

Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City

Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen



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 Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City Undersøkelser av flora og fauna i littoral- og sublittoralsonen	Løpenr. (for bestilling) 6095-2010	Dato 16. november 2010
	Prosjektnr. Undernr. 29370	Sider Pris 49
Forfatter(e) Gitmark, Janne Walday, Mats	Fagområde Marin overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Telemark-Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Havforskningsinstituttet/Kystverket	Oppdragsreferanse J.nr. 1936/09
---	------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Målsetningen med denne undersøkelsen er å kartlegge eventuelle effekter på flora og fauna, i tidevanns- og sjøsonen, av oljesøllet 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 oljesøllet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Det ble ikke registrert tydelige skader på organismene i fjæra som kunne skyldes oljesøllet. Ved enkelte stasjoner har det også foregått opprensingsarbeid med bl.a. varmt vann og høytrykkspylere, som også kan påføre fjæresamfunnet betydelige skader. Det foreligger ingen liknende undersøkelser av de samme stasjonene fra før oljesøllet. Naturlige faktorer som f.eks. bølge- og strømeksposering, 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, oljesøllet eller oppryddingsarbeidet.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oljesøl 2. Strandsoneundersøkelser 3. Biologisk mangfold 4. Langesund 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oilspill 2. Littoral zone monitoring 3. Biodiversity 4. Langesund
--	--



Janne Gitmark
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

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 befaringsperiode i perioden 21. – 23. oktober 2009. Under befaringsperioden 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 opprenningsarbeid 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 strømeksposering, 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 oil-exposed site and one in an area where little, or no, oil was registered. In Nevlungsstrand and Oddane Fort there was only placed one oil-exposed 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.

Opprenkningsarbeidet 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 behandlet med såpe/resemiddel, 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, resemiddel, 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 renses. 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.

Undersøkellesmetodikken 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 rammearreal 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. Rammearialet 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 tidevannssonen (**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-posere ved snorkling. Fellene og tangen ble så skylt/ristet i ferskvann i egne bøtter. Skyllenvannet 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 rensert 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 oljeekspnerte 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 – oljeekspnert (Stasjon FC 3A). **a.** Oljesøl på stein i sprutsone. **b.** Vasking av fjell med høytrykksspyler

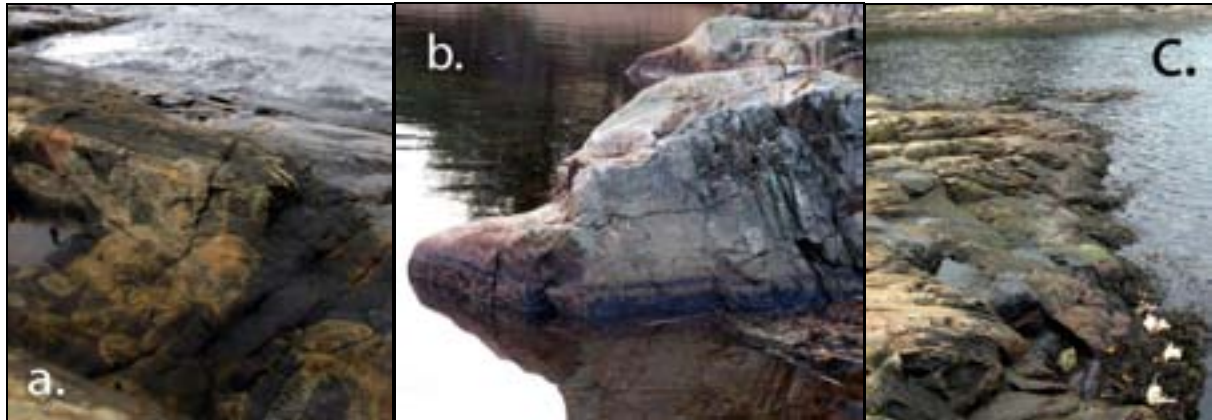
Områdene på Såstein hvor det ikke var registrert oljepåslag var enten svært utsatt for dårlig vær, eller bestod av lite passende substrat. Stasjonen ble lagt på østsiden i en smal bukt helt syd på Store Såstein (**Figur 7a**). Det ble observert noe oljesøl i sprutsone og epilittoralen (**Figur 7b**), men det var betydelig mindre enn på stasjon FC 3A.



Figur 7. Såstein – lite-oljeekspnert (Stasjon FC 3B). **a.** Stasjon FC 3B – Såstein – lite-oljeekspnert. **b.** Oljesøl i sprutsone 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 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 prøvelighet 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 artsriktighet (totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (fordeling av antall individer per art). Disse komponentene er omfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks. Matematisk beregnes diversiteten ved forholdet mellom antall arter og antall individer for artene (**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 *Ulva*-artene (med unntak av *Ulva lactuca*) ble slått sammen til en slekt. Denne sammenslåingen ble gjort for at resultatene fra de ulike stasjonene lettere skal kunne 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 artene/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

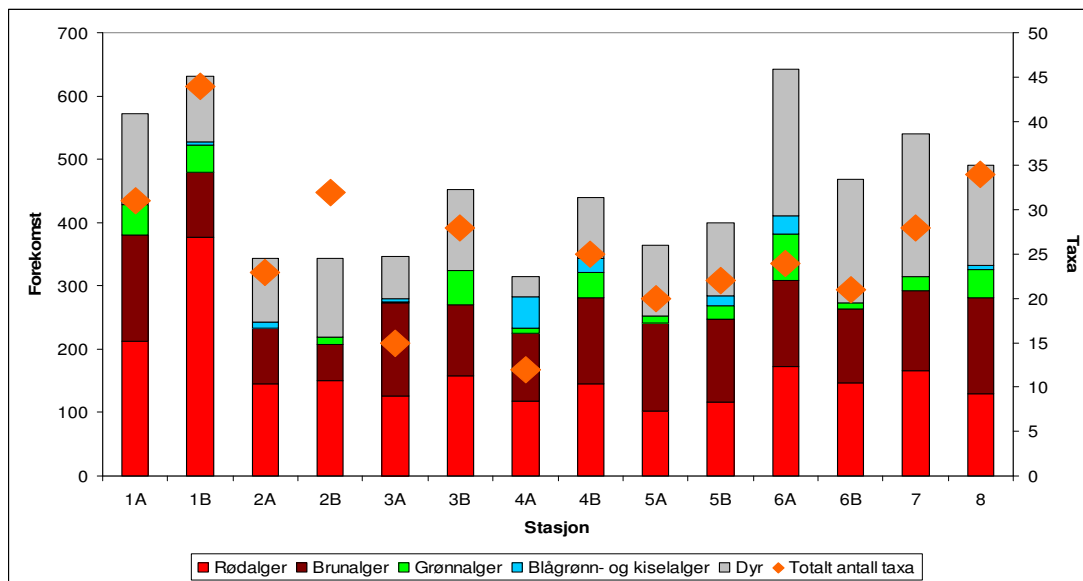
Det ble registrert flest taxa på stasjon 1B (Jomfruland – ikke-oljeekspont) og høyest samlet forekomst av organismer på stasjon 6A (Fugløyronng – oljeekspont). Det ble registrert færrest taxa og lavest samlet forekomst stasjon 4A (Åbyfjorden – oljeekspont). Årsaken til den lave artsrikdommen på stasjon 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 oljeeksponterte stasjonene (A-stasjonene) enn på de ikke-oljeeksponterte 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

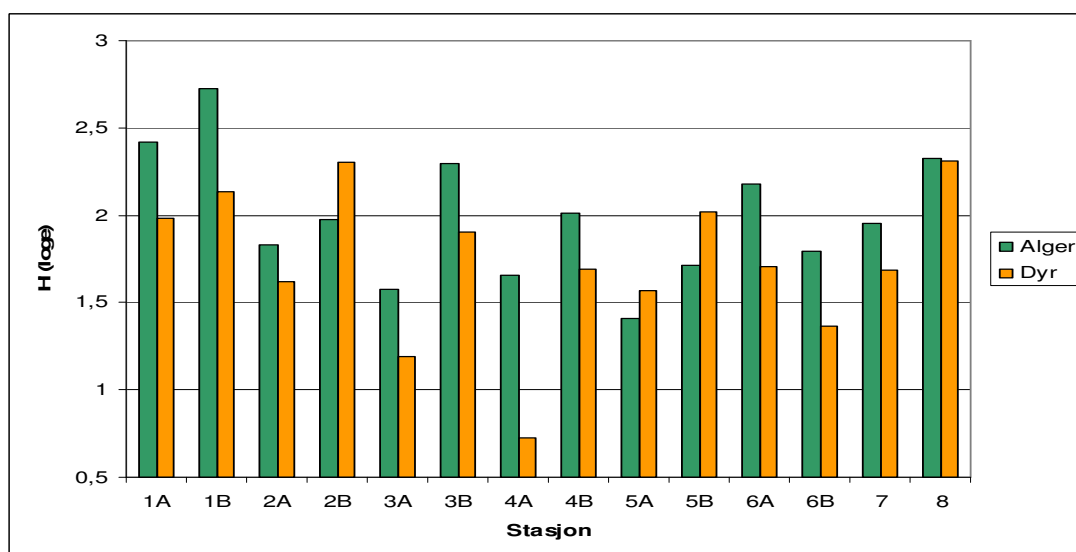
stein, og det kan muligens gjenspeiles i artssammensetningen. De ikke-sanerte stasjonene (7 og 8) var begge blant de 5 stasjonene med flest registrerte taxa, og størst samlet forekomst av organismer.

Den vanligste algen på alle stasjonene var rødalgen fjæreblood (*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.

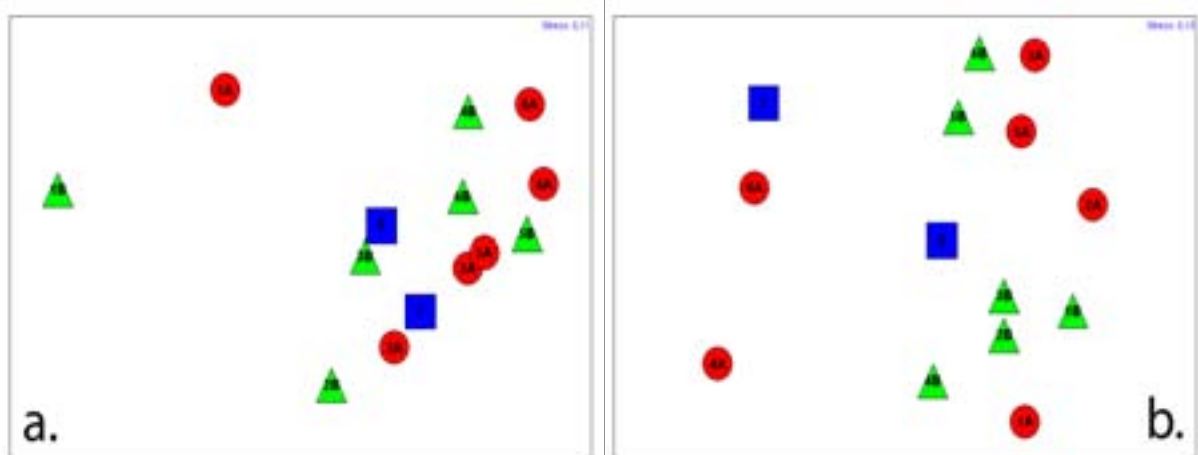
Høyest registrert mangfold for alger ble registrert på stasjon 1B, mens det var lavest på stasjon 5B. Generelt var det større biologisk mangfold blant algene enn blant dyrene på stasjonene, med unntak av stasjon 2B og 5B. Høyest registrert mangfold blant dyrene ble registrert på stasjon 2B og 8, og lavest på stasjon 4A.

3.1.1 Analyser av rammeregistreringene

Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle rammeregistreringene på alle 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 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 trekantene og ikke-sanerte stasjoner med blå firkantene. **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. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Fucus vesiculosus</i>	82,50	64,50	3,31	7,24
<i>Balanus balanoides</i>	20,50	22,00	3,13	6,86
Corralliniacea indet.	16,83	20,50	2,56	5,61
<i>Dynamena pumila</i>	9,83	22,50	2,26	4,95
Gj.snittlig ulikhet = 46,95	Oljesøl	Ikke sanert		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Mytilus edulis</i>	13,33	58,50	5,61	11,95
<i>Littorina littorea</i>	7,50	35,50	2,94	6,26
<i>Nucella lapillus</i>	0,00	25,00	2,65	5,67
<i>Balanus balanoides</i>	20,50	4,50	2,32	4,94
Gj.snittlig ulikhet = 48,65	Lite oljesøl	Ikke sanert		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Mytilus edulis</i>	2,00	58,50	5,77	11,86
<i>Nucella lapillus</i>	0,00	25,00	2,57	5,28
<i>Fucus vesiculosus</i>	64,50	67,00	2,53	5,19
Corralliniacea indet.	20,50	27,00	2,49	5,11

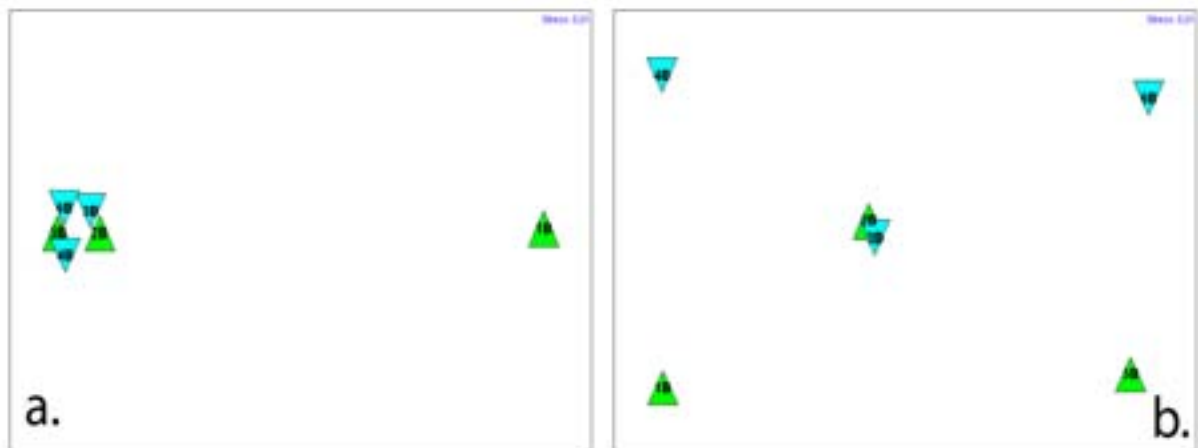
Det er ikke rapportert akutte effekter av olje på tang, og en av grunnene kan være at tang skiller ut slim som delvis kan forhindre at fersk olje kommer i kontakt med selve algen (Bokn & Moy 1991). Blant tynne blad- eller trådfomete alger er det derimot rapportert flere akutte effekter. Etter oljesølet 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 akutt 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.

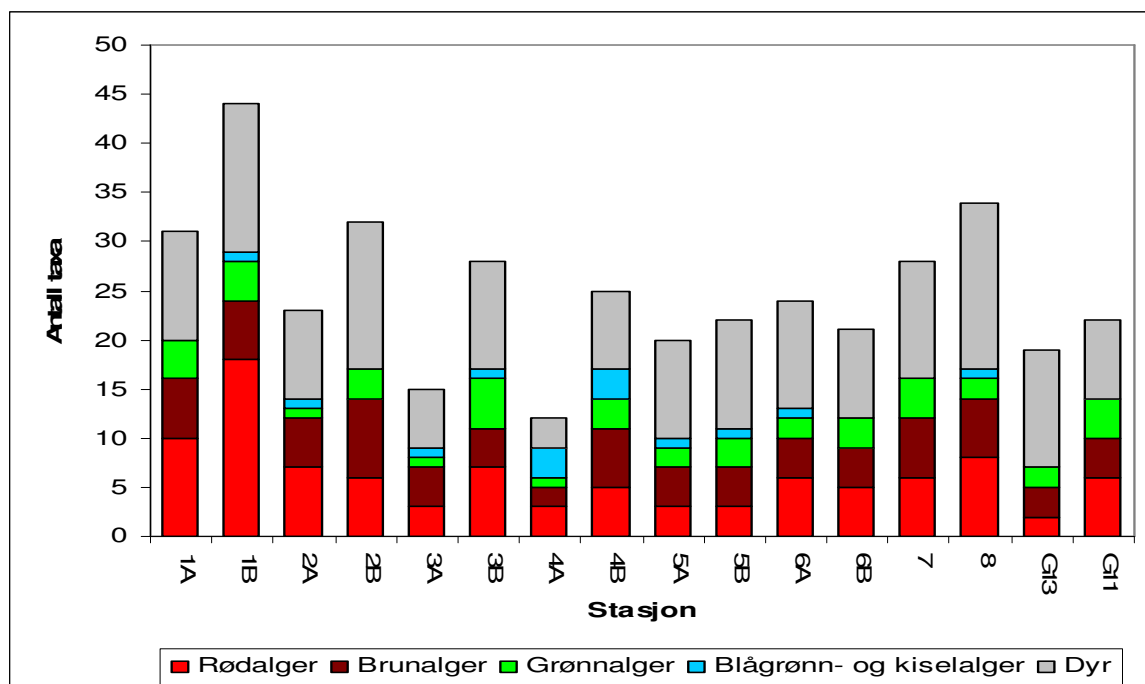
Det kan virke som at oljesølet kan ha påvirket artssammensetningen i fjæra til en viss grad. Men det ble ikke registrert tydelige skader på organismene i fjæra som kunne skyldes oljesølet, som f.eks. bleking av thallus av alger, eller oljesøl på organismene. Ved enkelte stasjoner har det også foregått 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 trekkanter, mens stasjoner med moderat bølgeeksponering er markert med blå trekkanter.

I "Programmet for overvåking 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 lavvannmerke (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 Oslofjordovervåkingen som ble undersøkt i august 2007 (Waldy 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

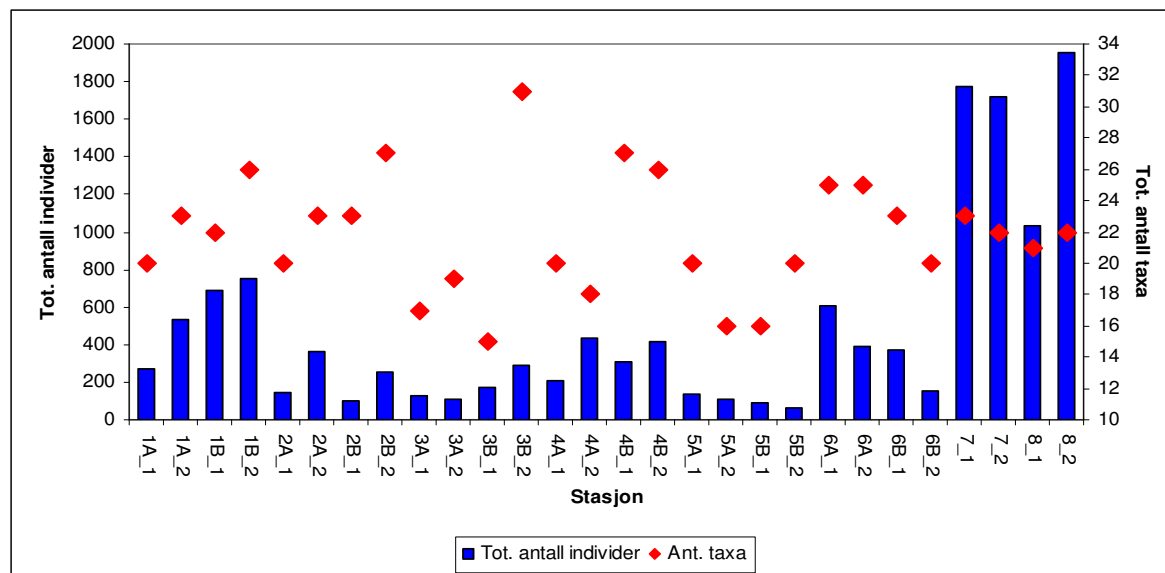
Det ble registrert tilsammen 88 taxa, og totalt 14158 individer i de 84 taufellene som ble undersøkt i 2009. Artslister for 2009 er gitt i **Tabell 7** i **Vedlegg A**.

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 ytterligere 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. Søylerne med betegnelsen _1 er resultatene fra taufellene i tidevannssonen, mens de med betegnelsen _2 er fra taufellene i sjøsonen.

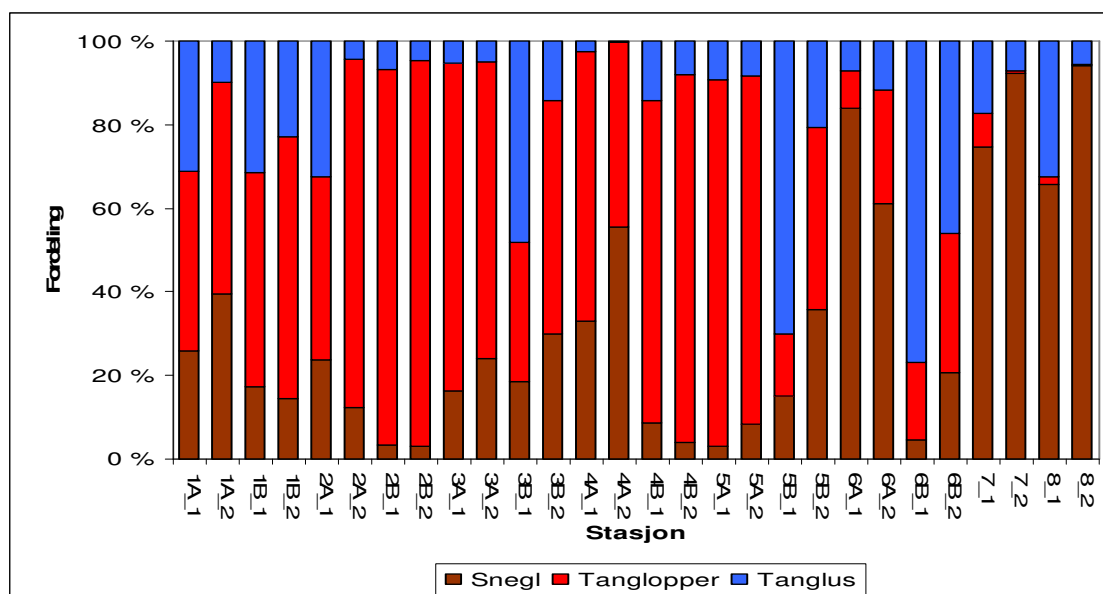
I tidevannssonen (dyp 1) ble det funnet flest taxa på stasjon 4B, og færrest på 3B. Det ble funnet flest antall individer på stasjon 7, og færrest på 5B. I sjøsonen (dyp 2) ble det funnet flest taxa på stasjon 3B og færrest på 5A. Flest antall individer ble funnet på stasjon 8, og færrest på 5B.

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** i **Vedlegg C**); snegl (Gastropoda), tanglopper (Amphipoda) og tanglus (Isopoda). **Tabell 13** i **Vedlegg C** viser antall individer registrert i taufellene gruppert i ulike dyreklasser.

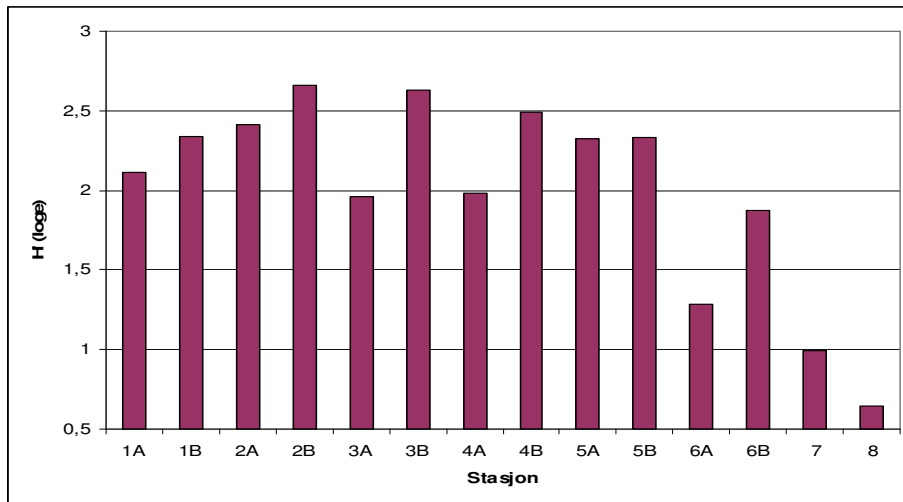
Figur 19 viser en grafisk fremstilling av fordelingen mellom disse tre gruppene på hver stasjon. Tanglopper er den dominerende dyregruppen blant de tre, på de fleste stasjonene, men med enkelte unntak. På de ikke-sanerte stasjonene (7 og 8) og på stasjon 6A, ble det funnet relativt få tanglopper, men 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. Søylen med betegnelsen _1 er resultater fra taufellene i tidevannssonen, mens de med betegnelsen _2 er fra taufellene i sjøsonen.

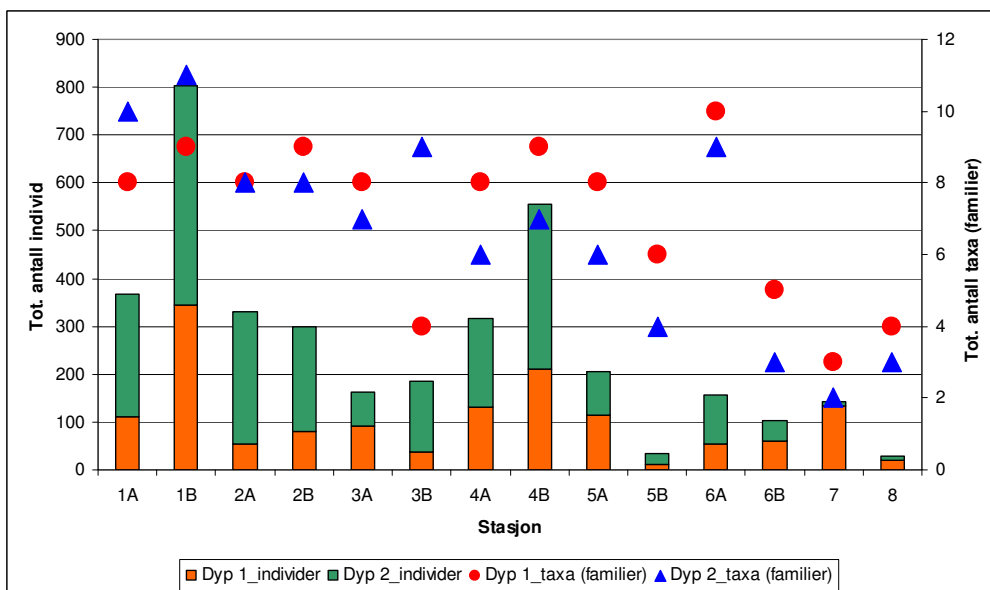
Det var større biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks H') på stasjonene i områder med lite/inget oljesøl enn på de oljeeksponerte stasjonene (**Figur 20**). Høyest registrert mangfold ble registrert på stasjon 2B, mens det laveste ble registrert på stasjon 8. Årsaken til de lave H' verdiene på stasjon 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

mellem 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' (log_e)) 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.

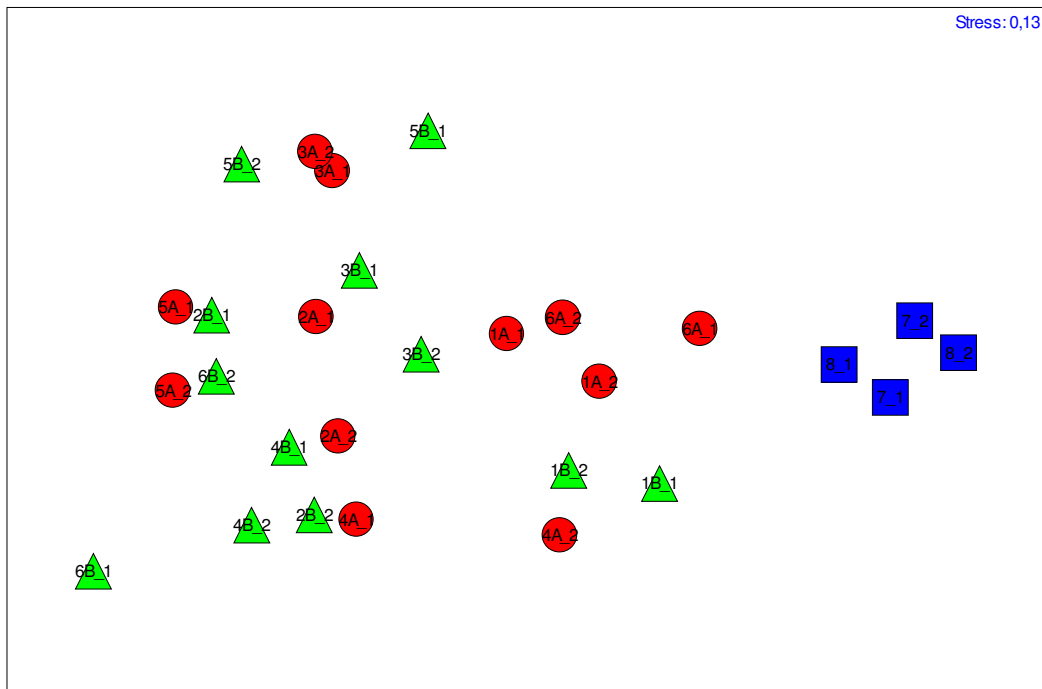


Figur 21. Antall taxa og totalt antall individer av tanglopper (Amfipoder) registrert på stasjonene undersøkt i 2009 (i alt 6 taufeller fra to ulike dyp per stasjon).

3.2.1 Multivariate analyser av taufellene

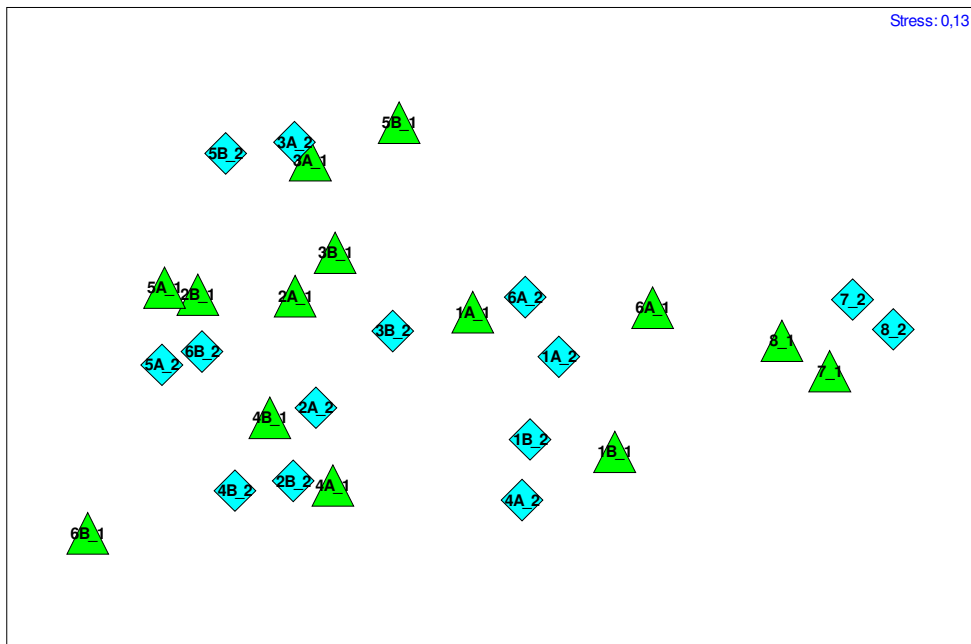
Det ble foretatt en likhetsanalyse (Bray-Curtis) av alle fellene fra alle stasjonene med hensyn til forekomst av mobil fauna. Resultatene fra taufellene er slått sammen på hvert dyp. Det vil si at forekomsten til hver taxa regnes som totalforekomst i de 3 taufellene, fra hvert dyp.

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 trekantler og ikke-sanerte stasjoner med blå firkantler. 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 trekkanter 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 påvirket 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. forekomst	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. forekomst	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. forekomst	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 strømeksponeering, ferskvannspåvirkning, substrattypen, 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, rensmiddel, 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 7, 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 rensert 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 fjæreamråder, 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 organismsamfunn 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 up 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.

Stasjon (FC)	IA	1A	1A	1A	1A	1B	1B	1B	1B	1B	1B	2A	2A	2A	2A	2A	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	3A	3A	3A	3A	3A	3B	3B	3B	3B	3B	4A	4A	4A	4A	
Dyp	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2		
Replikat nr	1	2	3	1	2	3	2	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	2	1	3	2	1	3	2	1		
SIØEDDERKOPP																																						
Pyrosogonidae																																						
SNEGL																																						
Littorina sp																																						
Littorina littorea													2																									
Littorina fabalis		1																																				
Littorina obtusata																																						
Littorina obtusata/fabalis																																						
Littorina saxatilis																																						
Lacuna vincta											2																											
Rissoa parva	6	29	49	39	109	50	34	30	27	28	45	5	10	9	9	21	7																					
cf Rissoa parva																																						
Bithium reticulatum	1			2			1		3	2						1																						
Ocenebra semicosciata																																						
cf Turbellaria sp.																																						
Nucella lapillus																																						
Gastropoda juv																																						
Gastropoda indet												4																										
NAKENSNEGL																																						
Nudibranchia indet								1																														
MUSLINGER																																						
Mytilus edulis juvenil	1	5	3	1	2					2	1																											
cf Modiolus modiolus juv																																						
Caridae																																						
cf Turtonia																																						
cf Musculus discors																																						
Hiatella arctica																																						
Bivalvia juvenil																																						
SIØSTJERNER																																						
Asterias juv								1	3	1																												
Asteronidea indet juv																																						
INSEKTLARVER																																						
Chironomidae																																						
Insect larvae indet																																						
SIØMIDD																																						
Midd																																						
FABØRSTEMARK																																						
Oligochaeta																																						
SLIMORM																																						
Nematina																																						
SVAMP																																						
Portera																																						
ANEMONE																																						
Actinaria																																						
FLIMMERORM																																						
Turbellaria																																						
FLERØRSTEMARK																																						
Polychaeta																																						
Nereisidae																																						
Nereis sp.	1	2	2	6	3	3	3	1																														
Fabryia																																						
Serpulidae																																						
Phyllocoelidae																																						
Polychaeta indet																																						

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	Rammeundersøkelser
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 fucooides	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
			Balanus improvisus	
	Rødalger	Brunalger	Grønnalger	Dyr
G13	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	Gammaridae	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	Gammarellidae	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 tidevannssonen, 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 (Asteroidea)	-	4	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	1	1
Insektlarver (Chironomidae)	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 (Asteroidea)	1	4	-	9	1	3	1	2	-	1	1	2	-	5
Insektlarver (Chironomidae)	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 i 6 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

Species	Group Oljesøl	Group Lite oljesøl		Contrib%	Cum. %	
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss			Diss/SD
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

Species	Group Oljesøl		Group Ikke sanert			Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD			
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

Species	Group Lite oljesøl		Group Ikke sanert			Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD			
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	Group Lite oljesøl	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av. Abund	Av. Abund				
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	Group Ikke sanert	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av. Abund	Av. Abund				
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

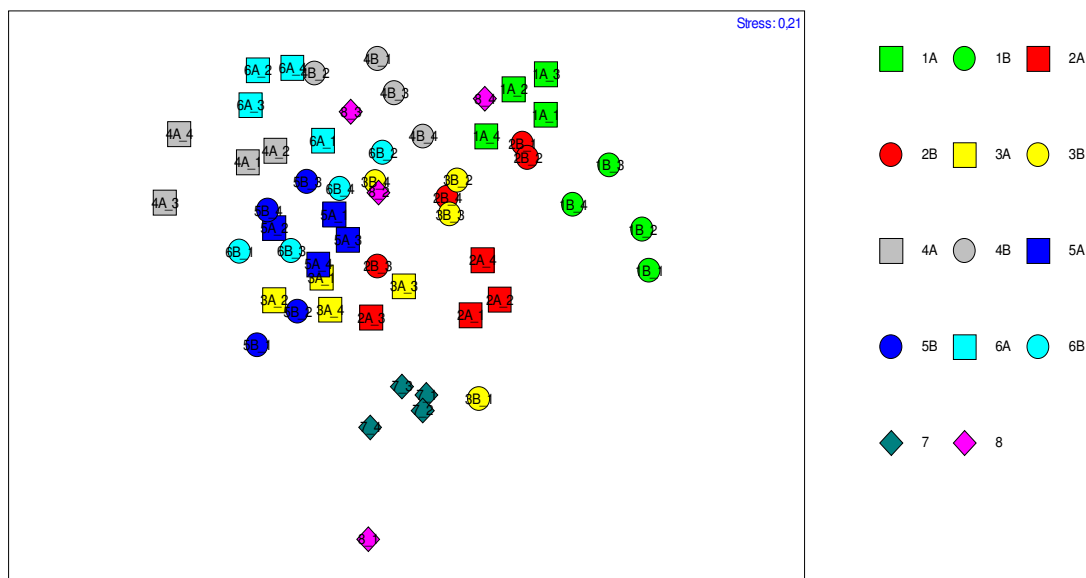
Average dissimilarity = 90,49

Species	Group Lite oljesøl	Group Ikke sanert	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av. Abund	Av. Abund				
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.

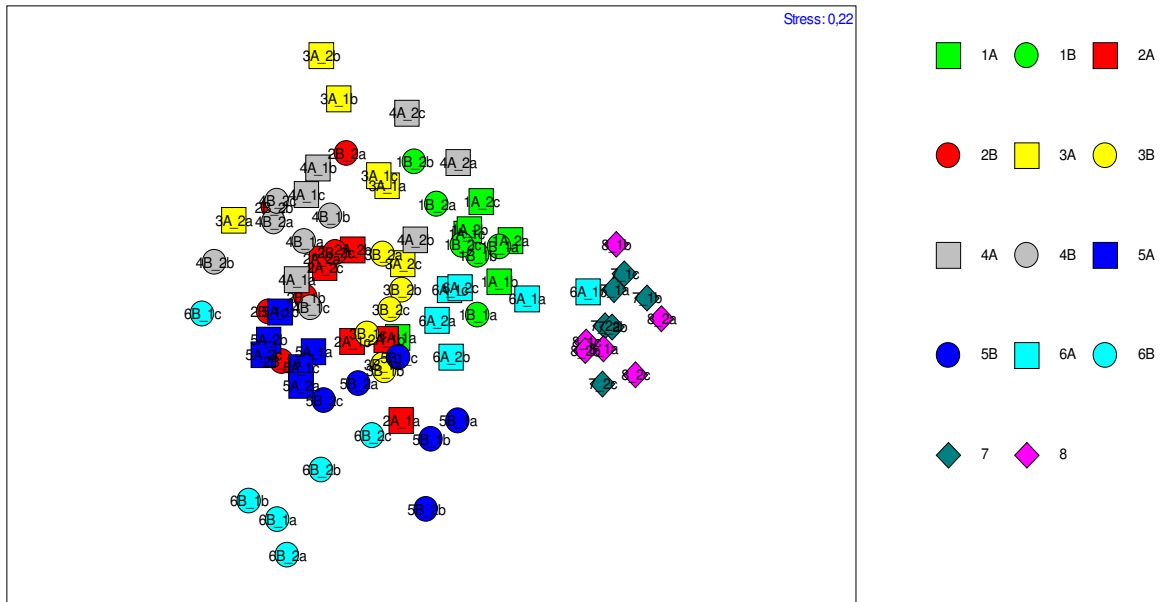
Figur 24. MDS-plott; likhet mellom alle rammene mht. forekomst av alger og dyr, med tolkning av figuren

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 markerer 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 markerer 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 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 tilnæringsmåte 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