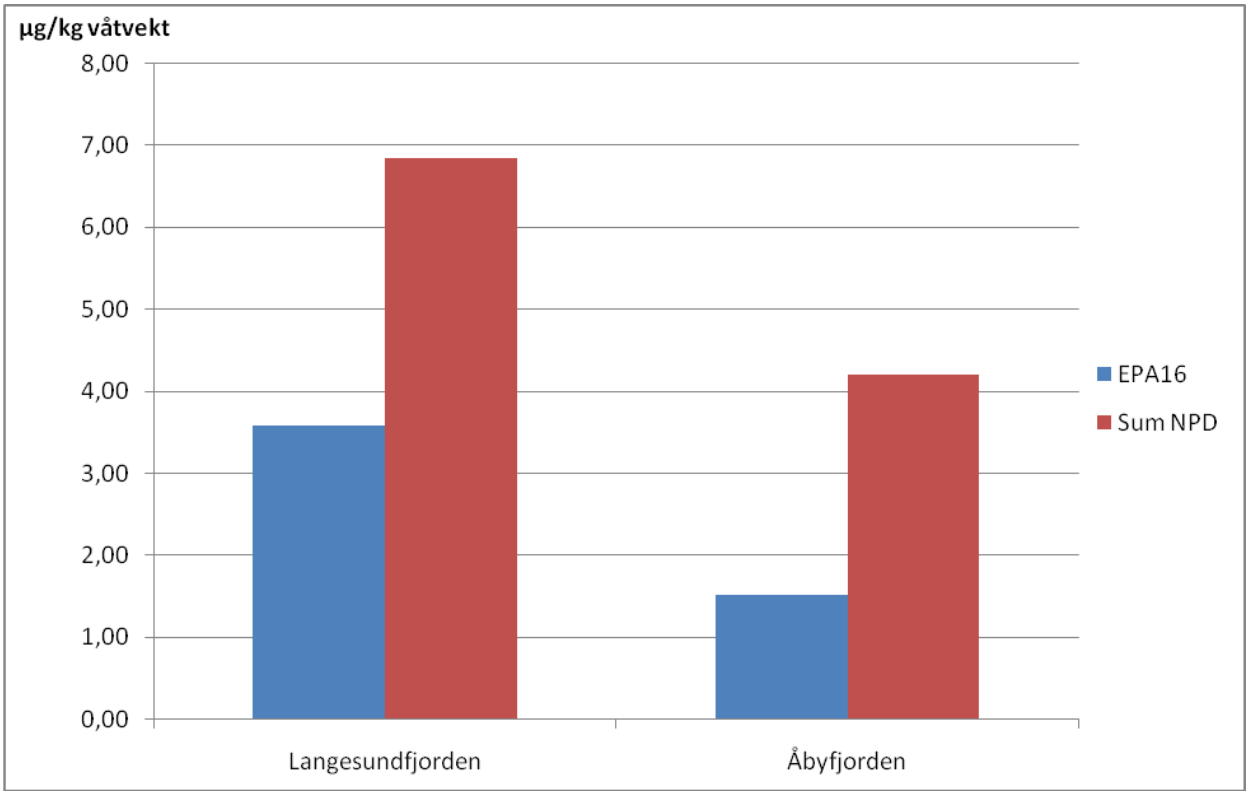
| **Type prøve** | **Stasjon (antall prøver)** | | **PAH nivåer, µg/kg vv** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Benzo(a)pyren | Sum EPA16 | Sum NPD |
| Torskelever | Såstein/Åbyfjorden (n=12) | *Min* | <2,0 | 2,3 | 20 |
| | | *Gjennomsnitt* | <2,0 | 39 | 90 |
| | | *Maks* | <2,0 | 110 | 241 |
| | Ref. område (n=16) | *Min* | <2,0 | 2,9 | 18 |
| | | *Gjennomsnitt* | <2,0 | 22 | 43 |
| | | *Maks* | <2,0 | 35 | 57 |
| Ørret filet | Åbyfjorden | | <0,2 | 1,5 | 4,2 |
| | Ref. område | | <0,2 | 3,6 | 6,8 |
| Reker | Såstein | | <0,2 | 0,9 | 2,4 |
| | Ref. område | | <0,2 | 0,5 | 1,5 |

Figur 6 viser nivåer av NPD og EPA16 i torskelever fra påvirket området i august og november 2009, og fra referanseområdet. Det er observert en betydelig nedgang i NPD-nivåer fra august til november 2009. Nivåene er fremdeles noe høyere enn i referanseområdet, men forskjellen er ikke stor, i motsetning til sommeren da NPD dominerte. EPA16-nivåer var forholdsvis likt i antatt påvirket område og i referanseområdet ved begge prøvetakinger, både i sommer og i høst 2009. Det må bemerkes at det var lite torsk i påvirket område i august 2009, og kun 3 fiskeindivider ligger til grunn for resultatene fra den prøvetakingen. Man kan likevel konkludere at per november 2009 er nivåene i torskelever lave og det er ingen grunn for videre oppfølging og analyser av denne type prøver.



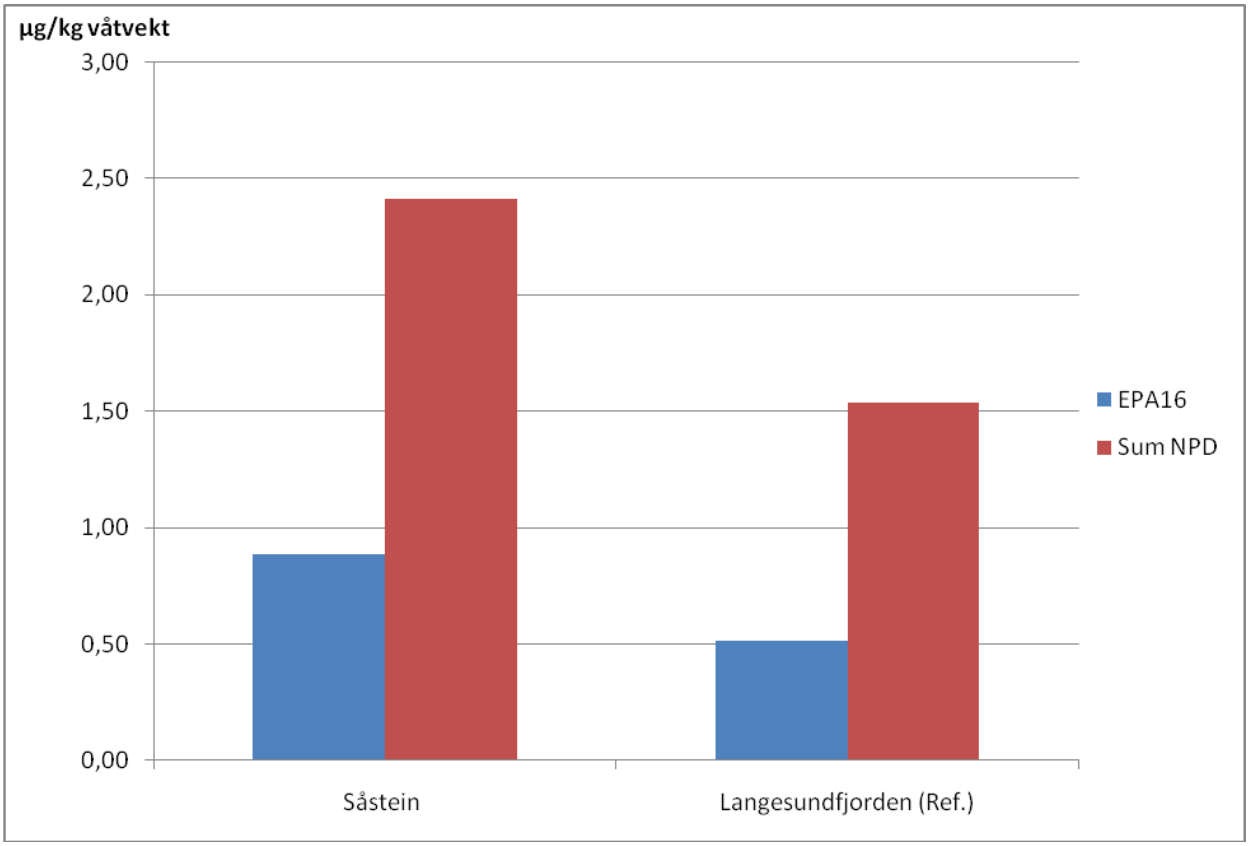

Figur 6. NPD og EPA16-nivåer i torskelever (snittverdier), vist for påvirket område i august og november 2009 og for referanseområdet. De svarte linjene viser standardavviket. Verdier oppgitt i µg/kg våtvekt.

Figur 7 viser nivåer av NPD og EPA16 i ørretfilet fra påvirket området i november 2009, og fra referanseområdet. Det er ingen stor forskjell mellom observerte nivåer i de to områdene. Nivåer av NPD er litt høyere i Langesundfjorden enn i Åbyfjorden, men dette skyldes sannsynligvis tilfeldige variasjoner siden alle nivåer ligger lavt og det ikke er noen tydelige tegn på forurensning.




Figur 7. NPD og EPA16-nivåer i ørret filet (samleprøver), vist for påvirket område og for referanseområdet. Verdier oppgitt i µg/kg våtvekt.

Figur 8 viser nivåer av NPD og EPA16 i reker fra påvirket området i november 2009, og fra referanseområdet. Det er ingen stor forskjell mellom observerte nivåer i de to områdene. Nivåer av NPD er noe høyere ved Såstein enn i referanseområdet, men dette kan skyldes tilfeldige variasjoner siden alle nivåer ligger meget lavt og det ikke er noen tydelige tegn påforurensning.




Figur 8. NPD og EPA16-nivåer i reker (samleprøver), vist for påvirket område og for referanseområdet.

## 5. Konklusjoner

Undersøkelsene viser at det har vært en relativt liten forurensing av fisk og reker ved det havarerte lasteskipet ”Full City”. Forurensningen som ble funnet i torskelever på sommeren etter havariet er nå forsvunnet, mens nivåene i ørret filet og reker ligger meget lavt. Høyeste forurensning ble funnet i blåskjell (”markert forurenset” for totalt innhold og ”sterkt forurenset” for enkel forbindelse benzo[a]pyren, ifølge SFT klassifisering). Det er funnet et vesentlig bidrag av oljeforurensing i blåskjellene. Denne er nå 5 ganger lavere enn det var i sommer 2009, men fremdeles er bildet tydelig. De forhøyete nivåene av EPA16 og benzo[a]pyren kan delvis også være forårsaket av bidrag fra andre lokale kilder i fra industriområder som ligger nært havaristen. Det vurderes derfor som nødvendig å etablere regelmessig kontroll av PAH nivåer i blåskjell langs kysten i dette området. Analyser av andre typer prøver som fisk, reker og krabbe anses som mindre aktuelle for videre oppfølging.

## 6. Referanser

Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B. og Knutsen, J.A. 2009. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2007. NIVA rapport nr. 5707-2008. SFT rapport 1038/2008. 80 s.

Barron, M.G. and Holder, E. 2003. Are exposure and ecological risks of PAHs underestimated at petroleum-contaminated sites? *Human and Ecological Risk Assessment*, 9: 1533-1545.

Billiard, S.M., Meyer, J.N., Wassenberg, D.M., Hodson, P.V. and Di Giulio, R.T. 2007. Nonadditive effects of PAH son early vertebrate development: mechanisms and implications for risk assessment. *Toxicological Sciences*, 105(1): 5-23.

KLIF – NIVA. 2010. Ikke publiserte resultater (personlig kommunikasjon N. Green, NIVA).

Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Oug, E., Moy, F., Lie, M.C., Knutsen, J.A. og Wiborg, M.L. 1999. Miljøundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold. NIVA rapport nr. O-99076. 109 s.

Weber Scannell, P., Dasher, D., Duffy, L., Perkins, R. And O’Hara, T. 2005. Acute and chronic toxicity of hydrocarbons in marine and fresh water with an emphasis on Alaska species. A review of the literature. Alaska Department of Environmental Conservation (194 pp.)

SFT, 1997. Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT’s veiledning 97:03. TA nr.1467/1997. 36 s.

Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport fra Mattilsynet, ISBN-82-92650-01-6, 272 s.

**Vedlegg 1. Nivåer av enkelte PAH forbindelser i undersøkte prøver.**

Tabell 1-1. EPA16-nivåer i undersøkte prøver. SFT tilstandsklasser for blåskjell er vist med farger.

| Type prøve | Stasjon | NAP | ACY | ACE | FLU | FEN | ANT | FLT | PYR | BAA | KRY | BBF | BKF | BAP | IND | DBA | BGP | **Sum EPA16** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Blåskjell** | B1 Langesund Bad | 0,70 | 0,63 | 1,18 | 3,86 | 15,5 | 5,20 | 11,5 | 39,4 | 36,1 | 88,6 | 12,1 | 13,6 | 17,6 | 1,94 | <0,20 | 10,8 | **259** |
| | B2 Krogshavn | 0,90 | 0,78 | 1,66 | 4,18 | 16,5 | 4,33 | 7,75 | 26,4 | 23,1 | 72,8 | 13,9 | 7,86 | 11,2 | 1,31 | <0,20 | 8,44 | **201** |
| | B3 Såstein | 0,40 | 0,32 | 0,41 | 1,12 | 4,80 | 0,92 | 9,15 | 12,1 | 9,15 | 34,9 | 8,87 | 9,76 | 5,00 | 2,12 | <0,20 | 5,69 | **105** |
| | B4 Sandvika | 0,40 | 0,36 | 1,31 | 5,25 | 14,4 | 8,11 | 22,0 | 37,6 | 26,5 | 95,0 | 13,4 | 16,1 | 11,9 | 1,15 | <0,20 | 7,72 | **261** |
| | B5 Steinvika | 0,45 | 0,49 | 0,72 | 2,90 | 10,1 | 3,58 | 11,2 | 21,7 | 12,8 | 37,9 | 11,4 | 8,13 | 9,23 | 4,41 | <0,20 | 10,1 | **145** |
| | B6 Brevikstrømmen | 0,20 | 0,57 | 0,70 | 1,98 | 6,31 | 1,49 | 17,7 | 14,4 | 9,13 | 23,0 | 15,6 | 10,3 | 6,73 | 4,41 | 0,24 | 7,25 | **120** |
| | B7 Stølsviga | 0,40 | <0,20 | 0,27 | 1,32 | 5,16 | 0,38 | 13,3 | 10,1 | 5,86 | 26,0 | 10,1 | 9,66 | 4,67 | 4,43 | <0,20 | 7,01 | **99,0** |
| | B8 Havsøysundet | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,87 | 4,45 | 0,47 | 15,4 | 13,2 | 9,49 | 40,4 | 28,0 | 14,3 | 11,7 | 13,2 | 1,99 | 13,2 | **167** |
| | B9 Nuen | 0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,50 | 4,33 | 0,48 | 19,9 | 18,2 | 12,4 | 45,8 | 17,0 | 15,1 | 8,59 | 8,23 | 1,07 | 10,1 | **162** |
| | B10 Svartnesbu | 0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,69 | 4,89 | 0,68 | 43,7 | 31,6 | 17,6 | 67,9 | 23,8 | 20,6 | 14,1 | 11,4 | 1,95 | 15,7 | **255** |
| **Torskelever** | T1 Arendal (Ref.) *Min.* | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **2,94** |
| | T1 Arendal (Ref.) *Snitt (n=12)* | 4,03 | <2,0 | <2,0 | 6,62 | 5,69 | <2,0 | 2,12 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **21,6** |
| | T1 Arendal (Ref.) *Max* | 6,27 | <2,0 | 2,18 | 11,8 | 10,4 | <2,0 | 5,38 | <2,0 | <2,0 | 2,72 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **35,2** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Min.* | 0,84 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **2,34** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Snitt (n=14)* | 15,2 | 2,38 | 3,61 | 6,77 | 7,22 | <2,0 | 2,48 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **39,2** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Max* | 64,0 | 6,11 | 8,57 | 14,3 | 18,2 | <2,0 | 6,80 | 2,15 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | **110** |
| **Reker** | R1 Langesundfj. (Ref.) | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,2 | <0,20 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,2 | **0,52** |
| | R2 Såstein | 0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,2 | <0,20 | <0,2 | 0,22 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | 0,23 | **0,89** |
| **Ørret filet** | Ø1 Langesundfj. (Ref.) | <0,20 | 0,21 | 0,35 | 0,65 | 0,81 | <0,2 | 0,71 | 0,33 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,2 | **3,59** |
| | Ø2 Åbyfjorden | <0,20 | <0,20 | 0,27 | 0,41 | 0,21 | <0,2 | 0,34 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,2 | **1,52** |

NAP – naftalen, ACY – acenaftylen, ACE – acenaften, FLU – fluoren, FEN – fenantren, ANT – antracen, FLT – fluoranten, PYR – pyren, BAA – benz[a]antracen, KRY – krysen, BBF – benzo[b]fluoranten, BKF – benzo[k]fluoranten, BAP – benzo[a]pyren, IND – indeno[1,2,3-cd]pyren, DBA – dibenz[a,h]antracen, BGP – benzo[ghi]perylen.

Tabell 1-2. NPD-nivåer i undersøkte prøver.

| Type prøve | Stasjon | NAP | C1-NAP | C2-NAP | C3-NAP | DBT | C1-DBT | C2-DBT | C3-DBT | FEN | C1-FEN | C2-FEN | C3-FEN | **Sum NPD** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Blåskjell** | B1 Langesund Bad | 0,70 | 1,44 | 32,3 | 299 | 1,86 | 65,0 | 242 | 481 | 15,5 | 229 | 445 | 726 | **2539** |
| | B2 Krogshavn | 0,90 | 3,58 | 41,4 | 350 | 2,09 | 68,7 | 182 | 430 | 16,5 | 230 | 361 | 579 | **2265** |
| | B3 Såstein | 0,40 | 0,54 | 6,29 | 44,1 | 0,40 | 9,78 | 57,3 | 125 | 4,80 | 39 | 118 | 159 | **565** |
| | B4 Sandvika | 0,40 | 0,83 | 11,3 | 139 | 1,09 | 32,7 | 219 | 546 | 14,4 | 122 | 403 | 720 | **2209** |
| | B5 Steinvika | 0,45 | 1,19 | 27,0 | 247 | 1,01 | 27,9 | 110 | 215 | 10,1 | 101 | 240 | 283 | **1263** |
| | B6 Brevikstrømmen | 0,20 | 1,12 | 11,7 | 100 | 0,28 | 1,78 | 11,6 | 21,9 | 6,31 | 29,8 | 65,5 | 57,1 | **307** |
| | B7 Stølsviga | 0,40 | 0,67 | 1,39 | 4,07 | <0,20 | 0,58 | 2,76 | 5,23 | 5,16 | 5,70 | 10,1 | 10,0 | **46,2** |
| | B8 Havsøysundet | <0,20 | <0,20 | 1,23 | 6,66 | <0,20 | 0,85 | 5,40 | 13,5 | 4,45 | 8,22 | 20,0 | 25,2 | **85,7** |
| | B9 Nuen | 0,20 | <0,20 | 0,34 | 2,93 | <0,20 | 0,57 | 2,51 | 4,95 | 4,33 | 7,29 | 13,4 | 11,8 | **48,4** |
| | B10 Svartnesbu | 0,20 | <0,20 | 0,40 | 2,64 | <0,20 | 0,59 | 3,42 | 5,70 | 4,89 | 8,28 | 23,7 | 19,1 | **69,1** |
| **Torskelever** | T1 Arendal (Ref.) *Min.* | 3,11 | <2,00 | <2,00 | 6,40 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 2,86 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | **17,6** |
| | T1 Arendal (Ref.) *Snitt (n=12)* | 6,12 | 4,70 | 2,46 | 12,5 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 8,60 | <2,00 | <2,00 | 4,28 | **42,6** |
| | T1 Arendal (Ref.) *Max*. | 8,36 | 7,16 | 4,35 | 15,6 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 13,3 | 2,97 | 3,93 | 11,1 | **57,2** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Min*. | 2,93 | <2,00 | <2,00 | 8,03 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 3,34 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | **19,9** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Snitt (n=14)* | 17,3 | 16,1 | 10,7 | 24,5 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 10,1 | 2,41 | 2,11 | 5,75 | **89,9** |
| | T2 Såstein/Abyfj. *Max*. | 66,1 | 58,7 | 33,2 | 48,4 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | <2,00 | 21,1 | 5,73 | 4,76 | 15,1 | **241** |
| **Reker** | R1 Langesundfjorden (Ref.) | <0,20 | <0,20 | 0,26 | 0,75 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | **1,54** |
| | R2 Såstein | 0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,64 | <0,20 | <0,20 | 0,33 | 0,49 | <0,20 | <0,20 | 0,30 | 0,20 | **2,41** |
| **Ørret filet** | Ø1 Langesundfjorden (Ref.) | <0,20 | 0,55 | 1,11 | 2,34 | <0,20 | <0,20 | 0,23 | 0,32 | 0,81 | 0,48 | 0,46 | 0,43 | **6,84** |
| | Ø2 Åbyfjorden | <0,20 | 0,29 | 0,68 | 1,98 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,21 | <0,20 | 0,22 | 0,27 | **4,20** |

NAP – naftalen, DBT – dibenzotiofen, FEN – fenantren og deres C1-, C2 og C3 alkylhomologer

Figur 1-1. Blåskjell prøvetakingsstasjon ved Såstein (B3).

**Vedlegg 2. Beskrivelse av fiskeprøver.**

Tabell 2-1. Beskrivelse av prøver av torsk. Kjønn: 1 – hunnfisk, 2 – hannfisk.

| Dato | Stasjon | Fisk nr. | Lengde, cm | Vekt, g | Lever, g | Kjønn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 1 | 50 | 1098 | 25,8 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 2 | 52 | 1221 | 17,5 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 3 | 52 | 1410 | 16,6 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 4 | 44 | 902 | 13,6 | 1 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 5 | 52 | 1320 | 28 | 1 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 6 | 45 | 908 | 17,3 | 1 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 7 | 42 | 71 | 26,5 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 8 | 44 | 981 | 49,5 | 1 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 9 | 40 | 739 | 33,7 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 10 | 44 | 780 | 15,5 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 11 | 38 | 723 | 29,3 | 2 |
| 10.12.2009 | T1 Arendal(referansestasjon) | 12 | 37 | 517 | 5,3 | 2 |
| 29.11.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 1 | 41 | 650 | 25,7 | 1 |
| 29.11.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 2 | 37 | 502 | 9,5 | 1 |
| 29.11.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 3 | 41 | 704 | 23,3 | 2 |
| 04.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 4 | 50 | 1418 | 49,4 | 1 |
| 04.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 5 | 57 | 2110 | 36,7 | 2 |
| 04.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 6 | 35 | 428 | 11,7 | 2 |
| 04.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 7 | 62 | 2582 | 37,5 | 2 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 8 | 37 | 526 | 13,9 | 2 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 9 | 36 | 442 | 6,8 | 2 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 10 | 36 | 484 | 13 | 1 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 11 | 51 | 1232 | 31,9 | 1 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 12 | 48 | 994 | 25,8 | 2 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 13 | 45 | 634 | 10,4 | 1 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 14 | 40 | 612 | 14,5 | 1 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 15 | 38 | 518 | 13,2 | 1 |
| 05.12.2009 | T2 Såstein/Åbyfjorden | 16 | 64 | 2356 | 64,7 | 2 |

Tabell 2-2. Beskrivelse av prøver av ørret. Kjønn: 1 – hunnfisk, 2 – hannfisk.

| Dato | Stasjon | Fisk nr. | Lengde, cm | Vekt, g | Filet, g | Kjønn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 1 | 33 | 378 | 5,1 | 1 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 2 | 28 | 226 | 5,4 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 3 | 33 | 330 | 5,2 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 4 | 40 | 570 | 5,2 | 1 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 5 | 36 | 446 | 5 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 6 | 31 | 306 | 5,3 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 7 | 32 | 308 | 5,5 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 8 | 39 | 650 | 5,4 | 1 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 9 | 37 | 492 | 5 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 10 | 31 | 294 | 5,3 | 1 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 11 | 45 | 790 | 5,5 | 2 |
| 27.11.2009 | Ø1 Langesundsfjorden | 12 | 43 | 898 | 5 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 1 | 42 | 730 | 5,4 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 2 | 45 | 1020 | 5,5 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 3 | 33 | 358 | 5,5 | 1 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 4 | 45 | 818 | 5,5 | 1 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 5 | 34 | 400 | 5,5 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 6 | 27 | 198 | 5,1 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 7 | 35 | 410 | 5,5 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 8 | 35 | 436 | 5,2 | 2 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 9 | 46 | 1010 | 5,1 | 1 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 10 | 32 | 320 | 5,1 | 1 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 11 | 36 | 488 | 5,2 | 1 |
| 29.11.2009 | Ø2 Åbyfjorden | 12 | 35 | 392 | 5,5 | 1 |

N I F E S
NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Vår dato 26.02.10 | Vår referanse

Deres dato | Deres referanse

Saksbehandler, innvalgstelefon:
Anne-Katrine Lundebye Haldorsen, 48185033

**Vedlegg 3: Vurdering av sjømattrygghet knyttet til Havforskningsinstituttets oppfølgingsundersøkelse av oljeforurensning i marint miljø ved lasteskipet "Full City"**

I forhold til sjømatstrygghet er det i stoffgruppen polyaromatiske hydrokarboner (PAH) flere mutagene forbindelser som er av spesiell interesse, slik som benzo(a)pyren (BaP). BaP har vært brukt som indikatorsubstans for mulige helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade. Det er et førende prinsipp innen risikovurdering at inntaket av slike stoffer bør være så lavt som mulig, men grenseverdier er fastsatt for å kunne gi trygghet for konsumentene.

I denne undersøkelsen er PAH forbindelsen EPA16 undersøkt som også inkluderer BaP. Nivåene av BaP i alle torskeleverprøver, ørretfiletprøver og rekeprøver analysert ved Havforskningsinstituttet var lavere enn metodens kvantifiseringsgrense som var beregnet til 2,0 µg/kg våtvekt, som er EUs øvre grenseverdi for BaP i fisk som mat. Det er således ikke grunn til å varsle Mattilsynet med hensyn til BaP i reker eller fisk, derimot er situasjonen annerledes for blåskjell. Tabellen under viser nivået av BaP i blåskjell analysert ved Havforskningsinstituttet:

| Stasjon | BaP µg/kg |
|---|---|
| St. 1 Langesund Bad | 17,6 |
| St. 2 Krogshavn | 11,2 |
| St. 3 Såstein | 5,0 |
| St. 4 Sandvika | 11,9 |
| St. 5 Steinvika | 9,2 |
| St. 6 Brevikstrømmen | 6,7 |
| St. 7 Stølsviga | 4,7 |
| St. 8 Havsøysundet | 11,7 |
| St. 9 Nuen | 8,6 |
| St. 10 Svartnesbu | 14,1 |

Postadresse: NIFES Postboks 176 Sentrum 5804 BERGEN
Besøksadresse: Strandgaten 229
Telefon: 55 90 51 00
Telefaks: 55 90 52 99
Internett: www.nifes.no
E-post adresse: postmottak@nifes.no
Organisasjonsnr: 979529783

*Vennligst adresser post til NIFES, ikke til enkeltpersoner*

Nivået av BaP i samleprøver av blåskjell fra fem stasjoner var mellom 11,2 og 17,6 µg/kg (Tabell 1), disse nivåene overskrider EUs grenseverdi for BaP i skjell som er 10 µg/kg. Nivået av BaP i samleprøvene fra de øvrige fem stasjoner varierte mellom 4,7-9,2 µg/kg disse er høye sammenlignet med nivået av BaP i blåskjell målt i regi av Mattilsynets tilsynsprogrammet for skjell. Det ble analysert 102 prøver av blåskjell samlet fra forskjellige lokaliteter langs norskekysten fra 2006-2008 og BaP nivåene varierte mellom 0,5-1,3 µg/kg.

På bakgrunn av resultatene for BaP i skjell fra oppfølgingsundersøkelse i marint miljø ved Lastekipet ”Full City” anbefaler NIFES at kostholdsrådet knyttet til blåskjell, sendt ut 5.8.09 fra Mattilsynet, opprettholdes inn til videre. I tillegg anbefaler NIFES at det gjøres oppfølgingsundersøkelser av blåskjell fra flere stasjoner, også fra et utvidet område sammenlignet med de lokalitetene prøvetatt i denne undersøkelsen, i mai/juni 2010.

INSTITUTE OF MARINE RESEARCH
HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

# Miljøundersøkelser i forbindelse med forliset av M/S "Full City"

*Foreløpig anslag for kostnader ved innsamling og analyser (eks. Mva)*

*Kontaktperson Havforskningsinstituttet: Erik Olsen (tlf: 934 39 256, e-post: eriko@imr.no )*

## Innholdsfortegnelse


1 Innledning. ..... 2
2 Intensive fase. ..... 4
2.1 Prøvetakning og analyser av planteplankton, dyreplankton og vannkjemi ..... 4
2.2 Sjømatprøver ..... **Feil! Bokmerke er ikke definert.**
2.2 Sjøpattedyr ..... 7
3 Miljøundersøkelser i etterkant av oljeutslippet fra "Full City" ..... 8
Strandsoneundersøkelser ..... 11
3.1.1 Sprutsonen (over høyeste høyvann) ..... 11
3.1.2 Tidevannssonen (Strandsoneundersøkelser) ..... 12
3.1.3 Sjøsonen (Undersøkelse av mobilfauna i litoral- og sublitoralsonen) ..... 13
3.1.4 Sediment undersøkelser ..... 13
3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi ..... 14
3.3 Rekruttering marin fisk - Strandnotundersøkelser ..... 14
3.4 Anadrome laksefisk ..... 15
3.4.1 Skisse til program ..... 15
3.5 Marine pattedyr ..... 15
3.5.1 Miljøundersøkelser av sel ..... 15
3.6 Sjøfugl ..... 16
3.6.1 Metode ..... 16
3.6.2 De enkelte delundersøkelsene ..... 17
3.7 Sjømatprøver ..... 18
3.7.1 Forslag til overvåking av blåskjell ..... 19
3.8 Konsekvenser for Friluftsliv og reiseliv ..... 19
3.8.1 Målsetninger ..... 19
3.8.2 Metode ..... 19
3.8.3 Tidsrammer ..... 20
3.8.4 Forprosjekt friluftsliv og reiseliv(2009) ..... 20
3.8.5 Friluftslivsundersøkelse (2010 - 2014) ..... 21
3.8.6 Reiselivsundersøkelse (2010 – 2014) ..... 21
3.8.7 Økonomiske konsekvenser (2009 – 2013) ..... 22
4 Administrasjon og rapportering ..... 23
5 Litteratur ..... 24
6 Budsjett 2009 – detaljert ..... 25

# 1 Innledning.

Det Panama-registrerte skipet ”Full City” drev på grunn ved Såstein sørvest av Langesund kl 00:23 fredag 31.07.2009. I hht de første opplysningene hadde skipet 1000 tonn tungolje og 120 tonn marin diesel om bord da det grunnstøtte. Noen tanker ble skadet i grunnstøtingen og tungolje lekket ut. Den første spredningen var mot nordøst med påslag inn i buktene ved Langesund, senere på dagen dreiet vinden mer vestlig og oljen blåste over mot Vestfold. Påslag ble registrert på rullesteinstranda på Mølen (vernet kultur og naturområde)og videre østover mot Nevlunghavn. Hovedpåslag av olje har fortrinnsvis vært i relativt velavgrensede lokaliteter med oppstuing pga dominerende vind- og strømretninger (”vrakbukter”). Disse ligger i hovedsak nord, og nordøst for havaristedet. Senere drev oljen med kyststrømmen mot sørvest med spredte påslag langs Telemarks- og Sørlandskjærgården. Et større påslag ble registert på Stråholmen (fredet landskap og våtmarksreservat). Det er også registrert forholdsvis store påslag på Portør og sør på Jomfruland. Havforskningsinstituttet er bedt av Kystverket om å være ansvarlig koordinator for miljøundersøkelser i forbindelse med havariet.

Den foreliggende plan tar utgangspunkt i dokumentet ” Forslag til plan for koordinering av miljøundersøkelser i forbindelse med skipsforlis langs kysten av Norge” som ble oversendt Kystverket høsten 2008. Det er gjort en del praktiske tilpasninger da de forutsetninger som er beskrevet i den foreslåtte planen foreløpig ikke er oppfylt.

I forslaget legges det opp til en oppfølging over en 5-års periode, hvor de enkelte undersøkelsene termineres hvis eller når det ikke lenger kan påvises effekter som kan knyttes til utslippet.
Både Havforskningsinstituttet, NINA, NIVA m.fl. har eksisterende overvåking og kartlegging i området. Dette betyr at relevante referansestasjoner og data i lange tidsserier er tilgjengelig. Dette bidrar både til økt mulighet til å påvise effekter (inklusive fravær av-) og en rimeligere total kostnadsramme for undersøkelsene. Gjennom det nasjonale programmet for kartlegging av marine naturtyper samt regionale og lokale suppleringsprosjekter er det foretatt videodokumentasjon av både tare- og ålegress-forekomster i det aktuelle området. I tillegg er det i ”Ren fjord”-prosjektet tatt videotransekter både i Langesund-området og i ytre deler av Porsgrunn som kan brukes som referanselokaliteter.

De lange og omfattende miljøundersøkelsene som er knyttet til Telemarksskjærgården (ut fra tidligere høy miljøbelastning) gjør at området er godt egnet for generelle undersøkelser av effekter av oljeforurensning. Dette faller imidlertid utenfor dette prosjektet som skal finasieres av forurenser og som kun går på de direkte effekter som kan påvises.

Denne prosjektbeskrivelsen innholder oversikt over aktiviteten i den intensive fasen i etterkant av havariet og forslag til miljøundersøkelser. Tabell 1 gir en oversikt for involverte institusjoner i etterkantundersøkelsene og tabell 2 oversikt for de totale kostnadene med den intensive fasen, for de foreslåtte miljøundersøkelsene samt administrasjon og rapportering.

**Tabell 1 Involverte partnere miljøundersøkelsene**

| Aktivitet | Institusjon |
|---|---|
| 3.1 Strand | |
| 3.1.1 Sprutsonen | NINA |
| 3.1.2 Tidevannssonen | HI / NIVA |
| 3.1.3 Sjøsonen | HI / NIVA |
| 3.1.4 Sedimentundersøkelser | NIVA |
| 3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi | HI |
| 3.3 Rekruttering marin fisk – Strandnotundersøkelser | HI |
| 3.4 Anadrome laksefisk | NINA |
| 3.5 Marine pattedyr | HI |
| 3.6 Sjøfugl | NINA |
| 3.7 Sjømatprøver | Mattilsynet/NIFES/HI |
| 3.8 Friluftsliv | NINA |

**Tabell 2 Samlet kostnads oversikt (beløpene er eks mva)**

| Fase / periode | NOK |
|---|---|
| Intensiv fase | 645 825 |
| Miljøundersøkelser i 2009 | 4 588 876 |
| Miljøundersøkelser i 2010 – 2014 | 15 758 953 |
| **Sum** | **20 993 654** |

# 2 Intensive fase.

I forbindelse med Full City havariet ved Såstein utenfor Langesund ble det i helgen (01.08.2009) startet en innsamling av prøver fra plante- og dyreplankton, blåskjell, krabber og ulike typer fisk. Innsamlingen inkluderte samarbeider med lokale fiskere for å få tak i materiale så raskt som mulig. Tirsdag (04.08.2009) ettermiddag ble det tatt prøver av sjøvannet i ulike avstander fra havaristen for å undersøke eventuelle gradienter av oljeforurensning i sjøvannet. Tabell 2 viser kostnadene forbundet med utført innsamling og analyser i den intensive fasen.

**Tabell 3 Total kostnad intensiv fase**

| Aktivitet | NOK |
|---|---|
| 2.1 Prøvetakning og analyser av planteplankton, dyreplankton og vannkjemi | 64 000 |
| 2.2 Sjømatprøver | 497 000 |
| 2.3 Marine pattedyr | 25 000 |
| 2.4 Prosjektledelse, planlegging og koordinering | 59 825 |
| **Sum** | **645 825** |

## *2.1 Prøvetakning og analyser av planteplankton, dyreplankton og vannkjemi*

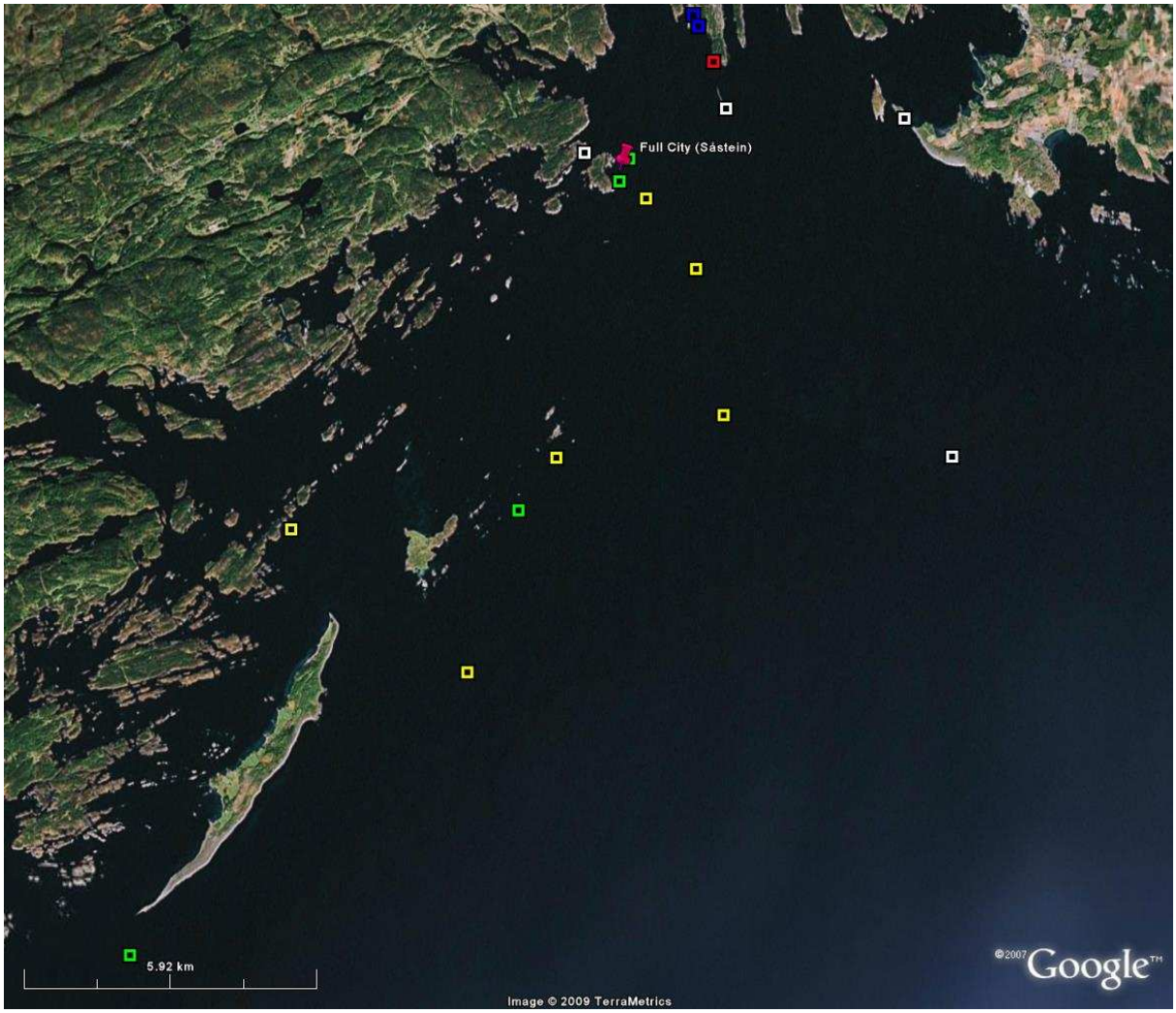
Det er gjennomført prøvetakning av planteplankton, dyreplankton og vannkjemi ved 6 stasjoner i området der "Full City" havarerte. Prøvetakningen skal avdekke endringer i dyreplankton og planteplankton sammensetningen og mengde, samt endringer i vannkjemi (total P og N) og bakterier innen området. Prøvetakningen foregikk på 6 stasjoner fra nord for området skipet havarerte og sørover. Stasjonen dannet en gradient fra sterkt påvirket (nord for havaristen) til mindre påvirket (åpen kyst). Første prøvetakning ble gjennomført onsdag 5/8-2009. Kostnadsoverslaget inkluderer rapportering.

Planktonprøver og vannkjemiprøver tas med planktonhåv og vannhenter 25.08.2009.

> På hver stasjon fikseres (lugol og formalin) 100 ml med sjøvann (fra vannhenter) til planktonprøve og 100 ml sjøvann (fra vannhenter) til bakterieprøve. 1000 ml sjøvann tas ut (ufiksert) til vannkjemiprøve. Prøvene hentes fra 2m og 20m dyp på hver stasjon. På hver stasjon gjøres håvtrekk etter dyreplankton fra 30m, eller 60m dyp, opp til overflaten (prøvene formalinfikseres)
> Stasjon 1 (58º57.812'N, 9º43.455'Ø) kl. 15.17. Dyp 36m. Håvtrekk fra 30m.
> Stasjon 2 (58º57.046'N, 9º44.508'Ø) kl. 14.54. Dyp 75m. Håvtrekk fra 60m.
> Stasjon 3 (58º54.993'N, 9º41.564'Ø) kl. 14.05. Dyp 48m. Håvtrekk fra 30m.
> Stasjon 4 (58º55.455'N, 9º45.086'Ø) kl. 13.13. Dyp 72m. Håvtrekk fra 60m.
> Stasjon 5 (58º52.659'N, 9º39.691'Ø) kl. 1**2**.05. Dyp 67m. Håvtrekk fra 60m.
> Stasjon 6 (58º54.212'N, 9º35.981'Ø) kl. 11.21. Dyp 36m. Håvtrekk fra 30m.

**Analyser**

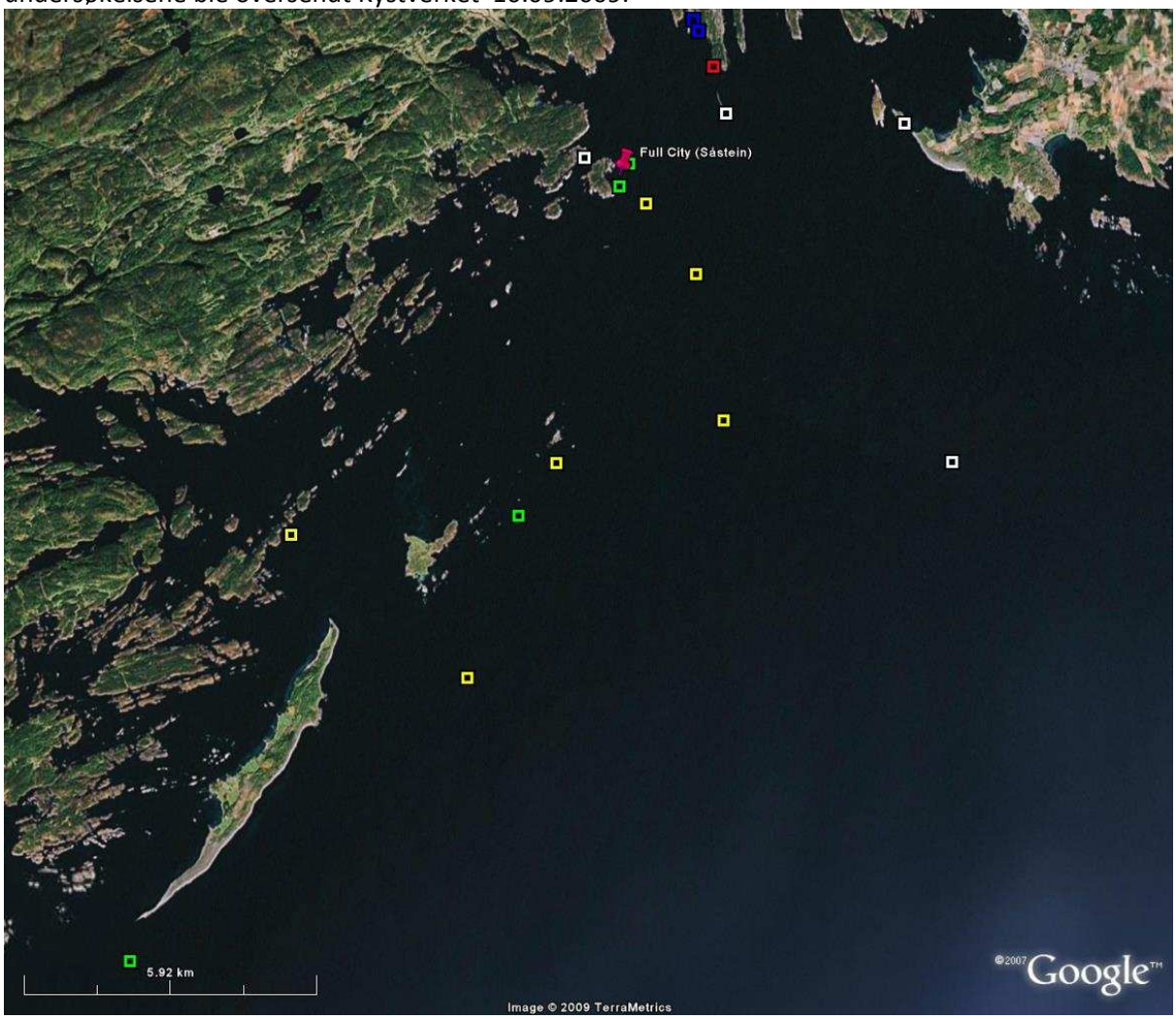
Det er viktig å fastslå om artssammensetning og mengde er endret i prøvene tatt rett etter utslippet.
Dyreplankton/planteplankton: art og mengde, samt Klororfyll a
Vannkjemi: Total N og P og N, P, Si




**Figur 1 Prøvetakingsstasjoner i etterkant av Full City. Grønne merker: vannprøvestasjoner (TOC, PAH) (04.08.2009). Gule merker: plankton/vannkjemistasjoner (05.08.2009).**

## 2.2 Sjømatprøver

I forbindelse med Full City havariet ved Såstein utenfor Langesund ble det i helgen (01.08.2009) startet en innsamling av prøver fra blåskjell, krabber og ulike typer fisk. Analyser av prøver tatt tidlig i uhellsforløpet viste at oljen ikke inneholdt sporbare mengder av PCB (polyklorerte bifenyler). Det er derfor besluttet at det ikke er nødvendig med slike analyser i resten av miljøundersøkelsen. Skalldyr og fisk skal analyseres for PAH (polyaromatiske hydrokarboner). Prøvene skal analyseres ved Havforskningsinstituttet og NIFES (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning). Havforskningsinstituttet samarbeider med lokale fiskere for å få tak i materiale så raskt som mulig. Tirsdag (04.08.2009) ettermiddag ble det tatt prøver av sjøvannet i ulike avstander fra havaristen for å undersøke eventuelle gradienter av oljeforurensning i sjøvannet. Rapport med resultater fra disse undersøkelsene ble oversendt Kystverket 10.09.2009.




**Figur 2 Prøvetakingsstasjoner i etterkant av Full City havariet på Såstein ved Langesund (31.08.2009). Blå merker: blåskjellstasjoner (01-02.08.2009). Røde merker: krabbestasjoner (03.08.2009). Hvite merker: fiskestasjoner (03-04.08.2009).**

## 2.3 Sjøpattedyr

Det er ikke observert oter i regionen. Den mest relevante forekomsten av sjøpattedyr i det påvirkede området er en en liten bestand av steinkobbe ved Stråholmen. Her er det registrert noe oljepåslag, og denne bestanden bør undersøkes.

Steinkobbe i nordøstlige nordsjøen, Kattegat og Skagerrak har ofte store variasjoner i bestanden som følge av bl a. virusepidemier. Det vil derfor være viktig å sammenlikne med bestandsutvikling hos dyr som finnes "oppstrøms", f.eks i kolonien ved Hvaler..

Det er i perioden gjort observasjoner av sel i det berørte området av SNO og WWF. Det er samlet inn et lite antall døde dyr som vil bli undersøkt *post morten* og rapportert sammen med observasjonsdataene.

Bestandstellinger vil bli utført av Statens Naturoppsyn, men dataene fra disse sammenstilles av HI.

## 2.4 Prosjektledelse, planlegging og koordinering

Fordi at havariet fant sted i ferietiden og at det lå et betydelig tidspress i bestillingen til ulike deltagende etater, var det behov for mye koordinerende innsats i starten. NINA har hatt kostnader på til sammen 59 825,- (eks moms) som ikke blir dekket gjennom andre deler av undersøkelseprogrammet, eller gjennom akuttfasen.

# 3 Miljøundersøkelser i etterkant av oljeutslippet fra ”Full City”

Miljøundersøkelser iverksettes etter den akutte fasen, hvor det var viktigst å begrense spredningen av olje, ta kjemisk analyse av oljen (for best mulig bilde av oljens egenskaper og giftighet), registrere kystpåslag og bekjempe/ta opp oljen. De påfølgende miljøundersøkelsene skal dokumentere og evaluere naturskader av oljeutslippet og restituering av skadede områder/naturtyper over tid. I praksis betyr det at ansvarlig myndighet har tid til å etablere et godt program for miljøundersøkelser samtidig med at det akutte arbeidet utføres. Ellers vises det også til manual for etterkantundersøkelser (SFT-veileder: ”Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø”. Undersøkelsene gjøres i inntil 5 år, men vil bli terminert hvis eller når det ikke lenger finnes påvirkning som kan knyttes til forliset. Fortsettelsen av de enkelte undersøkelser diskuteres på et årlig oppsumeringsmøte som arrangeres av HI. Kystverket avgjør om undersøkelsene skal stoppe eller eventuelt ha en annen innretning hvis nye effekter oppdages.

**Felles undersøkelsesområder**
Undersøkelsesområdet samordnes i størst mulig grad for strandsoneundersøkelsene (sprutsone, tidevannsone, sjøsone og sedimentundersøkelser), for å effektivisere innsamlingen og gjøre analysene mer sammenlignbare. Influensområdet strekker seg fra Naverfjorden til Portør, en strekning på 35 km, men hovedpåslaget er konsentrert i den umiddelbare nærhet av Langesund. Man har derfor valgt å konsentrerer miljøundersøkelsene i dette området, og vil ikke undersøke påslag lenger unna (eks. Portør og Grimstad). I Langesundområdet har man valgt 6 undersøkelsesområder:

- Fugløyrongen naturreserevat
- Steinvika naturreservat og nærliggende bukter (Langesund, nært havaristen og hovedpåslaget)
- Åbystranda / Vingekilen
- Såstein (havaristed)
- Stråholmen naturreservat
- Jomfruland

***NB! Mange av disse lokalitetene er reservater med ferdselsforbud, Fylkesmannen må disponere for å tillate ferdsel tilknyttet undersøkelsen.***

**Figur 3 Kart over undersøkelsesområder for strandsoneundersøkelsene (sprutsone, tidevannsone, sjøsone og sedimentundersøkelser). I hvert område velges det ut en påvirket og en upåvirket lokalitet. Ved Nevlungsstranda og Oddane fort er det avsatt to områder som ikke saneres for å vurdere effekten av rensetiltakene.**

Innenfor hvert område velges det ut en påvirket (for olje) og en upåvirket lokalitet som referansestasjon. Ved å velge referansestasjoner i nærhet av hver eksponert lokalitet minimerer man at naturlig romlig variasjon i utbredelse og faunasammensetning skal vanskeliggjøre analysene. Delprosjektlederne skal i felleskap velge nøyaktige lokaliteter innad hvert område samt koordinere prøvetakingsinnsatsen mest mulig for å kunne samkjøre logistikk og lignende.

**Referanseområde for å vurdere effekten av vasking og rensing av strandsonen**
For å sammenligne effekten av å vaske og rense strandsone som er eksponert for olje vil man la to mindre områder, ett ved Oddane Fort og ett på Nevlungsstranda stå ubehandlet for å estimere restitusjonstid i dette området sammenlignet med områder som blir vasket og renset. I dette området vil det gjennomføres Strandsoneundersøkelser: sprutsone, tidevannssone, sjøsone og sedimentundersøkelser. Målsetningen er å måle forurensingsnivået ved utgangen av 2013 for å kunne estimere naturlig restitusjonstid for ulike strandtyper.

Miljøundersøkelsene skal derved foregå ved 8 lokaliteter, 6 der sanering av olje gjennomføres, og 2 uten sanering. I Tabell 4 er det gitt en oversikt over prøvetakingsomfanget i de ulike områdene.

**Tabell 4 Prøvetakingsomfang (antall prøver/transekter) på de 8 områdene der miljøundersøkelser etter forliset av M/S Full City skal foregå. Innenfor hvert område (unntatt Oddane Fort og Nevlungsstranda) utpekes en eksponert og en ueksponert lokalitet.**

| Område | Sprutsone | | Tidevannsone | | Sjøsone | | Sediment | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Eksp. | UEksp. | Eksp. | UEksp. | Eksp. | UEksp. | Eksp. | UEksp. |
| Fugløyrongen naturreserevat | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 |
| Steinvika naturreservat | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 18 |
| Vingekilen (nær Åbystranda) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 18 |
| Kråka naturreservat | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 |
| Stråholmen naturreservat | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 18 |
| Jomfruland | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 |
| Nevlungsstranda (ikke sanert) | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 |
| Oddane fort (ikke sanert) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 |

Totale kostnader for de foreslåtte aktiviteter er gitt i tabellene 5 og 6. For hver av delundersøkelsene settes det av 40 000,- pr år for å dekke administrasjon og rapportering.

**Tabell 5 Total kostnad etterkant undersøkelser i 2009 (eks moms)**

| Hovedaktivitet | | Kostnad |
|---|---|---|
| 3.1.1 Sprutsonen | kr | 462 100 |
| 3.1.2 Tidevannssonen | kr | 225 000 |
| 3.1.3 Sjøsonen | kr | 785 000 |
| 3.1.4 Sedimentundersøkelser | kr | 819 276 |
| 3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi | kr | 80 000 |
| 3.3 Rekruttering marin fisk – Strandnotundersøkelser | kr | 65 000 |
| 3.4 Anadrome laksefisk | kr | 170 000 |
| 3.5 Marine pattedyr | kr | 40 000 |
| 3.6 Sjøfugl* | kr | 865 000 |
| 3.7 Sjømatprøver | kr | 220 000 |
| 3.8 Friluftsliv | kr | 627 500 |
| Prosjektadministrasjon og ledelse | kr | 230 000 |
| **Sum** | **kr** | **4 588 876** |

**Tabell 6 Total kostnad etterkant undersøkelser etter 2009 (2010 – 2014) (eks moms)**

| Hovedaktivitet | | Kostnad |
|---|---|---|
| 3.1.1 Sprutsonen (2010 – 2013) | kr | 1 340 400 |
| 3.1.2 Tidevannssonen (2010 – 2013) | kr | 900 000 |
| 3.1.3 Sjøsonen (2010 – 2013) | kr | 3 140 000 |
| 3.1.4 Sedimentundersøkelser (2 år) | kr | 1 638 553 |
| 3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi | kr | 160 000 |
| 3.3 Rekruttering marin fisk – Strandnotundersøkelser (2010 – 1013) | kr | 100 000 |
| 3.4 Anadrome laksefisk (2010 – 2013) | kr | 1 160 000 |
| 3.5 Marine pattedyr (2010, 2011 og 2014) | kr | 160 000 |
| 3.6 Sjøfugl (2010 – 2013)* | kr | 2 750 000 |
| 3.7 Sjømatprøver | kr | 440 000 |
| 3.8 Friluftsliv (2010 – 2013) | kr | 3 970 000 |
| Prosjektadministrasjon og ledelse | kr | 920 000 |
| **Sum** | **kr** | **15 758 953** |

Dette inkluderer midler til miljøgiftanalyser (100 000 i 2009 og 1 750 000 som ikke vil bli gjennomført uten at det påvises store mengder i skjellprøver.

# *Strandsoneundersøkelser*

Strandsoneundersøkelsene omfatter undersøkelser av sprutsonene (hovedsakelig botanikk), tidevannssone, sjøsonen og sedimentundersøkelser. Disse tar utgangspunkt i å undersøke effekter av forliset på eksponert strandsone i ulik avstand fra sjøen. Undersøkelsene bør derfor i størst mulig grad koordineres geografisk, og man har derfor valgt ut de felles undersøkelsesområdene. Innad i hvert område skal det velge eksponerte og ueksponerte lokaliteter, noe som gjøres i felleskap mellom delprosjektlederne, ente via møter og korrespondanse eller gjennom en befaring på områdene.

Det legges opp til en kvantitativ registrering av bunnlevende organismer for å dokumentere skadens omfang samt for å kunne følge utviklingen på de påvirkete lokalitetene fram mot full restitusjon. Resultatene skal presenteres i form av lister over påviste art/grupper av dyr og alger (diversitet), samt data for individtetthet/dekningsgrad. I tillegg skal følgende parametere registreres:

- Type substrat
- Eksponeringsgrad
- Oljemengde
- Utbredelse av oljen på og i ulike substrattyper
    - Hardbunn/fjell
    - Løsmasser (sediment), inkluderer forekomst av olje i ulike dyp av sedimentet

Alle prøvestasjoner skal i tillegg dokumenteres vha stedfestet foto og /eller video. Lokalitetene i sprutsonen, tidevannssonen og sjøsonen skal sees i sammenheng.

## 3.1.1 Sprutsonen (over høyeste høyvann)

Undersøkelsen omfatter undersøkelse av oljesølets effekt på vegetasjon av høyere planter i strandsonen, inkludert øvre tidevannsone og sprutsonen, samt strandarealer innenfor som blir påvirket av ferdsel og slitasje i forbindelse med oppryddingsarbeidet etter oljesølet. Strekningen fra Stavern til Grimstad inneholder et stort antall strandlokaliteter med verdifull strandvegetasjon i biologisk mangfoldsammenheng, og de er viktige habitater for spesielt fugl. Strekningen inkluderer om lag 150 verneområder og ca. 250 strandområder som er registrert som viktige for biologisk mangfold (Naturbase). Ca. 40 rødlistede karplanter knyttet til strandhabitat er kjent fra strekningen.

### 3.1.1.1 Innledende fase (utføres høsten 2009)

Vi har sammenholdt informasjon om påslag av olje (fra Kystverkets nettside med kart over (i) naturvernområder, (ii) naturtyperegistreringer og (iii) kjente forekomster av rødlistede arter tilknyttet strandsonen. Informasjon om (i) og (ii) er henet fra Naturbase, mens (iii) er hentet fra Artsdatabanken. Opplysningene er samlet i et GIS-prosjekt som kan utvikles videre for oppdateringer og strukturering av innsamlede data. Undersøkelsene gjennomføres kun ved Fugløyrongen, Steinvika, Vinjekilen, Stråholmen og Nevlungsstranda, (se Tabell 4), og da med hovedfokus på de eksponerte lokalitetene. Kun ved Vinjekilen og Stråholmen undersøkes de ueksponerte referanseområdene. Total undersøkes da 7 lokaliteter. På hver av lokalitetene undersøkes følgende:

- Kort beskrivelse av vegetasjonsutformingen på stranden: sonering, romlig fordeling av strandeng, sandstrand, grusstrand, rullesteinstrand og strandberg, dominerende arter og eventuelle rødlistede/interessante arter (også sjeldne lavarter)
- Lokaliteten dokumenteres fotografisk
- Kort beskrivelse av forurensningssituasjonen, mengde og fordeling av av olje og dens posisjon i strandsoneringen
- Beskrivelse av spor etter opprydding, spesielt tråkk og slitasje

- En vurdering av lokalitetens egnethet for overvåking for å vurdere den økologiske ettervirkningen av utslippet.

#### 3.1.1.2 Overvåking av restitusjonsforløpet (2009-2013)

På den enkelte utvalgte lokaliteten vil vi legge ut analyseruter i 3-5 transekter som dekker den sonale variasjonen i vegetasjon fra nedre grense for høyere vegetasjon i tidevannssonen til ovenfor høyeste grense for påvirkning av oljesøl. Antall ruter i transektet vil være avhengig av den enkelte strands utforming. Analyserutenes størrelse vil være 1 m2 (eventuelt mindre på strandberg), og på løsmasse substrat vil rutene merkes med aluminiumsrør i hjørnene. Selve analysen vil skje ved en ramme som festes i rørene. Ramma er delt i 4 x 4 småruter, og alle plantearter registreres i alle smårutene. Dette gir et objektivt mål for frekvens av artene i ruta, og siden rutene er permanent merket kan vegetasjonsendringer fra år til år registreres på en svært fin skala. Denne metodikken benyttes også i annen vegetasjonsovervåking (bla. TOV). Rutenes posisjon vil bli innmålt med GPS. Sammen med de botaniske dataene vil det for hver rute også registreres økologiske parametre som substrattype. Alle ruter vil bli fotografert ved hvert undersøkelsestidspunkt.

Resultatene av undersøkelsen vil være en tidsserie som analyseres statistisk ved hjelp av multivariate metoder og trendanalyser for den enkelte planteart. Alle resultater vil bli inkludert i et GIS-prosjekt for romlige analyser, og alle data (inkl. Fotodokumentasjon) vil bli lagret hos NINA.
I tillegg til den detaljerte overvåkingen vil alle berørte naturvernområder bli besøkt årlig og dokumenterrt med korte tilstandsbeskrivelser og fotografier.

### 3.1.2 Tidevannssonen (Strandsoneundersøkelser)

Strandmiljøet er komplekst og kjennetegnes av relativt skarpe soneringer og gradienter. Undersøkelsene er tilpasset disse egenskapene Strategien er kvantitativ registrering av utvalgte organismer med gjentatte registreringer i et avgrenset areal. Endringer av oljepåvirkning måles bl.a. i dekningsgrad, tetthet og samfunnsstruktur.

På hver av undersøkelseslokalitetene dokumenteres tilstedeværelse av alger og dyr, dette ved hjelp av kvantitative ruteundersøkelser innenfor et rammeareal på 0,5x0,5m. Fire parallelle rammer undersøkes på hver stasjon. Rammene bør plasseres med øvre kant ved middel vannstand. Rammene er ved vajre inndelt i 25 hjelperuter à 10x10cm. Posisjonen for rutene velges tilfeldig, men er fast når de først er etablert. Rammenes plassering må derfor avmerkes med en bolt i fjellet.

Alger samt fastsittende- og lite mobile dyr bestemmes til art og mengden kvantifiseres. Dette gjøres ved frekvensregistrering (tilstede/ikke tilstede) i hver av de 25 hjelperutene. For større solitære dyr registreres antall innen hver rute. Rammearealet fotograferes som en ekstra dokumentasjon. Tilleggsopplysninger blir registrert i henhold til NS9424 (retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn). Etablering av stasjoner og 1. gangs undersøkelser kan gjennomføres i oktober.

#### 3.1.2.1 Prøvetakingsprosedyrer

Det gis en generell beskrivelse av tidevannssonen der stasjonen etableres. Beskrivelsen skal omfatte stedfesting (GPS), type biotop, substrat, helningsvinkel og eksponeringsgrad. For øvrig skal en følge prosedyrer beskrevet i SFT-rapport 99:05 (”Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø”) s. 53-54.

#### 3.1.2.2 Analysebehov-etterarbeid

Biologiske prøver skal analyseres iht NS-9423. Fysiske og kjemiske prøver analyseres iht beskrivelse i SFT-rapport 99:05 (”Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø”), pkt2.5.3., s. 56

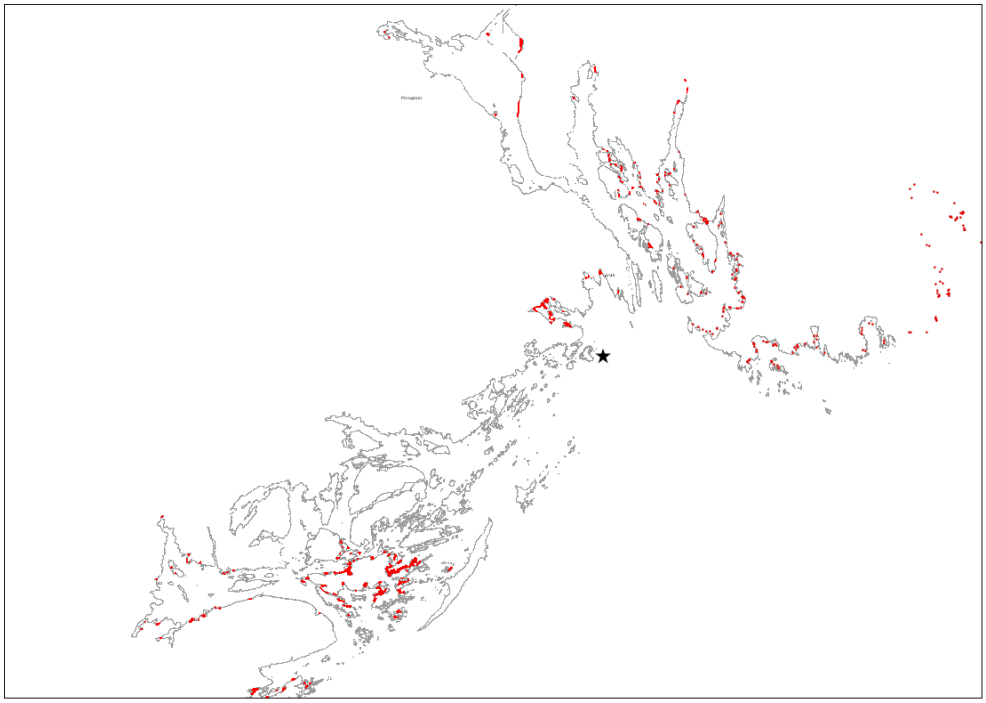
### 3.1.3 Sjøsonen (Undersøkelse av mobilfauna i litoral- og sublitoralsonen)

Forslaget har tatt utgangspunkt i SFTs veileder for etterundersøkelser etter oljepåslag. Som innsamlingsenhet for mobilfauna benyttes taufeller i sublitoralsonen (ca. 1 m dyp) og tang i fjæra som begge fungerer som habitat for mobilfauna. Undersøkelsene gjennomføres med snorkling, oljen forventes å ha størst effekt i fjæra og på grunt vann. Fellene består av tau som tiltrekker seg fauna som naturlig hører hjemme i algesamfunn. De eksponeres i 5-7 dager. I littoralsonen samles tang (fortrinnsvis *Fucus serratus* som vi har mye data om naturlig samfunn) i fjæra i stripsposer. Undersøkelsene gjennomføres på de felles undersøkelseslokalitetene.

Ifølge SFTs veileder samles 4 tangplanter (litoralt) og 4 taufeller (sublitoralt) fra hver av de 16 stasjonene.. Det blir dermed totalt 64tangprøver og 64 feller. I tillegg kommer den urensede referansestasjonen. NIVA har en stasjon i påslagsområdet som vil bli brukt, den ble undersøkt av Rinde og Christie i 1992 i forbindelse med registrering av naturtyper i Telemark. Det er regnet 1 dag til utsetting av feller og 3 dager til innsamling av tang og feller for 2 personer med lettbåt (4-5 stasjoner pr dag).

#### 3.1.3.1 Ålegress

Ålegress er et produktivt økosystem og et viktig habitat som tilbyr mat og skjul for larver og yngel fra en rekke fiskeslag, inklusive kysttorsk. Eventuelt tap av ålegress kan ha betydning for rekruttering av lokale fiskestammer. Visuell inspeksjon av ålegresset med undervannskamera for sammenlikning med tidligere undersøkelser (filmopptak). Undersøkelsene gjennomføres i Ålegressområdene i Åbyvika og Fugløyrongen. Som referansestasjoner brukes ålegressområder som Havforskningsinstituttet overvåker gjennom den eksisterende kystsoneovervåkingen. ..



**Figur 4 Registrerte ålegressområder (røde felt) i nærområdet til havaristedet (stjerne).**

### 3.1.4 Sediment undersøkelser

Målsetningen med undersøkelsen er å kartlegge forurensningssituasjonen i restitusjonsfasen. En foreslår derfor at første prøvetaking gjøres når hovedopprensningen er foretatt. Undersøkelsene gjentas etter 1 og 5 år (eventuelt også senere på utvalgte lokaliteter dersom resultatene etter 5 år viser høye konsentrasjoner).

Veilederen anbefaler at prøver skal tas i ulike dyp av sedimentet. I forbindelse med denne undersøkelsen foreslår vi at analysene fra grunnområdene gjøres på følgende dybdeintervall i sedimentet: 0-1 cm, 1-5 cm og 5-10 cm. Prøver fra dypområdene gjøres kun på overflatesediment (0-2 cm). Valg av sedimentdyp er gjort ut i fra at det er der vi antar at hovedmengden av oljen befinner seg og at dette er sedimentdyp som med et mulig unntak for dypstasjonen i Rognsfjorden trolig lar seg prøveta med håndoperert utstyr.

I veiledere (kapitel 1.5.3) anbefales det at det skal tas 3 replikate prøver, og dette utføres på alle eksponerte og ueksponerte stasjoner. Dette blir for omfattende å gjennomføre på alle prøvetakingslokaliteter, og man gjennomfører derfor triplikate prøver i tre undersøkelsesområder som har vært mest eksponert for olje. I de øvrige lokalitetene tas de en prøve fra hvert dyp fra de eksponerte og ueksponerte lokalitetene. Til sammen vil man da analysere 156 prøver. I tillegg tas det 5 prøver på dypere vann. Prøvene analyseres for total mengde hydrokarboner (THC) (C10-C40), ), enkeltkomponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) inkludert NPD. Som støtteparametere analyseres prøvene for totalt mengde organisk karbon (TOC) og andelen av finfraksjonen i sedimentet dvs. den prosentvise andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse mindre enn 63 µm.

#### 3.1.4.1 Gjennomføring

Siden flertallet av stasjonene er i grunnområdene vil feltarbeidet foretas med en mindre båt med påhengsmotor. Det legges opp til at alle prøvene tas ved å vasse i fjære eller ved svømmedykking. Under feltarbeidet vil 3 personer delta.

Feltarbeidet for første gangs prøvetaking planlegges gjennomført når hovedopprenskningen er foretatt, tentativt våren 2010 eller etter nærmere avtale med Kystverket. Senere undersøkelser planlegge etter 1 og 5 år.

## *3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi*

Oppfølgning av prøvetakning av planteplankton, dyreplankton og vannkjemi ved 6 stasjoner i området der "Full City" havarerte. Prøvetakningen skal avdekke endringer i dyreplankton og planteplankton sammensetningen og mengde, samt endringer i vannkjemi (total P og N) og bakterier innen området. Prøvetakningen vil foregå på 6 stasjoner fra området skipet havarerte og sørover. Det legges opp til at stasjonen vil danne en gradient fra sterkt påvirket (ved havaristen) til mindre påvirket (åpen kyst). En ny dekning av området vil være i midten av august i regi av Havforskningsinstituttet i forbindelse med dekning av Ytre Oslofjord og Indre kystovervåkning/sukkertare. Data fra Langesundbukta og sørover tyder på at det ca 1 mnd etter forliset er neglisjerbar påvirkning av vannkjemi, dyre- og planteplankton. Det er derfor tvilsomt om det er hensiktsmessig å videreføre disse undersøkelsene med mindre de har nytte som referanse for andre undersøkelser. (Lars Naustvoll, Pers. Komm.)

## *3.3 Rekruttering marin fisk - Strandnotundersøkelser*

Havforskningsinstituttet har siden 1919 gjennomført årlige strandnot undersøkelser på samme lokaliteter langs Skagerrakkysten i løpet av september måned. Imidlertid er ikke det mest utsatte området for oljepåslag inkludert i undersøkelsene, men det er en rekke stasjoner (merket rødt i kartet) som grenser opp til dette området. Det foreslås å etablere 2-3 stasjoner i det berørte området Åbykilen, som undersøkes årlig de neste fem årene, eller til effekter ikke er sporbare. På grunn av rester etter olje må en forvente at selve strandnoten må erstattes ved undersøkelsene

første året (september 2009). Det er vanlig å få sjøørret i strandnotunderøkelsene, og disse kan inngå som materiale i undersøkelser av PAH i laksefisk (3.4).

## *3.4 Anadrome laksefisk*

I denne undersøkelsen fokuserer det på sjøørret fordi denne arten finner det meste av sin mat på grunt vann i fjorder og langs kysten. De vandrer sjelden langt og vandring mer enn 100 km fra elvemunningen hører til unntakene. De fleste vandrer mye kortere. Det er derfor sannsynlig at den vil bli berørt av utslippene av olje etter forliset til "Full City".

I Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder er det mange sjøørretbestander. Mange av de viktigste er knyttet til småbekker og -elver. Dette er fisk som vandrer til sjøen tidlig og bare er tilbake i ferskvann noen få uker om høsten for å gyte, før de trekker tilbake til brakkvann. Årsaken til dette er at bekkene er små og uegnet for overvintring av større fisker. I flere av disse har det vært drevet overvåkning i perioden 1998-2008 slik at det er gode bakgrunnskunnskaper om bestandssituasjonen (Jonsson et al. 2001,2004; Jonsson & Jonsson 2006).

Fokus for denne undersøkelsen er å undersøke effekten av forliset på den eksponerte sjøørretbestanden i området som bruker Åbyelva som gyteelv og sammenligne dette med resultater i en ueksponert elv (Herregårdselva i Porsgrunn). Herregårdselva har vært overvåket av NINA og det foreligger derfor gode data over tilstanden og bestandsutviklingen i dette vassdraget.

### 3.4.1 Skisse til program

Ungfiskundersøkelser: Tettheten av ungfisk i elvene undersøkes med elektrofiske på sommeren i juni/juli da yngelen har etablert seg og i september før voksenfisken går opp på gyteplassen. Vi vil da undersøke tetthet og størrelse av fisk fra de ulike aldergruppene. Etter tetthetsundersøkelsen er avsluttet settes fisken tilbake i de feltene der den ble fanget. Ved håndteringen brukes bedøvelse og vannet tilsettes ekstra oksygen for å unngå dødelighet. Man kan også overvåke andelen deformasjoner i populasjonen i de kommende årene. Det vil være et meget sensitivt mål på hvor fort bestanden kommer seg etter en negativ påvirkning

Vanntemperaturen er den viktigste parameter som påvirker fiskens vekst. Vi bør derfor ha kontinuerlige temperaturmålinger i vekstsesongen i alle bekkene. Dette programmet vil være det samme som det vi har gjennomført de siste årene, og gjør vi det samme, får vi det beste sammenligningsgrunnlaget. Med to målepunkter i hver bekk hvert år får vi også en oversikt over eventuell variasjon.

## *3.5 Marine pattedyr*

I hht SFTs Veiledning 99:05 "*Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø*". Veiledningen slår fast at ved kysten skal det gis prioritet til havert, steinkobbe og oter men siden havert og oter ikke har vært observert i det påvirkede området, begrenses undersøkelsen til steinkobbe.

### 3.5.1 Miljøundersøkelser av sel

SNO overvåker allerede selbestandene i området og foretar registrering av oljeskadede seler. Miljøundersøkelsene vil derfor kun medføre ekstrakostnader til dataanalyse og rapportering

Steinkobbe i nordøstlige Nordsjøen, Kattegat og Skagerrak har ofte store variasjoner i bestanden som følge av bl a. virusepidemier. Det vil derfor være viktig å sammenlikne med bestandsutvikling hos dyr som finnes "oppstrøms", f.eks i "Hvalerkolonien". Dette kan koordineres med de flytellingene som gjøres i de aktuelle områdene.

## *3.6 Sjøfugl*

Etter forliset av Full City ved Langesund den 31 juli er det rapportert om oljepåslag i området Grimstad-Larviksfjorden, og til dels betydelige mengder oljetilsølt fugl. Av til nå (10 august) vel 1650 rapporterte fugl med oljeskader utgjør ærfugl alene ca 960 individer (www.artsdatabanken.no). (disse tallene bør kvalitetssjekkes mhp. Dobbeltregistreringer). Tellinger utført av SNO i dagene etter forliset viste at det befant seg ca. 4000 sjøfugl i influensområdet (ca. 2000 i Telemark og ca. 1700 i Vestfold, jf. mail fra Carl Erik Kilander 6. august). Hovedtyngden av ærfuglene som er rammet antas å være mytende, lokale fugler, og da hovedsakelig, ut i fra tidligere kunnskap om fordelingen av fugl i området, hunner og ungfugl. I tillegg til ærfugl er det bl.a. rapportert om oljetilsølte teist, sjøorre, makrellterne og hettemåke.

Det er innenfor mange fagområder innsamlet et betydelig datamateriale fra Skagerrakkysten og influensområdet. Materialet vil sannsynligvis være godt egnet til en økosystemanalyse av langtidseffektene av oljeutslippet. Hvorvidt en slik analyse skal gjennomføres vil tas opp på sikt.

### 3.6.1 Metode

Gjennom Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl (bl.a. Lorentsen & Christensen-Dalsgaard 2009) er det samlet inn overvåkingsdata på sjøfugl fra Telemark årlig siden 1974. Denne datainnsamlingen er nå en integrert del av SEAPOP og materialet vil være en viktig og nødvendig grunnlagskilde for å overvåke langtidsvirkningene av Full City forliset. Materialet omfatter tellinger fra land/båt (måker og ærfugl) og fly (ærfugl). Tilsvarende tellinger finnes (men ikke i like stort omfang) fra Vestfold og Aust- og Vest-Agder. Det antas at materialet spesielt fra Vest-Agder (SEAPOP keysite for måker) vil være et viktig referansemateriale. Den årlige verdien av sjøfugloverv åkingen (overvåkingsprogrammet for sjøfugl og SEAPOP) i Telemark og Vest-Agder er anslått til ca 200.000 kroner (ikke tatt med i budsjettet). Dette materialet er tilgjengelig for etterkantundersøkelsene og det er kun budsjettert med kostnadene til å hente ut "merverdien" i dette datamaterialet (se under).

Mytende fugl er, så vidt vites, ikke talt siden 1987 (Lorentsen & Røstad 1990). Selv om det sannsynligvis var mytende (lokale) fugler som ble rammet etter Full City forliset er bakgrunnsdataene for gamle til at de kan brukes som referansemateriale, og det kan derfor ikke argumenteres for nye, oppdaterte tellinger ettersommeren/høsten 2010 selv om dette hadde vært ønskelig.

For å vurdere langtidsvirkningene på sjøfuglbestandene av Full City forliset vil NINA fortsette overvåkingen av berørte bestander i Telemark og Vest-Agder skjærgården. Basert på skadeomfang og sårbarhet ønsker NINA primært å fokusere på ærfugl (den mest rammede arten). Hvis pågående analyser viser stor miljøgiftbelastning i skalldyr kan det bli aktuelt å trekke inn tjeld (beiter i de mest tilsølte områdene). Det legges opp til både bestandsregistreringer og registrering av herkomst for døde fugler. Registreringer av miljøgiftbelastning gjennomføres hvis funn i skalldyr.

Hekkebestanden av ærfugl telles hvert år fra fly. Normalt rapporteres her samlede bestander fra hvert enkelt fylke på kyststrekningen mellom Østfold og Vest-Agder. Tellingene er imidlertid delt opp i mindre delområder (ett delområde dekker for eksempel Stråholmen og Stråholmstein), og det er en ønskelig med en mer detaljert analyse av dette datamaterialet for Telemark. Effekten av

oljeutslippene på relevante verneområder for sjøfugl vil også bli analysert. Relevante kontrollområder vil bli plukket ut. Dette arbeidet gjennomføres i perioden 2009-2013.

Det legges opp til en gjennomgang og analyse av innsamlede sjøfugler (primært ærfugl, eventuelle andre arter avgjøres på et senere tidspunkt). Dette for å registrere totalt skadeomfang og herkomst for berørte bestander.

## 3.6.2 De enkelte delundersøkelsene

### 3.6.2.1 Kartlegging av sjøfugl i influensområdet på skadetidspunkt, og estimering av øyeblikkelig skadeomfang

Tellinger ble igangsatt i dagene etter oljeutslippet og det forutsettes at disse er av tilstrekkelig kvalitet og omfang, og at materialet er på tilstrekkelig form for analysene. Arbeidsomfang for dette delprosjektet er fra NINAs side estimert til 4 ukesverk, inkl. nødvendig tilrettelegging av data. Det legges her opp til et nært samarbeide med SNO og Norsk ornitologisk forening, NOF

NOF gjennomførte totaltellinger fra båt av oljeskadde og friske fugler 10.08 og 20.08, samt minst 2 helikoptertellinger over et større område. I tillegg er det foretatt daglige tellinger i delområder i perioden 5-10.08. Totaltellingene har dekket hele kystavsnittet fra Langesund og ned tom. Kragerø. I tillegg til dette foreligger noe data fra loggene hos fuglestasjonene på Jomfruland og Mølen som det tas sikte på å hente ut, samt data som ble innsamlet av NOFs fangstmannskaper under innfangingsrundene. NOF besitter også loggføringsdata på innsamlede døde og levende fugler og merkedata på alle rehabiliterte fugler. I tillegg til dette er det samlet inn en god del data fra NOFs medlemmer. Deler av alt dette er lagt inn i Artsobservasjoner, men det meste trenger en gjennomgang av personer som kjenner til omstendighetene. NOFs kostnader ift datainnsamling så langt er inkludert i budsjettet.

### 3.6.2.2 Overvåking av langtidseffektene på berørte hekkebestander og verneområder for sjøfugl

Datainnsamling (Telemark) foretas hovedsakelig gjennom Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl og SEAPOP, men det vil sannsynligvis være nødvendig med mer detaljert datainnsamling på enkelte lokaliteter (herunder verneområder som ikke inngår i overvåkingsprogrammet), samt i Vestfold og Aust-Agder. Data fra Vest-Agder brukes (om mulig) som referansemateriale. Det vil også være nødvendig med en mer fullstendig analyse av materialet enn det som gjøres i overvåkingsprogrammet. Delundersøkelsen fokuserer på ærfugl, men skadeomfang på teist, tjeld og måker vil også bli vurdert.

### 3.6.2.3 Herkomstanalyser

Arbeidet omfatter innsamling og prøvetaking av innsamlede døde fugler for å verifisere herkomst og kartlegge skadeomfang for berørte bestander (og individer). I tillegg vil det bli kjørt en analyse av ringmerkede fugler (se under). Undersøkelsen fordrer at det innsamlede materialet er tilstrekkelig merket og av tilstrekkelig omfang. Verifisering av herkomst skjer vha biometriske analyser men det vil også bli samlet genetiske prøver for en planlagt DNA kartlegging av ærfugl innenfor utbredelsesområdet. Det vil tas prøver av ærfugl for eventuelle framtidige miljøgifanalyser (se 3.4). Prøvene tas kostnadsfritt og materialet lagres frosset i påvente av om de skal analyseres. Budsjettet forutsetter at fuglene leveres NINA Trondheim. NINA vil eventuelt foreta en utvelgelse av fugl for undersøkelser hvis det viser seg at det kommer inn store mengder.

Herkomst av oljedrepte ærfugler kan fastslås ved å analysere ringmerkingsgjenfunn av fugler ringmerket i Norge og utlandet. Dette materialet er tilgjengelig på digital form. Gjenfunn av fugler ringmerket i Norge er administrert av Stavanger Museum, mens gjenfunnene av fugler ringmerket i utlandet og gjenfunnet langs norskekysten, administreres av den europeiske ringmerkingssentralen

EURING. Alt materiale fra Norge og utlandet vil være tilgjengelig for analysen. Alle tilgjengelige gjenfunn av ærfugl ringmerket i Norge og utlandet eksporteres ut fra sine respektive databaser og behandles i et geografisk informasjonssystem (ArcView 3.3). Det finnes allerede utviklet skreddersydd programvare som gjør det enkelt å analysere ringmerkingsdataene og lage kartpresentasjoner.

#### 3.6.2.4 Miljøgiftbelastning hos hekkende ærfugl og tjeld

***Denne undersøkelsen er kun aktuell hvis man finner store mengder miljøgifter i skalldyr (se Sjømatprøver, pkt. 3.7).***

Det tas prøver av innsamlede ærfugl (se 3.3) for analyse av miljøgiftbelastning (PAH, en viktig komponent i oljen som slapp ut). Disse prøvene sammenlignes med prøver som innsamles i hekkeperioden for ærfugl og tjeld i 2009-2013. Det tas årlig sikte på å samle inn 20 prøver fra hver art. Tjeld en beiter i fjæresonen på mange av lokalitetene som ble sterkt tilsølte av olje. Det er ønskelig å følge belastningen på denne arten spesielt, også i form av langtids overlevelse. For å gjennomføre dette vil voksne hekkefugler bli fargemerket. Det antas at denne undersøkelsen kan koordineres med NIVAs innsamling av blåskjell. Behovet for å samle inn prøver for ytterligere analyser av miljøgifter vil bli evaluert etter 2011-sesongen.

## *3.7 Sjømatprøver*

I området som er forurenset etter oljeutslippet fra Full City er det tett med hytter og fritidsbåter. Å fiske, sanke blåskjell og lyse etter krabber er naturlige fritidsaktiviteter i dette området. For slik fiske og fangst er det fisker eller konsument som selv må ta ansvaret for at maten er trygg. Til hjelp utarbeider Mattilsynet råd til publikum om forurensede områder. Mattilsynet har gitt råd om å begrense inntaket av skjell, snegler og krabber i det området der det har vært observert oljeforurensing inntil det er foretatt analyser som viser trygge nivå.

I Mattilsynet har man kommet til at det finnes liten kunnskap om hvordan uønskede stoffer forbundet med olje kan entre næringskjeden og fordeler seg i næringskjeden/trofisk nivå over tid. Man er bekymret for at en veldig tidlig prøvetaking ikke vil gi et godt bilde av fare-situasjonen når det gjelder mattrygghetSlike uønskede stoffer i olje antas enten å løses ut av oljen og komme inn i næringskjeden via vannet til filtrerende organismer eller eventuelt tas opp av mikroorganismer som beiter på oljen.
Man er også usikker på hvor lang tid det eventuelt vil ta før slike uønskede stoffer er redusert i en organisme som ikke har systemer for avgiftning, men antar at prøvetaking ett år etter hendelsen mest sannsynlig vil vise nivå som er redusert ift maksimumsnivåer etter et utslipp.

Vi vet også lite om hvordan uønskede stoffer tilført fra oljen vil fordele seg i området. Prøvetakingsstedet vil derfor også være viktig. Mest sannsynlig vil blåskjell være den sjømaten som akkumulerer mest og raskest. Det aktuelle området et viktig rekreasjons- og friluftsområde der selvfangst av skjell til konsum er utbredt. Å innhente informasjon om blåskjell bør derfor prioriteres høyest. Det bør være en overvåking av skjellene over tid. Dagens to prøvestasjoner som inngår er i det aller mest påvirka området, noen flere blåskjellstasjoner bør planlegges hvis det påvises høye konsentrasjoner av oljekomponenter.

Da prøvene av marin fisk i akuttfasen ikke viser unormalt høye verdier av giftstoffer mener man det ikke er nødvendig å overvåke nivået i disse. Undersøkelsene bør derfor heller omfatte bunnlevende

filtrerende organismer (skjell), krepsdyr (hummer og reke) samt anadrom fisk (sjøørret) som dels beiter i-, dels må gjennom eksponert strandhabitat for å komme til gyteelvene.

### 3.7.1 Forslag til overvåking av blåskjell

Vi foreslår at det tas prøver av blåskjell til analyser av PAH hver 3. måned i ett år fra stasjonene i Larvik, Kragerø og Risør. Det er kun anlegget i Risør i vest som er kommersielt. De øvrige er stasjoner prøvetas til blåskjellvarslet og er begrenset til sommerhalvåret. Prøvetakingen skal koordineres med prøvetakingen av sjømattrygghet som NIFES og Fiskeridirektoratet skal utføre.

Hvis vi finner høye nivå i skjell, bør det vurderes om også neste trofiske nivå bør undersøkes, dvs hummer og/eller krabbe.

**Reker**
Reker er en detritus- og alteter som i prinsippet kan tenkes å spise råoljekomponenter som har sunket eller er transportert til større dyp (>50m). Hos reker som ble tilbudt fôr med vannløselig komponent fra råolje , fant en igjen aromatiske hydrokarboner i hepatopancreas (fordøyelseskjertel), men i liten grad i muskulatur (Moles, 1999). En samleprøve av reker fra reketråling i området bør analyseres for miljøgifter som kan stamme fra Full City forliset.

**Hummer**
Hummer er en bunnlevende og langtlivet krepsdyr som er målet for et høyt betalt kommersielt fiskeri samt fritidsfiske. I Lillesand finnes et kommersielt hummeranlegg og en samleprøve fra dette anlegget bør analyseres for miljøgifter som kan stamme fra Full City forliset.

**Sjøørret**
Sjøørret lagrer fett i muslulatur og er en rovfisk på et forholdsvis høyt trofisk nivå, samt er mer knyttet til strandsonen og eksponerte lokaliteter enn marin fisk. Den kan dermed være en hensiktsmessig indikator på bioakkumulering. Sjøørret er også forholdsvis stasjonær, og det bør derfor være velegnet til å sstudere effektene av forliset på strandnære fiskearter. En av samleprøve av sjøørret fanget i strandnoten i nærheten av Åbyelva /Steinvika i bør analyseres for miljøgifter som kan stamme fra Full City forliset.

## *3.8 Konsekvenser for Friluftsliv og reiseliv*

### 3.8.1 Målsetninger

- Delprosjektet skal skaffe kunnskap om eventuelle endringer i bruk av friluftsområder og i utøvelse av forskjellige typer friluftslivsaktiviteter som konsekvens av Full City ulykken.
- Delprosjektet skal skaffe kunnskap om eventuelle endringer i besøkstall i reiselivsbedrifter og omsetning i næringsvirksomhet som berører friluftslivs- og reiselivsmarkedet.
- Studien skal også undersøke hvilket bilde som skapes i media, og hvordan dette påvirker både fastboende og tilreisendes vurdering av og opplevelse av friluftslivsmulighetene i området for å kunne koble bruken med de økonomiske konsekvensene

### 3.8.2 Metode

- Brukerundersøkelse (survey)
- Casestudier med utgangspunkt i aktuelle lokaliteter og friluftsaktiviteter. Telefonintervjuer med utvalgte ressurspersoner inngår.

- Analyse av besøks- og omsetningstall i et utvalg av bedrifter
- Medieundersøkelse

### 3.8.3 Tidsrammer

- Høsten 2009: Forprosjekt i form av casestudier og intervjurunder
- 2010-2014: Brukerundersøkelse (survey), reiselivsstudie, studie av økonomiske konsekvenser, oppfølging av casestudier
- Prosjektet avsluttes før 2014 dersom konklusjonen underveis blir at det ikke lenger foreligger noen konsekvenser av oljeutslippet.

### 3.8.4 Forprosjekt friluftsliv og reiseliv(2009)

Formålet er å kartlegge kortsiktige virkninger av oljeutslippet med utgangspunkt i fire utvalgte friluftslivslokaliteter med påslag av olje: Jomfruland, Steinsvika, Krogshamn, Helgeroa/Mølen.

#### 3.8.4.1 Målsetninger og leveranser- Forprosjektet

- Forprosjektet skal oppsummeres i en NINA-rapport i løpet av våren 2010.
- Et hovedmål med forprosjektet er å arbeide fram et kunnskapsgrunnlag for kunne etablere en referansesituasjon (før-situasjon), spesielt med henblikk på gjennomføring av brukerundersøkelsen, reiselivsundersøkelse og studie av økonomiske konsekvenser. Det foreligger i liten grad en tallfestet kunnskap om friluftslivsbruken før oljeutslippet. Referansesituasjonen må derfor etableres gjennom en delvis skjønnsmessig vurdering.
- Et annet hovedmål er å identifisere de mest aktuelle lokalitetene og brukergruppene med tanke på friluftsliv, samt å få innblikk i eventuelle endring i bruk av lokalitetene og i utøvelse av ulike typer friluftslivsaktiviteter
- En tredje målsetning med forprosjektet er å skaffe kunnskap om i hvilken utstrekning friluftslivsutøvelse, reiseliv og annen handelsnæring påvirkes av oljeforurensningen ved:
    a. måter risikobildet i forbindelse med oljeforurensing formidles på i media, både akutt og over tid.
    b. meningsdanningsprosesser som finner sted på bakgrunn av ulike aktørers opplevelser og vurderinger av oljeutslippet som hendelse.

#### 3.8.4.2 Metode

- Geografisk avgresning til kommunene Kragerø, Bamble og Larvik
- Telefonintervjuer (okt.-nov. 2009) med:
    a. representanter for Statens Naturoppsyn, Fylkesmennene i Telemark og Vestfold og de tre kommunene
    b. representanter for relevante lag og foreninger (kajakk-klubb, seilerforeninger, båtforeninger, hytteforeninger, turlag, kystlag m.fl.)
    c. andre aktuelle ressurspersoner lokalt
    d. et utvalg reiselivs- og handelsbedrifter med tilknytning til friluftslivs- og reiselivsmarkedet.
- Befaringer på de fire lokalitetene Jomfruland, Steinsvika, Krogshamn og Helgeroa/Mølen august 2009 og oktober 2009..
- Analyse av mediedekning og mediekommunikasjon rettet mot publikum/brukere og kommersielle aktører.

### 3.8.5 Friluftslivsundersøkelse (2010 - 2014)

En spørreundersøkelse skal foretas blant ulike typer friluftslivsutøvere innenfor kommunene Kragerø, Bamble og Larvik. Undersøkelsen skal gjennomføres første gang i august 2010. Dersom det fortsatt registreres effekter skal samme survey gjentas i modifisert form i 2012. Hovedtyngden av arbeidet med spørreundersøkelsen vil finne sted i 2010, ettersom det kreves betydelig større innsats ved førstegangs gjennomføring.

Hovedprosjektet vil også innebære oppfølging og rapportering av utviklingen i de fire studieområdene gjennom hele prosjektperioden.

#### 3.8.5.1 Målsetninger med brukerundersøkelsen

- Formålet med spørreundersøkelsen er å skaffe kunnskap om i hvilken utstrekning det er har funnet sted noen endringer når det gjelder:
    a. bruken av de fire spesifiserte lokalitetene
    b. mønstre i utøvelse av forskjellige friluftslivsaktiviteter
    c. holdninger til oljeforurensning.

#### 3.8.5.2 Metode - brukerundersøkelsen

- Undersøkelsen må representere det spekteret av brukere og aktiviteter som forprosjektet vil avdekke. Størrelsen på utvalget er derfor delvis avhengig konklusjonene som springer ut av forprosjektet. For å sikre oss og nå tilstrekkelig mange campinggjester, båtfolk og hyttefolk må vi i tillegg gjøre et delutvalg via eiendomsregistere og medlemslister i foreninger.
- Delvis avhengig av påkrevd størrelse på utvalget vil spørreundersøkelsen enten gjennomføres postalt eller via internett. I det siste tilfellet verves respondenter over telefon før de mottar internettlink til spørreskjema via e-post.
- Kunnskapsgrunnlaget fra casestudiene vil benyttes i utforming av survey og som et viktig hjelpemiddel i analysen av dataene fra spørreundersøkelsen.

### 3.8.6 Reiselivsundersøkelse (2010 – 2014)

En reiselivsundersøkelse skal gjennomføres for hele influensområdet, samt i valgte referansekommuner.

#### 3.8.6.1 Målsetninger

- Formålet er å undersøke om det har funnet sted endringer i kommersiell trafikk i ulike reiselivsbedrifter i etterkant av oljeutslippet.
- Undersøkelsen skal søke å finne svar på i hvilken grad eventuelle trafikkendringer kan tilskrives ”Full City”-ulykken.
- Reiselivssegmentet vil bli behandlet som en egen del i medieanalysen for å oppnå innsikt i hva slags risikobilde med relevans for aktuelle næringer som formidles av hvem på kort og lang sikt.

#### 3.8.6.2 Metode

- Analyse av overnattingsstatistikk og næringsøkonomisk statistikk fra SSB før og etter ”Full City”-ulykken.
- Analyse av handelsstatistikk før og etter ”Full City”-ulykken.
- Informasjonsinnhenting fra utvalgte reiselivs- og handelsbedrifter for datasupplement og for å justere tolking av statistiske data og deres relevans for ”Full City”-ulykken.
- Det vil være et samarbeid med brukerundersøkelsen når det gjelder innhenting og bruk av data.

- Reiselivsundersøkelsen skal foretas første halvår 2010, og i modifisert form gjentas i 2011, og i 2013 dersom det fortsatt registreres effekter.

### 3.8.7 Økonomiske konsekvenser (2009 – 2013)

Denne delen av prosjektet skal kartlegge økonomiske konsekvenser for reiselivsnæringen, og annen næringsvirksomhet som direkte eller indirekte er berørt av eventuelle endringer i utøvelse av friluftsliv, hytte- og båtliv og aktivitet i reiselivsnæringen.

#### *3.8.7.1.1 Målsetninger*

Kartlegge utvikling i omsetning i friluftslivs- og reiselivsrelatert næringsvirksomhet og vurdere i hvilken utstrekning dette kan tilskrives ”Full City”-ulykken.

#### *3.8.7.1.2 Metode*

- Analyse av økonomiske nøkkeltall, basert på regnskapsdata fra Brønnøysund-registrene (regnskapstall for 2009 vil ikke foreligge før medio 2010) i et utvalg av bedrifter innen:
    a. reiselivsnæring
    b. annen næringsvirksomhet som kan bli berørt av nedgang/endringer i friluftslivsaktivitet og reiseliv (dagligvarehandel, restauranter /kafeer, aktivitetsbedrifter, sports- og utstyrsforretninger, marinaer, gjestehavner, bensinstasjoner etc.)
- Her utvides antall kommuner i forhold til casestudiene og brukerundersøkelsen. Kommunene deles inn i 3 kategorier:
    a. Kjerneområdet: Kommunene Kragerø, Bamble, Larvik
    b. Influensområdet: Kommunene Risør og Tvedestrand
    c. Referanseområde: Kommunene Tjøme og Nøtterøy
- Arbeidet med å etablere referansesituasjonen før ”Full City”-ulykken (situasjonen i henholdsvis kjerne-, influens- og referanseområdene før ulykken) påbegynnes så snart avtale om prosjekt foreligger
- Informasjonsinnhenting fra utvalgte reiselivs- og handelsbedrifter for datasupplement og for å justere tolking av statistiske data og deres relevans for ”Full City”-ulykken vil bli påbegynt så snart avtale om prosjekt foreligger. Her vil bli brukt en blanding av bedriftsbesøk og survey (telefon / internett). Dette punktet vil supplere både reiselivsundersøkelsen og de økonomiske studiene.

# 4 Administrasjon og rapportering

Havforskningsinstituttet har ansvaret for overordnet administrasjon og rapportering av prosjektet. Kostnaden er beregnet til 230 000,- pr år, til sammen 1 150 000,-.

Alle resultater, rapporter eller uttalelser fra undersøkelsene skal forelegges Kystverket i god tid i forkant av offentliggjøring for å få tid til å innarbeide kommentarer fra Kystverket samt samordne informasjonsstrategi ved presentasjon av resultater.

**Omfanget av undersøkelsene**
Havforskningsinstituttet har et koordinerende ansvar for alle deler av miljøundersøkelsene, men de enkelte undersøkelsene gjennomføres som delprosjekter som ulike institusjoner leder. I Tabell 7 er det satt opp en oversikt over ansvarlig institusjon, delprosjektleder og relevant kontaktinformasjon.

Kystverket inngår en kontrakt med Havforskningsinstituttet som i sin tur inngår separate kontrakter med de enkelte deltagende institusjoner.

Det skal gjennomføres et årlig oppsummeringsmøte hvor resultatene evalueres. Overflødig virksomhet vil bli terminert hvis resultatene tilsier det. Hvis nye resultater avdekker behov for andre tilnærminger/undersøkelser, kan de relevante undersøkelsene bli spisset for å besvare dette.

**Tabell 7 Prosjektorganisering av miljøundersøkelsene etter forliset av M/S Full City. Delprosjektleder fra hver ansvarlig institusjon sammen med relevant kontaktinformasjon er angitt.**

| Aktivitet | Ansvarlig Institusjon | Delprosjektleder | Kontaktinfo |
|---|---|---|---|
| Koordinator | HI | Erik Olsen | Tlf: 55238606 (A), 93439256 (M), 55238531 (Faks), E-post: eriko@imr.no |
| Prosjektsekretær | HI | Anders Jelmert | Tlf: 37059052 (A), 47026565 (M) E-post : anders.jelmert@imr.no |
| 3.1.1 Sprutsonen | NINA | Odd Stabbetorp | Tlf: 73801769 (A), 91661120 (M) E-post: odd.stabbetorp@nina.no |
| 3.1.2 Tidevannssonen | HI | Fritjof Moy | Tl: 37059055 (A), E-post: moy@imr.no |
| 3.1.3 Sjøsonen | HI | Henning Steen | Tlf: 37059034 (A), E-post: henning.steen@imr.no |
| 3.1.4 Sedimentundersøkelser | NIVA | John Arthur Berge | Tlf: 22185100 (A), 908 86 787 (M) E-post: john.berge@niva.no |
| 3.2 Planteplankton, dyreplankton og vannkjemi | HI | Lars Johan Naustvoll | Tlf: 37059017 (A), E-post: larsjn@imr.no |
| 3.3 Rekruttering marin | HI | Halvor Knutsen | Tlf: 37059050 (A) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| fisk – Strandnotundersøkelser | | | E-post: halvor.knutsen@imr.no |
| 3.4 Anadrome laksefisk | NINA | Bror Jonsson | Tlf: 73801764 (A), 93466700 (M)<br>E-post: bror.jonsson@nina.no |
| 3.5 Marine pattedyr | HI | Arne Bjørge | Tlf: 22958751 (A)<br>E-post: arne.bjorge@imr.no |
| 3.6 Sjøfugl | NINA | Svein Håkon Lorentsen | Tlf: 73801461 (A), 93466770 (M)<br>E-post: shl@nina.no |
| 3.7 Sjømatprøver | Mattilsynet | Mette Kristin Lorentzen | Tlf: 55215727 (A), 41238711 (M)<br>E-post: meklo@mattilsynet.no |
| 3.8 Friluftsliv | NINA | Hogne Øian | Tlf: 73801631 (A)<br>E-post: hogne.oian@nina.no |

# 5 Litteratur


Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø., Boxaspen, K.K. & Øverland, T. 2009. Nasjonal lakselusovervåkning 2008 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. NINA Rapport 447: 1-52.

Jonsson, B., Jonsson, N., Brodtkorb, E. & Ingebrigtsen, P.-J. 2001. Life history traits of brown trout vary with the size of small streams. Functional Ecology 15: 310-317.

Jonsson, B., Muniz, I.P. & Jonsson, N. 2004. Sjøaureovervåkning langs Skagerrakkysten. Erfaringer fra et forprosjekt utført i perioden 1998-2003. NINA Minirapport 54: 1-31.

Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006. Life history effects of migratory costs in anadromous brown trout *Salmo trutta*. Journal of Fish Biology 69: 860-869.

Lorentsen, S.-H. & Christensen-Dalsgaard, S. 2009. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2008. - NINA Rapport 439. 53 s.

Lorentsen, S.-H., & Røstad, O.W. 1990. Tellinger av mytende ærfugl Somateria mollissima langs Skagerrakkysten i 1987. NINA Oppdragsmelding 44. 15 s.

Moe et al. 1999. Etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø. - SFT Veiledning 99-05, 95s.+vedl.

Moles A., 1999. Parasitism, Feeding Rate, and Hydrocarbon Uptake of Pink Shrimp *Pandalus borealis* Fed a Crude Oil Contaminated Diet Bull. Environ. Contam. Toxicol. (1999) 62:259-265

Næs, K., 1999. Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997. NIVA-rapport nr. 4066, 146s.

SFT, 1999. Etterkantundersøklser etter akutt oljeforurensning i marint miljø. SFT-rapport TA-1657/99, 95 s + vedlegg.

# 6 Budsjett 2009 – detaljert

| 3.1.1. Sprutsonen (5lokaliteter, 8 strender) | 2009 |
|---|---|
| Forberedelse og planlegging | 25 000 |
| Lønn felt | |
| Inventering | 56 000 |
| Ruteanalyser | 168 000 |
| Kost og overnatting | 21 600 |
| Feltgodtgjørelse | 16 000 |
| Bilgodtgjørelse | 4 500 |
| Båttransport | 3 000 |
| Deltagelse i møter | 15 000 |
| Arbeidsklær | 3 000 |
| Forbruksmateriell | 10 000 |
| Digitalisering og dataanalyse | 100 000 |
| Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **462 100** |

| 3.1.2 Tidevannsonen (15 stasjoner) | |
|---|---|
| Aktivitet | |
| Feltarbeid 2 personer (timer + kostdøgn) | 120 000 |
| Båtleie (6 dager) | 12 000 |
| Reise (timer + NIVA-bil) | 15 000 |
| Mob/demob | 8 000 |
| Labanalyse | 15 000 |
| Dataanalyse | 15 000 |
| Administrasjon og Rapportbidrag | 40 000 |
| **SUM eks mva** | **225 000** |

| 3.1.3 Sjøsonen | |
|---|---|
| **Aktivitet** | **Sum** |
| Feltinnsamling (utsetting og innsamling, 2 personer uten dykking) | 150 000 |
| Videoundersøkelser ålegress, feltarbeid | 240 000 |
| Reise | 20 000 |
| Mob/demob, utvelgelse av stasjoner | 10 000 |
| Utstyrsleie | 5 000 |
| Labanalyse | 300 000 |
| Dataanalyse | 20 000 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **785 000** |

| 3.1.4 sedimentundersøkelser - 15 strender, 90 prøver | |
|---|---|
| Feltarbeide | 113 527 |
| Analyser | 665 749 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **819 276** |

| 3.2 Planktonundersøkelser | |
|---|---|
| Kostnader feltarbeid (Båt + mannskap, 1 arbeidsdag) | 0 |
| Analyser kjemi (2 dyp, 6 stasjoner, 2 parameter) | 4 000 |
| Planteplankton (6 stasjoner, 1 dyp) | 9 000 |
| Klorofyll a (6 stasjoner, 2 dyp) | 2 500 |
| Bakterier (6 stasjoner, 1 dyp) | 8 500 |
| Dyreplankton (6 stasjoner) | 12 000 |
| Forbruksmateriale | 4 000 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Totalt (eks mva)** | **80 000** |

| 3.3 Marin fisk | |
|---|---|
| Ny strandnot | 40 000 |
| Arbeidsinnsats og fartøytid | 25 000 |
| **Sum** | **65 000** |

| 3.4 Anadrom laksefisk kun Åbyelva | |
|---|---|
| Administrasjon og rapport | 40 000 |
| Reiser, opphold, utstyr, felt etc. | 30 000 |
| Lønn | 100 000 |

| | |
|---|---|
| **Totalt** | **170 000** |

| | |
|---|---|
| **3.5 Sjøpattedyr** | |
| Analyse og rapportering | 40 000 |

| | |
|---|---|
| **3.6 Sjøfugl** | |
| **Kartlegging og skadeomfang** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | 225 000 |
| **Langtidseffekter hekkebestander** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | |
| Kostnader datainnsamling (NOF) | 165 000 |
| **Innsamlede fugler** | |
| Kostnader prøvetaking (lab) | 275 000 |
| Lønn databearbeiding/rapportering | 100 000 |
| **Miljøgiftbelastning ***** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | |
| Innsamling av prøver og merking av tjeld | |
| Analyser av miljøgifter | 100 000 |
| **Sum Sjøfugl** | **865 000** |

| | |
|---|---|
| **3.7 Sjømatprøver** | |
| Prøvetaking og analyser av blåskjell og strandsnegl | 180 000 |
| Prøvetaking og analyse av oppdrettsfisk (samleprøve) | 10 000 |
| Prøvetaking og analyse av reker (samleprøve) | 10 000 |
| Prøvetaking og analyse av hummer (anlegg v. Lillesand) | 10 000 |
| Prøvetaking av blåskjellanlegg (samleprøve) | 10 000 |
| **Sum** | **220 000** |

| | |
|---|---|
| **3.8 Friluftsliv og reiseliv** | |
| **Friluftslive og reiselivsundersøkelser - bruk** | |
| Forarbeid til befaring | 15 000 |
| Befaring | 30 000 |
| Etterarbeid befaring | 15 000 |
| Administrasjon | 20 000 |
| Ny prosjektskisse | 20 000 |
| Telefonintervjuer | 20 000 |
| Forarbeid feltstudie | 20 000 |
| Intervjuer på sted | 30 000 |
| Analyse av data | 20 000 |
| Møte i Trondheim | 25 000 |
| Rapportering | 40 000 |
| Medieanalyse | 80 000 |
| Befaring (august): | |
| - Reise | 5 000 |
| - Overnatting | 4 500 |
| - Kost | 2 500 |
| Intervjurunde (september): | |
| - Reise | 4 000 |
| - Overnatting | 2 500 |
| - Kost | 1 500 |
| Møte Trondheim: | |
| - Reise | 6 000 |
| - Kost | 1 500 |
| Avisabonnement | 15 000 |
| | |
| **Økonomiske analyser, friluftsliv og reiseliv** | |
| Notat om SSB-tall for befolkning, næring, med mer | 50 000 |
| Case-studier. Intervjuer i et utvalg bedrifter | 150 000 |
| Reiser inkl. overnatting og diett | 50 000 |
| **Sum Friluftsliv og reiseliv** | **627 500** |

| | |
|---|---|
| **Prosjektledelse** | |
| Timer | 200 000 |
| Reiser | 30 000 |
| **Sum** | **230 000** |
| **3.1.1. Sprutsonen (5lokaliteter, 8 strender)** | **2009** |
| Forberedelse og planlegging | 25 000 |
| Lønn felt | |
| Inventering | 56 000 |
| Ruteanalyser | 168 000 |

| | |
|---|---|
| Kost og overnatting | 21 600 |
| Feltgodtgjørelse | 16 000 |
| Bilgodtgjørelse | 4 500 |
| Båttransport | 3 000 |
| Deltagelse i møter | 15 000 |
| Arbeidsklær | 3 000 |
| Forbruksmateriell | 10 000 |
| Digitalisering og dataanalyse | 100 000 |
| Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **462 100** |

| **3.1.2 Tidevannsonen (15 stasjoner)** | |
|---|---|
| Aktivitet | |
| Feltarbeid 2 personer (timer + kostdøgn) | 120 000 |
| Båtleie (6 dager) | 12 000 |
| Reise (timer + NIVA-bil) | 15 000 |
| Mob/demob | 8 000 |
| Labanalyse | 15 000 |
| Dataanalyse | 15 000 |
| Administrasjon og Rapportbidrag | 40 000 |
| **SUM eks mva** | **225 000** |

| **3.1.3 Sjøsonen** | |
|---|---|
| **Aktivitet** | |
| Feltinnsamling (utsetting og innsamling, 2 personer uten dykking) | 150 000 |
| Videoundersøkelser ålegress, feltarbeid | 240 000 |
| Reise | 20 000 |
| Mob/demob, utvelgelse av stasjoner | 10 000 |
| Utstyrsleie | 5 000 |
| Labanalyse | 300 000 |
| Dataanalyse | 20 000 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **785 000** |

| **3.1.4 sedimentundersøkelser - 15 strender, 90 prøver** | |
|---|---|
| Feltarbeide | 113 527 |
| Analyser | 665 749 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Sum** | **819 276** |

| **3.2 Planktonundersøkelser** | |
|---|---|
| Kostnader feltarbeid (Båt + mannskap, 1 arbeidsdag) | 0 |
| Analyser kjemi (2 dyp, 6 stasjoner, 2 parameter) | 4 000 |
| Planteplankton (6 stasjoner, 1 dyp) | 9 000 |
| Klorofyll a (6 stasjoner, 2 dyp) | 2 500 |
| Bakterier (6 stasjoner, 1 dyp) | 8 500 |
| Dyreplankton (6 stasjoner) | 12 000 |
| Forbruksmateriale | 4 000 |
| Administrasjon og Rapportering | 40 000 |
| **Totalt (eks mva)** | **80 000** |

| **3.3 Marin fisk** | |
|---|---|
| Ny strandnot | 40 000 |
| Arbeidsinnsats og fartøytid | 25 000 |
| **Sum** | **65 000** |

| **3.4 Anadrom laksefisk kun Åbyelva** | |
|---|---|
| Administrasjon og rapport | 40 000 |
| Reiser, opphold, utstyr, felt etc. | 30 000 |
| Lønn | 100 000 |
| **Totalt** | **170 000** |

| **3.5 Sjøpattedyr** | |
|---|---|
| Analyse og rapportering | 40 000 |

| **3.6 Sjøfugl** | |
|---|---|
| **Kartlegging og skadeomfang** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | 225 000 |
| **Langtidseffekter hekkebestander** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | |

| | |
|---|---|
| Kostnader datainnsamling (NOF) | |
| **Innsamlede fugler** | |
| Kostnader prøvetaking (lab) | 275 000 |
| Lønn databearbeiding/rapportering | 100 000 |
| **Miljøgiftbelastning ***** | |
| Lønn databearbeiding/rapportering | |
| Innsamling av prøver og merking av tjeld | |
| Analyser av miljøgifter | 100 000 |
| **Sum Sjøfugl** | **700 000** |

| **3.7 Sjømatprøver** | |
|---|---|
| Prøvetaking og analyser av blåskjell og strandsnegl | 180 000 |
| Prøvetaking og analyse av oppdrettsfisk (samleprøve) | 10 000 |
| Prøvetaking og analyse av reker (samleprøve) | 10 000 |
| Prøvetaking og analyse av hummer (anlegg v. Lillesand) | 10 000 |
| Prøvetaking av blåskjellanlegg (samleprøve) | 10 000 |
| **Sum** | **220 000** |

| **3.8 Friluftsliv og reiseliv** | |
|---|---|
| **Friluftslive og reiselivsundersøkelser - bruk** | |
| Forarbeid til befaring | 15 000 |
| Befaring | 30 000 |
| Etterarbeid befaring | 15 000 |
| Administrasjon | 20 000 |
| Ny prosjektskisse | 20 000 |
| Telefonintervjuer | 20 000 |
| Forarbeid feltstudie | 20 000 |
| Intervjuer på sted | 30 000 |
| Analyse av data | 20 000 |
| Møte i Trondheim | 25 000 |
| Rapportering | 40 000 |
| Medieanalyse | 80 000 |
| Befaring (august): | |
| - Reise | 5 000 |
| - Overnatting | 4 500 |
| - Kost | 2 500 |
| Intervjurunde (september): | |
| - Reise | 4 000 |
| - Overnatting | 2 500 |
| - Kost | 1 500 |
| Møte Trondheim: | |
| - Reise | 6 000 |
| - Kost | 1 500 |
| Avisabonnement | 15 000 |
| | |
| **Økonomiske analyser, friluftsliv og reiseliv** | |
| Notat om SSB-tall for befolkning, næring, med mer | 50 000 |
| Case-studier. Intervjuer i et utvalg bedrifter | 150 000 |
| Reiser inkl. overnatting og diett | 50 000 |
| **Sum Friluftsliv og reiseliv** | **627 500** |

| **Prosjektledelse** | |
|---|---|
| Timer | 200 000 |
| Reiser | 30 000 |
| **Sum** | **230 000** |

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# Oppfølgingsundersøkelse av forurensning i blåskjell ved lasteskipet ”Full City” – Rapport 3

Rapport utarbeidet på oppdrag for Kystverket

KYSTVERKET

08.06.2010

foto: Henning Steen

Havforskningsinstituttet

# PROSJEKTRAPPORT

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

| Tromsø | Flødevigen | Austevoll | Matre |
|---|---|---|---|
| 9294 TROMSØ | 4817 HIS | 5392 STOREBØ | 5984 MATREDAL |
| Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 37 05 90 00 | Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 55 23 85 00 |
| Fax 77 60 97 01 | Fax 37 05 90 01 | Fax 56 18 22 22 | Fax 56 36 75 85 |


**Distribusjon:**
Åpen

**HI-prosjektnr.:**
13044

**Oppdragsgiver(e):**
Kystverket

**Oppdragsgivers referanse:**
Kontrakt Kystverket

**Dato:**
08.06.2010

**Program:**
Olje-Fisk

**Forskningsgruppe:**
429 Marin Miljøkvalitet

**Antall sider totalt: 15**

**Rapport:**
Oppfølgingsundersøkelser av marint miljø ved lasteskipet ”Full City”

**Nr. - År**
2010

**Tittel (norsk/engelsk):**
Oppfølgingsundersøkelse av forurensning i blåskjell ved lasteskipet ”Full City” – Rapport 3

**Forfatter(e):**
S. Boitsov
H. Steen
J. Klungsøyr

**Sammendrag (norsk):**

Havforskningsinstituttet har gjennomført nye målinger av oljeforurensning og PAH i blåskjell fra området rundt det havarerte lasteskipet ”Full City” og andre områder langs kysten av Aust-Agder, Telemark og Vestfold. Det er funnet betydelig nedgang i nivåer av oljekomponenter i blåskjell sammenlignet med tidligere undersøkelser, og forurensningssituasjon i oljepåvirket område kan regnes som ubetydelig. Nivåer av PAH i blåskjell fra Vestfold og de fleste stedene i Aust-Agder er også lave. Det er imidlertid funnet litt forhøyete nivåer av PAH på 3 lokaliteter i Aust-Agder og Telemark, også vist ved forrige undersøkelse. Dette skyldes mest sannsynlig ukjente lokale kilder og er ikke relatert til oljeutslippet fra ”Full City”.

**Summary (English):**
Institute of Marine Research has carried out new measurements of oil contamination and PAH in mussels in the area of the wrecked cargo vessel “Full City” as well as other locations along the coast of Aust-Agder, Telemark and Vestfold. The levels of contaminants in mussels from the oil-contaminated area around the shipwreck are significantly reduced compared to earlier measurements, and can now be considered as very low. The levels of PAH in mussels from Vestfold and nearly all locations in Aust-Agder are also low. There are still elevated levels of some PAH in mussels from 3 locations in Aust-Agder and Telemark, also shown in previous measurements at the same locations. This is most probably due to unknown local sources and is not related to the oil spill from “Full City”.

| Emneord (norsk): | Subject heading (English): |
|---|---|
| **1.** Miljøgifter | **1.** Contaminants |
| **2.** “Full City” | **2.** “Full City” |
| **3.** Blåskjell | **3.** Mussels |

# 1. Beskrivelse av utført arbeid

Lasteskipet "Full City" grunnstøtte ved Såstein øy utenfor Langesund i Telemark den 31.juli 2009. Kystverket har beregnet at ca. 200 tonn tungolje har lekket ut fra havaristen. Havforskningsinstituttet (HI) utførte på oppdrag fra Kystverket en undersøkelse av oljeforurensningen ved havaristen i august 2009, og en oppfølgingsundersøkelse i desember 2009. Resultatene viste at oljeforurensningen i miljøet rundt skipet var minket i desember sammenlignet med august. Forurensningsnivåene i blåskjell var imidlertid fortsatt høyere enn normalt, selv om de også var sterkt redusert siden august 2009. Det var nivåer av aromatiske hydrokarboner (PAH/NPD) som var fortsatt forhøyet i blåskjell i desember 2009. Disse miljøgiftene kan stamme fra både olje og andre kilder, og de høye nivåene ble funnet både i oljepåvirket område og i referanseområdene langs kysten av Aust-Agder og Telemark. Det ble besluttet å gjennomføre en ny oppfølging av blåskjell i området påvirket av oljen fra "Full City", og ta flere prøver av blåskjell fra andre steder langs kysten i Aust-Agder, Telemark og Vestfold for å få et mer helhetlig bilde på den generelle forurensningsbelastningen av NPD/PAH i disse kystområdene. Resultatene av oppfølgingsarbeidet presenteres i denne rapporten.

Prøvetakingen ble påbegynt 27.mars og fullført 11.april 2010. Det ble tatt blåskjell ved 21 lokaliteter, og dette utgjorde en økning på 11 lokaliteter sammenlignet med prøvetakingen desember 2009. Blåskjellprøver ble innsamlet fra 7 lokaliteter i området i Telemark som hadde vært tilgriset av olje fra havaristen siden 31.juli, og fra 14 referansestasjoner i Aust-Agder, Telemark og Vestfold, se Tabell 1 og Fig. 1. Blåskjell ble tatt fra overflaten (0,1-1,5 m avhengig av vannstand, tilsvarende minimum 0,2 m dyp ved normal vannstand). Blåskjellene var mellom 45 og 85 mm i skallbredden og det ble tatt samleprøver på minst 50 individ på hver stasjon. Blåskjellene ble innsamlet med rive eller hånd og plassert i lokalt sjøvann i en metallbøtte for 24-96 timer for at skjellene skulle få tømt mage/tarm for innhold. Innmaten ble deretter tatt ut, plassert i glass, merket og fryst ned. Detaljert beskrivelse av prøver og koordinater for prøvetakingen er gitt i Tabell 1. Prøvetakingsstasjonene er også vist på kart i Figur 1.

Prøvene ble sendt i frossen tilstand til HI for analyser og mottatt på kjemilaboratoriet 16.april 2009. HI analyserte blåskjell innmat på innhold av naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer (NPD) som er gode indikatorkomponenter for oljeforurensning, og for andre utvalgte polyaromatiske hydrokarboner (PAH). Analysene ble påbegynt 19.april 2010. Analyseresultatene på innholdet av NPD og PAH i sjømatprøvene ble også overlevert til Mattilsynet og Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) for vurdering av mattrygghet. Vurderingen til NIFES er gitt i Vedlegg 2.

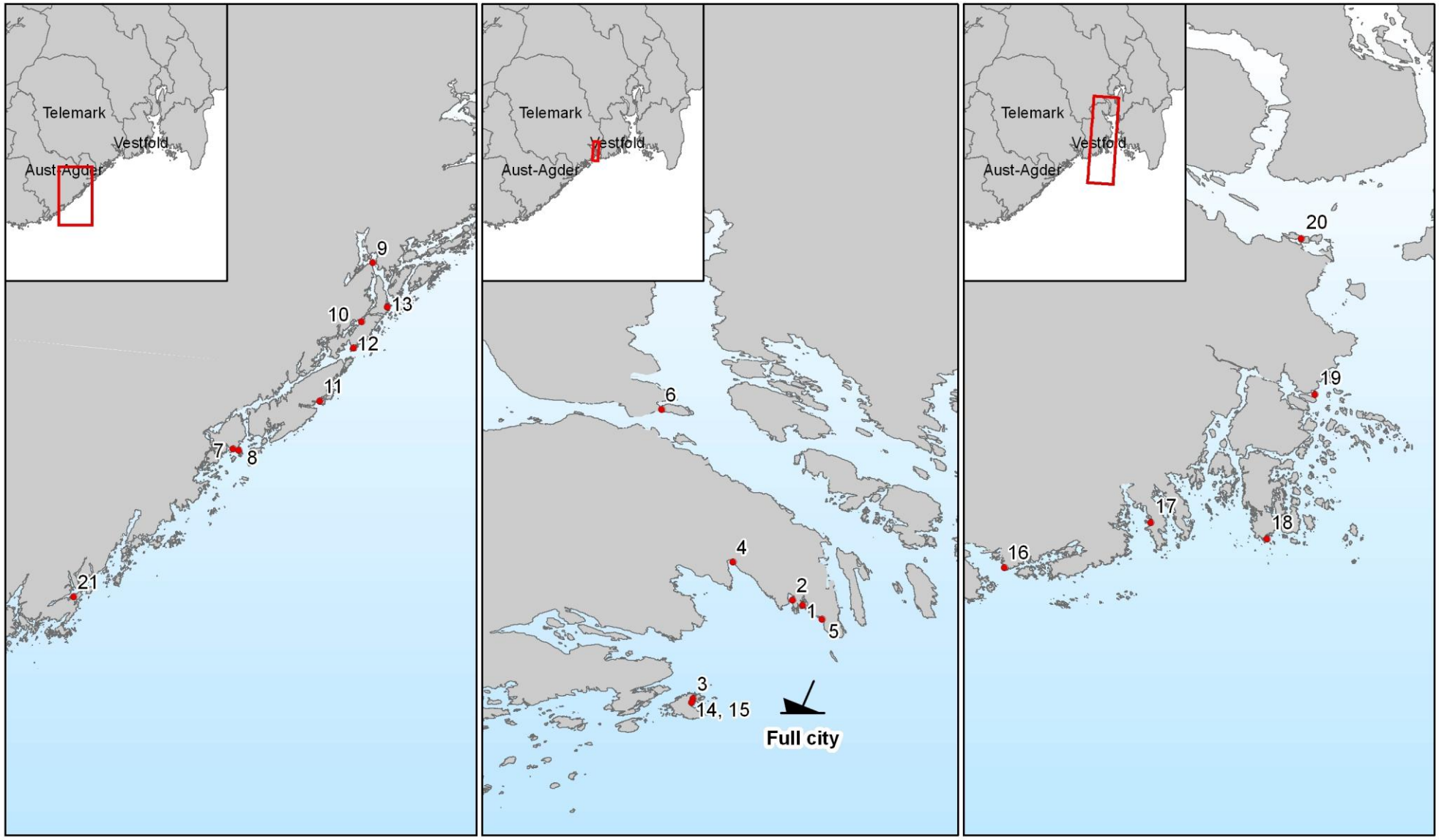
**<u>Medarbeidere:</u>**

*Prøvetaking*: Henning Steen, Kate Enersen, Anders Jelmert, Frithjof Moy.

*Prøveopparbeiding og analyser*: Grethe Tveit, Kjell Westrheim.

*Kart:* Elin Hjelset.

*Koordinering av arbeidet og rapportering*: Stepan Boitsov, Henning Steen, Jarle Klungsøyr.




Figur 1. Lokaliteter for prøvetaking ved ”Full City” i mars-april 2010.

Tabell 1. Posisjoner og beskrivelser av lokaliteter og prøvetaking mars-april 2010.

| Stasjon | Område | Tidligere prøvetaking | Posisjon | | Dato for prøve-taking |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Lengdegrader | Breddegrader | |
| ***Telemark*** | | | | | |
| St.1 Langesund bad | Oljepåvirket | 08.2009, 12.2009 | 58º59.806N | 9º44.447E | 04.04 |
| St.2 Krogshavn | Oljepåvirket | 12.2009 | 58º59.898N | 9º44.273E | 03.04 |
| St.3 Såstein | Oljepåvirket | 12.2009 | 58º58.218N | 9º42.577E | 11.04 |
| St.4 Sandvika | Oljepåvirket | 12.2009 | 59º00.550N | 9º43.255E | 02.04 |
| St.5 Steinvika | Oljepåvirket | 12.2009 | 58º59.571N | 9º44.777E | 04.04 |
| St.14 Såstein | Oljepåvirket | - | 58º58.150N | 9º42.553E | 11.04 |
| St.15 Såstein | Oljepåvirket | - | 58º58.035N | 8º42.634E | 11.04 |
| St.6 Breivikstr. | Referanse | 12.2009* | 59º03.150N | 9º42.040E | 02.04 |
| ***Aust-Agder*** | | | | | |
| St.7 Stølsvika | Referanse | 12.2009 | 58º25.447N | 8º45.816E | 06.04 |
| St.8 Havsøy. | Referanse | 12.2009 | 58º25.393N | 8º46.399E | 06.04 |
| St.9 Nuen | Referanse | 12.2009 | 58º35.781N | 8º58.030E | 08.04 |
| St.10 Svartnesbu | Referanse | 12.2009 | 58º32.665N | 8º57.397E | 08.04 |
| St.11 Tromlinges. | Referanse | - | 58º28.344N | 8º53.986E | 07.04 |
| St.12 Skinnfellt. | Referanse | - | 58º31.259N | 8º56.848E | 08.04 |
| St.13 Holmesund | Referanse | - | 58º33.550N | 8º59.863E | 08.04 |
| St.21 Hombursund | Referanse | - | 58º16.977N | 8º31.445E | 06.04 |
| ***Vestfold*** | | | | | |
| St.16 Gon | Referanse | - | 59º01.108N | 10º04.204E | 27.03 |
| St.17 Vesterøy | Referanse | - | 59º04.619N | 10º15.604E | 27.03 |
| St.18 Verdens Ende | Referanse | - | 59º03.335N | 10º24.661E | 28.03 |
| St.19 Jarlsø | Referanse | - | 59º14.619N | 10º28.416E | 28.03 |
| St.20 Løvøya | Referanse | - | 59º26.751N | 10º27.342E | 28.03 |

* - prøvetaking i april 2010 tok sted ca. 400 m unna prøvetakingslokaliteten i desember 2009.

## 2. Analytiske metoder

HI bruker en akkreditert metode for analyse av NPD og PAH. Opparbeiding avprøvene består av ekstraksjon ved forsåpning av homogeniserte prøver, væske-væske ekstraksjon med heksan med videre opprensing på silica/alumina kolonne. Prøvene analyseres med gasskromatografi koblet til massespektrometer med elektron-ionisering (GC-MS EI), i SIR (”selected-ion registering”) modus. Det analyseres på NPD- og PAH-forbindelsene listet i vedlegg 1 (inkludert EPA16). Kvantifiseringsgrensene er 0,2 µg/kg våtvekt for PAH enkeltkomponenter i blåskjell.

## 3. Analyserte forbindelser og kriterier for vurdering av resultater

En god indikator for oljeforurensing i marint miljø er økning i nivåene av NPD (dvs. naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer). Disse forbindelsene er aromatiske hydrokarboner som finnes i betydelige mengder i olje. Ikke-alkylerte, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), derimot, finnes kun i små mengder i olje og har i hovedsak ufullstendig forbrenning (industri, biler, kullfyring, vedovner osv.) som kilde. Disse forbindelser overvåkes også i marint miljø siden de kan bioakkumuleres i fisk og skalldyr, og fordi mange av komponentene er giftige. Noen av stoffene er kreftfremkallende, som for eksempel benzo[a]pyren. Et utvalg av 16 av disse stoffene, ofte kalt for PAH-16, brukes som en indikator for forurensning fra trafikk, industri og andre forbrennings-relaterte kilder.

KLIF har utarbeidet klassifisering av forurensingsnivåer i marint miljø for PAH-16 i blåskjell (både for summerte nivåer av PAH-16 og for enkelte forbindelser som benzo[a]pyren). Klassifiseringen deler nivåene i 5 klasser, som også er angitt med hver sin farge. Denne klassifiseringen er vist i Tabell 2 og er brukt til vurdering av forurensningen i blåskjellprøvene. Siden det ikke er etablert lignende klassifisering for NPD, brukes det andre kriterier for å evaluere nivåene av disse. Vurderingen er da basert på sammenligning med resultater fra referanseområdet og fra den tidligere undersøkelsen.

Tabell 2. Tilstandsklasser på forurensing i blåskjell (SFT, 1997). Fargen indikerer tilstandsklasse.

| **Blåskjell** | **Ubetydelig – lite forurenset** | **Moderat** | **Markert** | **Sterkt** | **Meget sterkt** |
|---|---|---|---|---|---|
| PAH-16 (µg/kg v.v.) | <50 | 50 - 200 | 200 - 2000 | 2000 - 5000 | > 5000 |
| Benzo[a]pyren (µg/kg v.v.) | <1 | 1-3 | 3-10 | 10-30 | >30 |

## 4. Resultater

En oversikt over resultatene av PAH-16 og NPD målingene i blåskjell er gitt i Tabell 3. Nivåene av enkelforbindelser er vist i vedlegg 1, tabellene 1-1 og 1-2. Resultater for PAH-16 og NPD er også vist i form av plott i Fig. 2-5. Tilstandsklasser ifølge KLIF sin klassifisering for blåskjell er vist med tilsvarende farge i tabellen. Nivåene ligger i KLIF tilstandsklasser I-IV (se tabell II for forklaring av klassene). NPD står for naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer og brukes som indikator for oljeforurensning, mens PAH-16 er et utvalg av 16 polysykliske aromatiske hydrokarboner (inkludert benzo[a]pyren) og er en indikator for andre typer forurensning med varierende forbrenningsprosesser som kilde.

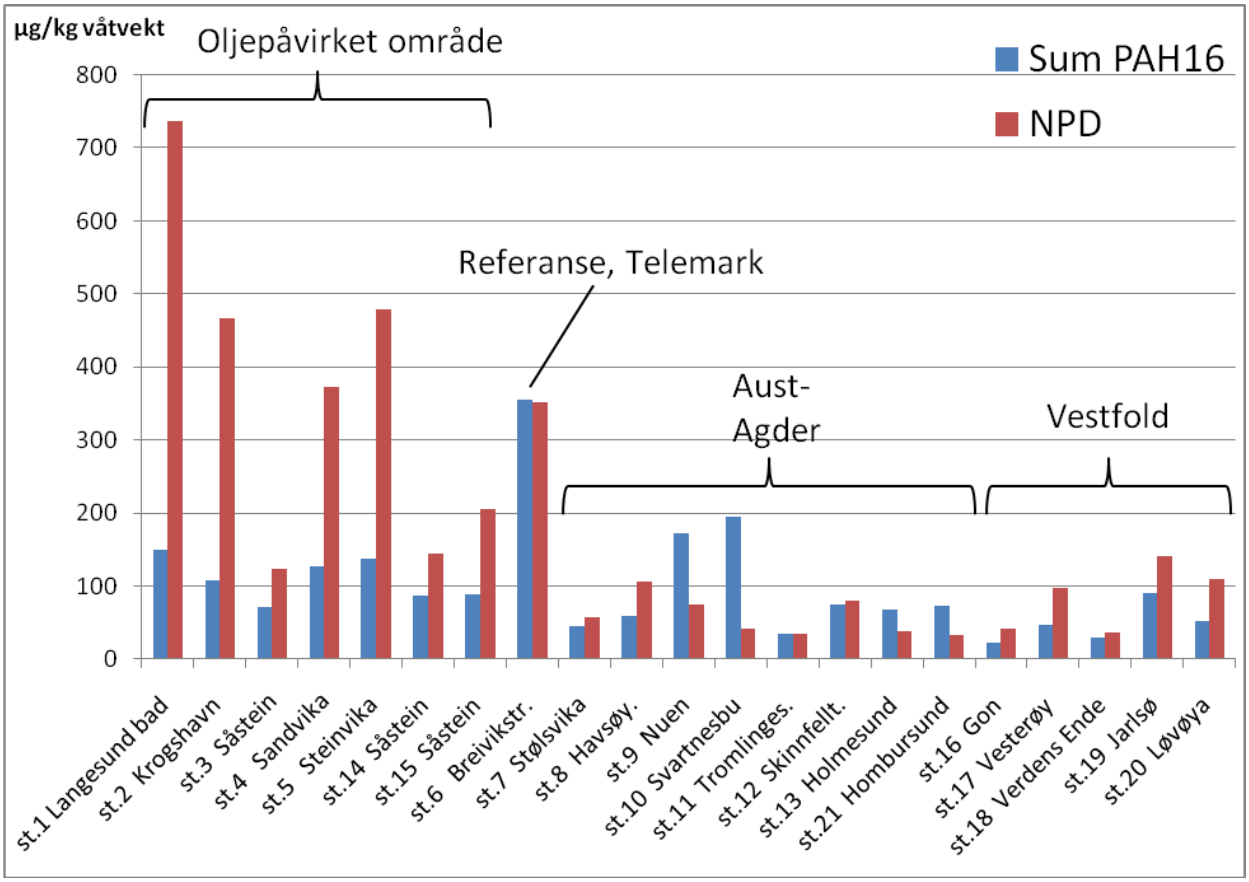
Tabell 3. PAH-16 og NPD nivåer i blåskjell.

| Stasjon | Område | Tidligere prøvetaking | PAH nivåer, µg/kg våtvekt | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Benzo(a)pyren | Sum PAH-16 | Sum NPD |
| ***Telemark*** | | | | | |
| St.1 Langesund bad | Oljepåvirket | 08.2009, 12.2009 | 2,38 | **149** | **737** |
| St.2 Krogshavn | Oljepåvirket | 12.2009 | 1,50 | **108** | **466** |
| St.3 Såstein | Oljepåvirket | 12.2009 | 0,95 | **70,9** | **123** |
| St.4 Sandvika | Oljepåvirket | 12.2009 | 1,94 | **127** | **372** |
| St.5 Steinvika | Oljepåvirket | 12.2009 | 2,62 | **137** | **479** |
| St.14 Såstein | Oljepåvirket | - | 1,11 | **86,9** | **144** |
| St.15 Såstein | Oljepåvirket | - | 1,61 | **88,5** | **205** |
| St.6 Breivikstr. | Referanse | 12.2009* | 11,4 | **355** | **352** |
| ***Aust-Agder*** | | | | | |
| St.7 Stølsvika | Referanse | 12.2009 | 0,42 | **45,4** | **57,2** |
| St.8 Havsøy | Referanse | 12.2009 | 0,94 | **59,3** | **107** |
| St.9 Nuen | Referanse | 12.2009 | 5,99 | **172** | **74,4** |
| St.10 Svartnesbu | Referanse | 12.2009 | 10,1 | **195** | **42,6** |
| St.11 Tromlinges | Referanse | - | 0,36 | **35,4** | **34,0** |
| St.12 Skinnfellt | Referanse | - | 1,49 | **74,0** | **79,5** |
| St.13 Holmesund | Referanse | - | 1,78 | **67,5** | **37,5** |
| St.21 Hombursund | Referanse | - | 2,48 | **73,8** | **32,6** |
| ***Vestfold*** | | | | | |
| St.16 Gon | Referanse | - | 0,23 | **22,7** | **42,3** |
| St.17 Vesterøy | Referanse | - | 0,23 | **46,6** | **97,6** |
| St.18 Verdens Ende | Referanse | - | 0,32 | **29,2** | **37,1** |
| St.19 Jarlsø | Referanse | - | 0,54 | **90,8** | **142** |
| St.20 Løvøya | Referanse | - | 0,58 | **52,7** | **110** |

* - prøvetaking i april 2010 tok sted ca. 400 m unna prøvetakingslokaliteten i desember 2009.

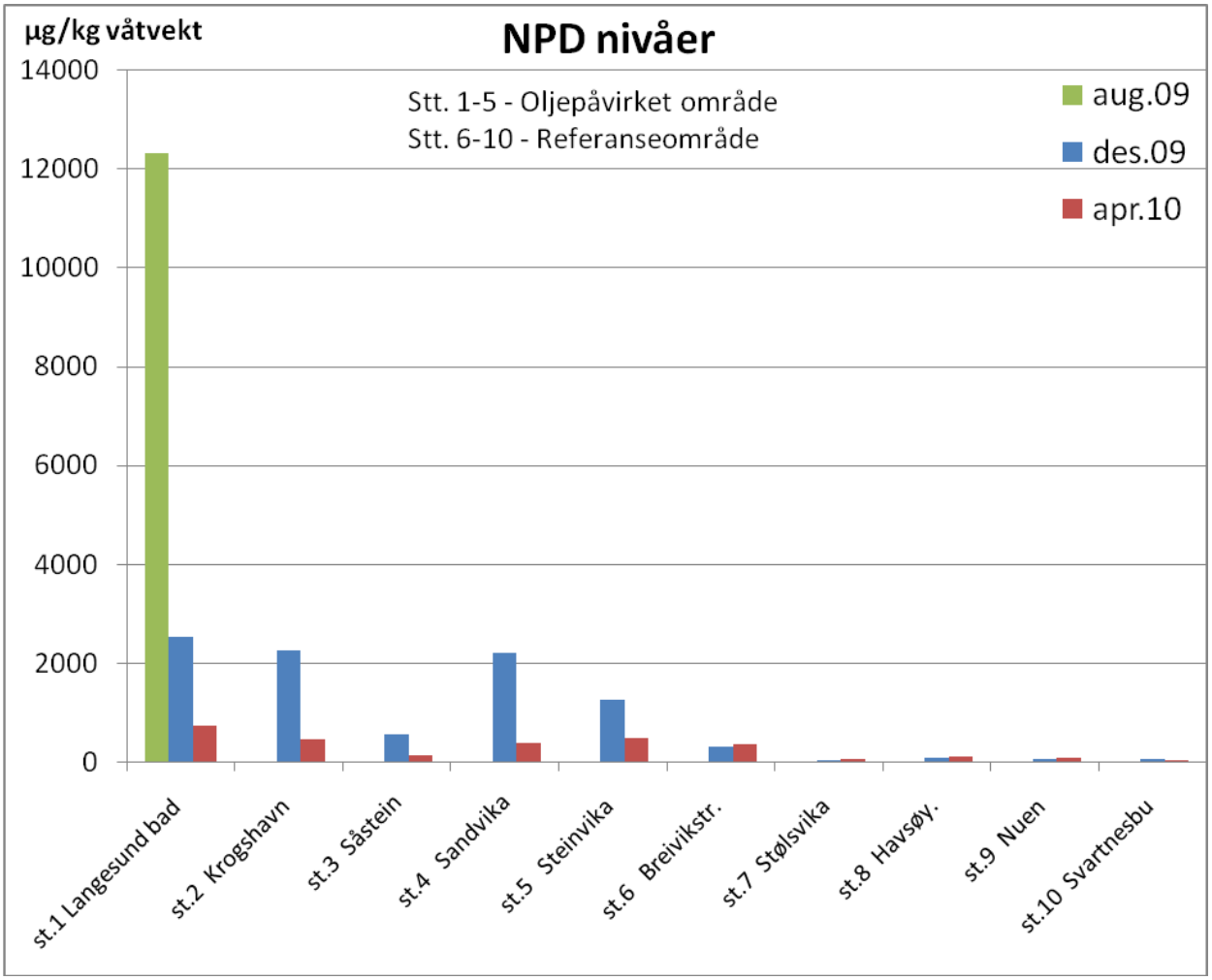
Figur 2 viser nivåer av NPD og PAH-16 i blåskjell fra hver enkelt undersøkt lokalitet. NPD-nivåene er høyere i oljepåvirket område enn PAH-16, og ved kysten i oljepåvirket område er de høyere enn NPD-nivåer ved alle referansestasjoner. Dette tyder på at ved kysten, som ble svært tilgriset av olje, er det fortsatt spor av oljeforurensning igjen etter oljeutslippet august 2009. Ved Såstein øy, som ligger nærmest åpent hav, er NPD-nivåer lavere enn ved kysten og er ikke mye høyere enn det man finner i referanseområder. Relativt høye nivåer av både NPD og PAH-16 ved stasjon 6 i Telemark, som ifølge Kystverkets registreringer siste sommer ikke ble tilgriset av oljeflaket, og som var derfor ble tatt som referansestasjon, kan ha andre kilder enn "Full City"-olje som forklaring (se videre tekst).

Ved alle nye referansestasjoner som ikke var undersøkt i 2009, er nivåene av både NPD og PAH-16 lave og ligger for PAH-16 i Klasse I og II, ifølge KLIFs klassifisering (se Tabell 3).



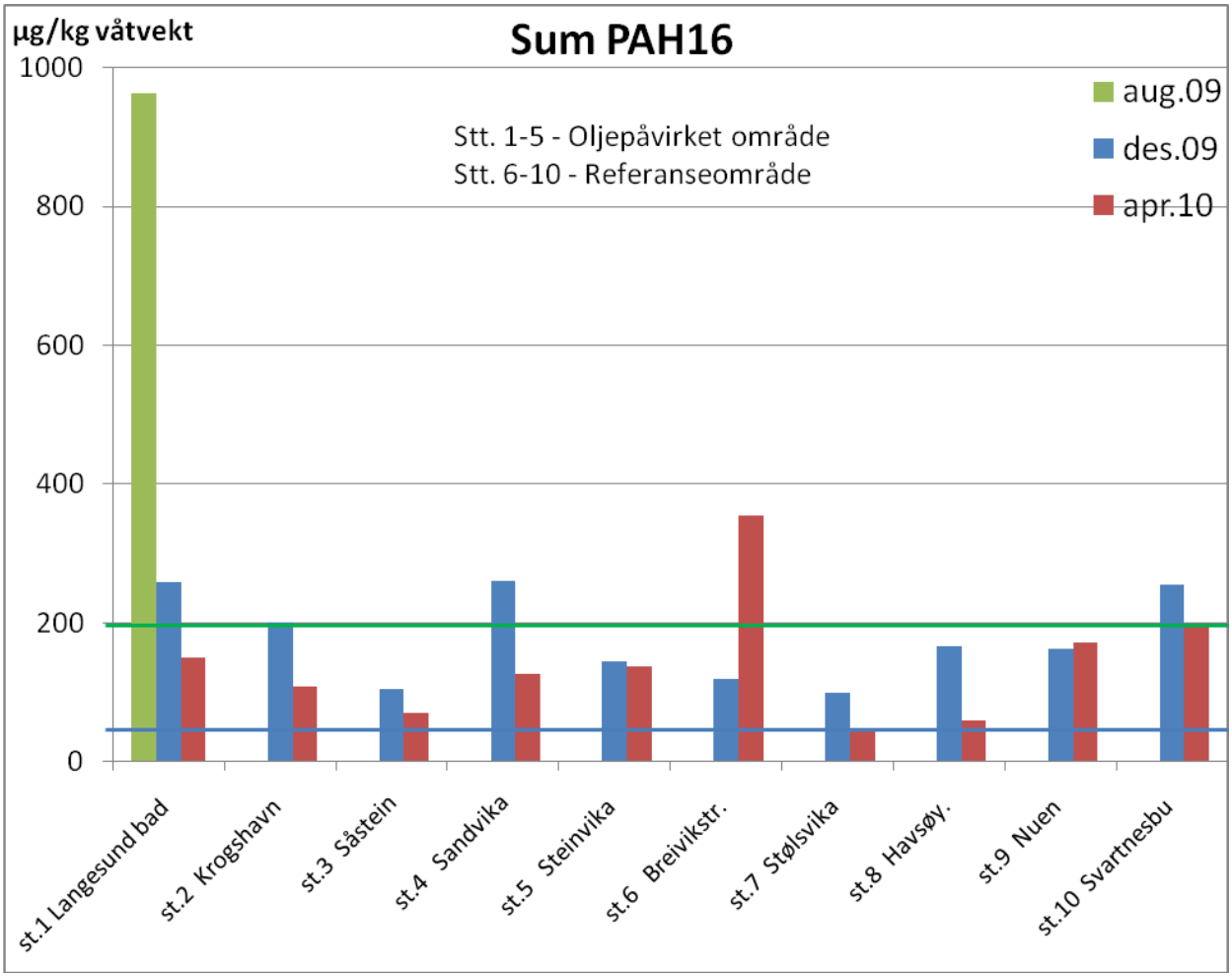

Figur 2. NPD og PAH-16 nivåer i blåskjell.

Til tross for at spor av oljeforurensing fremdeles er tydelige i deler av oljepåvirket område, er nivåene mye lavere enn ved tidligere målinger. Figur 3 viser NPD nivåer målt ved 10 stasjoner i desember 2009 og april 2010 (og i august 2009 ved 1 av stasjonene). Det er en klar nedgang i nivåer av NPD ved alle stasjoner i oljepåvirket område. Ved Såstein øy er nivåene omtrent like det man finner i referanseområdene. Ved kysten i oljepåvirket område er nivåene generelt kraftig redusert siden i fjor. Man kan derfor forvente at verdiene kommer tilbake til det normale bakgrunnsnivået for området i løpet av relativt kort tid.




Figur 3. NPD nivåer ved 10 lokaliteter i august og desember 2009 og april 2010.

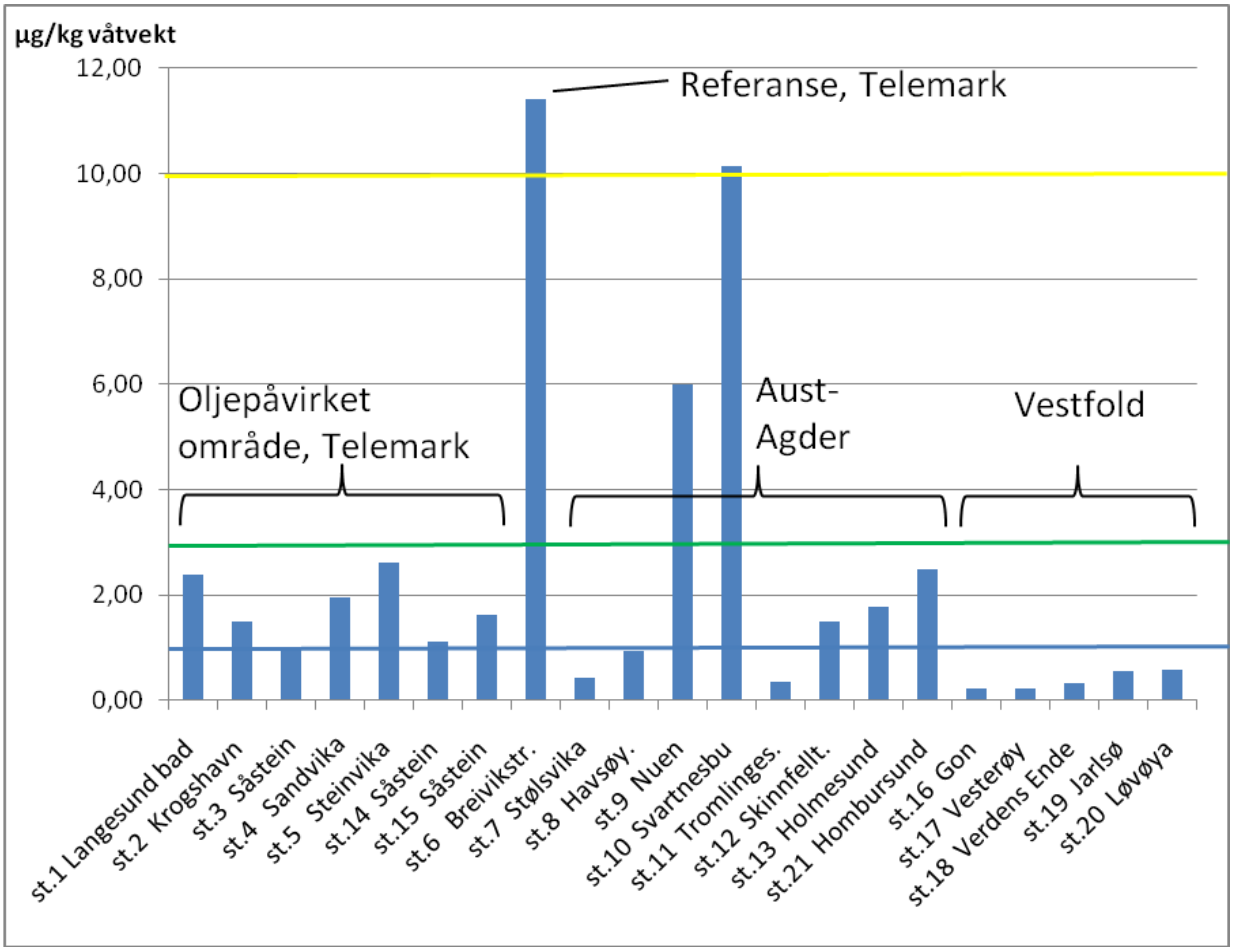
Noe forskjellig bilde observeres når det gjelder PAH-16 enn for NPD. Mens nivåene i oljepåvirket område er gått kraftig ned siden august 2009 og ligger nå i KLIF tilstandsklasse II, er det en stor variasjon i nivåene ved forskjellige referansestasjoner. Ved den tidligere måling i desember 2009 ble det funnet forhøyete nivåer av PAH-16 ved flere av referanselokaliteter, som kunne ikke kobles til oljeutslippet fra "Full City". Ved 2 av disse stasjonene, St. 7 Stølsvika og St. 8 Havsøy, er nivåene gått kraftig ned i april 2010. Ved de 3 andre stasjonene ligger nivåene enten omtrent like høyt som i desember 2009, eller er gått opp. Oppgangen er mest tydelig ved St.6 Breivikstrømmen, hvor nivåene ligger i Klasse III ved siste måling april 2010. Dette kan til dels forklares av at prøvetaking ved denne stasjon i april 2010 var 400 m unna det stedet hvor prøvetakingen ble utført i desember 2010, pga at det ikke ble funnet levende skjell på den opprinnelige lokaliteten.




Figur 4. PAH-16 nivåer ved 10 lokaliteter i august og desember 2009 og april 2010. Øvre grenser for KLIF tilstandsklasser er vist med fargete linjer (blå: øvre grense for klasse I, "ubetydelig- lite forurenset"; grønn: øvre grense for klasse II, "moderat forurenset". Verdiene over den grønne linjen ligger i klasse III, "markert forurenset").

PAH-16 er en sammensatt indikator som består av 16 stoffer med varierende toksiske egenskaper. En av disse, benzo[a]pyren, er godt studert og er kjent som en toksisk, kreftfremkallende forbindelse som kan bioakkumuleres av marine organismer og føre til skader hos disse (e.g. Collins et al., 1991; Neff, 2002). Denne forbindelsen brukes gjerne som indikator for mattrygghet, og KLIF har også tilstandsklasser for denne forbindelsen (se Tabell II).

Ved tidligere undersøkelser ble det funnet forhøyete nivåer av benzo[a]pyren ved flere referanselokaliteter i Aust-Agder og Telemark, med verdier i KLIF tilstandsklasser III og IV. Det var først og fremst disse funnene som førte til at nåværende undersøkelse ble utvidet til flere lokaliteter langs kysten. Resultatene fra den siste undersøkelsen gjort i april 2010 er vist i form av plott i Figur 5.




Figur 5. Benzo[a]pyren-nivåer i blåskjell i april 2010. Øvre grenser for KLIF tilstandsklasser er vist med fargete linjer (blå: øvre grense for klasse I, ”ubetydelig- lite forurenset”; grønn: øvre grense for klasse II, ”moderat forurenset”, gul: øvre grense for klasse III, ”markert forurenset”. Verdiene over den gule linjen ligger i klasse IV, ”sterkt forurenset”).

Resultatene viser at mens nivåene til benzo[a]pyren er nå relativt lave i oljepåvirket område (tilstandsklasser I og II), varierer nivåene sterkt på de ulike referanselokalitetene. Dette gjenspeiles i resultatene for PAH-16, mens variasjon for benzo[a]pyren er enda større. Nivåene ligger lavest i Vestfold, tilstandsklasse I ved alle de 5 undersøkte lokalitetene. I Aust-Agder er nivåene høyere og ligger i tilstandsklasse I eller II ved 6 av de 8 undersøkte lokalitetene. Ved 2 andre lokaliteter i Aust-Agder (St.

9, Nuen, og St. 10, Svartnesbu), samt ved den eneste referanselokaliteten i Telemark (St. 6, Breivikstrømmen), er nivåene høyere og ligger i tilstandsklasser III og IV. Dette er de samme lokalitetene hvor det ble påvist forhøyet forurensingsbelastning ved tidligere måling i desember 2009. En betydelig oppgang ved St. 6 funnet for benzo[a]pyren og for PAH-16 (se over) kan til dels forklares av at prøvetaking ved denne stasjon tok sted ca. 400 m unna det stedet hvor det ble gjort i desember 2009. Det synes imidlertid klart at den forhøyet forurensning funnet ved denne stasjonen i Telemark samt ved de 2 stasjonene i Aust-Agder er reell og har holdt seg stabil over tid. Det som er felles for disse 3 stasjonene og som skiller dem fra nye referansestasjoner undersøkt i april 2010, er at disse stasjonene ligger inni i fjordområdene, mens de nye referansestasjonene i Aust-Agder ligger ytterst på kysten ved åpent hav (se kart i Figur 1). Dette kan forklare en stor forskjell i nivåene til tross for at avstanden mellom stasjonene ikke er stor. Man kan også nevne at 2 andre stasjoner hvor det ble funnet forurensing i desember 2009, St. 7 og 8, er gått ned siden desember 2009 og viser ingen betydelig forurensning i april 2010. Disse to stasjoner ligger geografisk tett sammen og man kan anta at det skyldes et engangsutslipp/kilde i dette område som førte til midlertidig forurensning.

Det kan ikke fastslås med sikkerhet hva som er kildene til forurensing på de lokalitetene hvor den holder seg stabil (St. 9-10 i Aust-Agder og St. 6 i Telemark). Tidligere undersøkelse har påvist at de forhøyete nivåene ikke kan kobles til oljen fra ”Full City”. Dette er vist ved å sammenligne PAH-profil i en prøve av råoljen fra ”Full City” med blåskjell-prøvene fra de forurensete lokaliteter (se rapport fra tidligere undersøkelse ved ”Full City”, utgitt av HI i februar 2010). Forhøyete nivåer PAH-16 og benzo[a]pyren finner man gjerne der det skjer utslipp fra ufullstendig forbrenning av organisk materiale og fossilt brensel. Et av disse mulige kildeområdene ligger i Grenlandsfjordene, og følgelig svært nær St. 6 i Telemark, hvor det også tidligere er funnet PAH-forurensning i blåskjell (Økland, 2005 og Bakke *et al*., 2009).

## 5. Konklusjoner

Undersøkelsene viser at det har skjedd en betydelig nedgang i oljerelatert forurensing i blåskjell ved det havarerte lasteskipet ”Full City”. Forurensningssituasjonen i blåskjell fra oljepåvirket område er nå lav og kan forventes å komme helt tilbake til det normale bakgrunnsnivå for området innen kort tid. Blåskjell fra referanselokaliteter langs norskekysten i Aust-Agder, Telemark og Vestfold viser stor variasjon i nivåer av PAH, men nivåene ligger lavt ved de fleste undersøkte lokaliteter, i KLIF tilstandsklasse I (”ubetydelig-lite forurenset”) alle steder i Vestfold, og i klasse I eller II (”moderat forurenset”) de fleste steder i Aust-Agder. Det er funnet 2 lokaliteter i Aust-Agder og 1 i Telemark som har klart forhøyete nivåer av PAH i blåskjell, opptil tilstandsklasse IV (”sterkt forurenset”) for benzo[a]pyren. Dette kan ikke kobles til utslippet av olje fra ”Full City”. Det er de samme stasjonene hvor det ble funnet lignende forhøyet forurensing ved den tidligere undersøkelsen i desember 2009. Det konkluderes derfor med at det må være en eller flere kilder til PAH i disse områdene som fører til at forurensingsnivået i blåskjell på enkeltlokaliteter holder seg stabilt forhøyet.

## 6. Referanser

Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B. og Knutsen, J.A. 2009. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2007. NIVA rapport nr. 5707-2008. SFT rapport 1038/2008. 80 s.

Collins, J.F., Brown, J.P., Dawson, S.V., and Marty, M.A. 1991. Risk assessment for benzo[a]pyrene. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 13 (2): 170-184.

KLIF – NIVA. 2010. Ikke publiserte resultater (personlig kommunikasjon N. Green, NIVA).

Neff, J.M. 2002. Bioaccumulation in marine organisms. Elsevier, Oxford. 452 s.

SFT, 1997. Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT’s veiledning 97:03. TA nr.1467/1997. 36 s.

Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport fra Mattilsynet, ISBN-82-92650-01-6, 272 s.

**Vedlegg 1. Nivåer av enkelte PAH forbindelser i undersøkte prøver.**

Tabell 1-1. PAH-16 nivåer i undersøkte prøver. KLIF tilstandsklasser for blåskjell er vist med farger (se Tabell II for forklaring av tilstandsklassene).

| Stasjon | NAP | ACY | ACE | FLU | FEN | ANT | FLT | PYR | BAA | KRY | BBF | BKF | BAP | IND | DBA | BGP | **Sum EPA16** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| st.1 Langesund bad | 0,41 | 0,35 | 0,93 | 2,81 | 12,9 | 1,19 | 46,1 | 30,6 | 7,21 | 27,5 | 6,20 | 5,51 | 2,38 | 1,67 | 0,66 | 2,90 | 149 |
| st.2 Krogshavn | 0,37 | 0,32 | 1,08 | 2,62 | 11,1 | 0,99 | 36,9 | 21,6 | 4,30 | 15,2 | 6,13 | 2,80 | 1,50 | 1,14 | 0,43 | 2,07 | 108 |
| st.3 Såstein | 0,24 | 0,25 | 0,37 | 1,72 | 7,39 | 0,36 | 24,1 | 8,83 | 2,57 | 13,4 | 4,47 | 2,25 | 0,95 | 1,28 | 0,37 | 2,29 | 70,9 |
| st.4 Sandvika | 0,21 | 0,22 | 3,43 | 3,94 | 14,1 | 2,23 | 36,3 | 23,5 | 9,54 | 19,4 | 4,90 | 3,12 | 1,94 | 1,36 | 0,50 | 2,26 | 127 |
| st.5 Steinvika | 0,37 | 0,38 | 0,80 | 2,63 | 11,6 | 1,00 | 48,1 | 27,7 | 6,31 | 15,3 | 10,8 | 4,38 | 2,62 | 1,77 | 0,64 | 2,77 | 137 |
| st.6 Breivikstr. | 2,04 | 1,02 | 7,28 | 7,94 | 26,9 | 3,45 | 100,0 | 69,3 | 35,8 | 47,4 | 13,8 | 15,4 | 11,4 | 4,98 | 2,17 | 6,51 | 355 |
| st.7 Stølsvika | 0,22 | <0,20 | 0,22 | 1,64 | 6,85 | <0,20 | 16,1 | 3,95 | 1,01 | 8,54 | 2,72 | 1,16 | 0,42 | 0,93 | <0,20 | 1,22 | 45,4 |
| st.8 Havsøy. | <0,20 | <0,20 | 0,28 | 2,02 | 6,47 | 0,38 | 16,9 | 6,29 | 1,66 | 12,1 | 4,19 | 2,09 | 0,94 | 2,35 | 0,50 | 2,91 | 59,3 |
| st.9 Nuen | 0,34 | <0,20 | 0,30 | 2,49 | 10,5 | 0,36 | 34,0 | 22,2 | 10,3 | 44,2 | 14,9 | 11,8 | 5,99 | 5,00 | 1,66 | 7,66 | 172 |
| st.10 Svartnesbu | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 1,06 | 6,09 | 0,30 | 25,2 | 19,7 | 14,6 | 58,0 | 19,4 | 17,1 | 10,1 | 9,52 | 2,66 | 11,3 | 195 |
| st.11 Tromlinges. | 0,20 | <0,20 | 0,26 | 1,77 | 6,99 | 0,15 | 11,4 | 2,82 | 0,74 | 5,31 | 2,49 | 0,67 | 0,36 | 0,71 | <0,20 | 1,28 | 35,4 |
| st.12 Skinnfellt. | 0,51 | <0,20 | 0,27 | 2,81 | 9,11 | 0,34 | 20,0 | 7,50 | 2,56 | 14,3 | 5,85 | 2,98 | 1,49 | 2,68 | 0,51 | 3,01 | 74,0 |
| st.13 Holmesund | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 1,05 | 4,98 | <0,20 | 13,7 | 6,49 | 3,42 | 17,5 | 7,43 | 3,69 | 1,78 | 2,64 | 0,62 | 3,80 | 67,5 |
| st.14 Såstein | 0,26 | 0,25 | 0,40 | 1,84 | 8,00 | 0,40 | 31,5 | 13,2 | 3,01 | 12,4 | 7,19 | 2,91 | 1,11 | 1,55 | 0,44 | 2,47 | 86,9 |
| st.15 Såstein | 0,24 | 0,24 | 0,39 | 1,87 | 7,97 | 0,47 | 28,3 | 14,1 | 3,56 | 12,7 | 7,30 | 3,67 | 1,61 | 2,35 | 0,65 | 3,14 | 88,5 |
| st.16 Gon | <0,20 | <0,20 | 0,39 | 1,15 | 4,13 | <0,20 | 7,09 | 1,89 | 0,80 | 3,41 | 1,25 | 0,52 | 0,23 | 0,57 | <0,20 | 0,90 | 22,7 |
| st.17 Vesterøy | 0,22 | <0,20 | 0,54 | 2,64 | 10,6 | 0,33 | 19,0 | 4,28 | 0,60 | 4,09 | 1,94 | 0,57 | 0,23 | 0,44 | <0,20 | 0,86 | 46,6 |
| st.18 Verdens Ende | 0,23 | <0,20 | 0,20 | 1,27 | 4,74 | <0,20 | 8,74 | 2,28 | 0,57 | 5,80 | 2,34 | 0,93 | 0,32 | 0,66 | <0,20 | 0,83 | 29,2 |
| st.19 Jarlsø | 0,38 | 0,20 | 2,65 | 4,17 | 15,7 | 0,69 | 39,3 | 13,0 | 1,80 | 6,66 | 2,79 | 0,88 | 0,54 | 0,58 | <0,20 | 1,21 | 90,8 |
| st.20 Løvøya | 0,37 | <0,20 | 0,84 | 2,15 | 8,52 | 0,46 | 14,9 | 6,12 | 1,90 | 10,2 | 2,71 | 1,56 | 0,58 | 0,72 | <0,20 | 1,25 | 52,7 |
| st.21 Hombursund | <0,20 | <0,20 | <0,20 | 0,69 | 3,70 | <0,20 | 11,9 | 6,30 | 4,03 | 24,4 | 7,91 | 5,12 | 2,48 | 2,71 | 0,70 | 3,55 | 73,8 |

NAP – naftalen, ACY – acenaftylen, ACE – acenaften, FLU – fluoren, FEN – fenantren, ANT – antracen, FLT – fluoranten, PYR – pyren, BAA – benz[a]antracen, KRY – krysen, BBF – benzo[b]fluoranten, BKF – benzo[k]fluoranten, BAP – benzo[a]pyren, IND – indeno[1,2,3-cd]pyren, DBA – dibenz[a,h]antracen, BGP – benzo[ghi]perylen.

Tabell 1-2. NPD-nivåer i undersøkte prøver.

| Stasjon | NAP | C1-NAP | C2-NAP | C3-NAP | DBT | C1-DBT | C2-DBT | C3-DBT | FEN | C1-FEN | C2-FEN | C3-FEN | **Sum NPD** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| st.1 Langesund bad | 0,41 | 1,48 | 12,0 | 36,8 | 0,85 | 9,87 | 75,8 | 180 | 12,9 | 36,8 | 152 | 218 | 737 |
| st.2 Krogshavn | 0,37 | 1,39 | 9,76 | 31,9 | 0,73 | 5,97 | 47,4 | 116 | 11,1 | 27,2 | 94,7 | 120 | 466 |
| st.3 Såstein | 0,24 | 0,66 | 2,98 | 6,44 | 0,34 | 1,43 | 9,52 | 29,7 | 7,39 | 9,30 | 25,3 | 29,5 | 123 |
| st.4 Sandvika | 0,21 | 0,81 | 5,71 | 18,2 | 0,68 | 4,54 | 37,0 | 91,1 | 14,1 | 23,1 | 80,0 | 96,8 | 372 |
| st.5 Steinvika | 0,37 | 1,15 | 10,3 | 23,3 | 0,62 | 3,89 | 37,4 | 128 | 11,6 | 21,9 | 84,5 | 156 | 479 |
| st.6 Breivikstr. | 2,04 | 4,13 | 12,1 | 46,3 | 2,10 | 3,84 | 19,7 | 45,8 | 26,9 | 32,7 | 83,9 | 72,5 | 352 |
| st.7 Stølsvika | 0,22 | 0,67 | 5,65 | 4,99 | 0,22 | 0,83 | 3,06 | 5,24 | 6,85 | 6,86 | 15,0 | 7,60 | 57,2 |
| st.8 Havsøy. | <0,20 | 0,80 | 6,19 | 14,3 | 0,21 | 1,15 | 6,18 | 13,3 | 6,47 | 11,8 | 27,3 | 18,9 | 107 |
| st.9 Nuen | 0,34 | 0,92 | 2,05 | 4,49 | 0,27 | 0,74 | 3,01 | 6,95 | 10,5 | 9,50 | 20,0 | 15,6 | 74,4 |
| st.10 Svartnesbu | <0,20 | 0,31 | 0,79 | 1,86 | <0,20 | 0,38 | 1,45 | 3,14 | 6,09 | 6,56 | 12,4 | 9,26 | 42,6 |
| st.11 Tromlinges. | 0,20 | 0,47 | 2,40 | 2,95 | 0,35 | 0,61 | 1,50 | 2,17 | 6,99 | 4,92 | 8,20 | 3,23 | 34,0 |
| st.12 Skinnfellt. | 0,51 | 0,71 | 4,58 | 4,81 | 0,36 | 1,35 | 5,63 | 9,02 | 9,11 | 9,39 | 20,2 | 13,8 | 79,5 |
| st.13 Holmesund | <0,20 | 0,25 | 1,33 | 2,14 | <0,20 | 0,52 | 1,85 | 3,04 | 4,98 | 5,14 | 11,7 | 6,25 | 37,5 |
| st.14 Såstein | 0,26 | 0,80 | 4,22 | 7,34 | 0,39 | 1,79 | 12,7 | 31,7 | 8,00 | 11,1 | 31,7 | 34,0 | 144 |
| st.15 Såstein | 0,24 | 0,69 | 5,12 | 10,3 | 0,38 | 2,54 | 22,5 | 46,5 | 7,97 | 12,6 | 45,6 | 50,3 | 205 |
| st.16 Gon | <0,20 | 0,34 | 1,92 | 2,81 | <0,20 | 0,33 | 1,56 | 3,73 | 4,13 | 3,70 | 17,4 | 6,16 | 42,3 |
| st.17 Vesterøy | 0,22 | 0,73 | 6,80 | 20,7 | 0,46 | 0,69 | 2,48 | 4,66 | 10,6 | 9,96 | 30,9 | 9,30 | 97,6 |
| st.18 Verdens Ende | 0,23 | 0,40 | 1,52 | 1,98 | <0,20 | 0,42 | 1,41 | 2,93 | 4,74 | 4,01 | 14,5 | 4,77 | 37,1 |
| st.19 Jarlsø | 0,38 | 1,48 | 5,34 | 16,2 | 1,04 | 2,13 | 7,04 | 12,7 | 15,7 | 18,4 | 41,1 | 20,1 | 142 |
| st.20 Løvøya | 0,37 | 1,17 | 5,11 | 12,1 | 0,49 | 1,26 | 6,96 | 14,2 | 8,52 | 10,9 | 26,7 | 21,9 | 110 |
| st.21 Hombursund | <0,20 | 0,35 | 1,28 | 2,16 | <0,20 | 0,31 | 1,15 | 2,57 | 3,70 | 4,78 | 9,64 | 6,44 | 32,6 |

NAP – naftalen, DBT – dibenzotiofen, FEN – fenantren og deres C1-, C2 og C3 alkylhomologer

N I F E S
NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Vår dato 21.06.10 | Vår referanse
Deres dato | Deres referanse

Saksbehandler, innvalgstelefon:
Anne-Katrine Lundebye Haldorsen, 48185033

# Vedlegg: Vurdering av sjømattrygghet knyttet til Havforskningsinstituttets rapport " Oppfølgingsundersøkelser av forurensning i blåskjell ved lasteskipet "Full City" – Rapport 3"

I forhold til sjømatstrygghet er det i stoffgruppen polyaromatiske hydrokarboner (PAH) flere mutagene forbindelser som er av spesiell interesse, slik som benzo(a)pyren (BaP). BaP har vært brukt som indikatorsubstans for mulige helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade. Det er et førende prinsipp innen risikovurdering at inntaket av slike stoffer bør være så lavt som mulig, men grenseverdier er fastsatt for å kunne gi trygghet for konsumentene.

I denne undersøkelsen er PAH16 undersøkt som også inkluderer BaP. Nivået av BaP i samleprøvene av blåskjell varierte mellom 0,95-11,4 µg/kg (Tabell 3). Resultatene viser at det har værte en betydelig nedgang i oljekomponeneter i blåskjell og at det nå, bare er spor av oljeforurensing i skjell fra det oljepåvirkete området. Undersøkelsene har påvist forhøyede PAH verdier i avgrensede områder som ikke har vært påvirket av oljeutslippet, disse nivåene overskrider så vidt EUs grenseverdi for BaP i skjell som er 10 µg/kg. Andre undersøkelse gjort av BaP i skjell i nærheten av disse prøvetakning lokaliteter viser derimot betydelig lavere nivåer. NIFES anbefaler derfor at kostholdsrådet, sendt ut 5.8.09 fra Mattilsynet, oppheves.

Postadresse: NIFES Postboks 176 Sentrum 5804 BERGEN
Besøksadresse: Strandgaten 229
Telefon: 55 90 51 00
Telefaks: 55 90 52 99
Internett: www.nifes.no
E-post adresse: postmottak@nifes.no
Organisasjonsnr: 979529783

*Vennligst adresser post til NIFES, ikke til enkeltpersoner*

KYSTVERKET OG NOFO (NORSK OLJEVERNFORENING FOR OPERATØRSELSKAP)

# 5013894

# Effekt av metoder for strandrensing

Juli 2010

Norconsult

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**1 RAPPORT SPYLELAG ..... 3**
**2 RAPPORT TROMLING ..... 59**
**3 NOTAT SORBENTER ..... 107**
**4 NOTAT TESTHALL ..... 115**

KYSTVERKET OG NOFO (NORSK OLJEVERNFORENING FOR OPERATØRSELSKAP)

**5013894**

# Erfaringer fra spylelag på strand - opprensning etter Full City havariet

Juil 2010

Norconsult

# 4 NOTAT TESTHALL

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Jo5 | 2010-07-02 | For bruk | RWN/GRS | GLE | LST |
| J04 | 2010-04-23 | For bruk hos Kystverket og NOFO | RWN/GRS | GLE | LST |
| B03 | 2010-03-03 | Til kommentar hos Kystverket | RWN/GRS | GLE | |
| A02 | 2010-03-03 | Sidemannskontroll | RWN/GRS | GLE | |
| A01 | 2010-01-03 | Egen kontroll | RWN/GRS | | |
| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontroll | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

# Kystverket

Sak

Erfaringer fra spylelag på strand - opprensning etter Full City havariet

Dato

Juli 2010

Utarbeidet av

Roy W. Norborg/Gaute Rørvik Salomonsen

Fagkontrollert av

Geir Lenes

Godkjent av

Liv Strøm

Norconsult

| Oppdragsnummer | Dokumentnummer | Revisjon |
|---|---|---|
| 5013894 | 1 | J05 |

## INNHOLDSFORTEGNELSE


**SAMMENDRAG** ..... **4**
**1 BAKGRUNN** ..... **6**
**2 METODER** ..... **7**
**2.1 Spylelaget** ..... **7**
***2.1.1 Tidsbruk*** ..... ***7***
***2.1.2 Erfaringer/beskrivelser.*** ..... ***7***
**2.2 Strandrensemiddel** ..... **7**
**2.3 Olje i avspylt væske og giftighet** ..... **8**
**2.4 Intervju med mannskap** ..... **8**
**3 SPYLELAG I AKSJON** ..... **10**
**3.1 Områder** ..... **10**
**3.2 Spylelag og arbeidsposisjoner** ..... **10**
**3.3 Resultater** ..... **10**
***3.3.1 Ravn Vestfold*** ..... ***10***
***3.3.2 Krogshavn Telemark*** ..... ***21***
**4 ØKOTOKSISITET OG THC ANALYSER** ..... **28**
**4.1 Vannprøve Ravn Vestfold** ..... **28**
**4.2 Vannprøver Krogshavn** ..... **29**
**5 INTERJU MED MANNSKAP** ..... **31**
**5.1 Bakgrunn** ..... **31**
**5.2 Resultater** ..... **31**
***5.2.1 Organisering*** ..... ***31***
***5.2.2 Sikkerhet*** ..... ***31***
***5.2.3 Prosedyrer og kvalitetskrav*** ..... ***32***
***5.2.4 Metode og utstyr*** ..... ***32***
**5.3 Oppsummerende erfaringer fra mannskapene** ..... **34**
**6 OPPSUMMERING OG VURDERING** ..... **35**
**6.1 Spyling** ..... **35**
**6.2 Analyser** ..... **36**
**6.3 Oppsummerende erfaringer fra mannskapene** ..... **36**
**6.4 Oppsummering med praktiske råd** ..... **37**
**7 REFERANSER** ..... **37**
**8 VEDLEGG** ..... **37**

## SAMMENDRAG


På oppdrag fra Kystverket og NOFO (Norsk Oljevernforening For Operatørselskap) har Norconsult samlet inn, vurdert og dokumentert erfaringer fra spylingsarbeidet på strand etter Full City forliset. Dokumentasjonen bygger på befaringer, intervjuer av mannskap som har arbeidet i strandsonen i Telemark og Vestfold og prøvetaking og analyser.

Intervjuene av mannskapene fra Telemark og Vestfold gir inntrykk av at organiseringen av spylelagene samlet sett var god. Kommunikasjon mellom ledelse og mannskap, tilgang til nødvendig verneutstyr og fokus på sikkerhet blir spesielt trukket frem i denne sammenhengen.

Datagrunnlaget fra undersøkelsene og intervjuene av mannskapene viser tydelig at tidsbruken er kontekstavhengig, og årsakene til ulik tidsbruk gitt likt underlag (matrix) er sammensatt og avhengig av mannskapenes erfaring og kompetanse.

Variasjonen i operative spyletid er stor. Den vil kunne variere fra under 2 min/m$^2$ til mer enn 8 min/m$^2$ for berg og opp til 30 min/m$^2$ for strand med stein og blokk. Under tilstander hvor oljen sitter godt fast (vedheft) eller det er satt høyt krav til renhet, vil den reelle spyletiden for det samme område kunne bli betydelig lenger. Uavhengig av renhetsmål og oljens klebrighet varierer tidsbruken blant annet i forhold til forskjellig bergrunn, ulik tilgjengelighet og bevegelsesmuligheter til og i spyleområdet og mannskapenes erfaring og arbeidsmetode. Mannskapets sikkerhet er et vesentlig bidrag til tidsforbruket.

I samtlige områder som ble befart ga spylingen en tydelig visuell forskjell fra uspylt område. Likevel, spylte bergflater svertet fortsatt olje. På grovt og forvitret bergoverflate ga spylingen god effekt, men samtidig kunne overflate-erosjonen være betydelig.

Mannskapets erfaring er at oljen er festet ulikt hardt til underlaget. Årsaken til denne forskjellen er ikke åpenbar. En sammenheng er knyttet til områdets grad av eksponering. For samme overflate satt oljen betydelig mer fast på underlaget innerst i Krogshavn enn lengre ut i havnen. Det er nærliggende at bergets metningsgrad (vann) kan være en av flere viktige faktorer, som ut over matrixen bidrar til forskjeller i vedheft.

Rund turbodyse er i all hovedsak benyttet under spylingen. Tilbakemeldingene fra mannskapene tilsier at denne dysetypen er mest effektiv, og den gir best resultat på det underlaget som er spylt i Telemark og Vestfold. Mannskapet erfarte at flat dyse var uegnet til bruk på berg. Ett annet funn er at vanlig flat dyse gir betydelig visuell effekt, og den bidrar til rask gjennomføring av spylingen. Denne undersøkelsen gir likevel ikke noe grunnlag for å endre oppfattningen om at turbodyse er det beste dysevalget.

Oljen løsner betydelig lettere fra underlaget ved høy lufttemperatur. Ved temperaturer opp mot 20 $^{o}$C, var resultatet av spylingen akseptabel selv uten bruk av strandrensemiddel. Ved lufttemperatur ned mot 0 $^{o}$C, var resultatet selv etter gjentatte påføringer med strandrensemiddel, fortsatt uakseptabel.

Til tross for et noe spinkelt sammenligningsgrunnlag (en prøve med Arrow Delta, en prøve med Absorrep og en prøve uten strandrensemiddel), usikkerheter i prøvetaking og forskjeller i oljeforurensningens omfang (tykkelse) ga bruk av strandrensemidler en 5 til 10 ganger høyere konsentrasjon av olje (THC) i spylevannet. Bruk av ferskvann og Arrow Delta (In Situ) ga dobbelt så mye olje i spylevannet som ved bruk av saltvann og Absorrep K212. Kun saltvann og Absorrep K212 (In Situ) ga spylevann som var toksisk (giftighetsprøving med *Skeletonema costatum*).

Norconsult oppfatter i denne sammenhengen at giftighetstestene gir mer relevant informasjon om miljøpåvirkningen i sjø enn bruk av standard PNEC- verdier for THC. Til tross for flere usikkerhets-forhold viser vurdering av resultatene fra giftighetstest med *Skeletonema*, at spylevannet som tilføres sjøresipienten, har potensial til å påvirke organismer i et volum på 0,3 til 0,5 $m^3$ sjøvann per $m^2$ renset strandlinje.

# 1 BAKGRUNN

Lasteskipet Full City, gikk på grunn ved Såstein utenfor kysten av Bamble kommune i Telemark i juli 2009. I løpet av timene og dagene etter grunnstøtingen ble flere strandområder forurenset med olje. Det ble i normaliseringsfasen utført et betydelig strandrensearbeid. Høytrykksspyling og bruk av strandrensemidler har vært et sentralt tiltak på strand. I forkant av spylearbeidet ble mye olje fjernet ved skraping, som førstetiltak.

Sintef har på oppdrag fra Kystverket utarbeidet prosedyrer for påføring av strandrensemiddel. Kystverket og NOFO ønsket i tillegg en undersøkelse for å dokumentere tidsbruk og erfaringer med dette tiltaket In Situ.

Norconsult fikk høsten 2009 i oppdrag å utføre undersøkelsen. Målet med undersøkelsen var å dokumentere:

- Tidsbruk.
- Erfaringer.
- Kunnskapsmangler.

Kystverket avklarte med IUAene (Vestfold og Telemark) om egnet sted og mannskap som utførte spylearbeidet. Norconsult fulgte ett spylelag i Ramn i Vestfold og ett i Krogshavn i Telemark.

Strandtypene som er valgt ut er en blanding av løsmassestrand (stein og blokk) og berg (svaberg). Berggrunnen på lokaliteten i Vestfold består av en relativt grovkrystalinsk tett dypbergart. Lokaliteten i Telemark er en porøs, noe forvitret kalkstein. Stein og blokk på løsmassestranden består av ulik kort og langtransporterte bergarter (israndavsatt).

Spylelagene er fulgt over en begrenset periode i felt. Det er gjennomført samtaler med utvalgte mannskaper i ettertid av aksjonen. Undersøkelsen har også dokumentert oljeinnholdet og giftigheten av spylevannet som gikk til sjøen under arbeidene.

# 2 METODER

## 2.1 Spylelaget

### *2.1.1 Tidsbruk*

Tidsbruken er dokumentert gjennom tidtaking av en spyleoperasjon. Et bestemt område ble markert og Norconsult observerte og dokumenterte tidsbruken det tok å rense til et subjektivt akseptabelt restnivå satt av mannskapet. Mannskapene tok selv beslutningen om når området var tilstrekkelig rent i Telemark, men i Vestfold ble områdene godkjent av representant fra UIA..

Det ble utført i alt 6 tidtakinger på forskjellig underlag og ved ulike temperaturer. Det ble også benyttet forskjellige strandrensemidder under forsøkene. Dataene gir en indikasjon av tidsbruken ved spyling, men tar ikke hensyn til riggetid, pauser mm.

### *2.1.2 Erfaringer/beskrivelser.*

I tillegg til tidsforbruk, ble følgende informasjon om utstyr og naturgitte forhold registret:

- Type høytrykkspyler.
- Type dyse på høytrykkspyleren.
- Trykk.
- Temperatur (luft og spylevann).
- Type strandrensemiddel.
- Type underlag/overflatestruktur.
- Berggrunn.
- Erosjon.
- Biologi.
- Mengder olje før og etter tiltak (visuelt).

Undersøkelsen er avgrenset til:

- Kartlegging av forholdene før tiltak, herunder fotografering og beskrivelse.
- Kartlegging av gjennomføring av tiltak, herunder mengde strandrensemiddel som benyttes, tidsbruk mht. spyling, arbeidsmetode og effekt på underlaget.
- Kartlegge resultat mht. måloppnåelse, herunder visuell kontroll av mengde olje som er fjernet fra forsøksfeltet.

## 2.2 Strandrensemiddel

Bruk av strandrensemiddel er regulert i Forurensningsforskriften Kap. 19.

Med strandrensemiddel menes produkter som fremmer fjerning av olje fra underlaget. Strandrensemidler kan virke gjennom å løsne oljen fra underlaget, å dispergere oljen i vann som benyttes, eller å fremskynde biologisk nedbryting (bioremediering).

Beredskapspliktig virksomhet kan benytte dispergerings- eller strandrensemidler når dette følger av virksomhetens beredskapsplan. Virksomheter som bruker dispergeringsmiddel eller strandrensemiddel har ansvaret for å påse at midlene som benyttes er testet for akutt giftighet og effektivitet i henhold til forurensingsforskriftens vedlegg 1.

Et krav til bruk av strandrensemiddel er knyttet til effektiv konsentrasjon (EC):

- Strandrensemidler med effektiv konsentrasjon EC50 < 100 mg/l skal ikke benyttes. Med effektiv konsentrasjon, EC50, menes den konsentrasjonen av et stoff som gir toksisk effekt under gitte testbetingelser etter en bestemt tid, hos 50 prosent av organismene som testes.

Alle tester skal utføres på laboratorier som er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO-17025 og NS-EN-ISO-9100 eller kan dokumentere at de innehar systemer for dokumentasjon, sporbarhet og sammenlignende prøving av resultater tilsvarende god laboratoriepraksis, (GLP) eller standardene. Akutt giftighet for strandrensemidler i kjemisk løsning skal testes på planktonalger i henhold til prosedyren ISO/DIS 10253 (Skeletonema costatum).

Strandrensemidlene som ble benyttet under Full City-aksjonen er prøvet i hht. krav til strandrensemiddel. HMS datablad er lagt i vedlegg. Følgende strandrensemidler er benyttet:

- Arrow Delta er et avfettingsmiddel basert på kerosinforbindelser. Produktet inneholder tensider som har biologisk nedbrytbarhet større enn 90 % og er fosfatfritt.

- Absorrep K212 er et middel for oljefjerning basert på kerosinforbindelser. Produktet er biologisk nedbrytbart.

Begge strandrensemidlene ble benyttet både i Telemark og Vestfold. Når Norconsult fulgte spylelagene, ble Arrow Delta benyttet i Telemark og Absorrep K212 i Vestfold.

### 2.3 Olje i avspylt væske og giftighet

Det ble samlet opp avspylt væske for giftighetsprøving der dette var mulig. Væsken samlet seg naturlig i basseng/forsenkninger i berget. Disse var, dersom de var vannfylte, lenset før spylingen startet. For prøving av giftighet ble det utført en standard prøving med *Skeletonema*. Avspylt væsken ble også analysert på innhold av THC (Total Hydrokarbon Content/Consentration). Det ble utført 2 giftighetsprøvinger og 3 THC analyser.

Avspylt væske representerte en blanding av vann, det enkelte strandrensemiddel og olje. I tillegg ble det analysert på THC i avspylt væske uten bruk av strandrensemiddel.

ALS Scandinavia utførte alle analyser.

### 2.4 Intervju med mannskap

Intervju med mannskap som deltok i spyling av strandsonen ble ut ført den 19. januar 2010. Intervjuet ble foretatt 1 til 2 måneder etter at spylingen var avsluttet for vinteren.

Intervjuene ble gjennomført som semistrukturerte kvalitative intervjuer. Det er utarbeidet en intervjuguide som ble veiledende under intervjuene. Tema og hensikt med intervjuene ble drøftet med Kystverket og NOFO før start. Spørsmålene hadde til hensikt å belyse den enkelte ”spyleoperatørs” erfaring med arbeidet. Dette omfattet organisering, utstyr, effektivitet, naturgitte forhold og andre erfaringer. Spørsmålene er vist i vedlegg 2.

Utvalget av personer som er intervjuet er basert på forslag fra Kystverket, og alle har deltatt i arbeidene med opprydding og spyling etter forliset av Full City. Tre personer ga samtykke til å bidra med erfaringer gjennom intervju. Alle tre inngår i styrken av brannmannskap som ble prioritert for å utføre denne jobben. Den ene personen som ble intervjuet har deltatt som mannskap for IUA Telemark. Han har blant annet

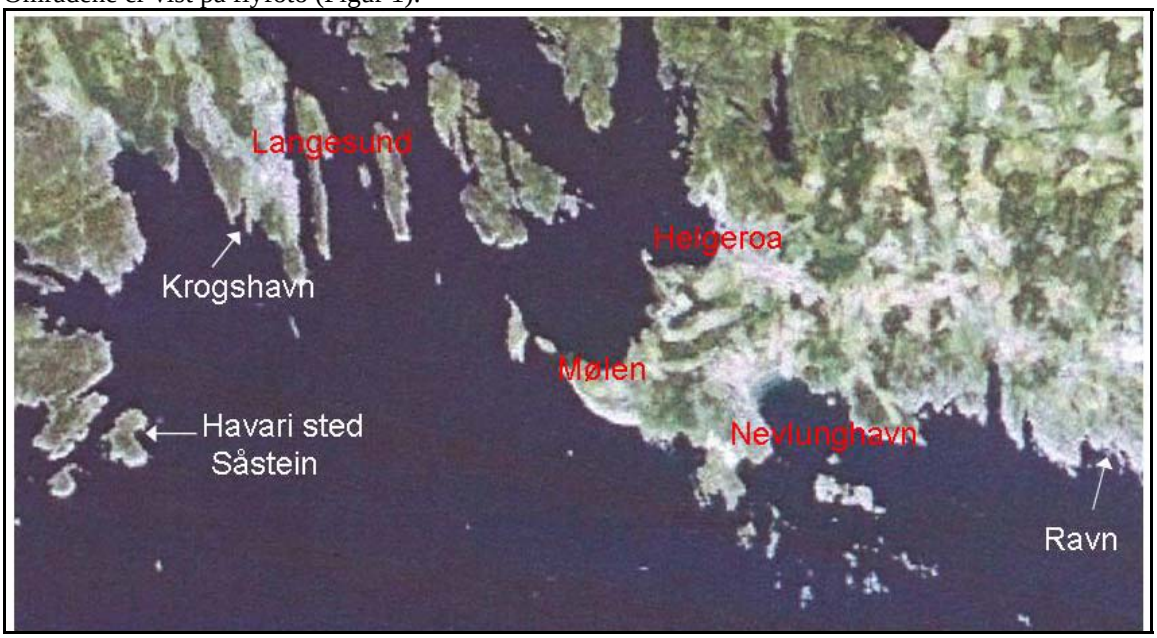
arbeidet i Krogshavn, Sandvika og Såstein. De to andre personene har deltatt som mannskap for IUA Vestfold. De har arbeidet på kysten av Vestfold.

Intervjuene gir et inntrykk fra et lite utvalg av personer som har vært sentrale i arbeidet i spylelag. Det er ikke forsøkt å generalisere på bakgrunn av funnene i intervjuene. Intervjuene gir nyttige innspill og erfaringer som sammen med de øvrige undersøkelsene og kartleggingene, skal bidra til å dokumentere tidsbruk, erfaringer og avdekke kunnskapsmangler.

# 3 SPYLELAG I AKSJON

## 3.1 Områder

Norconsult fulgte spylelag i Ramn i Vestfold (23.10.2009) og Krogshavn i Telemark (18.11.2009). Områdene er vist på flyfoto (Figur 1).




*Figur 1. Flyfoto med lokalisering av områdene som er beskrevet*

## 3.2 Spylelag og arbeidsposisjoner

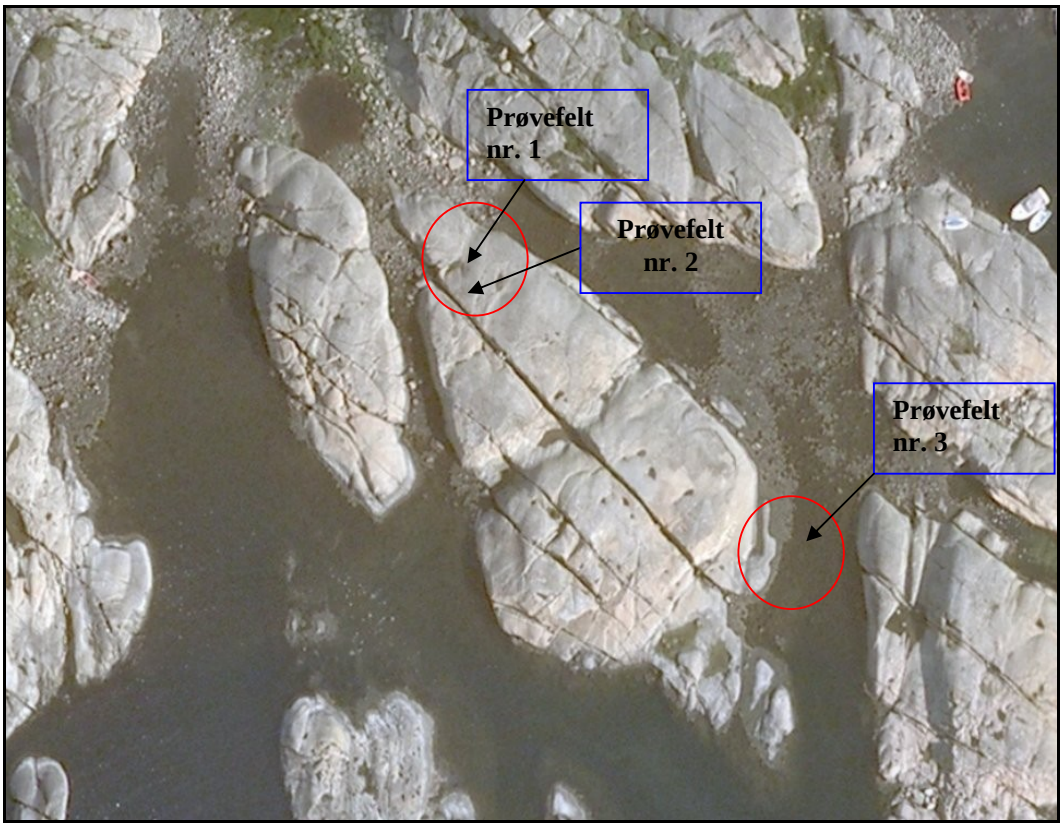
Hvert spylelag besto av to personer. Begge personene deltok i spylearbeidet, og de vekslet i bruken av utstyret for spyling. I Vestfold ble spylelagets arbeid fulgt opp på 3 lokaliteter. I Telemark ble 3 spylelag fulgt opp på 3 lokaliteter.

## 3.3 Resultater

### *3.3.1 Ramn Vestfold*

Det ble valgt ut 3 ulike prøvefelt i området. Prøvefeltene ble valgt på bakgrunn av ulik overflatestruktur og matrix. Det var ønskelig å få kvantifisert tidsbruken og vurdert effekten ved spyling av berg og stein. Feltene er karakterisert som følger:

Prøvefelt 1. Sand, stein og blokkformasjoner.
Prøvefelt 2. Glatt, tett og fast berg.
Prøvefelt 3. Ujevnt fast berg med områder med grove krystaller (ganger).




*Figur 2. Bildet viser prøvefeltene for strandrensetiltak ved Ramn i Larvik, Vestfold*

I hvert prøvefelt ble det avgrenset et felt som ble påført strandrensemiddel etter prosedyre fastsatt av Kystverket. Området ble deretter spylt med høytrykksspyler. Høytrykksspylingen foregikk med 200 bar trykk, og ved en temperatur på 90 $^{o}$C. Dysetype: turbo. Strandrensemidlet er blandet inn i sjøvann.

Normalt blir det ikke brukt varmt vann i områder med løsmasser, men i dette området ble det benyttet.

Det ble analysert vannprøver av spylevannet fra ett forsøksfelt (Prøvefelt 3) mht. mengde olje samt giftighet (jf. kapittel 4).

Området som ble renset hadde vært grovrenset ved å påføre bark mv. før spyling. Olje hadde også blitt fjernet ved skraping. I de tilfeller det var frittflytende tung olje på sjø så ble dette sugd opp før området ble spylt.

I Vestfold ble absorberende lenser lagt på utsiden av spyleområdet for å fange opp olje som ble skylt på sjøen.

<u>Prøvefelt 1:</u>
Prøvefeltet består av sand, stein og blokk. Området har tidligere blitt grovrenset med bark. Prøvefeltet dekker 12 m$^2$ (horisontal flate). Området ligger i tidevannssonen. Kartleggingen ble gjennomført ved lavvann. Lufttemperaturen under tiltaket var 4 ºC. Det var overskyet og lett regn.

Oljeforurensingen dekket alle steiner, blokker og sand i prøvefeltet. Filmtykkelsen var ca. 1 mm før gjennomføring av tiltak. Oljen svertet før gjennomføring av tiltak.

*Figur 3: Bildet viser oversikt over prøvefelt 1, før gjennomført tiltak. Det er definert et lite felt som ble fotografert før og etter tiltak.*

Påføring av strandrensemiddelet tok ca. 2 minutter. Det ble totalt påført 1,6 liter Absorrep K212. Strandrensemiddelet virket i minimum 10 minutter før området ble spylt. Etter førstegangs spyling ble samme prosedyre gjentatt (påføring av strandrensemiddel og spyling). Strandrensemiddelet hadde samme virketid ved andregangs påføring.

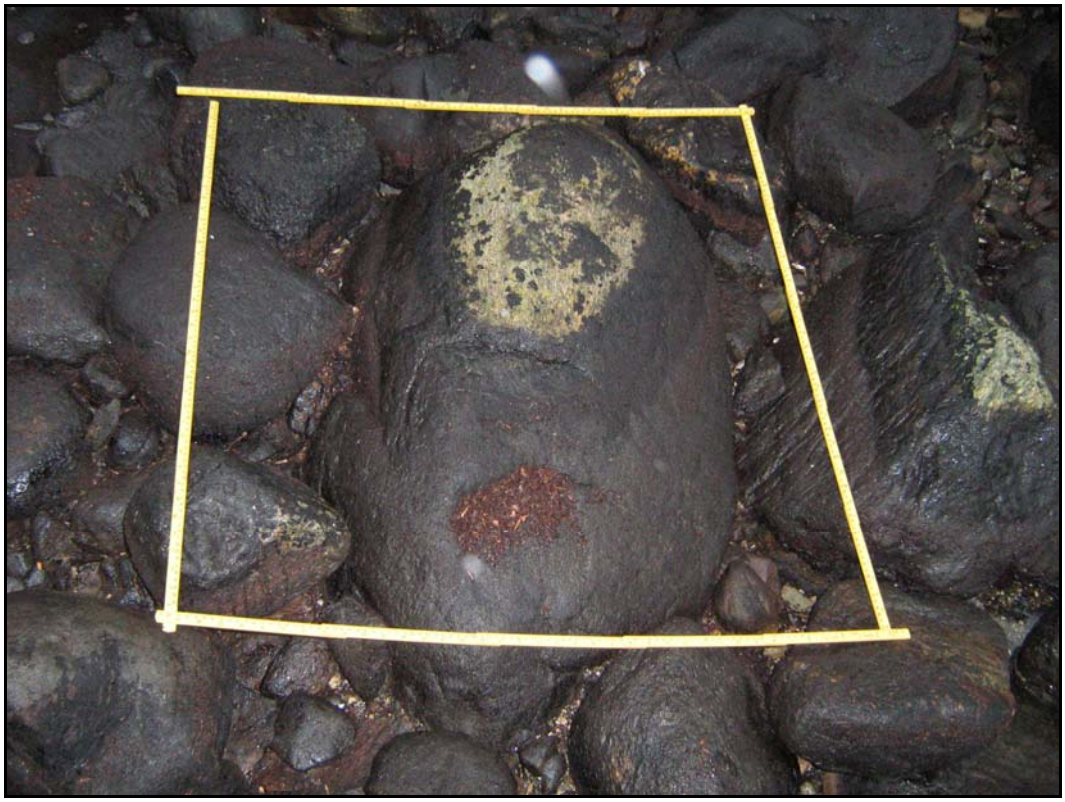
*Figur 4: Bildet viser påføring av strandrensemiddel.*

Området ble renset etter prosedyre fastsatt av Kystverket. Det tok 1 time å spyle 6 $m^2$ av prøvefeltet. Noen steiner ble snudd under spyling, men steiner ble ikke flyttet. Gjenværende olje på steiner og grus svertet fortsatt etter gjennomført tiltak.

Det er antatt at total rensetid for dette området er 3 ganger så lang som forsøket viste, som følge av vending av stein og ny omgang med spyling, Tidsforbruket ble da 3 timer per 6 $m^2$ eller ca. 30 minutter/$m^2$. Forhold som bidrar til økt tidsbruk er at den reelle overflaten som skal spyles, er langt større

enn grunnflaten på området. Steinene må snus og spyles fra flere vinkler. Operatørene må bevege seg mer og flytte posisjon i forhold til steinenes plassering og utforming.

*Figur 5: Bildet viser høytrykkspyling av prøvefelt 1.*



*Figur 6: Bildet viser forholdene før gjennomført tiltak.*

*Figur 7: Bildet viser forholdene etter gjennomført tiltak.*

*Figur 8: Bildet viser hele prøvefeltet etter gjennomført tiltak.*

*Figur 9: Bildene viser et eksempel på resultat av tiltak på stein i prøvefeltet.*

Det er tydelig forskjell på effekten av tiltaket i forhold til ulik type bergart, utforming av steinene, overflate mv. Noe av forklaringen på dette er at strandrensemiddelet renner raskere av glatte og hellende overflater sammenlignet med steiner med ru, porøs og horisontal overflate. Rensemiddelet fordeler seg også ulikt mht. steinenes utforming og plassering. Olje under steiner er spesielt vanskelig å få tilgang til og dekke med rensemiddel.

*Figur 10: Bildene viser eksempler på ujevnt resultat etter gjennomført tiltak. Deler av steinene har godt resultat etter tiltaket, mens andre deler av steinene viser forstsatt en del gjenværende olje.*

*Figur 11: Bildet viser oljerester mellom steiner og grus, etter gjennomført tiltak.*

Prøvefelt 2:
Prøvefeltet bestod av fast berg, type ”Larvikitt”. Prøvefeltet dekker 1 $m^2$ og er hellende. Området ligger i tidevannssonen. Kartleggingen ble gjennomført ved lavvann. Lufttemperaturen var 4 ºC. Det var overskyet og lett regn.

Oljeforurensningen dekket hele prøvefeltet. Filmtykkelsen var ca. 1 mm før gjennomført tiltak. Oljen svertet før tiltak.

*Figur 12: Bildet viser oversikt over prøvefelt 2, før gjennomført tiltak. Det er avgrenset et mindre felt som ble fotografert før og etter tiltak.*

Det ble benyttet ca 0,1 liter Absorrep K212 på prøveflaten. Strandrensemiddelet virket i minimum 10 minutter før området ble spylt. Området ble spylt med høytrykksspyler etter prosedyre fastsatt av Kystverket. Det tok 5 minutter å spyle området, dvs. 5 minutter/$m^2$. Området ble totalt påført rensemiddel i to omganger med etterfølgende spyling.

Det var olje igjen etter spylingen og oljen sverter fortsatt (se figur 13). Spyletiden for denne flaten var 5 min/$m^2$. Forhold som bidro til rask gjennomføring var tilnærmet homogen overflate, lett tilgjengelighet og gode arbeidsforhold for operatørene. Strandrensemiddelet hadde grunnet hellende flate, stort potensial for å renne av. Påføringen var enkel og kontrollerbar.

*Figur 13: Bildet viser oversikt over prøvefelt 2, etter gjennomført tiltak.*

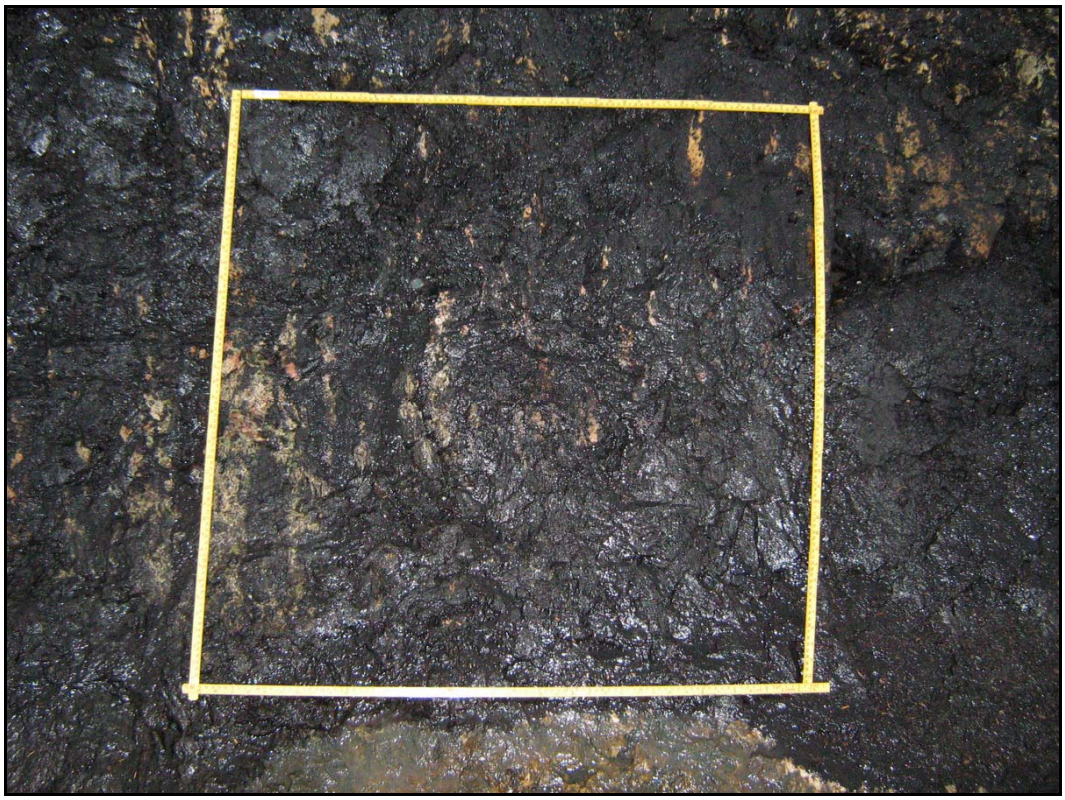
Prøvefelt 3:
Prøvefeltet besto av både porøst og glattslipt berg - dels hellende og dels flate partier. En stor del av prøvefeltet omfatter en gangbergart (pegmatitt) som er betydelig mer porøs, sammenlignet med den omliggende Larvikitten. Prøvefeltet dekker 8 $m^2$. Området ligger godt over normal tidevann. Kartleggingen ble gjennomført ved lavvann. Lufttemperaturen under tiltaket var 4 ºC. Det var overskyet og lett regn.

Oljeforurensningen dekket hele prøvefeltet. Filmtykkelsen var ca. 1 mm før gjennomført tiltak. Oljen svertet.

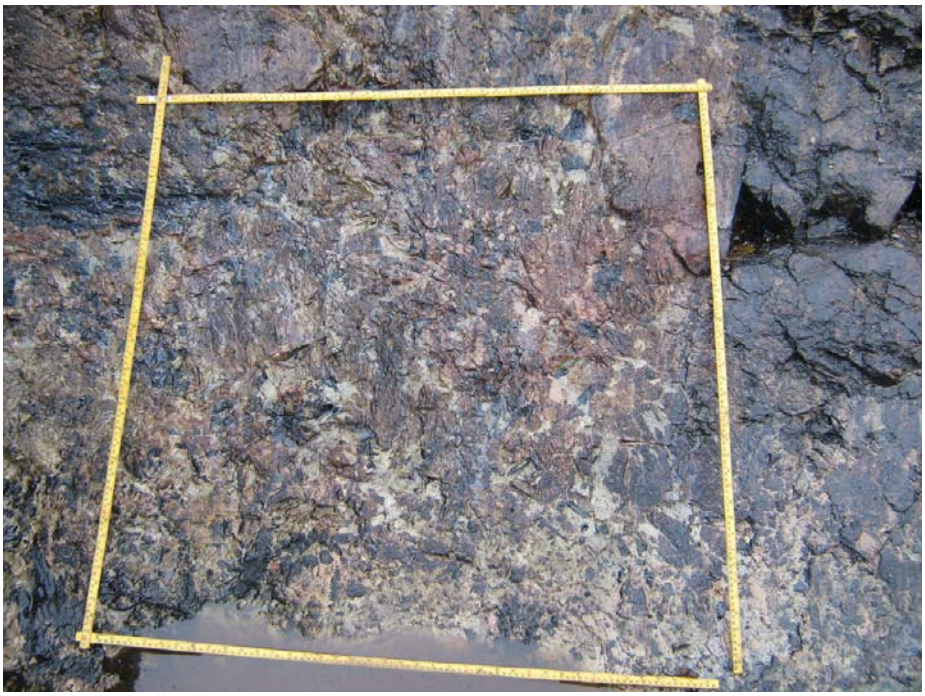
*Figur 14: Bildet viser høytrykkspyling av prøvefelt 3.*

*Figur 15: Bildet viser oversikt over prøvefelt 3 før gjennomført tiltak. Det er definert et lite felt som ble fotografert før og etter tiltaket.*

Det ble benyttet ca. 1 liter Absorrep K212 på prøvefeltet. Strandrensemiddelet virket i 10 minutter. Feltet ble påført strandrensemiddel og spylt i to omganger. Totalt forbruk av tid for å rense området var 33 minutter, dvs. ca 4 min/m$^2$.

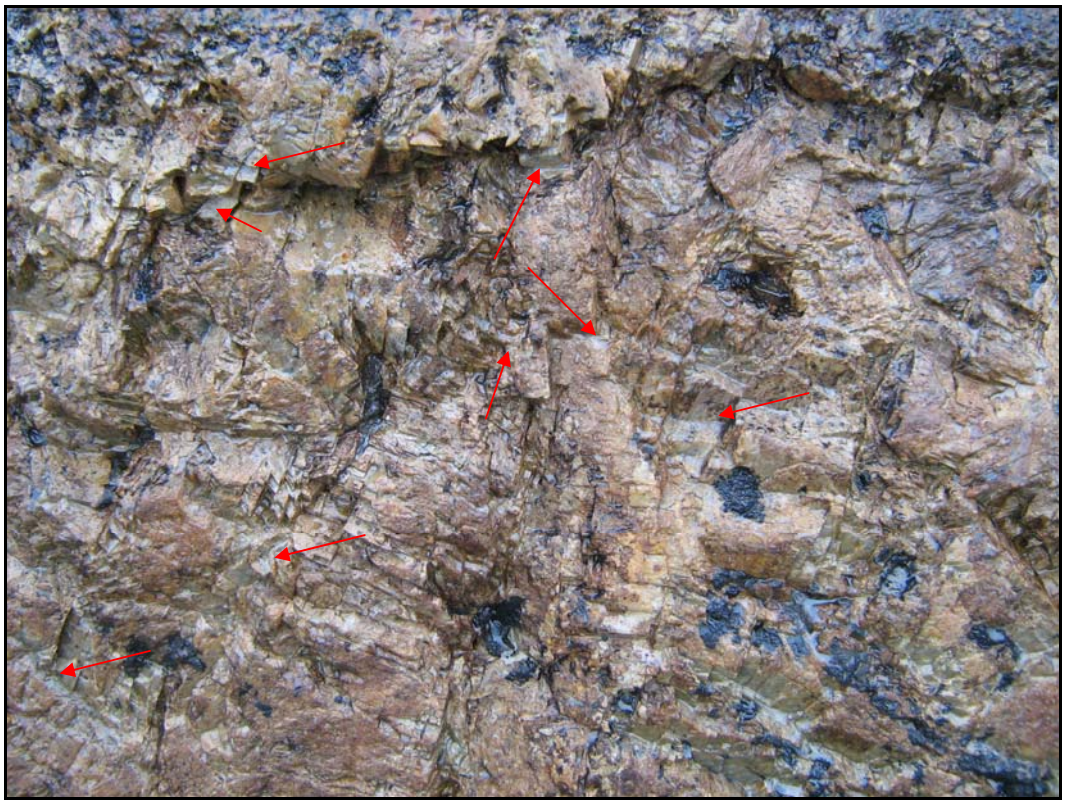


*Figur 16: Bildet viser forholdene før gjennomført tiltak.*



*Figur 17: Bildet viser forholdene etter gjennomført tiltak.*

Renseeffekten var bedre enn på en glatt bergoverflate. Dette kan være forårsaket av at spylingen førte til betydelig erosjon, dvs. de grove krystallene ble spylt bort. De gjenværende små flekkene med olje svertet etter tiltaket.



*Figur 18: Bildet viser et felt av pegmatitten etter gjennomført tiltak, og der en merkbar del av fjellet er erodert bort som følge av høytrykksspylingen. Pilene viser eksempler på punkt der det har løsnet krystaller.*

Forhold som bidro til et effektivt tidsbruk var gode arbeidsforhold, lett tilgang, sikker arbeidsgrunn og stor mulighet for operatørene til å spyle systematisk fra en side.

Spylevannet ble prøvetatt og analysert for olje (THC), og det ble utført giftighetstest. Vannet ble hentet fra naturlig forsenkning i bergoverflaten, jf. figur 15 (s. 17). Tiltaket i dette prøvefeltet resulterte i at store deler av oljen samlet seg på og i sjøvannet i en sprekk i berget.

*Figur 19: Bildet viser oljerester mellom steiner og grus etter gjennomført tiltak.*

*Figur 20: Bildet viser hele prøvefeltet etter gjennomført tiltak.*

### *3.3.2 Krogshavn Telemark*

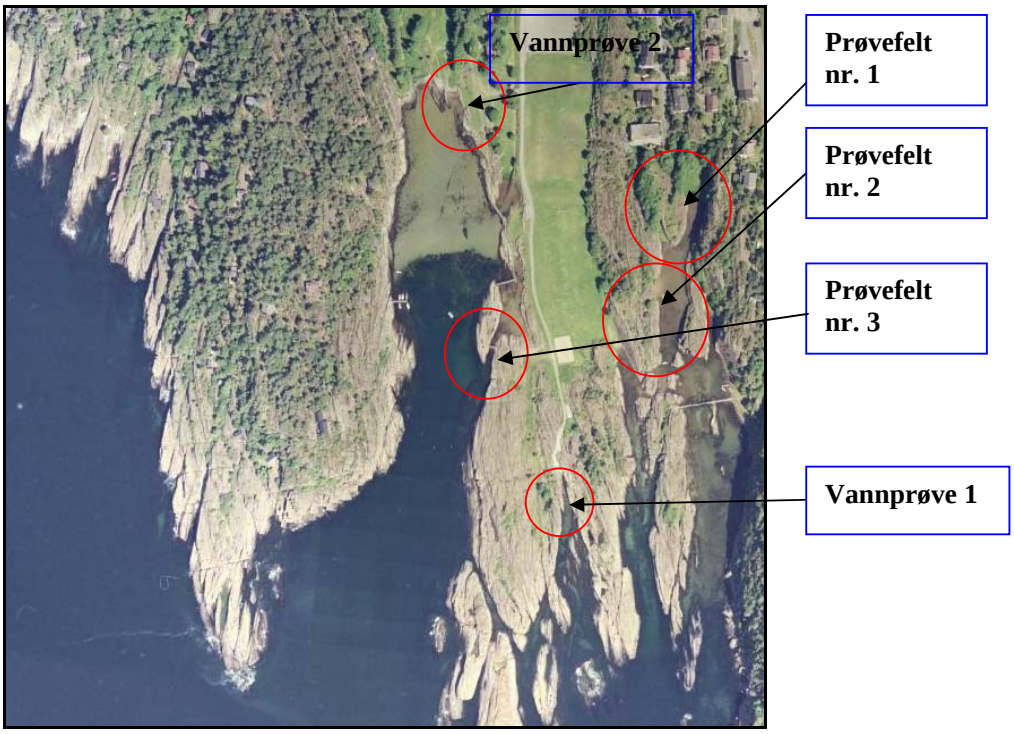
Det ble valgt 3 ulike prøvefelt i området ut fra ulik bergrunn, rensemiddel, dysetype og spylevann.

Arrow Delta var påført i forkant av forsøket, derfor har vi ingen kjennskap til mengde påført strandrensemiddel.

Prøvefelt 1: Fast berg i grunt gytjeområde. Bergarten er kalkstein.
Prøvefelt 2: Fast berg i ytre gytjeområde. Bergarten er kalkstein.
Prøvefelt 3: Fast fjell i vestre område av Krogshavn. Bergarten er kalkstein.

I hvert prøvefelt ble det avgrenset et felt som ble påført strandrensemiddel etter prosedyre fastsatt av Kystverket. Området ble deretter spylt med høytrykksspyler. Høytrykksspylingen foregikk med 200 bar trykk og ved en temperatur på 90 ºC. Dysetype: turbo. Strandrensemidlet er blandet inn i sjøvann.

Oljen svertet før tiltak. I Krogshavn ble det ikke benyttet absorberende lenser i sjø når denne undersøkelsen pågikk. Området har vært renset i flere omganger, og av den grunnen ble ikke området grovrenset med bark.




*Figur 21: Prøvefeltene for strandrensetiltak ved Krogshavn i Bamble, Telemark*

<u>Prøvefelt 1:</u>
Feltet heller mot sjø og er noe gjennomsatt av mindre sprekker. Strandrensemidlet Arrow Delta ble benyttet. Mengde strandrensemiddel er ikke kjent, da dette var påført på forhånd. Strandrensemiddelet fikk etter påføring virke i 30 til 60 minutter før området ble spylt. Prøveflaten var 1,7 $m^2$, og det tok 3 minutter å spyle området eller ca 2 min/$m^2$. Spyleoperatøren arbeidet fra sjøsiden (sto fysisk i sjøen).

*Figur 22: Bildet viser oversikt over prøvefelt 1 før gjennomført tiltak. Det er definert et lite felt som ble fotografert før og etter tiltak.*

*Figur 23: Bildet viser høytrykkspyling av prøvefelt 1.*

*Figur 24: Bilde viser forholdene etter gjennomført tiltak*

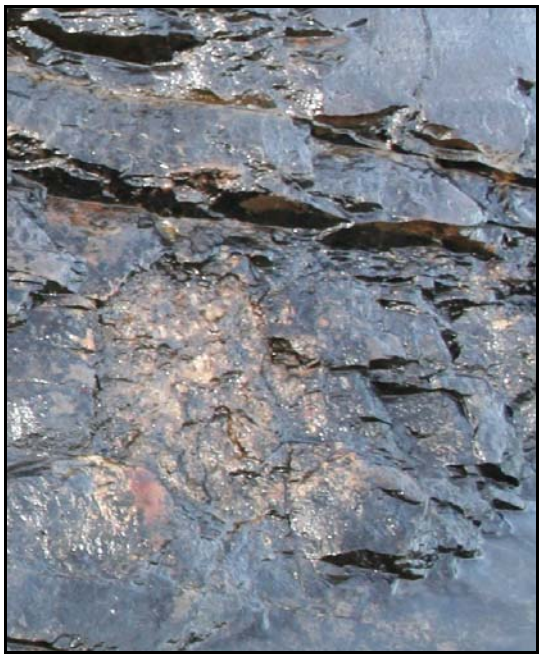
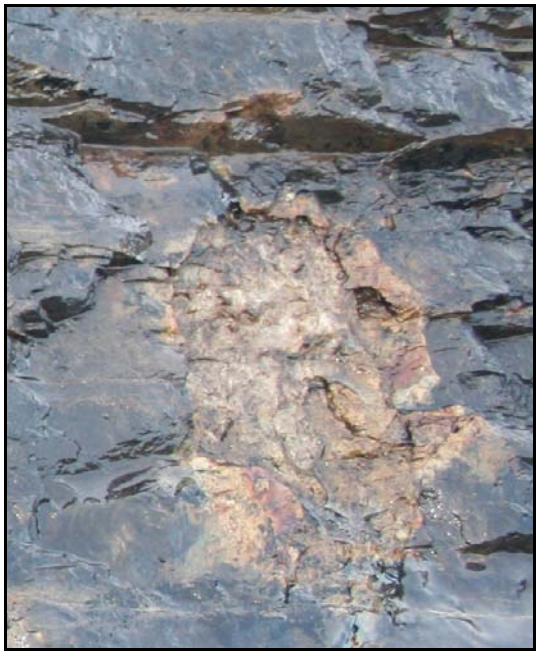
Det er en nyanseforskjell, men ikke tydelig endring som følge av gjennomført tiltak. Oljerester i prøvefeltet svertet også etter gjennomført rensing. Det er kun spylt et område 30 cm over vannoverflaten. Det ligger igjen olje på berget betydelig høyere opp i prøvefeltet (60 cm over vannoverflaten). Denne svertet både før og etter gjennomført tiltak.

Prøvefelt 2:
Det er gjennomført opprydding og strandrensing i området tidligere. Prøvefeltet besto av fast berg, delvis blankskurt. Prøveflaten er avgrenset til 0,3x2 meter (0,6 $m^2$). Prøvefeltet ligger i tidevannssonen. Undersøkelsen ble gjennomført ved høyvann. Lufttemperaturen under tiltaket var 7 ºC. Det var opphold og for det meste pent vær.

Oljeforurensningen dekket kun deler av prøvefeltet. Filmtykkelsen var maksimal 0,5 mm før gjennomført tiltak. Oljen svertet ikke før tiltak.

*Figur 25: Bildene viser resultat etter gjennomført tiltak i prøvefeltet.*

*Figur 26: Bildene viser detaljer fra prøvefeltet. Bildet til venstre viser et område før tiltak, og bildet til høyre viser det samme området etter gjennomført tiltak. Det er vanskelig å se resultater av behandlingen. Reflekser og lysforstyrrelser i bildet forstyrre sammenligningen noe.*

*Figur 27: Bilde til venstre viser et område før tiltak, og bilde til høyre viser det samme området etter gjennomført tiltak. Det er lettere å se resultat av behandlingen her. Bildene viser et område i berget som har en atypisk overflate.*

*Figur 28: Bildet viser høytrykkspyling av prøvefelt 2.*

Det ble påført ca. 0,1 liter strandrensemiddel på prøvefeltet. Strandrensemiddelet (Arrow Delta) fikk virke i minimum 60 minutter før området ble spylt. Det tok 5 minutter å spyle området, dvs. ca. 8 min/m$^2$.

Det er tydelig forskjell på effekten av tiltaket i forhold til ulike overflater. Deler av oljen var vanskelig å fjerne til tross for kjemikalier og omfattende bruk av høytrykksspyling.

Forhold som bidro til rask gjennomføring var en tilnærmet homogen overflate, lett tilgjengelighet og gode arbeidsforhold for operatørene.

Prøvefelt 3:
Prøvefeltet består av kalkstein, med typisk hullete overflatestruktur (forvitret materiale). Gropene har en typisk diameter på 0-10 cm. Berget heller ned mot sjøen, og prøvefeltet dekker 4 $m^2$. Kartleggingen ble gjennomført ved høyvann. Lufttemperaturen under tiltaket var 7 ºC. Det var opphold og til dels pent vær.

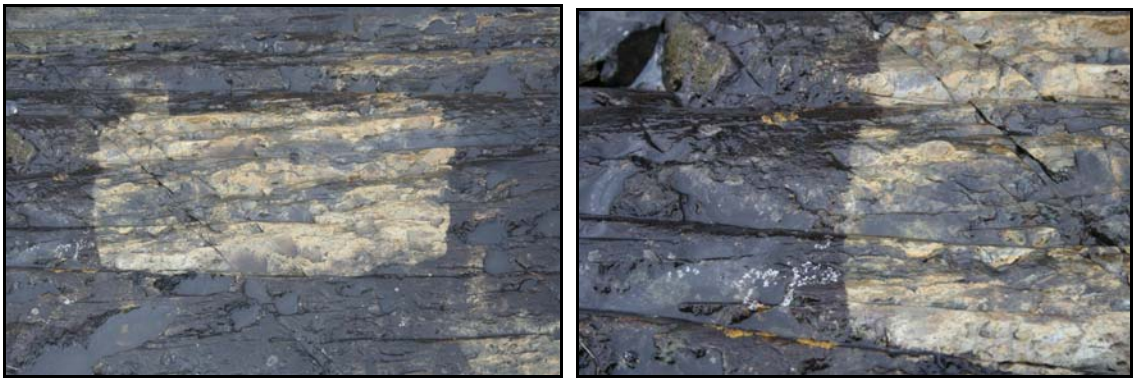
Oljeforurensningen dekte hele prøvefeltet. Filmtykkelsen var ca. 0,5 mm før gjennomført tiltak. Oljen svertet før gjennomført tiltak.

*Figur 29: Bildet viser oversikt over prøvefelt 3, før gjennomført tiltak. Det er definert et lite felt som ble fotografert før og etter tiltaket.*

Det ble benyttet Arrow Delta som strandrensemiddel. Det ble påført ca. 0,5 liter rensemiddel på feltet, og det fikk virke i ca. 12 minutter før området ble spylt. Området ble spylt med høytrykksspyler med en vanlig dyse. Det tok 7 minutter å spyle området, dvs. 2 min/$m^2$.

*Figur 30: Bildet viser høytrykkspyling av prøvefelt 3.*

*Figur 31: Bildene viser forholdene før og etter gjennomført tiltak.*



*Figur 32: Bildene viser detalj fra prøvefeltet der det er gjennomført tiltak.*

Det er tydelig effekt av tiltaket i dette prøvefeltet.

# 4 ØKOTOKSISITET OG THC ANALYSER

## 4.1 Vannprøve Ravn Vestfold

Prøvene er tatt i naturlig forsenkninger i berget.

Oljeanalysen (THC) av spylevann (saltvann, Absorrep K212 og olje) viser betydelige konsentrasjoner av olje i spylevannet (jf. tabell 1). Konsentrasjonene er slik at det er forventet en negativ påvirkning på organsimer i sjø nær opp til arbeidsstedet. Væskemengden er likevel liten og blander seg raskt inn i et stort vannvolum. Forurensningen er derfor antatt å ha begrenset utbredelse. Giftighetstesten ga resultat på 5,2 TU (Grenseverdi er 1 TU), som bekrefter påvirkningen.

*Figur 33: Bildet viser prøvetaking av vann fra spyling.*

*Tabell 1: Vannprøve Ravn - Vestfold*

| Alifater | | Målte verdier ved spyling og bruk av strandrensemiddel (Absorrep K212) | Grenseverdi PNEC ferskvann (1) | Utslipp offshore § 55 aktivitetsforskriften (2) |
|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | µg/l | 128000 | 1000 | |
| Fraksjon >C12-C16 | µg/l | 340000 | 1000 | |
| Fraksjon >C16-C35 | µg/l | 218000 | 1000 | |
| Fraksjon >C35-C40 | µg/l | 45800 | 1000 | |
| Sum >C10-C40 | µg/l | 731000 | | 30000 |

### 4.2 Vannprøver Krogshavn

Prøvene ble tatt i naturlige forsenkninger i berget. Vannprøve 1 er tatt fra spyling uten bruk av strandrensemiddel.

I området der vannprøve 2 ble tatt ble det benyttet ferskvann til høytrykkspylingen og Arrow Delta strandrensemiddel. Årsaken til at det benyttes ferskvann er at spyleområdet ligger opp til 2 meter over sjøvannsoverflaten. Høydeforskjellen bidro til et betydelig redusert spyletrykk.

*Tabell 2: Vannprøve 1 Krogshavn*

| Alifater | | Målte verdier ved spyling uten bruk av strandrensemiddel | Grenseverdi PNEC ferskvann (1) | Utslipp offshore §55a aktivitetsforskriften (2) |
|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | µg/l | 442 | 1000 | |
| Fraksjon >C12-C16 | µg/l | 9260 | 1000 | |
| Fraksjon >C16-C35 | µg/l | 111000 | 1000 | |
| Fraksjon >C35-C40 | µg/l | 18400 | 1000 | |
| Sum >C10-C40 | µg/l | 139000 | | 30000 |

*Tabell 3: Vannprøve 2 Krogshavn*

| Alifater | | Målte verdier ved spyling og bruk av strandrensemiddel Arrow Delta | Grenseverdi PNEC ferskvann (1) | Utslipp offshore §55a aktivitetsforskriften (2) |
|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | µg/l | 415000 | 1000 | |
| Fraksjon >C12-C16 | µg/l | 976000 | 1000 | |
| Fraksjon >C16-C35 | µg/l | 86900 | 1000 | |
| Fraksjon >C35-C40 | µg/l | 9630 | 1000 | |
| Sum >C10-C40 | µg/l | 1490000 | | 30000 |

*Figur 34: Bildet viser prøvetaking av vann fra spyling*

Oljeanalysene (THC) viser betydelig konsentrasjoner av olje i spylevannet (jf. tabell 2 og 3). Det er ca 10 ganger høyere konsentrasjoner av THC i spylevannet ved bruk av strandrensemiddel. Konsentrasjonene er slik at det må forventes å kunne ha en negativ effekt på organsimer i sjø, men dette vil blande seg raskt

inn i vannvolumet, og har derfor meget begrenset utbredelse. Giftighetstesten påviste ingen toksiske effekter.

# 5 INTERJU MED MANNSKAP

## 5.1 Bakgrunn

Brannmannskap fra både Telemark og Vestfold ble engasjert gjennom Interkommunalt utvalg mot akutt forurensning (IUA) til tiltak i strandsonen. IUA Vestfold er ledet av Vestfold Interkommunale Brannvesen IKS og IUA Telemark er ledet av et beredskapsutvalg - Grenland Havn.

IUAene i både Vestfold og Telemark besluttet at brannmannskaper skulle utgjøre betydelig innsats under oppryddingen etter oljeforurensningen fra Full City.

## 5.2 Resultater

### *5.2.1 Organisering*

Alle som ble intervjuet i denne undersøkelsen var imponert over organiseringen av arbeidet, jf. uttalelser som:

> ”..det er imponerende hvordan det er mulig å organisere så mange folk, og sørge for at alle har en oppgave å utføre under gode HMS forhold og med godt utstyr”

Intervjuobjektene trekker spesielt frem god ledelse i IUA både hos IUA Telemark og IUA Vestfold. Det fremheves at lederne fulgte opp arbeidene underveis og hadde sterkt fokus på sikkerhet. Hvis været tilsa at det var uforsvarlig å være ute i båt, ble arbeidet omorganisert til andre steder eller det ble organisert andre oppgaver.

Mannskapene som ble intervjuet bemerket at de var overrasket over at depotstyrken fra Kystverket ikke hadde mer erfaring med slike aksjoner. Det ble uklarheter mellom mannskapene og depotstyrken om hvilken rolle depotstyrken skulle ha i arbeidet. Intervjuobjektene fortalte at depotstyrkene hadde en oppfatning om at depotstyrken skulle lede arbeidet, uten å gjøre praktisk arbeid jf. uttalelser som:

> ”..vi trodde at depotstyrken var erfaren og kunne lære oss noe, men det ble med det motsatte […] vi måtte lære dem de praktiske tingene med båtkjøring, spyling og bruk av arbeidsutstyr”

I Vestfold var mannskapene tydelig på at det ikke hadde vært mulig å gjøre jobben uten hjelp fra Skjærgårdstjenesten. Skjærgårdstjenesten bidro med betydelig hjelp i form av båttransport og levering av utstyr m.v. jf. uttalelser som:

> ”..Skjærgårdstjenesten tok seg frem i områder der ingen andre kunne komme seg frem”

### *5.2.2 Sikkerhet*

Alle måtte gjennomgå sikkerhetskurs før de kunne begynne med opprydding og spyling. Det var generelt mye fokus på bekledning, flytevester og ferdsel i området. Det var viktig å ha rutiner for å skifte bekledning når de skulle inn på land i pauser eller lignende for å unngå å reforurense, jf. uttalelser som:

> ”..det tok ikke mange minutter før klærne var helt tilgriset med olje”

Intervjuobjektene var svært fornøyd med tilgangen til overtrekksdrakter og verneutstyr i form av vernebriller, flytevest m.v.

Sikkerhet i båt og ferdsel i båt var et fokusområde mht. sikkerhet. Det var de med mest erfaring som brukte båt og førte båtene i farvannet. Det ble framhevet i intervjuene at farvannet, spesielt utenfor Vestfold, er farlig og at aktivitet var representert med en betydelig fare. Mannskapene var fornøyde med at deres kompetanse og erfaring ble vektlagt som avgjørende, jf. uttalelser som:

> ”..det er avgjørende å ha erfaring med båt for å kunne gjennomføre disse operasjonene” ”..vi har vært ute i båt før og kjenner farvannet godt, og det er lov å bruke hue”

### *5.2.3 Prosedyrer og kvalitetskrav*

Uttalelse om leder i Larvik kommune:

> ”..leder i Larvik kommune hadde arbeidsbeskrivelse (innsatsordre) hver dag. Hun brukte tid hver ettermiddag til å forberede neste dags oppgaver, men med ulike alternativer mht. vær og vind”

Mannskapene presiserte at det var veldig god kommunikasjon mellom leder og mannskapene ute i felt. Det meste gikk via telefon, men personlig oppmøte på depotet på morgenen var viktig for kommunikasjonen blant mannskapene og mellom leder og mannskap, jf. uttalelser som:

> ”..leder møtte opp på depotet i Stavern med innsatsordre på morgenen”

På slutten av arbeidsdagen leverte mannskapene inn en ”avmelding” der det var beskrevet kort hva som var gjort. Disse meldingene ga grunnlag for å planlegge videre fremdrift. Detaljeringen på denne ”avmeldingen” var avgjørende for god fremdrift og god flyt i arbeidet. Før det ble gjennomført morgenmøte i Telemark, var arbeidsfordeling mellom teigene allerede planlagt, og teiglederne var oppdatert på fremdrift og status i arbeidet, jf uttalelser som:

> ”..i Telemark møtes staben til morgenmøte med teiglederne”

### *5.2.4 Metode og utstyr*

Organiseringen av utstyr fungerte bra i både Telemark og Vestfold. Det ble etter hvert opprettet en serviceavtale som skulle sørge for at utstyret fungerte og var OK når de kom på jobb på morgenen. Serviceavtalen var avhengig av at mannskapet ga melding om feil eller mangler på slutten av dagen, jf. uttalelser som:

> ”..det kunne ta noe tid å få tak i reserveutstyr, men vi kom alltid i gang på morgenen og fikk gjort jobben som skulle gjøres.

Mannskapene kunne være plaget med noe av utstyret, men lærte forholdsvis fort å finne løsninger eller bli kjent med svakhetene slik at problemene kunne unngås. Det fremheves at utstyret fikk mye slitasje under bruk. Det kunne gå med mye tid til håndtering av feil eller mangler på utstyret.

Det ble fremhevet at mannskapene fra brannvesenet er vant til å bruke det tekniske utstyret og kunne gjøre små reparasjoner og justeringer. De savnet derimot tilgang til verktøy på båtene for å kunne gjøre slike reparasjoner.

Mannskapene som ble intervjuet, kjente ikke til at det var utarbeidet prosedyrer for spyling, og det ble ikke gitt opplæring eller gjennomgang av prosedyrer for selve rensingen. Mannskapene beskriver at de måtte prøve og feile en del, før de opparbeidet seg erfaring med spylingen. I starten ble det gjennomført forsøksspyling, og 2 lag gjennomførte en del spyling på 2 forskjellig områder. Dette holdt de på med i en uke. Etter dette ble det levert mer utstyr og etablert fler spylelag. Erfaringene ble overlevert muntlig til de ulike lagene og til nye mannskaper som kom med i arbeidet. Eksempler på uttalelser:

> ”..et gikk det i maks trykk og maks temperatur hele tiden”.

> ”..de første erfaringene vi fikk var å skille mellom Marebekk og olje”.

Det tok bort i mot 4 uker før det ble tatt i bruk kjemikalier i spylingen. Mannskapene kunne ikke merke forskjeller mellom de ulike kjemikaliene som ble benyttet under spylingen, jf. uttalelser som:

> ”..det er vanskelig å si om det ene stoffet krevde lengre reaksjonstid, eller om det bare var det at temperaturen i luften var lavere når vi benyttet det andre kjemikaliet”.

Mannskapene erfarte at arbeidet ble betydelig vanskeligere når lufttemperaturen sank. Oljen ble mer tykk-flytende og satt bedre fast når det ble kaldere. Fersk olje var betydelig lettere å få bort, jf. uttalelser som:

> ”..noen ganger var det som å koste bort oljen, mens andre ganger måtte vi virkelig jobbe hardt for å se at spylingen hadde effekt”.

Mannskapene observerte at oljen satt bedre fast på enkelte felt. De observerte også at det varierte innen samme bergart og overflate, jf. uttalelser som:

> ”..samme bergart og samme overflate, betydde ikke at oljen satt like hardt på”.

Mannskapene hadde ulike teorier om hvorfor oljens vedheft varierte. Det ble lagt merke til at oljen festet seg ulikt på berget der dette var belagt med alger eller lignende før påslaget, og variasjoner i fht. bergart og overflate. Innerst i Krogshavn erfarte mannskapene at oljen satt best på glatt berg. Andre erfaringer tilsier at oljen lettere løsnet på glatt berg. Mannskapene hadde ikke lagt merke til at berget ble erodert i merkbar grad under spylingen. En del steinsprut var de vant til, men mannskapene hadde ikke lagt merke til betydelig forskjell mellom ulike bergarter og erosjon. Det ble påpekt at arbeidet på Såstein tok lengst tid og var vanskeligst grunnet et kupert terreng, høye bølger og vanskeligere logistikk, jf. uttalelser som:

> ”..etter hvert opparbeidet vi erfaring med ulike typer fjell, stein og topografi. Først ble det skrapt og barket, før det ble spylt- med og uten kjemikalier”.

Mannskapene bemerket at det kunne oppleves ”nytteløst” å jobbe med spylingen når det måtte spyles flere ganger på samme felt, jf. uttalelser som:

> ”..det var viktig å gjøre seg ferdig i et felt, før man beveget seg videre til et nytt område”.

Nytt påslag av olje, eller andre vurderinger som tilsa at området ikke var tilfredsstillende rent, gjorde at det måtte spyles flere ganger.

Mannskapene ga tilbakemelding om at det var vanskelig å vurdere om et område var tilfredsstillende rent. Ledelsen fulgte opp spylingen og resultatene etter spylingen, og de ga deretter beskjed om området var ”friskmeldt”. Dette ble gjort på en systematisk måte, men det kunne også være slik at vær og vind mht. sikkerhet ble avgjørende for om et område ble spylt flere ganger. Det var mannskapene selv som vurderte om områdene var tilfredsstillende renset, men ledelsen måtte klarere området.

Mannskapene i Vestfold beskrev denne prosedyren slik at det kun var en person som hadde myndighet til å klassifisere et område som tilfredsstillende renset. Personen med denne myndigheten sjekket hele området etter at mannskapene hadde meldt fra og foreslått området som ferdig. Eksempel på uttalelse:

> "..det var ulik oppfatning om kvaliteten […] vi mente at det i noen tilfeller ikke var nødvendig å spyle flere ganger".

Områder med stein, blokker og sand tok ekstra lang tid å spyle. Det kunne ta 3 til 4 ganger lenger tid å spyle områder med blokk/stein sammenlignet med fjell. Mannskapene flyttet på de steinene som var mulig å flytte for å kunne komme til med spylingen. Andre områder som tok lang tid, var steder med vanskelig adkomst eller der bølger slo inn over områdene som skulle spyles.

Mannskapene hadde gode erfaringer med de frivillige. De var imponert over både innsats og evner til mange av de frivillige som jobbet med spyling. Intervjuobjektene var enstemmig i at det var riktig å bruke frivillige som arbeidskraft ved spylingen. Det ble bemerket at noen trengte mer oppfølging enn andre, herunder språk og opplæring i bruk av utstyr m.v., jf. uttalelser som:

> ".. det ble luket ut noen frivillige etter hvert, men til slutt sto det igjen en del folk som var veldig flinke"

Mannskapene som ble intervjuet, benyttet kun rund- turbodyse på høytrykkspyleren. De hadde forsøkt både flat og rund dyse, men erfarte at flat dyse var uegnet på fjell. Flat dyse kunne brukes på brygger eller på annet utstyr, men på fjellet var det ikke tvil. Begrunnelsen var at rund turbodyse hadde større kraft.

Mannskapene forteller at det var varierende bruk av lenser i forbindelse med spylingen. Det ble bemerket at lite olje ble spylt på havet, men i de tilfeller hvor det samlet seg opp mye olje i vannet, ble det strødd på med bark, og oljen (væsken) ble sugd opp. Under noen tilfeller i Vestfold ble det en vanlig arbeidsmetode å påføre kjemikalier og spyle i to omganger, før de påførte bark og skylte området med store mengder vann. På spørsmål om bruk av lenser ble det svart at det ble benyttet lenser med skjørt i ca 90 % av tiden i Vestfold. I Telemark ble det kun benyttet lenser i starten. Mannskapene savnet bedre lenser for å ta opp olje som ble spylt på vannet. Det ble hevdet at lensene fungerte forholdsvis dårlig, og de hadde begrenset effekt.

### 5.3 Oppsummerende erfaringer fra mannskapene

På spørsmål om generelle erfaringer etter oppryddingen og organiseringen av arbeidene etter Full City, påpeker mannskap fra Telemark at deres erfaring ikke er videreført eller dokumentert. Noen av mannskapene har deltatt i arbeidet helt fra starten, og de har således opparbeidet betydelig kompetanse og erfaring.

Mannskapene i Vestfold opplevde at de kom raskt i gang. Mannskapene kom seg ut i felt allerede etter 5 dager etter grunnstøtingen. I starten hadde de mangel på lenser, men etter hektisk aktivitet ble det bedre tilgang til utstyr. De opplevde at de fikk gjort en nyttig bidrag. Forhold som bidro til at det tok tid før de kom i gang var at alle måtte ha HMS opplæring og det dårlige været, jf. uttalelser som:

> "..båten gikk på grunn natt til fredag [..] allerede søndag fikk vi SMS fra IAU [..] på tirsdag kom vi i gang med arbeidet"

# 6 OPPSUMMERING OG VURDERING

## 6.1 Spyling

Den operative spyletiden varierer fra under 2 min/m$^2$ til 8 min/m$^2$ for fjell, og opp til 30 min/m$^2$ for strand med stein og blokkformasjoner. Dette er den tiden mannskapene benytter for å spyle et bestemt område. I tilfeller der oljen sitter godt fast eller det er satt høyt krav til renhet, vil den reelle spyletiden for samme område bli lenger.

Uavhengig av renhetsmål og oljens feste til underlaget, varierer tidsbruken blant annet i forhold til forskjellig bergrunn, ulik tilgjengelighet til spyleområdet og mannskapenes erfaring og arbeidsmetode.

Noen åpenbare årsaker til stor tidsbruk er oljens vedheft til underlaget, ulik krav til renhetsgrad, feil med utstyr og lite tilgengelige områder, eller områder der det må tas spesielle hensyn til sikkerhet for mannskapene.

Datagrunnlaget fra undersøkelsene og intervjuene av mannskapene viser tydelig at tidsbruken er kontekst-avhengig. Årsakene til ulik tidsbruk er sammensatt og avhengig av mannskapenes erfaring og kompetanse.

Tidsforbruket for rensing av prøveområdene er sammenfattet i tabell 4.

*Tabell 4: Sammendrag av tidsforbruk ved strandrensing av ulike matrix.*

| *Område* | *Substrat* | *Tid (minutter/m$^2$)* |
|---|---|---|
| Ravn, Vestfold, Prøvefelt 1 | Sand, stein, blokkformasjoner | 30 |
| Ravn, Vestfold, Prøvefelt 2 | Glatt, tett og fast berg | 5 |
| Ravn, Vestfold, Prøvefelt 3 | Ujevnt fast berg med områder med grove krystaller (ganger) | 4 |
| Krogshavn, Telemark, Prøvefelt 1 | Fast berg i grunt gytjeområde. Kalkstein. Heller mot sjø, mindre sprekker | 2 |
| Krogshavn, Telemark, Prøvefelt 2 | Fast berg i ytre gytjeområde. Kalkstein. Delvis blankskurt | 8 |
| Krogshavn, Telemark, Prøvefelt 3 | Fast fjell i vestre område av Krogshavn. Kalkstein, hullete overflatestruktur (forvitret materiale) | 2 |

Rund turbodyse er i all hovedsak benyttet under spyling av berg og stein/blokkfomasjoner. Tilbake-meldingene fra mannskapene tilsier at denne dysetypen er mest effektiv og gir best resultat på disse matrixene. Ett funn i denne undersøkelsen viser derimot et eksempel der vanlig flat dyse gir betydelig bedre visuell effekt og bidrar dessuten til rask gjennomføring av spylingen. Denne undersøkelsen gir likevel ikke noe grunnlag for å endre oppfattningen om at turbodyse er det beste valget av utstyr, da årsakene til resultatene i det ene eksemplet kan være kontekstavhengig og forårsaket av ulik berggrunn og olje som vedhefter betydelig løsere enn vanlig til matrixen.

Samtlige områdene som ble spylt, ga et visuelt godt resultat. De fleste områdene ble betydelig visuelt renere, selv om det svertet olje fra området etter spyling. På porøs begrunn ble det observert betydelig erosjon som følge av spylingen.

### 6.2 Analyser

Til tross for dårlig sammenligningsgrunnlag, usikkerheter i prøvetaking og mengden oljeforurensning viste analyseresultatene at bruk av strandrensemidler ga 5 til 10 ganger høyere konsentrasjoner av THC i spylevannet enn i spylevann uten slike kjemikalier (basert på 3 prøver). Bruk av ferskvann sammen med Arrow Delta ga dobbelt så mye olje i spylevannet sammenlignet med bruk av saltvann og Absorrep K212. Prøven med de høyeste oljekonsentrasjonene var ikke giftig (TU=0 *Skeletonema* giftighetstest), men prøven med de laveste oljekonsentrasjonene var giftige (TU =5,2 *Skeletonema* giftighetstest) (basert på 2 prøver).

Dersom konsentrasjonen i spylevannet, vannforbruket på høytrykkspyler (950 liter i timen) og tidsforbruk fra prøven tatt i Ravn i Vestfold legges til grunn, gir det en giftighet som vist i figur 35. Påvirket volum i sjø er per $m^2$ renset strandlinje.

| Giftighetsgrense | Påvirket volum i sjø ($m^3$) |
|---|---|
| *PNEC ferskvann* | 21,5 |
| *Aktivitets forskriften* | 1,5 |
| *Giftighets test (Skeletonema)* | |
| *EC50* | 0,3 |
| *Ingen effekt* | 0,5 |

*Figur 35: Giftighet i spylevannet.*

Norconsult legger til grunn at giftighetstestene er mer relevante en standard PNEC verdier. Til tross for flere usikkerhetsparametre slik som mengde olje på strand, ulik berggrunn, strømmer i vann, vær og vind, tidsbruk m.m. er det grunn til å anta at spylevannet som til føres sjø, fører til negative konsekvenser for organismer i et volum av 0,3 til 0,5 $m^3$ sjøvann per $m^2$ renset strandlinje.

Det bør verifisere ytterligere om Absorrep K212 og andre strandrensemiddel sammen med spylevannet faktisk kan ha en giftighet In Situ. Toksisitet kan variere i ferskvann og saltvann på grunn av fysiologiske forskjeller mellom saltvanns- og ferskvannsorganismer. Saltvann bør derfor benyttes i analyser for å sammenligne effekter av ulike strandrensemidler.

Bruken av strandrensemiddel kan ha negative effekter på marine organismer, kanskje spesielt i områder der mye olje løsner og i områder med lite vannutskiftning. I forurensningsforskriften kapittel 19 stilles det ikke krav til vurdering av effekter på marint liv. Det er derfor behov for mer utfyllende krav/retningslinjer til brukt av strandrensemidler med økt fokus på effekter i marine organismer.

### 6.3 Oppsummerende erfaringer fra mannskapene

Intervjuene av mannskapene fra Telemark og Vestfold, tyder det på at organiseringen av spylelagene er godt gjennomført. Kommunikasjon mellom ledelse og mannskap, tilgang til nødvendig verneutstyr og fokus på sikkerhet blir spesielt trukket frem av mannskapene som er intervjuet.

Mannskapene har erfart at det varierer mye mht. hvor hardt oljen sitter fast på underlaget. Det er vanskelig å gi en entydig forklaring på hvorfor oljen løsner lettere i noen områder og sitter veldig hardt fast i andre. Noen erfaringer tilsier at det er områdets plassering som har størst betydning, sammenlignet med type matrix. Eksempelvis satt oljen betydelig mer fast innerst i Krogshavn, sammenlignet med samme type matrix lengre ut.

Fersk olje løsner betydelig lettere og temperaturen har stor betydning for arbeidet. Ved temperaturer opp mot 20 ºC, opplevde mannskapene at det ikke var nødvendig å benytte kjemikalier. Ved temperaturer ned mot 0 ºC, opplevde de arbeidet som nesten nytteløst, selv med gjentatte påføringer av kjemikalier.

### 6.4 Oppsummering med praktiske råd

- Det bør utarbeides klarere prosedyrer/retningslinjer for spyling.
- Det er behov for klarere kriterier for når et område er rent (når spylingen skal stanses).
- Trykket bør dempes ved spyling på porøse bergarter. Der spylingen utføres bør det tydelig defineres hvilke områder hvor trykk og temperatur bør reduseres.
- Det er store variasjoner i tidsforbruk med hensyn til spyling.
- Bruk av strandrensemidler letter rensearbeidet.
- Type bergart og utforming har betydning for effekt av strandrensemiddel og høytrykkspyling.
- Vedlikeholdsavtaler av spyleutstyr må inkluderes tidlig i en aksjon. Reservedeler til spyleutstyr må være tilgjengelige.
- Kontinuitet av de som arbeider med rensearbeidet er viktig for god fremdrift.
- Det bør gjøres en miljørisikovurdering for hvert område før områdene utsettes for spyling

## 7 REFERANSER

(1) Grenseverdi PNEC ferskvann. *SFT 2008 Forslag til Veileder for undersøkelse av forurenset grunn, risikovurdering og tilstandsklasser for jord*.Tabell 9

(2) Arbeidsdepartementet (2001) *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften)*. FOR-2001-09-03-1157. Dep. AD (Arbeidsdepartementet). § 55a. Utslipp av oljeholdig vann

## 8 VEDLEGG

Vedlegg 1: Analyseresultater
Vedlegg 2: Spørsmålsliste for intervju
Vedlegg 3: Datablad Absorrep K 212 og Arrow Delta

Vannprøve Ramn - Vestfold. (Sp vann saltvann)

Labnummer N00083987

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | 128000 | 38300 | µg/l | 4 | 1 |
| Fraksjon >C12-C16 | 340000 | 102000 | µg/l | 4 | 1 |
| Fraksjon >C16-C35 | 218000 | 65300 | µg/l | 4 | 1 |
| Fraksjon >C35-C40 | 45800 | 13700 | µg/l | 4 | 1 |
| Sum >C10-C40 | 731000 | 219000 | µg/l | 4 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

*Kopi*

Morten Sandeli
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Petrol-pack, enkel. | | |
| | Metode: | BTEX: | EPA 624, EPA 601 |
| | | >C5-C10: | EPA 601 |
| | | >C10-C35: | EN ISO 9377-2 |
| | Ekstraksjon: | >C10-C35: | Heksan |
| | Deteksjon og kvantifisering: | BTEX: | GC/MSD |
| | | >C5-C10: | GC-FID |
| | | >C10-C35: | GC-FID |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | Benzen: | 0,5 µg/l |
| | | Toluen: | 0,5 µg/l |
| | | Etylbenzen: | 0,5 µg/l |
| | | Xylener: | 0,9 µg/l |
| | | >C5-C10 | 10 µg/l |
| | | >C10-C12 | 10 µg/l |
| | | >C12-C16 | 10 µg/l |
| | | >C16-C35 | 40 µg/l |
| | | C17/pristan | 0,5 |
| | | C18/fytan | 0,5 |
| | Note: | | |
| | >C5-C10 er ikke akkreditert | | |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | EPA-8270-C | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC/MSD | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,10 µg/l | |
| 3 | Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser. | | |
| | Metode: | DIN ISO17353-F13 | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FPD | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 1 ng/l | |
| 4 | Bestemmelse av olje GC-FID. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN ISO 9377-2 |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | Fraksjon >C10-C12 | 5 µg/l |
| | | Fraksjon >C12-C16 | 5 µg/l |
| | | Fraksjon >C16-C35 | 30 µg/l |
| | | Fraksjon >C35-C40 | 10 µg/l |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfé 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |
| 2 | Ansvarlig laboratorium: | GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland |
| | Akkreditering: | DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97 |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

# Rapport

# N0908144



1MON58P612G

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2009-11-23** |
| Utstedt | **2009-11-30** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av vann

| Deres prøvenavn | **KrogsH u rens**<br>**Saltvann** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00086500 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Fraksjon >C10-C12** | **442** | 133 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **9260** | 2780 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **111000** | 33300 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **18400** | 5530 | µg/l | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **139000** | 41800 | µg/l | 1 | 1 |

| Deres prøvenavn | **Krogshavn ferskvann**<br>**Ferskvann** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00086501 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Fraksjon >C10-C12** | **415000** | 125000 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **976000** | 293000 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **86900** | 26100 | µg/l | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **9630** | 2890 | µg/l | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **1490000** | 446000 | µg/l | 1 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje GC-FID. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN ISO 9377-2 |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | Fraksjon >C10-C12 | 5 µg/l |
| | | Fraksjon >C12-C16 | 5 µg/l |
| | | Fraksjon >C16-C35 | 30 µg/l |
| | | Fraksjon >C35-C40 | 10 µg/l |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

# Rapport

# N0907633



1LKSL4J8DNK

Prosjekt
Bestnr 5008991, 5013894
Registrert 2009-11-05
Utstedt 2009-11-17

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen

P.boks 110
N-3191 Horten
Norge

## Analyse av vann

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | Sp vann saltvann | | | | |
| Labnummer | N00083987 | | | | |
| **Analyse** | | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Skeletonema i porevann*** | | 5.2 | TU | 1 | 1 |
| **Skeletonema prep*** | | ok | | 2 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

*Kopi*

Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Skeletonema (maritim algevekst)<br><br>Metode (Organisk ekstrakt / Porevann): ISO 10253<br><br>Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V. |
| 2 | Prøvepreparering for Skeletonema analyse |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium:<br>Akkreditering: | GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland<br>DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97 |

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


*Kopi*

Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

# Rapport

# N0907633



1LKSL4J8DNK

Prosjekt
Bestnr 5008991, 5013894
Registrert 2009-11-05
Utstedt 2009-11-17

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen

P.boks 110
N-3191 Horten
Norge

## Analyse av vann

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | Sp vann saltvann | | | | |
| Labnummer | N00083987 | | | | |
| **Analyse** | | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Skeletonema i porevann*** | | 5.2 | TU | 1 | 1 |
| **Skeletonema prep*** | | ok | | 2 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

*Kopi*

Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Skeletonema (maritim algevekst)<br><br>Metode (Organisk ekstrakt / Porevann): ISO 10253<br><br>Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V. |
| 2 | Prøvepreparering for Skeletonema analyse |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium:<br>Akkreditering: | GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland<br>DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97 |

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


*Kopi*

Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

**INTERVJUGUIDE FOR KVALITATIVE INTERVJU AV OPERATØRER SOM HAR DELTATT I SPYLING/STRANDRENSING ETTER FULLCITY FORLISET I TELEMARK**

## Organisering

Kort beskrivelse av organiseringen av arbeidet?
Hvem ledet arbeidet? *Kystverket, brannvesen eller lignende*?
Oppfølging fra ledelse. *Hva bidro ledelsen med? Eks. vedlikehold, utstyr, faglig tilbakemelding el. fremdrift*
Hvordan var kommunikasjon med ledelsen? *Utdyp hvordan dere opplevde kommunikasjonen (god/dårlig). Felles gjennomganger med spylelagene mht. fremdrift og erfaringer?*

## Prosedyrer og kvalitetskrav

Visste alle hva som skulle gjøres?
Hvordan ble opplæring gitt?
Forelå det rutiner eller prosedyrer for gjennomføring av strandrensingen?
Har spylelagene fulgt disse prosedyrene?
Har dere gjort dere noen erfaringer om disse prosedyrene har fungert, eller om dere opplever mangler/feil ved prosedyrene?
Hva var kravet til at et område kan ”friskmeldes”?
Forelå det prosedyrer som ga grunnlag for å vurdere om et område var tilfredsstillende renset?
Har evt. spylelagene fulgt disse prosedyrene?
Hvem avgjorde at området var rent nok? Og hvordan ble dette kommunisert?
Har arbeidet blitt konsentrert om et området, helt til dette området var ”friskmeldt”?
Hvilke HMS krav ble spesifikt kommunisert ved dette arbeidet?
Var det satt spesielle krav for å redusere opprenskingens miljøpåviking?
Har dere gjort noen erfaringer om kravene/kriteriene for når områdene var tilfredsstillende renset?
Hvordan var kontakten til frivillige?
Generell oppfatning av de frivilliges arbeid (effektivitet, bruk av resurser, var det forsvarlig, mm)?
Kunne annen organisering gjøre at kvaliteten og/eller effektiviteten kunne vært bedre?

## Metode og utstyr

Kort beskrivelse av utstyr? Hvilket utstyr ble benyttet, og hvorfor ble dette benyttet?
Har det vært problemer med å få tak i nødvendig utstyr?
Hvilket utstyr fungerte best på ulik bergrunn, berg/steinstrand, forskjellige temperaturer?
Hvilke kjemikaler fungerte best på forskjellig bergrunn, berg/stein, forskjellige temperaturer?
Ble det alltid brukt olje abs. lenser under arbeidet? Hvis ikke når ble de ikke brukt. Hva er oppfatningen av effektiviteten til lensene?
Når var opprensingen mest effektiv (rett etter forliset eller senere)? Har dere en oppfatning om evt. årsak til hvorfor effekten var ulik?
Var det problem med erosjon av berggrunnen under opprensingen?
Forsøkte dere ulike dysetyper? Evt. erfaringer med det?
Forsøkte dere ulike kjemikalier? Evt. erfaringer med det?
Forsøkte dere å la kjemikaliene virke på ulik måte, herunder tid, mengde og/eller tilpasset berggrunn? Evt. erfaringer med det?

Vår observasjon viser at effekten av spylingen, varierer mellom ulike typer bergarter, helning, mengde kjemikalier, porøsitet, avstand fra sjøen m.v. Har dere noen forklaring på disse variasjonene? *Kan alger, organisk materiale eller andre forhold føre til at oljen slipper letter noen steder? Sitter oljen mer fast på glatte overflater/kompakt fjell, eller er det slik at mer porøst fjell eroderer under spyling og dermed ser spylingen mer effektiv ut på slike bergarter?*

## Fremdrift (oppsummering)

Hvilke typer områder tok lengts tid (hvorfor)?
Hvilke typer områder var relativt raske å rense (Hvorfor)?
Var det områder som måtte renses flere ganger? Hvis ja hvorfor, Og kunne dette vært unngått?

Noen tanker om organisering, utstyr, krav, som kunne bedret effektiviteten i opprenskingsarbeidet?

# HMS-DATABLAD
# ABSORREP K212

## 1. Identifikasjon av kjemikaliet og ansvarlig firma

| | |
|---|---|
| Utgitt dato | 02/02-2007 |
| Kjemikaliets navn | ABSORREP K212 |
| Kjemikaliets bruksområde | Middel for oljefjerning |

### Importør/Omsetter

| | |
|---|---|
| Firmanavn | Absor AS |
| Postadresse | Kolltveit Næringsbygg |
| Postnr. | 5353 |
| Poststed | Straume |
| Land | Norge |
| Telefon | 56334910 |
| Telefaks | 56334911 |
| E-post | post@absor.no |
| Utarbeidet av | Hydro Production Partner, Roar Eriksen |

## 2. Stoffblandingers sammensetning og stoffenes klassifisering

| CAS-nr. | EC-nr. | Komponentnavn | Innhold | Merking/klassifisering |
|---|---|---|---|---|
| 64742-47-8 | 265-149-8 | destillater (petroleum), hydrogenbehandlede lette; kerosin - uspesifisert | 60 - 100 % | Xn; R65 |

| | |
|---|---|
| Kolonneforklaring | CAS-nr. = Chemical Abstracts Service; EU (Einecs- eller Elincsnummer) = European inventory of Existing Commercial Chemical Substances; Ingrediensnavn = Navn iflg. stoffliste (stoffer som ikke står i stofflisten må oversettes hvis mulig). Innhold oppgitt i; %, %vkt/vkt, %vol/vkt, %vol/vol, mg/m3, ppb, ppm, vekt%, vol% |
| Symbolforklaringer | T+ = Meget giftig, T = Giftig, C = Etsende, Xn = Helseskadelig, Xi = Irriterende, E = Eksplosiv, O = Oksiderende, F+ = Ekstremt brannfarlig, F = Meget brannfarlig, N = Miljøskadelig. |
| Komponentkommentarer | For fullstendig tekst til inngående komponenters R-setninger, se punkt 16. |

## 3. Viktigste faremomenter

| | |
|---|---|
| Farebeskrivelse | GENERELT: Helseskadelig.<br>HELSE: Farlig: kan forårsake lungeskade ved svelging.<br>BRANN: produktet er ikke klassifisert som brann- eller eksplosjonsfarlig.<br>MILJØ: Produktet er ikke klassifisert som miljøskadelig. |

## 4. Førstehjelpstiltak

| | |
|---|---|
| Innånding | Bring eksponerte personer ut i frisk luft og sørg for ro og hvile. |
| Hudkontakt | Fjern kontaminerte klær. Vask huden godt med vann. |
| Øyekontakt | Skyll øynene godt med vann i minst 15 min. Kontakt lege hvis irritasjon vedvarer. |
| Svelging | Fremkall ikke brekning. Hvis produktet kommer i lungene (aspirasjon) i forbindelse med oppkast e.l., må pasienten så raskt som mulig bringes til sykehus. |
| Annen informasjon | Kontakt evt. Giftinformasjonen, tlf. 22 59 13 00. |

## 5. Tiltak ved brannslukning

| | |
|---|---|
| Passende brannslukningsmiddel | Bruk skum, karbondioksid (CO2) eller pulver. |
| Uegnet brannslukningsmiddel | Vann i samlet stråle. |
| Brann- og eksplosjonsfarer | Ved brann dannes bl.a. karbondioksid og karbonmonoksid. Damp kan danne eksplosive blandinger med luft. |
| Personlig verneutstyr | Generelt: Evakuér alt personell, ta på verneutstyr for brannslukking. |
| Annen informasjon | Bruk vann til å kjøle brannutsatte beholdere. Dersom lekkasje eller spill ikke har antent, bruk vanntåke til å spre dampene og for å beskytte personer som prøver å stoppe lekkasjen. |

## 6. Tiltak ved utilsiktet utslipp

| | |
|---|---|
| Sikkerhetstiltak for å beskytte personell | Bruk verneutstyr som beskrevet i pkt. 8. |
| Sikkerhetstiltak for å beskytte ytre miljø | Stans lekkasjen hvis det lar seg gjøre uten risiko. Unngå utslipp til kloakk, vann eller jordsmonn. |
| Metoder til opprydding og rengjøring | Pumpes opp elle absorberes vha inert absorpsjonsmateriale (sagmugg, vermikulitt etc.). Avhendes iht pkt. 13. |

## 7. Håndtering og oppbevaring

| | |
|---|---|
| Håndtering | Sørg for god ventilasjon. Bruk verneutstyr som beskrevet i pkt. 8. Unngå innånding av damp. Sørg for god hygiene og vask hender før spising, røyking, toalettbesøk og ved arbeidets slutt. |
| Oppbevaring | Lagres i kjølig og godt ventillert lokale. Beholdere holdes godt lukket når de ikke er i bruk. Unngå tennkilder. Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet. Bruk bare utstyr for lagring og overføring som er resistent mot hydrokarboner. |

## 8. Eksponeringskontroll og personlig verneutstyr

### Administrative normer

| CAS-nr. | EC-nr. | Komponentnavn | 8 t. normverdi | ppm/mg/m³ | Kort normverdi | ppm/mg/m³ | Norm år |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64742-47-8 | 265-149-8 | destillater (petroleum), hydrogenbehandlede lette; kerosin - uspesifisert | 275<br>40 | mg/m³<br>ppm | | | |

### Eksponeringskontroll

| | |
|---|---|
| Begrensning av eksponering på arbeidsplassen | Sørg for god ventilasjon. Bruk eksplosjonssikkert utstyr. |
| Åndedrettsvern | Ved fare for innånding av damp, bruk åndedrettsvern med filter A (brunt). |
| Håndvern | Bruk vernehansker av motstandsdyktig materiale, f.eks. nitril, PVA (Polyvinylalkohol). Neoprengummi. Gjennomtrengningstiden for hanskematerialet vil variere med hanskens tykkelse, arbeidsoperasjon og eksponering. Sørg for at hansken er hel, uten huller og rifter, og skift hansker ofte. |
| Øyevern | Bruk godkjente vernebriller ved arbeider som kan medføre sprut, søl og direkte kontakt. |
| Annet hudvern enn håndvern | Bruk egnede verneklær ved risiko for hudkontakt. |
| Annen informasjon | Alt verneutstyr skal være CE-merket og tilfredsstille krav i relevante CEN-standarder. |

## 9. Fysiske og kjemiske egenskaper

| | |
|---|---|
| Tilstandsform | Væske |
| Farge | Fargeløs |
| Løselighet i vann | Uløselig (<20 ppm). |
| Relativ tetthet | **Verdi:** 0,815 g/cm³<br>**Kommentarer:** 15 °C |
| Flammepunkt | **Verdi:** > 80 °C<br>**Kommentarer:** Closed cup |
| Damptrykk | **Verdi:** < 0,5 mbar<br>**Kommentarer:** 37,8 °C |

## 10. Stabilitet og reaktivitet

## 11. Opplysninger om helsefare

### Øvrige helsefareopplysninger

| | |
|---|---|
| Innånding | Innånding av damp kan forårsake irritasjon av luftveiene. |
| Hudkontakt | Langvarig og gjentatt hudkontakt kan forårsake irritasjon, utslett og eksem. |
| Øyekontakt | Sprut i øynene er ubehagelig, men varig skade er lite sannsynlig. |
| Svelging | Ved svelging er den største risiko forbundet med at produktet kan komme ned i lungene, og gi kjemisk lungebetennelse. |

## 12. Miljøopplysninger

### Øvrige miljøopplysninger

| | |
|---|---|
| Økotoksisitet | LC 50 96h fisk > 1000 mg/l. |
| Mobilitet | Produktet er uløselig i vann og pga. tettheten vil det spres på vannoverflaten. De fysiokjemiske egenskapene til produktet tilsier at det er lite mobilt i grunnen. |
| Persistens og nedbrytbarhet | Produktet er biologisk nedbrytbart. Lett gjenvinnbart fra vannmiljø. |
| Bioakkumulasjonspotensial | Liten sannsynlighet for bioakkumulering. |

## 13. Fjerning av kjemikalieavfall

| | |
|---|---|
| Avfallskode EAL | 07 06 04 andre organiske løsemidler, vaskevæsker og morluter |
| NORSAS | 7152 organisk avfall uten halogen |
| Produktet er klassifisert som farlig avfall | Ja, |
| Egnede metoder til fjerning av kjemikaliet | Leveres til godkjent mottak for farlig avfall. |
| Annen informasjon | Angivelse av avfallsnummer og EAL-koder er kun veiledende. De endelige avfallsgrupper og koder må bestemmes av sluttbruker basert på den faktiske bruken av produktet. |

## 14. Opplysninger om transport

| | |
|---|---|
| Andre relevante opplysninger | Ikke klassifisert som farlig gods i henhold til ADR, RID, IMDG eller IATA. |

## 15. Opplysninger om lover og forskrifter

### Faresymbol

| | |
|---|---|
| Sammensetning på merkeetiketten | destillater (petroleum), hydrogenbehandlede lette; kerosin - uspesifisert: 60 - 100 % |
| R-setninger | R65 Farlig: kan forårsake lungeskade ved svelging. |
| S-setninger | S2 Oppbevares utilgjengelig for barn.<br>S23 Unngå innånding av gass/damp.<br>S24 Unngå hudkontakt.<br>S62 Ved svelging må ikke brekning fremkalles: Kontakt lege omgående og vis denne etikett eller emballasje. |
| Referanser (Lover/Forskrifter) | Norsk Stoffliste 2005 (Statens forurensningstilsyn, Arbeidstilsynet, Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap). Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære (Arbeidstilsynet, best. nr. 361), ADR, RID, IMDG, IATA, Micromedex Tomes CPS System. Forskrift om utarbeidelse, distribusjon m.v. av helse-, miljø og sikkerhetsdatablad.<br>Forskrift om farlig avfall med vedlegg (2003). Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier (2005).<br>Arbeidstilsynets brosjyre om løsemidler. |

## 16. Andre opplysninger av betydning for helse, miljø og sikkerhet

| | |
|---|---|
| Liste over relevante R-setninger (i seksjon 2) | R65 Farlig: kan forårsake lungeskade ved svelging. |
| Viktigste kilder ved utarbeidelsen av HMS-databladet (ikke norske) | HMS-datablad fra utenlandsk produsent |
| Leverandørens anmerkninger | HMS-databladet er utarbeidet, kvalitetskontrollert og godkjent i henhold til gjeldende regelverk. Hydro Production Partner har ikke ansvar for feil eller mangler i opplysninger fra produsent / importør /omsetter. Produsent/leverandør oppgitt i seksjon 1 er juridisk ansvarlig for databladets innhold. |

# SIKKERHETSDATABLAD
# ARROW DELTA

## 1. Identifikasjon av stoffet / produktet og av selskapet / foretaket

| | |
|---|---|
| Utgitt dato | 21.06.2007 |
| Kjemikaliets navn | ARROW DELTA |
| Artikkelnr. | C100 |
| Deklarasjonsnr. | 7877 |
| Kjemikaliets bruksområde | Avfettings- og rengjøringsmiddel for fjerning av olje, fett, asfalt og lignende forurensninger på transportutstyr, betonggulv m.m. Benyttes også for å skille olje fra vann. |

### Omsetter

| | |
|---|---|
| Firmanavn | Aco Norge A.L |
| Postadresse | Postboks 502 |
| Postnr. | 3101 |
| Poststed | Tønsberg |
| Land | Norge |
| Telefon | 61 24 70 10 |
| Telefaks | 61 24 70 11 |
| E-post | post@aconorge.no |
| Hjemmeside | http://www.aconorge.no |
| Org. nr. | 948 487 004 |
| Kontaktperson | Heidi Videhi Røsdal |
| Utarbeidet av | Teknologisk Institutt as v/Knut Finsveen |
| Nødtelefon | Giftinformasjonen:22 59 13 00 |

## 2. Stoffblandingers sammensetning og stoffenes klassifisering

| CAS-nr. | EC-nr. | Komponentnavn | Innhold | Merking/klassifisering | Anm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 64742-47-8 | 265-149-8 | destillater (petroleum), hydrogenbehandlede lette; kerosin -uspesifisert | 60 - 100 % | Xn; R65, R66 | |

| | |
|---|---|
| Kolonneforklaring | CAS-nr. = Chemical Abstracts Service; EU (Einecs- eller Elincsnummer) = European inventory of Existing Commercial Chemical Substances; Ingrediensnavn = Navn iflg. stoffliste (stoffer som ikke står i stofflisten må oversettes hvis mulig). Innhold oppgitt i; %, %vkt/vkt, %vol/vkt, %vol/vol, mg/m3, ppb, ppm, vekt%, vol% |
| FH/FB/FM | T+ = Meget giftig, T = Giftig, C = Etsende, Xn = Helseskadelig, Xi = Irriterende, E = Eksplosiv, O = Oksiderende, F+ = Ekstremt brannfarlig, F = Meget brannfarlig, N = Miljøskadelig. |
| Komponentkommentarer | Overflatespenningen på produktet er over 25 mN/m v/40°C. Derfor blir ikke produktet klassifisert med R-65.<br>Se pkt 16 for forklaring av risikosetninger. |

## 3. Viktigste faremomenter

| | |
|---|---|
| Farebeskrivelse | Helse: Produktet er ikke helsefarlig ved normal bruk Gjentatt eksponering kan gi tørr eller sprukket hud.<br>Brann og eksplosjon: Produktet er ikke brannfarlig<br>Miljø: Produktet regnes ikke som miljøskadelig. |

## 4. Førstehjelpstiltak

| | |
|---|---|
| Generelt | I tvilstilfeller bør lege kontaktes. |
| Innånding | Frisk luft, ro, varme. |
| Hudkontakt | Tilsølt tøy fjernes. Vask med vann og såpe. |
| Øyekontakt | Skyll straks med store mengder vann i min. 15 min. Ved fortsatte symptomer, transport til lege. |
| Svelging | Gi fløte eller et par spiseskjeer matolje. Fremkall ikke brekninger. Kontakt lege. |

## 5. Tiltak ved brannslukking

| | |
|---|---|
| Passende brannslukningsmiddel | Pulver, kullsyre, skum. Vann bare for avkjøling. |
| Uegnet brannslukningsmiddel | Vann i samlet stråle. |
| Brann- og eksplosjonsfarer | Produktet er ikke klassifisert som brannfarlig.<br>Farlige forbrenningsprodukter: karbonmonoksid og karbondioksid. |
| Personlig verneutstyr | Bruk friskluftsmaske når produktet er involvert i brann. Ved rømning brukes godkjent rømningsmaske. |

## 6. Tiltak ved utilsiktet utslipp

| | |
|---|---|
| Sikkerhetstiltak for å beskytte personell | Benytt personlig verneutstyr som angitt i pkt 8. |
| Sikkerhetstiltak for å beskytte ytre miljø | Forhindre utslipp til kloakk, vassdrag eller grunn. Samles opp i egnede beholdere og leveres som farlig avfall (se pkt. 13). |
| Metoder til opprydding og rengjøring | Spill tas opp med absorberende materialer. Mindre mengder kan tas opp med kiselgur. Produktet absorberes i egnet materiale eller "skummes" av overflaten. |

## 7. Håndtering og lagring

| | |
|---|---|
| Håndtering | Unngå innånding av damp/ sprøytetåke. |
| Oppbevaring | Lagres vekk fra mulige antennelseskilder. |

## 8. Eksponeringskontroll / personlig verneutstyr

### Administrative normer

| CAS-nr. | EC-nr. | Komponentnavn | 8 t. normverdi | ppm/mg/m3 | Kort normverdi | ppm/mg/m3 | Norm år |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64742-47-8 | 265-149-8 | destillater (petroleum), hydrogenbehandlede lette; kerosin -uspesifisert | 275 | mg/m³ | | | 2003 |

### Eksponeringskontroll

| | |
|---|---|
| Begrensning av eksponering på arbeidsplassen | Mulighet for øyespyling bør finnes på arbeidsplassen. Sørg for god ventilasjon. |
| Åndedrettsvern | Ved høye konsentrasjoner av sprøytetåke bør egnet åndedrettsvern benyttes. Filtertype A/P2. |
| Håndvern | Hansker av motstandsdyktig materiale, f. eks. av nitril. Gjennomtrengningstid: > 8 timer. |
| Øyevern | Benytt øyevern. |
| Annet hudvern enn håndvern | Normale arbeidsklær. |

## 9. Fysiske og kjemiske egenskaper

| | |
|---|---|
| Tilstandsform | Væske |
| Farge | Blek strå |

| | |
|---|---|
| Løselighet i fett | Org. løsningsmidler |
| Relativ tetthet | 0,82 |
| Relativ tetthet | **Verdi:** g/ml |
| Smeltepunkt/smeltepunktsintervall | -40 |
| Smeltepunkt/smeltepunktsintervall | **Verdi:** °C |
| Kokepunkt/ kokepunktintervall | 195-260 |
| Kokepunkt/ kokepunktintervall | **Verdi:** °C |
| Flammepunkt | 70 |
| Flammepunkt | **Verdi:** °C |
| Eksplosive egenskaper | **Egenskaper:** Eksplosjonsomr.%-%:0,9-8,0 |
| Selvantennelighet | 230 |
| Selvantennelighet | **Verdi:** °C |

### Andre fysiske og kjemiske egenskaper

| | |
|---|---|
| Fysiske og kjemiske egenskaper | Overflatespenning: >25 mN/m (40°C) |

## 10. Stabilitet og reaktivitet

| | |
|---|---|
| Forhold som skal unngås | Produktet er stabilt ved de angitte lagrings- og bruksbetingelser. |
| Materialer som skal unngås | Reagerer voldsomt med sterkt oksiderende stoffer. F.eks. salpetersyre, hydrogenperoksid og perklorater. |
| Farlige spaltningsprodukter | Ved brann eller høy temperatur dannes: Tett røyk, karbonmonoksid og karbondioksid. |

## 11 Opplysninger om helsefare

### Øvrige helsefareopplysninger

| | |
|---|---|
| Generelt | I industrien representerer innånding den største faren. |
| Innånding | Innånding av løsemiddeldamper/sprøytetåke kan være skadelig. Langvarig og gjentatt påvirkning kan medføre varig skade. |
| Hudkontakt | Avfetter huden. Kan gi sprekkdannelse og fare for eksem.Langvarig og gjentatt eksponering kan irritere huden og gi hudbetennelse (dermatitis). |
| Øyekontakt | Moderat irriterende. |
| Svelging | Svelging kan forårsake mage og tarm-irritasjoner, kvalme, brekninger og diare. Hvis en ved oppkast får produktet i lungene, vil det utvikles kjemisk lungebetennelse som kan være livstruende. |
| Kroniske effekter | Gjentatt innånding av løsemiddeldamper over lengre tid kan gi varig hjerneskade. |
| Allergi | Allergifremkallende egenskaper er ikke kjent. |
| Kreft | Kreftfremkallende egenskaper er ikke kjent. |
| Fosterskadelige egenskaper | Effekter på fosterutvikling er ikke kjent. |
| Reproduksjonsskader | Reproduksjonsskadelige egenskaper er ikke kjent. |
| Arvestoffskader | Arvestoffskadelige (mutagene) egenskaper er ikke kjent. |

## 12. Miljøopplysninger

### Øvrige miljøopplysninger

| | |
|---|---|
| Økotoksisitet | Produktet regnes ikke for å være miljøskadelig |
| Mobilitet | Produktet er uløselig i vann. |
| Persistens og nedbrytbarhet | Tensidene benyttet i dette produktet har en biologisk nedbrytbarhet som er større enn 90%. |
| Andre skadevirkninger / annen informasjon | Uten fosfat. Tilfredsstiller kravene til vaske- og avfettingsmidler i forskrift om utslipp av oljeholdig avløpsvann og om bruk og merking av vaske- og avfettingsmidler. |

## 13 Fjerning av kjemikalieavfall

| | |
|---|---|
| Avfallskode EAL | 14 06 03 |
| NORSAS | 7042 Organiske løsemidler uten halogen |
| Egnede metoder til fjerning av kjemikaliet | Leveres som farlig avfall til godkjent behandler eller innsamler. Koden for farlig avfall (EAL-kode) er veiledende. Bruker må selv angi riktig EAL-kode hvis bruksområdet avviker. |
| Annen informasjon | 14 06 03 andre løsemidler og løsemiddelblandinger |

## 14. Opplysninger om transport

| | |
|---|---|
| Andre relevante opplysninger | Ikke farlig gods i forhold til transportforskriftene. |

## 15. Opplysninger om lover og forskrifter

| | |
|---|---|
| S-setninger | Helse-, miljø- og sikkerhetsdatablad er tilgjengelig på anmodning fra yrkesmessige brukere. |
| Andre anmerkninger | UTEN FOSFAT. Tilfredstiller kravene til vaske- og avfettingsmidler i forskrifter om utslipp av oljeholdig avløpsvann og om bruk og merking av vaske- og avfettingsmidler. |
| Referanser (Lover/Forskrifter) | Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier, fastsatt av Miljøverndepartementet og Arbeids- og administrasjonsdepartementet, 16.juli 2002, med senere endringer, gjeldende fra 1. juli 2005. Stoffene er klassifisert i henhold til 29. tilpasning av merkereglene (2005).<br>FOR 1997-12-19 nr. 1323: Forskrift om utarbeidelse og distribusjon av helse-, miljø- og sikkerhetsdatablad for farlige kjemikalier, sist endret 20-02-2004.<br>Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren 2003, Direktoratet for Arbeidstilsynet (Best.nr. 361). ADR/RID veg-/jernbanetransport av farlig gods 2007, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Avfallsforskriften, FOR 2004-06-01 nr 930, fra Miljøverndepartementet.<br><br>Databladet er utarbeidet med basis i opplysninger gitt av produsenten. |

## 16 Andre opplysninger av betydning for helse, miljø og sikkerhet

| | |
|---|---|
| YL-gruppe | 00 |
| YL-tall | 0-30 m³/l |
| Erstatter Sikkerhetsdatablad av | 25.05.2007 |
| Liste over relevante R-setninger (i seksjon 2) | R65 Farlig: kan forårsake lungeskade ved svelging.<br>R66 Gjentatt eksponering kan gi tørr eller sprukket hud |
| Opplysninger som er nye, slettet eller revidert | Endringer i versjon 21.06.2007: Pkt. 1, 16. Punkter som er endret fra forrige versjon: 1, 16. Lagt til artikkelnr. Punkter som er endret fra forrige versjon: Fjernet YL-merking |
| Leverandørens anmerkninger | Emballasje: 30 og 210 liter.<br>Informasjonen i dette dokument skal gjøres tilgjengelig til alle som håndterer produktet. |
| Kvalitetssikring av informasjonen | Dette HMS datablad er kvalitetssikret av Teknologisk Institutt as, som er sertifisert iht. NS-EN ISO 9001:2000. |

KYSTVERKET OG NOFO (NORSK OLJEVERNFORENING FOR OPERATØRSELSKAP)

**5013894**

# Erfaring fra tromling og naturlig rensing av oljeforurenset strand

Juli 2010

Norconsult

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| J04 | 02.07.2010 | For bruk hos Kystverket og NOFO | GRS/RWN | GLE/GLH AU | LSt |
| B03 | 15.06.2010 | For kommentar hos Kystverket og NOFO | GRS/RWN | LSt | LSt |
| A02 | 14.06.2010 | Fagkontroll | GRS/RWN | GLE | |
| A01 | 11.06.2010 | Egen kontroll | GRS/RWN | | |
| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontroll | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

Kystverket

Sak

**Erfaring fra tromling og naturlig rensing av oljeforurenset strand**

Dato

Juli 2010

Utarbeidet av

Gaute Rørvik Salomonsen/ Roy W. Norborg

Fagkontrollert av

Geir Lenes

Godkjent av

Liv Strøm

| Norconsult | Oppdragsnummer | Dokumentnummer | Revisjon |
|---|---|---|---|
| | 5013894 | 2 | J04 |

## INNHOLDSFORTEGNELSE


**SAMMENDRAG** ..... **4**
**1 BAKGRUNN** ..... **6**
**2 METODER** ..... **7**
**2.1 Intervju med mannskap** ..... **7**
**2.2 Vurdering av naturlig nedbryting** ..... **7**
**2.3 Analyser** ..... **7**
**3 INTERVJU MED MANNSKAP SOM UTFØRE TROMLING** ..... **8**
**3.1 Bakgrunn** ..... **8**
**3.2 Utstyr og metode** ..... **8**
**3.3 Organisering** ..... **10**
**3.4 Prosedyrer og oppsummering** ..... **11**
**4 NATURLIG RENSING** ..... **12**
**4.1 Områder** ..... **12**
**4.2 Steinsvika** ..... **12**
***4.2.1 Steinet strand*** ..... ***12***
***4.2.2 Berg i strandsonen*** ..... ***15***
***4.2.3 Berg med sprutmerker*** ..... ***16***
***4.2.4 Skjermet område med stein*** ..... ***18***
**4.3 Mølen** ..... **19**
***4.3.1 Områder med grus*** ..... ***20***
***4.3.2 Områder med stein*** ..... ***21***
**4.4 Oddanesand (referanseområdet)** ..... **22**
**5 ØKOTOKSISITET OG THC- OG PAH-ANALYSER** ..... **30**
**5.1 THC og PAH** ..... **30**
**5.2 Økotoksikologi** ..... **32**
**6 KONKLUSJON** ..... **33**
**6.1 Tromlelaget** ..... **33**
**6.2 Naturlig nedbryting** ..... **33**
**6.3 Analyseresultatene** ..... **33**
**7 ERFARINGER OG RÅD** ..... **34**
**8 REFERANSER** ..... **34**
**9 VEDLEGG** ..... **34**

## SAMMENDRAG


På oppdrag fra Kystverket og NOFO (Norsk Oljevernforening For Operatørselskap) har Norconsult samlet inn, vurdert og dokumentert erfaringer fra tromling av strandmasser og naturlig nedbryting av olje på strand. Dokumentasjonen bygger på egne befaringer, intervjuer av mannskap som har arbeidet i strandsonen, prøvetaking og analyser.

Intervjuene av mannskap som tromlet på strand viste til gjennomgående positive erfaringer med metoden. Det har ikke vært merkbare hindringer i gjennomføringen. Utstyret fungerte utmerket, og det oppsto ikke problemer som ikke lot seg løse på kort tid. Tromlingen ble gjennomført på forholdsvis kort tid, og metoden ble utviklet underveis. Den største hindringen for bruk av denne metoden, var tilgjengelighet til områdene som skulle renses og stor stein. Det måtte benyttes forholdsvis store maskiner for å håndtere utstyret. Der det ikke var vei eller kjørbart terreng ble det også benyttet lekter eller andre transportmuligheter for å få frem maskiner og utstyr.

Vurderingen av naturlig nedbryting (fysisk, kjemisk, bakteriologisk) av oljeforurensningen på strand gjennom vinteren 2009-2010 viste at den var lav. Vinteren har vært hard og lang, med til dels mye fjordis. Den nedbrytingen som har funnet sted ser ut til å være styrt av bølgeenergi og bevegelser av løsmasse (stein, grus og sand) i den forbindelse.

Steinsvika: I deler av området har det vært en klar visuell forbedring. Dette gjelder i stor grad de områdene som har vært eksponert for bølger.

Visuelle endringer:

- Mølen: Det er liten visuell forbedring av oljeforurensning på stein. I grusen ble det ikke funnet frittflytende olje våren 2010, og det var mindre bark og torv i løsmassen sammenlignet med høsten 2009. Det var fremdeles sterk oljelukt av strandsedimentene.

- Oddanesand: Det er liten eller ingen visuell forbedring av oljeforurensningen i prøveområdet. Nytt gress har vokst opp gjennom laget med oljeforurensing, og oljen som var flytende har endret konsistens til en seig masse.

Andre endringer:

Økotoksikologi-analysene fra høsten 2009 (Steinsvika) viste at simulert porevann (i behandlet løsmasse to stasjoner) fra strand hadde potensial til å være giftig for organismer. Prøvene tatt våren 2010 påviste ikke slikt potensial.

Analyseresultatene av THC og PAH i urørt løsmasse i Steinsvika viser liten endring fra høsten 2009. Det er en liten forbedring i løsmassen som har vært flyttet på (ranker). Konsentrasjonen i løsmassen er i henhold til Klifs klassifiseringssystem for jord klasse 5 og 3. Konsentrasjonen av slike stoffer i løsmassen er så høy at det før bruk, bør utføres risikovurderinger for human helse og spredingsrisiko for området.

Det var lite finstoff i massene. Olje var i mindre grad festet til grus enn til bark og torv. Oljen synes overtid å sorbere bedre til torven og barken som er brukt i tromlingen. Det at økotoks-prøvingen ikke ga utslag i 2010 understreker fenomenet (konsentrasjonen i prøvet materiale er i liten grad endret).

Vi har antatt at den naturlige nedbrytingen av oljeforurensningen på stein og berg generelt må ha vært liten vinteren 2009-2010. Dette som følge av lang og kald vinter (desember - mars). Vi anbefaler derfor at overvåkningen fortsettes fremover med befaring høsten 2010 og våren 2011. Dette for om mulig å avklare sesongmessig variasjon i effektiv nedbrytingen av oljeforurensningen, og for å få et estimat på hvor lang tid den naturlige nedbrytningen tar.

Erfaringene fra tromlingen viste at dette var et meget godt tiltak for visuell fjerning av oljeforurensningen. Erfaringen med utstyret var i hovedsak meget god. Rest oljekonsentrasjon påvist i løsmassen tyder på at metoden ikke ga optimalt resultat. Årsaken til det kan være manglende prosedyre og oppfølging, men mest sannsynlig er dette forårsaket av at oljen sorberer på barken og at nedbrytningen går langsomt. Vi anbefaler at løsmassen gjennomgår en utlekkingsprøving, risikovurdering av human helse og en vurdering av risiko for spredning.

Videre vil vi anbefale at bark- og torvbruken blir nøye gjennomgått. Torv og bark bidrar til en reduksjon av det visuelle oljeforurensningsinntrykket og reduserer biotilgjengeligheten, re-forurensningspotensialet og muligheten for at fauna og mennesker blir tilgriset. Bark og torv har en naturlig motstand mot nedbrytning. Tilførsel av bark/torv vil i lang tid endre det fysisk/kjemiske miljøet i behandlet løsmasse. I sum påvirker dette nedbrytningsforholdene i grunnen. Det kan være av interesse å få mer kunnskap om optimal dosering i fht. type løsmasse, og avklare om tilførselen av slike sorbenter virkelig bidrar til økt og mer effektiv nedbrytning av oljeforurensningen.

# 1 BAKGRUNN

Lasteskipet Full City gikk på grunn ved Såstein utenfor kysten av Bamble kommune i Telemark i juli 2009. I løpet av timene og dagene etter grunnstøtingen ble flere strandområder forurenset med olje. Det ble i normaliseringsfasen utført et betydelig strandrensearbeid. I områder med stein ble forskjellige rensemetoder benyttet. Tromling av massene sammen med torv og/eller bark var en metode. Denne rapporten sammenstiller erfaringer fra dette arbeidet.

I deler av områdene som ble renset lå det oljerester igjen på/i massene etter rensing. Noen områder ble ikke renset på grunn av et lite egnet substrat for tilgjengelig rensemetoder og av hensyn til biologi. Disse områdene ble brukt som referanseområder. Norconsult fikk i oppdrag å følge områdene for å se hvordan naturen håndterte forurensningen, i noen områder gjennom vinteren 2009-2010. Områdene har gjennomgått ulike rensetiltak og det var av interesse å avklare effekter av ulik rensemetodetilnærming på strand.

Tromling på strand var en ny introdusert metode. Etter rensing av strand med tromling var det gjenværene olje, bark og torv i steinmassene. Norconsult fikk i oppdrag å undersøke miljøgiftinnholdet i steinmassene og å vurdere den økologiske påvirkningen.

Kystverket valgte ut lokalitetene som ble undersøkt, Steinvika i Telemark, Mølen og Oddanesand i Vestfold. Kystverket ordnet kontakt med person med god kjennskap og erfaring fra tromlingen for kompetanseoverføring.

# 2 METODER

Nedenfor har vi beskrevet de ulike metoder som er benyttet under innsamling og sammenstilling av informasjon.

## 2.1 Intervju med mannskap

Det var få personer involvert i tromlingen. Etter samråd med Kystverket ble det besluttet å intervjue en person. Personen har deltatt i større deler av arbeidene med opprydding og tromling etter forliset av Full City. Han har gitt samtykke til å bidra med erfaringer gjennom et intervju. Intervjuet ble utført den 19. januar 2010.

Intervjuet er gjennomført som semistrukturert kvalitativt intervju. Det er utarbeidet en intervjuguide som ble veiledende under intervjuet (se vedlegg 1).

## 2.2 Vurdering av naturlig nedbryting

Det ble identifisert områder, eksempelvis steiner med oljeforurensing som var mulige å gjenkjenne og komme tilbake til, hvor en kunne følge den naturlige nedbrytningen over tid. Undersøkelsene ble utført ved at forurensningen ble beskrevet (eks. tykkelse, om den sverter av mm) og fotografert.

## 2.3 Analyser

I de tromlete standmassene ble det ble tatt prøver til analyser av metaller, PAH og olje høsten 2009 og PAH og olje våren 2010. Det ble også utført en S*keletonema costatum* porevannstest. Massene var tørre, og en tidevannssyklus ble simulert ved at rent salt vann (25 PSU) ble tilført massene i 6 timer, før porevann ble ekstrahert for S*keletonema-prøving*.

ALS Scandinavia utførte alle analyser.

# 3 INTERVJU MED MANNSKAP SOM UTFØRE TROMLING

## 3.1 Bakgrunn

Trommel ble benyttet som en strandrensemetode for opprensing etter oljeforurensningen. Bruk av trommel til dette formålet, og metoden for gjennomføring av rensingen med trommel ble utviklet av Bamble kommune. Det ble gjennomført tromling av masser i Steinvika, Bamble kommune i Telemark og på Mølen i Larvik kommune i Vestfold.

I Steinsvika ble alle massene renset med trommelen. Det ble brukt 1,5 uker på tromlingen i Steinvika. På Mølen ble det benyttet trommel på utvalgte områder. Disse områdene var valgt ut av Kystverket og var tydelig oppmerket. Det ble brukt 1 uke på tromlingen på Mølen.

*Figur 1. Trommel som ble benyttet til rensing av masser*

## 3.2 Utstyr og metode

*"Vi måtte prøve oss frem.."*

Det var ingen kjente erfaringer med å bruke en slik trommel til et slikt formål. Ansatte i drift og anlegg i Bamble kommune fikk ideen med å bruke en trommel for rensing av olje på løsmasser. Trommel var godt kjent som redskap for å sortere masser etter graving, eller som sorteringsredskap i massetak/steinbrudd. Ideen om å bruke trommel til å blande torv og bark inn i de forurensede massene ble unnfanget etter først å ha planlagt rensing av massene i vaskekar, herunder bruk av kjemikalier. Ideen bak tromlingen, baserte

seg på at bruken kunne resultere i betydelig større effektivitet og samtidig begrense eller forhindre bruk av kjemikalier. Det ble hevdet at ved bruk av trommel, kunne de rense betydelig mer masser uten bruk av kjemikaler, sammenlignet med tradisjonell vask.

*"Maskestørrelse på nettet kan tilpasses de massene som skal tromles."*

Bamble kommune lanserte ideen ovenfor Kystverket, og de fikk klarsignal til å prøve ut metoden i Steinsvika. Kommunen kjøpte inn trommel og modifiserte denne slik at den også kunne benyttes til mindre stein og grus. Det ble lagt inn et finere nett inne i trommelen, enn det som forelå fra leverandøren. Dette gjorde det mulig å tromle både finere masser og større steiner. Det ble tromlet alt fra sand til steiner på ca. 20-30 cm i diameter. For store steiner til tromling ble dekket av torv og bark. Det tok noe lengre tid å tromle finere masser. Det var nødvendig å blande inn mer bark og torv, samt at innblandingen var mer komplisert.

*Figur 2. Det ble satt inn et stålnett med finere maskestørrelse enn det som forelå fra leverandør.*

*"Trommelen fungerte som en vaskemaskin"*

Trommelen er utstyrt slik at den kan monteres på en gravemaskin. I fronten på trommelen er det en grabb. Denne henter opp masser direkte i trommelen.

*"Det betyr at maskinen fungerer både som gravemaskin og vaskemaskin."*

Dimensjonen på trommelen er forholdsvis stor, og det kreves en 13 tonns gravemaskin for å håndtere trommelen. En såpass stor maskin har sine begrensinger med hensyn til både fremkommelighet og faren for å sette spor i terrenget. Under arbeidene med strandrensingen ble det derfor benyttet en minigraver i tilegg til den store gravemaskinen der det var begrenset fremkommelighet, eller der det var behov for spesiell aktsomhet med hensyn til å forhindre skader i terrenget. Minigraveren er utstyrt med gummibelter og

har ikke tenner på grabben. Gummibeltene og at det ikke er tenner på grabben til minigraveren forhindret skader på stein og berg. Minigraveren kunne grave opp masser og tømme disse opp i trommelen.

*”Tromlingen fungerte slik at massene ble blandet rundt med tilsatt torv og bark.”*

Etter at massene ble gravd opp eller det ble tømt masser opp i trommelen, ble det tilsatt torv og bark. Når trommelen hadde blandet massene godt sammen med bark og tov, ble massene lagt tilbake på samme sted som de kom fra. Mengde torv og bark var avhengig av massenes størrelse. Hvis steinene ikke var rene nok, ble de tromlet en gang til. Operatørene kjente på steinene, og dersom det var olje igjen på steinene ble de tromlet en gang til med ny tilsetting av bark og torv. Operatørene, i samarbeid med brannvesenet, vurderte selv når et område var tilfredsstillende rent.

*”Vi måtte prøve oss fram, og etter kort tid fant vi ideelle blandingsforhold.”*

Små stein og grus krevde mer torv og bark sammenlignet med større steiner og blokker. Operatørene kunne se om massene ble rene under tromlingen, og de tilpasset blandingsforholdet mellom stein og bark/ torv underveis. Det ble brukt halvparten torv og halvparten bark. Generelt ble det benyttet en sekk bark og en sekk torv pr. tromling.

Tromlingen tok rundt 3 minutt pr. 0,5 $m^3$ masse. Det lå olje ned til 1 meters dyp i noen områder.

Tromlingen ble gjennomført tidlig på høsten da lufttemperaturen var forholdsvis høy. Det er knyttet noe usikkerhet til om tromlingen hadde vært like effektiv på kaldere dager. Oljen blir da mer seig og tykkflytende, men operatøren mener at dette hadde blitt løst med å tromle litt lengre.

Det ble tatt spesielle hensyn for å forebygge skader på terreng og miljø i forbindelse med arbeidene. Spesielt på Mølen ble det lagt ut gummimatter for å kjøre maskinene på. Minigraver ble benyttet der det var sannsynlig at grabben kunne komme inntil berg eller på annen måte skade stein. Operatørene kunne ikke merke noe til at tromlingen førte til skader på stein. Trommelen er utformet med små ”ribber” inne i trommelen, som både forhindrer at steinene blir slått hardt mot hverandre samtidig som disse fører til at det blandes bedre rundt. Innblanding av torv og bark bidrar også til å redusere friksjon og slitasje på steinene. På forhånd var det bekymringer for at steinene kunne knuses i trommelen, men dette ble ikke noe problem. I ettertid har det vært kontakt med leverandøren av trommelen, for om mulig å forbedre utformingene av ”ribbene” i trommelen, slik at de blander massene enda bedre.

### 3.3 Organisering

*”Arbeidsordrene fra Kystverket ble gjennomgått før vi satte i gang arbeidene[..] der ble både HMS-rutiner, spesielle krav til ferdsel og forebyggende tiltak mot skader på naturmiljø, tatt opp og gjennomgått.”*

Gruppen med ansatte i Bamble kommune utførte tromlingen og driftet denne innenfor egen organisasjon. Transport av utstyr, deler og personell ble foretatt av kommunen selv. Personellet fra Bamble kommune fremhevet spesielt at det var positivt for arbeidet og forsøket med trommelen, at Kystverket ga dem mulighet og tillitt til å organisere og gjennomføre oppgaven. Det var brannvesenet med brannmesteren i Bamble som ledet for arbeidet, og som hadde kontakt med Kystverket. Brannvesenet bisto med transport og utstyr, herunder båt, aggregater og lignende.

### 3.4 Prosedyrer og oppsummering

*”Kjenner ikke til om det er utarbeidet prosedyrer for bruk av trommelen etter endt oppdrag.”*

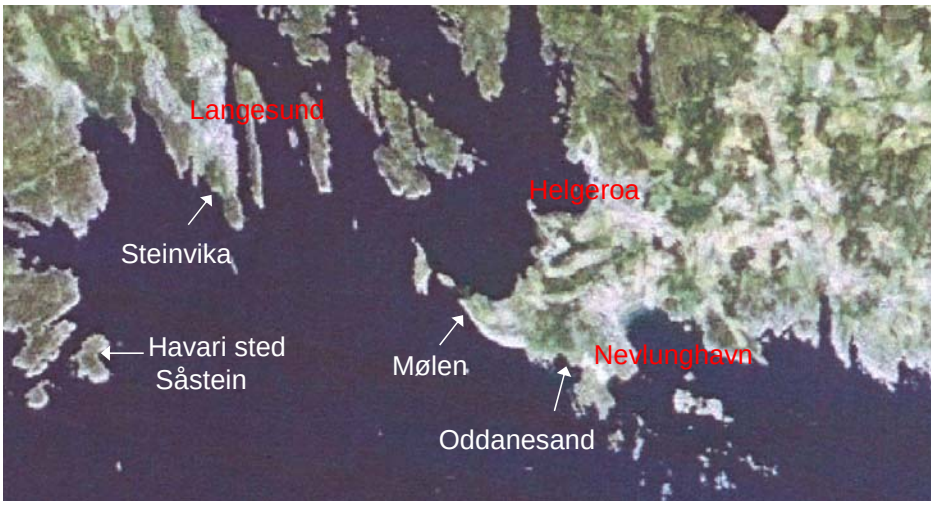
Erfaringene som er gjort, er gjennomgående meget positive. Det har ikke vært merkbare hindringer i gjennomføringen. Utstyret fungerte utmerket, og det oppsto ikke problemer som ikke lot seg løse på kort tid. Oppdraget ble gjennomført raskt, og metodene ble utviklet underveis.

Den største hindringen for bruk av denne metoden er tilgjengelighet til området som skal renses. Det må benyttes forholdsvis store maskiner for å håndtere utstyret. Dersom det ikke er vei eller kjørbart terreng, må det evt. benyttes lekter eller andre transportmuligheter for å få frem maskiner og utstyr.

# 4 NATURLIG RENSING

## 4.1 Områder

Norconsult har under søkt 3 områder for naturlig rensing, dvs. i Steinsvika i Telemark. på Mølen og ved Oddanesand i Vestfold (figur 3).




*Figur 3. Flyfoto med lokalisering av områdene som er beskrevet*

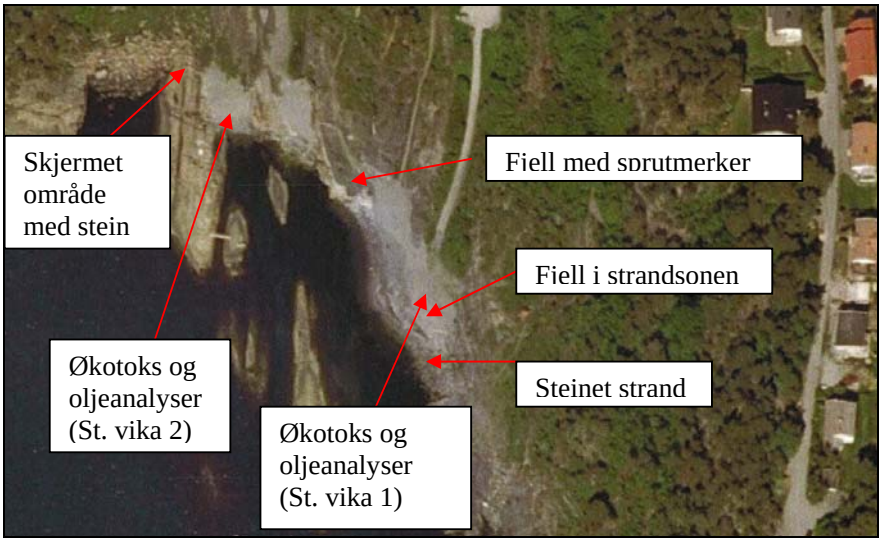
## 4.2 Steinsvika

Steinsvika er eksponert for høy bølgeenergi ved vindretninger fra sørlig til vestlig retting. Dette var vindretningene når oljeforurensingen fra Full City ble skylt opp på strendene. Spesielt høy vannstand på tidspunktet da forurensningen inntraff, forårsaket at oljeforurensingen ligger høyt over normal vannstand og med sprutmerker 4-5 meter over normal vannstand.

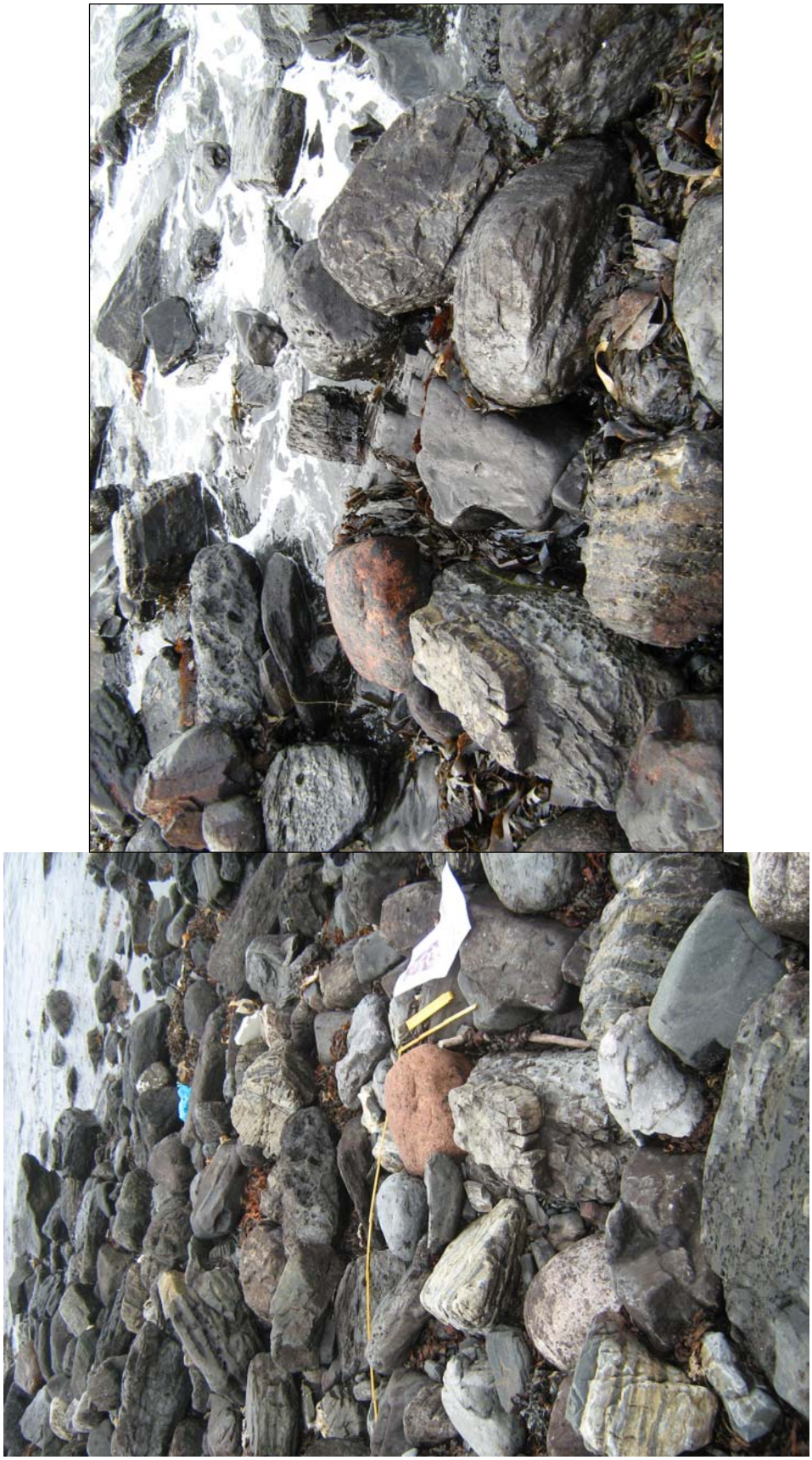
I Steinsvika ble områdene med grus tromlet. Områdene med steinstrand (forskjellige bergarter) og berg ble spylt. Norconsult har undersøkt et område med steinstrand, et område med berg i strandsonen, et område med berg hvor det var sprutmerker et stykke over sjøen, samt et skjermet område med stein.

### *4.2.1 Steinet strand*

Området med steinet strand i Steinvika er betydelig renere våren 2010 sammenlignet med høsten 2009 (figur 4 til 6). Det er mulig ut fra figur 5 å se at noen steiner er flyttet på (særlig de minste steinene), noe som tyder på at energien i noen episoder gjennom vinteren 2009-2010 må ha vært betydelig.




*Figur 4. Oversiktsbilde Steinvika*



*Figur 5. Oversiktsbilde over steinet strand i Steinvika (Høst 2009 øverst og vår 2010 nederst).*

*Figur 6. Bilde av oljeforurenset stein (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre). Steinen kan finnes igjen på bildene i figur 5.*

#### *4.2.2 Berg i strandsonen*

I dette området er den synlige oljeforurensningen blitt redusert (Figur 7), men det er områder med noe gjenværende olje.

*Figur 7. Bilde av oljeforurenset berg i strandsonen (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

#### *4.2.3 Berg med sprutmerker*

I deler av området er den visuelle oljeforurensningen betydelig redusert, mens i andre områder har reduksjonen vært mindre (figur 8 til 10). Ca 20 % av de visuelle flekkene er lav (figur 10).

*Figur 8. Bilde av oljeforurenset berg 4-5 meter over normal vannstand (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

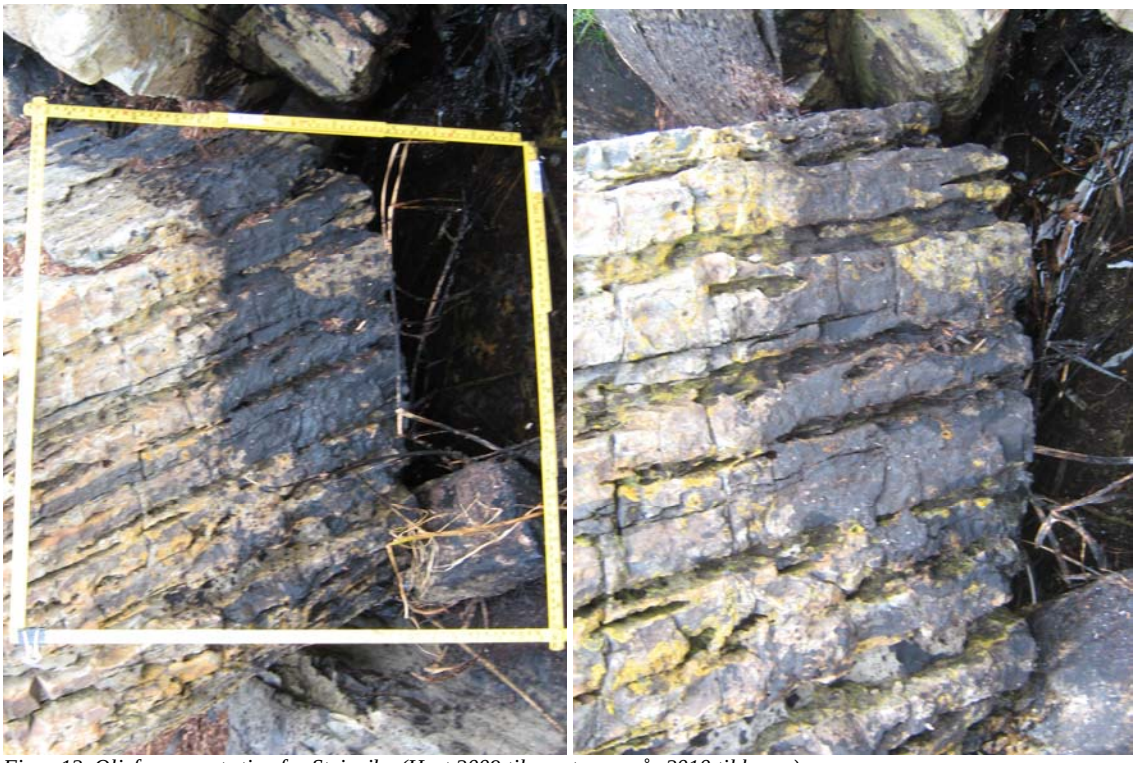
*Figur 9. Oljeforurenset berg ca 4-5 meter over normalvannstand (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

*Figur 10. Forstørret utsnitt av figur 9 (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

*Figur 11. Berg med sprutmerker ca 4-5 meter over normal vannstad (Høst 2009 øverst og vår 2010 nederst) ca 20 % av flekkene er lav og mose.*

#### *4.2.4 Skjermet område med stein*

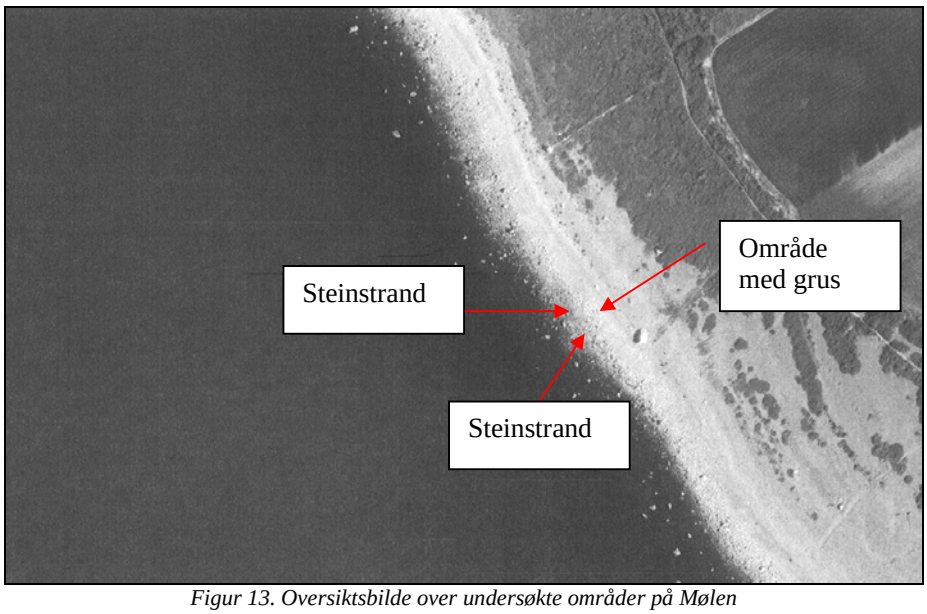
Det er liten visuell endring av oljeforurensingen i dette området (figur 12), men oljen er noe mer forvitret i april 2010 enn høsten 2009.



*Figur 12. Oljeforurenset stien fra Steinvika (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

### 4.3 Mølen

Mølen er en del av Ra-morenen som går ut i sjøen og som finnes igjen på Jomfruland. Materialet er grus til stor stein. Finmaterialet er vasket bort. Energinivået fra bølger er høyt. På Mølen ble to områder med stein og et område med grus undersøkt (figur 13).




*Figur 13. Oversiktsbilde over undersøkte områder på Mølen*

### *4.3.1 Områder med grus*

Høsten 2009 var det flytende olje 20 til 30 cm ned i grusen. Våren 2010 var det ikke mulig å finne flytende olje, men det luktet kraftig av olje. Det lå også et oljebelegg på grusen (figur 14 og 15). Det var betydelig mindre bark og torv i grusen våren 2010 enn hva som ble påvist i 2009.

*Figur 14. Oljeforurenset grus fra Mølen (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre). Områdene på bildene er ikke helt identiske men er fra samme område.*

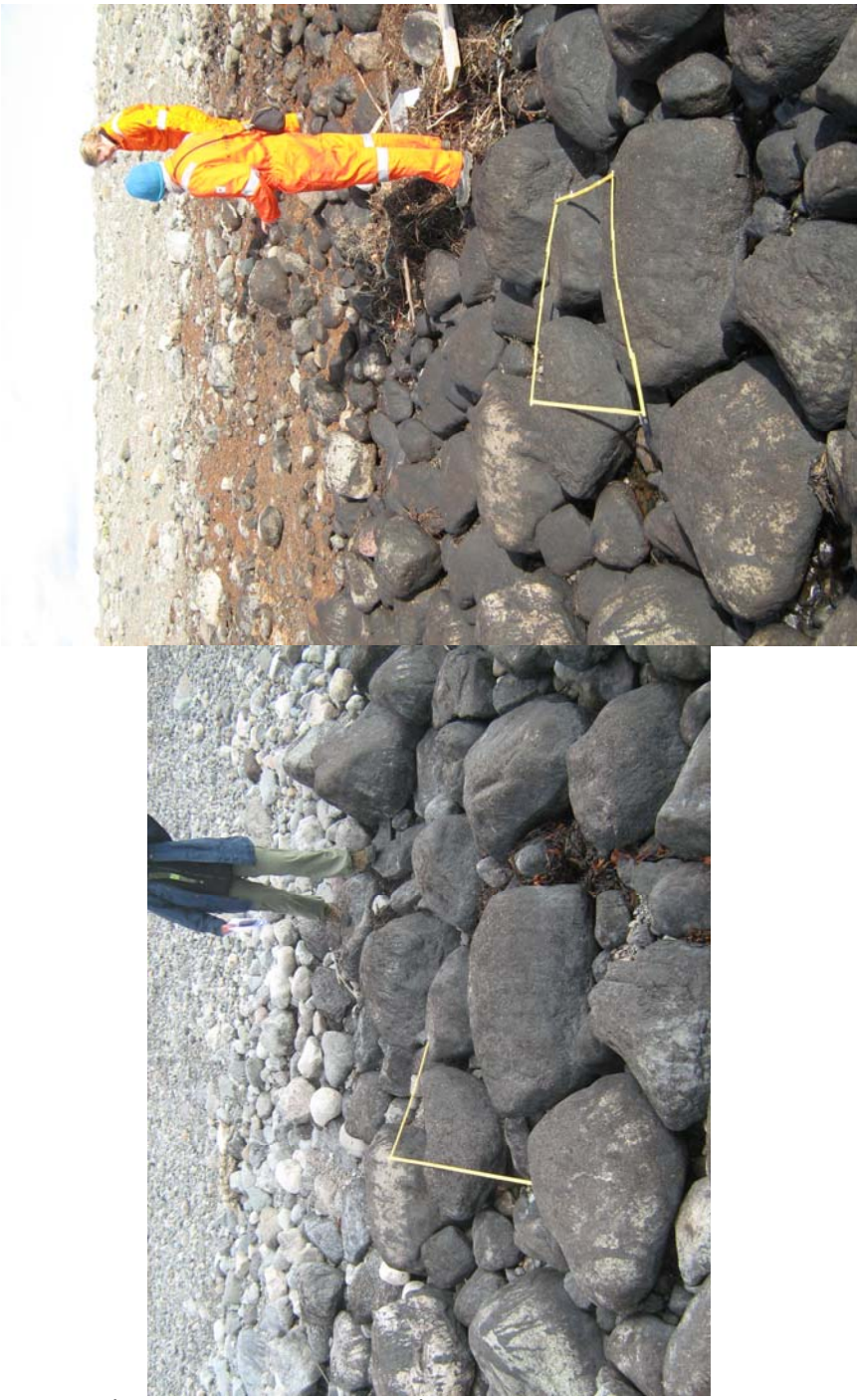
*Figur 15. Oljeforurenset grus fra Mølen (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre). Områdene på bildene er ikke helt identiske, men er fra samme område.*

#### *4.3.2 Områder med stein*

I områdene med stein har det vært liten endring i visuell oljeforurensning (figur 16 til 18).

*Figur16. Oversiktsbilde av oljeforurenset område på Mølen (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

*Figur 17. Oljeforurenset stein (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre) for lokalisering, jf. bilder figur 16.*

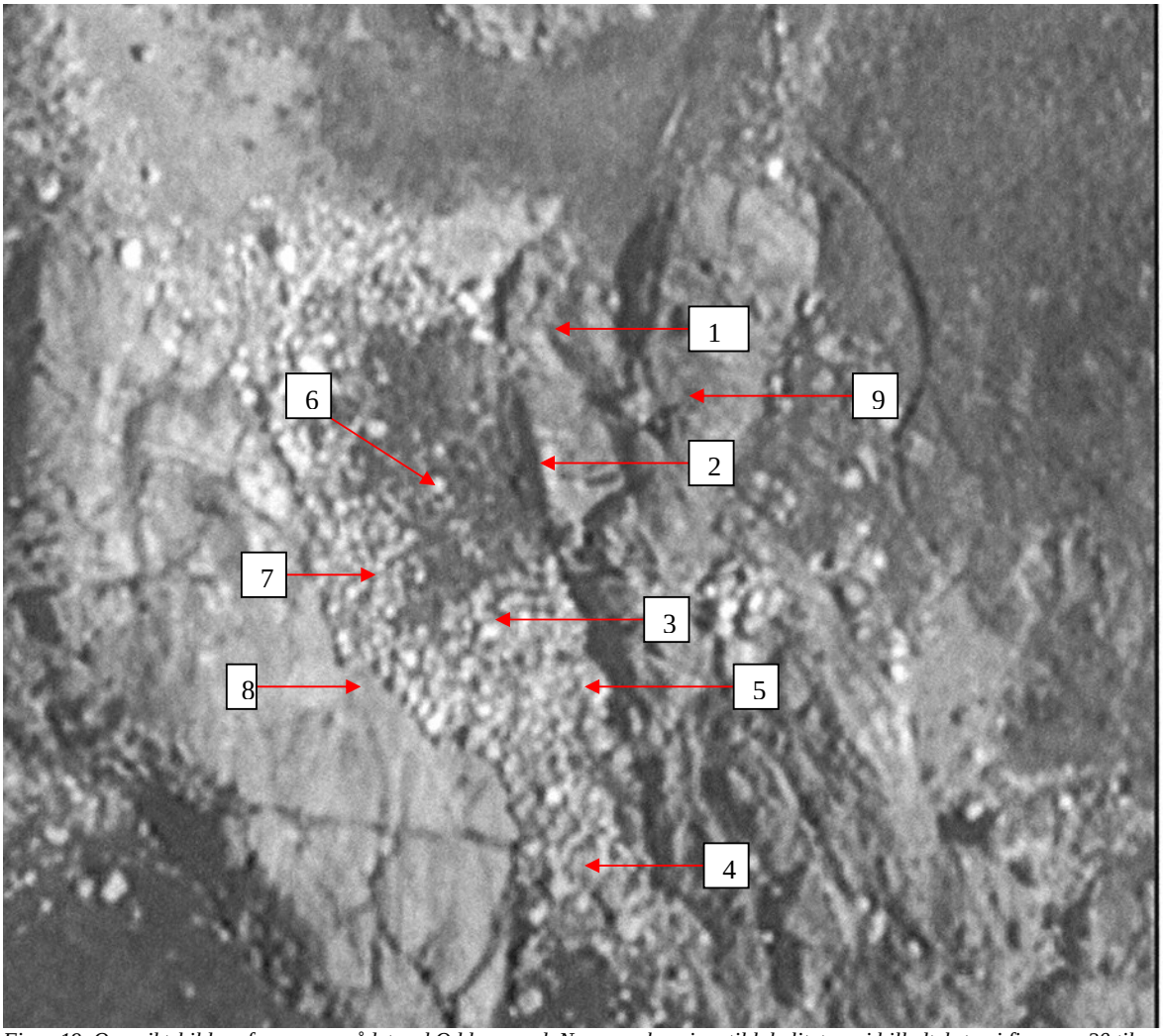


*Figur 18. Oljeforurenset område Mølen (Høst 2009 øverst og vår 2010 nederst).*

### 4.4 Oddanesand (referanseområdet)

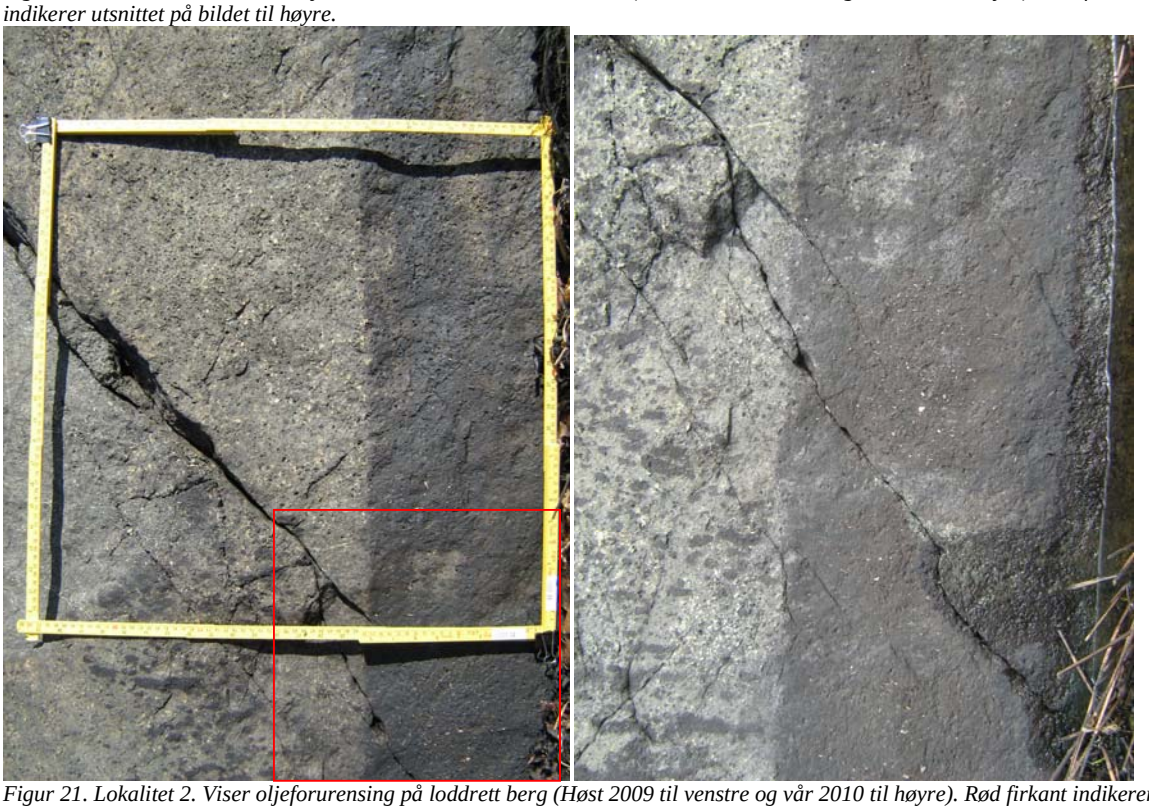
En liten bukt med berg, stein, gress og tang ble ikke renset og er brukt som referanseområde for naturlig nedbryting av olje (figur 19). Området er skjermet og lite utsatt for bølgeenergi. Det har generelt skjedd lite nedbryting av oljeforurensning i området (figur 19 til 28). I områdene med gress er det en visuell bedring (figur 22, 24 og 25), men dette skylles at nytt, friskt, gress har vokst gjennom oljelaget som

finnes i et tykt lag i overgangen til rotsonen. Dammer med flytende olje som ble funnet høsten 2009 har nå tørket noe, og oljen er mer tjærelik (figur 19 og 27).




*Figur 19. Oversiktsbilde referanse området ved Oddanesand. Numrene henviser til lokalitetsnr. i billedteksten i figurene 20 til 28.*

*Figur 20. Lokalitet 1. Dam med olje som er størknet noe våren 2010. (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre). Rød firkant indikerer utsnittet på bildet til høyre.*



*Figur 21. Lokalitet 2. Viser oljeforurensing på loddrett berg (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre). Rød firkant indikerer utsnittet på bildet til høyre.*

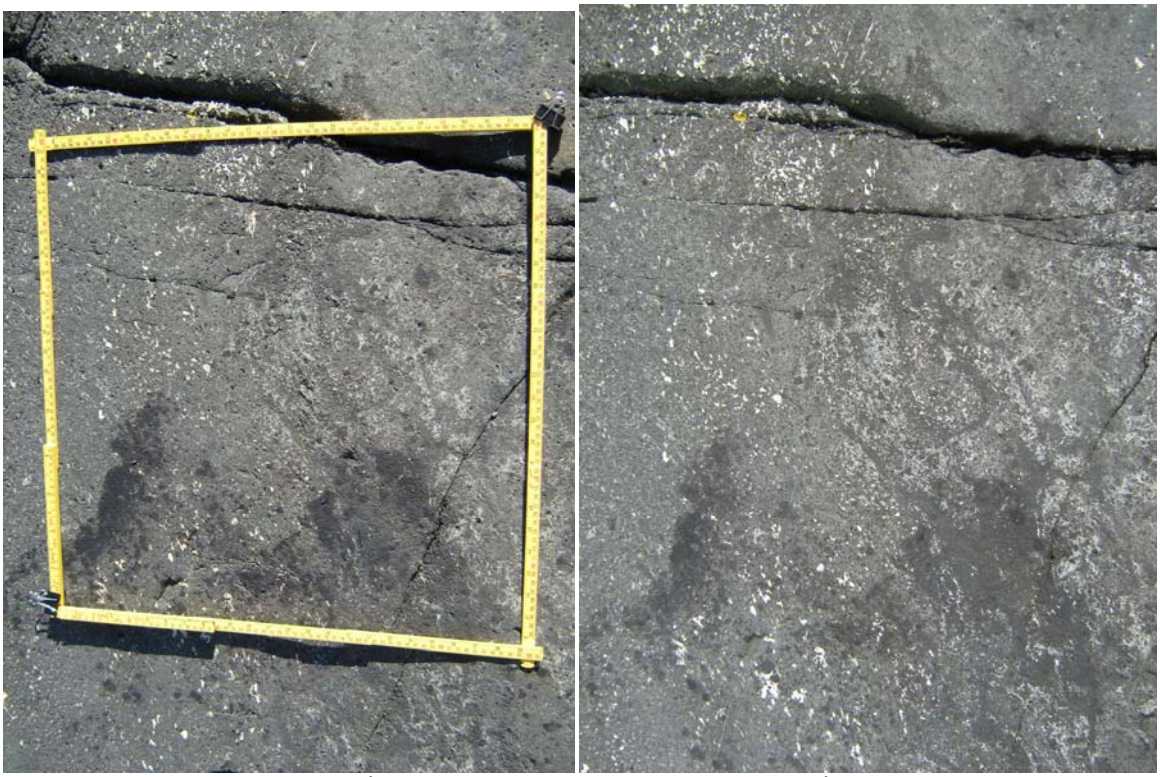
*Figur 22. Lokalitet 3. Stein med oljeforurensning samt olje tildekker gress. (Høst 2009 øverst og vår 2010 nederst).*

*Figur 23. Lokalitet 4. Oljeforurenset stein. (Høst 2009 øverst og vår 2010 nederst).*

*Figur 24. Lokalitet 5. Oljetildekket gress høsten 2009.*

*Figur 25. Lokalitet 6. Oljetildekke gress. (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

*Figur 26. Lokalitet 7. Oljeforurensning på stein. (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*



*Figur 27. Lokalitet 8. Oljeforurensing på berg (Vannrett flate). (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre*

*Figur 28. Lokalitet 9. Flytende olje høsten 2009, seig masse våren 2010. (Høst 2009 til venstre og vår 2010 til høyre).*

# 5 ØKOTOKSISITET OG THC- OG PAH-ANALYSER

## 5.1 THC og PAH

Prøvene ble tatt i de øverste 20 cm av strandsedimentene i Steinvika (figur 4). Store steiner ble pukket ut eller siktet ut. Strandsedimentet besto av grov grus og stein nesten fri for finstoff, men den inneholdt store mengder bark og torv fra tromlingen (dypere enn 5 cm). Det var noe mindre torv og bark i prøve 1 fra Steinsvika (St. vika 1). Analyseresultatene er gitt i vedlegg 2.

I tabell 1 er resultatene sammenlignet mot klassifiseringen av marine sedimenter. Denne viser verdier som normalt er problematisk for marine sedimenter (over klasse III) og akutt giftige i klasse IV og V. Utviklingen fra høsten 2009 og til våren 2010 er også vist i tabellen. Det har stort sett vært en nedgang i konsentrasjonene på stasjon St.vika 1, hvor de høyeste konsentrasjonene er funnet. En slik trend ses ikke for stasjon St.vika 2. Materialet på stasjon St.vika 1 har vært flyttet på mellom høsten 2009 og 2010 og inneholder mindre bark og torv. Konsentrasjoner målt av PAH våren 2010 viser at disse har forurensningskonsentrasjoner som er potensielt problematiske for marine organismer.

*Tabell 1. Oljeforurensningen og PAH- forurensingen høsten 2009 og våren 2010 i Steinsvika. Klassifisert etter TA-2229/2009.*

**Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)**

| | |
|---|---|
| I Bakgrunn | Bakgrunnsnivå |
| II God | Ingen toksiske effekter |
| III Moderat | Kroniske effekter ved langtidseksponering |
| IV Dårlig | Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering |
| V Svært dårlig | Omfattende akutt-toksiske effekter |

| | | | Høst 2009 | | | Vår 2010 | | | Endring % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENT | SAMPLE | TA-2229/2007 | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord | | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord | | St. vika 1 Jord | St. vika 2 Jord |
| Tørrstoff (E) | % | | 90,2 | 82,1 | | 30,40 | 68,60 | | | |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | | 73 | 14 | | <2 | 12,00 | | Nedgang | -14,28571429 |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | | 1380 | 188 | | 212,00 | 246,00 | | -84,63768116 | 30,85106383 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | | 8360 | 2560 | | 6850,00 | 2870,00 | | -18,06220096 | 12,109375 |
| Fraksjon >C35-C40 | mg/kg TS | | 1880 | 648 | | | | | | |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | | 9813 | 2762 | | 7062,00 | 3128,00 | | -28,03424029 | 13,2512672 |
| | | | | | | | | | | |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,29 | 0,227 | <0.100 | | 0,01 | <0.010 | | -95,15418502 | |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,033 | 0,183 | <0.100 | | <0.010 | <0.010 | | Nedgang | |
| Acenaften | mg/kg TS | 0,16 | 1,55 | <0.100 | | <0.010 | <0.010 | | Nedgang | |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,26 | 0,454 | <0.100 | | 0,02 | <0.010 | | -96,03524229 | |
| Fenantren | mg/kg TS | 0,5 | 1,66 | 0,215 | | 0,21 | <0.010 | | -87,53012048 | Nedgang |
| Antracen | mg/kg TS | 0,031 | 0,518 | 0,182 | | 0,14 | <0.010 | | -73,55212355 | Nedgang |
| Fluoranten | mg/kg TS | 0,17 | 0,418 | 0,14 | | 0,30 | 0,18 | | -29,18660287 | 28,57142857 |
| Pyren | mg/kg TS | 0,28 | 4,19 | 1,34 | | 4,66 | 2,31 | | 11,21718377 | 72,3880597 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 0,06 | 0,726 | 0,221 | | 0,50 | 0,19 | | -31,12947658 | -16,28959276 |
| Krysen^ | mg/kg TS | 0,28 | 1,56 | 0,444 | | 1,10 | 0,51 | | -29,48717949 | 14,86486486 |
| Benso(b)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,24 | 0,162 | <0.100 | | 0,29 | 0,10 | | 78,39506173 | Økning |
| Benso(k)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,21 | <0.100 | <0.100 | | 0,05 | 0,02 | | Økning | Økning |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 0,42 | 0,448 | 0,152 | | 0,66 | 0,25 | | 47,09821429 | 61,18421053 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,59 | <0.100 | <0.100 | | 0,06 | 0,04 | | Økning | Økning |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 0,021 | 0,378 | 0,134 | | 0,16 | 0,14 | | -58,46560847 | 5,223880597 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,047 | <0.100 | <0.100 | | 0,06 | 0,03 | | Økning | Økning |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 2 | 12,5 | 2,83 | | 8,21 | 3,76 | | -34,32 | 32,86219081 |

I tabell 2 er forurensningskonsentrasjonene i prøvetatt løsmasse Steinsvika sammenlignet med klassifiseringen for forurenset grunn (TA-2553/2009).

*Tabell 2. Olje- og PAH-forurensningen våren 2010 i Steinvika. Klassifisert etter TA-2553/2009. Fargekodene er lik som inndelingen for sedimenter.*

| | | | Vår 2010 | |
|---|---|---|---|---|
| **ELEMENT** | **SAMPLE** | **TA-2553/2009** | **St. vika 1 Jord** | **St. vika 2 Jord** |
| | | **Grense klasse III / V** | | |
| **Fraksjon >C10-C12** | mg/kg TS | 60/20000 | <2 | 12,00 |
| **Fraksjon >C12-C16** | mg/kg TS | Sum C12 til 35 | 212,00 | 246,00 |
| **Fraksjon >C16-C35** | mg/kg TS | 300/20000 | 6850,00 | 2870,00 |
| **Fraksjon >C35-C40** | mg/kg TS | | | |
| **Sum >C10-C35** | mg/kg TS | | 7062,00 | 3128,00 |
| | | | | |
| **Naftalen** | mg/kg TS | | 0,01 | <0.010 |
| **Acenaftylen** | mg/kg TS | | <0.010 | <0.010 |
| **Acenaften** | mg/kg TS | | <0.010 | <0.010 |
| **Fluoren** | mg/kg TS | | 0,02 | <0.010 |
| **Fenantren** | mg/kg TS | | 0,21 | <0.010 |
| **Antracen** | mg/kg TS | | 0,14 | <0.010 |
| **Fluoranten** | mg/kg TS | | 0,30 | 0,18 |
| **Pyren** | mg/kg TS | | 4,66 | 2,31 |
| **Benso(a)antracen^** | mg/kg TS | | 0,50 | 0,19 |
| **Krysen^** | mg/kg TS | | 1,10 | 0,51 |
| **Benso(b)fluoranten^** | mg/kg TS | | 0,29 | 0,10 |
| **Benso(k)fluoranten^** | mg/kg TS | | 0,05 | 0,02 |
| **Benso(a)pyren^** | mg/kg TS | | 0,66 | 0,25 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | mg/kg TS | | 0,06 | 0,04 |
| **Benso(ghi)perylen** | mg/kg TS | | 0,16 | 0,14 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | mg/kg TS | | 0,06 | 0,03 |
| **Sum PAH-16** | mg/kg TS | 8/150 | 8,21 | 3,76 |

Konsentrasjonene som er målt i Steinvika vil ifølge TA-2553/2009, være problematiske i boligområder, byområder og selv i industriområder, jf. tabell 3 nedenfor:

*Tabell 3. Arealbruk grenseverdier etter TA2553/2009*

| *Arealbruk* | *Toppjord (<1m)* | *Dypere jord (>1m)* |
|---|---|---|
| Boligområder | Klasse 2 eller lavere | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (Spredning) |
| Sentrumsområder | Klasse 3 eller lavere | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (Spredning), eller klasse 5 etter risikovurdering (Helse og Spreding) |
| Sentrumsområder | Klasse 3 eller lavere, eller klasse 4 etter risikovurdering (Spredning) | Klasse 3 eller lavere eller klasse 4 etter risikovurdering (Spredning), eller klasse 5 etter risikovurdering (Helse og spredning) |

TA-2553/2009 sier følgende om friluftsområder: ”*Heller ikke skog, utmark, friluftsområder, fritidsbebyggelse og verneområder er plassert i noen tilstandsklasse. For disse kategoriene må det i hvert enkelt tilfelle vurderes hva som er en riktig plassering. I vurderingen bør det være avgjørende hvordan området skal brukes, og hvor stor eksponering dette utgjør for mennesket. Uregulerte friområder inne i en by/tettsted bør settes i samme kategori som sentrumsområder. I en blandet regulering vil det være den mest følsomme arealbruken som vil være utslagsgivende*.”

Dette betyr at enten må klasse 3 eller strengere (klasse 1-2) legges til grunn for akseptkriteriene på grunn av nærheten til tett befolkede områder, eller så bør det gjøres en risikovurdering av områdets bruk som friluftområde med bading for å kunne konkludere hvilken forurensningsklasse områdets akseptkriterier bør legges på.

## 5.2 Økotoksikologi

Det ble tatt ut strandsediment til prøving av økotoksisitet, både høsten 2009 og våren 2010. Det ble analysert for S*keletonema* på porevann og organisk ekstrakt. Disse resultatene er vist i tabell 4. Analyseresultatet viser at porevannet fra høsten 2009 var problematisk for organismer, men at dette ikke er tilfelle våren 2010. Grenseverdi for organisk ekstrakt var kun overskredet i 2009 for prøve tatt i St.vika 1.

*Tabell 4. Resultatene av økotokisitetsprøving høsten 2009 og våren 2010. Rød farge viser verdier over grenseverdi (TA-2229/2007).*

| Parameter | Målt økotoks | | Målt økotoks | | Grenseverdi for økotoksisitet |
|---|---|---|---|---|---|
| | St. vika 1 Høst 2009 | St. vika 2 Høst 2009 | St. vika 1 Vår 2010 | St. vika 2 Vår 2010 | |
| | | | | | |
| Porevann, Skeletonema (TU) | 4,3 | 2,4 | <1 | <1 | 1,0 |
| Organisk ekstrakt, Skeletonema (TU som l/g) | 0,555556 | 0,434783 | 0,117647 | 0,043478 | 0,5 |

Konsentrasjonene av oljeforbindelser i torv og bark har endret seg lite fra høst 2009 til vår 2010. Det at økotoks-prøvingen ikke ga utslag i 2010 tyder på at biotilgjengeligheten av oljeforbindelsene er redusert som følge av sorbering til torv og bark. Oljen og forbindelsene i den synes derfor å ha sorbert bedre til torven og barken.

# 6 KONKLUSJON

## 6.1 Tromlelaget

Tromlelaget har gjort gjennomgående positive erfaringer. Det oppstod ikke vesentlige eller uløselige problemstillinger under vegs i arbeidet. Utstyret fungerte utmerket, og det problemer lot seg løse der og da. Oppdraget ble gjennomført på forholdsvis kort tid, og metodene ble utviklet under arbeidets gang.

Det forelå ingen prosedyre eller doseringsoppskrift for bruk av torv eller bark. Laget prøvet seg frem i fht. materialer og mengder.

Den største hindringen for bruk av denne metoden på strand er tilgjengelighet til området som skal renses. Det må benyttes forholdsvis store maskiner for å håndtere utstyret. Mangel på vei eller kjørbart terreng krever bruk av lekter eller andre transportmuligheter for å få frem maskiner og utstyr. Det er fleksibilitet i fht. krav om ulik skånsomhet på arbeidslokalitetene. Tromlingen etterlot lite spor i landskapet siden gummimatter og hensynet til å ikke skade naturen ble ivaretatt.

## 6.2 Naturlig nedbryting

Naturlig nedbryting gjennom vinteren 2009-2010 var variabel, men lav. Nedbrytingen som har funnet sted ser ut til å være styrt av bølgeenergi, tilgang til sand og grus, evt. også som følge av flytting av steinmasser.

Steinvika: I deler av området har det skjedd en klar visuell forbedring. Dette gjelder i stor grad de områdene som har vært eksponert for bølger.

Mølen: Det er liten visuell forbedring av oljeforurensning på stein. I grusen ble det ikke funnet flytende olje våren 2010. Det ble påvist mindre bark og torv blandet med grusen sammenlignet med høsten 2009. Strandsedimentene luktet fremdeles sterkt av olje.

Oddanesand: Det er liten eller ingen visuell forbedring av oljeforurensningen i testområdet. Nytt gress har vokst opp gjennom laget med oljeforurensning, og oljen som var flytende er nå meget viskøs.

## 6.3 Analyseresultatene

Resultatet fra de økotoksikologiske analyser fra høsten 2009 viste at porevannet hadde potensial til å være giftig for organismer. Prøvene tatt våren 2010 viste ingen slike utslag.

Konsentrasjoner av THC og PAH i strandsediment i Steinvika og som har ligget urørte fra 2009, viste liten endring. Det er målt en liten forbedring i løsmassene som har vært flyttet på. Konsentrasjonene i løsmassene er klasse 5 og 3 i henhold til Klifs klassifiseringssystem for jord. Det bør gjøres risikovurderinger for human helse og risiko for spredning fra området som følge av slik forurensning.

Det ble ikke observert mye finstoff i strandsedimentet og heller ikke overveiende mye olje i/på grusen. Det ble påvist forholdsvis mye bark og torv. Tromlingen har vært effektiv i fht. å binde forurensning til torv og bark.

Marginal endring i oljeforbindelser i torv og bark fra 2009 til vår 2010 og resultatet av økotoks-prøvingen tyder på at biotilgjengeligheten av oljeforbindelsene er redusert som følge av sorbering til torv og bark. Oljen og forbindelsene i den synes også i løpet av tiden som er påløpt, å ha sorbert bedre til torven og barken.

# 7 ERFARINGER OG RÅD

Naturlig nedbryting av oljeforurensingen på steiner og berg har vært gjennom vinteren 2009-2010 vært variabel. Nedbryningen i grunnen har vært liten. Vi anbefaler at overvåkningen fortsettes. Den bør bestå i befaringer høsten 2010 og våren 2011, inkl. prøvetaking og analyser for om mulig å se hvilken sesong som bidrar mest effektivt til nedbryting av oljeforurensningen. Det kan også på slikt grunnlag gis bedre prediksjoner på forventet nedbrytningstid.

Erfaringene fra tromlingen viste at dette var et meget godt tiltak for visuell fjerning av oljeforurensningen. Erfaringen med utstyret var i hovedsak meget god. Rest oljekonsentrasjon påvist i løsmassen tyder på at metoden ikke ga optimalt resultat. Årsaken til det kan være manglende prosedyre og oppfølging, men mest sannsynlig er dette forårsaket av at oljen sorberer på barken og at nedbrytningen går langsomt. Vi anbefaler at løsmassen som har vært tromlet gjennomgår en utlekkingsprøving, risikovurdering av human helse og en vurdering av risiko for spredning, samt en gjennomgang om torv og bark bør fjernes etter tromling.

Videre vil vi anbefale at bark- og torvbruken blir nøye gjennomgått. Tilførsel av bark/torv vil i lang tid endre det fysisk/kjemiske miljøet i behandlet løsmasse. I sum påvirker dette nedbrytningsforholdene i grunnen. Det kan være av interesse å få mer kunnskap om optimal dosering i fht. type løsmasse, og avklare om tilførselen av slike sorbenter virkelig bidrar til økt og mer effektiv nedbrytning av oljeforurensningen.

# 8 REFERANSER

TA-2229/2007: Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment.

TA-2553/2009. Tilstandsklasser for forurenset grunn

# 9 VEDLEGG

Vedlegg 1: Spørsmålsliste for intervju
Vedlegg 2: Analyseresultater

Vedlegg 1: Intervjuguide for kvalitative intervju av operatører som har deltatt i tromling etter FullCity forliset i Telemark

## 1.Organisering

### *Vi er litt interessert å høre litt beskrivelse av tromlingen som metode og bakgrunn for denne metoden*

Kort beskrivelse av bakgrunn og innhold i arbeidet med tromling?

> *Hvordan fungerte tromlingen? Og hva er effekten av metoden?*
>
> *Hvordan ble dette til og er dette en egen oppfinnelse/modifikasjon av et annet redskap*
>
> *Brukte dere kjemikalier eller andre stoffer i arbeidet?*
>
> *Kort beskrivelse av organiseringen av arbeidet?*

Hvem ledet arbeidet? *Kystverket, brannvesen eller lignende*?

Oppfølging fra ledelse. *Hva bidro ledelsen med? Eks. vedlikehold, utstyr, faglig tilbakemelding el. fremdrift*

Hvordan var kommunikasjon med ledelsen? *Utdyp hvordan dere opplevde kommunikasjonen (god/dårlig). Felles gjennomganger med andre aktører slik som spylelag eller lignende mht. fremdrift og erfaringer?*

Var dere i kontakt med frivillige? *Og i så tilfelle, hvordan var denne?*

## 2.Prosedyrer og kvalitetskrav

### *Vi er litt interessert å høre litt om hvordan tromlingen ble organisert, hvilke initiativ som ble tatt og hvem som ledet arbeidet.*

Hvordan ble det avgjort hvor og hva som skulle renses?

Visste alle hva som skulle gjøres?

Ble det gitt opplæring? *Eller var alle som deltok i arbeidet en del av oppfinnelsen?*

Forelå det rutiner eller prosedyrer for gjennomføring av tromlingen?

Ble i så tilfelle disse prosedyrene fulgt?

Har dere gjort dere noen erfaringer om disse prosedyrene har fungert, eller om dere opplever mangler/feil ved prosedyrene?

Hva var kravet til at et område kan ”friskmeldes”?

Forelå det prosedyrer som ga grunnlag for å vurdere om et område var tilfredsstillende renset?

Har evt. dere fulgt disse prosedyrene?

Hvem avgjorde at området var rent nok? Og hvordan ble dette kommunisert?

Har arbeidet blitt konsentrert om et området, helt til dette området var ”friskmeldt”?

Hvilke HMS krav ble spesifikt kommunisert ved dette arbeidet?

Var det satt spesielle krav for å redusere opprenskingens miljøpåviking?

Har dere gjort noen erfaringer om kravene/kriteriene for når områdene var tilfredsstillende renset?

Kunne annen organisering gjøre at kvaliteten og/eller effektiviteten kunne vært bedre?

## 3. Metode og utstyr

### *Vi er litt interessert i å høre deres erfaringer med metoden og utsstyret som ble benyttet.*

Kort beskrivelse av utstyr? Hvilket utstyr ble benyttet, og hvorfor ble dette benyttet?

Har det vært problemer med å få tak i nødvendig utstyr?

Hvilket utstyr fungerte best på ulik materiale, steinstrand, forskjellige temperaturer eller lignende?

Når var opprensingen mest effektiv (rett etter forliset eller senere)? Har dere en oppfatning om evt. årsak til hvorfor effekten var ulik?

## 4. Fremdrift

### *Vi er litt interessert i å høre hvordan fremdriften fungerte og evt. hva som hindret eller fremmet fremdriften*

Hvilke typer områder tok lengts tid (hvorfor)?

Hvilke typer områder var relativt raske å rense (Hvorfor)?

Var det områder som måtte renses flere ganger? Hvis ja hvorfor, Og kunne dette vært unngått?

Noen tanker om organisering, utstyr, krav, som kunne bedret effektiviteten i opprenskingsarbeidet?

## 5. Avsluttende bemerkninger

Har dere noen avsluttende bemerkninger eller erfaringer som dere mener er viktig å få videreført eller satt fokus på

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

Prosjekt
Bestnr **5013894**
Registrert **2009-09-30**
Utstedt **2009-10-09**

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn **St. vika 1**
**Jord**

Labnummer N00080559

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **90.2** | 9.02 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **73** | 22 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **1380** | 413 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **8360** | 2510 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **1880** | 563 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **11700** | 3510 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.227** | 0.068 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.183** | 0.055 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **1.55** | 0.465 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.454** | 0.136 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **1.66** | 0.499 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.518** | 0.155 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.418** | 0.125 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.19** | 1.26 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.726** | 0.218 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.56** | 0.467 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.162** | 0.049 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.448** | 0.134 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.378** | 0.113 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **12.5** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.90** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |
| **Tørrstoff (L)** | **85.9** | | % | 3 | V |
| **As** | **3.25** | 5.76 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ba** | **13.4** | 2.0 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Be** | **0.264** | 0.052 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cd** | **<0.1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Co** | **1.88** | 0.59 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cr** | **88.7** | 21.9 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cu** | **2.96** | 0.71 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Fe** | **6400** | 1100 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Hg** | **<1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Li** | **12.2** | 1.9 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mn** | **190** | 32 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mo** | **<0.4** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ni** | **11.7** | 2.7 | mg/kg TS | 3 | E |
| **P** | **244** | 42 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Pb** | **3.88** | 0.99 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Sr** | **422** | 74 | mg/kg TS | 3 | E |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **St. vika 1**<br>**Jord** | | | | |
| Labnummer | N00080559 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **V** | **21.9** | 4.8 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Zn** | **22.9** | 3.8 | mg/kg TS | 3 | E |
| | | | | | |
| **Kornfordeling*** | **vedl** | | se vedl. | 4 | 1 |
| | | | | | |
| **TOC** | **<0.850** | | % TS | 5 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0906345



1I9AF4G85QC

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **St. vika 2 Jord** | | | | |
| Labnummer | N00080560 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **82.1** | 8.21 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **14** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **188** | 56 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **2560** | 768 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **648** | 194 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **3410** | 1020 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.215** | 0.064 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.182** | 0.054 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.140** | 0.042 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **1.34** | 0.403 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.221** | 0.066 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.444** | 0.133 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.152** | 0.046 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.134** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.100** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.83** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.817** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |
| **Tørrstoff (L)** | **76.0** | | % | 3 | V |
| **As** | **<3** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ba** | **15.9** | 2.4 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Be** | **0.396** | 0.077 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cd** | **<0.1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Co** | **2.23** | 0.70 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cr** | **116** | 29 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Cu** | **6.34** | 1.39 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Fe** | **8090** | 1400 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Hg** | **<1** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Li** | **16.5** | 2.6 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mn** | **138** | 24 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Mo** | **<0.4** | | mg/kg TS | 3 | E |
| **Ni** | **15.8** | 3.6 | mg/kg TS | 3 | E |
| **P** | **281** | 49 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Pb** | **6.01** | 1.81 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Sr** | **229** | 40 | mg/kg TS | 3 | E |
| **V** | **23.9** | 5.2 | mg/kg TS | 3 | E |
| **Zn** | **32.4** | 5.4 | mg/kg TS | 3 | E |
| | | | | | |
| **Kornfordeling*** | **vedl** | | se vedl. | 4 | 1 |
| | | | | | |
| **TOC** | **2.85** | | % TS | 5 | 1 |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje.<br><br>Metode: >C10-C40: EN 14039<br>Ekstraksjon: Aceton/heksan<br>Deteksjon og kvantifisering: GC-FID/GC-MS<br>Kvantifikasjonsgrenser: >C10-C12: 2 mg/kg TS<br>>C12-C16: 3 mg/kg TS<br>>C16-C35: 10 mg/kg TS<br>>C10-C40: 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.<br><br>Metode: CSN EN ISO 6468<br>Ekstraksjon: Heksan<br>Deteksjon og kvantifisering: GC-MS<br>Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,1 mg/kg TS |
| 3 | Analyse av tungmetaller (M-1C)<br><br>Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)<br>Forbehandling: Sikting 2 mm.<br>Oppslutning jordprøver: HNO3 og 0,5 ml H2O2 i mikrobølgeovn.<br>Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO3/vann (1:1) i mikrobølgeovn. |
| 4 | Kornfordeling - siktekurve<br><br>Metode: Våt/tørr sikting 16mm-63µm<br>Fraksjoner: 2mm, 1mm, 0,50mm, 0,25mm, 0,125mm og 0,063mm |
| 5 | Bestemmelse av TOC<br><br>Metode: EN 1484<br>Kvantifikasjonsgrense: 0,5 mg/l |

| | Underleverandør[1] |
|---|---|
| E | ICP-AES<br><br>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige<br>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087 |
| V | Våtkemi |
| 1 | Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia<br>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N1002837



20DIF4VEX7S

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2010-05-03** |
| Utstedt | **2010-05-10** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **ST.vika 1**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100140 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **30.4** | 1.52 | % | 1 | 1 |
| **Alifater >C5-C8** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Alifater >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **212** | 64 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **6850** | 2050 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.018** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.207** | 0.062 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.137** | 0.041 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.296** | 0.089 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.66** | 1.40 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.500** | 0.150 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.10** | 0.331 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.289** | 0.087 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.054** | 0.016 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.659** | 0.198 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.057** | 0.017 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.157** | 0.047 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.062** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **8.21** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.72** | | mg/kg TS | 2 | 1 |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

# Rapport

# N1002837



20DIF4VEX7S

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **ST.vika 2 Jord** | | | | |
| Labnummer | N00100141 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **68.6** | 3.43 | % | 1 | 1 |
| **Alifater >C5-C8** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Alifater >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **12** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **246** | 74 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **2870** | 860 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.180** | 0.054 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **2.31** | 0.694 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.185** | 0.055 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.510** | 0.153 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.104** | 0.031 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.021** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.245** | 0.074 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.040** | 0.012 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.141** | 0.042 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.028** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **3.76** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **1.13** | | mg/kg TS | 2 | 1 |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Morten Sandell
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje C5-C35, THC-screening. | | |
| | Metode: | C5-C10: | SPIMFAB |
| | | >C10-C35: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | C5-C10: | 20 mg/lg TS |
| | | >C10-C12: | 10 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 20 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 30 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

# Rapport



**N1002832**

21W9B76LDWQ

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2010-05-03** |
| Utstedt | **2010-05-28** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **ST.vika 1**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100140 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (G)** | **59.3** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema org.ekstraksjon*** | **8500** | mg sed./l | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema i porevann*** | **n.d.** | TU | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema prep*** | **Ja** | | 2 | 1 | MOSA |

| Deres prøvenavn | **ST.vika 2**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100141 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (G)** | **73.3** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema org.ekstraksjon*** | **23000** | mg sed./l | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema i porevann*** | **n.d.** | TU | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema prep*** | **Ja** | | 2 | 1 | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.05.28 14:17:28
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Skeletonema (maritim algevekst)<br><br>Metode (Organisk ekstrakt / Porevann): ISO 10253<br><br>Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V. |
| 2 | Prøvepreparering for Skeletonema analyse |

| | Godkjenner |
|---|---|
| MOSA | Morten Sandell, Kjemiker |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium:<br>Akkreditering: | GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland<br>DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97 |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# Rapport



**N1002832**

21W9B76LDWQ

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5013894** |
| Registrert | **2010-05-03** |
| Utstedt | **2010-05-28** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **ST.vika 1**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100140 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (G)** | **59.3** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema org.ekstraksjon*** | **8500** | mg sed./l | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema i porevann*** | **n.d.** | TU | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema prep*** | **Ja** | | 2 | 1 | MOSA |

| Deres prøvenavn | **ST.vika 2**<br>**Jord** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00100141 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (G)** | **73.3** | % | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema org.ekstraksjon*** | **23000** | mg sed./l | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema i porevann*** | **n.d.** | TU | 1 | 1 | MOSA |
| **Skeletonema prep*** | **Ja** | | 2 | 1 | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.05.28 14:17:28
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon |
|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Skeletonema (maritim algevekst)<br><br>Metode (Organisk ekstrakt / Porevann): ISO 10253<br><br>Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V. |
| 2 | Prøvepreparering for Skeletonema analyse |

| | Godkjenner |
|---|---|
| MOSA | Morten Sandell, Kjemiker |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium:<br>Akkreditering: | GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland<br>DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97 |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Til: **Kystverket og NOFO**

Fra: **Geir Lenes**

Dato: 1. juni 2010

# SORBENTER

## 1. Introduksjon

I dette notatet har vi vurdert ulike forhold relatert til utprøving og bruk av sorbenter. Vi har lagt til grunn erfaringer fra SFT sine utprøvinger fra tidlig 1990-tallet og frem til i dag /2, 3/, samt erfaringer fra oppryddingen etter havariet til Full City sommeren 2009 (/14/, jf. pers. med. S. Gyltnes Kystverket). Det er så langt uklart hva som fins i arkivet hos Klif/Kystverket om annen konkret prøving av sorbenter. Gjennom oljeselskapenes prosjekt; Coastal Oil Spills - JIP /1/ er det gjort tilgengelig en rapport som beskriver foreløpige protokoller for prøving av sorbenter på strand- og sedimentsubstrat, og et prøvingsresultat for en konkret sorbent /15/.

## 2. Kystverkets behov

I dialogen med Kystverket og NOFO er det identifisert temaer om sorbenter for vurdering:

- Innkjøpskriterier (HMS) som grunnlag for en første sortering.
- Hvilke utprøvingsmetoder som er relevante.
- Avklare oljetyper for prøving.
- Testhallen i Horten - utprøvingsmetoder og konsekvenser for fasilitetene (redegjort for i eget notat).

Dette notatet fokuserer på å redegjøre for de tre første kulepunktene.

## 3. Sorbenter

Sorbenter vil typisk bli anvendt som følger:

- Under strandaksjoner for å hindre videre spredning av olje i tynnfilm (spylearbeid) på sjø. Dette vil være for oljetykkelser på vann opp til 0,2 mm, dvs. en tilstand hvor det er opp til 200 l olje/dekar sjøoverflate - typisk for sorbenter i lenser.
- Annen oppsamling direkte på sjø-overflaten med tykkere oljefilmer - typisk for sorbenter i annen tilstand.
- Opptak av oljer fra strand- og sedimentsubstrat.
- Bearbeiding av flater, for eksempel gniing på overflater (stein ) for å fjerne olje.

Sorbenter til bruk på sjø må ha flytevne, og vil derfor være forskjellig fra hva som kan benyttes på strandsubstrat (sorbentens romvekt vil være avgjørende).

Sorpsjonsmaterialet inndeles som følger:

- Organisk (jf. bark, torv, bomull mv.)
- Uorganisk (perlite, stein- og glassull mv.)
- Syntetisk (ulike syntetiske fiber mv.)

| Karakteristika - Sorbenter av ulike materialer | | |
|---|---|---|
| Organiske | Uorganiske | Syntetiske |
| Nedbrytbar<br>Meget god sorpsjonsevne (10X)<br>Ikke oleofil, trekker vann - synker<br>Som regel innpakket<br>Lavt potensial for gjenbruk<br>Rimelig innkjøp | Lite nedbrytbar<br>Middels sorpsjonsevne (<5X)<br>Synker<br>Lavt potensial for gjenbruk<br>Rimelig innkjøp | Lite nedbrytbart<br>Meget god sorpsjonsevne (5-20X)<br>Oleofil og hydrofob<br>Potensial for gjenbruk<br>Dyr innkjøp |

Sorbenter til bruk kan typisk inndeles iht. til tilstand som følger:

- Løs form (pulver, granulat, pellets, chips mv.)
- Duk, matter/ark eller nett
- Puter
- Rull
- Lense/Pølse

**4. Sorpsjon - et fysisk og kjemisk fenomen**

Sorpsjonsmaterialet kan være tilsatt prestasjonsfremmende kjemikalier for å:

- påvirke grad av affinitet til olje (oleofil).
- påvirke grad av affinitet til vann (hydrofob).
- forbedre opptak - sorpsjonshastighet (tensider - dispergeringsmiddel), og
- øke nedbrytningshastighet (næringssalter).

Sorpsjon er et samlebegrep for to ulike prosesser, dvs. adsorpsjon og absorpsjon. Adsorpsjon er knyttet til sorpsjonsmaterialets overflate og evne til kjemisk eller fysisk binding av en væske - her olje. Absorpsjon er knyttet til sorpsjonsmaterialets evne til å suge opp i seg (porevolum) væsken og holde på den (retensjon). Begge mekanismene er viktig for sorbentens potensielle samlede evne til å ta opp og ”holde på” oljen. Som oftest er det samlet sorpsjonsevne som blir kvantifisert i prøvingen.

For en sorbent som flyter på vann er det lite sannsynlig at trykkdifferanser bidrar til innstrømning av væsken i sorbenten (Darchy). Overflatespenning og tilhørende kapillær kraft er mest sannsynlig den viktigste fysiske drivkraften for at oljen også trekker inn i sorbenten, og ikke alene blir et lag på overflaten. For olje på vann vil sorbentens tilgjenglige eksponerte overflate derfor være kritisk i fht. opptak av oljen.

For sorbenter benyttet på strandsubstrat og sediment, vil den fysiske innblandingen være et tilleggselement til selve opptaksprosessen (ad- og absorpsjon) av oljer.

Oljens karakteristikk (f.eks. viskositet), sorpsjonsmaterialets karakteristikk (porøsitet - porestørrelse, hydraulisk ledningsevne) og vanninnhold i oljen over tid er kanskje de mest dominerende faktorer for en samlet sorpsjonskapasitet - in Situ. Dette innebærer at sorbenten bør prøves ut under realistiske forhold.

**5. Lenser som avfall**

Sorbenter har som regel et lavt gjensbrukspotensial og blir et avfall etter bruk. Håndteringen av avfall foregår etter eget regelverk og i henhold til en avfallsplan. Kostnaden for slik håndtering kan være betydelig, og særlig behandlingen i etterkant er kostnadsdrivende.

Det går en viktig grense for når sorbenten blir definert som farlig avfall. Kostnadene for avfallshåndteringen blir også vesentlig høyere når avfallet blir karakterisert som farlig avfall. En sorberende lense blir definert som farlig avfall når (olje og PAH):

- Råoljeinnholdet er 0,1 vekt %, dvs. 1 g/kg (avfallsforskriften)
- BTEX innholdet er 0,1 vekt %, dvs. 1 g/kg (forurenset jord)
- Alifater (sum C5-C35) er 6 vekt %, dvs. 60 g/kg (forurenset jord)

Det er lite sannsynlig at en sorbent på sjø vil ha et så stort opptak av oljer (bunker, emulgert råolje) at den blir karakterisert som farlig avfall. Annen bruk kan bidra til at grensen for farlig avfall blir oversteget.

## 6. Erfaringer fra aksjon mot akutt forurensning - Full City-havariet

*Nøkkeltall fra Full City-havariet*

Nøkkeltall[1] fra oljeregnskapet etter Full City havariet var som følger:

| Oljeregnskapets detaljer | Full City Mengde olje ($m^3$) |
|---|---|
| 1. Om bord Full City | 1154[2] |
| 2. Sjøoperasjonen | 28 |
| 3. Strandoperasjonen | 74 |
| 4. Pumpet fra havarist | 860 |
| 5. I resipienter[3] | 191 |
| | |
| Kostnad sorbent - sjø | 12 millioner |
| Kostnad sorbent - land[4] | 5 millioner |
| Samlet aksjonskostnad (forventet)[5] | 234 millioner |

1. Veolia, basert på oljeandel i avfallsfraksjonene og vanninnhold i oljeemulsjon
2. Rapportert fra rederiet
3. Må korrigeres for gjenværende olje, dvs. opptak i dokk i Sverige - mengde ikke avklart. Dette påvirker budsjettpostene 1 og 5.
4. Jf. referanse /1/ side 5 (1500 $m^3$ bark).
5. Pressemelding, 11.05.2010 Nr.: 30/2010 KYV.

*Erfaringer fra aksjonen etter Full City-havariet*

Kystverket har indikert at mesteparten av oljen tatt opp under strandaktivitet følger av opptak med slamsugebil. Ellers blir oljen forsøkt innblandet med bark og overlatt til naturlig nedbrytning. I mindre skala ble bark og forurenset standsubstrat tromlet sammen. Dette betyr at lite olje er samlet inn som følge av bark- og torvbruk på strand, og bruk av sorbent på vann.

Observasjoner av brukt sorbent (lense) viste at tungoljen fra Full City plastret overflaten på lensen, og inntrengningen av olje i lensen var liten (størrelsesorden mm - jf. Veolia). Det er ikke foretatt noen systematisk vurdering av slik tilstand under eller etter aksjonen. Veolia estimerte oljeinnhold i mottatte lenser. Det ble foretatt noen analyser av levert sorbent for om mulig å få bestemt et mer nøyaktig oljeinnhold.

Veolia har rapportert at det under Full City aksjonen ble benyttet 114 tonn sorbent (lense) for opptak av 960 kg olje. Oljemengden kan være enda mindre da vanninnholdet i innveid lensemateriell ikke ble analysert. Analyser gjennomført av Veolia har vist at forurenset bark inneholdt i gjennomsnitt er 0,33 vekt % olje. Tilsvarende inneholdt en sorbent (lense) 0,85 vekt % olje. Konklusjonen om lensens effektivitet er basert på

analyse av THC i innsendt brukt lensemateriale (prøve på ca. 20 liter lense). Det var et skjønnsmessig uttak av prøver fra ulikt forurenset lensematerialer, og usikkerhet i tallet kan være relativt stort.

Kostnader (ekskl. mva og lønnskostnader) ved innkjøp og bruk av sorbenter:

- Innkjøp av lensemateriell koster i størrelsesorden 100 kr/m, dvs. 100 000 kr/tonn (1 m = 1 kg).
- Transport koster i størrelsesorden 75 kr/tonn og km, dvs. for 100 km transportdistanse 7 500 kr/tonn.
- Avhending av lesemateriell koster i størrelsesorden 1 500 kr/tonn.

Bruk av 114 tonn sorbent (lense) vil i følge disse tallene påføre aksjonen en kostnad på i størrelsesorden: 114x(100 000 + 7 500 + 1 500), dvs. ca. 12 millioner kr.

Aksjonens bruk av sorbenter på sjø bidrar til fangst av i størrelsesorden 1 % av innsamlet olje, men kan beslaglegge i størrelsesorden 5 % av aksjonsbudsjettet. Samlet beslaglegger sorbentbruken i størrelsesorden 7 % av aksjonens budsjett.

I et slikt perspektiv er det viktig å ha en holdbar strategi for bruk av sorbenter på sjø og land, og synliggjøre den skadedempende og miljøforbedrende effekten sorbent-bruken representerer.

## 7. Innkjøpskriterier

Offentlig innkjøp må følge regelverket for offentlig anskaffelser. Difi (direktoratet for innkjøp og IKT) har for å bidra til å redusere risiko knyttet til korrupsjon og korrupsjonslignende adferd, laget en veiledning "Etiske retningslinjer for statstjenesten". Videre har direktoratet på høring i disse dager ”Miljøkriteriesett for anskaffelser til bygg og anlegg”. Dette kriteriesettet kan være en plattform for ytterligere fokus på miljøriktig innkjøp.

Gjennom fagportalen http://www.anskaffelser.no/artikler/2009/07/hjelp-til-aa-stille-egne-miljokrav er det gitt veiledning til miljøriktig innkjøp. For øvrig har samfunnet økt fokus på CSR-tema; samfunn, lokalmiljø, arbeidsmiljø, menneskerettigheter, korrupsjon og forretningsrelasjoner, som også kan legges til grunn for innkjøpsprofilen.

Det er mulig å legge et sett av parametere til grunn for utvelging av sorbent til kjøp (justert i hht. ref. /4/):

- Produksjon (Substitusjon, Livssyklusanalyse - LCA, HMS-datablad) og tilgjengelighet.
- Sorbenten og miljø (kjemisk materialanalyse, akutte giftighet - utprøving på 3 ulike trinn i næringskjeden).
- Sorbentens sorpsjonsegenskaper (potensial, ”In Situ” momentan opptak og sorpsjonshastighet over tid), bestandighet, tilbakeholdelseskapasitet (VOC, oljer mv.), flyteegenskap-vannopptak.
- Sorbenten og Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø (SHA) (HMS-datablad, sikker jobb analyse, håndtering, potensial for re-forurensning).
- Sorbentens anvendelsesområder.
- Sorbent som avfall/avhending (gjenbruk, kompostering, forbrenning, deponi - kostnader).
- Logistikk-optimalisering (depot og fremskutt depot - transport, lagring, håndtering, bestandighet - varighet, gjenbruk).
- Innkjøps- og lagringskostnad.

Neste trinn vil være å lage et samlet ”score-kart”. Score-kartet viser de kriterier og krav som sorbenten er prøvet på, og hvordan utfallet av en samlet vurdering ble. Grunnlaget for score-utarbeidingen må fremstå som homogent.

## 8. Hvilke utprøvingsmetoder er relevante?

*Økotoks-prøving*

For å kunne vurdere miljøpåvirkningen av bruken av sorbenter, bør materialet/stoffet sorbenten er laget av undersøkes for potensielle toksiske effekter på akvatiske organismer. Gjennomføringen av toksisitetsprøvingen bør gjøres slik at de er representative for den faktiske eksponeringen i miljøet under en oljevernaksjon. Vannlevende organismer vil ikke bare bli eksponert for løst sorbent-materiale , men i kombinasjon med olje i vannet. For å ta hensyn til potensiell interaksjon mellom sorbenten og oljeforbindelser bør toksisiteten av disse også testes sammen /7/.

Toksisitet kan variere mellom forskjellige arter grunnet forskjeller i opptak og evne til metabolisering og utskillelse av stoffer. Effekter på ulike organismer, i ulike nivåer av økosystemet (trofiske nivå) bør derfor måles og vurderes. Saltvannslevende prøveorganismer bør benyttes så langt det er mulig, da toksisiteten kan være ulik for organismer i saltvann og ferskvann.

Videre er det aktuelt å analysere hva slags forbindelser i oljen som blir sorbert. Eksempelvis vil det være gunstig å vite om andelen av olje som fjernes med sorbenten, inneholder de mest toksiske forbindelsene i oljen.

IVL Svenska Miljöinstitutet har gjennomført en vurdering av økotoksikologiske prøvingsmetoder for screening av sorbenter. De viste at akvatiske toksisitetstester med Microtox-test (tilsvarende NS-EN ISO 11348), alge (tilsvarende NS-EN ISO 10253) og prøving av akutt toksisitet hos fiskeyngel (tilsvarende NS 4763) hver for seg, ga viktig og unik informasjon om de toksiske egenskaper til sorbentene benyttet i undersøkelsen. For tilberedelse av eksponeringsløsningen ble en prosedyre tilpasset etter Andersson og Zetterberg (1998) benyttet:

1. 2,0 g sorbent ble tilsatt til 200 mL destillert vann (dvs. 10 g sorbent pr $dm^3$ vann).
2. Blandingen ble så ristet med langsom omrøring i 24 timer før løsningen ble filtrert med papirfilter og 0,45 µm Milliporfilter.
3. Løsningen ble så justert for pH.

En lignende prosedyre beskrives i Blenkinsopp (1998), som benyttes i Canada. I Norge vil det være aktuelt å bruke et tilsvarende prøvingsprogram. Utlekking kan gjøres etter NS-EN 12457:2002.

Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) angir krav til prøving av akutt toksisitet for dispergerings- og strandrensemidler. Disse vil være naturlig å benytte i vurderingen av sorbenter.

- § 19-5. *Krav til dispergerings- og strandrensemidler*: *"For både dispergeringsmidler og strand-rensemidler i kjemisk løsning skal det testes på planktonalger i henhold til prosedyren ISO/DIS 10253 (Skeletonema costatum). Dispergeringsmidler med effektiv konsentrasjon, $EC_{50}$ < 10 mg/l og strandrensemidler med $EC_{50}$ < 100 mg/l skal ikke benyttes. Med effektiv konsentrasjon, $EC_{50}$ menes den konsentrasjonen av et stoff som gir toksisk effekt under gitte testbetingelser etter en bestemt tid, hos 50 prosent av organismene som testes."*

*Sorpsjonsegenskaper*

Potensiell sorpsjonskapasitet
ASTM F 726 - 81 passer for utprøving av sorbenter på vannoverflater og hvor væsken ikke løses i vann. Målsetningen er å beskrive hvor mye sorbenten kan ta opp av en væske (g olje/g sorbent eller g olje/ml sorbent). Sorbenten veies før og etter neddykket tilstand. Alt prøvemateriale dykkes ned i væsken, den oppholder seg en gitt tid neddykket og overflødig væske får tid til å renne av etter at sorbenten er tatt opp. Prøvingen foregår ved romtemperatur, men kan ssv. tilpasses andre sjø-temperaturer. Resultatet viser et sorpsjonspotensial, dvs. den beskriver materialets evne til opptak av olje.

Sorpsjonskapasitet
For sorpsjonsmaterialer i lenser vil det være interessant å kvantifisere en sorpsjonskapasitet. Lensens prestasjonsevne er interessant, og i utgangspunktet skal lensen raskt ta opp så mye olje som mulig, og samtidig i sum, bidra til å generere minimum mengde avfall.

Kontrast mellom aktuell sorpsjonskapasitet og potensiell sorpsjonskapasitet synes å kunne være i størrelsesorden 1:250 ([THC-innhold på 8,5 g olje/kg sorbent - Full City-olje] /[2g olje/g sorbent - motorolje]). Dette er basert på Veolias tall og vanlig forventet opptak av olje i en ”standaed” sorbent. Ut over oljens karakteristikk er det ssv. vanninnholdet i lensa over tid, i hvilken grad hele lenseoverflaten blir eksponert overfor oljen på vann og ”innsugningsevnen” på eksponert areal over tid som vil være avgjørende for lensas prestasjonsevne. Det bør undersøkes om en slik prøvingstandard eksisterer.

Kartleggingen av sorbenter (emballert og granuler mv.) ble utført av SFT på tidlig nittitallet, jf. /ref 2, 3/. Disse ble prøvet mot et sett av kriterier basert på ASTM ”Standards on Hazardous Substances and Oil Spill Response”. Sorbentene ble i tillegg til andre kjemikalier prøvet på bl.a. bensin, diesel og tung fyringsolje (nr.6). Prøvingen omfattet bestemmelse av kjemisk bestandighet, absorbsjonsevne, frigivelse av VOC, gjennomtrengelighet og frigivelse til alternativ absorbent (re-forurensning). Utprøvingsmetodikken er beskrevet i detalj. Listen over sorbenter er lang, men det er ikke lagt til nyutviklede produkter.

I en konkret utprøving av absorbsjonsmidler (1990-tallet) /2/ ble det lagt til grunn følgende prøving:

- Flyteevne (vannopptak) - pøs-test
- Maksimal sorpsjon (opptak av råolje, diesel og vann) - pøs-test
- Flyteevne på lense (opptak av avdampet råolje og vann) - prøvebasseng

Sintef /1/ har vist at standard og metodikk i liten grad er utviklet for prøving av sorbent på forurenset substrat. Gjennom det oljeselskapsfinansierte forskningsprosjektet JIP har Sintef utarbeidet foreløpige prøvingsprotokoller for effektivitetstesting for sorbenter brukt på oljeforurenset strandsubstrat og oljeforurenset sediment. Protokollene gir et svar på sorbent-effektivitet, og er et nyttig verktøy for vurdering av sorbenter. Det er fokus på råolje og bunkerolje. Protokollene er ikke endelige og vil trenge ytterligere modifiseringer og forbedringer før evt. prøving i stor skala kan starte, jf. Sintefs egen vurdering av dagens status.

## 9. Oljetyper for utprøving

Statlig aksjon mot akutt forurensning vil typisk måtte håndtere utslipp fra skip som havarer. Utslipp vil typisk kunne omfatte

- Fremdriftsmidler (bunkeroljer, marin oljer, smøreoljer, hydraulikkoljer mv)
- Last (oljeprodukter - råoljer)
- ”Offshore” oljeproduksjon (råoljer, kondensat)

Oljetyper til utprøving bør gjenspeile oljetypene og deres forvitringsprodukter inkl. være moderert som følge av strandspylingsaktivitet. Utprøving under ulike fysisk påvirkning og temperaturer være ønskelig, men sannsynligvis krevende.

## 10. Referanser

1. Coastal oil spills - JIP. C15 Protocol for effectiveness testing of sorbents on oiled shoreline substrate. Revised version 1. 26.03.2010. Sintef.

2. SFT - utprøving av absorbsjonsmidler (udatert).

3. SFT. Kartlegging av absorberende midler. TA 984/1993.

4. Andersson og Zetterberg (1998). Utvärdering av screentester för akvatisk toxicitet för tillämpning på sorbenter för olje- och kemikaliespill. Multivariat analys på effekter av olika lakningsparametrar. Examensarbete i vattenkemi. Inst. fys. kem., oorg. kem. och strukturkemi, Stockholms universitet.

5. IVL Svenska Miljöinstitutet AB (2000). Prövning av ekotoxikologiska testmetoder vid värdering av miljöpåverkan av sorbenter för olje- och kemikaliespill.

6. Blenkinsopp, S.A. et al (1998). Simple test guidelines for screening oilspill sorbents for toxicity. Emergencies Science Division of Environment Canada.

7. Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Cefas) (1996). Procedures for the approval of oil spill treatment products.

8. Norsk Standard. Karakterisering av avfall - Utlekking - Samsvarsprøving for utlekking av granulært avfallsmateriale og slam (NS-EN 12457:2002).

9. Norsk Standard. Vannundersøkelse - Bestemmelse av inhiberende effekt av vannprøver på lysutskillelse hos Vibrio fischeri (luminescerende bakterier) - Del 1: Metode med nypreparerte bakterier fra kultur (ISO 11348-1:2007).

10. Norsk Standard. Vannundersøkelse - Bestemmelse av inhiberende effekt av vannprøver på lysutskillelse hos Vibrio fischeri (luminescerende bakterier) - Del 2: Metode med væsketørkede bakterier (ISO 11348-2:2007).

11. Norsk Standard. Vannundersøkelse - Bestemmelse av inhiberende effekt av vannprøver på lysutskillelse hos Vibrio fischeri (luminescerende bakterier) - Del 3: Metode med frysetørkede bakterier (ISO 11348-3:2007).

12. Norsk Standard. Vannundersøkelse - Prøving av veksthemming av marine alger (Skeletonema costatum og Phaeodactylum tricornutum) (ISO 10253:2006).

13. Norsk Standard. Bestemmelse av toksisitet for egg og yngel av ferskvannsfisk - Semistatisk metode (NS 4763).

14. Analyser mv. fra Veolia (Full City).

15. Testing av egenskaper til sorbenten SpillSorb SA. Sintef. 12.04.2010.

Horten, 1. juni 2010

Geir Lenes

Til: **Kystverket v/Hilde Dolva**
**NOFO v/Trond Holten**

Fra: **Liv Strøm**

Dato: 2. juni 2010

# VURDERING AV KYSTVERKETS TESTHALL FOR BRUK TIL PRØVING AV SORBENTER - UTKAST

## Bakgrunn og formål

Det er behov for mer kunnskap om sorbenter som er på markedet i forhold til effektivitet på ulike oljer/oljeprodukter, og hvordan de oppfører seg under bruk. Kystverket ønsker å utvide denne kunnskapen. Når et oljeutslipp finner sted skal det foreligger et tilstrekkelig omfang av kunnskap om hvilke rense og opptaksprodukt(er) som kan være best egnet i det aktuelle tilfellet.

For å skaffe seg denne kunnskapen vurderer Kystverket å etablere et prøveprogram for sorbenter hvor testhallen i Horten er sentral. Dette notatet har som målsetning å vurdere og påpeke (overordnet) de viktigste forhold som må være på plass for å starte opp en slik utprøving.

## Førsteinntrykk av prøvehallen

Det ble gjennomført en befaring i testhallen hos Kystverket torsdag 15. april 2010. Tilstede fra Kystverket var Steinar Gyltnes og Bjørn Koppang, begge er godt kjent med hallen og dens bruk – både som aktive ved tidligere gjennomført prøving og som følge av bruken i dag.

Bassenget som kan benyttes for utprøving, har en relativt stor størrelse, og det er mulig å variere strøm- og bølgeforhold. Dette virker tilforlatelig i forhold til utprøving for å simulere realistiske forhold.

**Bilde 1: Oversikt over bølgebassenget.**

**Basseng**

*Generell beskrivelse:*
Bassenget har en lengde på 30 meter, bredde på 7 meter og 4 meters dybde. Vannvolumet er på ca. 800 kubikkmeter. Det ligger en falsk bunn 1,4 meter over bunn av bassenget. Strøm i tanken drives av 4 stk. propeller på undersiden av den falske bunnen, og propellene driver vannet i den motsatte retningen i prøvevolumet på oversiden av den falske bunnen. Bølger kan skapes ved å bevege en hengslet endevegg i tanken. I den andre enden er det etablert en ”bølgedemper” som hindrer noe av bølgene i å reflekteres tilbake. Strøm og bølger kan fra et panel i kontrollrommet varieres uavhengig.

*Muligheter for variasjon i bølger og strøm.*
Propellene er i stand til å sette opp en strømhastighet mellom 0 og 1,5 knop i begge retninger. Det ble oppgitt at hastigheten varier over bredden av tverrsnittet. Dette virker naturlig ut fra designet av tanken, hvor vann-strømmen snus rundt en relativt skarp kant (avrundingen av den falske bunnen er liten i denne sammenheng).

Veggen som driver bølgene kan beveges med en periode på opp til ca. 3 sekund per utslag. Dette er dermed også perioden til de største bølgene. Bølgelengdene som kan oppnås er relativt store i forhold til tankens størrelse.

Ut fra observasjoner anslås signifikant bølgehøyde på ca. 0,6 meter. Bølgemønsteret som skapes kan karakteriseres som forholdsvis ”røft” og ”tilsynelatende realistisk”. Bølgehøyden er relativt liten i forhold til det som kan opptre i virkeligheten, men antas å kunne få fram mange av forholdene som påvirker reell effekt av sorbenter i strandsonen.

**Bilde 2: Eksempel på forskjellige bølge og strømhastigheter.**

*Innledende måling/test av karet for å verifisere fysiske rammebetingelser*
For å kunne kvantifisere bølgene og strømmønsteret foreslår vi at det at det blir utført en innledende oppmåling av strømningsbildet og bølgespekter i hele tanken over hele spennet av strøm og bølgeperiode. Bølgespekteret kan sammenliknes med modellspektre fra havmålinger for å kunne si noe om hvilke sjøtilstander som kan testes i tanken.

Vi understreker likevel, at førsteinntrykket er at egenskapene til tanken anses å kunne være godt egnet for å studere virkelige effekter ved reelle sjøtilstander, hvor det er aktuelt å benytte sorbenter.

Mulighet for variasjon av vanntemperatur er begrenset, og det er sjøtemperaturen på tidspunktet for prøving som gjelder. Dette kan være et element som bør endres, slik at mer realistisk prøving kan ligge til grunn for konklusjoner om produktets egnethet.

Muligheter for prøving av forvitringsprodukter (olje) synes å være gode.

*Utarbeiding av prøveprogram*
Det er viktig at prøveprogrammet danner et regime som er transparent og etterprøvbart. Det er derfor viktig at de variablene som velges i bassenget lar seg reprodusere i ettertid. Prøveregimet må være uangripelig og robust i forhold til at det er kommersielle produkter som skal gis et "egnethetsstempel". Dette understreker for øvrig vår vurdering av behovet for mer kunnskap om tanken og de fysiske prøveforholdene.

**Prøveparametre**

Det er flere kriterier som kan legges til grunn for å bestemme om en sorbent er egnet under en aksjon. Et absolutt kriterium for dispergerings- og strandrensemidler er gitt i "Forskrift om begrensning av forurensning" (forurensningsforskriften) § 19-5 i forhold til akutt toksisitet. Det vil være naturlig å benytte dette som et første sorteringskriterium for å slippe til produsenter av sorbenter. Dette krever at produsenten:

- Fremskaffer dokumentasjon (HMS-datablad eller lignende) på at slik prøving er gjennomført, eller alternativt tilby å gjennomføre slik prøving som en del av Kystverkets testprogram.

Ved utarbeiding av prøveprogram må nivå som er ønsket være klarlagt. Det vil være naturlig å prøve sorpsjonsegenskapene til produktene:
- Hvor mye olje som tas opp.
- Hvor mye vann som tas opp.
- Flyteevne.
- Oppførsel under ulike strøm-, bølge- og temperaturforhold.

Det finnes flere internasjonale standarder for slike prøver (jf. eget notat (04) om sorbenter).

Ut over å teste for akutt toksisitet er det mulig å gjennomføre andre økotoksprøving for å gjøre en bredere vurdering av miljøpåvirkningen. Grunnen til at en bør vurdere ytterligere tester er:
- Vannlevende organismer vil ikke bli eksponert for løst sorbentmateriale alene, men i kombinasjon med olje i vannet.
- Toksisiteten kan variere mellom forskjellige arter på grunn av forskjeller i opptak, evne til metabolisering og utskillelse av stoffer.
- Det er av interesse å vite hvilke forbindelser i oljen som organismene eksponeres for.

**Fasiliteter**

Rommet er stort. Plasseringen av bassenget er slik at det er stor og god plass rundt bassenget. I tilknytning til hallen er det et lite rom som i dag blir benyttet for enkle laboratorieprøvinger. Her er det ett avtrekkskap og en benk. Det er derfor mulig å bygge opp et "laboratorium" dersom det er aktuelt å gjennomføre laboratorieprøving på stedet, jf. økotoks, sorpsjonsegenskaper og innhold av kjemikalier/oljeprodukter/ råoljer.

Når det er valgt hvilke parametere som skal prøves, og hvilke prosedyrer som skal ligge til grunn for prøvingen, bør det gjøres en vurdering om analyser skal foretas i testhallen eller om et kommersielt laboratorium bør utføre alle eller deler av analyseprogrammet.

Vurdering før valg bør ta hensyn til:

- Hvilket utstyr/materialer som må kjøpes inn.
- Hvilken kompetanse personell som skal utføre prøvingen ha.
- Til hvilken pris kan en få kjøpt tjenestene for.

Størrelsen på rommet gjør det også mulig å installere for eksempel 1000 liters dunker for å gjennomføre tester på sorbenter i mindre skala.

**HMS-forhold**

Det er viktig at prøveregimet ivaretar sikkerhet, helse og arbeidsmiljøet til den/de som skal gjennomføre prøvingen. Forhold som må vurderes er blant annet:

- Arbeidsatmosfæren i forhold til flyktige organiske forbindelser (avdampning fra oljen).
- Glatt underlag (eksempelvis vil søl av olje og såpelignende dispergeringsmidler føre til sleipt og glatt underlag).
- Hudeksponering av kjemikalier/stoffer.

Det bør derfor utarbeides prosedyrer/rutiner for de arbeidsoperasjonene som prøveprogrammet ender opp med, eksempelvis:

- Påføring av olje på vann.
- Påføring av sorbent.
- Opptak av brukt sorbent.

Videre bør en vurdere om det er nødvendig med ekstra avtrekk i hallen på grunn av eksponeringen for flyktige organiske forbindelser, særlig i området rundt bassenget. En slik vurdering kan for eksempel basere seg på olje på vann (med strøm og bølgeaktivitet) der det blir gjennomført målinger av flyktige, organiske forbindelser i arbeidsatmosfæren i hallen over et gitt tidsintervall.

**Oppsummering**

De viktigste forhold som vi vurderer må være på plass før utprøving av sorbenter kan starte er:

- Verifikasjon av rammebetingelsene for prøvebassenget (hydrodynamiske forhold).
- Avklare hvilke parametre som skal danne grunnlag for prøveprogrammet.
- Avklare om hele prøveprogrammet skal gjennomføres i testhallen, eller om det er behov for å leie inn analysetjenester fra et laboratorium, herunder vurdere:
  - Gap mellom utstyr som er tilgjengelig per i dag og utstyr som må kjøpes inn.
  - Hvilket personell som er tilgjengelig for å gjennomføre prøveprogrammet.
  - Forskjell i kostnader mellom å gjennomføre hele prøveprogrammet i testhallen vs. leie noen analysetjenester fra et laboratorium.
- Vurdere om arbeidsatmosfæren under gjennomføringen vil være innenfor administrative normer, eventuelt hva som må til av investeringer for å eventuelt oppnå godkjent arbeidsatmosfære.
- Etablere et prøveprogram som avklarer de forhold som ligger til grunn for
  - Kystverkets kriterier og krav til innkjøp av utstyr, sorbenter og lenser.
  - Markedstilpasset prøveregime for prøving av produsenters produkter.
- Etablere arbeidsrutiner/-instrukser for å ivareta sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for arbeidstakerne.

Horten, 2. juni 2010

Liv Strøm

Norconsult
Norconsult AS | Apotekergaten 14, NO-3187 Horten | Pb. 110, NO-3191 Horten
Tel: +47 33 02 04 10 | Fax: +47 33 02 04 11

**NOTAT**
Notat nr.:
Oppdragsnr.: 5014575

Til: Kystverket v. Hilde Dolva

Fra: Norconsult v. Gunn Lise Haugestøl

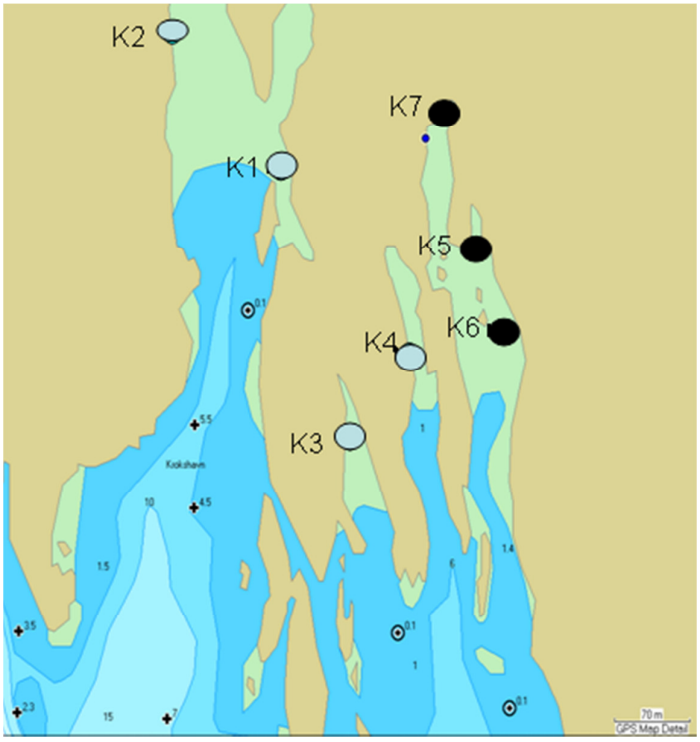
Dato: 2011-06-06

# Resultat av ny prøvetaking av sedimentet utenfor Langesund Bad, mai 2011

## Bakgrunn

På oppdrag fra Kystverket er det gjennomført undersøkelser av sedimentet i friluftslivsområdet Krogshavn og bukta ved Langesund Bad for påvisning av oljeforurensning og PAH- stoffer i november 2009 og april 2010. Risiko for human helse ved bading i området ble vurdert på grunnlag av prøvene tatt i april 2010. For området innerst i bukta ved Langesund Bad (prøvestasjoner K5, K6 og K7) ble det vurdert at målte konsentrasjonene av PAH-stoffer i sedimentet kunne føre til en eksponering som bidrar til en uakseptabelt høy risiko for human helse. Det ble derfor anbefalt at ansvarlig myndighet informerte publikum om at mye bading i området rundt prøvestasjoner K5, K6 og K7 medfører en uakseptabel helserisiko

Kystverket ønsket oppfølgende prøvetakinger av disse stasjonene for å følge utviklingen av oljenedbrytning i sedimentet. Området er vist i kart i Figur 1 nedenfor.




*Figur 1: Kart over Krogshavn og Langesund Bad med prøvestasjoner for ny prøvetaking markert i sort (K5, K6 og K7)*

## Prøvetaking og resultater

Prøvetakingen ble gjennomført den 12. mai 2011 av Roy Norborg og Gunn Lise Haugestøl. Sedimentprøvene ble tatt fra båt med en liten Van Veen grabb. Ved siste prøvetaking, i juni 2010 ble det

observert tydelig oljefilm på vannoverflaten før prøvetaking. Det ble ikke observert olje på overflaten nå i 2011. Det dannet seg kun oljefilm på overflaten av sedimentprøven fra område K5.

**K5**

5859892 N

0944494 Ø

Silt/leire. Mye organisk materiale. $H_2S$ lukt. Noe oljefilm etter ca 30 min.

**K6**

5859858 N

0944516 Ø

Finsand. Lysbrun overflate, mørkere dypere ned i sedimentet. Ikke oljefilm. Fjæremark.

**K7**

Blandprøve fra et større område i bukten.

5859940 N

0944458 Ø

Finsand. Gråbrun overflate, mørkt grått under. Noe $H_2S$ lukt. Ikke oljefilm

Områdets forurensningsgrad er beskrevet i tabellform. For PAH er klassifiseringsystemet for sediment (TA-2229/2007) benyttet. Fargehenvisningene følger klassegrensene vist i tabell 1 nedenfor.

*Tabell 1: Klassifiseringssystem for forurenset sediment, brukt for klassifisering av PAH-stoffer*

| Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007) | |
|---|---|
| I Bakgrunn | Bakgrunnsnivå |
| II God | Ingen toksiske effekter |
| III Moderat | Kroniske effekter ved langtidseksponering |
| IV Dårlig | Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering |
| V Svært dårlig | Omfattende akutt-toksiske effekter |

Veiledningen oppgir ikke egne klassegrenser for THC i sediment. Olje (alifater) er derfor klassifisert etter nederlandske myndigheters foreslåtte grenseverdier for sedimenter (RIVM 2004). Grenseverdiene er hentet fra en rapport publisert av ”National Insitute for Public Health and the Environment”/ “Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). RIVM oppgir grenseverdier for de enkelte oljefraksjonene. For å sammenligne med konsentrasjoner målt i prøveområdet er det tatt gjennomsnitt av grenseverdier for fraksjoner >C10-C12, >C12-C16, >C16-C35 og >C35-C40. Grenseverdiene er vist i Tabell 2 nedenfor.

*Tabell 2: Grenseverdier for økologiske effekter av oljeforbindelser fra nederlandske myndigheter (RIVM).*

| Alifatiske hydrokarboner | NC (mg/kg tørrvekt) 1) | MPC (mg/kg tørrvekt) 2) | $SRC_{eco}$ (mg/kg tørrvekt) 3) |
|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | 0,01045 | 1,045 | 30,5 |
| Fraksjon >C12-C16 | 0,24475 | 24,475 | 696,25 |
| Fraksjon >C16-C35 | 3,4 | 340 | - |
| Fraksjon >C35-C40 | 35 | 3500 | - |

1) NC (negligible concentrations): Er konsentrasjonen av et stoff som ikke forventes å forårsake skadelige effekter i et økosystem. NC fås ved å dele MPC på 100.

2) MPC (Maximum permissible concentrations): Konsentrasjonen av et stoff som skal beskytte de aller fleste artene i økosystemet fra skadelige effekter.

3) $SRC_{eco}$ (Serious risk concentrations): er konsentrasjonen av et stoff hvor funksjonen i et kompartment vil være sterkt påvirket eller er under trussel av å bli negativt påvirket. Det er ikke oppgitt egne $SRC_{eco}$- verdier for fraksjoner C16-C35 og C35-C40 pga svært lave løseligheter av disse stoffene.

For å forenkle fremstillingen av målte sedimentkonsentrasjoner er det lagd fargekoder for grenseverdiene fra RIVM. Disse er ikke direkte tilsvarende Klifs klassegrenser for forurenset sediment. Fargekodene er vist i Tabell 3.

*Tabell 3: Grenseverdier for økologiske effekter av oljeforbindelser fra nederlandske myndigheter (RIVM). Fargekoder er lagt til for å forenkle presentasjon av data i tabellform.*

| Alifatiske hydrokarboner | <NC | NC - MPC | MPC - $SRC_{eco}$ | > $SRC_{eco}$ |
|---|---|---|---|---|
| Fraksjon >C10-C12 | <0,01045 | 0,01045 - 1,045 | 1,045 - 30,5 | >30,5 |
| Fraksjon >C12-C16 | <0,24475 | 0,24475- 24,475 | 24,475 - 696,25 | >696,25 |
| Fraksjon >C16-C35 | <3,4 | 3,4-340 | >340 | - |
| Fraksjon >C35-C40 | <35 | 35-3500 | >3500 | - |

Forurensningsgrad av oljeforbindelser i sedimentprøver fra området nedenfor Langesund Bad ses i tabell 4, 5 og 6 nedenfor. Tabellene viser konsentrasjoner av oljeforbindelser målt i sedimentprøver tatt i november 2009, april 2010 og juni 2010 for prøvetakingsstasjoner K5, K6 og K7.

*Tabell 4: Målte konsentrasjoner av PAH- stoffer og alifatiske hydrokarboner i sedimentprøver fra stasjon K5 utenfor Langesund Bad. Resultat fra prøvetakinger i november 2009, april 2010, juni 2010 og mai 2011.*

| | | November | April 2010 | Juni 2010 | Mai 2011 |
|---|---|---|---|---|---|
| Stoff | Benevning | K5 | K5 | K5 | K5 |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,163 | 0,02 | 0,17 | <0.010 |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,209 | 0,03 | 0,29 | 0,02 |
| Acenaften | mg/kg TS | 0,224 | 0,04 | 0,13 | <0.010 |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,406 | 0,06 | 0,19 | 0,03 |
| Fenantren | mg/kg TS | 3,05 | 0,96 | 1,3 | 0,44 |
| Antracen | mg/kg TS | 0,445 | 0,14 | 0,31 | 0,081 |
| Fluoranten | mg/kg TS | 4,56 | 2,91 | 3,5 | 1,3 |
| Pyren | mg/kg TS | 4,82 | 2,42 | 3,00 | 1,12 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 1,4 | 0,86 | 1,3 | 0,43 |
| Krysen^ | mg/kg TS | 1,92 | 0,89 | 1,5 | 0,39 |
| Benso(b)fluoranten^ | mg/kg TS | 1,45 | 0,38 | 1,8 | 0,65 |
| Benso(k)fluoranten^ | mg/kg TS | 1,12 | 0,69 | 0,61 | 0,347 |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 1,35 | 0,85 | 1,3 | 0,33 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,801 | 0,38 | 0,88 | 0,08 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,195 | 0,08 | 0,18 | 0,30 |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 1,02 | 0,43 | 0,87 | 0,19 |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 23,133 | 11,10 | 17,00 | 5,71 |
| Sum PAH carcinogene^ | mg/kg TS | 8,24 | 4,12 | 7,60 | 2,42 |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | 64 | 2,00 | <20 | <2 |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | 534 | 38,00 | 140,00 | 5,00 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | 3070 | 349,00 | 1000,00 | 261,00 |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | 3668 | 389 | 1140 | 268,00 |
| Tørrstoff (E) | % | 38,8 | 52,60 | | 54,8 |

*Tabell 5: Målte konsentrasjoner av PAH- stoffer og alifatiske hydrokarboner i sedimentprøver fra stasjon K6 utenfor Langesund Bad. Resultat fra prøvetakinger i november 2009, april 2010, juni 2010 og mai 2011.*

| | | November | April 2010 | Juni 2010 | Mai 2011 |
|---|---|---|---|---|---|
| Stoff | Benevning | K6 | K6 | K6 | K6 |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,015 | <0,010 | <0,010 | <0.010 |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,057 | <0,010 | <0,010 | <0.010 |
| Acenaften | mg/kg TS | <0,010 | 0,01 | <0,010 | <0.010 |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,047 | 0,02 | <0,010 | 0,016 |
| Fenantren | mg/kg TS | 0,705 | 0,29 | 0,13 | 0,205 |
| Antracen | mg/kg TS | 0,121 | 0,05 | <0,010 | 0,062 |
| Fluoranten | mg/kg TS | 1,84 | 0,79 | 0,41 | 0,486 |
| Pyren | mg/kg TS | 1,48 | 0,66 | 0,35 | 0,405 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 0,412 | 0,20 | 0,19 | 0,177 |
| Krysen^ | mg/kg TS | 0,516 | 0,22 | 0,17 | 0,155 |
| Benso(b)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,439 | 0,12 | 0,22 | 0,226 |
| Benso(k)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,379 | 0,17 | 0,09 | 0,124 |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 0,441 | 0,21 | 0,16 | 0,129 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,267 | 0,08 | 0,11 | 0,032 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,065 | 0,02 | <0,05 | 0,104 |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 0,294 | 0,13 | 0,11 | 0,073 |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 7,08 | 2,96 | 1,9 | 2,19 |
| Sum PAH carcinogene^ | mg/kg TS | 2,52 | 1,02 | 0,94 | 0,916 |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | <2 | <2 | <20 | <2 |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | 10 | <3 | <20 | <3 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | 161 | 54,00 | <50 | 64,00 |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | 171 | 54 | n.d. | 69,00 |
| Tørrstoff (E) | % | 59,2 | 60,60 | | 75,1 |

*Tabell 6: Målte konsentrasjoner av PAH- stoffer og alifatiske hydrokarboner i sedimentprøver fra stasjon K7 utenfor Langesund Bad. Resultat fra prøvetakinger i november 2009, april 2010, juni 2010 og mai 2011.*

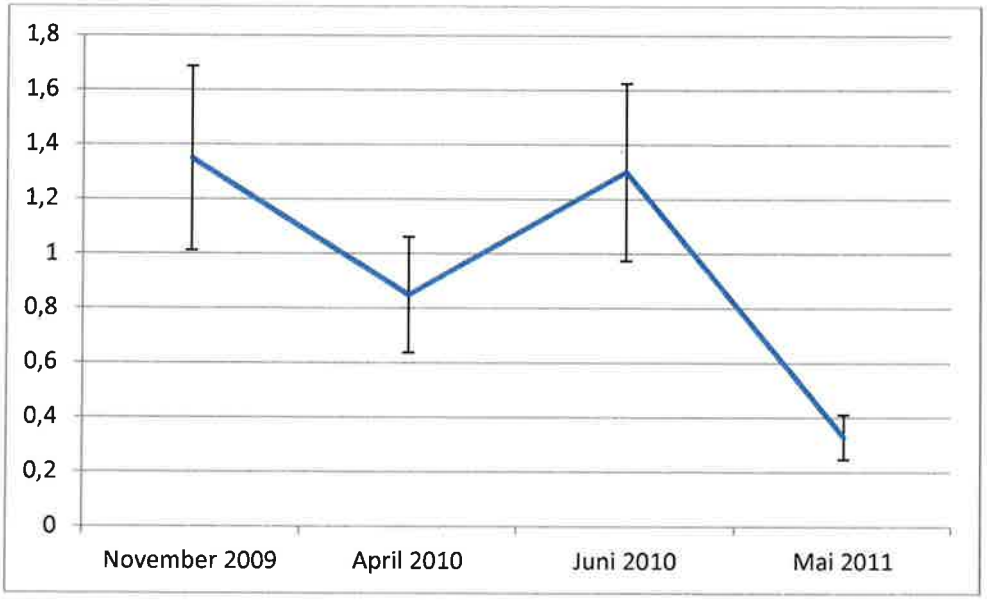
| | | November | April 2010 | Juni 2010 | Mai 2011 |
|---|---|---|---|---|---|
| Stoff | Benevning | K7 | K7 | K7 | K7 |
| Naftalen | mg/kg TS | 0,022 | 0,03 | <0,010 | <0.010 |
| Acenaftylen | mg/kg TS | 0,024 | 0,03 | <0,010 | <0.010 |
| Acenaften | mg/kg TS | <0,010 | 0,13 | <0,010 | <0.010 |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,07 | 0,18 | <0,010 | <0.010 |
| Fenantren | mg/kg TS | 0,426 | 0,89 | <0,010 | 0,102 |
| Antracen | mg/kg TS | 0,061 | 0,11 | <0,010 | 0,024 |
| Fluoranten | mg/kg TS | 0,454 | 0,36 | 0,15 | 0,272 |
| Pyren | mg/kg TS | 0,576 | 0,57 | 0,16 | 0,241 |
| Benso(a)antracen^ | mg/kg TS | 0,136 | 0,15 | 0,09 | 0,082 |
| Krysen^ | mg/kg TS | 0,197 | 0,19 | 0,07 | 0,084 |
| Benso(b)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,133 | 0,11 | 0,09 | 0,111 |
| Benso(k)fluoranten^ | mg/kg TS | 0,108 | 0,09 | <0,05 | 0,066 |
| Benso(a)pyren^ | mg/kg TS | 0,134 | 0,14 | 0,06 | 0,081 |
| Indeno(123cd)pyren^ | mg/kg TS | 0,073 | 0,07 | <0,05 | 0,018 |
| Dibenso(ah)antracen^ | mg/kg TS | 0,02 | 0,01 | <0,05 | 0,064 |
| Benso(ghi)perylen | mg/kg TS | 0,094 | 0,09 | <0,1 | 0,048 |
| Sum PAH-16 | mg/kg TS | 2,53 | 3,15 | 0,62 | 1,19 |
| Sum PAH carcinogene^ | mg/kg TS | 0,801 | 0,76 | 0,31 | 0,49 |
| Fraksjon >C10-C12 | mg/kg TS | 3 | <2 | <20 | <2 |
| Fraksjon >C12-C16 | mg/kg TS | 35 | 20,00 | 33 | <3 |
| Fraksjon >C16-C35 | mg/kg TS | 220 | 198,00 | 120 | 67,00 |
| Sum >C10-C35 | mg/kg TS | 258 | 218 | 153 | 72,00 |
| Tørrstoff (E) | % | 64,2 | 73,60 | | 67,2 |

*Sum PAH*

Sum PAH-16 ble målt i klasse III i sedimentprøven fra stasjon K5 fra mai 2011. Sum- PAH ble målt i klasse IV i prøve fra den samme stasjonen i 2010. Sammenlignet med prøven fra 2010 var PAH konsentrasjonen høyere i prøve fra område K6 i 2011 (klasse III). Dette skyldes sannsynligvis lokale variasjoner i PAH-konsentrasjon. En viss variasjon forventes mellom prøvetakingene pga variasjon i fordeling av oljestoffene i sedimentet. Usikkerheten i analyse av sedimentprøvene kan også bidra til variasjoner.

*Benzo(a)pyren*

Risiko for human helse ved bading i dette området var for høy på grunn av overskridelser av TDI for benzo(a)pyren. Konsentrasjonen målt i mai 2011 er i klasse II i prøver fra alle områder, med en nedgang i alle prøvene. I 2010 var konsentrasjonen av benzo(a)pyren i klasse IV i prøve fra område K5. Målte konsentrasjoner av benzo(a)pyren i sedimentprøver fra område K5 er vist grafisk i figur 2 nedenfor. Måleusikkerheten er lagt til i grafen (ALS oppgir en måleusikkerhet på ca 25 % ved disse analysene).




*Figur 2: Målte konsentrasjoner av sum PAH i sedimentprøver fra område K5 utenfor Langesund Bad i november 2009, april 2010, juni 2010 og mai 2011. Måleusikkerheten er lagt til for å vise usikkerheten i analysen.*

*Alifatiske hydrokarboner*

Målte konsentrasjoner av sum >C10-C35 er redusert i prøver fra områder K5 og K7 sammenlignet med målte konsentrasjoner i juni 2010. I prøven fra områder K5 og K7 er det målt et noe høyere nivå, da konsentrasjonen var under deteksjonsgrensen i juni 2010.

## Konklusjon

Det er en fortsatt trend til reduksjon i konsentrasjonen av oljeforbindelser i sedimentene i Krogshavn og utenfor Langesund Bad. Målte konsentrasjoner av PAH og oljeforbindelser i mai 2011 viser generelt en nedgang i forurensningsgrad i sedimentene sammenlignet med fjorårets resultat. Benzo(a)pyren er nå i klasse II ved alle sedimentstasjonene.

Resultatene fra prøvetaking i mai ble plottet inn i regnearket som ble brukt for risikovurdering av human helse ved bading. Ny beregnet eksponering sammenlignet med MTR/TDI 1 % av benzo(a)pyren viser fortsatt en overskridelse av grenseverdien, på 119 % ved bading i dette området i 90 dager. Dette er en betydelig reduksjon av beregnet overskridelse i april 2010 (på 389 %)

Horten, 6. juni 2011

Gunn Lise Haugestøl

Gunn Lise Haugestøl

Vedlegg: Analyseresultater

# Rapport



**N1104489**

64R7KV5P8W

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5014575** |
| Registrert | **2011-05-16** |
| Utstedt | **2011-05-24** |

**Norconsult**
**Gunn Lise Haugestøl**

**Vestfjordsgt. 4**
**N-1338 Sandvika**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | **K5 sediment** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Labnummer | N00147146 | | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (E)** | **54.8** | 2.74 | % | 1 | 1 | MOBE |
| **Bensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Toluen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Etylbensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **m/p-Xylener** | **<0.120** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **o-Xylen** | **<0.060** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum BTEX** | **n.d** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Fraksjon C5-C6** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C6-C8** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C16** | **5** | 1 | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C16-C35** | **261** | 78 | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C35** | **266** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum C5-C35** | **266** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **C17/pristan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| **C18/fytan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaftylen** | **0.018** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoren** | **0.030** | 0.009 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fenantren** | **0.440** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Antracen** | **0.081** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoranten** | **1.30** | 0.391 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Pyren** | **1.12** | 0.336 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)antracen^** | **0.433** | 0.130 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Krysen^** | **0.392** | 0.118 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.650** | 0.195 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.347** | 0.104 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)pyren^** | **0.329** | 0.099 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.082** | 0.025 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.297** | 0.089 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.190** | 0.057 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH-16** | **5.71** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.42** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent og digitalt signert av

Monica Bendiksen
2011.05.24 12:08:23
Client Service
monica.bendiksen@alsglobal.com

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **K6 sediment** | | | | | |
| Labnummer | N00147147 | | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (E)** | **75.1** | 3.76 | % | 1 | 1 | MOBE |
| **Bensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Toluen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Etylbensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **m/p-Xylener** | **<0.120** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **o-Xylen** | **<0.060** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum BTEX** | **n.d** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Fraksjon C5-C6** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C6-C8** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<3** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C16-C35** | **64** | 19 | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C35** | **64** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum C5-C35** | **64** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **C17/pristan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| **C18/fytan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoren** | **0.016** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fenantren** | **0.205** | 0.061 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Antracen** | **0.062** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoranten** | **0.486** | 0.146 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Pyren** | **0.405** | 0.122 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)antracen^** | **0.177** | 0.053 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Krysen^** | **0.155** | 0.046 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.226** | 0.068 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.124** | 0.037 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)pyren^** | **0.129** | 0.039 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.032** | 0.010 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.104** | 0.031 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.073** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH-16** | **2.19** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.916** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **K7 sediment** | | | | | |
| Labnummer | N00147148 | | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** | **Sign** |
| **Tørrstoff (E)** | **67.2** | 3.36 | % | 1 | 1 | MOBE |
| **Bensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Toluen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Etylbensen** | **<0.10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **m/p-Xylener** | **<0.120** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **o-Xylen** | **<0.060** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum BTEX** | **n.d** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Fraksjon C5-C6** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C6-C8** | **<7.0** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C8-C10** | **<10** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<3** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C16-C35** | **67** | 20 | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Fraksjon >C12-C35** | **67** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| **Sum C5-C35** | **67** | | mg/kg TS | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **C17/pristan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| **C18/fytan** | **n.d.** | | | 1 | 1 | MOBE |
| | | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fenantren** | **0.102** | 0.030 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Antracen** | **0.024** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Fluoranten** | **0.272** | 0.082 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Pyren** | **0.241** | 0.072 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)antracen^** | **0.082** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Krysen^** | **0.084** | 0.025 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.111** | 0.033 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.066** | 0.020 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(a)pyren^** | **0.081** | 0.024 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.018** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.064** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.048** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH-16** | **1.19** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.490** | | mg/kg TS | 2 | 1 | MOBE |

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av Petrol-pack, enkel. | | |
| | Metode: | BTEX: | EPA 601, EPA 624 |
| | | C5-C10: | EPA 601, EPA 624, BCME, Atlantic RBCA Tier 1 Petroleum Hydrocarbon methods |
| | | >C10-C35: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | >C10-C35: | Heksan |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | BTEX: | 0,1 mg/kg TS |
| | | C5-C6: | 7 mg/kg TS |
| | | >C6-C8: | 7 mg/kg TS |
| | | >C8-C10: | 10 mg/kg TS |
| | | >C10-C12 | 10 mg/kg TS |
| | | >C12-C16 | 10 mg/kg TS |
| | | >C16-C35 | 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Godkjenner |
|---|---|
| MOBE | Monica Bendiksen |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Lokalisering av andre ALS laboratorier: | |
| | Ceska Lipa | Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa |
| | Pardubice | V Raji 906, 530 02 Pardubice |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |
| | Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon | |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# “Full City” og reiselivet.

Økonomiske virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. Sluttrapport.

Tor Arnesen
Birgitta Ericsson

ØF-rapport 20/2011

# Østlandsforskning

Østlandsforskning er et forskningsinstitutt som ble etablert i 1984 med fylkeskommunene og høgskolestyrene/de regionale høgskolesentra i fylkene Oppland, Hedmark og Buskerud som stiftere i samarbeid med Kommunaldepartementet.

Østlandsforskning er lokalisert i høgskolemiljøet på Lillehammer og har i tillegg kontorer i Hamar. Instituttet driver anvendt, tverrfaglig og problemorientert forskning og utvikling.

Østlandsforskning er orientert mot en bred og sammensatt gruppe brukere. Den faglige virksomheten er konsentrert om to områder:

Næringsliv og regional utvikling
Velferd, organisasjon og kommunikasjon

Østlandsforsknings viktigste oppdragsgivere er departement, fylkeskommuner, kommuner, statlige etater, råd og utvalg, Norges forskningsråd, næringslivet og bransjeorganisasjoner.

Østlandsforskning har samarbeidsavtaler med Høgskolen i Lillehammer, Høgskolen i Hedmark og Norsk institutt for naturforskning. Denne kunnskapsressursen utnyttes til beste for alle parter.

| | |
|---|---|
| **Tittel:** | ”Full City” og reiselivet. Økonomiske virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. Sluttrapport. |
| **Title:** | ”Full City” and the tourism industry. Economic effects on the tourism industry from oil spill in the “Full City”- accident. |
| **Forfattere:** | Tor Arnesen og Birgitta Ericsson. |
| **ØF-rapport nr.:** | 20/2011 |
| **ISBN nr.:** | 978-82-7356-696-6 |
| **ISSN nr.:** | 0809-1617 |
| **Prosjektnummer:** | 1024 |
| **Prosjektnavn:** | Full City Reiselivsundersøkelse |
| **Oppdragsgiver:** | Kystverket |
| **Prosjektleder:** | Tor Arnesen |
| **Referat:** | Full City forulykket med utslipp av 300 tonn bunkersolje nær land utenfor Bamble kommune 31. juli 2009. Denne rapporten analyserer økonomiske konsekvenser for reiselivet med tilknyttede næringer (opplevelser, attraksjoner) i utslippsområdet. Den kommersielle delen av reiselivet i området er relativt begrenset omfang. For næringen som helhet var ulykken åpenbart uheldig for ferie- og fritidstrafikken, den skjedde dog på et ”heldig” tidspunkt hvor brorparten av sesongen allerede var tilbakelagt. Yrkestrafikken ble ikke vesentlig berørt av hendelsen. Analysen konkluderer med at det ikke kan avdekkes vesentlig uheldige virkninger av Full City ulykken på reiselivsnæringen som sådan i det området som ble direkte berørt av utslippene. For enkeltbedrifter kan bildet være et annet. |
| **Emneord:** | Full City, reiselivsnæringen, turisme, økonomiske skadevirkninger, |
| **Key words:** | Full City, tourism, economic impact |
| **Dato:** | Desember 2011 |
| **Antall sider:** | 85 |
| **Pris:** | Kr 150,- |


| | | |
|---|---|---|
| **Utgiver:**<br>**Publisher:** | Østlandsforskning<br>Postboks 223<br>2601 Lillehammer<br>Norge<br><br>Telefon 61 26 57 00<br>Telefax 61 25 41 65 | Eastern Norway Research Institute<br>P.O. Box 223<br>N-2601 Lillehammer<br>Norway<br><br>Telephone: +47 61 26 57 00<br>Telefax: +47 61 25 41 65 |
| | e-mail: post@ostforsk.no | http://www.ostforsk.no |


Dette eksemplar er fremstilt etter KOPINOR, Stenergate 1 0050 Oslo 1. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar

.

# INNHOLD


Innhold ..... 4

Figurliste ..... 7

Forord ..... 9

1 Summary | Oppsummering ..... 10

1.1 Summary ..... 10

1.2 Oppsummering ..... 11

2 Om rapporten ..... 13

2.1 Oppdatering ..... 13

2.2 Bedrifter som åpne system ..... 13

2.3 Rapporten er gir en tidslinje for utviklingen i reiselivets produksjonsmiljø ..... 14

2.4 Målsetningen med underveisrapporten ..... 15

2.5 Oppdateringer og konklusive vurderinger etter 2010-sesongen er produsert ..... 16

3 Konteksten: "Et skjærgårdsparadis …" ..... 17

3.1 Bamble som representant ..... 17

3.2 Skjærgården som produkt ..... 17

3.3 Kystforvaltning ..... 18

4 Områdeavgrensing for studien – Kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet ..... 19

4.1 Kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet ..... 19

4.2 Tilgjengelighet fra sentrale reiselivsmarkeder ..... 20

4.3 Fritidsboliger i området ..... 21

4.4 Naust, båthus, sjøbu ..... 24

5 Såstein - Langesund kl. 00:23, 31. juli 2009 – og tiden som fulgte. ..... 25

5.1 Hva som innledningsvis ble sagt om skadeomfang ..... 26

5.1.1 Nyheter som spor av hensyn som er tatt ..... 26

5.1.2 Massemedia og myndigheter om ulykken ..... 27

5.1.3 Interfuel IF 380 ..... 28

5.1.4 Skader – sjøfugl ..... 30

5.2 "Full City" forsvinner fra området ..... 31

6 Påvirkning på reiselivsrelevant natur og naturressurser ..... 32

6.1 Viktig for næringa: et forskningsprogram ... 32
6.2 Sjømat ... 32
6.3 Bakgrunnsforurensingen og 'lokal sjømat' ... 34
6.4 Langesund Fiskefestival 2009 ... 35
6.5 Været i 2009-sesongen ... 37
6.6 Vi lukker 2009-bolken: Fra Kystverkkonferansen 2009- Erfaringer etter 'Full City' ... 39
7 2010 - utviklingen fram mot sesongstart ... 41
7.1 Sjøbunnen ... 41
7.2 Sjøfugl ikke tema i 2010 ... 42
7.3 Fisk og sjømat ved inngangen til 2010-sesongen – og endelig frikjenning i juni 2010 ... 42
8 2010-sesongen ... 44
8.1 Langesund Fiskefestival 2010 ... 44
8.2 Opprenskning fortsetter i mai noen "følsomme" steder ... 44
8.3 Været i 2010-sesongen ... 47
9 Dekning i massemedia i 2009 og 2010 ... 49
9.1 Pressen i 2009 ... 49
9.2 Hva som kom på trykk så langt i 2010 ... 49
9.3 Ulykker, Risiko og reiseliv ... 50
10 Kontakter med aktører i utvalgsområdet ... 52
10.1 Om intervjuene ... 52
10.2 Hvem og hva som ble besøkt for befaring og samtale ... 53
10.3 Oppsummering av intervjuer og befaringer ... 53
10.3.1 Visit Grenland og Telemarksreiser ... 54
10.3.2 Bamble/Langesund ... 54
10.3.3 Larvik kommune ... 55
10.3.4 Kragerø kommune ... 56
10.3.5 Risør kommune ... 56
10.4 Justering av områdeavgrensingen for den kvantitative delen av analysen ... 56
11 Gjestedøgn og gjester - volumtall ... 57
11.1 Katastofeturisme? ... 57
11.2 Tall og næringen ... 58
11.3 Struktur og statistikk ... 59

11.4 Trafikkutvikling de siste 10 åra ..... 62
11.5 Fritidsbåttrafikken ..... 66
11.6 Oppsummering av statistikken ..... 67
12 Økonomitall for reiselivsnæringen og tilknyttede næringer ..... 69
12.1 Overnattingsbedrifter ..... 70
12.2 Attraksjons og aktivitetsbedrifter ..... 72
12.3 Serveringsbedrifter ..... 73
13 Økonomiske effekter – samlet vurdering ..... 76
Referanser ..... 77

# FIGURLISTE

Figur 1: Fyret på Mejulen med øya Kråka i bakgrunnen. (Foto: Andersen) ..... 17
Figur 2: Registrert påslag av olje pr 10.02 2010 og restriksjonsområder på kysten av Bamble og Kragerø. Kart: Østlandsforskning. Kilde påslag: Kystverket. ..... 18
Figur 3: Viser drift av skipet inn mot grunnstøting på Såstein. Kartet presentert på Kystverkets konferanse i Svolvær 3. desember 2009. ..... 25
Figur 4: Denne informasjonen var på plass ved Krogshavn medio desember 2009. På dette tidspunkt var området ikke fysisk avstengt, men informasjonen var allikevel fremdeles der, men noe utdatert. Foto: Birgitta Ericsson. ..... 26
Figur 5: Meter påslag olje registrert i perioden 01.08 til 09.09 2009. Kilde: Kystdirektoratet. ..... 28
Figur 6: Oljefilm dekker stein i strandkanten i Krogshavn medio desember 2009. På den tiden var det ikke synlig større oljeansamlinger på vannet eller på land. Foto: Birgitta Ericsson ..... 29
Figur 7: Fra Krogshavn mot Såstein i horisonten medio desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson. ..... 31
Figur 8: Kostholdsråd for Grenlandsfjordene pr. 2002. Etter Økland 2005 ..... 35
Figur 9: Temperatur og vindforhold i perioden 18. april 2009 til 1. oktober 2009 for Langesund. Ved sterk kuling vil vinden brekke kvister av trærne, og det er tungt å gå mot vinden. På sjøen er det middels høye bølger av større lengde. Data: DNMI. ..... 38
Figur 10: Vindrose for perioden 1. mai 2009 til 31. august 2009 – målepunkt er Jomfruland. Kilde: DNMI – figur ØF. Hovedparten av de kraftigste vindene (liten kuling og mer) fulgte den dominerende vindretningen som er vind fra syd-vest hvilket betyr pålandsvind inn mot Krogshavn-området. Data: DNMI. ..... 39
Figur 11: Utvikling i antall konkurransedeltakere i Langesund Fiskefestival i perioden 1999 – 2011. Festivalen arrangeres i august hvert år. Kilde: http://www.langesundfiskefestival.no og http://www.lsf.no. ..... 44
Figur 12: Fra vasking av / rensking av strandlinja i Krogshavn primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen ..... 45
Figur 13Våren 2010 var Kystverket igjen i gang med opprensknings- / rensearbeidet. Langs mye brukte strandområder i Langesund var det fremdeles spor etter olje etter vinteren – typisk i form av mindre og små flekker som vist i dette bildet. Foto: Tor Arnesen. ..... 45
Figur 14: Opprenskningsaksjonen fortsatte våren 2010 – her fra Krogshavn i Langesund primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen ..... 46
Figur 15: Detalj fra vaskingen våren 2010. Oljeflekker på furet til dels oppsprukket berg løses med kjemikalier og spyles deretter med høytrykkspumpe – se forrige bilde. Foto: Tor Arnesen. ..... 46
Figur 16: Vindrose for perioden 1. mai til 31. august 2010 for målepunkt Jomfruland. Kilde. DNMI. Figur: ØF. ..... 47
Figur 17: Vindstyrke, nedbør og temperatur i perioden 1. mai til 31. august 2010 med målepunkter Jomfruland (vind og temperatur) og Skien (nedbør). ..... 47
Figur 18: En illustrasjon av formidlingsforhold – Forskningsrapportene står sentralt i utviklingen av mediebildet etter Full City-ulykken. Relasjonen mellom disse og adferd i reiselivsmarkedet i området er kompleks og formidles som nyheter fra minst 3 typer kilder, forvaltningen, pressen og interesseorganisasjoner. ..... 51
Figur 19: Påslag på land av olje fra "Full City". Registreringer pr. 10.02 2010. Kilde: Kystverket. Kart: Østlandsforskning ..... 19
Figur 20: Utsikt mot Bamble-landet fra Mølen i Larvik kommune. Mølen ble rammet av oljepåslag. Foto: Tor Arnesen ..... 20
Figur 21: Fritidsbygg i utvalgsområdet per januar 2010. Kilde: GAB-registeret. ..... 22
Figur 22: Langesund Bad i desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson. ..... 55
Figur 23: Oddane Sand Camping. Foto: KNA ..... 55
Figur 24: Portør hytteutleeie. Foto: Portør hytteutleie. ..... 56
Figur 25: Det ble hengt opp advarsler ved sentrale innfallsporter til den forurensede delen av kysten – her bildet av en slik ved nedgang til Krogshavn i Langesund 4. mai 2010 – hvor det da foregikk en ny runde med opprenskning / vasking. På denne tiden var nyhetens interesse borte, og mannskapet hadde området for seg selv. Foto: Tor Arnesen ..... 57
Figur 26: Kommersielle overnattinger i Bamble etter trafikksegment og måned. 2007 - 2008. Kilde: SSB/Statistikknett.com. ..... 60
Figur 27 Kommersielle overnattinger i Porsgrunn/Kragerø etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com ..... 61
Figur 28 Kommersielle overnattinger i Tjøme/Nøtterøy (referanseområdet) etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com ..... 62
Figur 29: Gjestedøgn ved hoteller o.a. overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og referanseområdet Tjøme . 2000 - 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com. ..... 64
Figur 30: Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og referanseområdet Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. 2000 -2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com. ..... 64
Figur 31: Gjestedøgn ved hoteller og andre overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og Tjøme. Mai-september 2006 - 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com. ..... 65
Figur 32 : Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og referanseområdet Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. Mai-september 2006 – 2010. Stiplet linje for Bamble er basert på registrert punkt for 2009 - heltrukket linje er interpolert mellom 2008 og 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com. ..... 66
Figur 33: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø. 2007-2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. ..... 67

Figur 34: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø og i Stavern i 2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. Kilde: SSB/Statistikknett.com (Tallene på x-aksen angir uke nummer og dag nummer i uka - 6=lørdag.) ..... 67
Figur 35: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter inkl. Langesund Bad. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info. ..... 71
Figur 36: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter ekskl. Langesund Bad. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info. ..... 71
Figur 37: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info. ..... 72
Figur 38: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Attraksjons- og aktivitetsbedrifter. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info. ..... 73
Figur 39: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Attraksjons- og aktivitetsbedrifter. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info ..... 73
Figur 40: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift respektive år. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info ..... 74
Figur 41: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift samtlige år. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info ..... 75
Figur 42: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift samtlige år. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info ..... 75

# FORORD

Østlandsforskning vil takke representanter for bedrifter og myndigheter som har bidratt til rapporten med å gi av sin tid til intervjuer og samtaler som inngår som deler av datamateriale til denne analysen. Samtidig vil vi understreke at alle vurderinger og også opplegget for analysene og undersøkelsene er Østlandsforskning sitt ansvar.

For Østlandsforskning

Lillehammer 14. desember 2011

| | |
|---|---|
| Svein Erik Hagen | Tor Arnesen |
| Forskningsleder | Prosjektleder |

# 1 SUMMARY | OPPSUMMERING

## 1.1 SUMMARY

The report is presenting results from the analysis of economic impacts of tourism / travel business and related industries following the oil spill from the "Full City" accident in August 2009 on the coast of Bamble municipality in the county of Telemark, Norway (see map Figur 3, page 18) . The mission of the analysis is to estimate the potential economic impacts for the 2010 season, and possibly for the post-accident part of the 2009 "shoulder"-season. Individual companies are not subject to discussion or reporting - the analysis is kept at an aggregated level.

The coast north and south of Bamble municipality can be justly and in a tourism marketing context without exaggeration be described as "an archipelago paradise." It was here the accident happened. It is in this framework the consequences for tourism should be considered for Bamble and the adjacent municipalities affected by this accident.

First impressions of potential amenities to be enjoyed in an area are important in tourism. The potential for negative impact on tourism thus starts with the narratives created as the situation develops. In the immediate aftermath of the accident a rather chaotic situation existed and it was difficult to get a coherent picture of the extent of the accident, degree of damage on natural qualities, and potential risks if exposed to oil spill when engaging in leisure activities in the area. This uncertain picture persisted for some time in August, not least produced by a mass media coverage not favourable for tourism activities in the area relying on "nature" as an essential part of the leisure product. Eventually - and not least with the establishment and ongoing dissemination of a research program and an effective clean-up - the debate took a more sober track. By the end of December, there was relatively little fear to trace among tourism operators for the upcoming season.

Interviews with key actors and inspection in the affected area shows that the analysis of measurable effects may be limited to Bamble Municipality, Kragerø Municipality and parts of Larvik Municipality (map Figur 3, page 18). The Municipalities of Tjøme and Nøtterøy serve as reference areas for development before and after the accident.

Tourism activities in the area are above all characterized by the Norwegians' holiday use of the area during summer months. This again splits into two segments. The major one is users – mostly owners – of privately owned holiday homes whom contribute the lion's share of the large guest volumes in this area. The assumption is that this segment is less foot loose in their holiday behaviour than 'en passent' tourists, as the formers' holiday home or second home is located where it is – and there is no reason to assume that they should fail to reappear in their second home because of the accident. The minor segment is tourists staying in the area enjoying activities in a commercial setting. These are, in this context, foot loose, and exposed to a variety of different choices regarding where to spend their holiday. If a perception of a heavily oil polluted area would be manifest, their first choice could be challenged. These tourists who constitute the sensitive part of the market for the tourism industry in the area.

The accident happened at the "shoulder season" in 2009, with holiday and leisure traffic normally in a rather sharp seasonal decline. Normally, this shoulder season produce some weekend traffic in August, but strongly declining traffic during week days. The tourism industry affected by the accident experienced a substantial reduction, if not a full stop, in the post accident leisure traffic. Extremely poor weather conditions in and

around weekends in August 2009 could veil potential impacts on tourism due to the Full City accident, and complicate interpretation of the situation this autumn.

Business, professional and non-leisure traffic was not negatively affected by the accident; on the contrary it generated some additional traffic from the non-leisure segment, although rather limited.

The long term trend for the commercial tourism in Bamble has, according to statistics, been slightly negative. A similar trend is observed for camping sites in the reference municipalities Tjøme and Nøtterøy. In Bamble and Kragerø municipalities, it is registered a modest increase in non-leisure traffic in hotels 2009, not in the reference municipalities Tjøme and Nøtterøy. A part of this increase may be related to traffic generated by the clean-up work force being brought into the area after the accident.

With the exception of one firm, Langesund Bad, we have by the entrance to the 2010 season not been able to detect companies implementing 'counter reputation' marketing initiatives or product development schemes due to a possibly negative impact due to the Full City accident.

Analysis of 2005-2010 annual accounts for enterprises in the tourism industry in the influence and reference areas has been undertaken.

The final conclusion and answer to the question on the development in the tourism industry as far as it can be ascribed to effects from the Full City accident is as follows: Available data and statistics, interviews with representatives from affected firms, influx of external circumstances, as weather etc, do not provide evidence for relating negative economic results for the tourism industry in the area by the Full City oil spill accident . The post-accident development in the industry in the influence area does not divert noticeably from tourism industry development in the reference area.

## 1.2 OPPSUMMERING

Oppdraget bestod i å analysere økonomiske virkninger for reiselivet og tilknyttede næringer for 2010-sesongen, og eventuelt for restsesongen i 2009. Enkeltbedrifter og deres situasjon blir ikke gjenstand for drøfting – analysen holdes på et aggregert nivå: Kan det registreres økonomiske virkninger for næringen, og eventuelt hvor omfattende er de?

Bamblekysten, og kyststrekningene nord og sørover langs Oslofjorden kan med rette og i en reiselivssammenheng uten markedsføringsmessig overdrivelse karakteriseres som "et skjærgårdsparadis". Det var her ulykken skjedde. Det er i denne rammen konsekvenser for reiselivet bør vurderes – for Bamble-kysten og for de øvrige kommunene berørt av denne ulykken.

Reiselivet i området består av to hovedsegmenter: ferie- og fritidstrafikk og yrkesbetinget trafikk (yrkestrafikk, konferanser, møter, seminarer osv). Ferie- og fritidstrafikken kan igjen deles i to segmenter, det private fritidsboligsegmentet, og turister på dags- og overnattingsturer forpleies på kommersiell basis. Fritidsboligsegmentet er det største av de to, og dette segmentet er mindre påvirkelig i sin ferieatferd med tanke på bruk av fritidsboligen. Den kommersielle og bevegelige turismen er mer konkurranseutsatt og påvirkes potensielt i sine valg av hvor og når de skal reise nettopp av slike hendelser som Full City ulykken. Dette segmentet vil være mest sårbart som følge av informasjon om områdets evt. endrede kvaliteter, og hovedsegmentet for store deler av det kommersielle reiselivet i området.

I tiden etter ulykken var det et uklart og til dels dramatisk bilde av hvor omfattende ulykken var og hvilke skader olje fra havaristen kunne gi på natur og opplevelseskvaliteter i området. Dette vedvarte noen tid ut over i august, og medførte en rekke oppslag i media som ikke var til fordel for reiselivet i området – som for ferie- og fritidstrafikkens vedkommende "selger" naturen som en essensiell del av produktet. Etter hvert – og ikke minst med etablering av og løpende formidling fra et forskningsprogram og en effektiv opprydning – kom debatten inn i et mer nøkternt spor. Innen utløpet av desember var det lite frykt å spore blant reiselivsaktørene for den kommende sesongen.

Intervjuer med sentrale aktører og befaring i det berørte området viser at analyse av målbare effekter med fordel kan begrenses til Bamble kommune, Kragerø kommune og deler av Larvik kommune. Tjøme og Nøtterøy kan fungere som referanseområder for utviklingen før og etter ulykken.

Ulykken skjedde på et tidspunkt da sesongen for ferie- og fritidstrafikk var på hell. Normalt ville denne vart til et par helger ut i august, men med sterkt avtakende trafikk. Nå ble det for flere aktørers vedkommende om ikke full stopp i ferie- og fritidstrafikken grunn av Full City, så i alle fall en vesentlig reduksjon. Det ugunstige (helge-)været som ble registrert i august 2009, tilsier at en etterspørselssvikt på enkeltbedriftnivå ikke i sin helhet vil kunne tilbakeføres til konsekvenser av Full City-forliset.

Yrkestrafikken ble ikke berørt negativt av hendelsen, i tillegg til at selve hendelsen i seg selv genererte yrkestrafikk som enkelte kommersielle aktører fikk. Denne var imidlertid av beskjedent omfang.

Med unntak av Langesund Bad har vi ved inngangen til 2010-sesongen ikke kunnet registrere at bedrifter eller andre aktører har iverksatt markedsføringstiltak for eventuelt å "rette på" en omdømmeskade som ulykken skulle ha forårsaket. Vi tolker dette som et signal om at aktørene i reiselivet gjennomgående ikke næret betydelig frykt for vedvarende skade på områdets omdømme som reiselivsprodukt.

Reiselivsvirksomheten i området er framfor alt preget av nordmenns feriebruk av området i sommermånedene. Det er som sagt særlig privateide fritidsboliger som bidrar med de store gjestevolumene. Disse gjestene er i mindre grad påvirkelige i sin ferieatferd i forbindelse med bruk av ferieboligen av negativ omtale. De har også aksess til førstehåndskjennskap til en faktisk tilstanden, og det er i analysen av innsamlet materiale ingenting som tilsier at Full Cily-forliset har hatt stor innflytelse på denne gruppas ferie- og forbruksvaner i området.

Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har, i flg. offisiell statistikk, vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy. Både i Bamble og Kragerø syns yrkestrafikken på hotellene å ha økt, mens det er ikke registrert i Tjøme/Nøtterøy. Deler av denne registrerte økningen kan ha sammenheng med trafikk nødvendig i forbindelse med etterarbeidet etter forliset.

Den overordende konklusjonen og svar på spørsmålet om i hvilken grad utviklingen i næringen kan tilbakeføres til ulykken, er derfor følgende: Datagrunnlag, samtaler og intervjuer med de berørte aktørene, og forløpet i eksterne forhold som vær og vind, med mer, tilsier at Full City-forliset ikke har medført vesentlige økonomiske konsekvenser for næringen som helhet. Den utviklingen som næringen som en helhet har gjennomløpt i tidsrommet etter ulykken, skiller seg ikke vesentlig fra utviklingen i referanseområdet.

# 2 OM RAPPORTEN

## 2.1 OPPDATERING

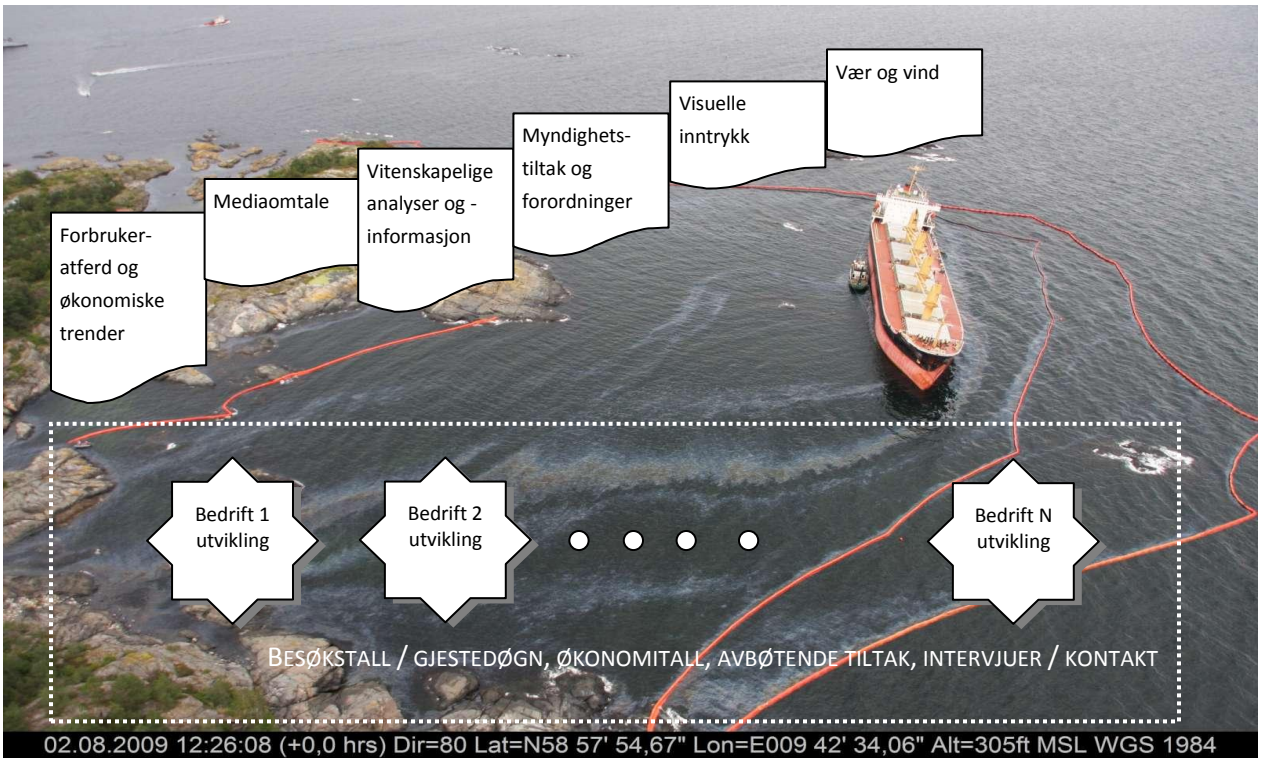
Dette er sluttrapport og en oppfølging av tidligere rapport (ØF-rapport 14/2010, en underveisrapport) og som presenterer økonomiske virkninger for reiselivet og tilknyttede næringer etter ulykken med oljeutslipp fra "Full City" i august 2009. Årsaken til at denne rapporten er sist ut i rapportserien fra Full City forliset er først og fremst at datakildene er offentlige tall som rapporteres av næringen selv, og for økonomitall er det stort - nesten ett år - etterslep på publiseringen.

Oppdraget bestod i å analysere eventuelle økonomiske vikninger for 2010-sesongen, og eventuelt for restsesongen i 2009. Ulykken skjedde ved inngangen til august 2009, en periode som i det aktuelle området betraktes som "skulder-sesongen". Det meste av årets sesong for de turistpregede reiselivsbedriftene er da produsert, og det er i første rekke helgetrafikken som preger "skulderen". Økonomi- og sysselsettingstall for 2009-sesongen forelå i oktober 2010. Økonomi- og sysselsettingstallene for 2010 er tilgjengelig i månedsskiftet september/oktober. Gjestedøgnstall på månedsbasis blir offentliggjort fortløpende, men med et par måneders tidsmessig etterslep, mens altså økonomi- og sysselsettingstall først blir tilgjengelig høsten påfølgende år.

En økonomisk analyse kan derfor av praktiske grunner ikke gjennomføres før bedriftsregnskapene for 2010 som forelå i slutten av 2011.

## 2.2 BEDRIFTER SOM ÅPNE SYSTEM

Nå er poenget med denne analysen ikke kun å gjøre en økonomisk analyse av næringen som sådan, men snarere å vurdere – sannsynliggjøre om man vil – hvorvidt den utviklingen som næringen gjennomløper i perioden fra forliset og gjennom 2010-sesongen kan tilskrives virkninger av forliset. Det er et metodisk poeng at en slik sammenheng kun vil kunne påvises som en sannsynlig påvirkningsfaktor i et utviklingsforløp. Enhver bedrift og næring operer som et åpent system. Et åpent system er et system som kontinuerlig samhandler med omgivelsene, og utveksling informasjon, og ressurser med omgivelsene. Interaksjon med omgivelsene tillegges selvstendig vekt. Selvsagt er interaksjon mellom det interne og eksterne avgjørende for å sikre organisasjonens levedyktighet – for eksempel kan bedrifter som opplever en ulykke som Full City gjøre mottrekk for å korrigere for uheldige effekter. Det kan skje gjennom omlegging av ressursbruk eller endring av kommunikasjon med markedet og lignende. For eksempel kan en strategi for en bedrift som mener seg truet av overdrevne forestillinger av virkningene av ulykken være å utforme nye korrigerende markedsføringsopplegg. En annen strategi kan være å endre ressurstilgangen gjennom å søke erstatning, det være seg fra egen forsikrningsordning eller fra skadeforvolder. En tredje strategi kan være å samarbeide med eller stole på parter som kan fremskaffe pålitelig informasjon som kan tilflyte markedet – i dette tilfellet Kystverket og forskningsprosjektet som arbeidet relativt raskt med å få en faglig basert oversikt over situasjonen. Atter en strategi kan være å "sitte helt stille" og vurdere løpende hvordan markedet faktisk reagerer. Uansett, bedrifter, blir preget av og er proaktive eller reaktive i forhold til omgivelsene, og står i et avhengighetsforhold til omgivelsene. Det er sågar flytende grenser mellom organisasjon og omgivelser.




*Figur 1: Illustrasjon av analysefaktorer som er behandlet i rapporten*

I en slik situasjon er det stort sett ikke mulig å gjøre en én til én tilordning mellom årsak og virkning for bedriftens utvikling. Det er rett og slett for mange relasjoner mellom bedriften og omgivelsene som påvirker en utvikling til å sette opp slike enkle årsak-virkning-relasjoner.

Dermed blir analysestrategien å sannsynliggjøre sammenhenger. Det på sin side krever at man tar i betraktning flere forhold når bedriftens økonomiske utvikling vurderes. Det vil være:

- Å ha tilgang til områder utenfor ulykkesområdet som det er rimelig å sammenlikne utviklingen i ulykkesområdet med (det komparative perspektivet).
- Å kartlegge sentrale hendelser og handlinger i bedriftens omgivelser, herunder:
    - Omtale av ulykken og virkningene i massemedia – det er kjent at dette påvirker ikke minst forbrukeratferd i ferie og fritidsmarkedet.
    - Faglige analyser av virkninger av ulykken på natur og miljø for så vidt det angår bedriftens produksjonsforutsetninger, og informasjon om disse til allmennheten (omfang, farlighetsgrad / risiko ved eksponering, tilgjengelighet og timing).
    - Lokale myndigheter og adferdsregulering (ferdsel, fiske og sanking etc) i ulykkesområdene

## 2.3 RAPPORTEN ER GIR EN TIDSLINJE FOR UTVIKLINGEN I REISELIVETS PRODUKSJONSMILJØ

I rapporten er det lagt vekt på å samle og systematisere data underveis, å beskrive reiselivets struktur i området, hvordan ulykken utviklet seg i et reiselivsperspektiv og hvordan "produksjonsforholdene" (vær, medieoppmerksomhet og andre faktorer som påvirker forbrukeradferd i reiselivsmarkedet) var for reiselivet

etter ulykken og fram til rapporteringsdato i slutten av 2010. Underveisrapporten presenterte også enkelte tall fra tilgjengelig gjestedøgnsstatistikk fram til rapporteringsdato 2010, videre intervjuer med reiselivsaktører og bruk av økonomi- og sysselsettingsdata for 2009. Denne konklusive rapporten supplerer og gjennomgår dette materialet på nytt, og analyserer i tillegg, og ikke minst sentralt økonomitall, for 2010 og tidligere år for å gi svar på hvilke økonomiske konsekvenser ulykken kan ha hatt for reiselivet.

| Rapportering |
| --- |
| Hva var situasjonen i reiselivet før ulykken – i det området som ble berørt av ulykken (influensområdet) og i sammenliknbare områder som ikke ble berørt av ulykken (referanseområdet)?<br>Hvordan påvirket ulykken reiselivets situasjon:<br>• Fysisk – oljesøl og forurensning av strender, sjømat etc?<br>• Tilgang til strender osv og risikoforhold knyttet til mulig eksponering mot forurenset miljø?<br>• Markedets oppfatning av området som reiselivsprodukt – kommunikasjon i massemedia etc?<br>Hvilke tiltak gjorde reiselivet, myndigheter og andre ved og etter ulykken for å kompensere for ulykkens påvirkning i reiselivsrelevante forhold:<br>• Fysisk i forhold til forurensing av strender etc?<br>• Faglig og vitenskapelig for å avdekke faktiske forhold?<br>• I kommunikasjon med markedet og allmennhet?<br>• I kontakt med myndigheter?<br>Hvilke forventninger kunne man i utgangspunktet ha til restsesongen 2009 og sesongen 2010?<br>Hvordan utviklet skuldersesongen etter ulykken 2009 og sesongen 2010 seg målt i gjestedøgn?<br>Hvordan utviklet 2010-sesongen seg rent økonomisk for næringen?<br>Er utviklingen i 2010 påvirket av ulykken, eventuelt hvordan, i hvilket omfang og for hvilke deler av næringen? |

### 2.4 MÅLSETNINGEN MED UNDERVEISRAPPORTEN.

Rapporteringen av analysen av virkninger for reiselivet av "Full City"-ulykken faller som vist i foregående avsnitt i to deler, underveisrapporten (Arnesen, Ericsson, & Hagen, 2010), som utnyttet den informasjonen fra næringen og tallmateriale som forelå ultimo 2010. Ultimo 2010 kunne man vurdere følgende:

1. Å beskrive ulykken fra et reiselivsperspektiv – selve ulykken, når den skjedde, hvordan den utviklet seg fra den ene sesong til den neste, hvordan utviklingen ble formidlet til et reiselivsmarked.
2. Å klarlegge om eller med hvilke forbehold det er mulig å sammenlikne trenden inn mot og med 2009-sesongen med 2010-sesongen – her er det særlig været i de to sesongene vi se på.
3. Å samle inntrykk, synspunkter og intervjuer med næringsaktører og andre relevante informanter på et tidlig tidspunkt.
4. Å avgrense et område hvor det er rimelig å gjøre en kvantitativ vurdering av konsekvenser for reiselivet, og finnet et område som ikke ble berørt og som kan fungere som en referanseutvikling
5. Å beskrive reiselivets og tilknyttede næringers struktur i området basert på trafikktall fram til 2010 og økonomitall fram til 2009.
6. Å beskrive kvantitativt utviklingen før og etter ulykken så langt det er tilgjengelig tallmateriale (se diskusjonen foran) – her blir det med vekt på gjestedøgn og resonnementer basert på dette.
7. Å summere opp og klargjøre for sluttrapport når økonomitall for 2010 foreligger ultimo 2011.

## 2.5 OPPDATERINGER OG KONKLUSIVE VURDERINGER ETTER 2010-SESONGEN ER PRODUSERT

I denne sluttrapporten er datamaterialet komplettert med økonomitall for 2010. Det gir grunnlag for de konklusjonene som nå kan trekkes når det gjelder effekter for reiselivsnæringen så langt de kan spores tilbake til Full City-forliset sist i juli 2009.

Videre er det gjort en samlet vurdering av utviklingen i forhold til det overordende spørsmålet om utviklingen i reiselivsnæringen i det berørte området kan tilskrives virkninger av ulykken og utslippet.

# 3 KONTEKSTEN: ”ET SKJÆRGÅRDSPARADIS …”

Natur og samfunn kobles i konsekvenser for reiselivet ved grunnstøting med påfølgende oljesøl fra bulkskipet Full City på Såstein utenfor Langesund kl. 00:23, 31. juli 2009. Det er slik her fordi områdets naturkvaliteter er et sentralt aktivum for reiselivet. Hoved-”trøkket” rammet Bamblekysten, men også kommuner nord og syd for denne ble influert i varierende omfang. Men for å få et innblikk i sammenhenger mellom natur og reiseliv i disse kommunene, kan Bamble selv fungere som en modell eller en representant for kommunene langs denne kyststripa. Selvsagt er det forskjeller mellom kommunene, og de skal vi da også komme tilbake til. Men mye er likt, og mange problemstillinger er like.

*Figur 2: Fyret på Mejulen med øya Kråka i bakgrunnen. (Foto: Andersen)*

## 3.1 BAMBLE SOM REPRESENTANT

Bamble er kommunen i Telemark med den lengste kyststripen. Fra innerst i Voldsfjorden grenser den mot vest nord-vest til Skien, og i syd syd-vest til Fossingfjorden ved Kragerø. Totalt har kommunen ca.72 km. kystlinje når man følger bukter og nes. I tillegg fines mange større og mindre øyer.

Bamble er en av de store industrikommunene i Telemark, og er også Telemarks største fiskerikommune med ca. 60 yrkesaktive fiskere.

## 3.2 SKJÆRGÅRDEN SOM PRODUKT

Tur og opplevelseslitteratur for området framhever nettopp skjærgården som i dette eksemplet:

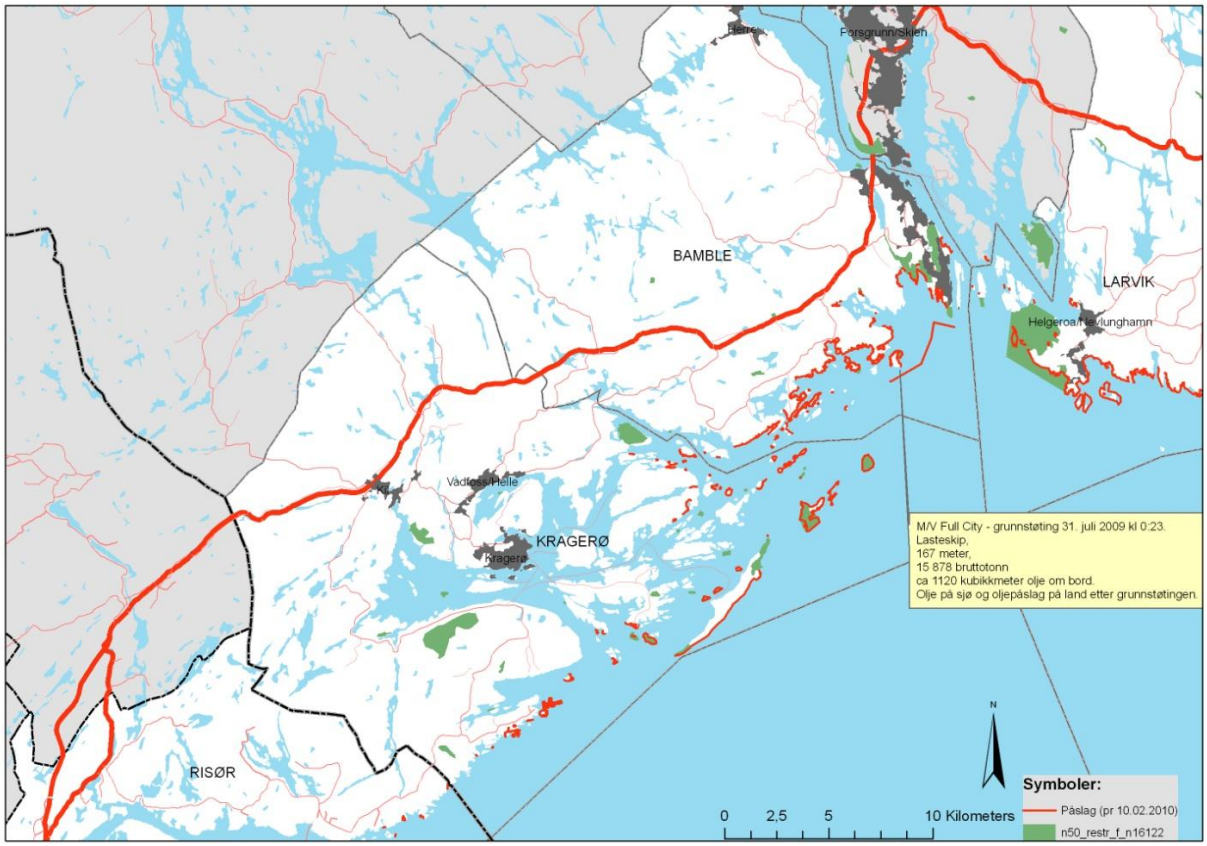
*Bamblekysten. Et skjærgårdsparadis med holmer og skjær, fjorder og bukter med svaberg og trange sund. Her er det små hvitmalte hus med røde sjøbuer som klamrer seg fast i skorter og viker og forteller om generasjoners liv her i havkanten.* (J. E. Tangen & Tangen, 2008)

Meningen med dette sitatet er ikke å forfalle til romantiske skriblerier. Snarere er påstanden at dette kan gjerne sies å være en romantisering, men like fullt en høyst reell kvalitet ved det produktet reiselivet presenterer her og som jo er tema i denne analysen. Bamblekysten, og kyststrekningene nord og sørover langs Oslofjorden kan med rette og i en reiselivssammenheng uten markedsføringsmessig overdrivelse karakteriseres som "et skjærgårdsparadis". Det var her ulykken skjedde. Det er i denne rammen konsekvenser for reiselivet bør vurderes – for Bamble-kysten og for de øvrige kommunene berørt av denne ulykken.

### 3.3 KYSTFORVALTNING

Bamble har ved hjelp av sin kystsoneplan og Skjærgårdsparken (etablert 1994) sikret rekreasjonsområder for dagsbesøkende både fra land og sjøsiden. Det er gjort frivillige servituttavtaler for øyer og strandarealer på i alt 2.500 daa. Det er sommerturister og ferietid som setter sitt preg på en rekke lokalsamfunn i skjærgården.

Både planverket og etablering av forvaltingsordninger som Skjærgårdsparken representerer en institusjonalisering og styrking av rekreasjonsbruk av skjærgården sammen med naturvernhensyn. Dette er i utgangspunktet i reiselivets interesse, ettersom skjærgården er et sentralt begrep i næringen sin kontakt med sitt marked.



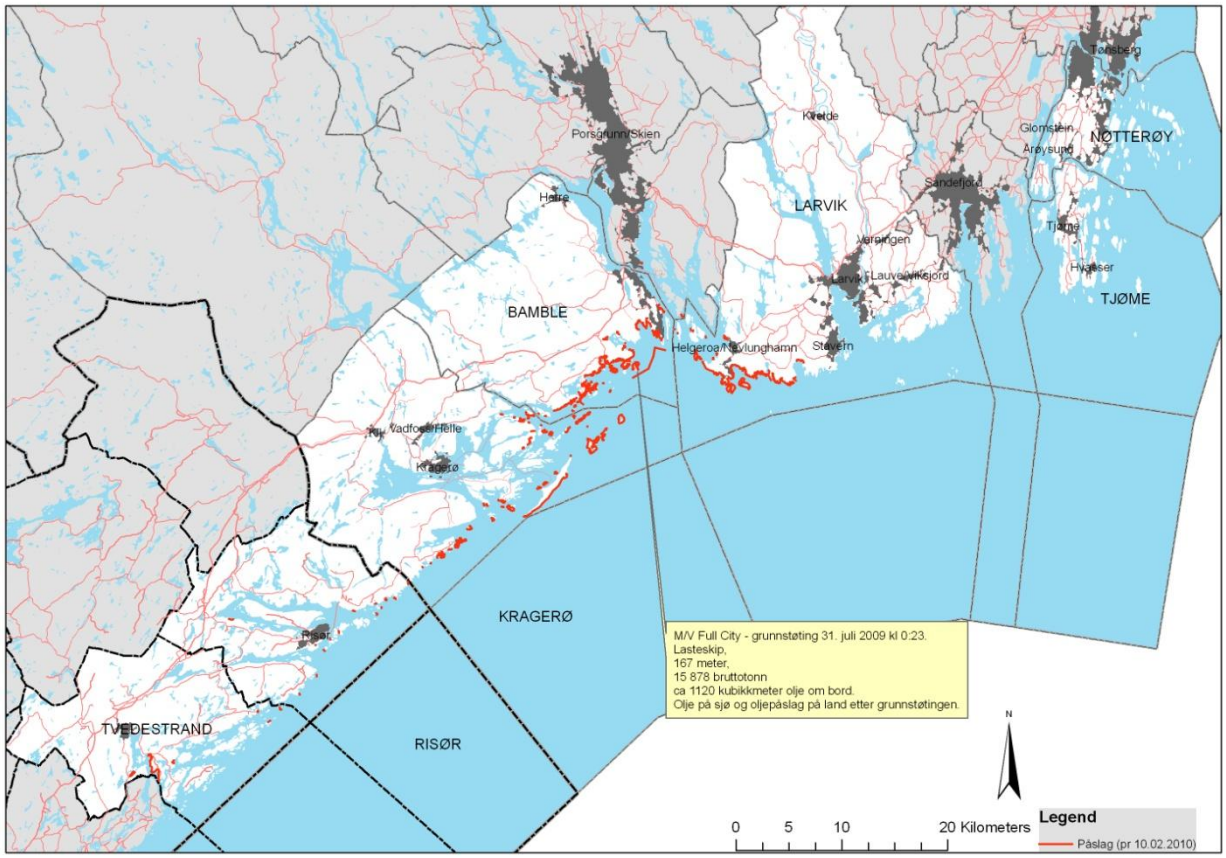

*Figur 3: Registrert påslag av olje pr 10.02 2010 og restriksjonsområder på kysten av Bamble og Kragerø. Kart: Østlandsforskning. Kilde påslag: Kystverket.*

Ser vi mer detaljert på hvor påslag av olje har vært i forhold til restriksjonsområder, så illustrerer figuren hvordan nettopp restriksjonsområdene innenfor skjærgården i kjerneområdet er tungt berørt. Det er for reiselivet betydelige utfordringer knyttet til kommunikasjon med sitt marked om en sentral produktkvalitet: Skjærgården. Dette bringer oss over til selve ulykken og utviklingen fram til sesongstart 2010.

# 4 OMRÅDEAVGRENSING FOR STUDIEN – KJERNEOMRÅDET, INFLUENSOMRÅDET OG REFERANSEOMRÅDET

## 4.1 KJERNEOMRÅDET, INFLUENSOMRÅDET OG REFERANSEOMRÅDET

Utviklingsforløpet for ulykken er viktig både for å klarlegge hvilke områder som ble rammet når og i hvilket omfang, og for å kunne følge utviklingen av et bilde som reiselivets potensielle kunder danner seg i løpet av dagene og månedene som fulgte etter ulykken. Den sentrale variabelen her er påslag av olje langs kysten. Pr. 10.02 2010 var den registrert som vist i Figur 4.




*Figur 4: Påslag på land av olje fra "Full City". Registreringer pr. 10.02 2010. Kilde: Kystverket. Kart: Østlandsforskning*

Påslagssoner er merket med røde felt langs kyststripen. Nordøstover fra stedet der grunnstøtingen skjedde – Såstein – er det per 10.02 2010 registrert påslag til et stykke vest for Stavern i Larvik kommune. Sørvestover fra Såstein er det registrert betydelige påslag til og med Kragerø, og deretter punktvis ned til Tvedestrand. Det ble innen 12. august 2009 registrert oljepåslag utenfor Arendal og helt syd til Grimstad (Kystverket, 2009c), men disse var svært begrenset, punktvis og uten betydning for denne analysen.

På denne bakgrunn fastlegger og kategoriserer vi det samlede området for analysen på følgende måte:

- Kjerneområdet – det området som fikk den største belastningen i områder som er viktige i en reiselivssammenheng – er kyst og kystnære områder i kommunene Bamble, deler av Larvik og Kragerø

- Influensområdet – området som fikk en punktbelastning i viktige områder for reiselivet – fastlegges innledningsvis til Risør kommune og Tvedestrand kommune.

I tillegg til kjerneområdet og influensområdet var det behov for referanseområder – dvs områder som likner disse (natur, reiselivstyper og nærhet til markeder etc) men som kun fikk ubetydelige eller ingen påslag. Som referanseområder har vi valgt Nøtterøy og Tjøme i nord. Vi kommer utførlig tilbake til reiselivsinfrastrukturen i disse kommunene senere.

*Figur 5: Utsikt mot Bamble-landet fra Mølen i Larvik kommune. Mølen ble rammet av oljepåslag. Foto: Tor Arnesen*

Denne områdeavgrensingen ble innledningsvis gjort relativt bred, for på den måten å være sikker på å få med næringsliv som muligens kan være berørt. Det ble etter hvert behov for å justere denne som en del av analysen. Den angitte områdeavgrensingen dannet en yttergrense og en antakelse om hvor sterkt berørt næringslivet i de forskjellige kategoriene områder ble. Ut fra denne områdeavgrensningen valgte vi å kontakte aktører i reiselivet for nærmere intervjuer og befaring forut for gjennomføringen av den kvantitative delen av analysene (trafikk og økonomitall). Intervjuer og befaring identifiserte et behov for å revurdere (innskrenke) områdeavgrensingen for å få en større treffsikkerhet mht hvilke områder som registrerte målbare effekter av påslag, og hvilke som ikke gjorde det. Dette er gjort nærmere rede for i kapittel 10.4 "Justering av områdeavgrensingen for den kvantitative delen av analysen" (side 56).

## 4.2 TILGJENGELIGHET FRA SENTRALE REISELIVSMARKEDER

Kommunikasjonsmessig ligger området godt tilgjengelig til både fra landsiden, sjøsiden og fra luften. Europaveg 18 (E18) er gjennomgående bygd ut eller under utbygging til 4-felts motorveistandard fra Oslo-regionen. Det er om lag 17 mil fra Oslo til Langesund i Bamble, med en kjøretid på i overkant av 2 timer. Tvedestrand nås i løpet av 3,5 timer fra Oslo. Det betyr at for Osloregionen er Bamblekysten innenfor dagsturavstand og helgeturavstand – på mange måter kan vi si at vi her er i fritids-Oslo.

Skjærgården, med strender, sva, klipper, holmer og skjær er da også et populært oppholdssted om sommeren enten man nyter den fra landsiden[1] eller fra sjøsiden i båt. Området er viktig for fritidsbåtfolket, både lokalt og for Oslofjorden som sådan. Omfanget er vanskelig å fastslå[2].

[1] Bamble selv har ca. 2.500 fritidsboliger, de aller fleste langs kysten mot sjøen. Vi kommer tilbake til fritidsboligene senere.

[2] Generelt kan vi si at Skandinavia er det området i Europa med flest fritidsbåter. Norge (2001) og Sverige har 6 personer pr. fritidsbåt, Finland 7. Til sammenlikning har Nederland 40, Danmark 125, Tyskland 150 og Belgia 1000 personer pr. fritidsbåt. Skjærgårdstjenesten ble etablert i 1994 i forbindelse med opprettelse av skjærgårdspark i Kragerø og Bamble kommuner. Kragerø kommunes driftsenhet utgjør sammen med Bamble og Porsgrunn kommuners driftsenheter Telemark driftsområde. Tjenesten loggfører blant annet innsamlede mengder fra utplasserte

Selskapet Color Line trafikkerer Danmark til Larvik. Larvik havn er en av de offentlige havnene i Norge, og er av de store fergehavnene i Sør-Norge. Havnen hadde i 3 kvartal 2009 170 fergeanløp i internasjonal trafikk – den fjerde største trafikktettheten i Norge for internasjonal fergetrafikk (SSB, 2009a). I tredje kvartal 2009 lastet og losset fergene ca 270000 passasjerer over Larvik havn og ca 81000 personbiler, motorsykler og medfølgende tilhengere/campingvogner (SSB, 2009b). Det tilsvarende tallet for passasjerer i tredje kvartal 2010 var 289000 passasjerer (lasting og lossing til sammen)(SSB - Statistics Norway, 2011).

Nærmeste større flyplass er Sandefjord Lufthavn Torp. Sandefjord Lufthavn Torp har direkteruter til om lag 40 destinasjoner i Europa. Torp hadde i 2009 ca 1,5 millioner passasjerer til utland, og ca 350000 på innlandstrafikk (Sandefjord Lufthavn, Torp, 2010). I 2010 hadde Torp ca 1,3 million passasjerer til / fra utland, og om lag 330000 passasjerer på innlandsruter.

Fra Langesund er det 6 mil til flyplassen, og en knapp times kjøring.

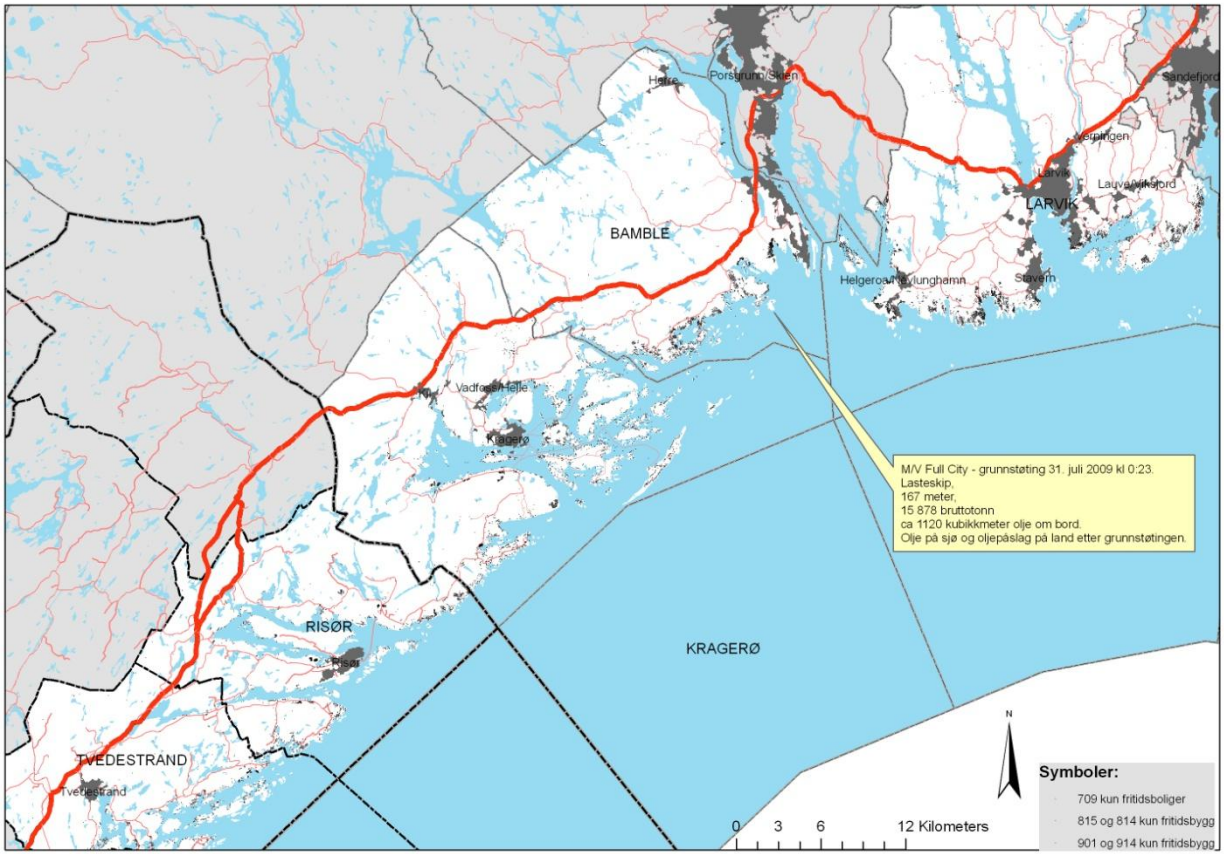
### 4.3 FRITIDSBOLIGER I OMRÅDET

Undersøkelsesområdet er i reiselivssammenheng framfor alt et fritidsboligområde. Det er pr. januar 2010 registrert 17880 fritidsbygg i området. Av disse ligger 72 % innenfor 1 kilometer fra kystlinja. Dette er også illustrert i kart (fig. 21), hvor hver fritidsbolig er representert med en sort prikk.

*Tabell 1: Fritidsboliger i kjerne- og influensområdet*

| Fritidsbygg i området etter avstand fra kystlinje: | | | |
|---|---|---|---|
| **Kommune** | Max 1000 meter | Mer enn 1000 meter | Sum |
| Bamble og Kragerø | 5723 | 1550 | 7273 |
| | 79 % | 21 % | 100 % |
| Larvik | 4141 | 1526 | 5676 |
| | 73 % | 27 % | 100 % |
| Risør og Tvedestrand | 2982 | 432 | 3414 |
| | 87 % | 13 % | 100 % |
| SUM | 12846 | 3508 | 17880 |
| | 72 % | 18 % | 100 % |
| Kilde GAB-registerdata pr. januar 2010. Analyse: Østlandsforskning. | | | |

avfallsdunker i skjærgården. Det skulle kunne gi et grovt grunnlag for en vurdering av endringer i fritidsbåttrafikken. En foreløpig vurdering av loggene viser at oppføringene ikke uten videre kan sammenliknes over tid.




*Figur 6: Fritidsbygg i utvalgsområdet per januar 2010. Kilde: GAB-registeret.*

I undersøkelseskommunene er det skjærgården og kystlinja som er rekreasjonsområdet, og som tiltrekker både turister og fritidsbolighusholdninger.

En viktig parameter er avstanden fra fritidsboligen til nærmeste registrerte påslag, og hvor stor andel av fritidsboligene som er berørt ved å ha påslag i sin nærhet. Hva som skal defineres som "nærhet" er en vurderingssak. En rimelig grense er de fritidsbyggene som ligger i strandsonen – her definert som innenfor 100-metersbeltet og rimelig nær 100-metersbeltet – vi har valgt å avgrense dette til 250 meter i luftlinje fra kystlinja.

Tabell 2 viser hvor mange fritidsboliger som ligger maksimalt 100 og 250 meter i luftlinje fra et registrert påslag:

*Tabell 2: Antall og andeler av fritidsboliger som er "mest" berørt av oljepåslag. Kilde: GAB 2010, Analyse: Østlandsforskning*

| | Maksimal avstand fra fritidsbygg til et registrert påslag: | |
|---|---|---|
| **Kommune (fylke)** | **100 meter** | **250 meter** |
| Bamble og Kragerø (Telemark) | 664 av 3416 som er i 100-metersbeltet– dvs ca 19 % | 1260 av 8012 som er i 250-metersbeltet – dvs ca 16 % |
| Larvik (Vestfold) | 174 av 1352 som er i 100-metersbeltet – dvs ca 13% | 573 |
| Risør og Tvedestrand (Aust-Agder) | 88 av 1784 som er i 100-metersbeltet – dvs ca 5 % | 219 |
| **SUM** | **1026** | **2052** |
| Kilde GAB-registerdata pr. januar 2010. Kystverket 2010 (påslagsdata). Analyse: Østlandsforskning. | | |

I undersøkelseskommunene er det i overkant av 1000 fritidsbygninger som ligger innenfor 100 meter fra registrerte påslag, og i overkant av 2 000 enheter innenfor en avstand av 250 meter fra registrerte påslag Dette utgjør en varierende andel av fritidsbygg i strandsonen (dvs innenfor 100-metersbeltet) i de forskjellige kommunene i utvalgsområdet. Det utgjør kun 5 % av fritidsboligene i Risør og Tvedestrand under ett, og 19 % i Bamble og Kragerø under ett.

Virkningen for fritidsboligfolket er knyttet til fritidsfunksjoner og fritidsattraktivitet – som områdenes egnethet for bading, lek i strandsonen, etc. I reiselivssammenheng er dette av interesse i den grad det vil redusere bruken av fritidsboligene – siden det i neste omgang vil medføre redusert reiselivsbetinget forbruk i området. Vi ser at i Bamble og Kragerø er ca 1 av 5 fritidsboliger innenfor 100 meter av et registrert påslag, en betydelig andel. Andelen synker noe om vi utvider området av mest berørte til 250 meter fra registrert påslag (Tabell 2).

I hele vårt analyseområde er det ca 3100 enheter som kan sies å være "mest" berørt av oljepåslag – her definert som at påslaget er innenfor en distanse på 250 meter fra bygningen.

Det vil nødvendigvis være spekulasjon å anslå evt. endringer i bruk som følge av påslaget. Som vi ser av Figur 13 var temperaturforholdene rimelig gunstige i august, med middeltemperaturer over normalen. Vindforholdene var varierende, men antakelig nokså normale for årstiden. Figur 16 viser imidlertid at det regnet hver helg i august. Det er i utgangspunktet ingen grunn til å tro at fritidsboligene ville være i bruk mindre enn en normalsituasjon uten oljepåslaget. Oljepåslaget kan ha ført til to effekter som må vurderes samlet:

- Eiere tar en ekstratur for å sjekke skader i sitt nærområde
- Eiere reduserer normal bruk fordi umiddelbare områder er tilsølt. August er fremdeles en måned for bruk av fritidsbolig, både på helgebasis og ellers i uka.

Den samlede effekten av slike antakelser kommer vi tilbake til i drøftingen..

### 4.4 NAUST, BÅTHUS, SJØBU

Annerledes kan det være med bygningsobjekter som naust, båthus, sjøbu og brygger, som kan ha blitt gjenstand for øljesøl på bygningskropp osv. Tilsølte bygningskropper osv. er gjenstand for erstatning, og i neste omgang for rensing og reparasjoner. Det siste kan skape en omsetning lokalt i form av innkjøp av varer og tjenester – det kan derfor være av interesse å vurdere hvor mange potensielle skadede bygningselementer som er i området.

Med utgangpunkt i GAB-registeret kan vi finne hvor mange naust, båthus og sjøbuer som er lokalisert i påslagssonene – en rimelig definisjon av det kan være innenfor 25 meter av registrert påslag. Det er rimelig å anta at det til disse bygningsobjektene hører bryggeanlegg av varierende størrelse, og at det i det aktuelle tidsrommet for påslag (se Figur 4) var båter fortøyd. Det er kun 43 bygninger av denne typen i utvalgsområdet som etter denne definisjonen er potensielle skadeobjekter – vi kan kanskje anta at bygningselementer som er direkte eksponert mot sjø her kan ha skade. Om vi videre antar at det i gjennomsnitt lå to båter fortøyd, gir det et skadeomfang på ca 120 objekter – bestående av ca 40 deler av bygningskropper og ca 80 båter.

Om vi anslår at hvert skadet objekt krever som et gjennomsnitt 5000 – 10 000 NOK å restaurere til opprinnelig tilstand, gir dette en samlet restaureringskostnad på 600 000 til 1 200 000 NOK. Om vi antar at halvparten av dette omsettes i den lokale økonomien i form av varer og tjenester, betyr det en innsprøyting på mellom 300 000 og 900 000 kroner – altså et relativt lite beløp som det neppe er behov for å bearbeide videre som en viktig effekt.

# 5 SÅSTEIN - LANGESUND KL. 00:23, 31. JULI 2009 – OG TIDEN SOM FULGTE.

Det Panama-registerte bulkskipet «Full City[3]» med et mannskap på 23 ankrer opp i Oslofjord på grunn av sterk kuling i Skagerrak. Skipet sliter seg fra anker og begynner å drive klokken 23:50, 30. juli 2009. Skipet driver i nordlig retning i omtrent en halvtime før det går på grunn ved Såsteinen utenfor Langesund kl. 00:23, 31. juli. En losbåt observerer skipet mens det er i drift, men skipet selv varsler ikke om ulykken. Klokka 00:40 31. juli 2009 blir meldingen om havariet mottatt hos Hovedredningssentralen.

*Figur 7: Viser drift av skipet inn mot grunnstøting på Såstein. Kartet presentert på Kystverkets konferanse i Svolvær 3. desember 2009.*

Tidsforløpet under ulykken var slik (Dimmen, 2009):

- Fra start av drift til grunnstøting: ca 33 min
- Fra start av drift til trafikksentral ble varslet: ca 23 min
- Fra trafikksentral varslet til grunnstøting: ca 10 min

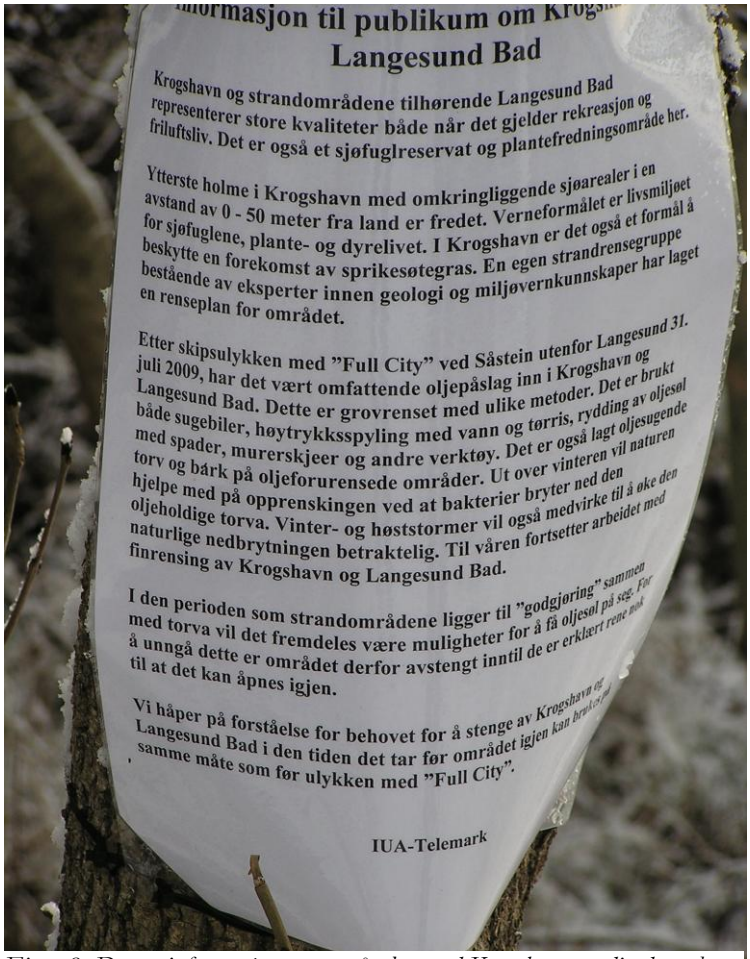
Som følge av omfanget av hendelsen besluttet Kystverket tidlig fredag morgen den 31. juli 2009 å iverksette en statlig aksjon mot akutt forurensing.

Utover Kystverkets egne ressurser har i løpet av aksjonen de berørte interkommunale utvalgene mot akutt forurensning (IUA) i henholdsvis Vestfold, Telemark og Aust-Agder aksjonert. I tillegg har blant annet Kystvakten, den svenske Kustbevakningen, Norges oljevernforening for operatørselskaper (NOFO) og Sjøheimevernet bistått under aksjonen. Personell fra Fylkesmannen i de berørte fylkene, Statens naturoppsyn,

[3] Skipet er under kontroll av det statseide kinesiske rederiet COSCO og hadde kinesisk mannskap.

Direktoratet for naturforvaltning og Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) har bistått blant annet med miljøfaglig personell, logistikk og organisering av vasking av sjøfugl.

Poenget med å trekke fram dette i en reiselivskontekst er å vise at man her sto overfor en meget stor hendelse i de mest sentrale delene av Norge og hvor alle tunge institusjoner på forurensningssiden er på plass. Dette er institusjoner som for så vidt i utgangspunktet ikke bidrar til å profilere området som et reiselivsprodukt. Det er grunn til å se mer detaljert på hvordan ulykken ble håndtert i forhold til befolkningen og faktorer som må antas å forme forbrukeradferd i reiselivet.



*Figur 8: Denne informasjonen var på plass ved Krogshavn medio desember 2009. På dette tidspunkt var området ikke fysisk avstengt, men informasjonen var allikevel fremdeles der, men noe utdatert. Foto: Birgitta Ericsson.*

## 5.1 HVA SOM INNLEDNINGSVIS BLE SAGT OM SKADEOMFANG

Reiselivsbransjen er svært følsom for nyhetsoppslag som har potensial for å true reiseopplevelsens kvalitet. Turisten vil lett kunne legge om sine reisemål helt opp til avreisedato for den type reiser som er aktuelle i denne sammenheng. Nyhetsoppslag kan endre atferd, og endret atferd kan få økonomiske konsekvenser for reiselivsbedrifter.

### 5.1.1 Nyheter som spor av hensyn som er tatt

Forskning om nyheter og ulykker har avdekket at nyheter ikke kan forstås alene som en passiv rapport eller avspeiling av tilstanden i verden men og som uttrykk for og spor av formål og hensikter hos aktører som har en praktisk interesse i å produsere en type nyheter i stedet for en annen (Molotch & Lester, 1999). Med en slik sosiologisk tilnærming er vi interessert i mediebildet og framstillingen av hendelser og handlinger etter ulykken fra to perspektiver:

- Hva det legges vekt på som en publikumshendelse, hvordan forløpet framstilles.

- Bruke vektleggingen som en indikator på hvilke sosiale hensyn som får dominere nyhetsfeltet: hvilken posisjon har reiselivet i nyhetsproduksjonen.

Forholdet mellom lokale og nasjonale media er også av interesse i forbindelse med en vurdering av reiselivet og media. For reiselivsmarkedet i regionen er framstillingen av de nasjonale media viktige og for spørsmålet om tilreisende og det bildet de får formidlet, det viktigste. Normalt vil en finne at lokale media har en mer omfattende dekning enn nasjonale media – nærhet til en slik ulykke er en god indikator på hvor opptatt media er av hendelsen og handlingene (Molotch & Lester, 1975). Det er også tilfellet her (se kapittel 9). I denne gjennomgangen vil vi konsentrere oss om nasjonale media sin dekning i tillegg til sentrale myndigheter og interesseorganisasjoner (NGO'er).

### 5.1.2 Massemedia og myndigheter om ulykken

MV Full City hadde ved grunnstøtingen inntil 1000 kubikkmeter tungolje og 120 kubikkmeter lettolje ombord. Situasjonen var rimeligvis uoversiktlig innledningsvis – også mht til olje på sjøen og olje i båten (NTB, 2009a). Lengst sør, mot Risør og Lyngør, ble det 2. august observert tynn oljefilm, og noen oljeklumper – pressen fulgte og formidlet løpende nye funn, små som større (Hauge, 2009a). I det hele tatt, oljeutslippet - observerbart som en tynn oljefilm og noen klumper - spredte seg de første dagene over et stort område, fra vest av Larviksfjorden til Grimstad. Olje ble observert på utsiden av Jomfruland utenfor Kragerø, ved Bamble og i retning av Risør (Hauge, 2009a), ned til Arendal og senere Mandal (Claussen, 2009a). Skip på svenskekysten ved Koster meldte også om observert olje i det området de mente kom fra havaristen.

Det innledende bildet hva angår omfang var kaotisk og preget av usikkerhet, noe som også pressen formidlet (Claussen, 2009b). Kystverket fryktet en stund at den varslede vinddreiningen vil føre til at olje som har rammet Telemark- og Agder-kysten, vil drive ut i sjøen for så å komme tilbake (Holgersen, 2009). Det var i det hele tatt frykt for betydelige ødeleggelser som preget bildet i pressen (Torgersen & Holgersen, 2009).

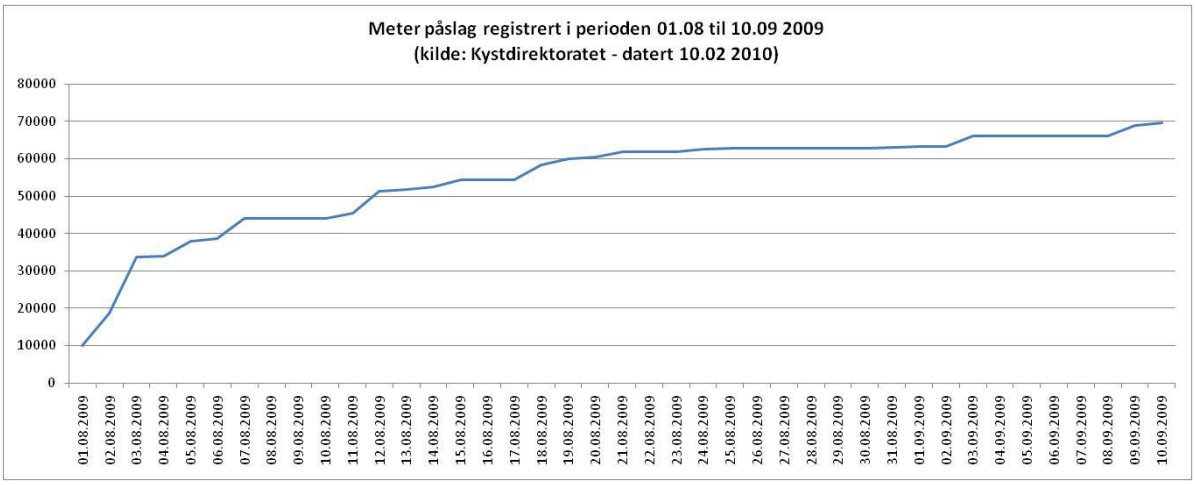
Det er ikke tvil om at deler av riksmedia formidlet et dystert bilde, og tok i bruk sterke retoriske grep. Som en illustrasjon meldte VG 1. august at "*Sørlandskysten vil bli et oljebad*" (Verdens Gang - VG, 2009a) , reportasje om at Langsundfolk mente at "*Nå er badesesongen ødelagt* " (Verdens Gang - VG, 2009b) og "*Miljøeksperter: - Kan bli en stor miljøkatastrofe*" (Verdens Gang - VG, 2009c)

Til sammen regnet Kystverket i utgangspunktet som et grovt estimat at rundt 120 km av kystlinjen mellom Grimstad og Larviksfjorden var tilgriset av olje som krevde vask for hånd. Fiskeri- og kystdepartementet rapporterte i revidert statsbudsjett medio desember 2009 at det var registrert ca. 155 landpåslag, noe som tilsvarer om lag 75 km strandlinje (Fiskeri- og kystdepartementet, 2009).

Per 10.02 2010 er det i Kystdirektoratets kartdatabase registrert en utvikling av observerte påslag som vist i Figur 9 under.

Ca halvparten av antall målte meter oljepåslag ble observert og målt i løpet av første uka etter ulykken.

Det var mer andre ord innledningsvis en overestimering av påslagslengder snarere enn en underestimering, og bildet som ble skapt i media i så måte var altså i overkant av hva som viste seg å bli tilfelle. Figur 9 kan nok også være et bilde på intensiteten i mediebildet – dekningen var hyppig i riksmedia en 3 ukers tid, for deretter å roe seg adskillig.




*Figur 9: Meter påslag olje registrert i perioden 01.08 til 09.09 2009. Kilde: Kystdirektoratet.*

Oljen ble etter hvert registrert å ha truffet land om lag 180 steder, og man regnet med at 250 personer måtte delta i arbeidet med opprydding fram til desember 2009.

Kystverket anslo tidlig mengden olje som slapp ut i sjøen til å være mellom 50 og 200 tonn av de vel 1100 tonn olje skipet hadde ombord.

Flere miljøprioriterte områder og friluftsområder ble tilgriset av olje.

### 5.1.3 Interfuel IF 380

Oljen var iflg Kystverket tungolje av typen Interfuel IF 380. Hva er så det, er det "farlig for helsa", og hva er sannsynligheten for å bli eksponert for dette – vil være de "folkelige" spørsmålene som en turist eventuelt forholder seg til og foretar sine reisebeslutninger på bakgrunn av.

Interfuel IF380 er en destillasjonsrest fra råolje som er sort på farge og med karakteristisk lukt. Produktet er meget viskøst ved romtemperatur. Interfuel er uløselig i vann og løselig i organiske løsemidler. I håndteringsansvisningen for Interfuel 380 heter det.

> *"Unngå lekkasje. Unngå søl, noe som bl.a. kan gi glatt gulv/veibane. Lagres oppvarmet på tank ved ca. 60° C. Unngå hud og øyenkontakt. Vask straks hud som er blitt tilsølt. Kjøl ned for å unngå brannskader."* (Torgersen & Holgersen, 2009)

Hva angår miljøfakta opplyser Statoil at:

> … *Produktet brytes vanskelig ned i naturen.* …(Statoil, 2002)

I utgangspunktet altså en oljefraksjon som har et betydelig potensial for å forringe et område ra et turistisk perspektiv.

Forut for denne ulykken var det opparbeidet erfaring og gjort analyser i Norge med liknende utslipp av IF 380 etter forlis med M/S Server i 2007[4] og M/V Rocknes[5]. SINTEF gjennomførte analyser på oppdrag fra Kystverket. SINTEF rapporterte at denne oljetypen i egenskaper er fattig på flyktige og vannløslige komponenter, samtidig som de har en høy tetthet og viskositet (Altin, 2008). I forbindelse med et utslipp av en høyviskøs olje er det de vannløselige bestanddelene i oljen som vil ha størst potensial for å skade organismene i vannsøylen siden oljen under normale forhold ikke vil dispergeres ned i vannsøylen og gi dråper som er små nok til at de er beitbare for filtrerende organismer – som skjell. Den vannløselige fraksjonen er også av spesiell interesse på grunn av at det er denne som lettest tas opp i organismene som lever fritt i vannsøylen. (Altin, 2008) konkluderer med at:

> *…det er små sjanser for at utslippet av bunkersolje har forårsaket omfattende akutte skader på organismene i vannsøyla. De frie vannmassene er et dynamisk system som er i stadig bevegelse slik at områder med forhøyede konsentrasjoner vil fortynnes og det vil være en stadig rekruttering av nye organismer fra tilgrensende vannvolum.*

Det var mer andre ord noe bedre utgangspunkt for et annet vesentlig punkt for reiselivet: Konsekvenser for forurensning av sjømat og for så vidt sjøbunn synes å være mindre.

*Figur 10: Oljefilm dekker stein i strandkanten i Krogshavn medio desember 2009. På den tiden var det ikke synlig større oljeansamlinger på vannet eller på land. Foto: Birgitta Ericsson*

På grunn av de topografiske forholdene på stedet, hvor blant annet store deler av strendene og havbunnen består av rullesteiner som vil holde på oljen, var det innledningsvis fryktet at det kan ta så mye som 10-15 år før skadevirkningene er borte (Hultgren & Ramsdal, 2009). Det var et foruroligende perspektiv for reiselivsnæringa hva angikk den synlige natur (tilgrising av strandlinje), mens forhåpningene for "den usynlige natur" (forurensning av sjømat, sjøbunn og lignende) var bedre fra et reiselivsperspektiv.

[4] Det Kypros-registrerte lasteskipet M/S "Server" gikk på grunnen like ved Hellesøy fyr, rett sør for Fedje i Hordaland, fredag 12. januar 2007. All oljen rant ut fra en tank som inneholdt 290 tonn med bunkersolje.

[5] MV "Rocknes" kantret 19. januar 2004 ved Vatlestraumen, ved Bjorøy utenfor Bergen. MV "Rocknes" inneholdt bl.a. 445 tonn tungolje av typen IF380, 67 tonn marin diesel og 21 tonn smøreolje. Betydelige mengder olje er havnet både i sjøen og på land.

### 5.1.4 Skader – sjøfugl

Den første dagen ble 120 fugler avlivet av viltnemnda i Bamble. Saken nådde tidlig pressen og ble slått opp som en umiddelbar konsekvens og vel også som et signal om alvoret i situasjonen (NTB, 2009b). Avlivingen av fugl ble støttet av Norges Miljøvernforbund, som argumenterte med at dette var det mest humane (Hauge & Olsen, 2009).

2. august 2009 la Direktoratet for naturforvaltning (DN) ned forbud mot mere skyting av tilsølt fugl. Begrunnelsen for forbudet var at truede fuglearter må berges. Tre av artene som ble rammet av oljesølet - teist, hettemåke og makrellterne - var alle på den nasjonale rødlisten over arter som er truede eller sårbare.

Enkelte dyr blir ikoniske tegn på ulykker og dens konsekvenser for media. I oljeforurensing på hav gjelder dette ikke minst fugl. Mer enn noe annet blir bilder av oljeskadet fugl et av de første bilder av tragedien som en slik ulykke kan være. Så også i denne saken, hvor også debatten om fuglene skulle avlives eller vaskes en periode var et dominerende tema i det offentlige rom – som en illustrasjon meldte VG allerede 1. august at det var "*Full strid om drap på oljeskadde fugler*" (Verdens Gang - VG, 2009). Man må vel kunne si at bruk av begrepet "drap" her er i overkant retorisk, men det avspeiler i alle fall en temperatur og fokus på saken i riksmedia innledningsvis. Fuglene ble "politiske dyr" og et signal på myndighetenes evne og vilje til å rydde opp og ta kontroll over utviklingen etter ulykken. Saken utviklet seg såpass at miljøvernministeren måtte eller ville ta en befaring – departementet melder 5. august at "*Miljø- og utviklingsminister Erik Solheim reiser i dag til Langesund for å se på vasking av sjøfugl etter oljeutslipp fra Full City-forliset.*" (Miljøverndepartementet, 2009). DN varslet så at all tilsølt fugl skulle vaskes. Norsk Ornitologisk Forening, NOAH - for dyrs rettigheter, Verdens Naturfond (WWF) og Norges Naturvernforbund bidro i forbindelse med vaskingen(Hauge, 2009b)(Wolf, 2009). Denne diskusjonen om vask eller ikke ble ført i den nasjonale pressen (Hauge, 2009c) og preget det bildet som ble dannet av ulykken den første tiden[6].

Av fugleartene ble ærfugl hardest rammet. Det ble tidelig anslått at 90% av den oljeskadede fuglen var ærfugl, og Norges Miljøvernforbund fremmet etter ulykken krav om at ærfugljakta i området måtte stanses i minst to år.

Som et signal til publikum, og i neste omgang til et reiselivsmarked, var dette innledende fokus på og debatten om sjøfuglene et signal om at det var en betydelig forurensing her og det var i denne perioden ikke uvanlig med bekymring for områdets omdømme. For eksempel melder NRK Telemark 18. august at

> "*- Det er jo dårlig reklame, sier NN oppgitt. Vi er i et område som har slitt med industri som har forurensa. Vi har vært godt i gang med å bedre omdømmet og kvaliteten – så får vi dessverre denne stygge ulykka. Surt, konstaterer NN.*" (NRK Nyheter Telemark, 2009).

Primo mars 2010 er analysene over sjøfuglskader klar. Den viser at 2000 til 2500 sjøfugler satte livet til, hvorav ærfugl utgjorde 1500–2000 individer (Kystverket, 2009a).

[6] I deler av de rammede områdene var anslaget at ca 2/3 av fuglebestanden berørt. WWF varslet om at de hadde observert tilsølte steinkobber i nærheten av havaristedet. Situasjonen viste at det er stor faglig uenighet med hensyn til hvordan skadet sjøfugl skal behandles, og om vasking av disse har noen hensikt. Problemstillingen med vask av fugl kontra avliving går på hva som er mest humant. Forkjemperne for vasking mener man skylder fuglen et forsøk, og henviser til at 60-90% av fuglene overlever frem til utsetting (normalt etter 3-4 uker eller mer). Motstanderne mener fuglen har lidd nok, og argumenterte med at fanging, transport, foring og vasking påfører villfugler et unaturlig stress.

## 5.2 ”FULL CITY” FORSVINNER FRA OMRÅDET

Lossing av olje ut av skipet ble igangsatt 6. august 2009 og sluttført 17. august 2009. Akuttfasen av aksjonen ble avsluttet 12. august 2009. Aksjonen gikk da over i en fase med strandrensning. Hoveddelen av arbeidet ble planlagt avsluttet i begynnelsen av desember 2009, men det var påregnet strandrensingsarbeid også våren 2010. Omfanget av dette ville avhenge av hvor mye naturen selv har fjernet av gjenværende oljepåslag i løpet av vinteren, og om olje som er trukket ned i vannmassene har blitt presset opp igjen og gitt nye påslag.

MV Full City ble trukket av grunnen og slept til «Natokaia» i Eikstrand i Bamble kommune for undersøkelse og utbedring. 14. september 2009 ble MV Full City slept fra «Natokaia» med destinasjon Gøteborg (Fiskeri- og kystdepartementet, 2009).

*Figur 11: Fra Krogshavn mot Såstein i horisonten medio desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson.*

Etter denne dato begynner fotodokumentasjonens og minnenes tid – og spor i form av påslag av olje som vitner om ulykken.

# 6 PÅVIRKNING PÅ REISELIVSRELEVANT NATUR OG NATURRESSURSER

Vekst i Grenland (VIG) sendte i februar 2010 en søknad til Fiskeri og kystdepartementet som en oppfølging av samtaler om samarbeid etter Full City ulykken. Her gir VIG en redegjørelse for situasjonen i Bamble kommune, og tanker om hvordan kystområdene som ble rammet av ulykken opprettholder og styrker sin attraktivitet i ettertiden (Vekst i Grenland - ViG, 2010). De søker her om 24 MNOK for å arbeide med bedring av omdømmet etter ulykken – noe de ikke får. Men brevet er interessant som en oppsummering av hvordan denne første tiden ble opplevd lokalt – og den frykten som var tilstede for langsiktige virkninger:

> *"... Over natten ble fiske og badebyen Langesund i Bamble kjent over hele verden for bilder av svaberg og sjøfugl dekket av olje. Badesesongen tok brått slutt, sjøen og strendene var ubrukelige. Befolkningen var i sjokk og sorg, - alle fikk vi lære hvor verdifull og sårbar naturen vår er i forhold til behovet for nødvendig transport langs, og til og fra vår kyst.*
>
> *Etter ulykken ble det gjennomført et stort opprenskingsarbeid. Kommunale og interkommunale myndigheter sammen med fylkeskommunale og statlige instanser arbeidet sammen for å rydde opp etter ødeleggelsene. Engasjementet fra lokalbefolkning og andre frivillige var stort. Hver stein ble vasket av mannskaper side om side. Et stort arbeid ble nedlagt i å redde oljeskadet sjøfugl. Så langt synes aksjonen å ha gitt gode resultater.*
>
> *Kystverket lover rene strender sommeren 2010. Fylkesmannens miljøvernavdeling uttrykker bekymring for naturmiljøområdenes utvikling de neste årene, men går sommeren positivt i møte med utgangpunkt i innsatsen som er lagt ned i vasking av strendene."* (Vekst i Grenland - ViG, 2010)

## 6.1 VIKTIG FOR NÆRINGA: ET FORSKNINGSPROGRAM

Det var innledningsvis en uoversiktlig situasjon med berettiget bekymring – hvor mye skade på natur og samfunn har egentlig denne ulykken forårsaket, og hvor lenge vil man måtte leve med konsekvensene av ulykken? Et viktig grep myndighetene tok relativt tidlig var å sette i gang et forskningsprogram som på en rekke sentrale områder satte i gang analyser, registreringer og produserte kunnskap om nettopp slike spørsmål. Ut over høsten i 2009 begynte de første resultatene å komme, og debatten om ulykken kom inn i et mer strukturert spor.

Det er ikke minst viktig for reiselivsnæringa og dens markedskommunikasjon å kunne vise til et solid kunnskapsgrunnlag når de skal markedsføre området som et attraktivt produkt.

## 6.2 SJØMAT

Sjømatkvalitet er et tema som kommer opp i kjølvannet av oljeforurensinger av denne typen (Yender, Lord, & Lord, 2002). Av særlig interesse i sammenheng med reiselivet er årsakssammenhenger og oppfatninger om sammenhenger i markedet mellom ulykken og kvaliteten på sjømat i influensområdet. Svært tidlig i prosessen ble sjømatkvalitet adressert. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) meldte allerede 6. august at instituttet – som har ansvaret for Program for trygg sjømat - hadde

*"startet analysearbeidet av sjømat fanget i områdene ved det havarerte lasteskipet "Full City" utenfor Langesund, slik at mattryggheten kan vurderes."* (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, 2009a)

Det ble tatt prøver av matfisk (torsk, sei, hyse, lyr, ål, makrell) og skalldyr (krabbe og skjell). Disse ble analysert for prøvene for PAH[7] og PCB[8] - stoffer som knyttes til forurensning av sjømat ved en oljeforurensning - for å vurdere mattryggheten.

Mattilsynet var 5. august 2009 ute med kostholdsråd i etterkant av "Full City"-ulykken:

- *"Salg: Mat som omsettes skal være trygg og også overholde alle grenseverdier som er satt i regelverket. Alle virksomhetene som er involvert har et selvstedig ansvar for å sikre dette."*
- *Selvfangst: Mattilsynet anbefaler at det ikke fiskes/fangstes i synlig oljeforurenset område. Fisk og sjømat som lukter/smaker olje skal ikke spises. Publikum bør begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil ny informasjon blir gitt. Fisken blir forurenset når den trekkes gjennom oljefilmen som ligger på overflaten.*

*Det synes som om villfisk unngår oljeforurenset vann, men oppdrettsfisk vil ikke være i stand til å unnslippe oljen. Fisk har evne til å bryte ned PAH i lever og skille ut nedbrytingsprodukter via gallen. Tidligere undersøkelser har også vist at det ikke ble påvist PAH i oppdrettslaks fra oljeforurenset område.*

*Fisk som ikke lukter eller smaker olje er ikke farlig å spise selv om den er fisket i et område der det kan ha vært oljeforurensning. Når den synlige oljeforurensningen er borte, er det ikke lenger PAH-rester i fisken og fisken kan spises selv om området har vært oljeforurenset.*

*Virvelløse dyr, som skjell og krepsdyr vil trolig være mer utsatt i forbindelse med oljesøl fordi de mangler avgiftningsmekanismene som fisk har. Skjell vil være mest utsatt for PAH-forurensning fordi de filtrerer store mengder vann og akkumulerer miljøgifter.*

*For å være på den sikre siden, bør publikum begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil analyser tatt i området er ferdig, og nivåene av PAH er under grenseverdien. Det samme gjelder for hummer, men den er totalt fredet fram til 1. oktober.* (Mattilsynet, 2009).

Dette var en nyhet som ble dekket av riksmedia og av lokale / regionale media langs kysten. Oppslag av typen "Forsiktig med sjømat nå!" (Jomfruland.net, 2009) var karakteristiske for meldinger som gikk til publikum i denne innledende fasen.

Knapt en måned senere, 7. september 2009, var NIFES ferdig med sine analyser av sjømatsikkerheten (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, 2009b). Trykket på sjømaten letter. Kystverket oppsummerer konklusjonene på følgende vis:

*Sjømatanalyser som hittil er tatt viser liten effekt på fisk og krabbe i fra området, men påvirkning på skjell. NIFES anbefaler derfor at kostholdsrådet, sendt ut 5.8. 09 fra Mattilsynet, opprettholdes inn til videre. Om de noe høye verdier på blåskjell skyldes utslipp fra "Full City" eller bakgrunnsforurensning er under vurdering.* (Kystverket, 2009b)

Mattilsynet valgte samme dag å opprettholde sine tidligere kostholdsråd:

[7] **P**oly**a**romatiske **h**ydrokarboner (PAH) består av mange forskjellige forbindelser. PAH dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale - som tungolje (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2008).
[8] **P**oly**k**lorerte **b**ifenyler (PCB) er giftige, tungt nedbrytbare og bioakkumulerende. I Norge har PCB vært forbudt siden 1980, men utlekking fra kasserte produkter sprer fortsatt PCB til miljøet.(Klima- og forurensningsdirektoratet, 2009)

> *Mattilsynet opprettholder kostholdsrådet etter Full City-forliset etter at NIFES har vurdert analyseresultatene av fisk, krabbe og skjell fra området utenfor Langesund. Analysene viser liten effekt på fisk og krabbe, men påvirkning på skjell. Fiske/fangst i synlig oljeforurenset område anbefales fortsatt ikke. Fisk og sjømat som lukter/smaker olje skal ikke spises. Publikum bør begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje.* (Mattilsynet, 2010a)

Nye kostholdsråd ble varslet fra Mattilsynet medio mars 2010. Myndigheter langs kysten fulgte dette nøye, og brukte sine kanaler for allerede 09.09 2009 å lufte muligheten: "*Skjærgårdsmat – faren over?*"(Prosjektet: Kystopplevelser i Tvedestrand, 2009).

### 6.3 BAKGRUNNSFORURENSINGEN OG 'LOKAL SJØMAT'

Denne henvisningen til bakgrunnsforurensingen i dette området er relevant for vår forståelse av rammene for kommersiell profilering og håndtering av produktet 'lokal sjømat'.

En rekke norske havner og fjorder har hatt kostholdsråd gjennom mange 10-år. Det er per i dag kostholdsråd for 31 geografisk avgrensede områder i norske fjorder og havner. Utviklingen i antall fjorder og havner med kostholdsråd viser en kraftig økning fra 1998 til 2005 (fra 14 til 31) (Økland, 2005). Årsaken til økningen er i følge Mattilsynet (Mattilsynet, 2005) en bevisst satsning på kartlegging av miljøgifter i sjømat fra forurensnings- næringsmiddelmyndighetenes side.

Allerede på 1960-tallet ble det inn ført kostholdsråd for Grenlandsfjordene, og siden 1980-tallet har fjordsystemet vært fulgt opp med kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner[9]. Kostholdsråd fram til 2009 var hovedsakelig knyttet til Hydros nå nedlagte magnesiumsproduksjon på Herøya i Frierfjorden i Porsgrunn kommune. Fram til medio 1990 medførte magnesiumproduksjonen svært store utslipp – selv i en internasjonal målestokk (Økland, 2005) - av klororganiske forbindelser[10]. Fra 2002 var gjeldende kostholdsråd i området følgende:

> *Konsum av all fisk og skalldyr fanget i Frierfjorden og Voldsfjorden ut til Brevikbroen frarådes. Videre frarådes konsum av sjøørret fanget i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Konsum av ål, sild, makrell, krabbe og lever fra fisk fanget mellom Brevikbroen og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn), Til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet frarådes.* (Økland, 2005)

[9] 1960-tallet for kvikksølv, så for en rekke miljøgifter i 1982, 1984, 1985, 1988 og 2002 (Økland, 2005).
[10] Herunder dioksiner. Dioksiner er en samlebetegnelse på klorholdige giftstoffer. Giften fører over lang tids eksponering til økt risiko for kreft, reproduksjonsforstyrrelser, nedsettelse av immunforsvaret, nevrotoksiske effekter og «hormonvirkninger». (Folkehelseinstituttet, 2008)

Dette er illustrert i neste figur:

*Figur 12: Kostholdsråd for Grenlandsfjordene pr. 2002. Etter Økland 2005*

Området har altså forut for "Full City"-ulykken allerede en etablert vanskelig sjømat-situasjon. I Langesundsbukta – inklusive Såstein – var det allerede til dels frarådet all eller redusert konsum av fisk og krabbe. Det var ikke frarådet konsum av skalldyr for øvrig.

Når derfor Mattilsynet som redegjort for foran opprettholdt kostholdsråd i ulykkesområdet, så gjelder rådene fra 2002, pluss følgende formulering for skjell (som også er sitert over):

> *"For å være på den sikre siden, bør publikum begrense inntaket av skjell, snegler og krabbe i områder der det har vært observert olje inntil analyser tatt i området er ferdig, og nivåene av PAH er under grenseverdien. Det samme gjelder for hummer, men den er totalt fredet fram til 1. oktober."* (Mattilsynet, 2009)

Ulykken kan derfor sies å utspille seg i et område som allerede har et reiselivsmarked og en tilhørende forbrukeradferd som er til en viss grad er vant til problemer med sjømatkvaliteten. Det er rimelig å anta at de som har brukt området tidligere som reiselivsområde (og for så vidt som friluftsområde) er mer fleksible, mer tilpassningsdyktige og i bedre stand til å vurdere mer konkret hvordan situasjonen i naturen rent faktisk påvirker deres fritidsinteresser. Et ytterligere belegg for dette er gjennomføringen av Langesund fiskefestival i august 2009.

### 6.4 LANGESUND FISKEFESTIVAL 2009

Langesund med ca 5500 innbyggere er det administrative sentrum i Bamble kommune, og en del av tettstedskomplekset Brevik/Porsgrunn/Skien. Langesund ligger på halvøy helt ytterst ved grensen til Ytre Oslofjord og Skagerrak ved innseilingen til Frierfjorden.

Langesund er den kystbyen i Norge som har flest soldager i året, og byen yrer av folkeliv fra mai til august. Da blomstrer kulturliv med konserter og festivaler som preger bybildet. Hver sommer arrangeres det blant annet fiskefestival, shantyfestival og flere store konserter[11]. Av disse kan Langesund Fiskefestival antas å være særlig utsatt for konsekvenser av Full City – ulykken, og kan også brukes som en indikator på eventuelt endret forbrukeradferd.

Langesund Fiskefestival ble i 2009 planlagt arrangert 7. og 8. august for 20. gang. Målsetningen med festivalen er blant annet å "*fremme fiske*" og å fokusere på "*sjømat, båtliv og det maritime*"(Langesund Fiskefestival, 2009).

Fiskefestivalen har gjennom årene vokst til en av de – om ikke den – største havfiskefestivalen i Norge. År om annet deltar i størrelsesorden 200 fiskere (se Figur 15 side 44). Arrangement er da også viktig rent kommersielt for Langesund.

Festivalen ble avholdt som planlagt i 2009. Det hersket noe usikkerhet om festivalen kunne arrangeres som planlagt, men festivalledelsen forsikret:

> *Fiskefestivalen går sin gang*
>
> *Skulle noen være i tvil om det blir fiskefestival i helga, så kan de bare finne fram fiskeutstyret. – Alt går som planlagt, sier festivalsjef Kai Thorsen Dalene.*
>
> *– Folk tror kanskje ikke at det blir fiskefestival på grunn av oljekatastrofen. Det eneste er at det kan bli noen begrensninger på områder å fiske i. Ellers går konkurransene som normalt, både den internasjonale og barnefiskekonkurransen, forteller Thorsen Dalene.*
>
> *Han vil likevel ha løpende kontakt med myndighetene om utviklingen i forbindelse med oljekatastrofen.*
>
> *Innaskjærs*
>
> *– Vi holder oss mest innaskjærs, og så langt har oljen holdt seg borte derfra. Men det vil bli restriksjoner på hvor det kan fiskes utaskjærs. Det vil vi informere deltakerne nærmere om, og vi kommer til å dele ut kart med begrensningene, forteller festivalsjefen.* (Bjerløv Karlsen, 2009a)

Et visst preg gav "Full City"-ulykken festivalen. Dette kommer til uttrykk hos en ivrig blogger i fiskemiljøet – her et utdrag fra bloggen "Fiskesjuk" datert 12. august:

> *Det ble ikke den helt optimale oppkjøringen til årets konkurranse. Først kræsja en diger båt på Såstein, så fikk jeg plutselig mye å gjøre med forberedelsene til festivalen, så viste det seg at Trosbyfjorden og mye av områdene mellom den og Langesund var sperra av lenser …* (Isaksen, 2009)

Det var også en viss nervøsitet blant båtfolk, såpass IUA Telemark gikk ut med en presisering:

> *Oljesølet: Fiskefestival på egen risiko*

[11] Bob Dylan og a-ha spilte på Wrightegaarden, byens kulturhus og konsertscene, i 2001. Også andre store artister som Leonard Cohen, Little Richard, B.B. King, Turboneger, Elton John og mange andre har spilt i Langesund.

*Det er ventet mange tilreisende hobbyfiskere til Langesund i forbindelse med helgens fiskefestival. Men den som kommer med båt må selv ta sjansen på at båten ikke blir tilsølt med olje.*

*Ifølge en pressemelding fra IUA Telemark vil ikke tilreisende småbåter som nå får tilgriset båten sin med oljesøl fra «Full City»-forliset få erstattet skadene. Disse båtene vil heller ikke inngå i båtvaskeordningene som opprettes i forbindelse med oppryddingsaksjonen etter forliset.*

*I samråd med innsatsledelsen av oljevernaksjonen har arrangørene av fiskefestivalen publisert et kart med anbefalte områdebegrensninger - og oppdatert informasjon om antatt trygge områder blir offentliggjort når festivalen kommer i gang for alvor.*

*Langesund Fiskefestival, som startet i dag er en av Norges største åpne sjøfiskekonkurranser. Konkurransen samler 200-300 deltakere og er spesielt attraktiv grunnet Langesundsfjordens store artsrikdom. Men i år må altså fiskeentusiastene ta noen ekstra, høyst uvelkomne hensyn, og festivalledelsen understreker viktigheten av at alle båtførerene stiller opp på skippermøtet.* (Hanchen Michelsen, 2009)

Men sluttresultatet for 2009-festivalen var bra – og tilsynelatende uten at "Full City"-ulykken hadde hatt negativ påvirkning på deltakelse (Figur 15) eller fangst:

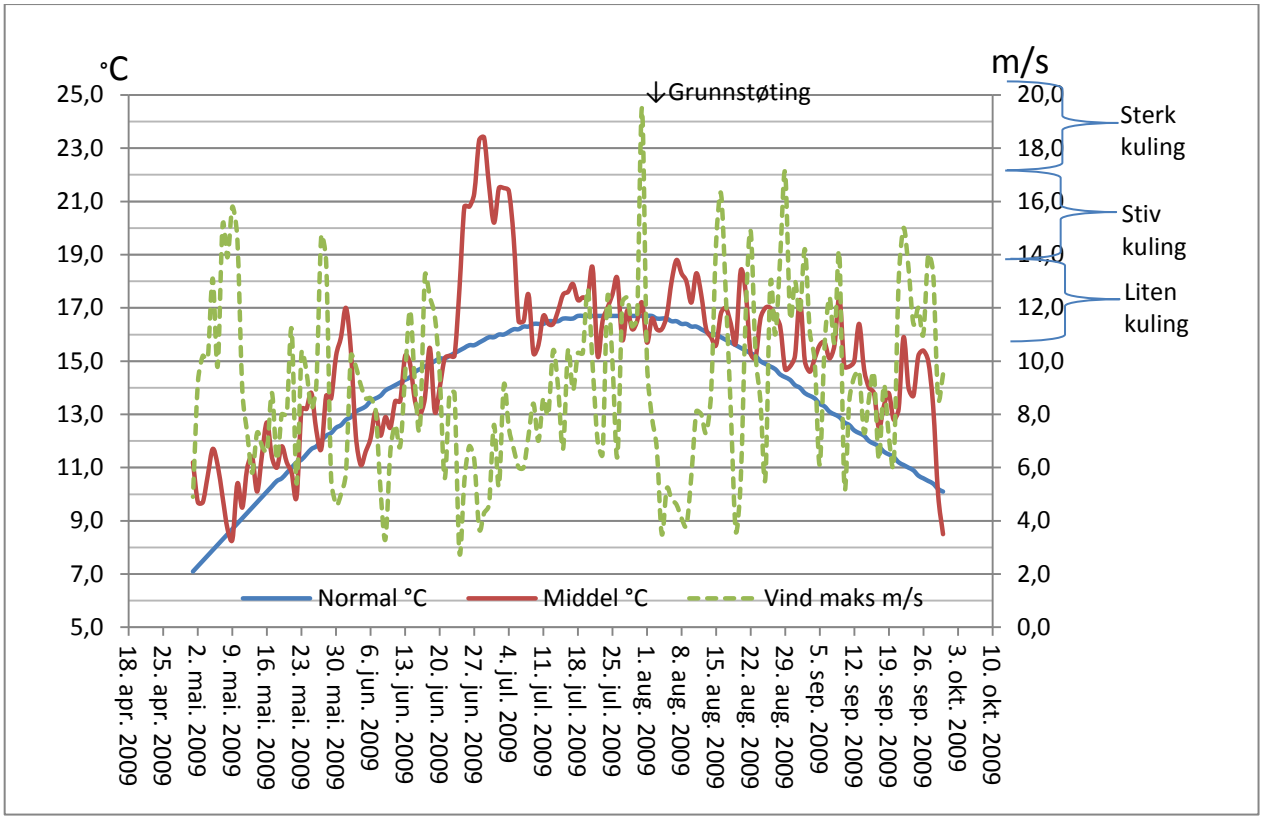
*Fanget mer fisk enn i fjor.*

*Over 1000 kilo fisk ble fanget under årets fiskefestival i Langesund, hvilket er over 200 kilo mer enn i 2008. Festivalen ble også veldig godt besøkt.*

*– Oppslutningen rundt festivalen var langt bedre enn vi hadde forventet med tanke på den oljekatastrofen som vi er midt oppi. Barnefiskekonkurransen telte 90 barn, og vi hadde på forhånd håpet på 60-70. I tillegg deltok det 195 i voksenklassen, noe som er over 30 flere enn i fjor. Det var også over 800 personer som deltok i «tipp vekta»-konkurransen, så det har vært veldig mange folk innom, forteller en svært fornøyd festivalsjef Kai Thorsen Dalene.* (Bjerløv Karlsen, 2009b)

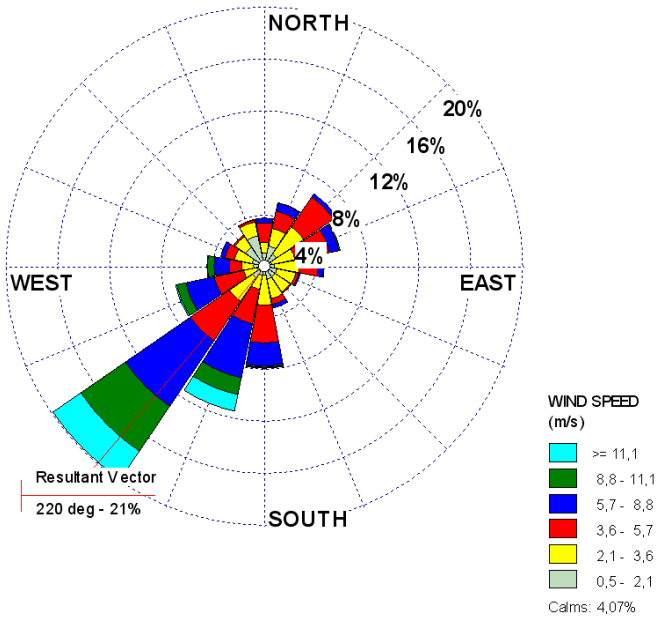
### 6.5 VÆRET I 2009-SESONGEN

Været en avgjørende faktor for ferie- og fritidstrafikken – og hvordan var været den sommeren og tidlig høst? Temperatur og vind er to sentrale parametere i den sammenheng – og disse er illustrert i neste figur:




*Figur 13: Temperatur og vindforhold i perioden 18. april 2009 til 1. oktober 2009 for Langesund. Ved sterk kuling vil vinden brekke kvister av trærne, og det er tungt å gå mot vinden. På sjøen er det middels høye bølger av større lengde. Data: DNMI.*

Medio juli og ut september lå middeltemperaturen godt over normaltemperaturen. Det var derimot relativt mye vind i perioden med mange dager med kuling i kastene. Opplevelsen og virkning av vind vil også avhenge av vindretning. For perioden 1. mai til 31. august 2009 er denne vist oppsummert i Figur 14 nedenfor.




*Figur 14: Vindrose for perioden 1. mai 2009 til 31. august 2009 – målepunkt er Jomfruland. Kilde: DNMI – figur ØF. Hovedparten av de kraftigste vindene (liten kuling og mer) fulgte den dominerende vindretningen som er vind fra syd-vest hvilket betyr pålandsvind inn mot Krogshavn-området. Data: DNMI.*

Den dominerende vindretningen (målepunkt Jomfruland) var fra sør-vest, hvilket vil oppleves som pålandsvind og vinder som følger kyststripa med tilhørende bølgemønster innover fjorden langs Telemarkskysten. I denne omgang registrerer vi kun vindretningen med tanke på sammenlikning med 2010-sesongen. Det kommer vi tilbake til under.

### 6.6 VI LUKKER 2009-BOLKEN: FRA KYSTVERKKONFERANSEN 2009- ERFARINGER ETTER 'FULL CITY'

Kystverket gjennomførte konferansen "*Det skjer igjen – erfaringer etter 'Full City'*" i Svolvær 3. desember 2009. Det var 120 deltagere på konferansen. Deltakerlisten (Kystverket, 2010a) viser at det var ingen deltakere fra reiselivet. Derimot var man fra ordførerhold opptatt av hvilke effekter slike ulykker har på reiselivet i utlykkesområdene.

På konferansen ble det presentert en del nøkkeltall og foreløpige konklusjoner for enkelte problemstillinger:

- Nøkkeltall:
    - Til sammen 70 km strandlinje berørt
    - Det var registrert til sammen 195 ulike innsatsområder hvor det var innslag av olje
    - Så langt var 15000 - 18000 dagsverk benyttet i innsatsområdene
    - Så langt var det brukt i størrelsesorden 200 - 250 mill kr på oppryddingsarbeidet.

- Rundt 293 kubikkmeter tungolje (IF 180) slapp ut i følge beredskapsdirektør Johan Marius Ly på konferansen.

- Opprenskingsarbeidet ble foreløpig parkert for vinteren, men starter opp igjen i mars 2010 (NRK Nordland, 2009).

- Kystverkets beredskapsavdeling konkluderte med at alt ble gjort til riktig tid og i riktig rekkefølge da lasteskipet "Full City" gikk på grunn utenfor Langesund i juli i år. – (NRK Nordland, 2009)

# 7 2010 - UTVIKLINGEN FRAM MOT SESONGSTART

Det nye året kommer med ny informasjon om tilstand etter ulykken. Flere av de forholdene som berøres er av interesse for reiselivet, så som sjømatkvalitet, badevannskvalitet og mer generelt oppfatningen av om området er rammet inn i en ny sesong på en måte kan få reiselivsmarkedet skeptisk til området.

Vi kan også her skille mellom to perspektiv som informasjonen må vurderes etter. Det ene er de faktiske forhold når det gjelder badevann, sjømat etc. som leveres av forsknings- og utredningsarbeidet som gjøres i kjølvannet av ulykken. Det andre er *formidlingen* av de faktiske forhold til befolkningen, og til reiselivsmarkedet som er fokus her.

## 7.1 SJØBUNNEN

I november 2009 ble det gjennomført en visuell undersøkelse og tatt bunnsedimentprøver fra sjøbunnen ved Såstein og i Krogshavn. Undersøkelsene av sjøbunn viste i all hovedsak et rent og friskt miljø ved Såstein. Her viste prøver fra bunnsediment at det ikke er behov for ytterligere tiltak med hensyn til sjøbunnen. Sedimentprøver fra Krogshavn påviste olje og tjæreforbindelser (PAH) i sedimenter på grunne områder, og det ble gjennomført ytterligere oppfølging av bunnsedimentene ved Krogshavn. Det ble forventet at gjenværende olje og PAH i sjøbunnen skulle bli "betydelig redusert gjennom vinteren". Rapport om tilstanden på sjøbunnen ble publisert februar 2010 (Norborg, Rørvik Salomonsen, & Lundsør, 2010). Den viste at det var vedvarende problemer knyttet kun til Krogshavn. Her ble det påvist olje og tjæreforbindelser (PAH) i sedimenter på grunne områder – områder som også fra et reiselivsperspektiv er sentrale. Det ble påvist behov for videre oppfølging av bunnsedimentene her. Nye sedimentprøver ble varslet før badesesongen. I de delene av Krogshavn med stor vannutskifting ble det ikke funnet rester av oljeforurensning på sjøbunnen (*op cit*).

Senere, i juni 2010, kommer neste rapport fra Norconsult (Haugestøl, Salomonsen, & Lenes, 2010) fra undersøkelser av olje i sediment i friluftslivsområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City. Denne konkluderer med følgende:

> … *For området innerst i bukta ved Langesund Bad … overskrider den totale livstidsdosen av benzo(a)pyren ved bading grenseverdi for human helse. Vi anbefaler ansvarlig myndighet om å informere om at mye bading i område … ved Langesund Bad kan medføre en helserisiko. … Konsentrasjonen av olje og PAH-stoffer vil sannsynligvis gå betraktelig ned i løpet av sesongen 2010. I forkant av badesesongen i 2011 bør det foretas en ny prøvetaking av sedimentet og risikovurdering for human helse.* (op. cit. p 4 )

For så vidt en foruroligende melding for Langesunds befolkning, og bedriften Langesund Bad (omtales under) spesielt.

Kystverket tolker denne undersøkelsen slik i sin omtale av den på sine hjemmesider:

> *I april 2010 ble sedimentprøver tatt fra sjøbunnen ved friluftslivsområdet Krogshavn og i bukta ved Langesund Bad. Generelt viser analyseresultat betydelig reduksjon i olje og tjærestoffer (PAH) sammenlignet med prøvene som ble tatt i november 2009. Analyseresultatene viser situasjonen i april 2010.* (Kystverket, 2010a)

## 7.2 SJØFUGL IKKE TEMA I 2010

Ut over fokus på sjøfugl høsten 2009 (se Kapittel 5.1.4, side 30ff) var ikke sjøfugl tema i pressens omtale i 2010 av området og ulykken. Sjøfuglproblematikken kan derfor ikke antas å påvirke områdets attraktivitet fra et reiselivsperspektiv inn i 2010-sesongen.

Det er allikevel viktig å være oppmerksom på at slike rapporter kan være utgangspunktet for medieoppslag og for så vidt være en katalysator for å gjenopplive minnene om ulykken og området. 2. mars kom rapport om sjøfugl (Lorentsen mfl., 2010), som viste hvor mange fugl som døde i akuttfasen, samtidig som rapporten ikke gir noen grunn til bekymring fra et reiselivsperspektiv og for 2010-sesongen som da var under oppseiling. Rapporten kan vel ikke sies å være en god nyhet, men den var heller ikke "farlig" for reiselivet og kan neppe antas å ha påvirket vesentlig markedet og forbrukeradferden i noen retning.

## 7.3 FISK OG SJØMAT VED INNGANGEN TIL 2010-SESONGEN – OG ENDELIG FRIKJENNING I JUNI 2010

Tilstanden til fiskebestandene og sjømaten er derimot et mer følsomt tema for reiselivet. Havforskningsinstituttet gjorde på oppdrag fra Kystverket en oppfølgingsundersøkelse av marint miljø (Boitsov & Klungsøyr, 2010). Kystverket meldte 16. mars 2010 meldte på sine hjemmesider at:

> *"Målinger som ble gjort fire måneder etter havariet til "Full City" viser at det ikke er funnet forurensning i fisk, krabber eller reker. Det er funnet forhøyede nivåer av miljøgifter i blåskjell langs kysten i Telemark og Aust-Agder, men funnene i Aust- Agder stammer ikke fra olje fra "Full City".* (Kystverket, 2010b)

Målinger[12] gjort fire måneder etter havariet viste altså at "*det ikke er funnet forurensning i fisk, krabber eller reker*"(op cit). Det ble funnet forhøyede nivåer av miljøgifter i blåskjell langs kysten i Telemark og Aust-Agder - men funnene i Aust- Agder stammer ikke fra olje fra "Full City". I blåskjell hadde forurensningsnivå "*gått vesentlig ned sammenlignet med situasjonen under prøvetakingen i august 2009*" (op.cit).

Medio mars presenterer så Mattilsynet reviderte kostholdsråd etter Full City-forliset. Mattilsynet fraråder her publikum fortsatt fra å spise skjell fra området begrenset av Naverfjorden (Rakke) i Vestfold til Havøysundet (Arendal) i Aust-Agder. Mattilsynet viser til forhøyede nivåer i skjell, og mener at:

> "*Sannsynligvis skyldes dette både oljen fra det havarerte skipet samt bidrag fra andre lokale kilder i området*"(Mattilsynet, 2010b).

Også her kan man si at det utviklet seg i riktig retning ved inngang til reiselivssesongen 2010. Det ble fremdeles opprettholdt anbefalte restriksjoner i noen grad for spesifikke lokasjoner og i mindre grad for større strekk for skjell sørover langs kysten, men det viktige er at Full City-restriksjonene for fisk og reker ble opphevet.

22. juni 2010 opphever så Mattilsynet kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset på bakgrunn av en tredje rapport om tilstanden siden ulykken (Boitsov, Klungsøyr, & Steen, 2010), med følgende melding:

[12] NPD (naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres alkylhomologer) er indikator på oljeforurensning. PAH (polyaromatiske hydrokarboner) finnes kun i lave mengder i olje men spesielt i forhold til mattrygghet undersøkes om innholdet av PAH i skalldyr og fisk har økt som følge av utslippet fra "Full City".

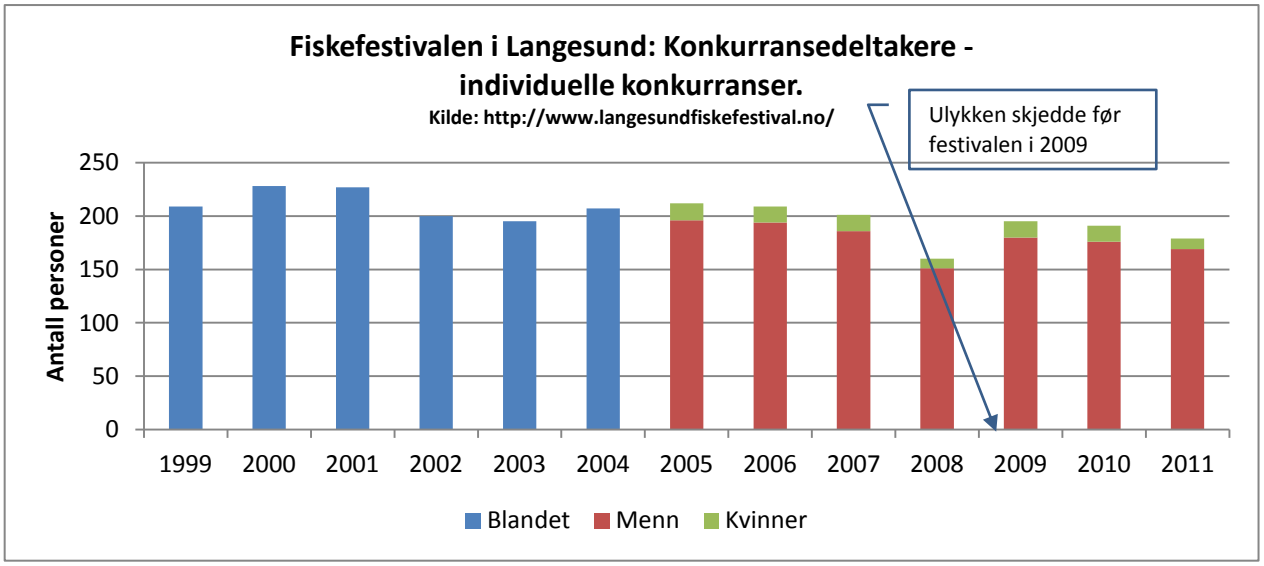
> *Nye undersøkelser viser en betydelig nedgang av oljekomponenter i blåskjell etter Full City-forliset. Mattilsynet opphever derfor kostholdsrådet som ble gitt om å unngå blåskjell i avgrensede områder. Et generelt råd til alle som spiser selvplukkede skjell ofte, er å variere mellom plukkeområder og gjerne velge plukkeområder som ligger i åpne farvann.* (Mattilsynet, 2010a)

Det er rimelig å konkludere med at ulykken ikke preger reiselivet i noen vesentlig grad hva angår sjømat i 2010-sesongen.

# 8 2010-SESONGEN

## 8.1 LANGESUND FISKEFESTIVAL 2010

Denne konklusjonen kan antakelig også videreføres til oppfatning av situasjonen blant mer dedikerte friluftsog fritidsbrukere av området. Et eksempel på det er utviklingen i deltakelse på Langesund fiskefestival, som vi også har omtalt foran. Utviklingen i antall deltakere til konkurransen er som figuren viser fra perioden 1999 - 2010:




*Figur 15: Utvikling i antall konkurransedeltakere i Langesund Fiskefestival i perioden 1999 – 2011. Festivalen arrangeres i august hvert år. Kilde: http://www.langesundfiskefestival.no og http://www.lsf.no.*

Som figuren viser er det ingen vesentlig endring i deltakelse på denne festivalen som kan knyttes til ulykken eller dens ettervirkninger inn i 2011.

## 8.2 OPPRENSKNING FORTSETTER I MAI NOEN "FØLSOMME" STEDER

Ved inngangen til 2010 var det estimert at ca 300 $m^3$ olje var igjen i miljøet. Man regnet med at en del av dette ville bli brutt ned og vasket bort av isgang og vintervær, slik at kun en mindre videreført opprenskningsaksjon var nødvendig til våren. Vinteren gikk imidlertid med mye is og kaldt vær, slik at vaskeeffekten ble langt mindre enn forventet, særlig i grunne og beskyttede viker og områder. Det gjensto derfor i 2010 en del mer opprenskning i strandkanten og i sprutsoner på land (svaberg) fra selve ulykken enn man forventet ved avslutningen av rensingen senhøstes 2009.

*Figur 16: Fra vasking av / rensking av strandlinja i Krogshavn primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen*

Det gjensto derfor en del opprenskning på steder som fra et reiselivssynspunkt var "følsomme" våren og forsommeren 2010. Ikke minst var dette i Krogshavn og badeområdene rundt, særlig Steinvika som er et yndet utfartsområde. Langs mye brukte strandområder i Langesund var det fremdeles spor etter olje etter vinteren – typisk i form av mindre og små flekker – slik bildet under illustrer:

*Figur 17Våren 2010 var Kystverket igjen i gang med opprenskning- / rensearbeidet. Langs mye brukte strandområder i Langesund var det fremdeles spor etter olje etter vinteren – typisk i form av mindre og små flekker som vist i dette bildet. Foto: Tor Arnesen.*

Det var vel mer snakk om finrensing her, enn at større mengder måtte fjernes. Opprenskingen foregikk med høytrykksspyler og kjemikalier som løste opp mindre oljeflekker på svaberg, se bildene:

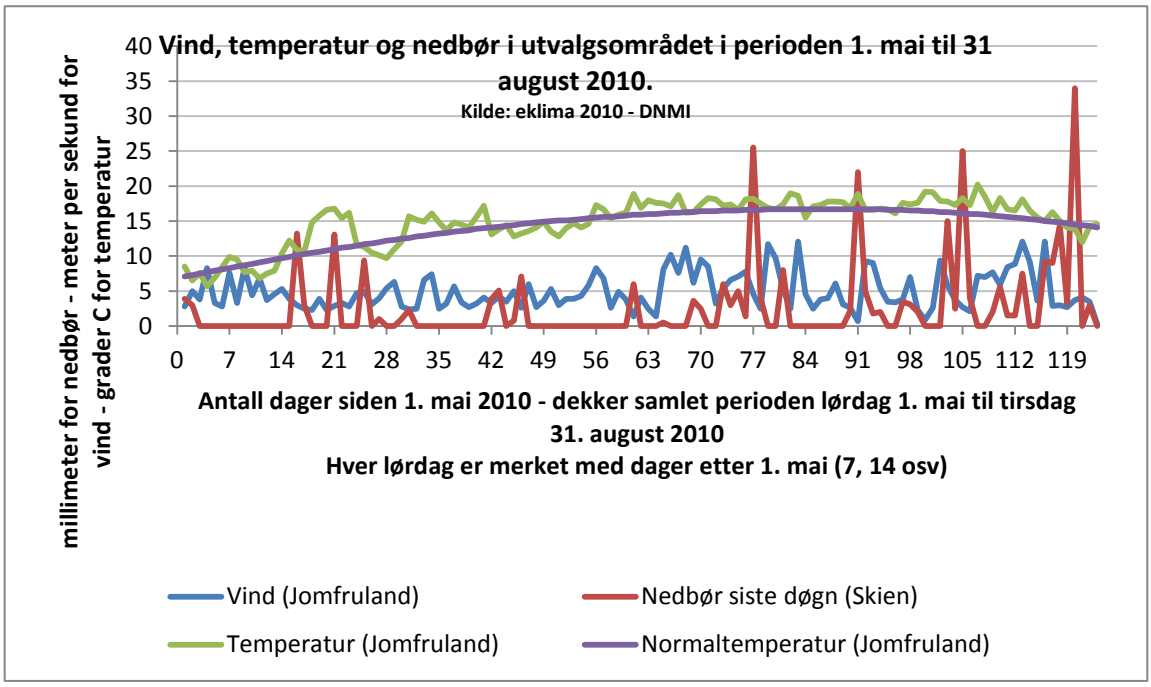
*Figur 18: Opprenskningsaksjonen fortsatte våren 2010 – her fra Krogshavn i Langesund primo mai 2010. Foto: Tor Arnesen*

*Figur 19: Detalj fra vaskingen våren 2010. Oljeflekker på furet til dels oppsprukket berg løses med kjemikalier og spyles deretter med høytrykkspumpe – se forrige bilde. Foto: Tor Arnesen.*

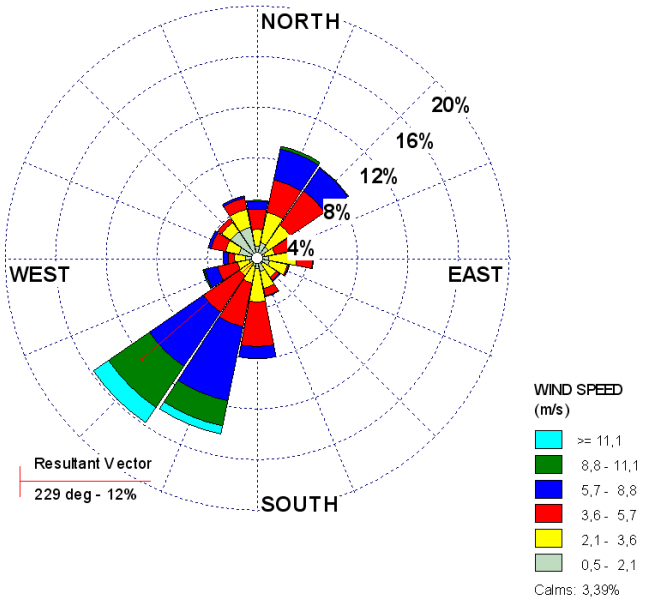
Denne virksomheten preget området og gjorde det lite tilrekkende rent reiselivsmessig i den perioden det pågikk. Virksomheten foregikk i dette området til medio juni 2010 – men var dermed også avsluttet innen den viktigste delen av reiselivssesongen fra medio juni til medio august..

## 8.3 VÆRET I 2010-SESONGEN

Været i 2010-sesongen var er vist i de to neste figurene:




*Figur 21: Vindstyrke, nedbør og temperatur i perioden 1. mai til 31. august 2010 med målepunkter Jomfruland (vind og temperatur) og Skien (nedbør).*




*Figur 20: Vindrose for perioden 1. mai til 31. august 2010 for målepunkt Jomfruland. Kilde. DNMI. Figur: ØF.*

Temperaturmessig har 2010-sesongen (1/5 – 31/8) fulgt en normalutvikling eller noe bedre. Vindforholdene avviker noe fra det som var tilfelle for 2009-sesongen (Se Figur 13, side 38) ved at det har vært mindre innslag med vind av kuling eller sterkere styrke. Det har også vært enda færre vindstille perioder i 2010-sesongen enn i 2009-sesongen, slik at det har blåst i lengre perioder men vinden har ikke vært så sterk som 2009. Den dominerende vindretningen var så godt som den samme i begge sesongene (se Figur 14 og Figur 20).

August 2010 var preget av mye regn i helgene, noe som er spesielt lite gunstig for reiselivsnæringa.

# 9 DEKNING I MASSEMEDIA I 2009 OG 2010

Det er ikke bare reiselivsbedriftenes egen markedsføring som vil påvirke publikums/markedets oppfatning av en bedrift eller et reiselivsprodukt. Hvordan hendelser eller steder blir framstilt i media vil ofte være en viktig del av det bilde som dannes, og det er særlig dem som fra før forbinder noe med stedet som er mest mottakelig for informasjon og påvirkning.

Hva som er formidlet i pressen fra rapportene om områdets tilstand, og hvordan dette er tolket både gjennom journalister og mottakere, dvs publikums og reiselivsmarkedets oppfatning av situasjonen, er en kompleks materie å trenge igjennom. Det er mange 'støykilder' undervegs. De som kjenner området vil være mer mottakelig for medial omtale, men også som regel ha tilgang til andre informasjonskilder og derfor i større grad kunne danne seg et eget bilde.

Mange studier tar som utgangspunkt at nyhetsproduksjonen ideelt sett formidler til publikum de viktigste ting som skjer (Molotch & Lester, 1975). Men det er vel snarer som Molotoch og Lester formulerer det:

> *"News is the information which people receive second-hand about worlds which are not available to their own experience. Out of a vast "glut of occurrences," a relatively few happenings are translated by mass media into things "to print".* (Molotch & Lester, 1999)

"Full City"-affæren var definitivt noe pressen fant interessant "to print".

## 9.1 PRESSEN I 2009

Vi har i kapittel 5 presentert en del ledende avis og massemedieoppslag knyttet til selve ulykken og fram til vinteren stoppet opprydningsprosessen i desember 2009. I utgangspunktet vil allikevel medieoppslag utover senvinter, vår og sommer 2010 være viktigere for reiselivsproduktet Telemarkskysten. NINA har gjennomført medieanalysen for 2010 til bruk for så vel friluftslivsundersøkelsen (Skår, Øian, Vistad, & Andersen, 2010) som for denne undersøkelsen av virkninger for reiselivet.

## 9.2 HVA SOM KOM PÅ TRYKK SÅ LANGT I 2010

NINA-rapporten (Skår mfl., 2010) viser at det var få oppslag i så vel nasjonale som regionale / lokale media før påske, og få oppslag etter 1. august. Det meste av oppslag som angår bruk av områdene i et friluftsperspektiv ble publisert utover våren når områdene var i ferd med å bli tatt i bruk, og i selve badesesongen. Før påske er det en del tema som dominerer med oppslag regionalt og lokalt:

- oppslag om at det er behov for mer opprensking, særlig i Krogshavn som er en viktig badeplass
- oppslag om sjømatkvalitet
- oppslag om attraktiviteten til Langesundkysten er redusert eller ikke

I perioden fra påske fram mot skoleferien er arbeidet med opprenskning i gang (se bildene Figur 16 til Figur 19). NINA oppsummerer i sin analyse av denne perioden at:

> "*Det blir meldt at Kystverket er optimistisk for bademulighetene i Krogshavn, og uttrykt generelt at nå skal friluftsområdene prioriteres framfor verneområdene. I løpet av mai blir områdene etter hvert friskmeldte, først i Vestfold (Mølen) og senere i Telemark, inkludert Krogshavn. Men myndighetene garanterer ikke strender helt frie for olje. I*

*begynnelsen av juni blir det diskusjon om vannkvalitet. Dette er ikke Kystverkets, men Helsetilsynets ansvar og en melder at badevannet i Krogshavn må testes jevnlig. Eieren av Langesund Bad er misfornøyd med tilstanden og renskeinnsatsen i bukta ved hotellet. En fagrapport fraråder "mye" bading der. Langesund Bad blir en gjenganger i media denne sommeren.* " (Skår mfl., 2010)

I perioden fra skoleferien og gjennom badesesongen er det stadig oppslag i lokalaviser, blant annet om badegjester i Krogshavn som reagerer på olje på vann og kroppen. Kystverket bytter ut sand i Krogshavn, og fylkeslegen melder at det ikke er farlig å bade der. Slike historier mellom gjesters opplevelser og myndigheters tiltak og meldinger preger til mediebildet lokalt. Nasjonale media er lite på banen, med unntak av ettårs-"markeringen" av ulykken. Da er vi for så vidt allerede på tampen av reislivsesongen. Gjennomgående gis en positiv omtale av typen "Gleder seg over rene strender". Det formidles at sjømat kan spises og videre at det er god badekvalitet.

I en samla vurdering spør NINA (Skår mfl., 2010) om riksmediene kan ha påvirket opplevelse av kyststrekningen som attraktiv og trygg og ferie. Det konkluderes med at det er skrevet så lite om Langesundsforhold – uansett vinkling - i nasjonale medier at det er vanskelig å se for seg noen medieeffekt på ferievaner i reiselivsmarkedet.

### 9.3 ULYKKER, RISIKO OG REISELIV

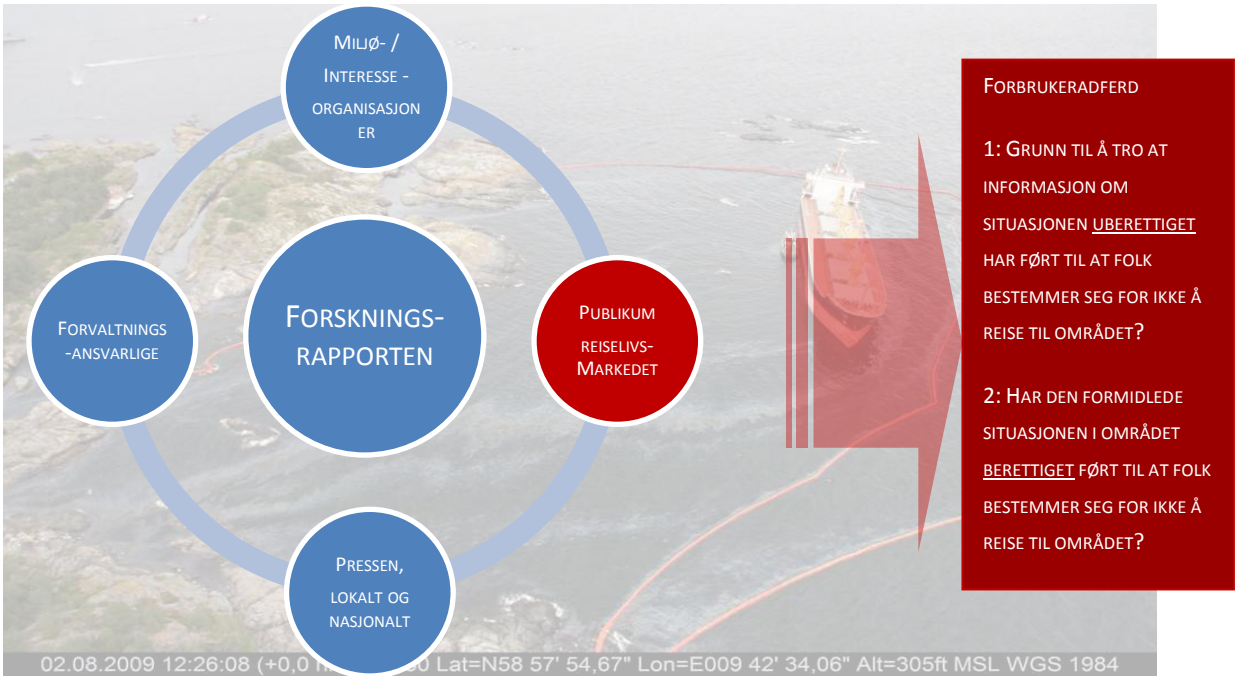
Kystverket fikk raskt på plass et forskningsprogram for å monitorere effektene av utslippet fra Full City på natur og samfunn. I pressens behandling av ulykken har forskningsrapportene vært viktige, og har på mange måter styrt både innhold og timing av pressens oppmerksomhet, i alle fall på riksnivå. Lokalt har man åpenbart hatt flere reportasjer basert på enkeltpersoners erfaring og / eller synspunkt. Det siste betyr antakeligvis mindre for forbrukeradferd i reiselivsmarkedet, men kanskje mer for lokalbefolkningens fritidsbruk av områdene.

Det ble tidlig klart at rest-forurensingen i 2010-sesongen ikke var slik at store områder med synlige oljeflak eller svært påfallende tilgrising av strandområder preget landskapsbildet. Av påvirkning som visuelt var tilgjengelig for en bruker av området, var det i 2010-sesongen noe opprenskning og vasking av kystlinja (av typen vist i Figur 16) gjennomført i ultimo mai og primo juni. Risikospørsmål knyttet til det vi kan kalle for "usynlig" trussel mot helse og bruk av områdene ble det sentrale anliggende i et reiselivsperspektiv. Og nettopp i spørsmålet om tilstanden i den "usynlige" delen av naturen, spiller forskningsrapportene og de vitenskapelige argumentene en avgjørende rolle.

Kontroverser om risiko og folkehelse er gjengangertema i nyhetsbildet, det være seg tema er mat og matvaresikkerhet, miljøkvaliteter, bruk av områder, etc. I forbindelse med oljeforurensing er det i andre studier observert at det kan foregå så vel forsterking som uttynning av risikooppfatning gjennom blant annet massemedia (Leschine, 2002). Nyhetsmedia og miljøgrupper beskyldes gjerne for å forsterke eller overtegne risikobildet, mens ansvarlige myndigheter gjerne beskyldes for en type bagatellisering. At situasjonen imidlertid er mer sammensatt viser blant annet studier fra Exxon Valdez-ulykken[13]. Leschine konkluderer der med at:

[13] Exxon Valdez-forliset fant sted i Prince William-sundet utenfor kysten av Alaska 24. mars 1989. Ulykken og oljeutslippet regnes som en av de mest ødeleggende miljøkatastrofene på havet.

"*A more comprehensive examination of the ways in which scientific messages can fail to inform the public or to rationalize public policy suggests however that a more complex phenomenology is at work. Perceived risks can be attenuated as well as amplified, and many organizations besides the news media contribute to the shaping of public risk attitudes. As a result, social and political questions of blame can prove difficult to disentangle from scientific questions of impact.*" (Leschine, 2002)




*Figur 22: En illustrasjon av formidlingsforhold – Forskningsrapportene står sentralt i utviklingen av mediebildet etter Full City-ulykken. Relasjonen mellom disse og adferd i reiselivsmarkedet i området er kompleks og formidles som nyheter fra minst 3 typer kilder, forvaltningen, pressen og interesseorganisasjoner.*

For dem som har til oppgave å forvalte og regulere forhold som styrer befolkingens eksponering for risiko kan pressens formidling og publikums reaksjoner til tider framstå som bisarre. For publikum kan utspill og adferd til "de ansvarlige" framstå som ikke mindre underlige. Det er derfor en rekke mekanismer som kan gå feil i dette forholdet eller i en slik formidlingsprosess.

Det er ingen enkel oppgave å sortere de forskjellige elementene i forholdet mellom framlagte faktiske forhold i forskningsrapportene, forvaltningsansvarliges og pressens framstilling og formidling, og hvordan dette igjen rent prosessmessig kan tenkes å påvirke forbrukeradferd i reiselivsmarkedet. Det vi kan slå fast er at for 2010 står forskningsrapportene sentralt i mediebildet (når og hva som behandles) etter Full City-ulykken, de står sentralt i miljøorganisasjonenes kommunikasjon om situasjonen i området og de står sentralt i pressens omtale av ulykken. I forhold til reiselivsmarkedet er det sentrale spørsmål om situasjonen slik den ble formidlet til publikum i 2010, og da først og fremst i nasjonale media, førte til færre tilreisende?

Vår vurdering er, at mediebildet som er formidlet i 2010, ikke har gitt grunnlag for at folk ikke skulle reise til området på grunn av forurensningen eller situasjonen etter forliset.

# 10 KONTAKTER MED AKTØRER I UTVALGSOMRÅDET

## 10.1 OM INTERVJUENE

Vi gjennomførte medio desember 2009 og primo mai 2010 en besøksrunde og hadde samtaler med et utvalg sentrale aktører i utvalgsområdet.

Vi har intervjuet alle aktuelle overnattingsbedrifter i Bamble. I Kragerø og Larvik har vi intervjuet de bedriftene som først og fremst var utsatt i forbindelse med de registrerte oljepåslagene. Både i Bamble og Kragerø har vi hatt lange og grundige samtaler med næringssjefene, som i Kragerø selv har lang erfaring fra reiselivsnæringen. De regionale og lokale destinasjonsselskapene er intervjuet, og vi har vært på flere befaringer i regionen.

Hensikten med de innledende samtaler og befaring var:

- å etablere kontakter,
- å innhente inntrykk og umiddelbare erfaringer
- å befare en del av de mest berørte områdene fra landsiden
- å få innspill til hvilke bedrifter og aktører vi burde kontakte
- å justere områdeforståelsen med hensyn til mulige konsekvenser av ulykken

etter at den første fasen i oppryddingsarbeidet var gjennomført (desember 2009). Ved inngangen til 2010-sesongen (mai 2010) ble samtaler/intervjuer og befaringer gjentatt for å vurdere/korrigere inntrykkene.

Informasjon fra aktørene benyttes på to måter:

- som bakgrunnsmateriale og input til tolking av de kvantitative analysene (trafikktall og økonomitall)
- som supplerende informasjon
    - om næringen
    - om opplevelser og erfaringer knyttet til ulykken – om type belegg (gjester, gjestedøgn)
    - om det er gjort særlige tiltak i forhold til markedet (markedsføring, produktutvikling, etc.) i regi av enkeltbedrifter, næringens interesseorganisasjoner, kommunene og lignende)

Det er ikke forutsatt at denne analysen skal behandle situasjonen til enkeltbedrifter eller aktører. Det er reiselivsnæringen med tilknyttede næringer som sådan som er tema her. Det betyr også at vi ikke publiserer referat fra enkeltsamtaler, men bruker resultat og informasjon fra samtalene i en oppsummering på næringsnivå.

## 10.2 HVEM OG HVA SOM BLE BESØKT FOR BEFARING OG SAMTALE

*Tabell 3: Hvem og hva som er besøkt i to runder med feltarbeid.*

| **Intervjurunde →** | | **Medio desember 2009** | **Primo mai 2010** |
|---|---|---|---|
| **Bedrift / aktør (alfabetisk ordnet): ↓** | K: kjerneområdet<br>I: Influensområdet<br>R: Referanseområdet | S: intervju / samtale (på stedet)<br>B: befaring | |
| Bamble kommune | K | S | S |
| Breivikstranda Camping | K | B | S (tlf) |
| Jomfruland Camping | K | | S (Kragerø) |
| Kragerø Fjordbåtselskap | I | | S |
| Kragerø kommune | I | S | |
| Langesund bad | K | S | S |
| Nevlunghavn gjestgiveri | K | | S |
| Nøtterøy / Tjøme | R | B | |
| Oddarne Sand Camping | K | | S |
| Portør Hytteutleie | I | | S |
| Portørtoppen Himmel & Hav | I | | S |
| Risør kommune | I | S | |
| Rognstranda Camping | K | B | S |
| Skjærgården Quality Hotel | K | S | S |
| Telemarksreiser | K / I | | S |
| Vertshuset Victoria | K | S | S |
| Visit Grenland | K / I | | S |

## 10.3 OPPSUMMERING AV INTERVJUER OG BEFARINGER

Det er tre hovedspørsmål som i denne omgang fokuseres på:

- Hva forteller aktørene om gjestedøgn og besøk i sesongen og den første perioden etter ulykken (fram til medio desember 2009)?
- Hva forteller aktørene primo mai 2010 om situasjonsvurderingen og evt. spesielle tiltak for å møte 2010-sesongen?
- Hva viser en befaring om hvordan området presenterer seg fra et besøksperspektiv – er det preget av spor etter forurensing og ulykke?

Denne oppsummeringen legger først og fremst vekt på hva som ble sagt om sesongen 2009, og opplevelsene, utviklingen og inntrykkene etter ulykken.

### 10.3.1 Visit Grenland og Telemarksreiser

Grenland er kommunene Skien, Porsgrunn, Bamble og Siljan. I 1998 ble kommunene enige om å markedsføre Grenland samlet, noe som ble konkretisert gjennom opprettelsen av Visit Grenland (VG). Telemarkreiser (TR) er et markedsførings- og salgsapparat for til sammen 130 medlemmer/andelseiere og dekker hele Telemark.

VG mente at ulykken kun berørte de ytre deler av deres område – dvs Bamble. Det var i første rekke Langesund som fikk "trøkket". Langesund handelsstand hadde gitt uttrykk for at det var full stopp i båttrafikken etter ulykken og at det hadde rammet omsetningen i handelsnæringa i sentrum – med unntak av serveringssteder som fikk kompensatorisk trafikk fra opprydningsmannskap og andre som kom tilreisende på grunn av havariet.

I Valle ble det også "full stopp" – restaurant og butikk der hadde meldt om betydelig fall i omsetningen.

Det var ikke registrert vesentlige problemer for campingplassene på grunn av forliset, antakelig fordi de har mye faste avtaler og sesongkontrakter for campingvogner som står fast oppstilt under hele sesongen. Rognstranda camping mente de fikk en nedgang på "drop-in"-kunder som utgjør en del av deres trafikkgrunnlag. Om dette skyldes været, forliset eller begge deler er vanskelig å vurdere.

VG planla ved inngangen til 2010-sesongen ingen ekstra markedsføringstiltak pga Full City.

TR hadde ikke registrert negativ effekt av Full City-forliset og planla heller ingen markedsføringstiltak pga ulykken. Bookingsituasjonen ved inngangen til sesongen var som normalt.

### 10.3.2 Bamble/Langesund

Tre bedrifter gir et uttrykk for spennet i hvordan næringen i Bamble ble berørt:

- Quality Hotel&Resort Skjærgården gir uttrykk for at hotellet ikke ble vesentlig rammet av følgende av ulykken. Hotellet er beredskapshotell for kommunen og under operasjonene utover i august og september fikk hotellet noe mertrafikk for å huse mannskap. For 2009 kan det dreie seg om ca 300 gjestedøgn pga ulykken, som må kunne karakteriseres som ikke all verden. Hotellet har ikke endret sitt markedsføringsopplegg eller på annen måte endret produkter pga ulykken. Dette avspeiler nok at deres hovedmarkeder er kurs-, konferanse- og yrkestrafikk som ikke er opptatt av dette. Sommersesongen er svært avhenging av ferie/fritidstrafikk fra familier med barn. Denne trafikken er først og fremst væravhengig, og helst dårlig badevær ute øker potensialet. Hotellet forventet i mai 2010 ingen svikt i denne trafikken for inneværende sesong pga ulykken.

- Langsund Bad (LB) (29 rom pluss 40 senger i hytter) er opprinnelig et kurbad. LB har en strategisk satsing på mat og gjerne med en profil mot lokal mat – i den sammenheng er forliset og utslippet uheldig. Ferie- og fritidstrafikk er stammen i virksomheten men det arbeides med å øke kurs- og konferanse-belegget samt lokalt besøk. LB hadde fullt belegg i helgene fra før i 2009, og hadde en 50% økning i omsetning og resultat fra juli - dvs. før forliset. LB fikk en 80% nedgang i august hvorav 34% kan tilbakeføres til FC (pers.medd.) Bedredskaps- /opprydnings- / journalistmannskap bodde her første dagene, men pga. booket belegg i helga og manglende infrastruktur (kun ADSL) ble mange borte, særlig media. LB hadde

planlagt salg av hytter og leiligheter høsten 2009, men man valgte etter råd fra megler å avvente på grunn av profileringen som ulykken gav. LB arbeidet desember 2009 med en 'nå er det bra igjen-kampanje' og var ved inngangen til sesongen 2010 fremdeles bekymret for omdømmet pga Full City. Ved inngangen til sesongen fikk LB jevnlig forespørsler om situasjonen. LB er vel den enkeltbedriften som ble hardest rammet av ulykken. Selv om ulykken skjedde på tampen av en sesong, er bedriften inne i en utviklingsprosess som sikter både mot økte volumer og nye markeder, herunder på tema ren natur, lokal mat etc. I forhold til dette rammer nettopp en ulykke som Full City en kjerne i strategien.

- Vertshuset Victoria sentralt i Langesund (VV) økte omsetningen med om lag 80 % i august 2009 som følge av trafikk fra opprydningsmannskapet. Vanligvis er sesongen slutt 2. helga i aug. - og starter ca 1. juni. VV har 10 rom i tillegg til servering / spisested / kro.

*Figur 23: Langesund Bad i desember 2009. Foto: Birgitta Ericsson.*

Næringssjefen i Bamble kommune mente i desember 2009 at det var ulike oppfatninger om hvor hardt området var rammet. Kommunen hadde igangsatt et omdømmeforprosjekt, i regi av Vekst i Grenland (næringsselskapet) med satsingsområdet 'Bo i Grenland' – dette har vi omtalt i kapittel 6, side 32. Kommunen mente det var behov for å løfte omdømmet etter ulykken, og at områder som var preget av opprydningsarbeid måtte settes i skikkelig stand for turistisk bruk / friluftsbruk.

#### 10.3.3 Larvik kommune

Som påslagskartet Figur 3, side 18 viser var det betydelige påslag av olje i området ved Helgeroa og Nevlunghavn. Bedriften Oddane Sand Camping kan brukes som et døme på hvordan ulykken berørte reiselivsnæringa langs denne delen av kysten.

*Figur 24: Oddane Sand Camping. Foto: KNA*

Oddane Sand Camping eies av KNA og har 370 vognplasser – i all hovedsak på langtidskontrakt. I tillegg har plassen 27 utleiehytter og 10 mål med strand.

Stranda ble rammet av oljesøl, og det medførte at sesongen ble avbrutt 3 uker tidligere i forhold til et normalår. Plassansvarlig anslår selv en redusert omsetning på i størrelsesorden 150 000 kroner som følge av bortfallet av trafikk.. Særlig er oppholdsbetinget handel i butikken utsatt da den faste trafikken uteblir. Ved inngangen til 2010-sesongen var det ikke synlige spor etter olje. Det var ikke planlagt særlige markedsføringstiltak for å adressere et eventuelt omdømmeproblem som følge av Full City.

### 10.3.4 Kragerø kommune

Mesteparten av handel osv i Kragerø kommune har betydelige inntekter fra fritidsboligene, i antall tett oppunder 4000 enheter. Kommunen, ved næringssjefen, hadde ikke holdepunkt for å hevde at det var endringer i bruken som kan tilbakeføres til ulykken. Kommunen har ikke registrert krav fra reiselivsnæringa i etterkant.

Portør hytteutleie har 9 utleieenheter av forskjellig størrelse. Her fikk man avbestillinger fra tyskere etter og begrunnet med ulykken. Det var ved inngangen til 2010-sesongen uvanlig lite booking for mai 2010, men det

*Figur 25: Portør hytteutleeie. Foto: Portør hytteutleie.*

er ikke registrert nedgang i omsetning og driftsresultatet er bedre i 2010 enn 2009.

### 10.3.5 Risør kommune

Kommunen peker på at Risør ikke ble vesentlig fysisk berørt av utslippet, kun litt påslag på de ytterste skjæra nord i kommunen. Det var derfor liten grunn til å forvente særlige konsekvenser i Risør etter ulykken.

## 10.4 JUSTERING AV OMRÅDEAVGRENSINGEN FOR DEN KVANTITATIVE DELEN AV ANALYSEN

Gjennomgangen av situasjonen for næringen ga grunnlag for en nærmere justering av områdeavgrensingen for så vidt det angår analyser av trafikktall (gjestedøgn og gjester) og økonomitall. Det sentrale med den kvantitative delen av analysen er å vise utviklingen i de områder som det er rimelig å kunne forvente har opplevd konsekvenser av ulykken. Gjennomgangen med aktørene viser at det i første rekke er grunnlag for å undersøke for de deler av næringen som er lokalisert i Bamble og Kragerø kommuner. I tillegg må de sørvestre deler av Larvik kommune som er berørt av påslag av olje også medtas. Det er liten grunn til å tro at det er målbare konsekvenser for reiselivsnæringa i kommunene Risør og Tvedestrand. Dersom næringa i disse kommunene blir tatt med i de kvantitative analysene vil det kun bidra til å blåse opp tallmaterialet og kanskje tilsløre utviklingsforløp for næringa i de områdene som det er grunn til å tro er berørt. For de kvantitative analysene går vi derfor videre kun med Bamble, Kragerø og deler av Larvik kommune som kjerneområdet.

Ingenting ved befaringene har gitt grunnlag for at Tjømes / Nøtterøys status som referanseområde skulle endres.

# 11 GJESTEDØGN OG GJESTER - VOLUMTALL

## 11.1 KATASTOFETURISME?

Det er rapportert studier som viser at katastrofer av denne type i seg selv kan skape trafikk av folk som vil se forurensningen, resultatene, havaristen osv (Molotch & Lester, 1975) – en slags katastrofeturisme.

*Figur 26: Det ble hengt opp advarsler ved sentrale innfallsporter til den forurensede delen av kysten – her bildet av en slik ved nedgang til Krogshavn i Langesund 4. mai 2010 – hvor det da foregikk en ny runde med opprenskning / vasking. På denne tiden var nyhetens interesse borte, og mannskapet hadde området for seg selv. Foto: Tor Arnesen*

Det ble tidlig meldt i pressen en form for katastrofeturisme også i dette tilfellet (Sandvik, 2009) – sannsynligvis av kort varighet hva angår perioden hvor dette var aktuelt. Det er videre grunn til å anta at det for det meste

var lokalbefolkning og hyttefolket som sto for trafikken, og i liten grad genererte kommersiell tilleggsvirksomhet.

Det foreligger studier som viser at denne type turisme kan være av et omfang som er av betydning. Betydningen er ikke først og fremst for reiselivsnæringa i seg selv, men fordi denne trafikken kan forstyrre arbeidet med å begrense skadeomfang, rydde opp, etc, og fordi katastrofeturistene kan utsette seg selv for fare og dermed belaste et allerede presset hjelpeapparat. Begge disse elementene er framhevet i en dansk erfaringsoppsummering etter orkanen som rammet særlig Skagerrak-bassenget i januar 2005:

> *" Kystdirektoratet oplever "katastrofeturisme" som et stigende problem, både i mængde og i graden af fare "katastrofeturister" udsætter sig for. Under orkanen kørte mange mennesker ud til Vestkysten og andre udsatte områder. Det medførte fastkørte biler i klitområderne, hvilket hindrede Kystdirektoratets arbejde, og der var trafikkaos i Thorsminde og Hvide Sande havne, hvilket begrænsede og vanskeliggjorde mulighederne for at udføre præventivt arbejde. Mange af disse mennesker udsatte sig selv for unødig fare, fordi de kørte fast i klitområder eller kørte i havneområder, hvor skiltningen var væk og vandstanden så høj, at kajkanten ikke kunne ses. "*
> (Beredskabsstyrelsen, 2005)

Vi har ikke sett rapportert at det har vært problemer med omfanget at katastrofeturismen i forbindelse med "Full City" – noe som i seg selv er et signal om at omfanget har vært begrenset. Det er dog rapportert et tilstøtende problem ved at uregistrerte frivillige drev med oppsamling av olje uten nødvendig verneutstyr mm[14].

Katastrofeturister reiser til området på grunn av ulykken, mens "vanlige" turister kan velge bort området på grunn av ulykken. Sett fra et rent reiselivesynspunkt vil katastrofeturisme derfor kunne avbøte en nedgang i "vanlige" turister, dvs turister som velger ikke å reise til området på grunn av ulykken. Det foreligger ikke data som kan gi grunnlag for å anslå omfanget av "katastrofeturisme" knyttet til "Full City"-hendelsen og derfor heller ikke i hvilket mon det har skjedd en slik utbalansering i dette tilfellet. Det har trolig hatt et lite (ubetydelig) omfang, og, i den grad det har forekommet, først og fremst bestått av medias katastrofeteam som rykket ut.

## 11.2 TALL OG NÆRINGEN

I dette kapitlet ser vi nærmere på overnattingsstatistikken i form av kommersielle gjestedøgn som er registrert for kommunene som inngår i våre tre områder, henholdsvis kjerneområdet, influensområdet og referanseområdet. Vi konkluderte forrige kapittel med at samtaler med bedrifter og reiselivsaktører i influensområdet viste, at det ikke er grunn til å anta at reiselivsnæringa sør for Kragerø kommune i praksis ble berørt av ulykken. På grunn av konfidensialitetshensyn (begrensninger i offentliggjøring av tall som kan identifisere enkeltbedrifter) er områdeinndelingene noe avvikende fra den inndelingen i kjerneområde, influensområde og referanseområde som er diskutert foran. Offentlige tall gir ikke alltid grunnlag for å operere

[14] Dette var tema i pressen – hvor det både ble rekruttert frivillige og hvor frivillige ble advart mot å operere på egenhånd (NRK Telemark, 2009). WWF understreker også behovet for kontroll i si rapport etter ulykken: "*WWF anbefaler at det bør gjøres grep for å sikre at opprensingsarbeidet ute i felt alltid følger HMS-reglementet og i mindre grad beror på personlige initiativer. Alle som skal jobbe ute i felt i forbindelse med en oljevernaksjon skal etter krav i blant annet arbeidsmiljøloven ha HMS-opplæring på forhånd, og riktig verneutstyr må alltid være tilgjengelig. Dette må på plass før neste ulykke. WWFs "Ren kyst!" kurs dekker kravene til HMS - opplæring i forbindelse med oljevernaksjoner - men dette alene dekker ikke behovene ved neste oljevernaksjon. Derfor mener vi HMS - opplæring bør nedfelles i beredskapsplanene slik at kurs fortløpende kan holdes for nytt personell i tilfelle av en aksjon.*" (Sletner, Hatlen, Jensen, Meaas, & Fredriksen, 2010)
Dette var også et tema på NFR sin konferanse i Program for samfunnssikkerhet og risiko i 2008: "De profesjonelle snakker ofte om hvor viktig det er å samarbeide med frivillig sektor. På den andre siden er de skeptiske til såkalte "katastrofeturister". Så hvordan skal vi håndtere det, spurte Sundelius." (Norges Forskningsråd, 2008)

med enkeltkommuner, og forskjellige inndelinger mellom kommuner kan gjelde for forskjellige segmenter i reiselivet.

Vi kan derfor presentere overnattingsstatistikk på følgende måte for våre områder:

- ✓ *Kjerneområdet*: Bamble kommune og deler av Larvik. For Bamble kan samtlige tall presenteres på kommunenivå."Våre" deler av Larvik vil imidlertid bare utgjøre en relativt beskjeden andel av overnattingsstatistikken i hele kommunen, og derfor bare i begrenset grad la seg beskrive med overnattingsstatistikk. Vi har tatt med tall for Larvik der vi finner det relevant.
- ✓ *Influensområdet*: Kragerø kommune, kan beskrives med camping- og hyttegrendstatistikk. I hotellstatistikken blir tallene for Kragerø slått sammen med Porsgrunn, angivelig på grunn av konfidensialitetshensyn. Etter etableringen av det nye Quality-hotellet i 2007 dominerer nå bedriftene i Kragerø kommune totaltallene.
- ✓ *Referanseområdet*: For Tjøme offentliggjøres hote*llstatistikken* på kommunenivå, men camping- og hyttegrendstatistikken er slått sammen med Tønsberg og Nøtterøy. For vårt formål er dette uproblematisk.. I camping-/hyttegrendstatistikken er lokaliseringen til de 'ekstra' inkluderte bedriftene relevant, bortsett fr*a ett* appartementsanlegg i Tønsberg by. For det totale bildet har dette imidlertid lite å si.

### 11.3 STRUKTUR OG STATISTIKK

Kystområdene i Bamble og Kragerø er typiske sommerferieområder for nordmenn (se kapittel 3), framfor alt i form av ikke-kommersiell ferietrafikk i privateide fritidsboliger. Det er over 13 000 fritidsboliger i de fem kommunene:

*Tabell 4: Antall fritidsboliger i etter kommune. Januar 2011*

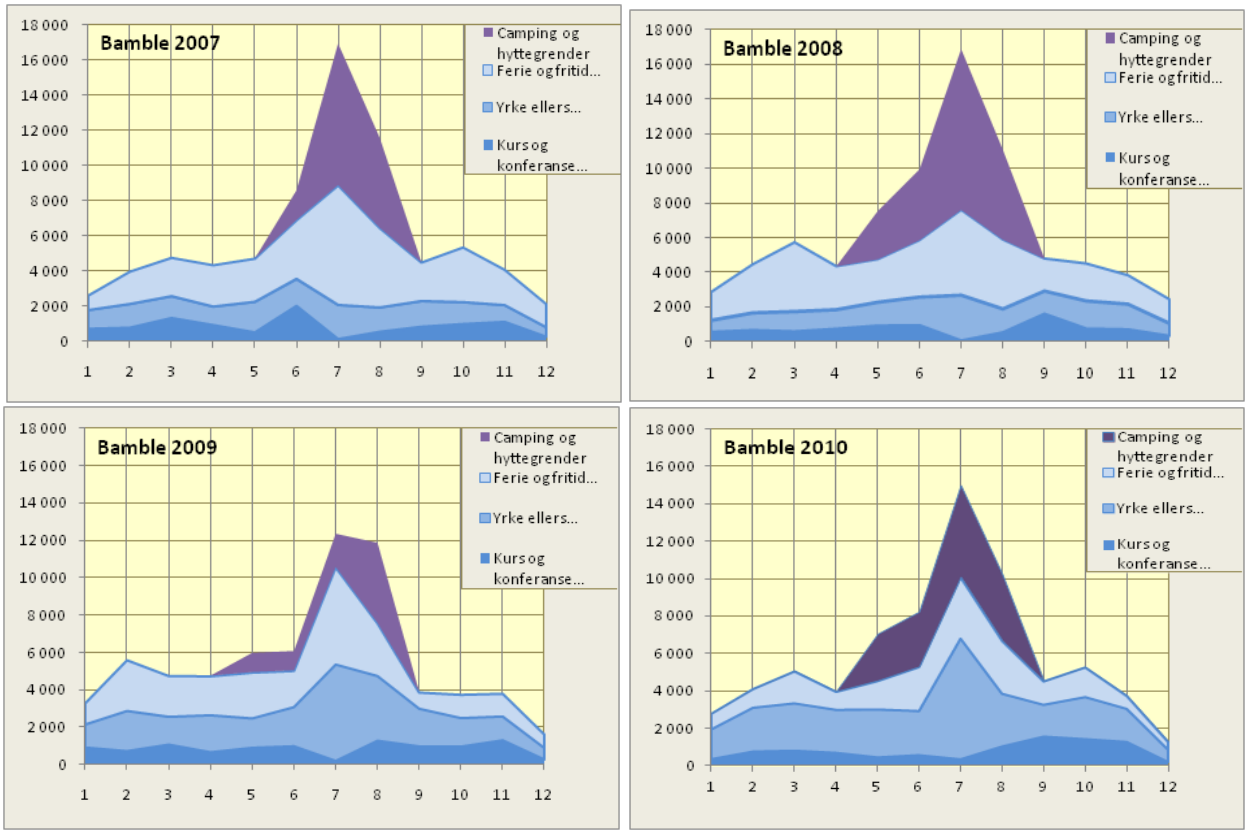
| Kommune | Antall fritidsboliger pr. januar 2011 |
|---|---|
| Bamble | 2322 |
| Kragerø | 3333 |
| Tjøme | 2207 |
| Nøtterøy | 1027 |
| Larvik | 4204 |
| I alt | 13093 |

Kilde: GAB/Statistisk sentralbyrå

Antallet kommersielle overnattinger er relativt beskjedent sammenliknet med mange andre kommuner. Bamble har i størrelsesorden 70000 - 75000 kommersielle overnattinger og Kragerø (sammen med Porsgrunn) ca 110000 - 120000 overnattinger i året. Til sammenlikning har f.eks. Bø i Telemark ca 175000, Tinn og Vinje hver seg ca 140000, og Larvik ca 500000 kommersielle overnattinger i året (SSB/Statistikknett).

Den kommersielle ferietrafikken består først og fremst av trafikk til fast oppstilte campingvogner (på sesong-kontrakter) og camping-/utleiehytter på campingplassene. Disse bidrar til å forsterke den - om enn relativt lille

- trafikktoppen som også hotellene kan registrere sommerstid. Sesongstrukturen ved de kommersielle overnattingsbedriftene i Bamble går fram av Figur 27.[15]




*Figur 27: Kommersielle overnattinger i Bamble etter trafikksegment og måned. 2007 - 2008. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

Det er tre overnattingsbedrifter som dominerer hotellovernattingene i Langesund. Skal en dømme av disse tallene har ferietrafikken fått mindre betydning for denne typen bedrifter i de senere åra, mens yrkestrafikken har økt i 2009 og i 2010, også sommerstid. Med så få bedrifter kan imidlertid også den enkelte registreringsansvarlige sin 'føringspraksis' som input til offentlig statistikk gi store utslag i oppsummert trafikkbilde[16]. Også i Kragerø syns yrkestrafikken å ha økt, særlig sommer 2010, mens det ikke er registrert i Tjøme/Nøtterøy. Yrkestrafikkens økning i sommermånedene ser atypisk ut, men kan skyldes særskilte arrangementer, hendelser eller, som sagt, lokal 'føringspraksis'.

Tilsvarende tall:

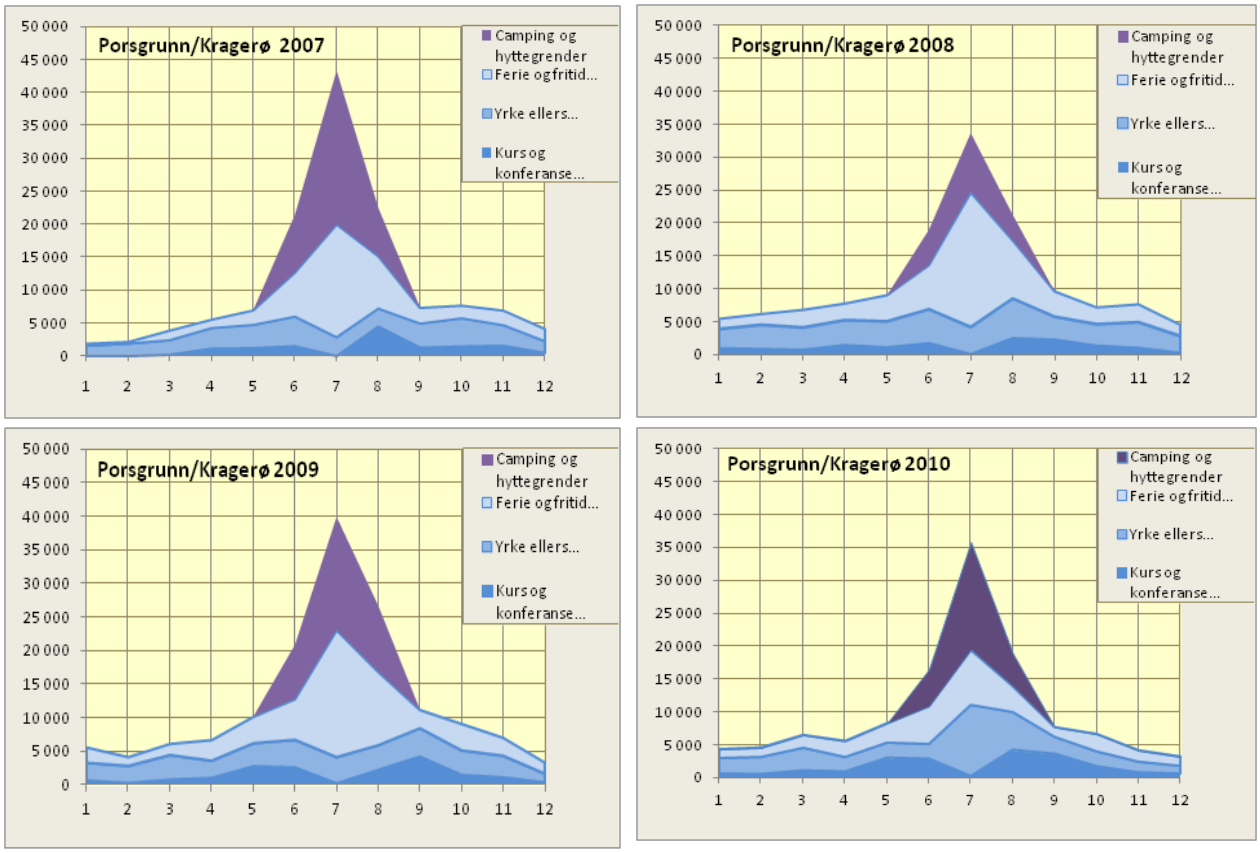
- for Kragerø[17] i Figur 28, og
- Figur 29 for Tjøme/Nøtterøy, som referanseområde

[15] Det er grunn til å tro at det mangler tall fra en større campingplass i 2009: Camping- og hyttetrafikken er redusert primært for sesongkontrakter, fra 13 000 i 2008 til 3 000 i 2009. Svikten kommer allerede fra tidlig i sesongen og i juli, og kan ikke tilbakeføres til Full Cityforliset.

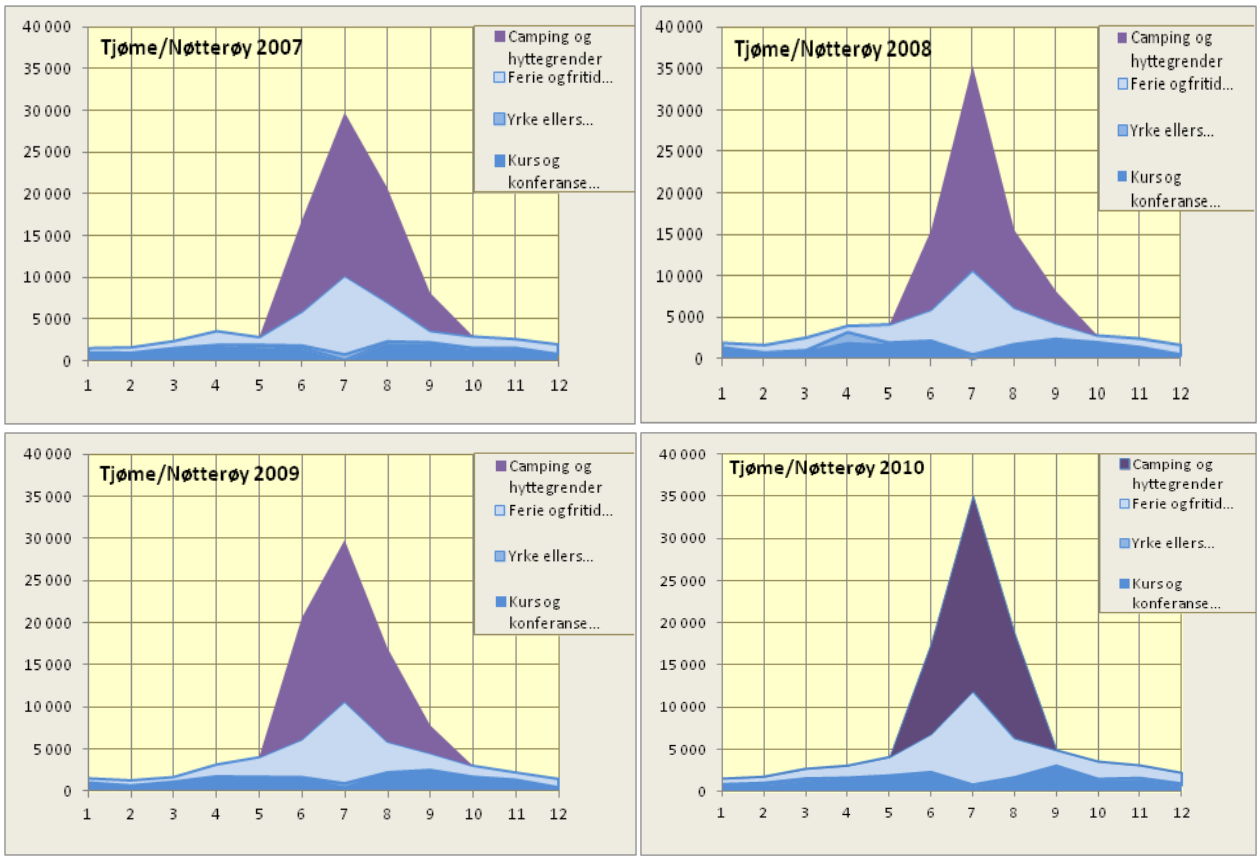
[16] Vi har f.eks. fått opplyst (i des. 2009) at en av bedriftene stort sett fører all trafikk som ferie-/fritidsbetingede overnattinger, mens den reelt sett utgjør om lag 50 %, endret praksis der kan gi målbare endringer i registrert trafikkstruktur.

[17] Der vi må inkludere Porsgrunn i hotellstatistikken da det ikke publiseres statistikk for Kragerø alene. Tallene for camping og hyttegrender gjelder kun Kragerø. Muligens mangler en campingplass/hyttegrend for 2008.

Vi ser klart av disse figurene sommersesongens dominans i hele regionen, og at store deler av den kommersielle sommertrafikken foregår i enklere overnattingsbedrifter som campingplasser og hyttegrender. De fleste av disse har da også begrenset driftssesong, noe som i tilfelle ville gjort dem ekstra utsatt for svikt i inntektsgrunnlaget i en relativt kort sommersesong, som allerede kan være utsatt for værsvingninger.




*Figur 28 Kommersielle overnattinger i Porsgrunn/Kragerø etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com*




*Figur 29 Kommersielle overnattinger i Tjøme/Nøtterøy (referanseområdet) etter trafikksegment og måned. 2007-2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com*

## 11.4 TRAFIKKUTVIKLING DE SISTE 10 ÅRA

Vi har sett på utviklingen i kommersielle overnattinger på hoteller og andre overnattingsbedrifter samt camping og hyttegrender i de ti siste åra. Det er viktig å ha lange tidsserier for å unngå å legge for stor vekt på mindre svingninger fra år til år. Vi har altså først og fremst sett på tall for kommunene som inngår i våre tre områder, med unntak av Larvik. Larvik er ikke tatt med her fordi svært mange av de registrerte overnattingene er knyttet til områder av kommunen som ikke ble påvirket av oljesøl.

Fra år 2000 fram til og med 2006 ble det årlig registrert 45000 - 60000 gjestedøgn ved hotellene i disse tre kommunene. Tallene for hotellovernattinger i Kragerø er imidlertid slått sammen med Porsgrunn pga. konfidensialitetshensyn. Fram til 2006 domineres tallene av Porsgrunn, men i 2007 åpnet Quality Spa & Resort i Kragerø. Dette hotellet har 700 senger fordelt på 300 romenheter (Quality Spa & Resort Kragerø, 2010), noe som også vises godt i overnattingsstatistikken der trafikktallene er om lag doblet fra 2006 til 2008. De to siste årene er imidlertid trafikken redusert, noe som kan skyldes at 'nyhetseffekten' er oppbrukt. Ellers i Kragerø er det Victoria hotell som er 'hotellet i byen' med 33 rom (Visit Kragerø, 2010), og Villa Bergland som har både rom og leiligheter.

Etableringen av Quality Spa & Resort førte til en vesentlig oppgang i hotelltrafikken i Kragerø, men fordelingen mellom Porsgrunn og Kragerø går ikke fram av statistikken. Kapasiteten er i dag større i Kragerø, men belegget kan være mer jamt fordelt over året i Porsgrunn, slik at trafikkfordelingen er ikke nødvendigvis

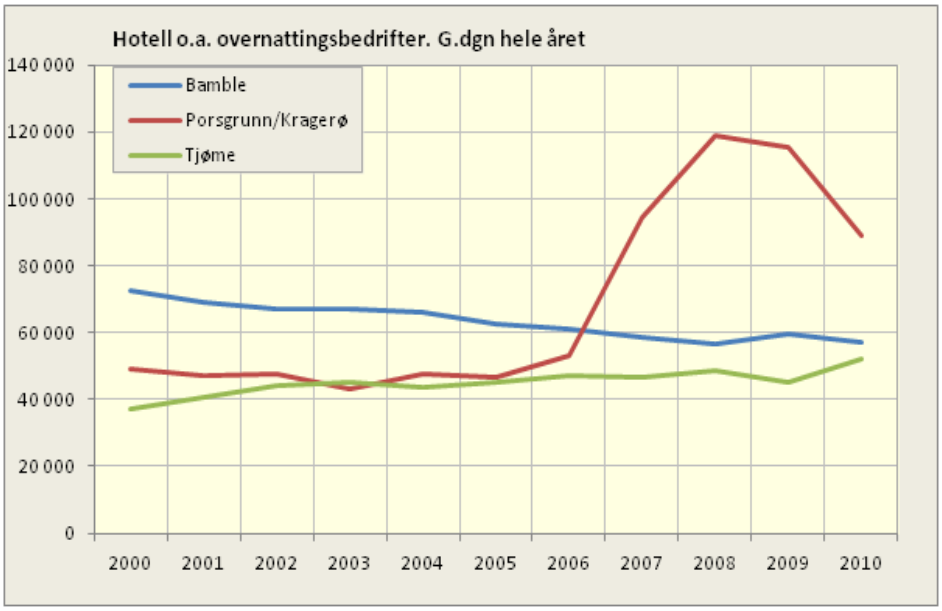
proporsjonalt fordelt med kapasiteten. I Tjøme har trafikken ligget i overkant av 40000 gjestedøgn stort sett i hele perioden uten de store svingningene, men med en svak positiv tendens. I Bamble har trafikken de siste 4-5 åra ligget rundt 60000 gjestedøgn, men trenden har vært nedadgående fra første halvdel av 2000-tallet. (Figur 30.)

I dette området er mye av den kommersielle ferie-/fritidsbetingede trafikken knyttet til campingplasser, campinghytter og hyttegrender. Vi har derfor sett hvordan utviklingen innenfor denne sektoren har vært i den samme perioden. På grunn av statistikktekniske forhold må områdeinndelingen avvike noe: Vi får separate tall for Kragerø alene, mens Tjøme er slått sammen med Tønsberg og Nøtterøy. Denne sammenslåingen har ingenting å bety for strukturen på trafikken, da alle plassene bortsett fra ett appartementsanlegg (i Tønsberg by) har relevant beliggenhet.

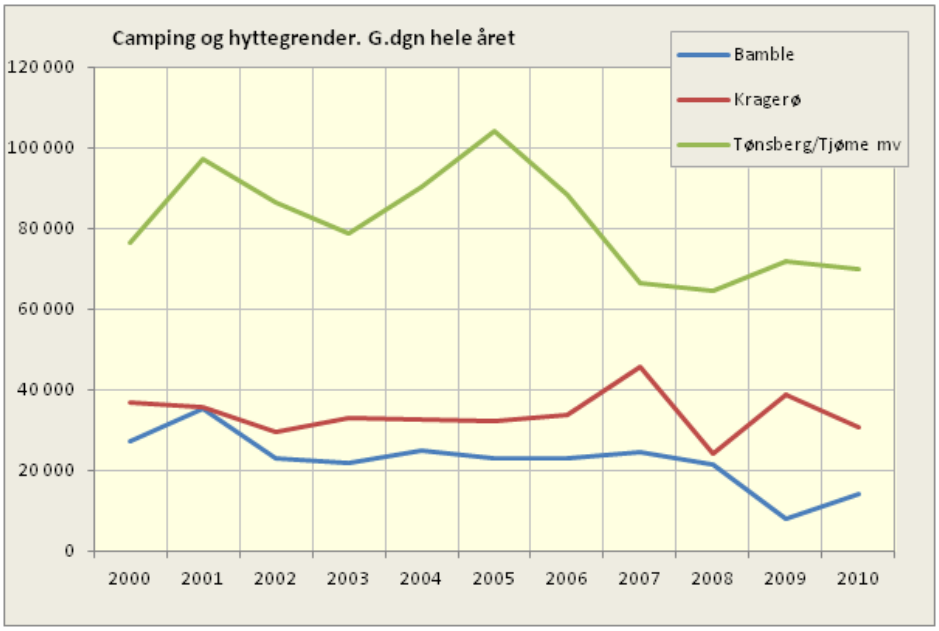
Det er registrert noe større svingninger fra år til år i denne sektoren enn i hotellsektoren. Det skyldes bl.a. at norsk ferietrafikk er preget av kortere planleggingshorisont og større væravhengighet enn både utenlandsk ferietrafikk og yrkesbetinget trafikk. Ikke alle bedrifter har heller alltid like gode rutiner for statistikkføringen, uten at vi vet om det er tilfelle her[18]. Tallene er også relativt beskjedne slik at enkelthendelser kan få store utslag i statistikken.

Fram til 2006-07 er de registrerte gjestedøgnstallene for Tjøme/Nøtterøy om lag tre ganger så store som for Kragerø og Bamble. Fra 2005 falt imidlertid tallene til i overkant av 60000 gjestedøgn i 2007, til et nivå der de syns å ha stabilisert seg deretter. Trafikken i Kragerø har i perioden ligget mellom 30000 og 40000 gjestedøgn, med enkelte større utslag helt mot slutten av perioden. I Bamble har det vært registrert i overkant av 20000 gjestedøgn i hele perioden, bortsett fra de to siste åra. Uansett hva nedgangen i 2009 skyldes, er det registrert en reduksjon også i 2010 i forhold til tallene tidligere i perioden. (Figur 31.) Det viktigste man kan trekke ut av disse tallene er at det også før forliset til Full City har vært fluktuasjoner i den registrerte kommersielle overnattingstrafikken, særlig for bedriftene i camping- og hyttegrendsektoren.

[18] Det kan imidlertid se ut som om det mangler tall for en større campingplass i Bamble i 2009 og muligens i Kragerø i 2008, men det kan også være feil i tallene fra SSB/Statistikknett.




*Figur 30: Gjestedøgn ved hoteller o.a. overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og referanseområdet Tjøme . 2000 - 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

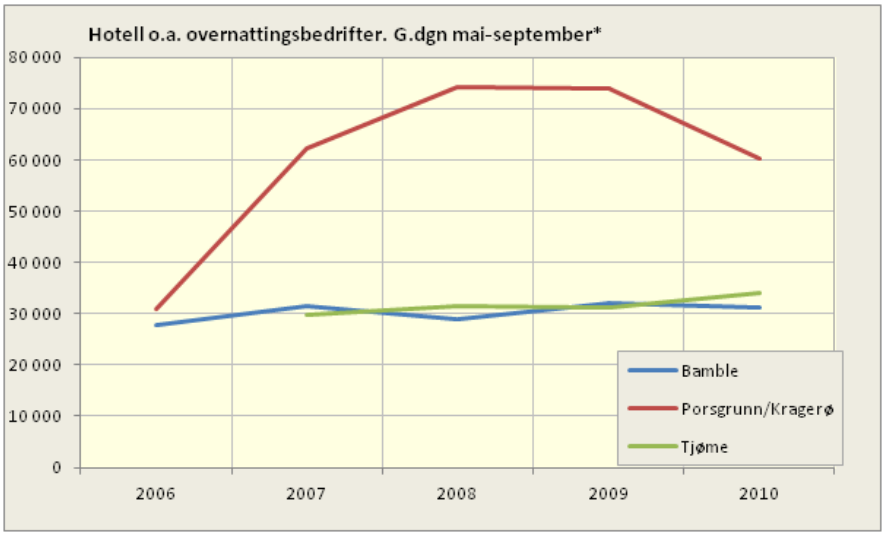



*Figur 31: Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og referanseområdet Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. 2000 -2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har i flg. tallene vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i Tjøme og Nøtterøy, men ellers har den registrerte kommersielle overnattingstrafikken i området økt (hotellene i Kragerø) eller holdt seg på et relativt stabilt nivå.

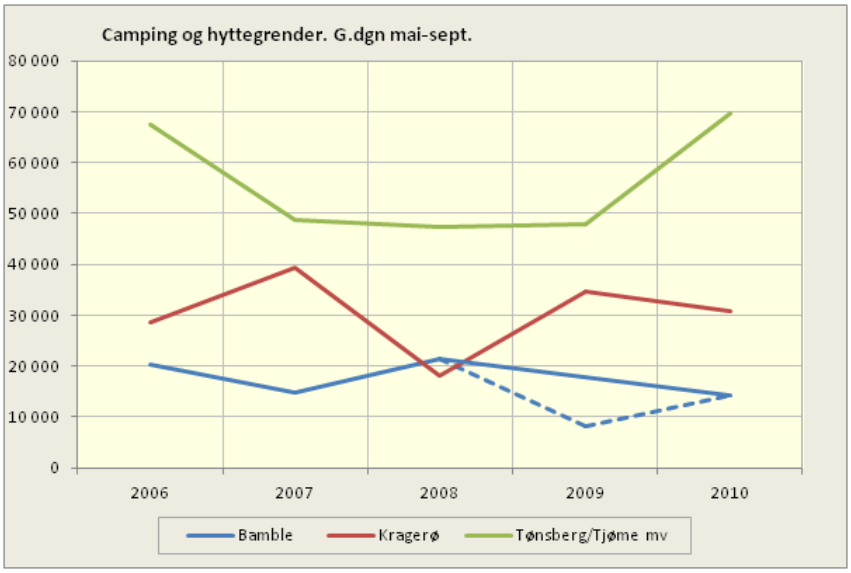
Ser vi nærmere på sommertrafikken som er den mest interessante i denne sammenheng, viser også den en stagnerende eller svakt tilbakegående tendens. Når det gjelder hotellene, er situasjonen i Kragerø sterkt preget av åpningen av det nye hotellet i 2007. I 2008 og 2009 var tallene på et stabilt høyt nivå, men med en reduksjon i 2010. Om lag halvparten av den samlede nedgangen i 2010 er kommet i de fem

sommermånedene. Det er likevel vanskelig å tolke langtidstrenden i tallene. Nye bedrifter kan trekke til seg gjester og trafikk som er preget av nyhetens nysgjerrighet, og som derfor kan være 'kunstig' høy innledningsvis. I Bamble og Tjøme har antallet gjestedøgn i sommermånedene mai-september vært tilnærmet konstant på ca 30000 gjestedøgn. (jfr Figur 32)




*Figur 32: Gjestedøgn ved hoteller og andre overnattingsbedrifter etter 'område' og år. Bamble, Porsgrunn/Kragerø og Tjøme. Mai-september 2006 - 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

Camping- og hyttegrendtallene i Bamble har pendlet mellom 15000 og 20000 gjestedøgn i sommermånedene i perioden 2006 til 2010, og er i 2010 tilbake på samme nivå som i 2007 (som var en sommer med mye regn). I Kragerø ser svingningene ut til å ha vært større fra år til år, forutsatt at det er de samme og/eller like mange bedrifter som har svart alle årene. Trafikken i Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy lå stabilt på i underkant av 50000 gjestedøgn i perioden 2007 til 2009. I 2010 er det en registrert en økning på ca 20 000 gjestedøgn til 70 000, dvs. like mange som i 2006. (jfr. Figur 33.)

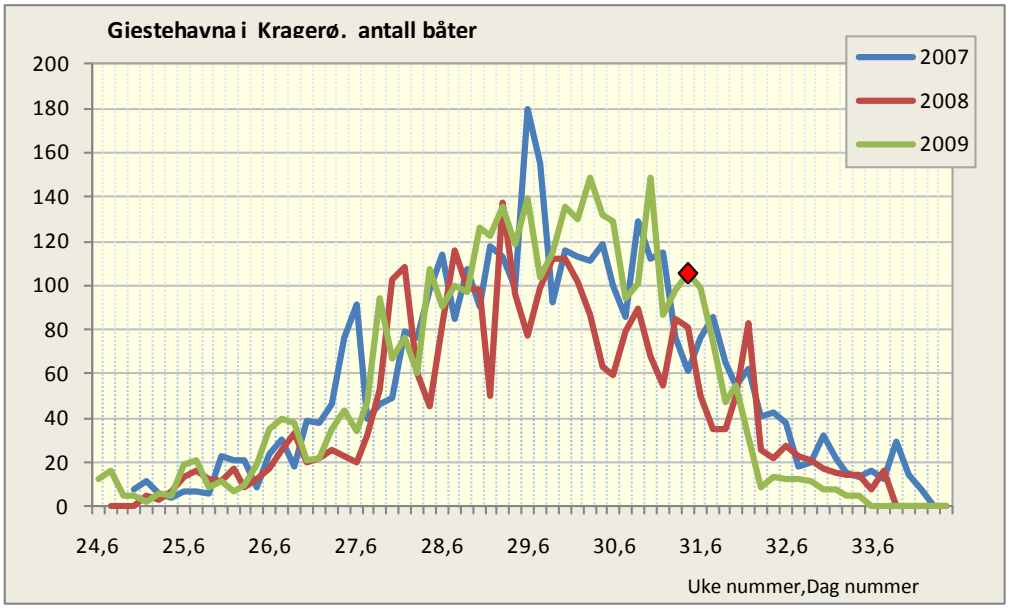



*Figur 33 : Gjestedøgn ved campingplasser og hyttegrender etter 'område' og år. Bamble, Kragerø og referanseområdet Tønsberg/Tjøme/Nøtterøy. Mai-september 2006 – 2010. Stiplet linje for Bamble er basert på registrert punkt for 2009 - heltrukket linje er interpolert mellom 2008 og 2010. Kilde: SSB/Statistikknett.com.*

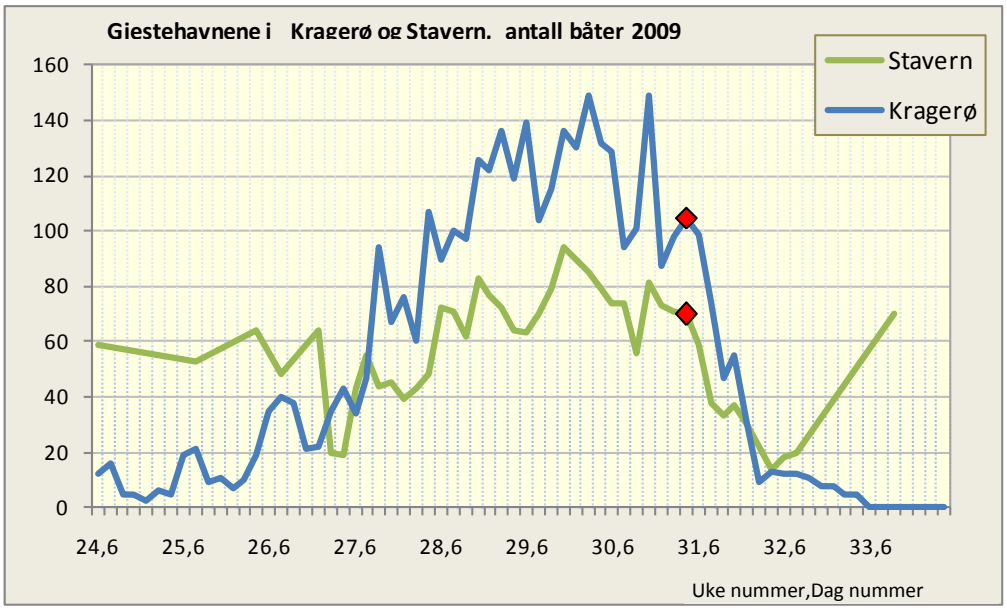
## 11.5 FRITIDSBÅTTRAFIKKEN

Det er også betydelig fritidsbåttrafikk i området, både i form av lokale, fritidshusbrukere og 'langfarere' på tur langs kysten. Det er rimelig å regne de deler av fritidsbåttrafikken som medfører overnattinger, som en del av reiselivet på linje med bobiler og campingvogner. I den grad man overnatter på plasser mot betaling i gjestehavner ol. vil de også være en del av det kommersielle reiselivet. Det har vært vanskelig å få oversikt over detaljerte gjestehavnstall, men vi har fått tilgang til hvor mange båter man har registrert pr. døgn i gjestehavna i Kragerø for åra 2007-2009 samt tilsvarende i Stavern for 2009-sesongen. Belegget i disse gjestehavnene gikk fort nedover etter forliset. Ser vi på tallene for Kragerø falt besøket svært raskt i august 2009 sammenliknet med de to foregående åra. Fritidsbåttrafikken er imidlertid svært væravhengig. Vi har vist tidligere (figur 16) at været jevnt over var dårlig i august 2009, med regn hver helg og relativt mye vind gjennom hele måneden. Det vil naturlig nok påvirke lysten til å dra på både lengre og kortere båtturer litt utenom hovedsesongen.

I hovedferier kan man ellers registrere stor pågang i gjestehavnene både i godt og i dårlig vær. I godt vær framfor alt fordi det er mange båter på vannet. I dårlig vær er det ikke så attraktivt å ligge i natur- og uthavner som i godt vær, og da trekker flere inn til gjestehavner.




*Figur 34: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø. 2007-2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. Kilde: SSB/Statistikknett.com (Tallene på x-aksen angir uke nummer og dag nummer i uka - 6=lørdag.)*




*Figur 35: Antall båter pr. døgn i gjestehavna i Kragerø og i Stavern i 2009. Tidspunkt for forliset er merket med et rødt kvadrat. Kilde: SSB/Statistikknett.com (Tallene på x-aksen angir uke nummer og dag nummer i uka - 6=lørdag.)*

## 11.6 OPPSUMMERING AV STATISTIKKEN

Reiselivsvirksomheten i området er framfor alt preget av nordmenns feriebruk av området i sommermånedene. Det er de privateide fritidsboligene som bidrar med de største gjestevolumene.

Det kommersielle reiselivet er sammensatt av flere gjestesegmenter i tillegg til rent ferie- og fritidsbetinget trafikk. Mange må overnatte kommersielt da de er på yrkesreise eller fordi de skal delta i ulike former for kurs eller konferansevirksomhet. Det er først og fremst den ferie- og fritidsbetingede trafikken man kunne forvente

ville bli fortrengt av oljesøl i populære ferie- og rekreasjonsområder. Det er derimot ikke forventet at verken den yrkesbetingede eller kurs- og konferansetrafikken i utgangspunktet skulle påvirkes negativt som en følge av oljesølet. Det er tvert imot registrert en viss kompensatorisk trafikk i form av tilreisende både fagfolk, media og ryddemannskaper (yrkesbetinget trafikk), uten at vi har nøyaktige tall for omfanget av denne trafikken. Den har neppe vært av stort omfang. Langtidstrenden for det kommersielle reiselivet i Bamble har, i flg. tallene, vært svakt negativ. Det har den også vært for camping og hyttegrender i referanseområdet Tjøme og Nøtterøy, men ellers har registrert trafikk i våre områder enten økt eller vist en stabil (stagnerende) tendens. Både i Bamble og i Kragerø syns yrkestrafikken på hotellene å ha økt, noe som kan indikere en viss kompensatorisk effekt. Mot en slik tolkning taler at økningen kunne registreres allerede i juli 2009 i Bamble, noe som ikke kan skyldes Full City-forliset. Det kan mest sannsynlig heller ikke økningen i Kragerø sommeren 2010. På Tjøme og Nøtterøy er det svært liten yrkesbetinget trafikk over hode. Volumtallene gir ikke umiddelbart inntrykk av store konsekvenser som evt. kan tilbakeføres til Full City-forliset.

Vi har i dette avsnittet utelukkende sett på volumtall, dvs. gjestedøgn, registrert ved de kommersielle overnattingsbedriftene. Gjestedøgn kan indikere mulige effekter, og evt. endringer i attraktivitet og attraksjonskraft, men sier i utgangspunktet ingenting om økonomiske konsekvenser. Det avgjørende er til syvende og sist er imidlertid om det kan registreres effekter på bedriftenes økonomi som kan tilbakeføres til forliset. For en del typer bedrifter, som attraksjons-/aktivitetsbedrifter og serveringsbedrifter, fins det heller ikke volumtall tilgjengelige, og en må derfor ha regnskapstallene for å kunne vurdere evt. effekter. Varige endringer må måles over tid både bakover og framover fra hendelsestidspunktet. På grunn av lignings- og regnskapsfrister for bedrifter, vil ikke bedriftsregnskapene kunne offentliggjøres før relativt sent på høsten for foregående regnskapsår. Vi har gått fire regnskapsår tilbake fra forliset og nå senhøstes 2011 er regnskapstall for året 2010 akkurat publisert. I den grad det vil være mulig å registrere regnskapsmessige effekter, vil det være som et avvik i 2010-regnskapene i forhold til de foregående åra. Dersom der skulle være betydelige effekter som slo inn umiddelbart etter forliset, vil det kunne avspeiles allerede i regnskapene for 2009.

# 12 ØKONOMITALL FOR REISELIVSNÆRINGEN OG TILKNYTTEDE NÆRINGER

Alle regnskapstall for bedrifter med offentlige regnskap blir offentliggjort fra Brønnøysundregistrene via Ravn info. Det gjelder alle aksjeselskaper. I næringer med mange selskaper med eierinteressene organisert i andre organisasjonsformer får en ikke tilgang til denne typen regnskapsdata uten videre. Denne typen data blir offentliggjort på foretaksnivå, slik at det blir enkelt selv å avgrense relevante bedrifter eller regioner. Selv om det ut fra antallet bedrifter kan se ut som om det mangler mye, er det gjennomgående de største, mest profesjonelle og stabile bedriftene som leverer regnskap som kan offentliggjøres. Målt i inntekter og lønnskostnader vil en derfor som regel dekke vesentlig mer av totaltallene enn andelen av bedriftene kan gi inntrykk av. Totalt sett dekker vi om lag en tredjedel av samtlige relevante bedrifter i området, men blant overnattingsbedriftene har vi tall for nær 60 % av antallet og en god del mer av omsetningen, vurdert etter de bedriftene som inngår. Særlig blant aktivitets- og attraksjonsbedriftene er det imidlertid stor spredning både i "genre" og størrelse, og der finner vi også mange mindre aktører, ofte organisert i selskapsformer som ikke plikter offentliggjøring av regnskapene. Blant serveringsbedriftene er det også stor spredning i type og størrelse, og i dette segmentet finner vi generelt mange som baserer seg på lokalmarkedet i store deler av året. I tabell 4 nedenfor har vi satt opp en oversikt over fordelingen av bedriftene i området og antallet som dekkes av regnskapsdata.

*Tabell 5 Antall relevante bedrifter i området og antall med regnskapsdata etter bedriftstype og kommune. Kilde: Ravn info.*

| Kommune | Ant. relevante bedrifter i alt | Ant. relevante m/regn-skapsdata | Overnatting: I alt | Overnatting: regnskap | Servering: I alt | Servering: regnskap | Aktivitet/attraksjon I alt | Aktivitet/attraksjon regnskap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bamble** | 28 | 10 | 3 | 2 | 16 | 7 | 9 | 1 |
| **Kragerø** | 27 | 6 | 7 | 3 | 15 | 1 | 5 | 2 |
| **Tjøme/Nøtterøy** | 23 | 8 | 6 | 4 | 10 | 2 | 7 | 2 |
| **Larvik** | 7+ | 3 | 3 | 2 | ? | 0 | 4 | 1 |
| **I alt** | 85+ | 27 | 19 | 11 | 41+ | 10 | 25 | 6 |

I denne delen av rapporten har vi, først og fremst på grunn av at utvalget av bedrifter er relativt begrenset, delt resultatene i to grupper i motsetning til tidligere i rapporten. Da vi har hatt muligheter til direkte å lokalisere de enkelte bedriftene, har det også vært mulig å inkludere de områdene som ble direkte berørt av påslag og oljesøl og ekskludere andre uavhengig av kommunegrenser. Vi bruker derfor her følgende inndeling:

- området med antatt målbare konsekvenser – Bamble, Kragerø og deler av Larvik (Nevlunghavn og Helgeroa) (se også kapittel 10.4, side 56) – i figurene kalt *influensområdet* som vi der har slått sammen med kjerneområdet
- referanseområdet Tjøme og Nøtterøy (område som ikke er berørt)

Som det framgår av tabellen ovenfor, ser vi på bedriftene separat for hver enkelt næringsgruppe. Det er gjort fordi det kan avtegne seg forskjeller da markedsgrunnlaget vil (kunne) variere mellom bedrifter i ulike næringsgrupper. Vi ser derfor på følgende tre grupper:

- overnattingsbedrifter (næringskode 55000)
- attraksjons- og aktivitetsbedrifter (næringskode 93200)
- serveringsbedrifter (næringskode 56000)

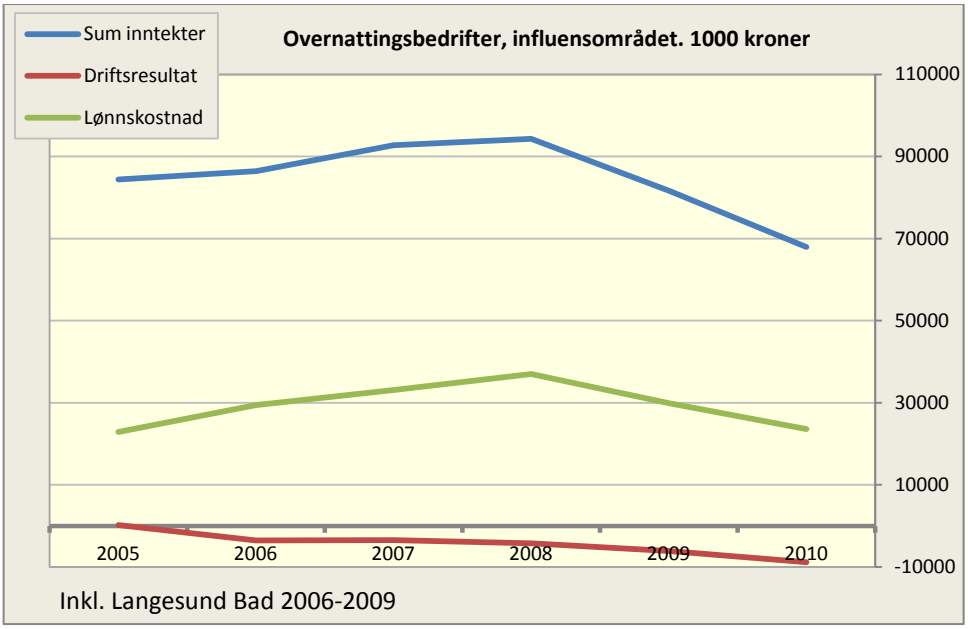
Som tre enkle og relativt sammenliknbare mål har vi brukt samlede inntekter[19], driftsresultat og lønnskostnad. Summen av driftsresultatet og lønnskostnadene gir dessuten samtidig et forenklet uttrykk for verdiskapingen som disse bedriftene står for.

## 12.1 OVERNATTINGSBEDRIFTER

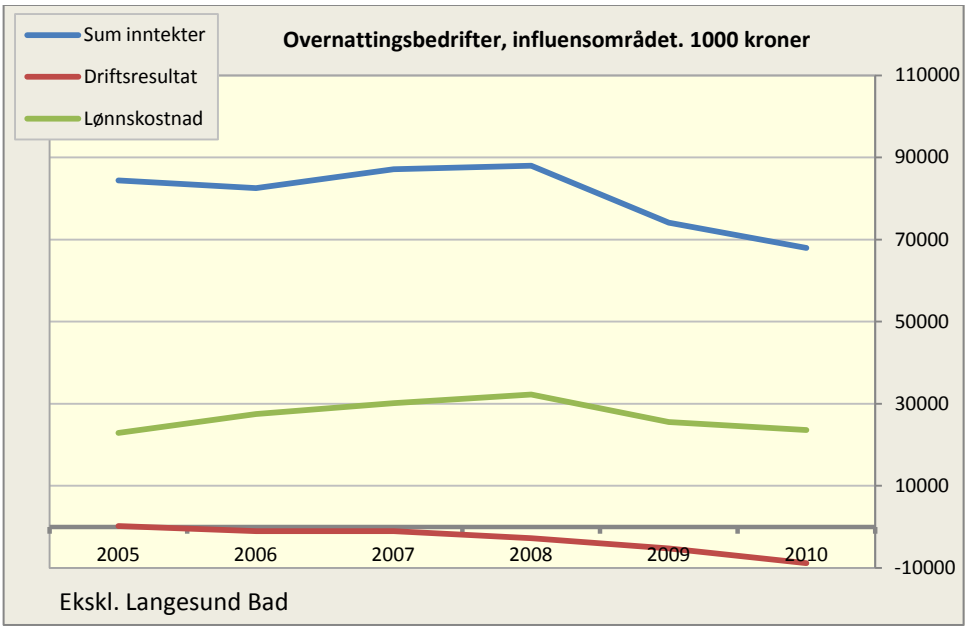
Som det framgår av foregående tabell, er det i alt 19 overnattingsbedrifter som skulle være relevante å undersøke i denne sammenhengen, og at det fins regnskapsdata tilgjenglig for 11 av disse. For ni av bedriftene er det oppgitt data for hele perioden 2005-2010. En av de mindre hytteutleiebedriftene har oppgitt tall for perioden 2007-2010, mens Langesund Bad er inkludert i åra 2006-2009. Langesund Bad er den bedriften som trolig står i fare for å være hardest rammet, men som ikke har publisert resultatregnskapet for 2010. Samtidig er også den bedriften i en byggefase, med renovering/utbygging av hotelldelen, samt planer om 130 leiligheter for boligformål i nærområdet til hotellet. Driftsresultatet var negativt i de åra vi har regnskap for, men driftsunderskuddet var bare halvparten så stort i 2009 som i 2008. Det største driftsunderskottet er det imidlertid Quality Skjærgården som står for, men det er også den bedriften som har størst omsetning, om lag tre fjerdedeler av det som er registrert.

Overnattingsbedriftene i influensområdet ser ikke ut til å ha registrert en vesentlig annerledes utvikling de siste åra sammenliknet med referanseområdet. Visselig har inntektene gått noe opp i 2010 og bidratt til å redusere driftsunderskottet i 2010, men utviklingen på sammenliknbare bedrifter i influensområdet er ikke ulik. Tallene i referanseområdet er helt dominert av utviklingen ved Engø Gård alene, som er den største av bedriftene i referanseområdet, og som står for over 80 % av omsetningen (Figur 36 til Figur 38).

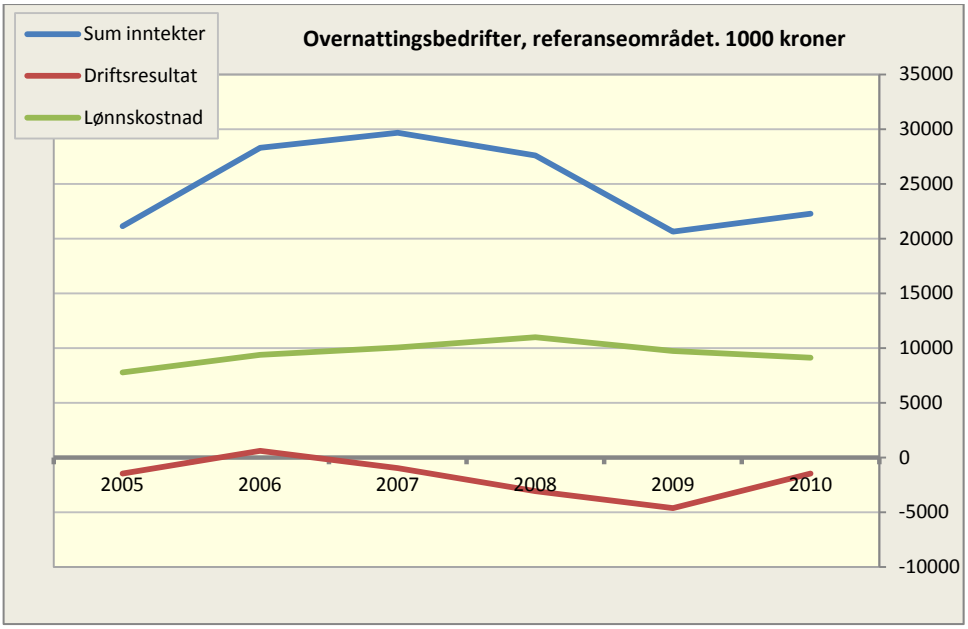
[19] Ekskl. finansinntekter.




*Figur 36: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter inkl. Langesund Bad. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info.*




*Figur 37: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter ekskl. Langesund Bad. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info.*

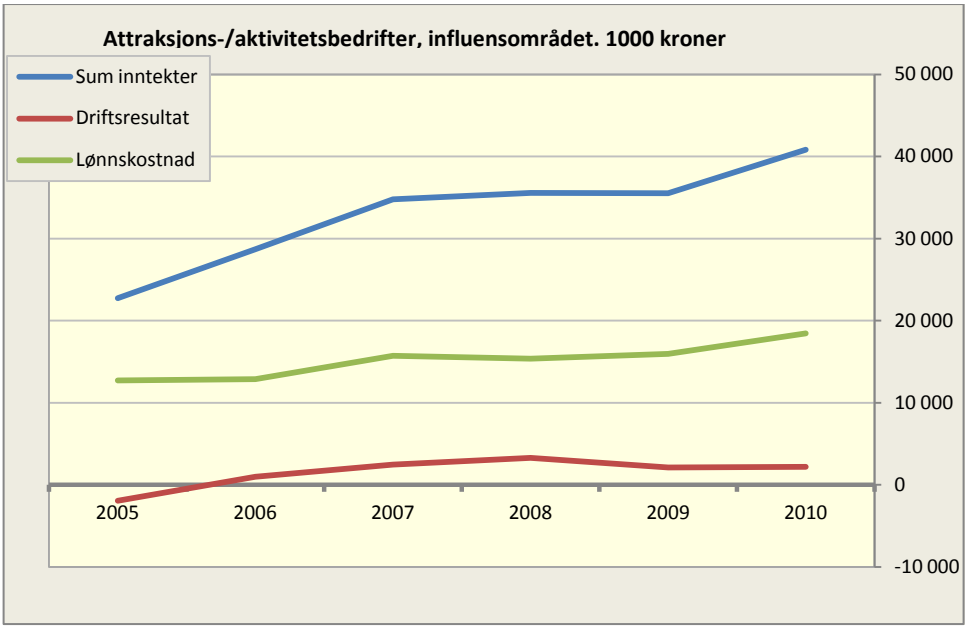



*Figur 38: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Overnattingsbedrifter. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info.*

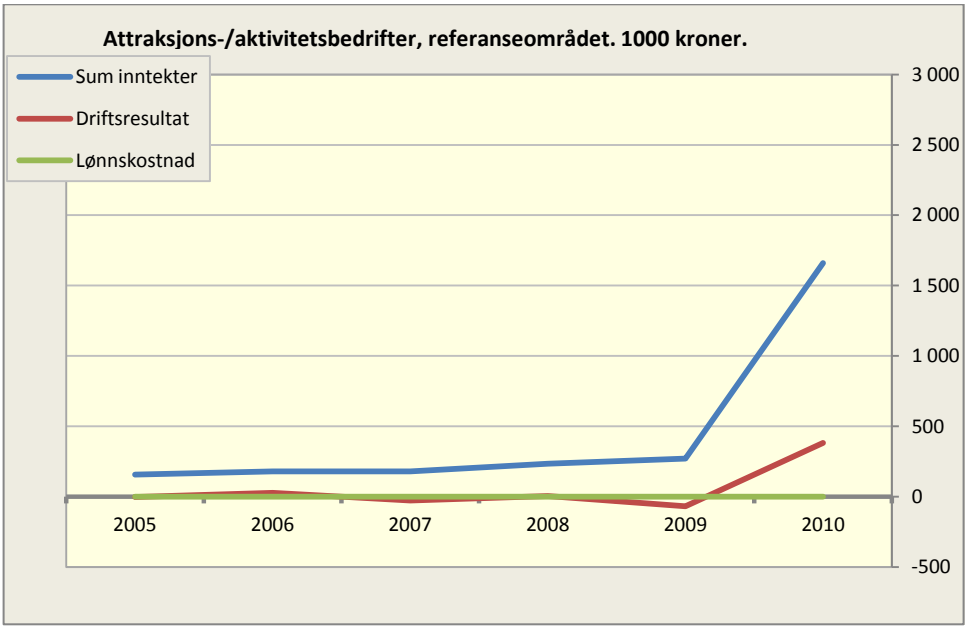
## 12.2 ATTRAKSJONS OG AKTIVITETSBEDRIFTER

Innenfor denne sektoren er det i alt 25 registrerte bedrifter, og vi har regnskapsdata for seks av disse, altså ca en fjerdedel. Fire av disse er lokalisert til influensområdet og to i referanseområdet. Kragerø fjordbåtselskap er den absolutt dominerende bedriften her med rundt 36 mill i omsetning, de øvrige er relativt små.

I influensområdet er omsetning og sysselsetting økt noe, mens driftsresultatet har vært tilnærmet konstant i de åra vi har sett på, om man ser bort fra en liten nedgang de to siste åra sammenliknet med toppåret 2007. I referanseområdet er det vesentlig økt aktivitet i Tønsberg Marina som mer enn doblet resultatet i 2010. Dette kan neppe tilbakeføres til noe som har med Full City-forliset å gjøre.




*Figur 39: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Attraksjons- og aktivitetsbedrifter. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info.*



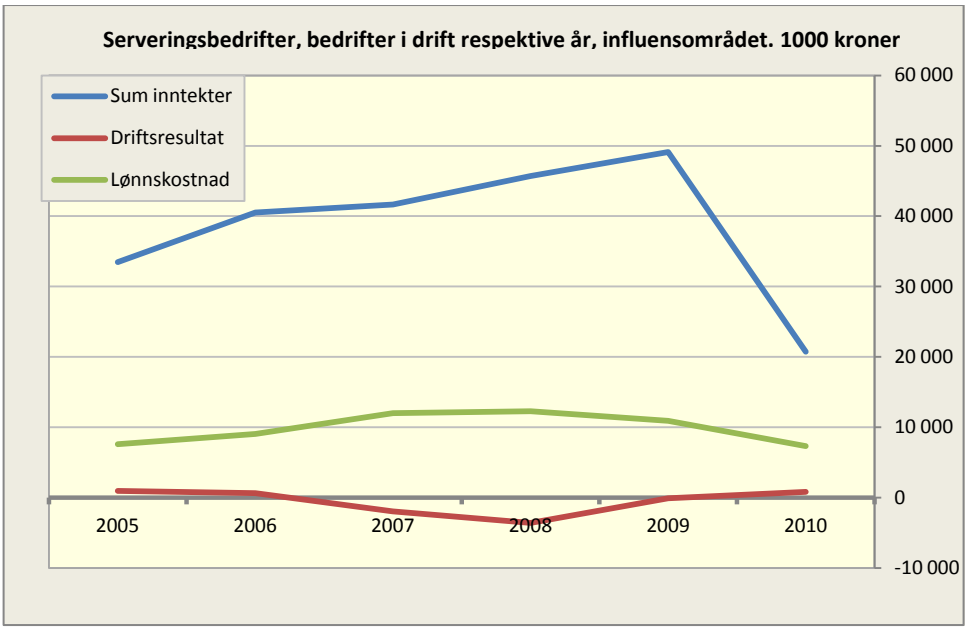

*Figur 40: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Attraksjons- og aktivitetsbedrifter. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info*

### 12.3 SERVERINGSBEDRIFTER

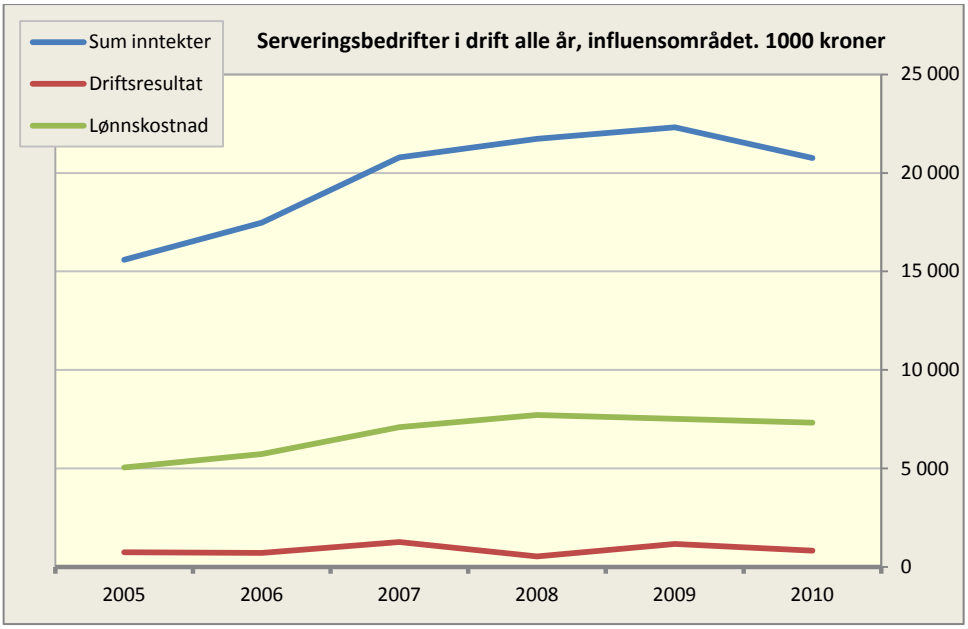
Det er registrert 41 serveringsbedrifter i kommunene Bamble, Kragerø, Tjøme og Nøtterøy. Vi har regnskapsdata for 10 av disse som er relevante. Serveringsbransjen er en bransje som normalt baserer seg på lokalmarkedet og ofte er preget av ustabile forhold. Det ser også ut til å prege situasjonen i influensområdet. Det er seks av serveringsbedriftene som har vært i kontinuerlig drift i hele perioden 2005-2010, mens fire er blitt borte i løpet av perioden. To av disse baserte seg på turistmarkedet i hhv. Valle og Portør, og har slitt

med driften i flere år. Et cateringselskap er lagt ned, mens Wrightegaarden som konsertarrangør har inngått styrt akkord i løpet av 2010 på grunn av akkumulert gjeld på 4,5 millioner kr. Bedriften har vært i full drift i 2011, blant annet med et tett konsertprogram fra sankthans til medio august. Det holdes også mindre konserter under resten av året, andre arrangementer som julemarked samt vanlig serveringsdrift.

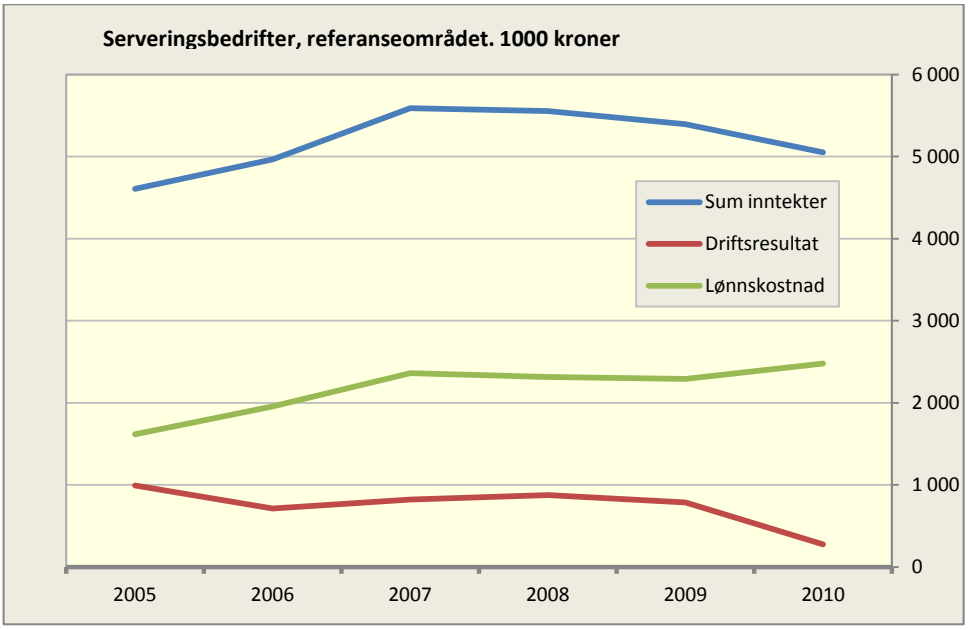
Det er særlig situasjonen ved Wrightegaarden som påvirker det samlede bildet av økonomien i serverings-bedriftene i influensområdet, og som førte til en inntektsreduksjon på ca 30 millioner i 2010 (Figur 41) Utviklingen for de serveringsbedriftene som har vært i drift samtlige av de seks åra, er utviklingen vesentlige jevnere og driftsresultatet har vært positivt alle åra. Disse bedriftene har sitt hovedmarked lokalt (Figur 42). De to serveringsbedriftene i referanseområdet har hatt en noe mer negativ utvikling i de siste 3-4 åra enn i influensområdet (Figur 43). Serveringsbedriftene i referanseområdet baserer en større del av sitt marked på tilreisende turister enn dem i influensområdet, og der har en registrert en svikt særlig i campingtrafikken de senere åra.




*Figur 41: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift respektive år. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info*




*Figur 42: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift samtlige år. Influensområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info*




*Figur 43: Inntekter, driftsresultat og lønnskostnader. Serveringsbedrifter i drift samtlige år. Referanseområdet. 1000 kr. 2005-2010. Kilde: Ravn Info*

# 13 ØKONOMISKE EFFEKTER – SAMLET VURDERING

Vi har registrert en relativt svak utvikling blant reiselivsbedriftene både i influens- og referanseområdet i de senere åra.

Det kan gjøres et unntak for aktivitets-/attraksjonsbedriftene. Disse har vist en positiv tendens i omsetningen, uten at det har gitt seg tilsvarende utslag i driftsresultatet. Tallene for disse bedriftene domineres dog framfor alt av utviklingen i Kragerø Fjordbåtselskap som her er inkludert som for aktivitets-/attraksjonsbedrift. Aktivitetstilbudene utgjør dog en mindre del av hele virksomheten, uten at splitten framgår av tilgjengelige regnskapstall.

Den overordende konklusjonen og svar på spørsmålet om utviklingen i næringen i den grad det kan tilbakeføres til ulykken, er følgende: Datagrunnlag, samtaler og intervjuer med de berørte aktørene, og forløpet i eksterne forhold som vær og vind med mer, tilsier at Full City-forliset ikke har medført vesentlige økonomiske konsekvenser for næringen som helhet. Den utviklingen som næringen som en helhet har gjennomløpt i tidsrommet etter ulykken, skiller seg ikke vesentlig fra utviklingen i referanseområdet.

Det er også noen mangler i foreliggende regnskapsmateriale, men dog neppe slik at det gir et feilaktig inntrykk på næringsnivå. Vi mener den gitte konklusjonen er rimelig robust i forhold til manglende datamateriale.

Det betyr ikke at ikke enkeltbedrifter kan ha merket redusert etterspørsel, i første rekke i skuldersesongen direkte etter forliset. Enkelte bedrifter kan ha opplevd kompensatorisk trafikk i form av forlegning og forpleining av opprydningsmannskap og lignende. En svikt i trafikken vil naturligvis for den enkelte bedrift være av større betydning i den grad den forverrer en på forhånd anstrengt situasjon.

Tidspunktet i slutten av ferieperioden og været som ble registrert i august det året, tilsier at en etterspørselssvikt på enkeltbedriftnivå ikke nødvendigvis i sin helhet vil kunne tilbakeføres til konsekvenser av Full City-forliset.

## REFERANSER


Altin, D. (2008). *Giftighet av bunkersolje fra M/S Server og M/S Rocknes. Sammendragsrapport.* ( No. SINTEF A5634) (s. 7). SINTEF.

Arnesen, T., Ericsson, B., & Hagen, S. E. (2010). *"Full City" og reiselivet. Analyse av virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra "Full City"-ulykken. En underveisrapport* (ØF-rapport No. 14/2010) (s. 82). Lillehammer: Østlandsforskning. Hentet fra http://www.ostforsk.no/rapport/pdf/142010.pdf

Beredskabsstyrelsen. (2005). *Beredskabets indsats i forbindelse med orkanen 8. januar 2005. En tværgående erfaringsopsamling.* Beredskabsstyrelsen, Danmark. Hentet fra http://www.brs.dk/folder/orkan2005/Orkanrapport_8januar2005.pdf

Bjerløv Karlsen, A. (2009a, august 3). Fiskefestivalen går sin gang. *Langesund Blad.* Langesund. Hentet fra http://www.pd.no/langesunds_blad/article4496120.ece

Bjerløv Karlsen, A. (2009b, august 10). Fanget mer fisk enn i fjor. *Langesund Blad.* Langesund. Hentet fra http://www.pd.no/langesunds_blad/article4508691.ece

Boitsov, S., & Klungsøyr, J. (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"* (Rapport) (s. 24). Bergen: Havforskningsinstituttet. Hentet fra http://www.kystverket.no/arch/_img/10048361.pdf

Boitsov, S., Klungsøyr, J., & Steen, H. (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City". Rapport 3.* (Rapport) (s. 15). Bergen: Havforskningsinstituttet. Hentet fra http://www.imr.no/filarkiv/2010/06/rapport_full_city_iii_21jun2010.pdf/nb-no

Claussen, M. W. (2009a, august 3). Oljesølet har nådd Mandal. *Aftenposten.* Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195799.ece

Claussen, M. W. (2009b, juli 31). Olje truer hele sørlandskysten. *Aftenposten.* Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195799.ece

Dimmen, A. (Sjøsikkerhetsdirektør, Kystverket). (2009, desember 9). *Overså Kyststaten "Full City"?* Presentert på Kystverkkonferansen 2009, Svolvær.

Fiskeri- og kystdepartementet. (2009, november 13). Prop. 52 S (2009-2010) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) Endringer i statsbudsjettet for 2009 under Fiskeri- og kystdepartementet. Tilråding fra Fiskeri- og kystdepartementet av 13. november 2009, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Stoltenberg II). Fiskeri- og kystdepartementet. Hentet fra http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/dok/regpubl/prop/2009-2010/prop-52-s-2009-2010.html?id=585716

Folkehelseinstituttet. (2008, april 7). Dioksiner og dl-PCB - faktaark. Hentet februar 9, 2010, fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5648&MainArea_5661=5648:0:15,2917:1:0:0:::0:0&MainLeft_5648=5544:67050::1:5590:2:::0:0

Hanchen Michelsen, J. (2009, august 7). Oljesølet: Fiskefestival på egen risiko. *Båtliv*. Hentet fra http://www.batliv.com/wip4/detail_print.epl?id=438199

Hauge, M. T. (2009a, august 2). Oljen har nådd Risør. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3197287.ece

Hauge, M. T. (2009b, august 2). Tilsølt fugl skal rehabiliteres. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3197287.ece

Hauge, M. T. (2009c, august 1). Dyrevernere raser mot Oddekalv. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196452.ece

Hauge, M. T., & Olsen, K. (2009, august 1). Skyter oljeskadede fugler i skjærgården. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196247.ece

Haugestøl, G. L., Salomonsen, G. R., & Lenes, G. (2010). *Undersøkelser av olje i sediment i friluftslivsområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City*. (Rapport No. 5014575) (s. 41). Oslo: Norconsult AS. Hentet fra http://www.kystverket.no/arch/_img/10091636.pdf

Holgersen, Jon Dagsland. (2009, august 3). Oljesølet kan gjøre dobbel skade. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3198625.ece

Hultgren, J., & Ramsdal, R. (2009, august 3). Rullesteinene holder på oljen. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3199807.ece

Isaksen, Å. (2009, august 12). Langesund Fiskefestival 2009. *Fiskesjuk*. Blog, . Hentet februar 9, 2010, fra http://fiskesjuk.blogspot.com/2009/08/langesund-fiskefestival-2009.html

Jomfruland.net. (2009). Forsiktig med sjømat nå! | Jomfruland.net. Hentet november 16, 2010, fra http://www.jomfruland.net/?p=1723

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2008, mai 22). PAH. *Mioljøstatus i Norge*. Hentet februar 9, 2010, fra http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Noen-farlige-kjemikalier/PAH/

Klima- og forurensningsdirektoratet. (2009, april 17). PCB. Hentet februar 9, 2010, fra http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Noen-farlige-kjemikalier/PCB/

Kystverket. (2009a, 02). «Full City»-rapport: Om lag 2500 sjøfugl omkom. Hentet mars 18, 2010, a fra http://www.kystverket.no/default.aspx?did=9924406

Kystverket. (2009b, 07). Sjømatprøver etter "Full City"-havariet analysert. Hentet februar 9, 2010, b fra http://www.kystverket.no/default.aspx?did=9924406

Kystverket. (2009c, august 12). Oppdatert samleside: Oljevernaksjon etter «Full City»-havariet. *Oppdatert samleside: Oljevernaksjon etter «Full City»-havariet*. Hentet februar 9, 2010, c fra http://www.kystverket.no/?did=9909635

Kystverket. (2010a, mars 29). Samleside: Miljørapporter etter «Full City». *Samleside: Miljørapporter etter «Full City»*. Hentet november 1, 2010, a fra http://www.kystverket.no/?did=10049623

Kystverket. (2010b). *Fant ikke forurenset fisk etter "Full City"-havariet*. Hentet fra http://www.kystverket.no/?did=10048363

Langesund Fiskefestival. (2009). Program for Langesund Fiskefestival 2009. LFF. Hentet fra http://www.adobe.com/no/products/acrobat/readstep2.html

Leschine, T. (2002). Oil Spills and the Social Amplification and Attenuation of Risk. *Spill Science & Technology Bulletin*, *7*(1-2), 63-73.

Lorentsen, S.-H., Bakken, V., Christensen-Dalsgaard, S., Follestad, A., Røv, N., & Winnem, A. (2010). *Akutt skadeomfang og herkomst for sjøfugl etter MV Full City-forliset* (NINA Rapport No. 548) (s. 48). Trondheim: NINA - Norsk Institutt for Naturforskning. Hentet fra http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2010/548.pdf

Mattilsynet. (2005, desember 13). Kostholdsråd i norske havner og fjorder: en historisk oversikt fra 1960-tallet fram til i dag. Hentet februar 9, 2010, fra http://www.mattilsynet.no/publikasjoner/rapporter/mat/2005/kostholdsr_d_i_norske_havner_og_fjorder__en_historisk_oversikt_fra_1960_tallet_fram_til_i_dag_29799

Mattilsynet. (2009, august 5). Kostholdsråd i forbindelse med Full City-forliset. Hentet februar 9, 2010, fra http://www.mattilsynet.no/aktuelt/kostholdsr_d_i_forbindelse_med_full_city_forliset_72176

Mattilsynet. (2010a, juni 29). Opphever kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset. *Opphever kostholdsråd om blåskjell i forbindelse med Full City-forliset*. Hentet november 1, 2010, a fra http://matportalen.no/Matportalen/artikler/2010/6/1277200118.59

Mattilsynet. (2010b, mars 16). Revidert kostholdsråd i forbindelse med Full City-forliset. Hentet mars 16, 2010, b fra http://matportalen.no/artikler/2010/3/1268723983.32

Miljøverndepartementet. (2009). Erik Solheim til Langesund forbindelse med Full City-forliset og vasking av sjøfugl - regjeringen.no. Hentet november 16, 2010, fra http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressesenter/pressemeldinger/2009/erik-solheim-til-langesund-forbindelse-m.html?id=572991

Molotch, H., & Lester, M. (1975). Accidental News: The Great Oil Spill as Local Occurrence and National Event. *The American Journal of Sociology*, *81*(2), 235-260.

Molotch, H., & Lester, M. (1999). Accidents, scandals, and routines: Resources for insurgent methodology. *Critical Sociology*, *25*(2-3), 247.

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. (2009a, august 6). Analyserer sjømat etter oljeutslipp. *Analyserer sjømat etter oljeutslipp*. Hentet februar 9, 2010, a fra http://www.nifes.no/index.php?page_id=126&article_id=3076

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. (2009b, september 7). Opprettholder kostholdsråd etter "Full City" forliset. *Opprettholder kostholdsråd etter "Full City" forliset*. Matprotalen, . Hentet februar 9, 2010, b fra http://matportalen.no/Matportalen/artikler/2009/9/1252318722.22

Norborg, R. W., Rørvik Salomonsen, G., & Lundsør, E. (2010). *Undersøkelser av olje på sjøbunn og i sediment ved Såstein ogi Krogshavn etter havariet av Full City*. (s. 35). Oslo: Norconsult AS. Hentet fra http://www.kystverket.no/arch/_img/10021610.pdf

Norges Forskningsråd. (2008). *Nordisk blikk på samfunnssikkerhet. Rapport fra konferanse 1. – 2. september 2008*. Program Samfunnssikkerhet og risiko - SAMRISK (s. 49). Oslo: Norges Forskningsråd.

NRK Nordland. (2009, 12). Full City-forliset: -Vi gjorde ingenting feil, men overså båten. *Vi gjorde ingenting feil, men overså båten*. Hentet august 2, 2010, fra http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nordland/1.6893798

NRK Nyheter Telemark. (2009). Selger fortsatt fisk i Langesund. Hentet november 16, 2010, fra http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostafjells/telemark/1.6736319

NRK Telemark. (2009). Får ikke hjelpe til å rydde oljesøl - Telemark - NRK Nyheter. *Får ikke hjelpe til å rydde oljesøl*. Hentet november 15, 2010, fra http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostafjells/telemark/1.6718566

NTB. (2009a, august 1). Uoversiktlig om bord i havaristen. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196199.ece

NTB. (2009b, august 4). Tusenvis av fugl skadet etter Full City-forliset. *Vårt Land*. Oslo. Hentet fra http://www.vl.no/samfunn/article4498145.ece

Prosjektet: Kystopplevelser i Tvedestrand. (2009). Skjærgårdsmat – faren over? *Prosjektet "Aktiv forvaltning av marine naturverdier i kystsonen"*. Hentet november 16, 2010, fra http://www.itvedestrand.no/page/2/

Quality Spa & Resort Kragerø. (2010). Quality Spa & Resort Kragerø. Hentet november 15, 2010, fra http://www.kragerosparesort.no/hotell2.asp?pid=4&bid=30

Sandefjord Lufthavn, Torp. (2010). Passasjerutvikling 2009 Sandefjord Lufthavn Torp. Sandefjord Lufthavn, Torp. Hentet fra http://www.torp.no/Pages/Artikkel.aspx?pkMenu=88&pksMenu=163&Language=NO

Sandvik, J. (2009, august 1). Folkevandring til tilsølte Mølen. *Aftenposten*. Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3196978.ece

Skår, M., Øian, H., Vistad, O. I., & Andersen, O. (2010). *Full City- havariet: effekter på friluftsliv sommeren 2010* (NINA Rapport No. 633) (s. 96). Lillehammer: NINA - Norsk Institutt for Naturforskning.

Sletner, T. C., Hatlen, K., Jensen, N., Meaas, A. C., & Fredriksen, F. J. (2010). *Stille etter stormen? Hva "Full City" har lært oss om norsk oljevern.* (s. 32). Oslo: World Wildlife Fund (WWF).

SSB. (2009a). Havnestatistikk. Antall anløp, etter skipstype. 3. kvartal 2009. SSB. Hentet fra http://www.ssb.no/emner/10/12/60/havn/tab-2010-02-11-05.html

SSB. (2009b). Fergetransport mellom Norge og utlandet. Antall passasjerer og kjøretøy, etter havn. 3. kvartal 2009. SSB. Hentet fra http://www.ssb.no/emner/10/12/60/havn/tab-2010-02-11-04.html

SSB - Statistics Norway. (2011). Fergetransport mellom Norge og utlandet. Passasjerer og last, etter havn og lastetype. *Statistikkbanken.* Hentet november 29, 2011, fra http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=havn

Statoil. (2002). Interfuel IF 380. Statoil. Hentet fra www.statoil.no/file_archive/brosjyrer/InterfuelIF380.pdf

Tangen, J. E., & Tangen, S. (2008). *Nye Grenlandsboka. Natur, friluftsliv, lokalhistorie turguide.* Porsgrunn / Tangen: Tangen Vilje. Hentet fra www.grenlandsboka.no

Torgersen, H. O., & Holgersen, J. D. (2009, juli 31). Frykter store ødeleggelser. *Aftenposten.* Olso. Hentet fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article3195082.ece

Vekst i Grenland - ViG. (2010). HENVENDELSE TIL FISKERI- OG KYSTDIREKTORATET OM SAMARBEID ETTER OLJEULYKKEN «FULL CITY». Hentet november 16, 2010, fra http://www.vig.no/site/Vekst-i-Grenland/Arkiv/Nyheter/HENVENDELSE-TIL-FISKERI-OG-KYSTDIREKTORATET-OM-SAMARBEID-ETTER-OLJEULYKKEN-FULL-CITY

Verdens Gang - VG. (2009). Full strid om drap på oljeskadde fugler. Hentet november 16, 2010, fra http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=556018

Verdens Gang - VG. (2009a). - Sørlandskysten vil bli et oljebad. Hentet november 16, 2010, a fra http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=556016

Verdens Gang - VG. (2009b). - Nå er badesesongen ødelagt. Hentet november 16, 2010, b fra http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=555891

Verdens Gang - VG. (2009c). Miljøeksperter: - Kan bli en stor miljøkatastrofe. Hentet november 16, 2010, c fra http://www.vg.no/nyheter/innenriks/artikkel.php?artid=555879

Visit Kragerø. (2010). Overnatting - Kragerø. Hentet november 15, 2010, fra http://www.visitkragero.no/pages/overnatting/42383

Wolf, Ø. (2009, august 3). Det nytter å vaske sjøfugl. Hentet fra http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostfold/1.6717454

Yender, R., Lord, J. M., & Lord, C. (2002). *Managing Seafood Safety after an Oil Spill.* (s. 72). Seattle: Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. Hentet fra http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.3883&rep=rep1&type=pdf

Økland, T. (2005). *Kostholdsråd i norske havner og fjorder: en historisk oversikt fra 1960-tallet fram til i dag.* Berfald & co (s. 272). Oslo. Hentet fra http://www.mattilsynet.no/mattilsynet/multimedia/archive/00018/Ny_rapport__Kosthold_18114a.pdf

**”Full City” og reiselivet.**

**Økonomiske virkninger på reiselivet av oljeutslipp fra ”Full City”-ulykken. Sluttrapport.**

**ØF-Rapport nr. 20/2011**

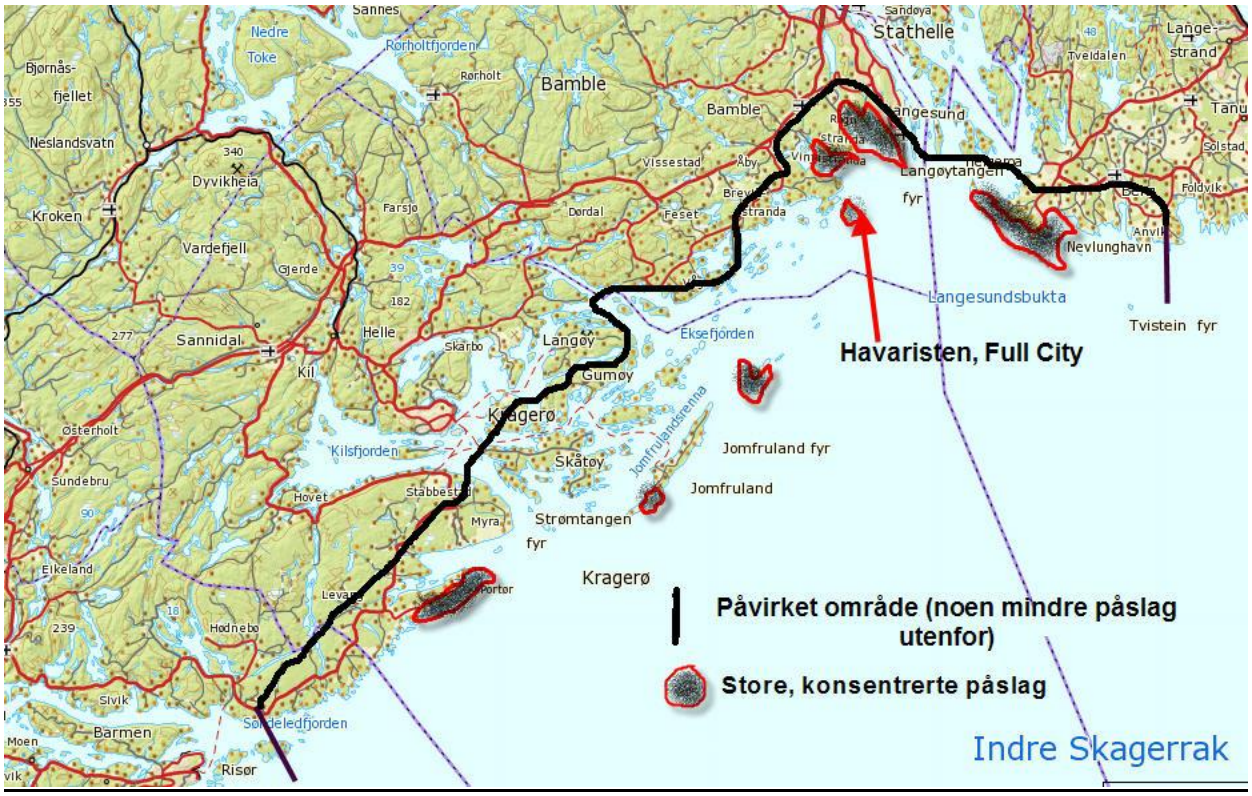
**ISBN nr: 978-82-7356-696-6**

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet ”Full City”

Rapport utarbeidet på oppdrag for Kystverket

KYSTVERKET




14.09.2009

Havforskningsinstituttet

# PROSJEKTRAPPORT

| |
|---|
| **Distribusjon:** Åpen |
| **HI-prosjektnr.:** 13044 |
| **Oppdragsgiver(e):** Kystverket |
| **Oppdragsgivers referanse:** Kontrakt Kystverket |


HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

| **Tromsø** | **Flødevigen** | **Austevoll** | **Matre** |
|---|---|---|---|
| 9294 TROMSØ | 4817 HIS | 5392 STOREBØ | 5984 MATREDAL |
| Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 37 05 90 00 | Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 55 23 85 00 |
| Fax 77 60 97 01 | Fax 37 05 90 01 | Fax 56 18 22 22 | Fax 56 36 75 85 |


| | |
|---|---|
| **Dato:** 14.09.2009 | |
| **Program:** Olje-Fisk | |
| **Forskningsgruppe:** 429 Marin Miljøkvalitet | |
| **Antall sider totalt:** 20 | |

| | |
|---|---|
| **Rapport:** Miljøundersøkelser rundt lasteskipet ”Full City” | **Nr. - År** 2009 |
| **Tittel (norsk/engelsk):** Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet ”Full City” | |
| **Forfatter(e):** S. Boitsov<br>J. Klungsøyr | |


**Sammendrag (norsk):**

Havforskningsinstituttet har gjennomført målinger av oljeforurensning og PAH i sjøvann fisk og skalldyr etter oljeutslippet fra lasteskipet ”Full City”. Nært havaristen ble det funnet markert forurensing i blåskjell og litt forhøyete nivåer i fisk Det er ikke funnet forhøyete nivåer av oljeforurensing i fisk, krabbe og sjøvann tatt i avstand fra skipet.

**Summary (English):**
Institute of Marine Research has carried out analysis of oil contamination and PAH in seawater, fish and shellfish after the oil spill from the cargo vessel “Full City”. Elevated and slightly levels of contaminants was found in blue mussels and fish respectively. At distance from the wreck the levels of oil contamination were low in fish, crab and seawater.


| **Emneord (norsk):** | **Subject heading (English):** |
|---|---|
| **1.** Miljøgifter | **1.** Contaminants |
| **2.** “Full City” | **2.** “Full City” |
| **3.** Vann/Fisk/blåskjell | **3.** Water/biota |

# 1. Beskrivelse av utført arbeid

Havforskningsinstituttet (HI) fikk den 31.juli 2009 i oppdrag fra Kystverket å undersøke oljeforurensning i vannprøver, fisk og skalldyr rundt det havarerte lasteskipet "Full City" ved Langesund. Et første anslag fra Kystverket var at ca. 300 tonn bunkersolje kunne ha lekket ut fra havaristen. Prøvetakingsplanen ble laget 1.august. Prøvetakingen ble påbegynt samme dag og fullført 4.august. Prøver av overflatevann (1 m dyp) ble tatt ved vraket på 10 og 100 m avstand, samt ved 2 stasjoner ca. 10-20 km nedstrøms i området som ble rapportert å være nådd av oljen fra skipet (se kart i Fig. 1). Blåskjellprøver ble tatt fra området som var svært tilgriset av olje fra havaristen siden 31.juli, fra overflaten (20-50 cm dyp ved høy vannstand) og ved ca. 2-3 m dyp. Krabbeprøver ble tatt fra området i nærheten av skipet. Fiskeprøver ble tatt i området rundt skipet og i referanseområdet; det viste seg å være stor variasjon i fiskearter og lite matfisk var tilgjengelig. Detaljert beskrivelse av prøver og koordinater er gitt i Tabell 1.

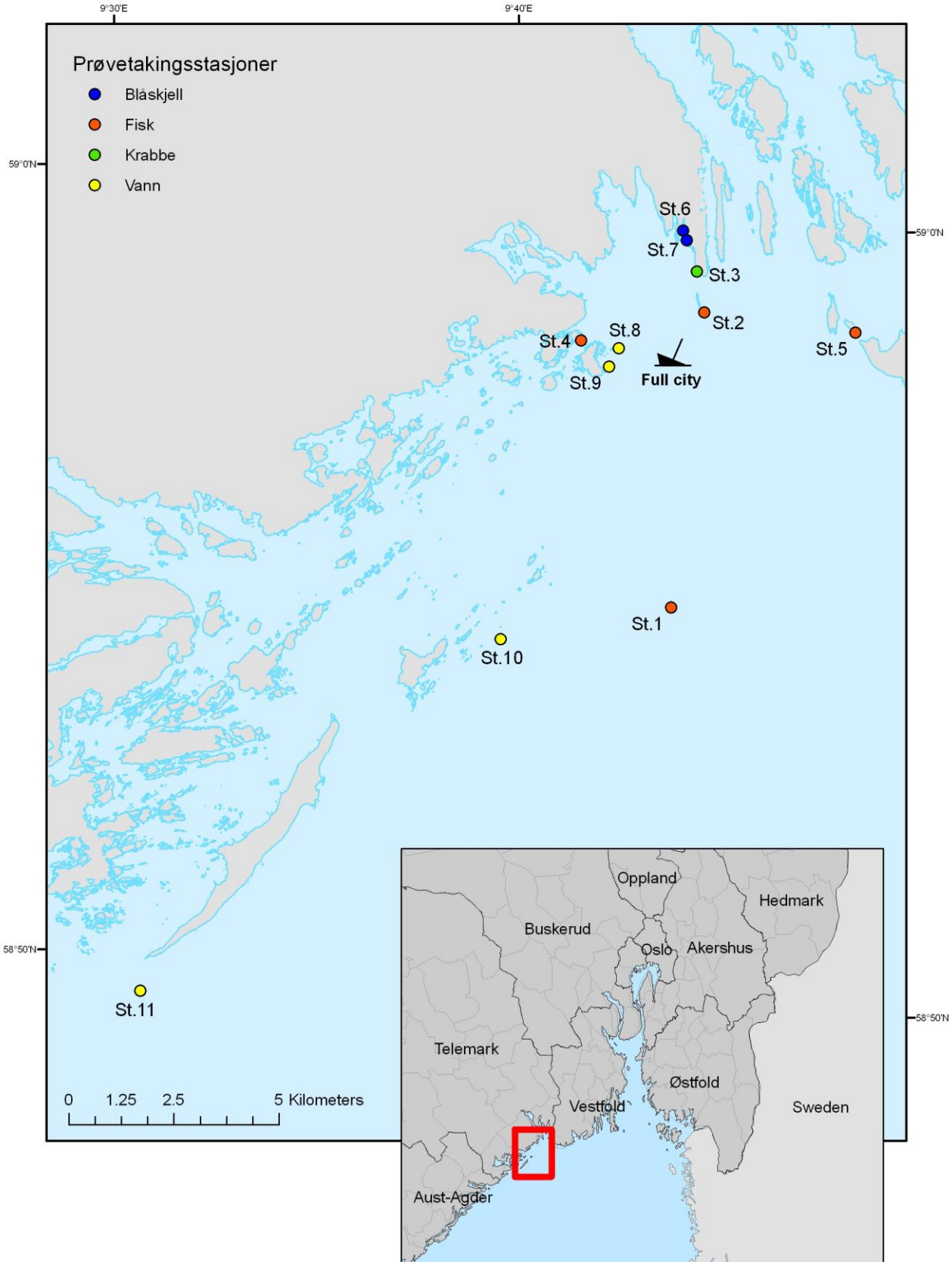
Prøvene ble sendt til HI for analyser og mottatt på kjemilaboratoriet 5.august. HI analyserte blåskjell, krabbe, fiskelever og fiskemuskel på innhold av naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer (NPD), polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og PAH-metabolitter i fiskegalle. Vannprøver ble analysert for totalt innhold av oljehydrokarboner ( THC), NPD og PAH. Fiskemuskel ble kun analysert på matfisk (ikke leppefisk); fiskelever og galle ble analysert i all fisk som kunne gi både et statistisk og geografisk bilde på spredingen av olje og forurensningsbelastningen. Analysene ble påbegynt umiddelbart etter sortering av prøvene (6.august). Analyseresultatene på nivåene av NPD og PAH i sjømatprøvene (dvs. fiskemuskel, fiskelever, krabbe og blåskjell) ble overlevert til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) for vurdering av mattrygghet. Vurderingen til NIFES er gitt i Vedlegg 2.

**Medarbeidere:**

*Prøvetaking*. Grethe Tveit, Merethe Fonn, Henning Steen.

*Prøveopparbeiding og analyser*. Anders Fuglevik, Penny Lee Liebig, Sonnich Meier, Guri Nesje, Therese Smith-Jansen, Grethe Tveit, Kjell Westrheim.

*Koordinering av arbeidet og rapportering*. Stepan Boitsov, Jarle Klungsøyr, Elin Hjelset, Henning Steen.




Figur 1. Prøvetaking ved "Full City" 1-4.august 2009.

Tabell 1. Posisjoner og prøvebeskrivelse ved prøvetaking ved "Full City" 1-4.august 2009.

| Sta-sjon | Posisjon | | Dato for prøve-taking | Prøver | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nord | Øst | | Type prøve | Art | Mengde | Organer til analyse |
| 1 | 58°55,00' | 9°44,90' | 03.08.09 | Fisk | Torsk | 2 | Muskel, lever, galle |
| | | | | | Sei | 6 | Muskel, lever, galle |
| | | | | | Hyse | 2 | Muskel |
| | | | | | Lyr | 1 | Muskel |
| 2 | 58°58,79' | 9°45,14' | 03.08.09 | Fisk | Torsk | 1 | Muskel |
| | | | | | Hyse | 2 | Muskel |
| | | | | | Makrell | 1 | Muskel |
| | | | | | Lyr | 7 | Muskel, lever, galle |
| 3 | 58°59,30' | 9°44,88' | 03.08.09 | Krabbe | Brun krabbe | 4 samleprøver | Innmat |
| 4 | 58°58,31' | 9°42,16' | 04.08.09 | Fisk | Leppefisk[1] | 6 | Lever, galle |
| | | | | | Torsk | 3 | Muskel, lever, galle |
| 5 | 58°58,68' | 9°48,91' | 04.08.09 | Fisk | Leppefisk[2] | 19 | Lever, galle |
| 6 | 58°59,81' | 9°44,46' | 01.08.09 | Blåskjell* | - | 1 samleprøve | Innmat |
| 7 | 58°59,69' | 9°44,59' | 02.08.09 | Blåskjell** | - | 1 samleprøve | Innmat |
| 8 | 58°58,25' | 9°43,10' | 04.08.09 | Vann | - | 2,5 l | - |
| 9 | 58°58,00' | 9°42,90' | 04.08.09 | Vann | - | 2,5 l | - |
| 10 | 58°54,42' | 9°40,77' | 04.08.09 | Vann | - | 2,5 l | - |
| 11 | 58°49,57' | 9°32,60' | 04.08.09 | Vann | - | 2,5 l | - |

[1]- Prøven av leppefisk besto av 1 rødnebb, 2 grønngylt, 1 gressgylt og 2 bergnebb
[2]- Prøven av leppefisk besto av 19 berggylt
* - tatt ved 20-50 cm dyp.
** - tatt ved 2-3 m dyp.

## 2. Analytiske metoder

Opparbeiding av biotaprøver for PAH analyse består av ekstraksjon ved forsåpning, væske-væske ekstraksjon med heksan og rensing av prøven på silicakolonne. Opparbeiding av galleprøver for analyse av PAH-metabolitter består av dekonjugering av prøver, derivatisering med pentafluorobenzoyl klorid og væske-væske ekstraksjon med heksan. Opparbeiding av vannprøve for THC-analyse består av væske-væske ekstraksjon med diklormetan, og rensing av prøven på bond-elute kolonne. Prøvene analyseres med gasskromatografi koblet til ulike detektorer: "flame ionisation detector" for THC (GC-FID), massespektrometer med elektron-ionisering for PAH (GC-MS EI), og massespektrometer med negativ kjemisk ionisering for PAH-metabolitter (GC-MS NCI), de to siste i SIM (selected-ion monitoring) modus. Det analyseres på NPD- og PAH-forbindelsene listet i vedlegg 1 (inkludert EPA16), og på THC innhold av sum C12-C35 hydrokarboner. Kvantifiseringsgrensene er 0,2 µg/kg våtvekt for PAH i fiskemuskel, 2 µg/kg våtvekt for PAH i fiskelever og skalldyr, 0,5-10 µg/kg våtvekt for PAH-metabolitter i galle (avhengig av forbindelse), 4 µg/l for THC i vann og 0,5 ng/l for enkle PAH og 2,0 ng/g for PAH-kløstrene i vann.

## 3. Analyserte forbindelser og kriterier for vurdering av resultater

Bunkersolje fra "Full City" utgjør en komplisert blanding som består av svært mange komponenter. En god indikator for oljeforurensing i marint miljø er økninger i nivåene av polyaromatiske hydrokarboner (PAH). PAH er en stor gruppe forbindelser med varierende egenskaper. De letteste PAH, som naftalen, fenantren, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer (NPD), er delvis løselige i vann og fordamper relativt hurtig til atmosfæren, og kan derfor fortynnes i miljøet ved avdampning, spredning og nedbrytning. Det er den type PAH som det finnes mest av i olje. Tyngre PAH er mer persistente og akkumuleres gjerne i sedimenter. Tyngre PAH har ofte forbrenningsprosesser (industri, biler, vedovner osv.) som hovedkilde, men de finnes også i mindre mengder i bunkersolje. Det er først og fremst tyngre PAH som inngår i EPA16-listen. Også tyngre PAH kan bioakkumuleres i fisk og skalldyr. De fleste PAH er giftige og noen er kreftfremkallende, som for eksempel benzo[a]pyren (se Vedlegg 2).

SFT har utarbeidet klassifisering av forurensingsnivåer i marint miljø for noen få utvalgte PAH i blåskjell og i sjøvann. Klassifiseringen deler nivåene i 5 klasser, som også er angitt med hver sin farge. Denne klassifiseringen er vist i Tabell 2 og er brukt til vurdering av forurensningen i blåskjell og sjøvann. Siden det ikke er etablert lignende klassifisering for andre typer prøver som ble undersøkt (forskjellige fiskeorganer og krabbe), brukes det andre kriterier for å evaluere disse. Vurderingen for disse prøver er da basert på sammenligning med resultater fra referanseområdet og fra tidligere utførte studier. De fleste PAH kan være giftige i forhøyete mengder.

Tabell 2. Tilstandsklasser på forurensing i marint miljø (blåskjell: SFT, 1997; sjøvann: SFT, 2007). Fargen indikerer tilstandsklasse.

| **Blåskjell** | **Ubetydelig – lite forurenset** | **Moderat** | **Markert** | **Sterkt** | **Meget sterkt** |
|---|---|---|---|---|---|
| PAH EPA16 (µg/kg v.v.) | <50 | 50 - 200 | 200 - 2000 | 2000 - 5000 | > 5000 |
| Benzo[a]pyren (µg/kg v.v.) | <1 | 1-3 | 3-10 | 10-30 | >30 |
| **Vann** | **Bakgrunn** | **God** | **Moderat** | **Dårlig** | **Svært dårlig** |
| Naftalen (µg/l) | <0,00066 | 0,00066-2,4 | 2,4-80 | 80-160 | >160 |
| Fenantren (µg/l) | <0,00025 | 0,00025-1,3 | 1,3-5,1 | 5,1-10 | >10 |

# 4. Resultater

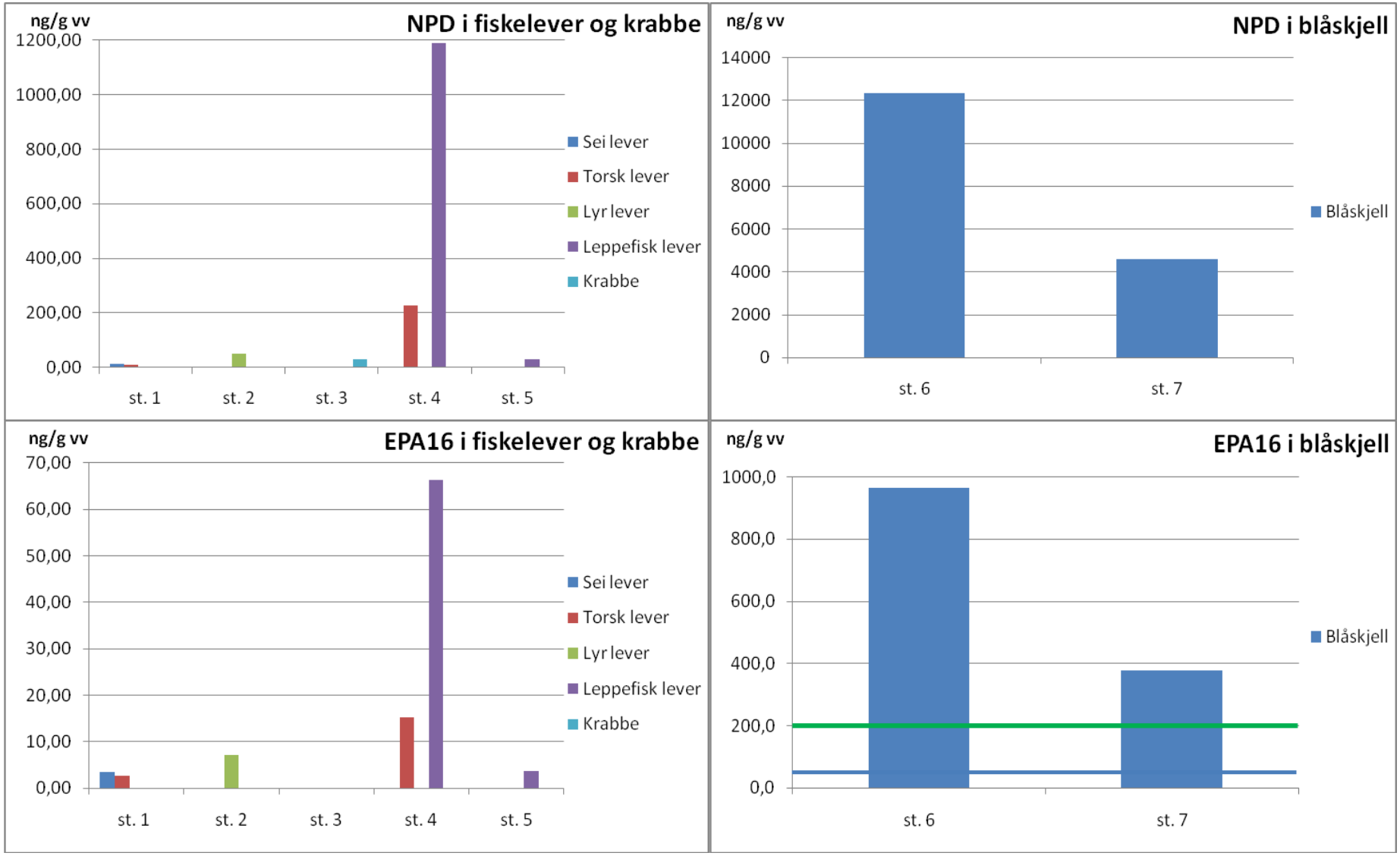
## 4.1 PAH

**Fiskelever og skalldyr**

En oversikt over resultatene av PAH målinger i området er gitt i Tabell 3. Sum EPA16 står for summerte nivåer av 16 PAH forbindelser som inngår i SFT sin klassifisering, mens Sum NPD står for summerte nivåer av oljerelaterte PAH (naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres C1-C3 alkylhomologer). Nivåene av alkylhomologer og enkelforbindelser er vist i vedlegg 1, tabellene 1-1 og 1-2. Resultater for EPA16 og NPD er også vist i form av plott i Fig. 2. Tilstandsklasser ifølge SFT sin klassifisering for blåskjell er vist med tilsvarende farge i tabellen.

Tabell 3. PAH- og NPD nivåer i skalldyr og fiskelever. Blåskjell ligger i SFT tilstandsklasse gul (markert forurenset) og oransje (sterkt forurenset). Gjennomsnittsverdiene (eller enkle prøver der det ikke var tatt mer enn 1 prøve), minimums- og maksimumsverdiene er oppgitt.

| **Type prøve** | **Stasjon (antall prøver)** | | **PAH nivåer, ng/g vv** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Benzo(a)pyren | Sum EPA16 | Sum NPD |
| **Blåskjell** | st.6 (n=1) | *20-50 cm dyp* | 16,5 | 963 | 12334 |
| | st.7 (n=1) | *2-3 m dyp* | 13,4 | 379 | 4580 |
| **Krabbe** | st. 3 (n=4) | *Min* | < 2 | < 2 | 19,0 |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | < 2 | 28,8 |
| | | *Maks* | < 2 | 2,1 | 41,6 |
| **Leppefisk lever** | st. 4 (n=6) | *Min* | < 2 | 8,3 | 91,7 |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | 66,3 | 1188 |
| | | *Maks* | < 2 | 289 | 5979 |
| | st. 5 (n=19) | *Min* | < 2 | < 2 | 6,43 |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | 3,62 | 28,7 |
| | | *Maks* | < 2 | 12,1 | 106 |
| **Lyr lever** | st. 2 (n=7) | *Min* | < 2 | 3,64 | 12,3 |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | 7,16 | 50,5 |
| | | *Maks* | < 2 | 10,5 | 94,4 |
| **Torsk lever** | st. 1 (n=2) | Min | < 2 | < 2 | 6,87 |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | 2,74 | 10,9 |
| | | Maks | < 2 | 3,55 | 15,0 |
| | st. 4 (n=3) | Min | < 2 | 10,6 | 168 |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | 15,2 | 226 |
| | | Maks | < 2 | 21,7 | 336 |
| **Sei lever** | st. 1 (n=6) | Min | < 2 | < 2 | 6,39 |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | 3,46 | 13,5 |
| | | Maks | < 2 | 5,79 | 20,6 |



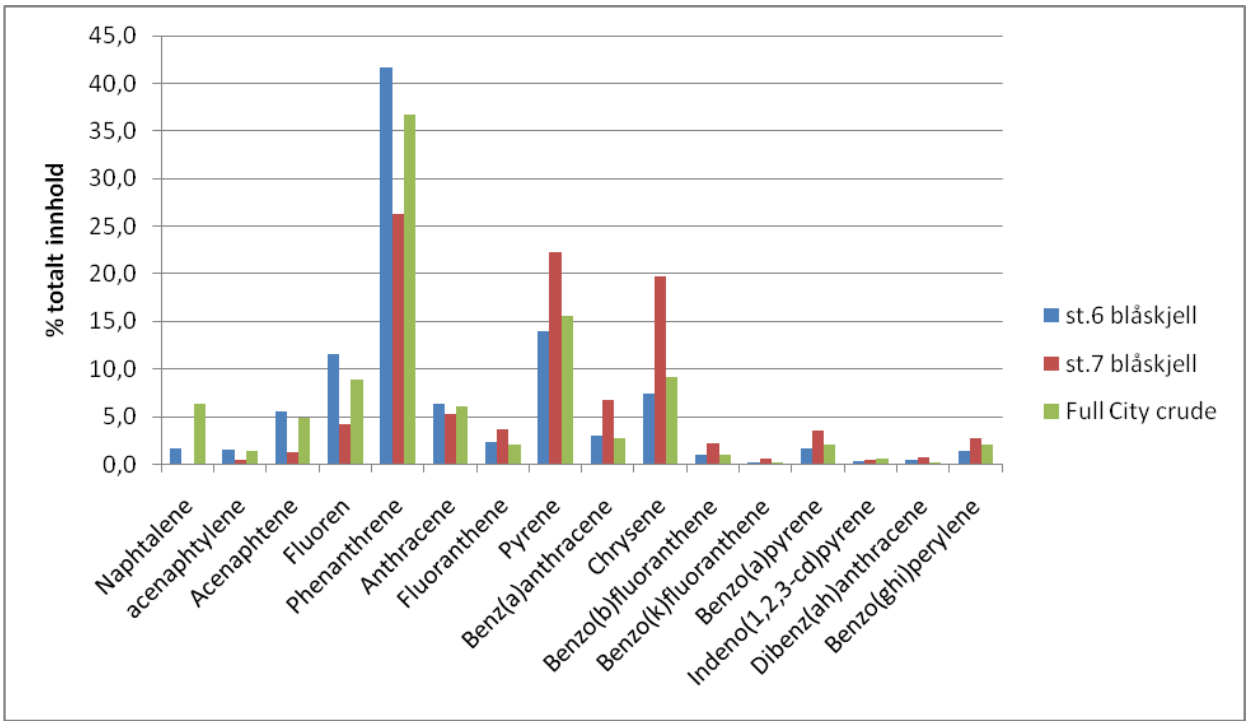

Figur 2. NPD og EPA16-nivåer i fiskelever og skalldyr. Grenser for SFT tilstandsklasser I og II for EPA16 i blåskjell er vist med tilsvarende fargelinjer.

***Forhøyede nivåer i fiskelever kun i nærheten av båten.*** Det er funnet forhøyede nivåer PAH (både NPD og EPA16) i alle prøvene av fiskelever fra stasjon 4, som ligger nærmest den havarerte båten. Det største utslaget er observert hos leppefisk, som er ca. 40 ganger høyere ved stasjon 4 enn ved stasjon 5. Det er også markant forskjell i nivåene hos torsk, ca. 20 ganger i forhold til stasjon 1. På grunn av antallet torsk analysert ved begge stasjonene er lavt så er bildet på torsk mindre sikkert. Nivåene for alle prøver tatt ved andre stasjoner enn stasjon 4 ligger lavt. Nivåene i krabbe ved stasjon 3 ligger også lavt.

***Høye nivåer i blåskjell.*** I blåskjell ligger alle prøvene relativt høyt i innhold av NPD og EPA16. Dette til tross for at de to prøvetakingsstasjonene ligger lengre unna havaristen enn stasjon 3 (krabbe) og stasjon 2 (fisk). Både blåskjell tatt ved overflaten (stasjon 6) og på 2-3 m dyp (stasjon 7) ligger i SFT klasse III, markert forurensing, når det gjelder totalt EPA16-innhold, og i klasse IV, sterk forurensing, når det gjelder benzo[a]pyren (se Tabell 2). Blåskjell fra overflaten ligger ca 3 ganger høyere enn blåskjell fra større dyp.

***Kilde for forurensing*.** Grenlandsfjordene hvor den havarerte båten ligger har vært i fokus for miljøundersøkelser gjennom mange år (Økland, 2005 og Bakke *et al*., 2009). Det har vært påvist betydelig forurensing i området, bl.a. med PCB og dioksiner, med industri som kilde (*ibid.*) Nivåene av PAH har også vært forhøyet i disse fjordene, særlig EPA16, som er en indikator for forurensing knyttet til forbrenning (dvs. en prosess som danner pyrogene PAH, for eksempel benzo[a]pyren). Resultatene av undersøkelsen knyttet til havariet av ”Full City” viser derimot at det er først og fremst forhøyede nivåer av NPD, ca. 10 ganger høyere enn EPA16 både for fisk fra stasjon 4 og for blåskjell. NPD er en indikator av oljeforurensing (dvs. kilde for petrogene PAH, som alkylerte naftalener). Man kan derfor konkludere at det er oljeforurensing i området, som har vært stor nok til å påvirke fisken i nærheten av havaristen, men som også spores på avstand i organismer som blåskjell.

Bunkersoljen fra ”Full City”, samlet av SINTEF fra stranden i Langesundsbukta, er blitt analysert på HI for NPD og PAH. PAH-profilen (EPA16) er vist i Fig. 3 som relativt innhold av enkeltforbindelser i forhold til summen av forbindelsene, sammen med tilsvarende profiler for de to blåskjellstasjonene. Det er tydelig likhet mellom PAH-profil i blåskjell fra stasjon 6 og tilsvarende profil i råoljen. Dette betyr at blåskjellene fra denne stasjonen var dominert av PAH fra bunkersoljen sluppet ut fra havaristen. Blåskjell fra stasjon 7, derimot, viser en noe forskjellig profil, med lavere mengder lavmolekylære PAH og høyere mengder høymolekylære PAH enn det som er funnet i råoljen. Dette viser at andre, ikke-oljerelaterte kilder for PAH, er mer tydelig i blåskjellene på den dypere stasjon 7. Innholdet av PAH som ble funnet i denne blåskjellprøven kan muligens også ha bidrag fra de landbaserte kildene i området (Økland, 2005).



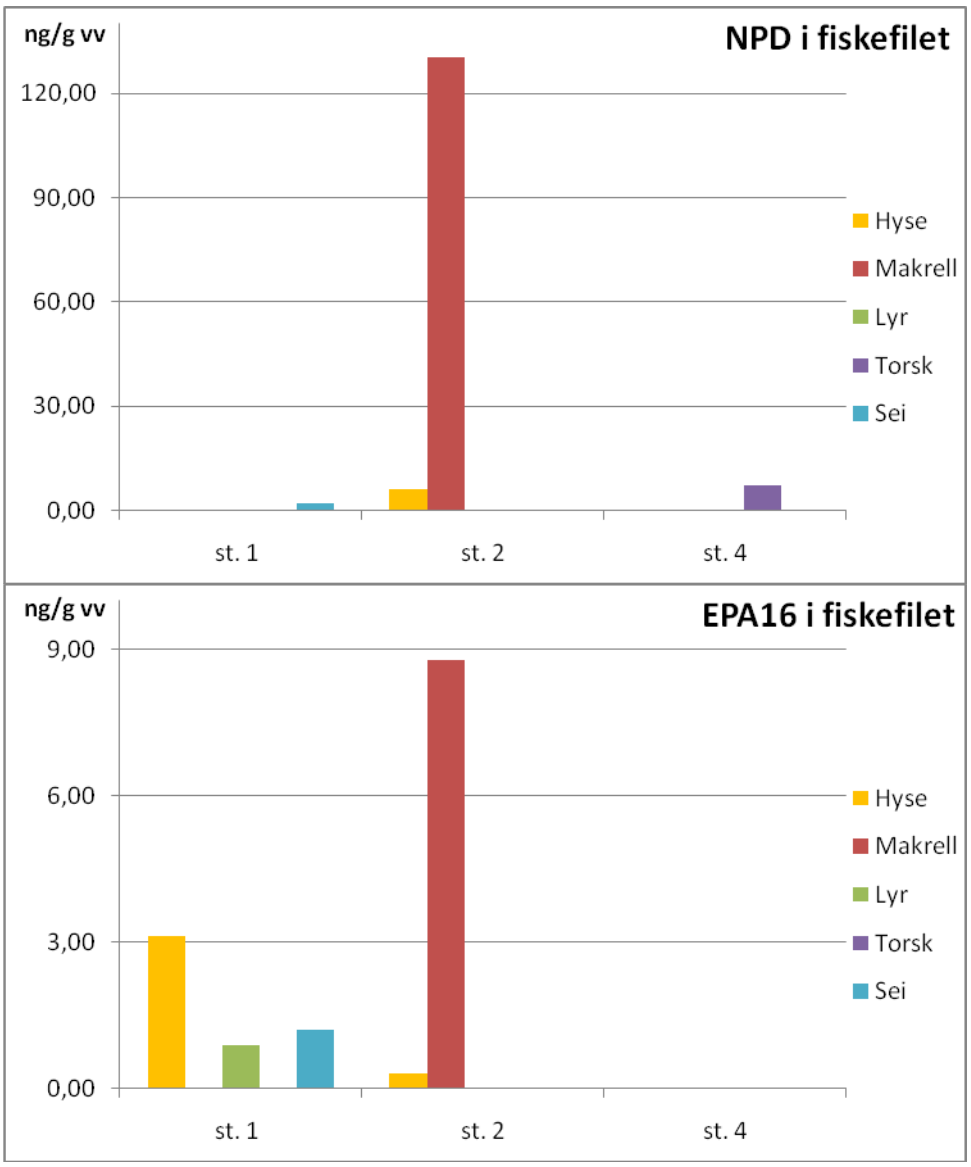

Figur 3. Relativt innhold av EPA16-PAH i forhold til sum av forbindelsene i blåskjell fra to stasjoner og i råolje.

## Fiskefilet

En oversikt over resultatene av PAH målinger i fiskefilet er gitt i Tabell 4. Nivåer av hver enkel forbindelse er vist i tabellene 1-3 og 1-4 i vedlegg 1. Resultater for EPA16 og NPD er også vist i form av plott i Fig 4.

Tabell 4. PAH i fiskefilet. Der flere prøver er analysert så er gjennomsnittsverdiene, minimums- og maksimumsverdiene oppgitt.

| **Type prøve** | **Stasjon (antall prøver)** | | **PAH nivåer, ng/g vv** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Benzo(a)pyren | Sum EPA16 | Sum NPD |
| Hyse | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | **1,69** | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **3,13** | **0,21** |
| | | *Maks* | <0,2 | **4,57** | **0,31** |
| | st.2 (n=2) | *Min* | <0,2 | **<0,2** | **0,76** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **0,30** | **6,12** |
| | | *Maks* | <0,2 | **0,52** | **11,5** |
| Makrell | st.2 (n=1) | | <0,2 | **8,79** | **130** |
| Lyr | st.1 (n=1) | | <0,2 | **0,90** | **0,45** |
| | st.2 (n=7) | *Min* | <0,2 | **<0,2** | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **<0,2** | **0,33** |
| | | *Maks* | <0,2 | **<0,2** | **0,55** |
| Torsk | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | **<0,2** | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **<0,2** | **<0,2** |
| | | *Maks* | <0,2 | **<0,2** | **0,29** |
| | st.2 (n=1) | | <0,2 | **<0,2** | **0,39** |
| | st.4 (n=3) | *Min* | <0,2 | **<0,2** | **4,14** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **<0,2** | **7,13** |
| | | *Maks* | <0,2 | **0,20** | **9,25** |
| Sei | st.1 (n=6) | *Min* | <0,2 | **0,43** | **0,70** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | **1,20** | **2,27** |
| | | *Maks* | <0,2 | **4,47** | **8,51** |




Figur 4. NPD og EPA16-nivåer i fiskefilet.

***Lite PAH-forurensning i fiskefilet.*** Det er i fiskefilet ved alle stasjoner kun målt lave PAH-nivåer, under kvantifiseringsgrense i de fleste prøvene. Den høyeste mengden PAH, funnet i makrell, kan ha sammenheng med et høyt fettinnhold i denne arten, og kan ikke bekreftes statistisk siden bare 1 makrell ble tatt i området. Et litt høyere nivå NPD enn EPA16 i torsk tatt ved stasjon 4 ble registrert, stasjonen nærmest den havarerte båten. Ved andre stasjoner ser man derimot høyere nivåer av EPA16 enn NPD, noe som kan tyde på bidrag fra andre forurensingskilder i området.

## 4.2 PAH-metabolitter

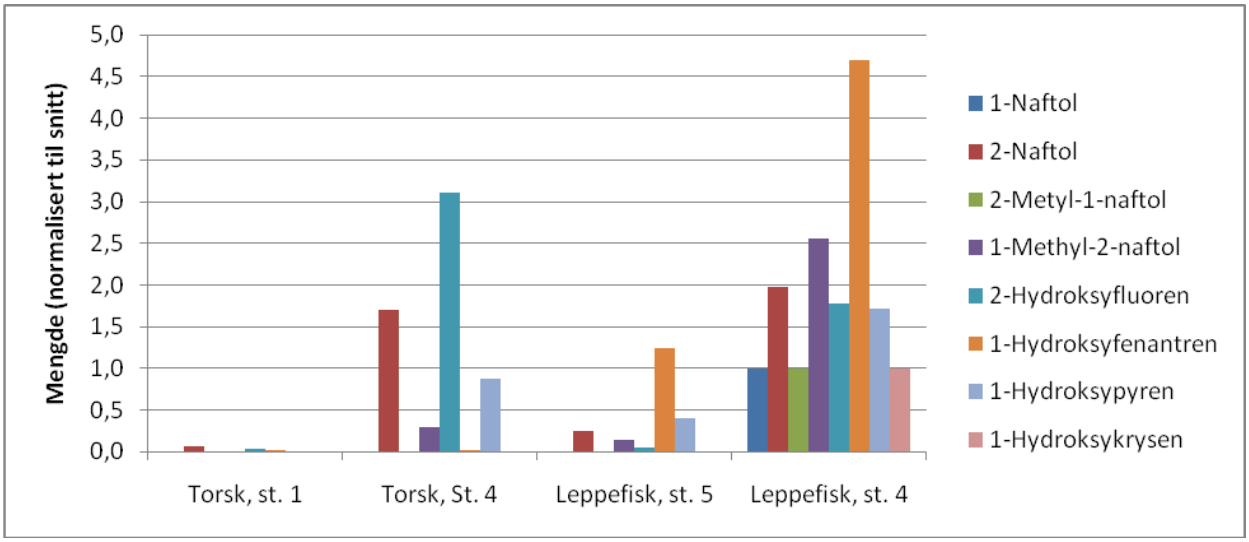
**Fiskegalle**

PAH brytes ned (metaboliseres) i fisk til hydroksylerte PAH som kan måles i fiskegalle, og slike målinger kan benyttes til å gi et bilde på eksponering til oljeforurensing. En oversikt over resultatene av

målingene av PAH-metabolitter i galleprøvene fra fisk fra "Full City"-området er gitt i Tabell 5. Resultater for disse målingene er også vist i plott i Fig. 5.

Tabell 5. PAH-metabolitter i galle (ng/g).

| Art | Stasjon (antall prøver) | 1-Naftol | 2-Naftol | 2-Metyl-1-naftol | 1-Metyl-2-naftol | 2-Hydroksy-fluoren | 1-Hydroksy-fenantren | 1-Hydroksy-pyren | 1-Hydroksy-krysen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Torsk | St. 1 (n=2) | <14 | 1 | <3,5 | <0,5 | 2 | 7 | <80 | <150 |
| | St. 4 (n=3) | <14 | 16 | <3,5 | 22 | 210 | 11 | 605 | <150 |
| Sei | St. 1 (n=6) | <14 | <0,5 | <3,5 | <0,5 | 2 | 8 | <80 | <150 |
| Lyr | St. 2 (n=5) | <14 | <0,5 | <3,5 | <0,5 | <1,5 | 5 | <80 | <150 |
| Leppe-fisk | St. 4 (n=3) | 39 | 19 | 176 | 192 | 120 | 2512 | 1188 | 184 |
| | St. 5 (n=16) | <14 | 2 | <3,5 | 11 | 4 | 669 | 276 | <150 |




Figur 5. Mengde PAH-metabolitter i torsk og leppefisk.

***Forhøyede nivåer nærmest havaristedet.*** Som for PAH, er også nivåer av PAH-metabolitter forhøyet i fisk fra stasjon 4, nærmest det havarerte lasteskipet. Dette observeres tydelig både for torsk og leppefisk (se fig. 4), leppefisk har generelt høyere nivåer av metabolittene enn torsk. Sei og lyr fra stasjoner 1 og 2 har nivåer av de fleste PAH-metabolitter under kvantifiseringsgrense.

Man finner lavere mengder av metabolitter av lavmolekylære PAH enn av de høymolekylære. Dette er påvirket av ulike omdanningsprosesser (metabolisme), og viser ikke nødvendigvis et tilsvarende forhold mellom forbindelsene som fisken har vært eksponert til. Det kan derfor ikke enkelt fastslås at det er høyere forurensing av NPD enn EPA16 ut fra denne testen. Ut fra den geografiske spredningen av resultatene er det imidlertid klart at det er den havarerte båten har vært en vesentlig kilde til de observerte nivåene i fisken.

### 4.3 THC og PAH i vann

THC (totalt hydrokarbon innhold) og NPD ble målt i sjøvann ved 4 stasjoner (se fig. 1) samt ved referansestasjon i Bergen. Nivåene av hver enkel forbindelse er vist i tabell 6. SFT tilstandsklasser er vist med farge i tabellen. Resultater for NPD er også vist i form av plott i Fig 6.

Tabell 6. Nivåer av NPD (ng/l) og THC (µg/l) i sjøvann. SFT fargekode blå viser ubetydelig-lite forurenset, fargekode grønn viser moderat forurenset.

| *Stasjon* | **st.8** | **st.9** | **st.10** | **st.11** | **Nordnes-pynten** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Område* | **Full City** | **Full City** | **Full City** | **Full City** | **Referanse** |
| *Dato* | 04.08.2009 | 04.08.2009 | 04.08.2009 | 04.08.2009 | 07.08.2009 |
| *Forbindelse* | | | | | |
| naftalen | 12,8 | 1,95 | <0,5 | 0,54 | 1,88 |
| c1-naftalen | 11,0 | 11,0 | <2,0 | <2,0 | 2,13 |
| c2-naftalen | 24,2 | 52,4 | 4,11 | 8,76 | 2,69 |
| c3-naftalen | 22,4 | 51,1 | 5,23 | 9,66 | 3,13 |
| Fenantren | 4,72 | 10,4 | 2,01 | 2,60 | 1,79 |
| c1-fenantren | 8,04 | 24,3 | 3,27 | 4,05 | <2,0 |
| c2-fenantren | 9,75 | 34,7 | 5,41 | 5,98 | <2,0 |
| c3-fenantren | 5,83 | 22,0 | 4,30 | 3,62 | <2,0 |
| dibenzotiofen | 0,86 | 2,31 | <0,5 | 0,53 | <0,5 |
| c1-dibenzotiofen | 2,50 | 8,90 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| c2-dibenzotiofen | 3,74 | 18,9 | 3,44 | 2,70 | <2,0 |
| c3-dibenzotiofen | 3,48 | 19,2 | 5,71 | 2,86 | <2,0 |
| **Sum NPD ng/l** | **109** | **257** | **36,6** | **44,7** | **15,3** |
| **THC µg/l** | **13** | **40** | **19** | **24** | **13** |

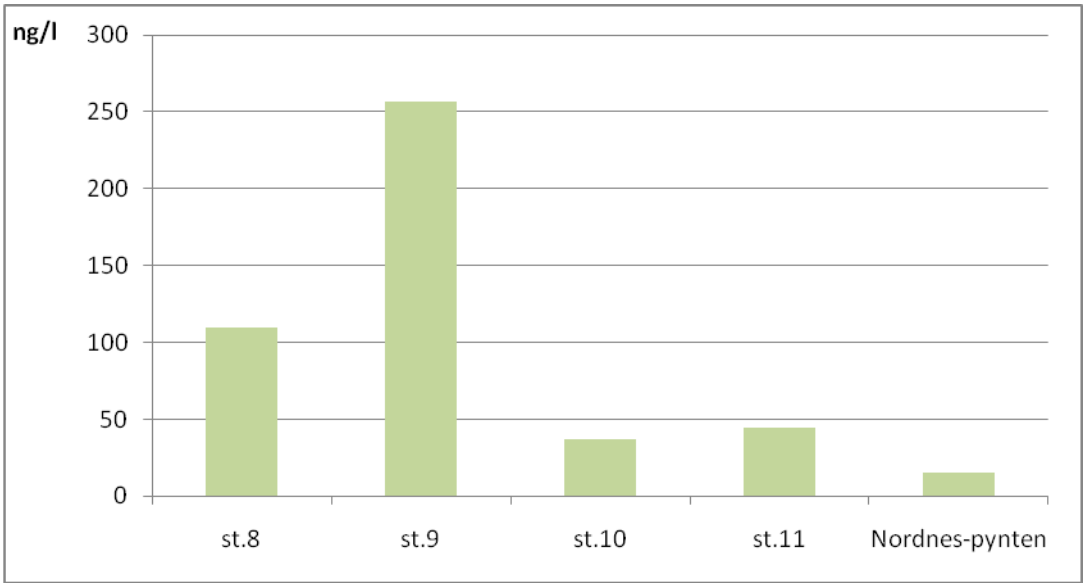



Fig. 6. NPD-nivåer i sjøvann.

***Forhøyede nivåer NPD i vannet ved havaristen.*** Det er funnet noe forhøyede nivåer NPD og THC ved stasjon 9 i nærheten av havaristen. Nivåene ved andre stasjoner er lave og i tilfellet THC av samme størrelsesorden som ved referansestasjon. Ifølge SFT sin klassifisering (se Tabell 2), er nivåene til naftalen og fenantren i klasse II (”god”) ved de fleste stasjoner, og i klasse I (”bakgrunn”) ved noen stasjoner. Man kan derfor konkludere at oljeforurensingen ved havaristen også kunne spores i vannsøylen få dager etter hendelsen, men var ikke sporbar på avstand fra havaristen.

## 5. Konklusjoner

Undersøkelsene viser at det har vært relativt liten forurensing av fisk og krabbe ved det havarerte lasteskipet ”Full City”. Høyeste forurensning ble funnet i blåskjell fra området (”markert forurenset” for totalt innhold og ”sterkt forurenset” for enkel forbindelse benzo[a]pyren, ifølge SFT klassifisering). Det er funnet et tydelig og vesentlig bidrag fra oljeforurensing i blåskjell. De forhøyete nivåene av EPA16 og benzo[a]pyren kan også delvis være forårsaket av andre lokale kilder i fra industriområder som ligger nært havaristen. Fisken som var fanget nært ”Full City” viste også spor av eksponering til oljekomponenter. Dette var tydelig både i analyser av PAH i fiskelever og PAH-metabolitter i fiskegalle. Det er imidlertid lite eller ingen påvirkning av bunkersoljen fra ”Full City” på fisk og krabbe tatt i noe avstand fra båten. Sjøvannsprøver viser kun svakt forhøyede nivåer nært havaristen.

Siden det er funnet økte nivåer av oljekomponenter i blåskjell og i mindre grad i fisk vurderer Havforskningsinstituttet det som ønskelig å utføre videre oppfølging av miljøsituasjonen i området ved selve havaristedet og i Langesundsbukta. Det bør etter en tid gjennomføres en avgrenset prøvetaking og analyse av fisk og skalldyr for å få dokumentasjon på at nivåene av PAH er kommet tilbake til normalnivå for området.

## 6. Referanser

Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B. og Knutsen, J.A. 2009. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2007. NIVA rapport nr. 5707-2008. SFT rapport 1038/2008. 80 s.

SFT, 1997. Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfavann. SFT’s veiledning 97:03. TA nr.1467/1997. 36 s.

SFT, 2007. REVIDERING AV KLASSIFISERING AV METALLER OG ORGANISKE MILJØGIFTER I VANN OG SEDIMENTER. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. (TA-2229/2007). 12 s.

Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport fra Mattilsynet, ISBN-82-92650-01-6, 272 s-

**Vedlegg 1.** Nivåer av enkelte PAH forbindelser i undersøkte prøver.

Tabell 1-1. Nivåer av EPA16-PAH i skalldyr og fiskelever. SFT tilstandsklasser for blåskjell er vist med farger. Gjennomsnittsverdiene (eller enkle prøver der det ikke var tatt mer enn 1 prøve) er uthevet.

| Type prøve | Stasjon (antall prøver) | | NAP | ACY | ACE | FLU | FEN | ANT | FLT | PYR | BAA | KRY | BBF | BKF | BAP | IND | DBA | BGP | **Sum EPA16** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blåskjell | st.6 (n=1) | *20-50 cm dyp* | 15,4 | 14,4 | 54,0 | 112 | 402 | 60,8 | 22,6 | 135 | 28,5 | 71,6 | 9,07 | <2 | 16,5 | 2,66 | 4,32 | 13,6 | **963** |
| | st.7 (n=1) | *2-3 m dyp* | < 2 | < 2 | 4,93 | 16,1 | 99 | 20,0 | 13,8 | 84,5 | 25,4 | 74,6 | 8,20 | 2,07 | 13,4 | <2 | 2,84 | 10,1 | **379** |
| Krabbe | st. 3 (n=4) | *Min* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **< 2** |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **< 2** |
| | | *Maks* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **2,09** |
| Leppefisk lever | st. 4 (n=6) | *Min* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,65 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **8,28** |
| | | *Gjennomsnitt* | 11,1 | 2,50 | 15,5 | 13,6 | 17,4 | 2,56 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **66,4** |
| | | *Maks* | 43,7 | 13,0 | 83,9 | 71,0 | 66,0 | 7,81 | < 2 | 2,19 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **289** |
| | st. 5 (n=19) | *Min* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **< 2** |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **3,62** |
| | | *Maks* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 3,95 | < 2 | 4,14 | 3,48 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **12,1** |
| Lyr lever | st. 2 (n=7) | Min | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **3,64** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **7,16** |
| | | Maks | < 2 | < 2 | < 2 | 3,20 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,35 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **10,5** |
| Torsk lever | st. 1 (n=2) | Min | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **< 2** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **2,74** |
| | | Maks | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **3,55** |
| | st. 4 (n=3) | Min | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,56 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **10,6** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | 2,43 | < 2 | 4,10 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **15,2** |
| | | Maks | 2,76 | < 2 | 2,97 | 2,17 | 6,35 | < 2 | < 2 | 3,11 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **21,7** |
| Sei lever | st. 1 (n=6) | Min | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **< 2** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **3,46** |
| | | Maks | < 2 | < 2 | < 2 | 2,07 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **5,79** |

NAP – naftalen, ACY – acenaftylen, ACE – acenaften, FLU – fluoren, FEN – fenantren, ANT – antracen, FLT – fluoranten, PYR – pyren, BAA – benz[a]antracen, KRY – krysen, BBF – benzo[b]fluoranten, BKF – benzo[k]fluoranten, BAP – benzo[a]pyren, IND – indeno[1,2,3-cd]pyren, DBA – dibenz[a,h]antracen, BGP – benzo[ghi]perylen.

Tabell 1-2. Nivåer av NPD i skalldyr og fiskelever. Gjennomsnittsverdiene (eller enkle prøver der det ikke var tatt mer enn 1 prøve) er uthevet.

| Type prøve | Stasjon (antall prøver) | | NAP | C1-NAP | C2-NAP | C3-NAP | DBT | C1-DBT | C2-DBT | C3-DBT | FEN | C1-FEN | C2-FEN | C3-FEN | **Sum NPD** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Blåskjell** | st.6 (n=1) | *20-50 cm dyp* | 15,4 | 289 | 2628 | 3939 | 93,9 | 463 | 508 | 432 | 402 | 1165 | 1488 | 911 | **12334** |
| | st.7 (n=1) | *2-3 m dyp* | < 2 | 14,7 | 395 | 656 | 19,0 | 188 | 356 | 348 | 99,5 | 632 | 1087 | 785 | **4580** |
| **Krabbe** | st. 3 (n=4) | *Min* | < 2 | < 2 | 8,54 | 4,00 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **19,0** |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | < 2 | 10,8 | 7,85 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,36 | 2,45 | < 2 | **28,8** |
| | | *Maks* | < 2 | < 2 | 15,1 | 12,7 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 3,33 | 3,53 | < 2 | **41,6** |
| **Leppefisk lever** | st. 4 (n=6) | *Min* | < 2 | 2,03 | 17,6 | 38,6 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,65 | 6,51 | 15,4 | 2,51 | **91,7** |
| | | *Gjennomsnitt* | 11,1 | 149 | 591 | 347 | 4,83 | 4,50 | 3,36 | < 2 | 17,4 | 22,2 | 28,6 | 6,94 | **1188** |
| | | *Maks* | 43,7 | 822 | 3220 | 1712 | 22,9 | 18,7 | 7,54 | 3,44 | 66,0 | 44,9 | 47,9 | 14,4 | **5979** |
| | st. 5 (n=19) | *Min* | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **6,43** |
| | | *Gjennomsnitt* | < 2 | < 2 | 4,73 | 8,17 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,77 | 7,32 | 2,52 | **28,7** |
| | | *Maks* | < 2 | 2,80 | 26,5 | 38,4 | < 2 | < 2 | 2,17 | < 2 | 3,95 | 9,30 | 14,5 | 5,65 | **106** |
| **Lyr lever** | st. 2 (n=7) | Min | < 2 | < 2 | 2,25 | 3,64 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **12,3** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | 3,85 | 21,4 | 17,1 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 4,07 | **50,5** |
| | | Maks | < 2 | 6,71 | 38,7 | 32,6 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 1,13 | < 2 | 9,34 | **94,4** |
| **Torsk lever** | st. 1 (n=2) | Min | < 2 | < 2 | 2,27 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **6,87** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | 3,94 | 3,40 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **10,9** |
| | | Maks | < 2 | < 2 | 5,62 | 5,65 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,11 | **15,0** |
| | st. 4 (n=3) | Min | < 2 | 7,63 | 71,5 | 59,1 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,56 | 5,00 | 7,56 | 2,34 | **168** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | 10,4 | 73,3 | 73,0 | < 2 | 2,48 | 4,51 | 4,51 | 4,10 | 12,5 | 24,4 | 14,2 | **226** |
| | | Maks | 2,76 | 14,5 | 74,9 | 95,6 | < 2 | 5,82 | 11,9 | 12,4 | 6,35 | 27,1 | 57,2 | 36,2 | **336** |
| **Sei lever** | st. 1 (n=6) | Min | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | **6,39** |
| | | Gjennomsnitt | < 2 | < 2 | 4,60 | 4,21 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 2,33 | **13,5** |
| | | Maks | < 2 | < 2 | 6,31 | 7,01 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 4,62 | **20,6** |

NAP – naftalen, DBT – dibenzotiofen, FEN – fenantren.

Tabell 1-3. Nivåer av EPA16-PAH i fiskefilet. Gjennomsnittsverdiene (eller enkle prøver der det ikke var tatt mer enn 1 prøve) er uthevet.

| Type prøve | Stasjon (antall prøver) | | NAP | ACY | ACE | FLU | FEN | ANT | FLT | PYR | BAA | KRY | BBF | BKF | BAP | IND | DBA | BGP | **Sum EPA16** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hyse | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | 1,71 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **1,69** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | 3,12 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **3,13** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | 4,54 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **4,57** |
| | st.2 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,30** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,52** |
| Makrell | st.2 (n=1) | | 1,16 | 0,35 | 1,21 | 2,12 | 2,72 | 0,35 | 0,26 | 0,34 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **8,79** |
| Lyr | st.1 (n=1) | | <0,2 | <0,2 | 0,86 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,90** |
| | st.2 (n=7) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| Torsk | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | st.2 (n=1) | | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | st.4 (n=3) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,20** |
| Sei | st.1 (n=6) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,37 | **0,43** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,23 | 0,77 | **1,20** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,20 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 1,39 | 2,44 | **4,47** |

NAP – naftalen, ACY – acenaftylen, ACE – acenaften, FLU – fluoren, FEN – fenantren, ANT – antracen, FLT – fluoranten, PYR – pyren, BAA – benz[a]antracen, KRY – krysen, BBF – benzo[b]fluoranten, BKF – benzo[k]fluoranten, BAP – benzo[a]pyren, IND – indeno[1,2,3-cd]pyren, DBA – dibenz[a,h]antracen, BGP – benzo[ghi]perylen.

Tabell 1-4. Nivåer av NPD i fiskefilet. Gjennomsnittsverdiene (eller enkle prøver der det ikke var tatt mer enn 1 prøve) er uthevet.

| Type prøve | Stasjon (antall prøver) | | NAP | C1-NAP | C2-NAP | C3-NAP | DBT | C1-DBT | C2-DBT | C3-DBT | FEN | C1-FEN | C2-FEN | C3-FEN | **Sum NPD** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hyse | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,21** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,31** |
| | st.2 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | 0,24 | 0,29 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,76** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | 0,54 | 3,47 | 1,81 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **6,12** |
| | | *Maks* | <0,2 | 1,04 | 6,70 | 3,33 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **11,5** |
| Makrell | st.2 (n=1) | | 1,16 | 9,12 | 61,6 | 47,8 | 0,88 | 1,32 | 0,68 | 0,32 | 2,72 | 2,92 | 1,60 | 0,43 | **130** |
| Lyr | st.1 (n=1) | | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,45** |
| | st.2 (n=7) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,33** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,55** |
| Torsk | st.1 (n=2) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **<0,2** |
| | | *Maks* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,29** |
| | st.2 (n=1) | | <0,2 | <0,2 | 0,23 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **0,39** |
| | st.4 (n=3) | *Min* | <0,2 | 0,35 | 1,97 | 1,64 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **4,14** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | 0,52 | 3,53 | 2,84 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **7,13** |
| | | *Maks* | <0,2 | 0,63 | 4,83 | 3,57 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | **9,25** |
| Sei | st.1 (n=6) | *Min* | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,57 | **0,70** |
| | | *Gjennomsnitt* | <0,2 | <0,2 | 0,11 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 1,38 | **2,27** |
| | | *Maks* | <0,2 | 0,26 | 0,29 | <0,2 | <0,2 | 0,52 | 0,92 | <0,2 | <0,2 | 0,73 | 1,01 | 4,54 | **8,51** |

NAP – naftalen, DBT – dibenzotiofen, FEN – fenantren.

NIFES
NASJONALT INSTITUTT FOR ERNÆRINGS- OG SJØMATFORSKNING

**Vedlegg 2: Vurdering av sjømattrygghet etter havariet av lasteskipet "Full City"**

Anne-Katrine Lundebye Haldorsen

Bergen 18. september 2009

I forhold til sjømatstrygghet er det i stoffgruppen polyaromatiske hydrokarboner (PAH) flere mutagene forbindelser som er av spesiell interesse, slik som benzo(a)pyren (BaP). BaP har vært brukt som indikatorsubstans for mulige helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade. Det er et førende prinsipp innen risikovurdering at inntaket av slike stoffer bør være så lavt som mulig, men grenseverdier er fastsatt for å kunne gi trygghet for konsumentene. Nivåene av BaP i alle fiskeleverprøver (Tabell 1-1) og fiskefiletprøver (Tabell 1-3) analysert ved Havforskningsinstituttet var lavere enn metodens kvantifiseringsgrense som var beregnet til 2,0 µg/kg våtvekt, som er EUs øvre grenseverdi for BaP i fisk som mat. Nivået av BaP i brunmat fra krabbe var også under 2,0 µg/kg (Tabell 1-1). Det er således ikke grunn til å varsle Mattilsynet med hensyn til BaP i krabbe eller fisk.

Nivået av BaP i de to samleprøvene av blåskjell var 16,5 og 13,4 µg/kg (Tabell 1-1), disse nivåene overskrider EUs grenseverdi for BaP i skjell som er 10 µg/kg. NIFES anbefaler derfor at kostholdsrådet, sendt ut 5.8.09 fra Mattilsynet, opprettholdes inn til videre (http://www.mattilsynet.no/aktuelt/kostholdsr_d_i_forbindelse_med_full_city_forliset_72176).

Avfallstoff fra industri kan være blandet inn i bunkersoljen fra havarerte fartøy, men siden analyser av oljen viste at den ikke inneholdt polyklorerte biphenyler (PCB) var det ikke nødvendig å analysere sjømat for disse forbindelser.

KYSTVERKET

**5014575**

# Undersøkelser av olje på sjøbunn og i sediment ved Såstein og i Krogshavn etter havariet av Full City.

Februar 2010

Norconsult

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| J06 | 18.02.2010 | For bruk | | | Gle |
| D04 | 29.01.2010 | Godkjent av oppdragsgiver | | Grs | Gle |
| A03 | 21.01.2010 | Tverrfaglig kontrollert | | | Lst |
| A02 | 14.01.2010 | Fagkontrollert | | Gle | |
| A01 | 01.12.2009 | Utarbeidet | RWN/GRS/Ellun | | |
| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontroll | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

# Kystverket

Sak

**Undersøkelser av olje på sjøbunn og i sediment ved Såstein og i Krogshavn etter havariet av Full City.**

Dato

Februar 2010

Utarbeidet av

Roy W. Norborg/Gaute Rørvik Salomonsen/ Elisabeth Lundsør

Fagkontrollert av

Geir Lenes

Godkjent av

Liv Strøm

Norconsult

| Oppdragsnummer | Dokumentnummer | Revisjon |
|---|---|---|
| 5014575 | 1 | J06 |

FM57_0_20020628

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**1 BAKGRUNN ..... 5**
**1.1 Områdene ..... 5**
**1.2 Bakgrunn for oppdraget ..... 6**
**2 GJENNOMFØRING AV FELTARBEID ..... 7**
**2.1 Prøvetakingsstrategi ..... 7**
**2.2 Sediment ..... 7**
**2.3 ROV ..... 12**
**3 RESULTATER ..... 15**
**3.1 Sediment ..... 15**
***3.1.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold ..... 15***
***3.1.2 Sedimentets forurensningsgrad ..... 15***
***3.1.3 THC ved Såstein ..... 16***
***3.1.4 PAH ved Såstein ..... 16***
***3.1.5 THC i Krogshavn ..... 17***
***3.1.6 PAH i Krogshavn ..... 19***
**3.2 ROV ..... 20**
***3.2.1 Såstein ..... 20***
**4 KONKLUSJON ..... 23**
**5 REFERANSER ..... 24**
**6 VEDLEGG ..... 24**

## Sammendrag

Det er på oppdrag fra Kystverket undersøkt om det er gjenværende olje på sjøbunnen etter forliset til lasteskipet Full City. Full City gikk på grunn ved Såstein og mye av oljen strandet i Krogshavn. Sjøbunnen er undersøkt i et område ved Såstein og i Krogshavn, Bamble kommune, Telemark.

ROV-undersøkelsen og den visuelle undersøkelsen av bunnen i Krogshavn påviste ikke fri fase olje. I det undersøkte området ved Såstein ble det innenfor et lite areal tett ved land, observert grus med oljebelegg. Det er usikkert om grusen kan være tilført fra landsiden. Vegetasjonen i sjø var både ved Såstein og i Krogshavn variert og består av mange flerårige arter, noe som tyder på et relativt rent miljø.

Det ble tatt prøver av sediment for påvisning av oljer (THC) og tjæreforbindelser (PAH). Det er også foretatt en visuell undersøkelse av sedimentene ved bruk av vannkikkert og ROV.

Det er ikke påvist PAH forurensning eller større mengder oljeforurensning (THC) i det prøvetatte sedimentet fra Såstein. Det ble målt THC-konsentrasjoner mellom 20 og 60 mg/kg sediment Av PAH-stoffer ble det kun påvist pyren. Forurensningen i sedimentet ved Såstein utgjør en akseptabel lav risiko for forurensning og videre undersøkelser anses unødvendig.

I Krogshavn er det påvist betydelig olje- og PAH-forurensning i sedimentet nedenfor Langesund Bad. Det er kun på stasjon K2 at sedimentet hadde konsentrasjoner av PAH eller olje under grenseverdi for slik forurensning. I alle andre stasjoner hadde sedimentet en forurensning (olje og PAH) over grenseverdi (TA-2229/2007 og TA2553/2009).

Norconsult anbefaler at sedimentet i Krogshavn blir prøvetatt på nytt, og i god tid før badesesongen 2010. Dersom forurensningsverdiene fremdeles er høye, bør helserisikoen for badende være avklart, og kommunen, grunneiere og brukerne orientert om tilstanden.

# 1 BAKGRUNN

Lasteskipet Full City gikk på grunn ved Såstein på Bamblekysten i juli 2009. I løpet av timene og dagene etter grunnstøtingen ble flere strandområder forurenset med olje. Et av områdene som ble sterkest rammet av betydelige stranding av olje var Krogshavn i Bamble kommune. Såstein ble også betydelig forurenset.

## 1.1 Områdene

Såstein ligger på utsiden av Elviklandet, øst for Såsteinsundet. Øst på Såstein ligger "Lille Såstein" som er et sjøfuglreservat fra 1980. Såstein består bl.a. av mye bart fjell med småkløfter, tett furu og krattskog inne på øya. På østsiden er det en rullesteinstrand (figur 1).

Krogshavn i Bamble kommune ligger nord-øst for havaristedet, Såstein. Krogshavn er et friluftsområde i kommunen, med tilrettelegging for bading og rekreasjon. Det er også en god del bebyggelse i og nær Krogshavn. Området består av grøntarealer, sandstrender, små viker og odder med svaberg (figur 2).

***Figur 1.*** Flyfoto av Såstein i Bamble kommune (Nord er opp på bildet).

***Figur2.*** Flyfoto av Krogshavn utenfor Langesund i Bamble kommune (Nord er opp på bildet).

## 1.2 Bakgrunn for oppdraget

Kystverket har gitt Norconsult oppdraget å undersøke om det er synlig oljeforurensning på sjøbunnen i sundet ved Såstein og i Krogshavn, samt prøveta sjøbunnen for analyser av olje (THC - Total Hydrocarbon Concentration) og tjærestoffer (PAH - Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner).

# 2 GJENNOMFØRING AV FELTARBEID

## 2.1 Prøvetakingsstrategi

### *2.1.1 Prøvestasjonene*

Prøvestasjonene ble lokalisert for å dekke sundet på Såstein som Kystverket ønsket undersøkt. Det samme området ble visuelt undersøkt med ROV. I Krogshavn ble det tatt prøver i alle vikene hvor det tidligere har vært påvist oljeforurensning, og stasjonenes plassering ble endelig fastlagt i samråd med Kystverket. (figur 6 og 7.)

## 2.2 Analyseparametre

Valg av analyseparametre var styrt av hva som var forventet å finne av forurensning etter bunkersoljeutslippet. De valgte analyseparametrene er:

- **THC** Total Hydrocarbon Concentration, (Alifater C10-C12, Alifater C12-C16, Alifater C16-C35, Alifater C35-C40),
- **PAH- 16** (Naftalen, Acenaftylen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Antracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)antracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(123cd)pyren, Dibenzo(ah)antracen og Benzo(ghi)perylen).

## 2.3 Sediment

Prøvetakingen ble utført 13. november 2009 fra båt med båtfører fra Skjærgårdstjenesten. Stasjonenes posisjoner ble bestemt med håndholdt GPS. Prøvene ble tatt med en liten VanVeen grabb. Prøvene er blandprøver av 3 til 6 enkeltprøver. Prøvene ble beskrevet (se under), pakket og sendt til ALS Scandinavia for analyse. Endelig plassering av prøvene var styrt av hvor det var mulig å ta prøver (gjelder ved Såstein og stasjon K3 og K4 i Krogshavn hvor det var mye stein).

På Såstein var det grusig skjellsand.

I Krogshavn varierte materialet fra organisk rik leire med $H_2S$-lukt til skjellsand og grus. Noen prøver hadde litt oljelukt, og det ble observert noe oljeskimmel i prøvene. I Krogshavn ble bunnen visuelt undersøkt, og rundt stasjonene K2 og K7 ble det gravd i sediment uten at det ble observert synlig olje.

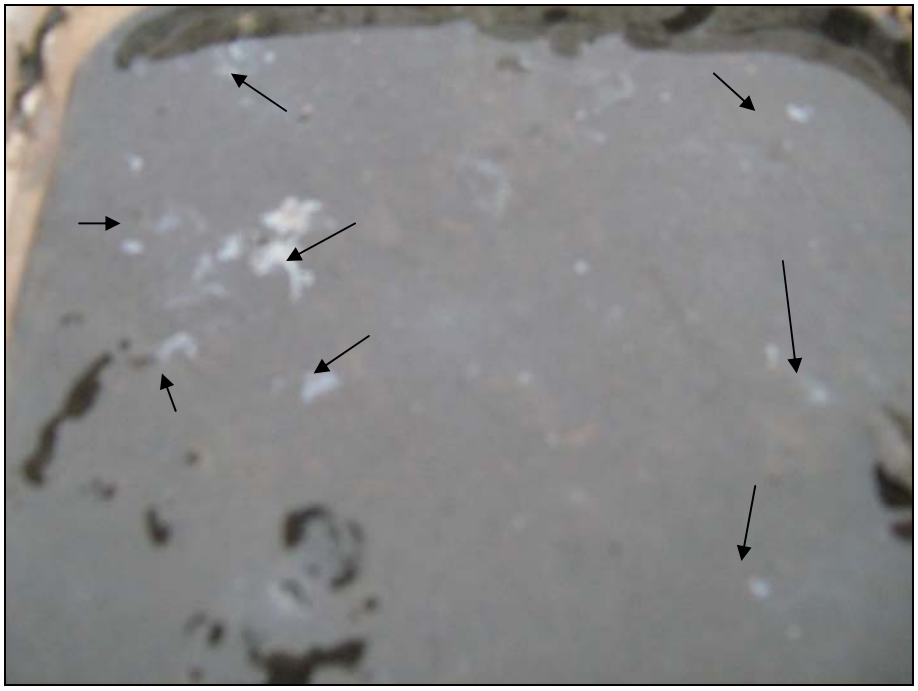
***K 1 Krogshavn***
5859923 N
0944301 Ø
Sand med skjell. Gråbrun farge. Litt oljelukt.
Svart farge under med $H_2S$ lukt. Oljefilm på vann i prøveboks.

***K 2 Krogshavn***
5859982 N
0944205 Ø
Fin sand, bølgeriflet, fjærmark.
Bra sikt og ikke olje å se visuelt, ikke lukt av olje. Såpekonsistens.
Ved pakking i glass ble det påvist minimalt med oljefilm (se piler på bildet under).

***K 3 Krogshavn***
5859808 N
0944370 Ø
Grov skjellsand. Oljefilm. Ingen lukt.

***K 4 Krogshavn***
5859843 N
0944335 Ø
Sand og skjellsand. Oljefilm (lite) (se pil på bildet under). Ingen lukt

***K 5 Krogshavn***
5859892 N
0944494 Ø
Silt/leire. Mye organisk materiale. $H_2S$ lukt. Oljefilm ble observert ved pakking i glass (se piler på bildet under).



***K 6 Krogshavn***
5859858 N
0944516 Ø
Finsand. Lysbrun overflate, mørkere under. $H_2S$ lukt. Oljefilm observert ved pakking.

***K 7 Krogshavn***
Blandprøve fra et større område i bukten.
5859940 N
0944458 Ø
Finsand. Gråbrun overflate noe $H_2S$ lukt. Oljefilm observert ved pakking (se piler på bildet under).

***Så1 Såstein***
5858218 N
0942543 Ø
Grusing, skjellsand,

***Så2 Såstein***
5858139 N
0942535 Ø
Grusing, skjellsand

***Så3 Såstein***
5858268 N
0942572 Ø
Grusing, skjellsand. Oljefilm på vann i prøven.

## 2.4 ROV

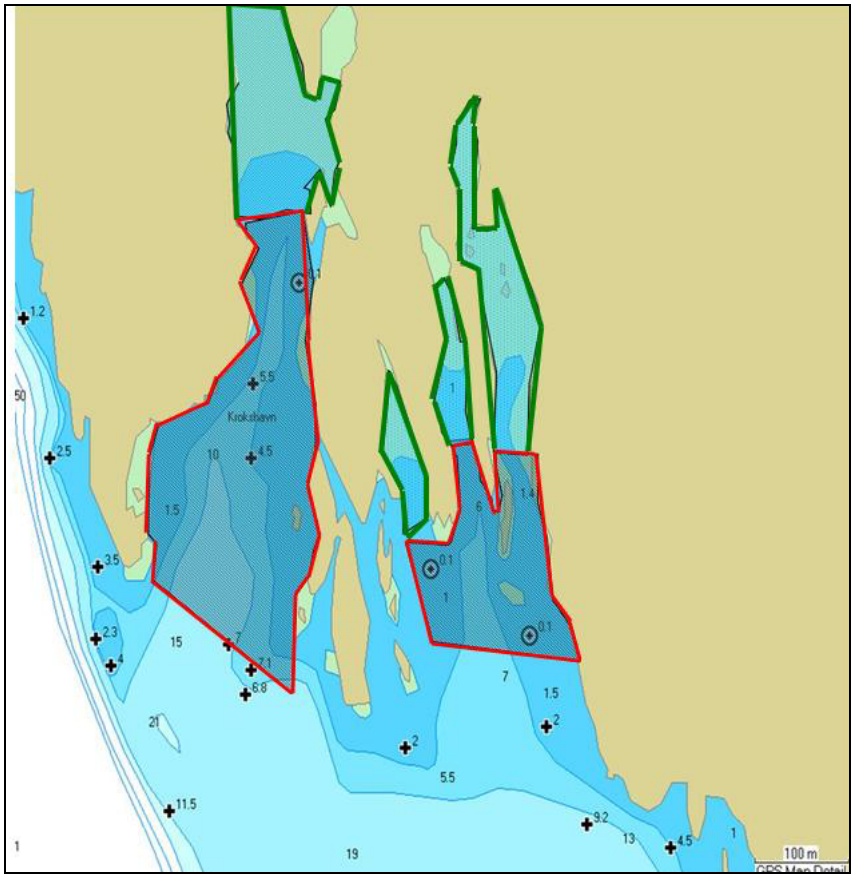
Området i sundet ved Såstein (figur 4) og i Krogshavn (figur 5) ble kartlagt visuelt med en fjernstyrt mini-ubåt med kamera (figur 3), dvs. en Video Ray ROV (Remote Operated Vehicle). Denne ble operert fra båt.

***Figur 3 ROV'en Notilus.***

Områdene som ble kartlagt er vist i figur 4 og 5.

På Såstein ble undersøkelsesområdet avgrenset av området som Kystverket ønsket undersøkt (jf. figur 4). I Krogshavn var vanndyp og terskler med på å begrense muligheten å komme til med ROV. Områdene innerst ble visuelt undersøkt bl.a. med vannkikkert og Van Veen grabb fra lettbåt, eller ved bruk av vadere i forbindelse med prøvetaking av sedimentet (Jf. Kap 2.1 og figur 5).

***Figur 4.***.ROV-kartlagt område ved Såstein.




***Figur 5.*** ROV-kartlagt område i Krogshavn er vist med skrå skravering med rød innramming. Områder med prikket skravering og grønn innramming er observert uten ROV, kun visuelt fra lettbåt eller ved bruk av vadere.

# 3 RESULTATER

## 3.1 Sediment

### *3.1.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold*

Sedimentet på Såstein har relativt grove kornstørrelser, og det viser at dette er et bølge og/eller strøm eksponert miljø. Sundet er trangt med åpning i begge ender.

I Krogshavn består sedimentene av sand og mudder (leire og silt). Sedimentet blir mer grusig lengre ut fra land.

### *3.1.2 Sedimentets forurensningsgrad*

Områdets forurensningsgrad er beskrevet i tabellform og i kart. Fargehenvisningene følger tabellene nedenfor. For olje (alifater) er klassifisering for forurenset grunn TA-2553/2009 benyttet siden det ikke finnes klassifiseringssystem for THC i sediment. For PAH er klassifiseringsystemet for sediment (TA-2229/2007) benyttet.

**Tilstadsklasser forurenset grunn TA-2553/2009**

| Tilstandsklasse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Beskrivelse av tilstand | Meget god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| Øvre grense styres av | Normverdi | Helsebaserte akseptkriterier | Helsebaserte akseptkriterier | Helsebaserte akseptkriterier | Nivå som anses å være farlig avfall |

**Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)**

| | |
|---|---|
| I Bakgrunn | Bakgrunnsnivå |
| II God | Ingen toksiske effekter |
| III Moderat | Kroniske effekter ved langtidseksponering |
| IV Dårlig | Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering |
| V Svært dårlig | Omfattende akutt-toksiske effekter |

***Tabell 1.*** Analyseresultatene Klassifisert etter TA-2229/2007 og TA2553/2009

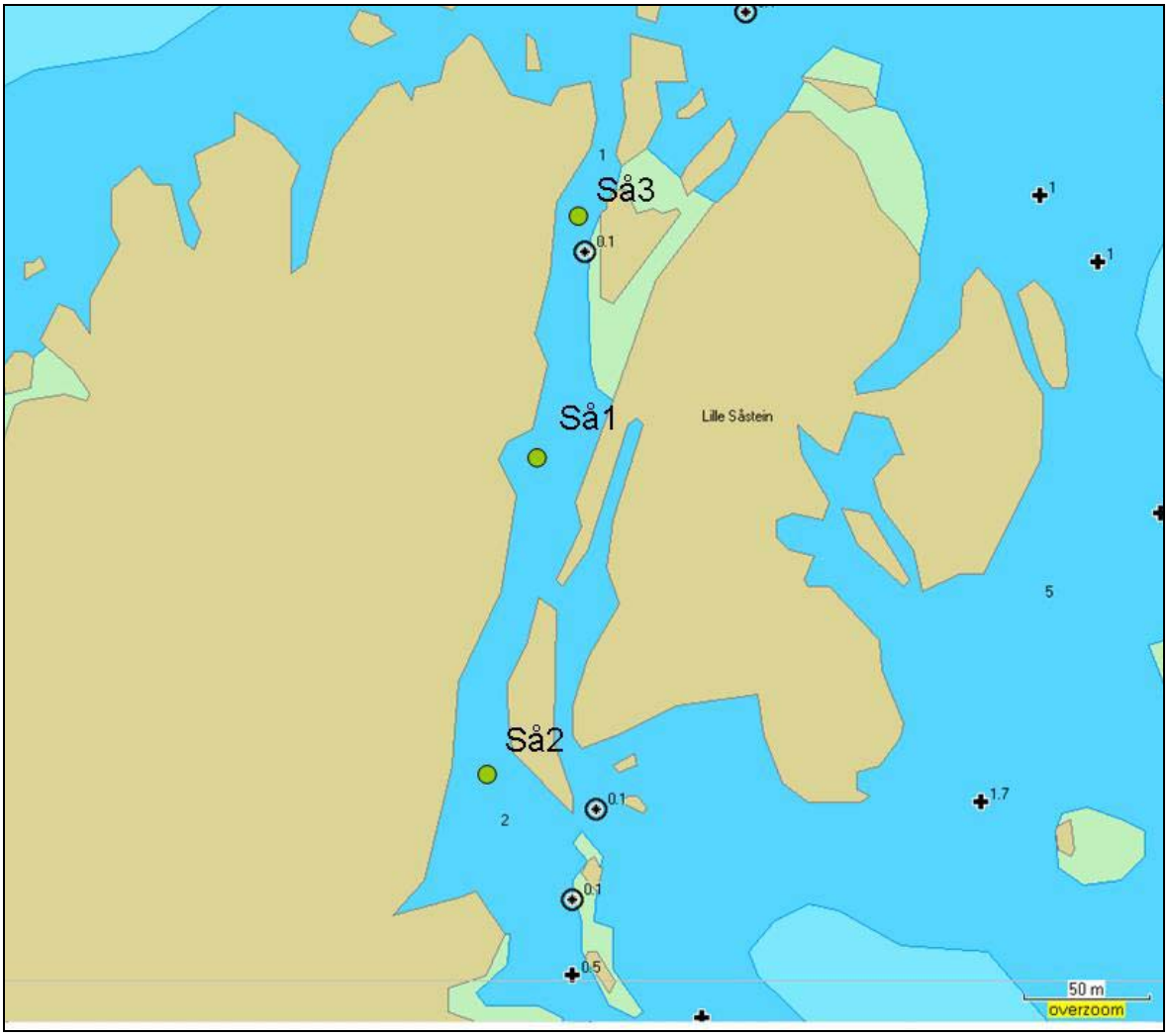
| | Målt sedimentkonsentrasjon Csed (mg/kg) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **STOFF** | **Så 1** | **Så 2** | **Så 3** | **K1** | **K2** | **K3** | **K4** | **K5** | **K6** | **K7** |
| **Tørrstoff (E)** | 94,7 | 83,4 | 77,5 | 76,2 | 72,6 | 69,2 | 79,8 | 38,8 | 59,2 | 64,2 |
| **Fraksjon >C10-C12** | <2 | <2 | <2 | 15 | 2 | 12 | 3 | 64 | <2 | 3 |
| **Fraksjon >C12-C16** | <3 | <3 | 5 | 96 | 5 | 97 | 23 | 534 | 10 | 35 |
| **Fraksjon >C16-C35** | 34 | 22 | 57 | 955 | 52 | 438 | 112 | 3070 | 161 | 220 |
| **Fraksjon >C35-C40** | <5 | <5 | <5 | 162 | <5 | 59 | 16 | 639 | 11 | 31 |
| **Sum >C10-C40** | 39 | 26 | 65 | 1230 | 60 | 607 | 153 | 4310 | 182 | 288 |
| **Naftalen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,023 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,163 | 0,015 | 0,022 |
| **Acenaftylen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,016 | <0.010 | <0.010 | 0,014 | 0,209 | 0,057 | 0,024 |
| **Acenaften** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,224 | <0.010 | <0.010 |
| **Fluoren** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,128 | <0.010 | <0.010 | 0,014 | 0,406 | 0,047 | 0,07 |
| **Fenantren** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,765 | <0.010 | 0,026 | 0,216 | 3,05 | 0,705 | 0,426 |
| **Antracen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,098 | <0.010 | <0.010 | 0,025 | 0,445 | 0,121 | 0,061 |
| **Fluoranten** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,144 | <0.010 | 0,014 | 0,322 | 4,56 | 1,84 | 0,454 |
| **Pyren** | 0,011 | <0.010 | <0.010 | 0,772 | 0,028 | 0,069 | 0,294 | 4,82 | 1,48 | 0,576 |
| **Benso(a)antracen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,118 | <0.010 | <0.010 | 0,074 | 1,4 | 0,412 | 0,136 |
| **Krysen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,24 | <0.010 | 0,019 | 0,113 | 1,92 | 0,516 | 0,197 |
| **Benso(b)fluoranten** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,059 | <0.010 | <0.010 | 0,072 | 1,45 | 0,439 | 0,133 |
| **Benso(k)fluoranten** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,029 | <0.010 | <0.010 | 0,06 | 1,12 | 0,379 | 0,108 |
| **Benso(a)pyren** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,075 | <0.010 | <0.010 | 0,069 | 1,35 | 0,441 | 0,134 |
| **Dibenso(ah)antracen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,014 | <0.010 | <0.010 | 0,011 | 0,195 | 0,065 | 0,02 |
| **Benso(ghi)perylen** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,074 | <0.010 | <0.010 | 0,047 | 1,02 | 0,294 | 0,094 |
| **Indeno(123cd)pyren** | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,022 | <0.010 | <0.010 | 0,041 | 0,801 | 0,267 | 0,073 |
| **Sum PAH-16** | 0,011 | n.d | n.d | 2,58 | 0,028 | 0,128 | 1,37 | 23,1 | 7,08 | 2,53 |
| **Sum PAH carcinogene** | n.d | n.d | n.d | 0,557 | n.d | 0,019 | 0,44 | 8,24 | 2,52 | 0,801 |

### *3.1.3 THC ved Såstein*

Det er målt THC konsentrasjoner mellom 26 og 65 mg/kg på Såstein (jf. tabell 1). I henhold til normverdi (TA 2553/2009) tilstandsklasse 1 (meget god). Olje brytes relativt hurtig ned i sjø, det er derfor ikke grunn til å anta at disse konsentrasjonene utgjør et miljøproblem.

### *3.1.4 PAH ved Såstein*

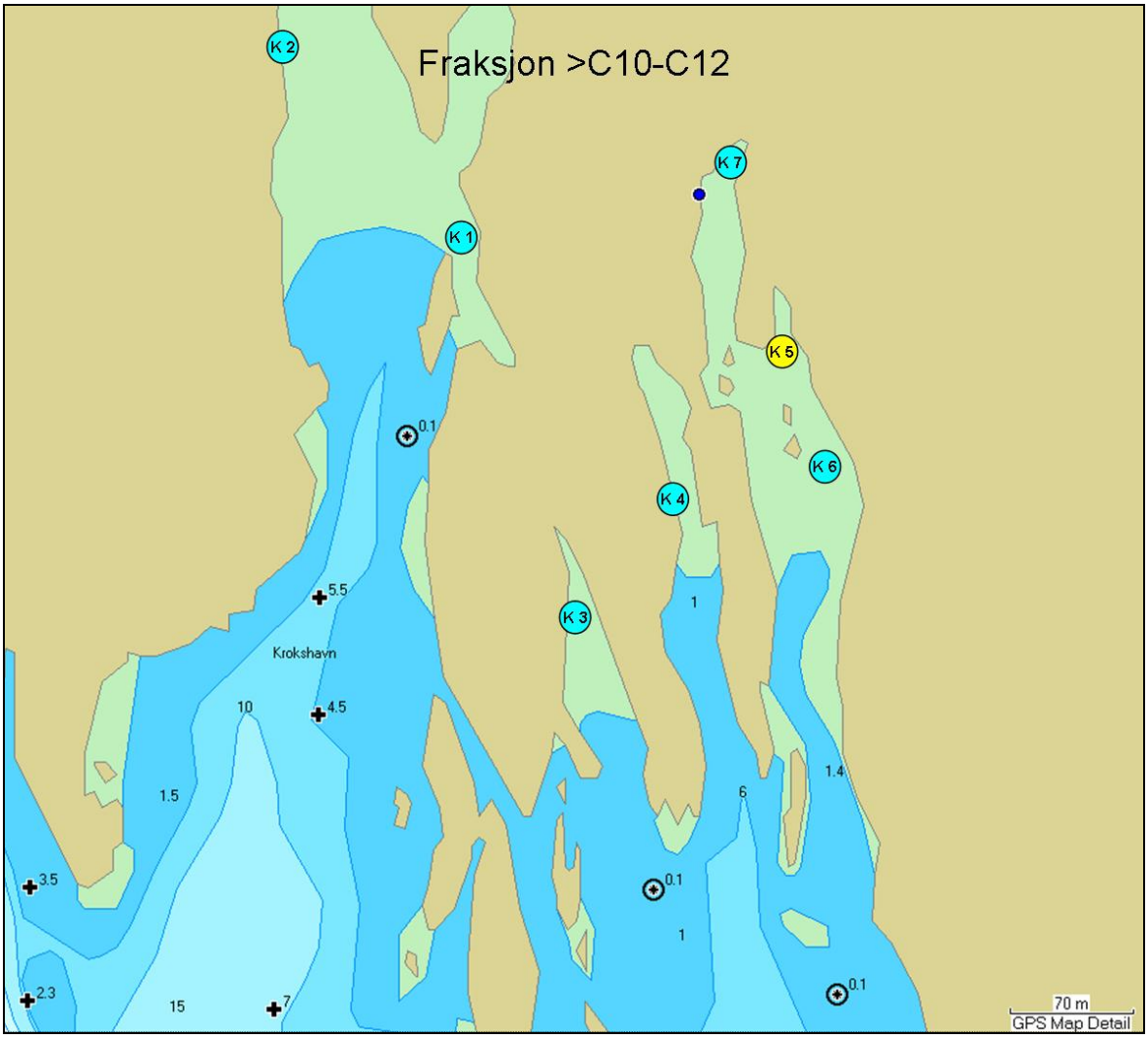
Det er ikke påvist PAH-forbindelser over deteksjonsgrensen for analysen for prøve Så 2 og 3 (jf. tabell 1 og figur 6). Ved stasjon Så 1 er det målt pyren i lave konsentrasjoner (tilstandsklasse II).



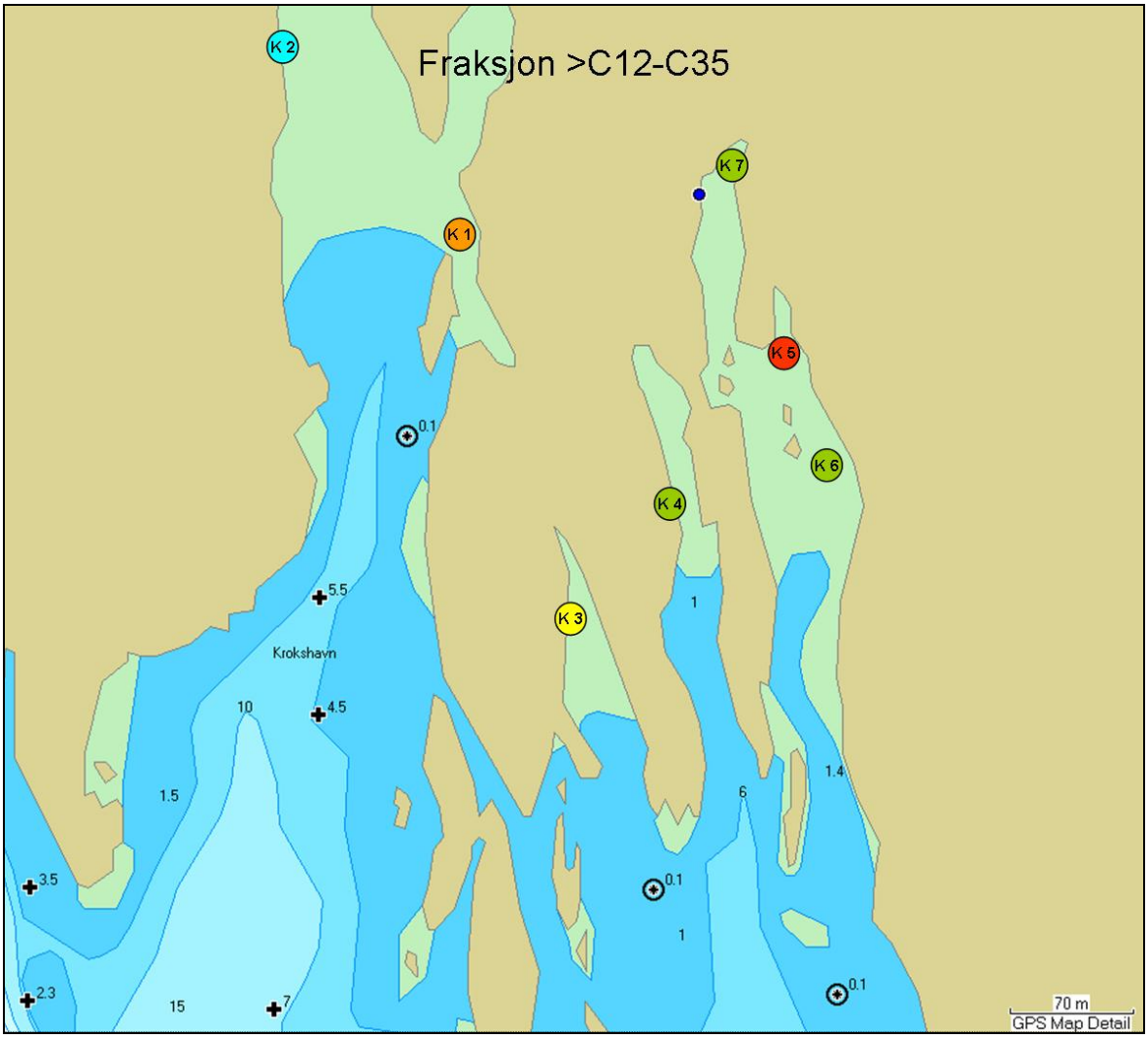

***Figur 6.*** Kart over prøvestasjoner ved Såstein

### *3.1.5 THC i Krogshavn*

THC-verdiene i prøvetatt sediment i Krogshavn varierer mye. Det er påvist lave konsentrasjoner i sedimentet på stasjonene K2, K4, K6 og K7, og høye konsentrasjoner i stasjon K1, K3 og K5 (jf. tabell 1 og figur 7 og 8). Dette er konsentrasjoner som ville vært problematiske på land og utløst krav om risikovurdering. Det er antatt at konsentrasjon i sedimentet vil synke i løpet av vinteren grunnet bølgeeksponering.




***Figur 7.*** Kart med klassifisering av C10 til C12 Alifater, Krogshavn

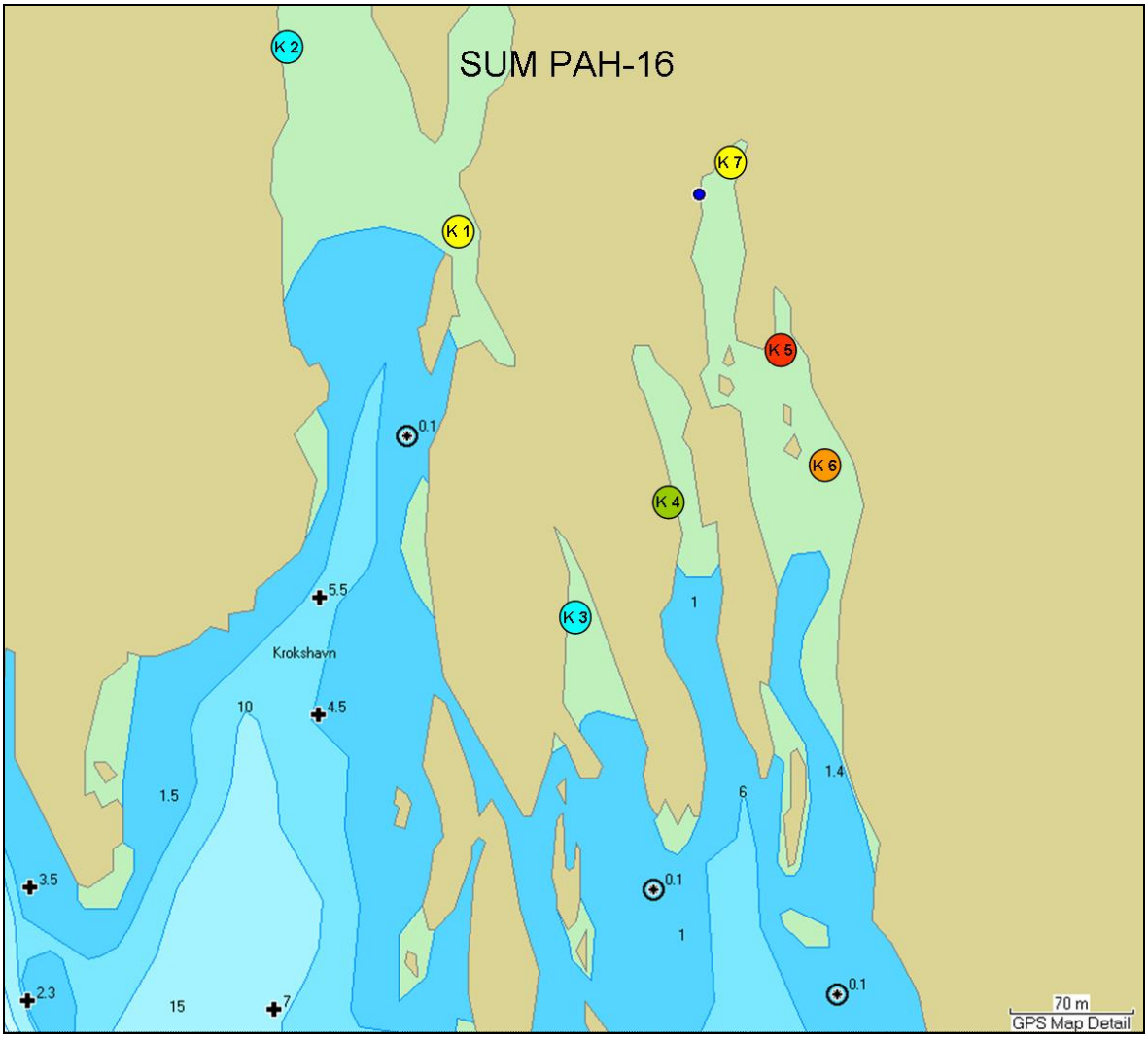



***Figur 8.*** Kart med klassifisering av C12 til C35 Alifater, Krogshavn

### *3.1.6 PAH i Krogshavn*

Det er målt PAH-forurensning over grenseverdi i alle sedimentprøvene med unntak av stasjon K2 og K3. Sum PAH er påvist i konsentrasjon under grenseverdien i prøven K4, men enkeltstoffene fluoranten, pyren, benso(a)antracen er i klasse III og benso(ghi)perylen i klasse IV. De høyeste PAH-konsentrasjonene er funnet på stasjon K5 (klasse V), men også betydelig konsentrasjoner i sedimentet på stasjon K6 (klasse IV) (jf. tabell 1 og figur 9).

Generelt er fordelingen mellom forbrenningsrelaterte og petroleums relaterte PAH-forbindelser lik på stasjon K4 til K7 med ca. 30 til 35 % forbrenningsrelatert (tyngre enn pyren) og 20 % oljerelaterte forbindelser (lettere enn fluoranten). Stasjon K1 har mindre forbrenningsrelaterte ca 20 % og en høyere andel av oljerelaterte ca. 40 %. I Krogshavn utgjør fluoranten og pyren en stor andel av PAH-forbindelsene, dvs. mellom 40 og 50 %. Denne fordelingen er vesentlig forskjellig fra målingene av PAH i blåskjell utenfor Krogshavn og olje fra ”Full City” (Havforskningsinstituttet 14.09.2009) som ble tatt etter havariet, uten at det skal legges vekt på dette. Forskjellen ligger i betydelig større andel fenantren og mindre andel fluoranten i oljen sammenlignet med det som er funnet i sedimentene.



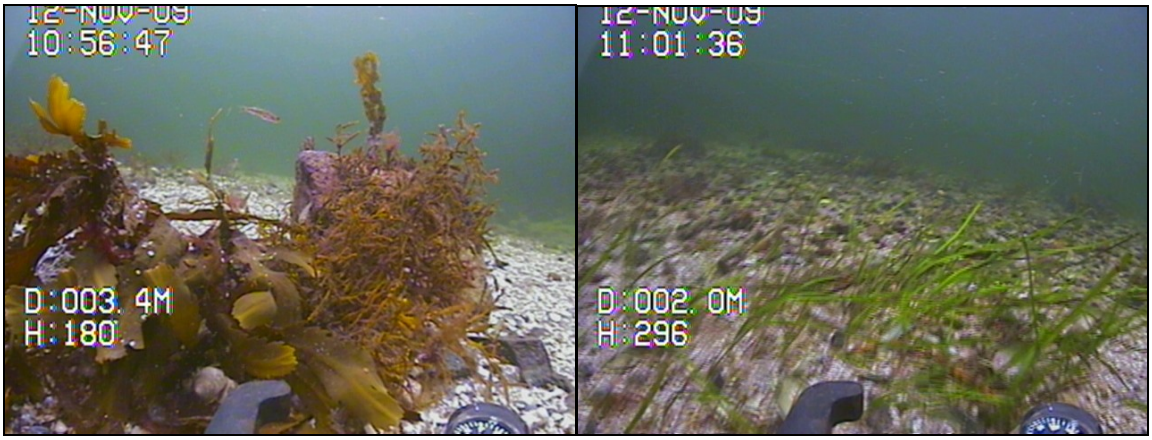

***Figur 9*** Kart med klassifisering av PAH forurensingen Krogshavn

## 3.2 ROV

### *3.2.1 Såstein*

Området ble undersøkt for sedimentert olje fra Full City. I skjellsandsedimentet i sundet ved Såstein ble det generelt observert svært lite olje på sjøbunnen. Kun ett sted, nord i sundet (ved Så 3, figur 6) ble det påvist noe grus med olje. Det antas at grusen kan ha ligget på svaberget, og blitt skylt ut i sjøen under strandrensingen. Generelt ble det observert mye marin vegetasjon under vann på bergveggene og skjær på begge sider og i sundet. Stein og kanter er typisk dekket av rugl (*Lithothamnion glaciale*) og tangarter som sagtang (*Fucus cerratus*). Det ble også observert noe ålegras i sundet (jf. figur 10).

Disse observasjonene tyder på et relativt rent sjø miljø.



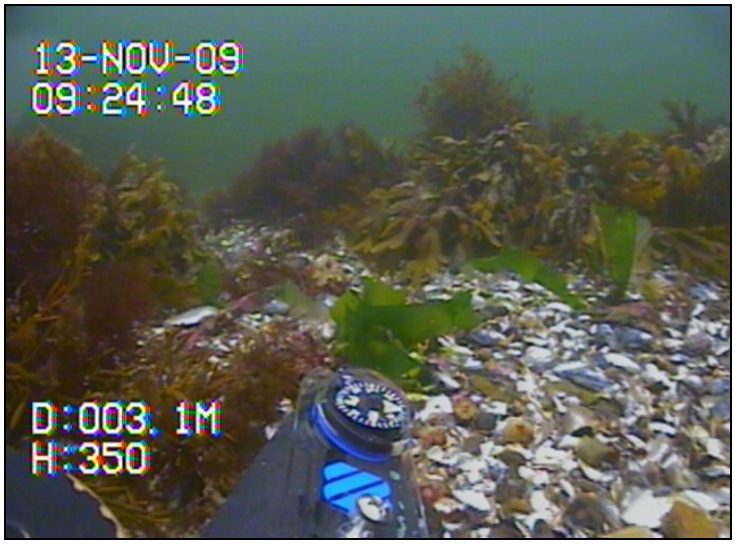

***Figur 10.*** Sjøbunnen i sundet ved Såstein består av skjellsand med mye marin vegetasjon på harde flater som stein og langs bergkantene av vikene. Noe ålegras ble observert. Begge bildene er tatt i den nordlige delen av sundet.

***Krogshavn***

Krogshavn ble betydelig rammet av oljeforurensningen fra utslippet. Sedimentet i den vestre vika i Krogshavn er sandig innerst og ytterst. Det midtre området har en del skjellsand.

Nedenfor Langesund bad består sedimentet av løst pakket silt og leire. Lengre ut er det siltig sand som blir grovere videre utover. I de undersøkte områdene i de andre vikene (se figur 5) var det mest skjellsand. Det ble ikke observert oljerester på sjøbunnen i området. Her, som ved Såstein ble det observert mye marin vegetasjon langs bergflater og på stein. Det var store tangbelter langs kantene av vikene og på skjær, samt rugl og grønnalger (figur 11).

Disse observasjonene tyder på et relativt rent sjø miljø.



***Figur 11.*** Sjøbunnen i Krogshavn består av sand og skjellsand med mye marin vegetasjon på harde flater som stein og langs kantene av vikene. Alle bilder er fra den vestlige bukta i Krogshavn. De to øverste bildene (09:24:48 og 09:36:06) er tatt langs bunn på østlig side av bukta omtrent i den indre delen av skrått skravert område. Nederste bilde er tatt innerst i skrått skravert område.

# 4 KONKLUSJON

Vegetasjonen i sjø, både på Såstein og i Krogshavn er variert og består av mange flerårige arter, noe som tyder på et relativt rent sjø miljø.

Krogshavn:

ROV-undersøkelsen og den visuelle undersøkelsen av sjøbunnen påviste ikke fri fase olje i sedimentet.

I analysen av sedimentet ble det påvist en betydelig olje- og PAH-forurensning nedenfor Langesund Bad. Ved stasjon K2 er sedimentet mindre forurenset av PAH og olje. I alle andre stasjoner er konsentrasjon over grenseverdi (TA-2229/2007 og TA2553/2009).

Vi anbefaler at området i Krogshavn blir prøvetatt på nytt og i god tid for badesesongen 2010. Dersom forurensningen fortsatt er høy, bør det utføres en helserisikovurdering. Kommunen, grunneier og brukerne bør bli informert om resultatet.

Såstein:

Ved Såstein påviste ROV-undersøkelsen, innenfor et begrenset område mindre mengder oljeforurenset grus (nær stasjon Så3).

Det er ikke påvist større mengder PAH-forurensning eller oljeforurensning i sediment ved Såstein. Det ble målt THC konsentrasjoner mellom 20 og 60 mg/kg sediment. Det ble kun påvist små mengder av PAH-stoffet pyren i en prøve.

Generelt er sedimentet ved Såstein forurenset til et akseptabelt lavt nivå. Videre undersøkelser anses som unødvendig.

## 5 REFERANSER

SFT 2007. Veiledning for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA 2229/2007).

SFT 2009. Helsebasert tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553/2009).

Havforskningsinstituttet 14.09.2009. Undersøkelser av oljeforurensing i marint miljø etter havariet av lasteskipet ”Full City”

## 6 VEDLEGG

Analyseresultater (KR.Havn 1 er K1, KR.Havn 2 er K2 ……osv).

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | |
|---|---|
| Prosjekt | **Full City** |
| Bestnr | **5014575** |
| Registrert | **2009-11-18** |
| Utstedt | **2009-11-25** |

**Norconsult**
**Gaute Rørvik Salomonsen**

**P.boks 110**
**N-3191 Horten**
**Norge**

## Analyse av faststoff

| | |
|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 Så 1 Sediment** |
| Labnummer | N00086166 |

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **94.7** | 4.74 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<3** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **34** | 10 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **<5** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **39** | 12 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 Så 2 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086167 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **83.4** | 4.17 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **<3** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **22** | 7 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **<5** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **26** | 8 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 Så 3 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086168 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **77.5** | 3.87 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **5** | 2 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **57** | 17 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **<5** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **65** | 20 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

| | |
|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 1**<br>**Sediment** |
| Labnummer | N00086169 |

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **76.2** | 3.81 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **15** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **96** | 29 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **955** | 286 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **162** | 48 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **1230** | 368 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.023** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.016** | 0.005 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.128** | 0.038 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.765** | 0.230 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.098** | 0.029 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.144** | 0.043 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.772** | 0.231 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.118** | 0.035 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.240** | 0.072 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.059** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.029** | 0.009 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.075** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.074** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.022** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.58** | 0.773 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.557** | 0.167 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | |
|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 2**<br>**Sediment** |
| Labnummer | N00086170 |

| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tørrstoff (E)** | **72.6** | 3.63 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **2** | 0.6 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **5** | 2 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **52** | 15 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **<5** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **60** | 18 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.028** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **0.028** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **n.d** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 3 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086171 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **69.2** | 3.46 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **12** | 4 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **97** | 29 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **438** | 131 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **59** | 18 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **607** | 182 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.026** | 0.008 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.069** | 0.021 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.019** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **0.128** | 0.038 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.019** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 4 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086172 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **79.8** | 3.99 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **3** | 0.8 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **23** | 7 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **112** | 33 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **16** | 5 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **153** | 46 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.014** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.216** | 0.065 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.025** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.322** | 0.096 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.294** | 0.088 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.074** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.113** | 0.034 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.072** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.060** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.069** | 0.021 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.011** | 0.003 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.047** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.041** | 0.012 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **1.37** | 0.412 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.440** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 5 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086173 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **38.8** | 1.94 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **64** | 19 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **534** | 160 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **3070** | 922 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **639** | 192 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **4310** | 1290 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.163** | 0.049 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.209** | 0.063 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **0.224** | 0.067 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.406** | 0.122 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **3.05** | 0.914 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.445** | 0.134 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **4.56** | 1.37 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **4.82** | 1.45 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **1.40** | 0.419 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **1.92** | 0.575 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **1.45** | 0.435 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **1.12** | 0.335 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **1.35** | 0.404 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.195** | 0.059 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **1.02** | 0.306 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.801** | 0.240 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **23.1** | 6.94 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **8.24** | 2.47 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |


ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 6 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086174 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **59.2** | 2.96 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **<2** | | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **10** | 3 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **161** | 48 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **11** | 3 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **182** | 55 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.015** | 0.004 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.057** | 0.017 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.047** | 0.014 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.705** | 0.211 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.121** | 0.036 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **1.84** | 0.553 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **1.48** | 0.445 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.412** | 0.124 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.516** | 0.155 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.439** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.379** | 0.114 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.441** | 0.132 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.065** | 0.019 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.294** | 0.088 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.267** | 0.080 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **7.08** | 2.12 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **2.52** | 0.756 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

# Rapport

# N0908050



1M9CBU4BA5U

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Deres prøvenavn | **5014575 KR.Havn 7 Sediment** | | | | |
| Labnummer | N00086175 | | | | |
| **Analyse** | **Resultater** | **Usikkerhet (±)** | **Enhet** | **Metode** | **Utført** |
| **Tørrstoff (E)** | **64.2** | 3.21 | % | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C10-C12** | **3** | 0.8 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C12-C16** | **35** | 10 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C16-C35** | **220** | 66 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Fraksjon >C35-C40** | **31** | 9 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| **Sum >C10-C40** | **288** | 86 | mg/kg TS | 1 | 1 |
| | | | | | |
| **Naftalen** | **0.022** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaftylen** | **0.024** | 0.007 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Acenaften** | **<0.010** | | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoren** | **0.070** | 0.021 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fenantren** | **0.426** | 0.128 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Antracen** | **0.061** | 0.018 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Fluoranten** | **0.454** | 0.136 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Pyren** | **0.576** | 0.173 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)antracen^** | **0.136** | 0.041 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Krysen^** | **0.197** | 0.059 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(b)fluoranten^** | **0.133** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(k)fluoranten^** | **0.108** | 0.032 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(a)pyren^** | **0.134** | 0.040 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Dibenso(ah)antracen^** | **0.020** | 0.006 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Benso(ghi)perylen** | **0.094** | 0.028 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Indeno(123cd)pyren^** | **0.073** | 0.022 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH-16** | **2.53** | 0.758 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| **Sum PAH carcinogene^** | **0.801** | 0.240 | mg/kg TS | 2 | 1 |
| | | | | | |

ALS Scandinavia NUF
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

***Kopi***

Dorthe Madsen
Kjemiker

* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| | Metodespesifikasjon | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Bestemmelse av olje. | | |
| | Metode: | >C10-C40: | EN 14039 |
| | Ekstraksjon: | Aceton/heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-FID/GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | >C10-C12: | 2 mg/kg TS |
| | | >C12-C16: | 3 mg/kg TS |
| | | >C16-C35: | 10 mg/kg TS |
| | | >C10-C40: | 20 mg/kg TS |
| 2 | Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16. | | |
| | Metode: | CSN EN ISO 6468 | |
| | Ekstraksjon: | Heksan | |
| | Deteksjon og kvantifisering: | GC-MS | |
| | Kvantifikasjonsgrenser: | 0,01-0,1 mg/kg TS | |

| | Underleverandør[1] | |
|---|---|---|
| 1 | Ansvarlig laboratorium: | ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia |
| | Akkreditering: | Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

[1] Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

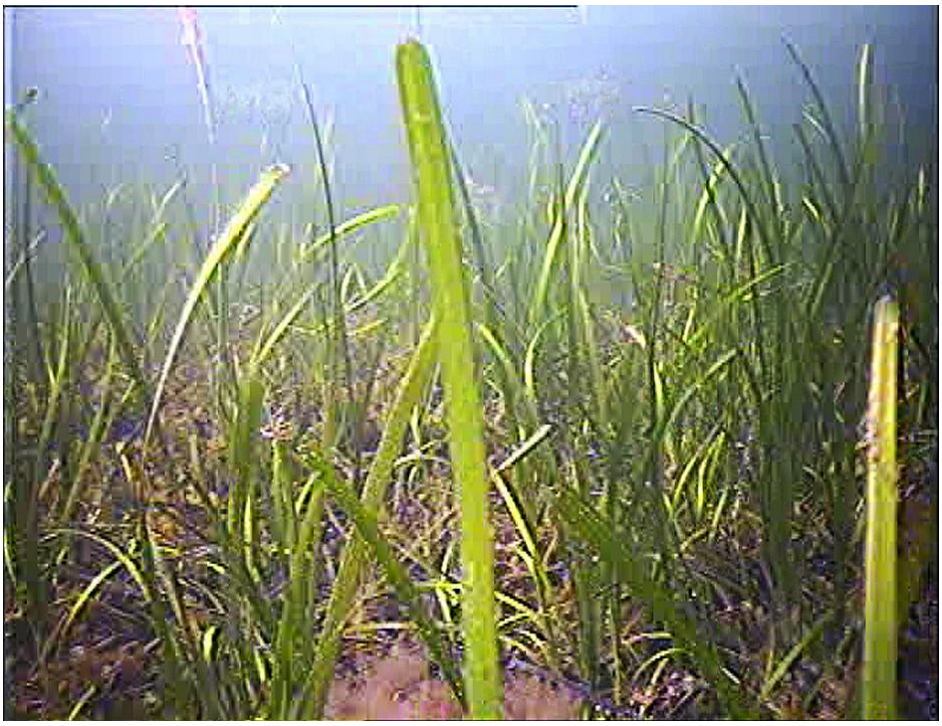
Havforskningsinstituttet

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# Undersøkelser av tilstand i ålegrasenger etter oljeutslippet fra Full City

Rapport utarbeidet på oppdrag for Kystverket

KYSTVERKET



29.09.2010

foto: Henning Steen

# PROSJEKTRAPPORT

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

| Tromsø | Flødevigen | Austevoll | Matre |
|---|---|---|---|
| 9294 TROMSØ | 4817 HIS | 5392 STOREBØ | 5984 MATREDAL |
| Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 37 05 90 00 | Tlf. 55 23 85 00 | Tlf. 55 23 85 00 |
| Fax 77 60 97 01 | Fax 37 05 90 01 | Fax 56 18 22 22 | Fax 56 36 75 85 |


**Distribusjon:**
Åpen

**HI-prosjektnr.:**
13044

**Oppdragsgiver(e):**
Kystverket

**Oppdragsgivers referanse:**
Kontrakt Kystverket

**Dato:**
29.09.2010

**Program:**
Olje-Fisk

**Forskningsgruppe:**
422 Bunnhabitater og skalldyr

**Antall sider totalt: 15**

**Rapport:**
Oppfølgingsundersøkelser av marint miljø ved lasteskipet "Full City"

**Nr. - År**
2010

**Tittel (norsk/engelsk):**
Undersøkelser av tilstand i ålegrasenger etter oljeutslippet fra Full City

**Forfatter(e):**
H. Steen
T. Olsen

**Sammendrag (norsk):**
Ålegras (*Zostera marina*) danner produktive, artsrike undervannsenger, som er viktige oppvekstområder for en rekke fiskeslag, bl.a. torsk (*Gadus morhua*). Eventuelle reduksjoner av ålegrassamfunnene kan derfor få betydelige økologiske, så vel som økonomiske ringvirkninger. I etterkant av Full City havariet utenfor Langesund (31.07.2009) har Havforskningsinstituttet gjennomført visuelle undersøkelser (videotransekt) av ålegrassamfunnene på oljepåvirkede lokaliteter, og på nærliggende, upåvirkede referanselokaliteter i Vestfold og Telemark. Tilstanden observert i etterkant av oljeutslippet blir sammenlignet med tilstanden observert på de samme ålegraslokaliteter før Full City havariet. Totalt så ble 31 ålegraslokaliteter i influensområdet (18 i Bamble kommune og 13 i Larvik kommune) og 16 referanselokaliteter (8 i Porsgrunn kommune og 8 i Larvik kommune) undersøkt i løpet av høsten 2009 og våren 2010. Ålegras ble observert på samtlige 31 undersøkte lokaliteter i influensområdet både før og etter Full City havariet. Det ble registrert mindre variasjoner i skuddtetthet, skuddlengde og dybdeutbredelse av ålegras, men ingen signifikante forskjeller fra tilstanden før Full City ble påvist. Den foreløpige konklusjonen blir at oljeutslippet fra Full City i liten grad ser ut til å ha påvirket ålegrasvegetasjonen i nærområdene.

**Summary (English):**
Eelgrass (*Zostera marina*) beds form productive, species rich communities, and serve as important nursery and feeding grounds for many species of fish, including coastal cod (*Gadus morhua*). Decline of eelgrass beds may therefore have substantial ecological, as well as economical implications for coastal communities. In the aftermath the oil spill from the cargo vessel "Full City", outside Langesund on the Southeast coast of Norway (31.07.2009), 31 eelgrass beds in the impact zone of the oil spill, as well as 16 reference eelgrass beds outside the impact zone, were examined before and after the incident. Eelgrass was observed on all 31 examined eelgrass localities in the oil impacted zone both before and after the oil spill incident. Small variations in eelgrass density and depth distribution were observed, but no significant changes in the condition of eelgrass beds after the Full City incident could be detected. In conclusion, the effects of oil contamination from Full City, on nearby eelgrass beds appear to be small.

| Emneord (norsk): | Subject heading (English): |
|---|---|
| **1.** Ålegras | **1.** Eelgrass |
| **2.** "Full City" | **2.** "Full City" |
| **3.** Oljeutslipp | **3.** Oil spill |

## Beskrivelse av utført arbeid

Lasteskipet ”Full City” grunnstøtte ved Såstein utenfor Langesund i Telemark den 31.juli 2009. Kystverket har beregnet at ca. 200 tonn tungolje har lekket ut fra havaristen. Havforskningsinstituttet (HI) utførte på oppdrag fra Kystverket undersøkelser av tilstand i ålegrassamfunn i områder langs kysten av Telemark og Vestfold før og etter Full City havariet. Undersøkelsene ble gjennomført vha undervannskamera, og inkluderer ålegraslokaliteter både i områder som ble påvirket av oljeutslippet, og ålegraslokaliteter i områder som ikke, eller bare i liten grad, ble påvirket av oljeutslippet fra Full City.

Full City foto: Henning Steen

**<u>Medarbeidere:</u>**

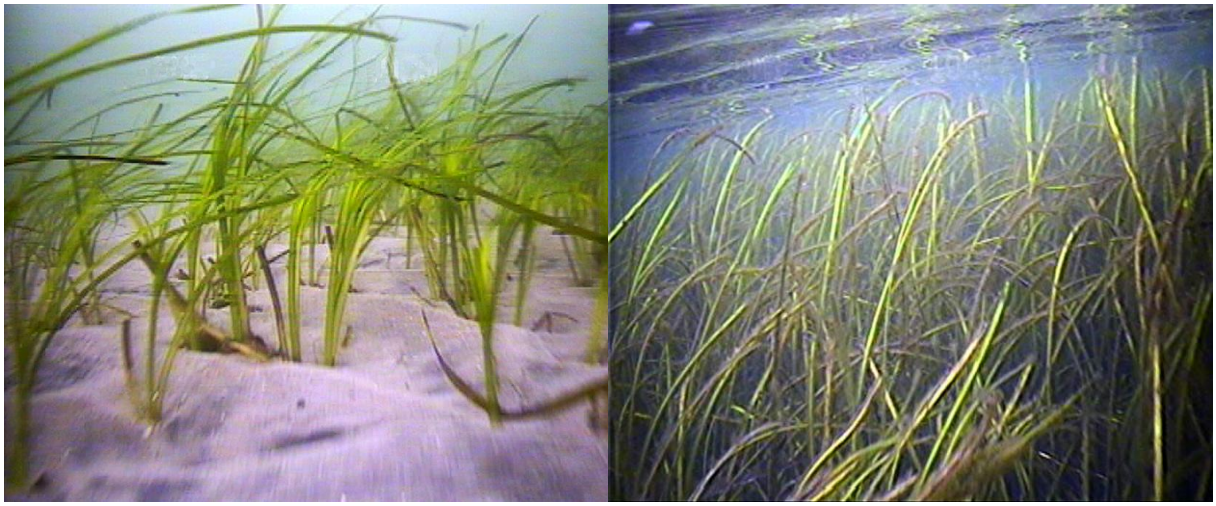
*Feltarbeid*: Henning Steen, Torstein Olsen, Anders Jelmert

*Koordinering av arbeidet og rapportering*: Henning Steen, Torstein Olsen

Kart: Torstein Olsen

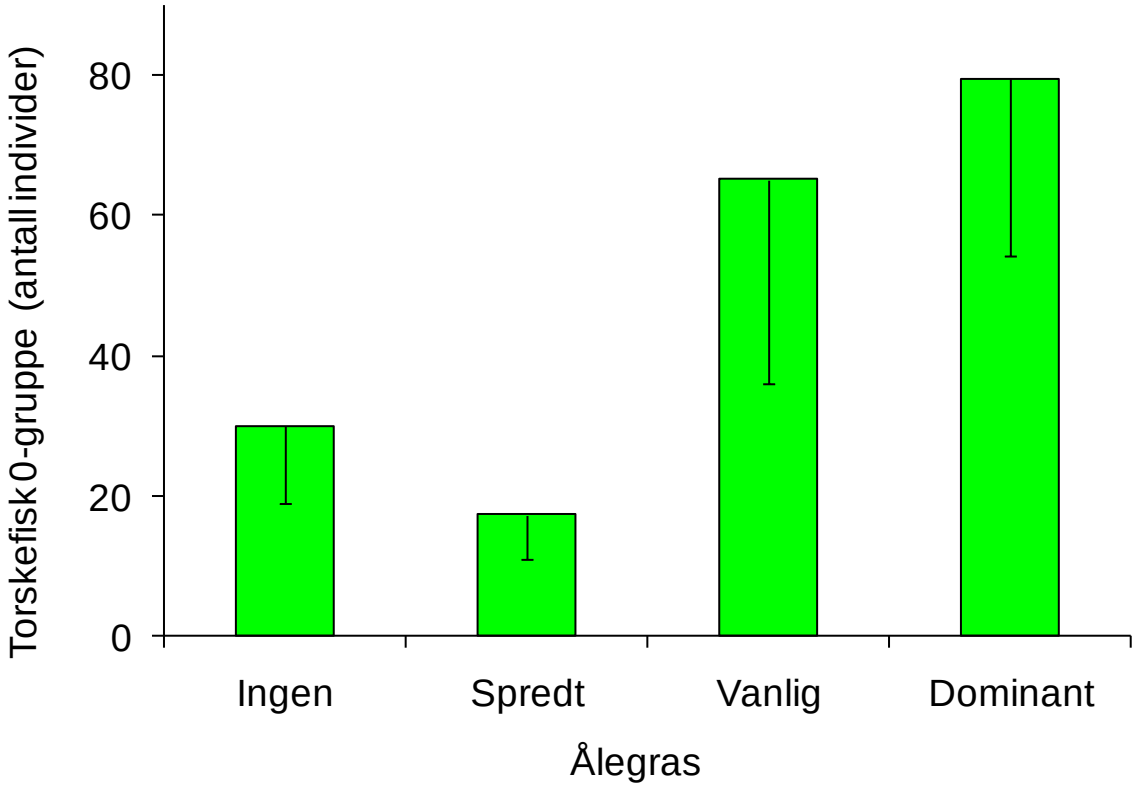
## Introduksjon

Ålegras (*Zostera marina*) er en marin blomsterplante som vokser på grunne bløtbunnsområder (fra ca 1-10 meters dyp), og som er utbredt langs mesteparten av norskekysten (Brattegaard & Holte 1997). Planten har et ”ekte” rotsystem som både bidrar til forankring av skuddene og til opptak av næring fra sedimentet. Ålegras har skudd som kan bli bortimot en meter høye, og kan danne tette bestander som dekker betydelige arealer, slike områder betegnes ofte som ålegrasenger. Ålegrasskuddenes vekst varierer gjennom sesongen og plantene formerer seg vha frø som modnes i løpet av sommeren, og lokalt vha rotskudd.



Figur 1. Eksempler på ålegrasvegetasjon fra Sandvika (til venstre) og Lønnungen (til høyre) i Bamble kommune i 2009.

Ålegrasenger (og enger av andre sjøgrasarter) er av verdens mest verdifulle marine økosystemer, med mange viktige økosystemfunksjoner. Gjennom sin høye primærproduksjon, tar ålegraset opp karbondioksid og næringssalter, som omsettes til plantestoffer som gir næring for andre organismer (Orth *et al.* 2006). Plantens rotsystem bidrar til oksygenering og stabilisering av bunnsedimenter, og motvirker dermed utvikling av råtten bunn og kysterosjon (Moksnes 2009). I tillegg skaper ålegrasplantene, gjennom sin tre-dimensjonale struktur, habitat og skjulesteder for en rekke andre marine arter (Baden & Phil 1984, Baden & Boström 2001, Fredriksen *et al.* 2005). Ålegrasenger er svært artsrike systemer, og spiller bl.a en viktig rolle som oppvekst, og næringsområde for mange fiskearter, som bl.a torsk (Fromentin *et al.* 1997, Dean *et al.* 2000, Phil *et al.* 2006, Steen *et al.* 2006, Fig.1), og tilbakegang av ålegras kan derfor få betydelige økologiske og økonomiske ringvirkninger.




Figur 2. Gjennomsnittlig antall juvenile (0-gruppe) torskefisk tatt per strandnottrekk langs Skagerrak-kysten, på stasjoner med ulik forekomst av ålegras (*Zostera marina*). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Ålegrasets begrensede spredningsevne, og langsomme re-etableringshastighet, gjør det spesielt sårbart overfor forstyrrelser. Menneskelige aktiviteter som forurensning (utslipp av næringssalter og miljøgifter) og fysiske habitat ødeleggelser (mudring og utfyllinger av gruntvannsområder) er de alvorligste truslene, og trolig hovedårsaken til at ålegras, og sjøgrasbestander generelt, har blitt redusert over store deler av verden i løpet av de siste 50 år (Baden *et al.* 2003, Fredriksen 2004, Orth *et al.* 2006).

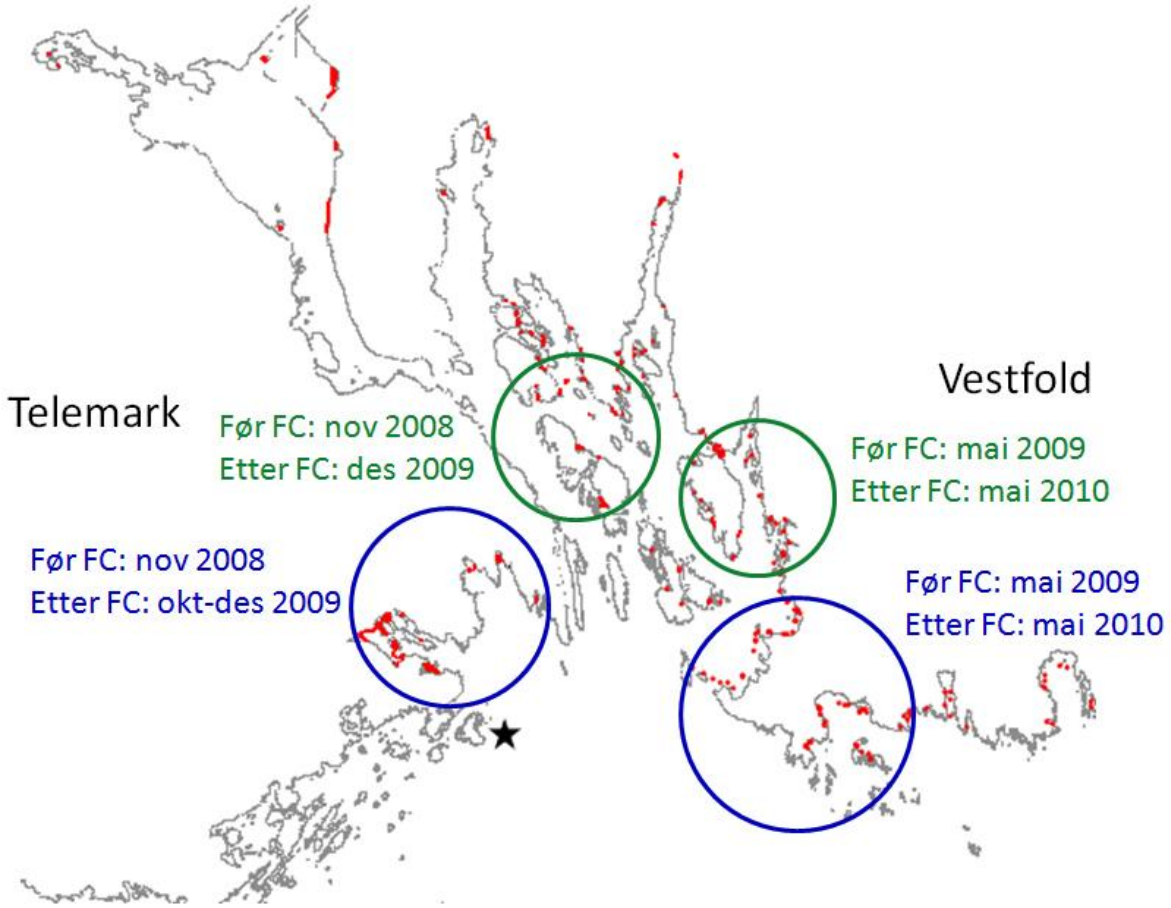
Den viktige økosystemfunksjonen til ålegrassamfunnene, og andre typer sjøgrassamfunn, er i dag allment akseptert og nedfelt i FNs Rio Konvensjon og EUs habitatdirektiv. I forbindelse med nasjonalt program for kartlegging av marint biologisk mangfold, er ålegras en prioritert naturtype, hvis utbredelse skal kartlegges langs hele norskekysten innen 2015. I 2008 og 2009 ble ålegraslokalitetene i Bamble, Porsgrunn og Larvik kommuner kartlagt og videofilmet. De nye undersøkelsene som er gjennomført i dette prosjektet, vil kunne avdekke eventuelle tilstandsendringer på de samme ålegraslokalitetene i etterkant av oljeutslippet fra Full City.

## Metodikk

Feltregistreringene av ålegraslokaliteter er gjennomført ved hjelp av undervannskamera, med innebygd dybdesensor, i perioden november 2008 – august

2010. Transektene ble lagt på tvers av en dybdegradient, for å få med dybdeutbredelsen av ålegrasvegetasjonen på hver lokalitet. Gjennomsnittlig skuddtetthet og skuddlengde, samt øvre og nedre voksegrense for ålegras ble registrert på hver lokalitet.

Totalt så ble 47 ålegraslokaliteter i Telemark og Vestfold undersøkt både i forkant og i etterkant av Full City havariet. For- og etter-undersøkelsene er gjort på omtrent samme tid på året slik at sesongvariasjoner i ålegrasvegetasjonen minimaliseres. 31 av de undersøkte lokalitetene ligger i området som ble oljepåvirket som følge av Full City havariet, mens 16 av lokaliteter ligger i områder som ikke, eller bare i liten grad, ble oljepåvirket (Fig.3).



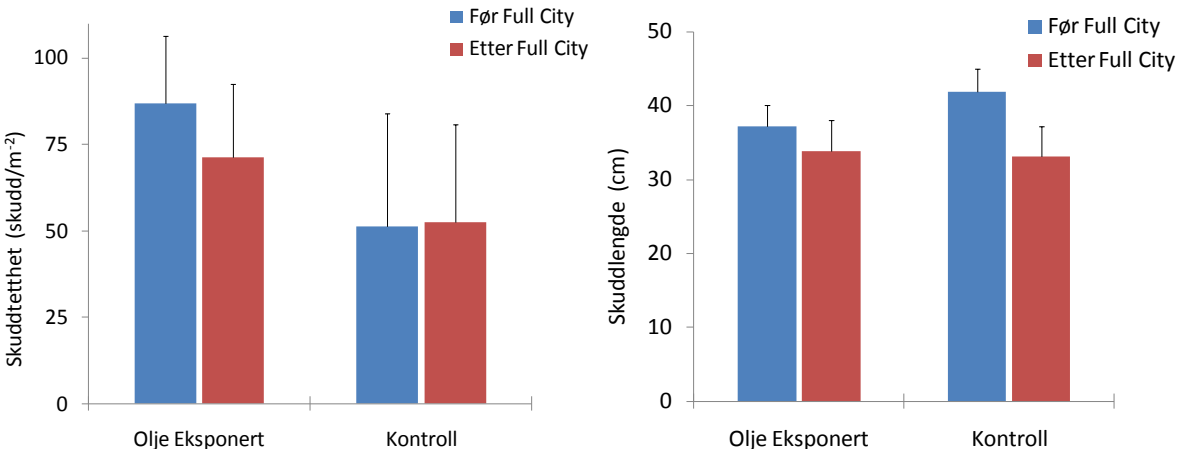

Figur 3. Registrerte ålegrasforekomster i Bamble, Skien, Porsgrunn kommune i Telemark og Larvik kommune i Vestfold (markert i rødt). Stjerne markerer stedet der Full City (FC) grunnstøtte 31.07.2009. Blå sirkler markerer oljepåvirkede områder, mens grønne sirkler marker lite oljepåvirkede (referanse) områder. Lokalitetene i Telemark ble første gang undersøkt i november 2008 (før FC) og på nytt i oktober-desember 2009 (etter FC). Lokalitetene i Vestfold ble første gang undersøkt i mai 2009 (før FC) og på nytt i mai 2010 (etter FC).

## Resultater og diskusjon

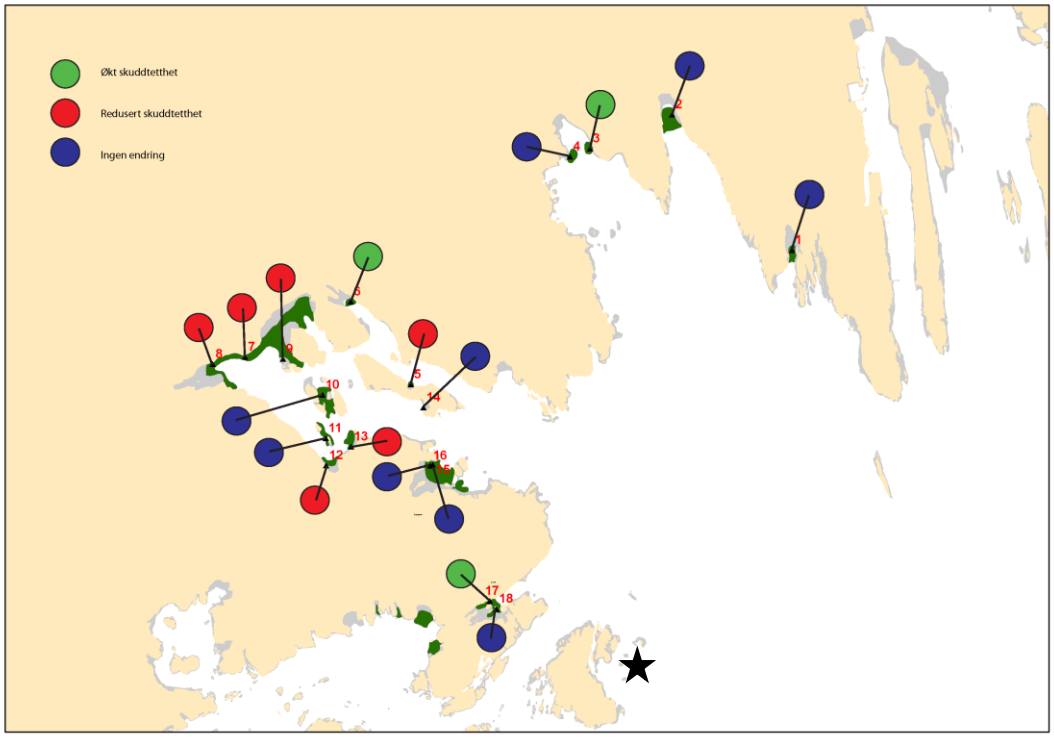
Resultatene presenteres og diskuteres fylkesvis.

### Telemark

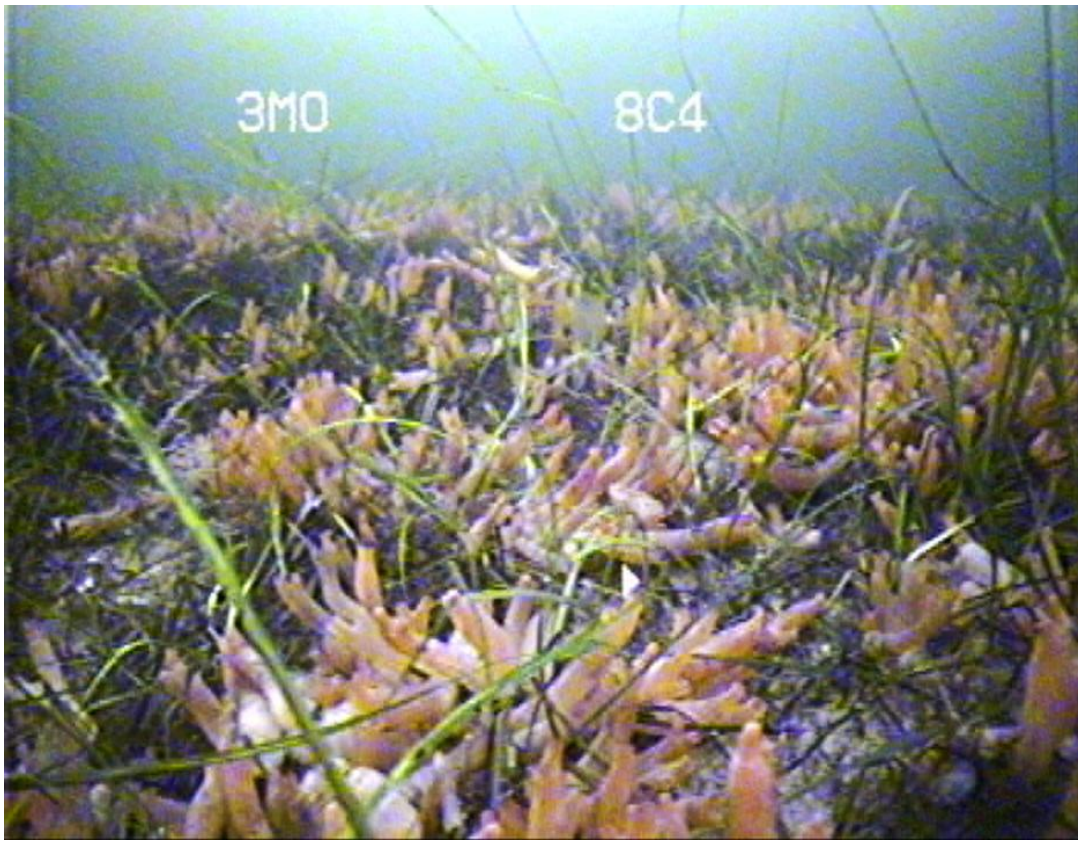
Deler av Bamblekysten i Telemark, ble kraftig tilgriset av olje fra Full City. Både Åbyfjorden (nordvest for havaristedet), og spesielt områdene rett vest for Langesund (nord for havaristedet), ble hardt rammet av oljen, mens områdene på østsiden av Langesund og i Grenlandsfjordene, i liten grad ble påvirket (pers. obs). Ålegras ble observert på samtlige lokaliteter i influensområdet (18) og i kontrollområdet (8) både før og etter oljeutslippet fra Full City. En liten, men ikke signifikant, reduksjon i gjennomsnittlig skuddtetthet av ålegras ble observert i de oljepåvirkede områdene i Telemark (Fig. 4). Spesielt i deler av Åbyfjorden (Fig. 5 - lokaliteter med nummer 5-16), ble det registrert noe lavere skuddtetthet, sammenlignet med skuddtettheten før Full City. På mange av lokalitetene i Åbyfjorden ble det i 2009 observert svært høye tettheter av sekkedyret *Ciona intestinalis* (Fig. 6), mens arten var mer eller mindre fraværende på lokalitetene i 2008. Hvorvidt tetthetsreduksjonen av ålegras på disse lokalitetene har sammenheng økte Ciona-forekomster, er vanskelig å si, men det er ikke utenkelig at disse artene konkurrerer om substrat og plass. Det er lite som tyder på at oppblomstringen av Ciona i 2009 har sammenheng med oljeforurensningen fra Full City, da det er observert økende forekomster av dette sekkedyret i samme tidsperiode, også utenfor influensområdet (pers. obs). Det ble også observert noe kortere gjennomsnittslengde av ålegrasskudd på kontrollokalitetene, men ikke på lokaliteter i influensområdet (Fig. 4). Denne reduksjonen i skuddlengde kan skyldes at observasjonene på referanselokalitetene i etterkant av Full City ble gjort ca 1,5 måned senere på året, enn observasjonene i forkant av Full City (7 november), og at skuddlengden blir naturlig noe redusert i den mørke årstid.




Figur 4. Gjennomsnittlig skuddtetthet (venstre figur) og skuddlengde (høyre figur) av ålegras på lokaliteter eksponert for olje fra Full City, og på kontrollokaliteter upåvirket av olje, før (blå søyler) og etter (røde søyler) Full City havariet. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

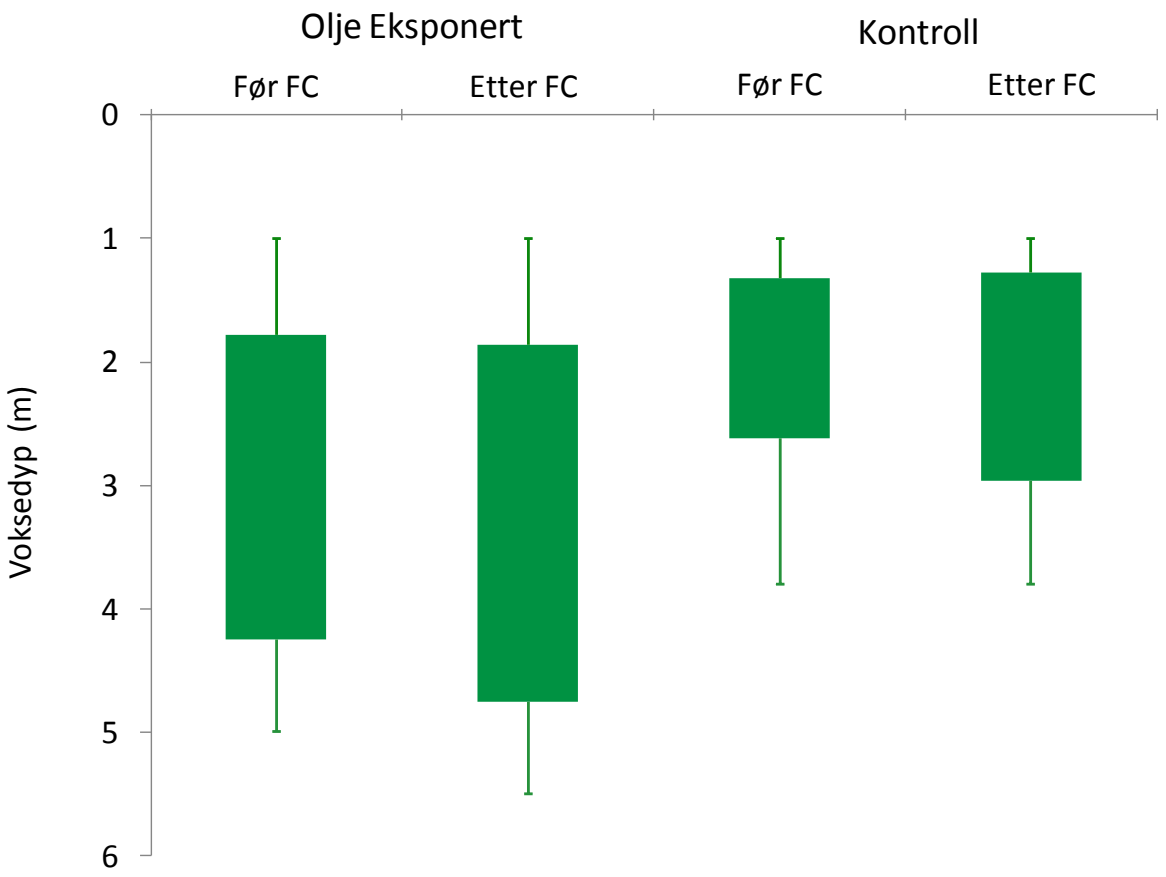



Figur 5. Kart over undersøkte lokaliteter (18 stk) i ålegrasområder (mørkegrønn farge) i influensområdet for oljen fra Full City (havaristed markert med stjerne) i Telemark. Røde sirkler = redusert skuddtetthet (etter Full City). Blå sirkler = uendret skuddtetthet (etter Full City). Grønne sirkler = Økt skuddtetthet (etter Full City).




Figur 6. Ålegraslokalitet i Åbyfjorden invadert av sekkedyr (*Ciona intestinalis*) i 2009.

På lokalitetene rett vest for Langesund (Fig. 5 - lokaliteter nummerert 1-4), og i Lønnungen (Fig. 5 - lokaliteter nummerert 17-18) som ligger nærmest havaristedet, ble det ikke registrert nedgang i skuddtetthet av ålegras. Ålegraset vokser generelt noe dypere på lokalitetene i influensområdet, sammenlignet med kontrollområdet, men ingen vesentlige endringer i ålegrasets dybdeutbredelse fra før til etter Full City, ble registrert (Fig. 7)

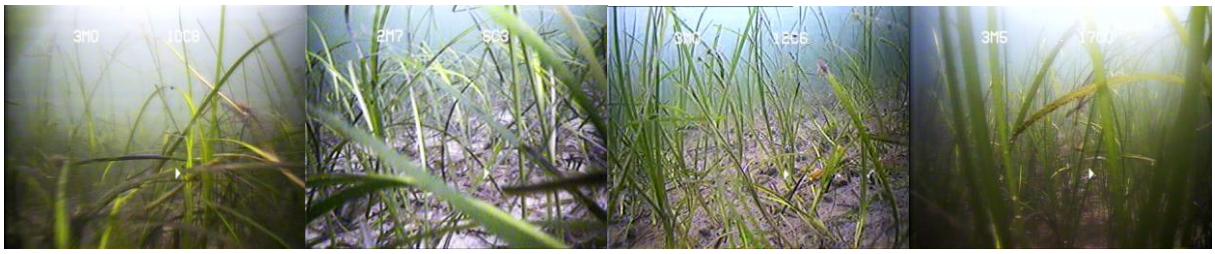



Figur 7. Gjennomsnittlig øvre og nedre voksegrenser for eng (tykke søyler) og enkeltskudd (linjer) av ålegras på lokaliteter eksponert for olje, og på kontrollokaliteter upåvirket av olje, før og etter Full City (FC) havariet.

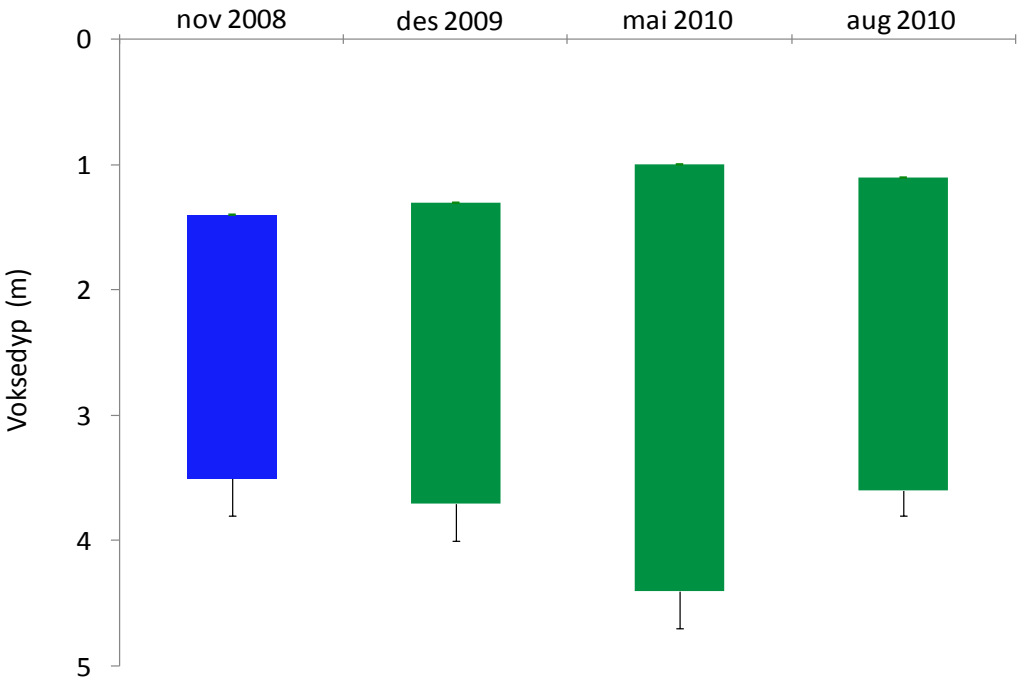
En ålegraslokalitet, i Krogshavn vest for Langesund (Fig. 5 – lokalitet nr 1), har vært spesielt utsatt for oljeforurensning etter Full City, både pga kraftige oljepåslag, samt at oljen ble sperret inne i dette området vha lenser, for å forhindre spredning til nærliggende områder, og for å lette oljeoppsamlingen (Fig. 8). Strandområdene i Krogshavn, rett ved ålegrasenga, ble også sanert, delvis vha oljeoppløsende kjemikalier, både høsten 2009 og våren 2010. Tilstanden på denne ålegraslokaliteten har derfor vært undersøkt regelmessig over tid vha video-undersøkelser ca hver 4 måned i etterkant av Full City havariet.

Figur 8. Krogshavn 06.08.2009, en uke etter Full City havariet, med oljetilgrisede svaberg og oljelense på plass.

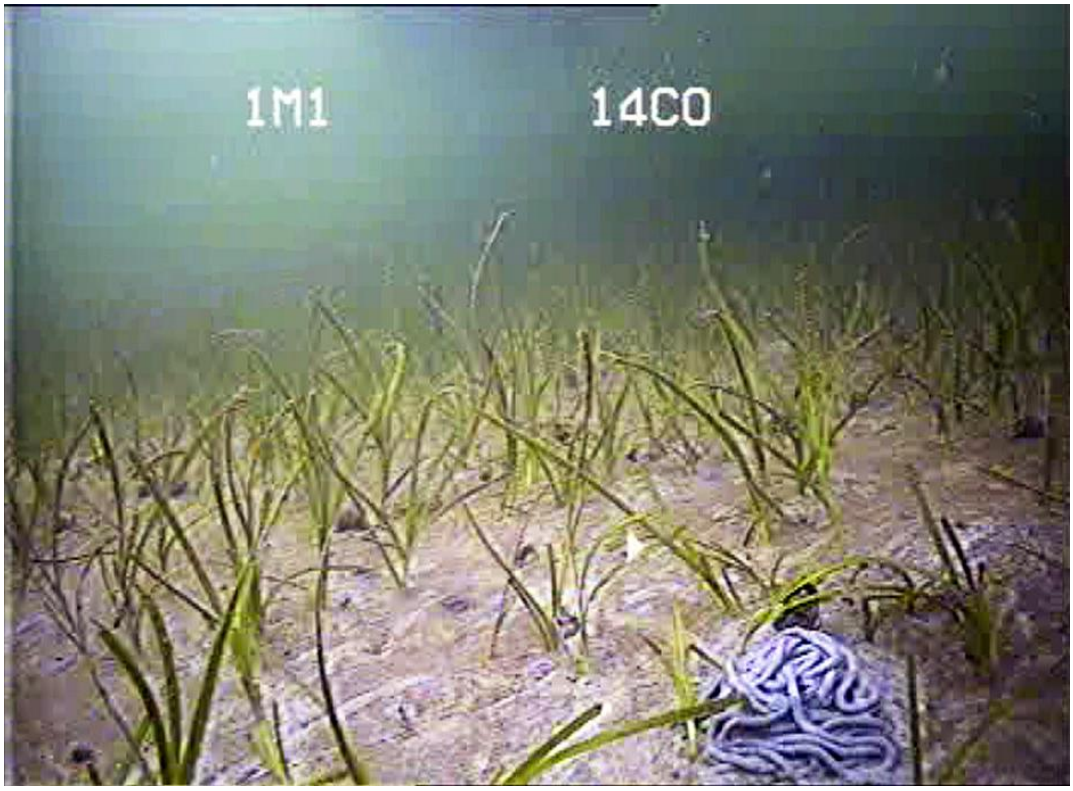
Basert på observasjonene som er gjennomført vurderes tilstanden for ålegrasvegetasjonen i Krogshavn i etterkant av oljeutslippet fra Full City som god, med frisk farge på skuddene gjennom hele perioden (Fig. 9). Det ble i løpet av observasjonsperioden registrert små variasjoner i skuddtetthet (i gjennomsnitt ca 75-100 skudd per kvadratmeter gjennom hele perioden), skuddlenge (i gjennomsnitt ca 30-40 cm lange skudd gjennom hele perioden), og dybdegrenser for ålegrasvegetasjonen (Fig. 10), noe som sannsynligvis skyldes naturlige sesongvariasjoner. I mai 2010, ca 9 måneder etter Full City havariet, ble det observert ferske spor etter fjæremark (*Arenicola marina*) i de grunneste delene (ca 1-1,5m dyp) av ålegrasvegetasjonen i Krogshavn (Fig. 11). Denne arten er svært sensitiv overfor oljeforurensning, og er foreslått som en indikatorart i forbindelse med effektstudier av oljeforurensning i sedimenter (Morales-Caselles *et al.* 2009), og artens tilstedeværelse tyder på at forurensningen av sedimentene på lokaliteten er moderat.



Figur 9. Ålegrasvegetasjon i Krogshavn ved Langesund i november 2008 (venstre bilde), desember 2009 (bilde nr 2 fra venstre), mai 2010 (bilde nr 3 fra venstre) og august 2010 (høyre bilde), henholdsvis ~9 måneder før, og ~3, ~9 og ~12 måneder etter, Full City havariet 31.07.2009.



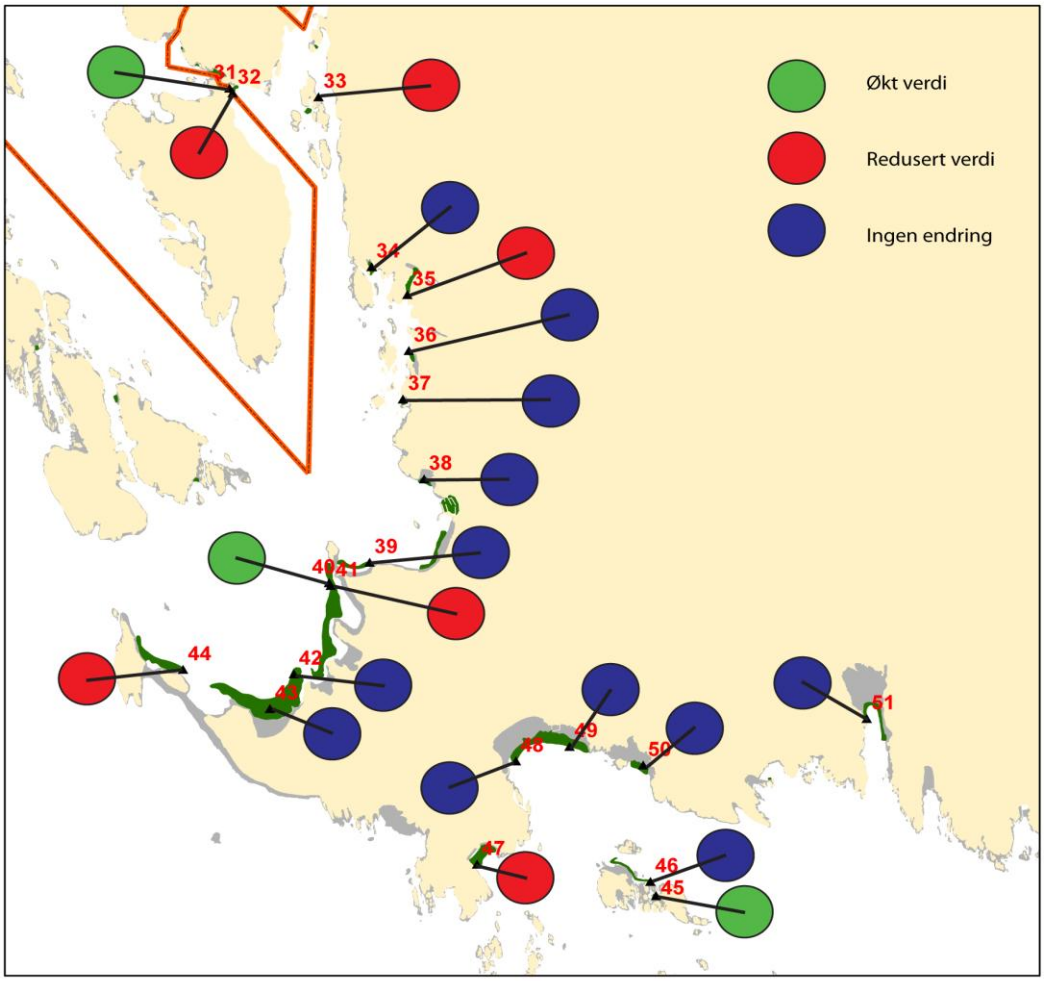

Figur 10. Øvre og nedre voksegrenser for ålegrasvegetasjon i Krogshavn før (blå søyle) og etter (grønne søyler) Full City havariet. Nedre vertikale linjer marker absolutt dypeste registrering av enkeltskudd, mens søylene representer øvre og nedre voksegrenser for sammenhengende ålegrasvegetasjon.



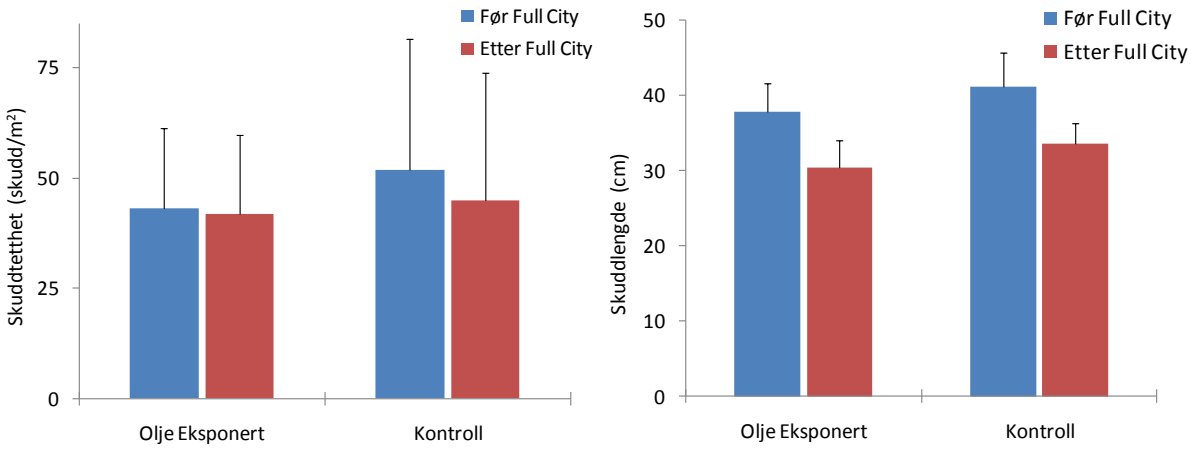

Figur 11. Ålegrasvegetasjon (på ca 1,3m dyp) i Krogshavn, ved Langesund i mai 2010. Spor etter fjæremark (*Arenicola marina*) er synlig nederst til høyre på bildet.

## Vestfold

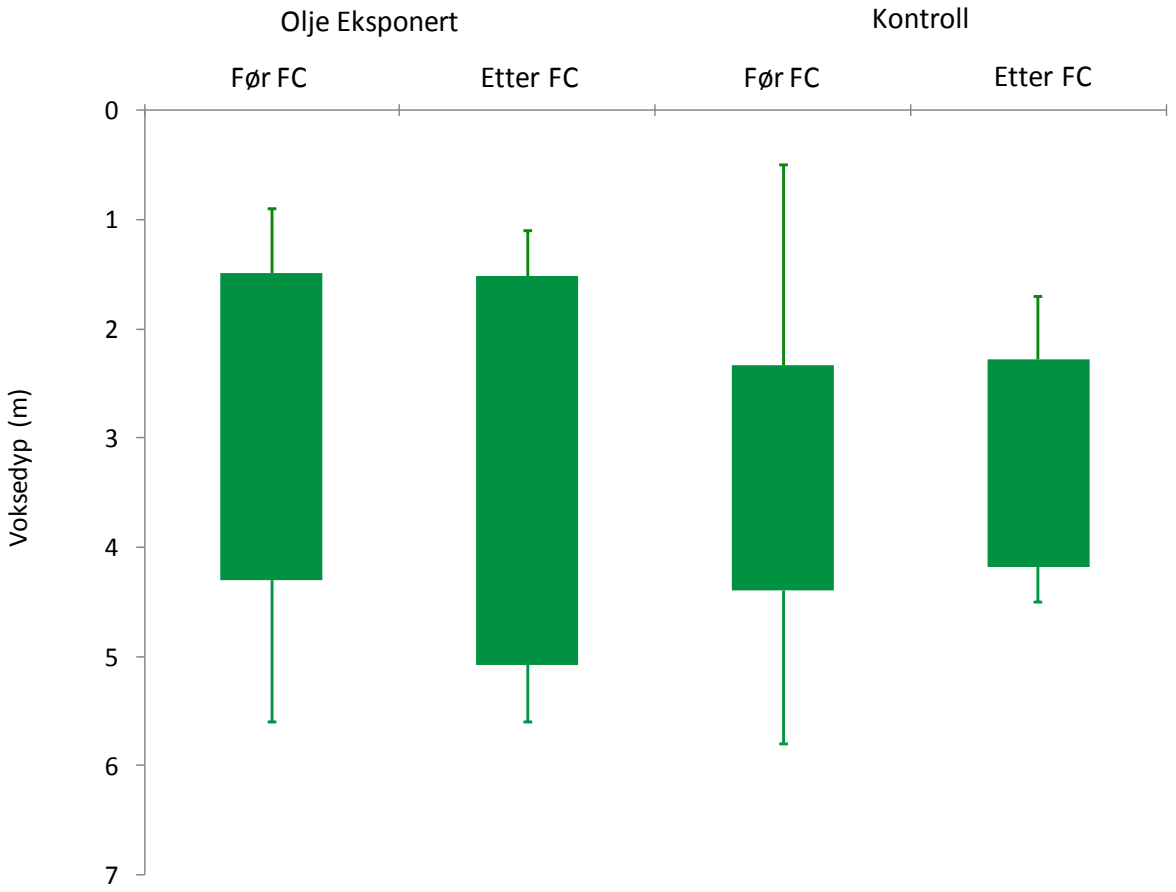
Områdene rundt Nevlunghavn og Helgeroa, i Larvik kommune, Vestfold, ble påvirket av oljesøl fra Full City kort tid etter havariet. Totalt så ble 13 ålegraslokaliteter i influensområdet for Full City, og 8 ålegraslokaliteter, utenfor oljens influensområde, undersøkt både i mai 2009 og mai 2010 (Fig. 12). Kun små endringer i skuddtetthet av Ålegras ble registrert på de undersøkte lokalitetene, mens det var en reduksjon i gjennomsnittlig skuddlengde både på oljepåvirkede og kontrollokaliteter i 2010, sammenlignet med 2009 (Fig. 13). Denne reduksjonen kan skyldes dårligere vekstforhold for ålegras pga tidvis isdekke, dårligere lysforhold og lavere temperaturer vinteren 2009/2010, sammenlignet med vinteren 2008/2009. Små endringer i dybdegrenser for ålegras ble registrert på enkelte lokaliteter, men det ble ikke registrert vesentlige forskjeller mellom oljepåvirkede og kontroll lokalitetene (Fig. 14).




Figur 12. Kart over undersøkte lokaliteter (21 stk) i ålegrasområder (mørkegrønn farge) i Larvik kommune i Vestfold. Stasjonene 38-50 ligger i influensområdet for Full City utslippet, mens stasjonene 31-37 og 51 ligger i områder som ikke, eller i liten grad, ble påvirket av oljeutslippet. Røde sirkler = redusert skuddtetthet (etter Full City). Blå sirkler = uendret skuddtetthet (etter Full City). Grønne sirkler = økt skuddtetthet (etter Full City).




Figur 13. Gjennomsnittlig skuddtetthet (venstre figur) og skuddlengde (høyre figur) av ålegras på lokaliteter eksponert for olje fra Full City, og på kontrollokaliteter upåvirket av olje, før (blå søyler) og etter (røde søyler) Full City havariet. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.




Figur 14. Øvre og nedre voksegrenser for ålegrasvegetasjon i Vestfold før og etter Full City havariet. Nedre Vertikale bokser markerer gjennomsnittlige dybdegrenser for sammenhengende ålegrasvegetasjon og smale vertikale linjer marker gjennomsnittlige dybdegrenser for enkeltskudd.

## Konklusjon

Undersøkelsene som er gjennomført i dette prosjektet indikerer at ålegrasvegetasjon er lite påvirket av oljeutslippet fra Full City. Ålegras ble registrert på samtlige undersøkte lokaliteter i influensområdet både før og etter Full City havariet, og de endringer som ble observert i skuddtetthet, skuddstørrelse og voksedyp, er små og sannsynligvis innenfor ålegrasvegetasjonens normale variasjonsmønster. Dette betyr imidlertid ikke at det kan være komponenter, eller økosystemfunksjoner, i ålegrassystemene (f.eks assosiert fauna og flora) som kan være påvirket av oljesølet, men som ikke fanges opp av metoden (undervannsvideo) som er brukt her. Hvis dette skulle være tilfelle, så vil en inntakt ålegrasvegetasjon, være en forutsetning for reetablering av disse systemene/funksjonene.

## Referanser


Baden SP, Pihl L. 1984. Production, abundance and biomass of mobileepibenthic fauna in *Zostera marina* meadows. Ophelia 23: 65-90.

Baden S, Boström C. 2001. The leaf canopy of seagrass beds: faunal community structure and function in a salinity gradient along the Swedish coast. In: Reise K (ed.) Ecological comparisons of sedimentary shores. Ecological studies 151. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p 213-236.

Baden S, Gullström M, Lundén B, Pihl L, Rosenberg R. 2003. Vanishing Seagrass (*Zostera marina, L.*) in Swedish coastal waters. AMBIO 32: 374-377.

Brattegaard, T, Holthe, T. 1997. Distribution of marine, benthic macroorganisms in Norway. A tabulated catalouge. Preliminary edition. Reported to the Directorate for Nature Management. ISBN 82-7072-251-0. 409pp.

Dean TA Haldorson L, Laur DR, Jewett SC, Blanchard A. 2000. "The distribution of nearshore fishes in kelp and eelgrass communities in Prince William Sound, Alaska: Associations with vegetation and physical habitat characteristics". Environmental Biology of Fishes 57(3): 271-287.

Fredriksen M, Krause-Jensen D, Holmer M, Laursen JS. 2004. Long-term changes in area distribution of eelgrass (*Zostera marina*) in Danish coastal waters. Aquatic Botany 78: 167–181.

Fredriksen S, Christie H, Sæthre BA. 2005. Species richness in macroalgae and macrofauna assemblages on *Fucus serratus* L. (Phaeophyceae) and *Zostera marina* L. (Angiospermae) in Skagerrak, Norway. Marine Biology Research 1: 2-19.

Fromentin JM, Stenseth NC, Gjøsæter J, Bjørnstad ON, Falck W, Johannessen T. 1997. "Spatial patterns of the temporal dynamics of three gadoid species along the Norwegian Skagerrak coast". Marine Ecology Progress Series 155: 209-222.

Moksnes PE. 2009 Restaurera ålgräsängar. Rapportserie för Västra Götalands län
Rapport: 2009:26. 36pp.

Morales-Caselles C, Lewis C, Riba I, Delvalls TA, Galloway T. 2009. A multibiomarker approach using the polychaete *Arenicola marina* to assess oil-contaminated sediments. Environmental science and pollution research international. 16(6):618-29

Orth RJ, et al. 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. Bioscience 56: 987-996.

Pihl L, Baden S, Kautsky N, Rönnbäck P, Söderqvist T, Troell M, Wennhage H. 2006. Shift in fish assemblage structure due to loss of seagrass *Zostera marina* habitats in Sweden. Estuarine, Coastal and Shelf Science 67: 123-132.

Steen H, Gjøsæter J, Dahl E, Paulsen Ø, Johannessen T, Knutsen JA. 2006. Gjennomgang av historiske strandnotdata. Sammenheng mellom utbredelse av sukkertare og annen makrovegetasjon og forekomst av fisk. TA: 2177/2006. SFT-rapport: 953/2006. 32pp.