



RAPPORT LNR 4807-2004

Undersøkelser av marine
hardbunnsorganismer i
området utenfor Kårstø
gassprosesseringsanlegg
2002 og 2003



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Undersøkelser av marine hardbunnsorganismer i området utenfor Kårstø gassprosesseringsanlegg 2002 og 2003	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	4807-2004	2004-02-20
	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-21341 1	42
Forfatter(e) Mats Walday Frithjof Moy Lise Tveiten	Fagområde	Distribusjon
	Biol.mangfold	
	Geografisk område	Trykket
	Rogaland	NIVA

Oppdragsgiver(e) Statoil ASA	Oppdragsreferanse O.I. Sandvik
---------------------------------	-----------------------------------

Sammendrag

I foreliggende rapport vurderes resultater fra undersøkelser på hardbunn utenfor Kårstø i 2002 og 2003. Undersøkelsene omfattet dykkeregistreringer av alger og dyr fra fjæra til maksimalt 30m dyp på fire stasjoner og kvantitative rammeundersøkelser i fjæra på fem stasjoner. Resultatene er sammenlignet med tidligere undersøkelser. På de fire dykkestasjoner ble sjø-temperaturen på 2m dyp logget gjennom et år fra 2002 til 2003. Det var signifikante, men små forskjeller i temperatur mellom de fire stasjonene. Det er sannsynlig at stasjonen nærmest Kårstø i vår-/sommerperioden kan få forhøyet sjøtemperatur grunnet påvirkning fra kjølevann. Det antas at de små forskjeller i temperatur som er funnet mellom de undersøkte stasjonene, er av underordnet og marginal betydning. I fjæra og øvre sjøsonen var det for det meste små endringer i artsantall, diversitet og artssammensetning av alger og dyr, sammenliknet med undersøkelsene i 1995-1997. Under fjæra, i sjøsonen ble det funnet større endringer i diversitet og artssammensetning og dette har to hovedårsaker: a) store forekomster av den introduserte, buskformede rødalgen japansk sjølyng, og b) økt partikkelbelastning på stasjon 30 nærmest Kårstøanlegget, grunnet de store utfyllingene i sjøen mellom anlegget og stasjonen i slutten av 1990-årene. De biologiske forskjeller som ble funnet mellom stasjonene utenfor Kårstø, kan ikke knyttes til utslippene av kjølevann fra anlegget, men forklares utfra andre lokale eller naturgitte forhold. Introduksjonen av japansk sjølyng til Kårstøområdet kan ha sammenheng med skipstrafikken til Kårstøterminalen.

Fire norske emneord 1. Gassprosessering 2. Hardbunnsorganismer 3. Overvåking 4. Kjølevann	Fire engelske emneord 1. Gass processing 2. Hard bottom organisms 3. Monitoring 4. Cooling water
---	--

Mats Walday
Prosjektleder

Kari Nygaard
Forskningsleder

Jens Skei
Forskningsdirektør

**Undersøkelser av marine hardbunnsorganismer
i området utenfor Kårstø gassprosesseringsanlegg
2002 og 2003**

Forord

På oppdrag fra Statoil ASA (bestilling 4500424160) ble det gjennomført undersøkelser av marine hardbunnsorganismer i området rundt gassprosseseringsanlegget ved Kårstø i perioden 1.- 6. juli 2002 og 16.-20. juni 2003. Overvåkingen fokuserer på eventuelle miljøvirkninger av utslippet av kjølevann fra anlegget, men også effekter fra skipstrafikken i området. Det er i periodene 1981-1983, 1987-1989 og 1995-1997 gjennomført omfattende kvantitative undersøkelser av samfunnsstruktur på hardbunn både i nærområdet for kjølevannsutslippet og i tilgrensende områder.

To typer undersøkelser ble utført i 2002 og 2003:

- rammeregistreringer på faste flater i tidevannssonen og like under denne
- transektanalyse ned til maksimalt 30 m dyp

Begge metodene ble brukt i de tidligere gjennomførte undersøkelsene og samtlige stasjoner er tidligere undersøkt.

På fire av stasjonene ble det i 2002 montert temperatursonder på grunt vann. Disse logget vanntemperaturen i hele perioden mellom de to prøvetakingene.

Undersøkelsene er utført av Mats Walday (prosjektleder), Frithjof Moy og Lise Tveiten, alle NIVA.

Odd Inge Sandvik har vært kontaktperson hos Statoil og han takkes for godt samarbeid.

MS Risøy, med mannskap Arvid Bertelsen, Jan Borgen og Elin A. Johansen, fungerte som losji- og standbyfartøy under dykkarbeidet. Trond Hansson fra NUI har vært dykkefaglig konsulent for Statoil under dykkarbeidet. Alle takkes for god innsats.

Oslo, 20. februar 2004

Mats Walday

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materialer og metoder	8
2.1 Stasjonsnett	8
2.2 Databehandling og statistiske metoder	10
3. Resultater	12
3.1 Temperaturmålinger i sjøen	12
3.2 Rammeundersøkelser i strandsonen	14
3.2.1 Nivå 1 - fjæra	17
3.2.2 Nivå 2 – øvre sjøsone	20
3.3 Dykkeundersøkelser	23
4. Samlet vurdering	30
5. Referanser	31
Vedlegg A. Tidligere rapporter	32
Vedlegg B. Temperaturstatistikk	34
Vedlegg C. Artslister	35
Vedlegg D. Rammeregistreringer fra 1981-2003	42

Sammendrag

Etter oppdrag fra Statoil ASA er det gjennomført undersøkelser av marine bunndyrsamfunn på hardbunn i Kårstøområdet. Undersøkelser av det marine miljøet er utført på Kårstø siden 1980, da i forbindelse med de første etableringene av gassprosesserings-industri i området. Den nåværende overvåkingen fokuserer på eventuelle miljøvirkninger fra utslippet av kjølevann fra anlegget, men også effekter fra skipstrafikken i området.

I den foreliggende rapport vurderes resultater fra undersøkelser foretatt på hardbunn den 1.- 6. juli 2002 og 16.-20. juni 2003. Resultatene er sammenlignet med tidligere undersøkelser på hardbunn, primært resultater fra undersøkelser utført i juli 1995-1997.

Undersøkelsene omfattet dykkeregistreringer av alger og dyr fra fjæra til maksimalt 30m dyp på fire stasjoner og kvantitative rammeundersøkelser i fjæra på fem stasjoner. På de fire dykkestasjonen ble sjøtemperaturen på 2m dyp logget gjennom et år fra 2002 til 2003.

Det var signifikante, men små forskjeller i temperatur mellom de fire stasjonene som det ble målt på i 2002-2003. Lavest temperatur ble funnet på kontrollstasjon 20, som lå lengst unna kjølevannsutslippene (>5 km), men også nærmest det åpne havet. På kontrollstasjon 21, som også lå langt unna utslippene, var temperaturen lik med stasjonen nærmest utslippene (st. 30). Det er imidlertid sannsynlig at stasjon 30 i vår/sommerperioden kan få forhøyet sjøtemperatur grunnet påvirkning fra kjølevann. Det er de storskala klimaforholdene, og da særlig sjøtemperaturen vinter/vår, som er styrende for den årlige utviklingen av de biologiske samfunn på hardbunn utenfor Kårstø. Det antas derfor at de små forskjeller i temperatur som er funnet mellom de undersøkte stasjonene er av underordnet og marginal betydning.

I fjæra og øvre sjøsonen var det for det meste små endringer i artsantall, diversitet og artssammensetning av alger og dyr, sammenliknet med undersøkelsene i 1995-1997. Kontrollstasjon 20 hadde en artssammensetning som var tydelig forskjellig fra de øvrige stasjonene og det antas at dette skyldes større bølgeeksponering på denne stasjonen.

Under fjæra, i sjøsonen ble det funnet større endringer i diversitet og artssammensetning sammenliknet med 1995-1997. Det er to hovedårsaker til dette:

- Store forekomster av den buskformede rødalgen japansk sjølyng, som i enkelte områder grodde i tette tepper som helt dekket bunnen. Denne introduserte arten har sannsynligvis fortrent andre arter av alger og dyr slik at både diversiteten var blitt redusert og artssammensetningen endret. Den tette veksten gjorde det også vanskelig å oppdage andre buskformete rødalger og små arter som kanskje vokste innimellom sjølyngen. Introduksjonen av japansk sjølyng til Kårstøområdet kan ha sammenheng med skipstrafikken til Kårstøterminalen.
- Økt partikkelbelastning på stasjon 30 nærmest Kårstøanlegget, hadde ført til en markert nedgang i mosedyr og posthornmark. Den mest sannsynlige årsak til dette var de store utfyllingene i sjøen mellom Kårstøanlegget og stasjonen i slutten av 1990-årene. Sandbunn fra 10m dyp er i tillegg årsak til at artssammensetningen på denne stasjonen også skiller seg fra de øvrige stasjonene i hele undersøkelsesperioden.

De biologiske forskjeller som ble funnet mellom stasjonene utenfor Kårstø, kan ikke knyttes til utslippene av kjølevann fra anlegget, men forklares utfra andre lokale eller naturgitte forhold.

Summary

Investigations of rocky shore communities outside Kårstø were performed in July-June of 2002 and 2003. The area has been monitored since 1980, when a gas processing industry was established on Kårstø. The investigations focus on potential effects from cooling water on the marine communities in shallow waters, and also on possible effects from the shipping activities related to the gass-terminal.

The investigations included semi-quantitative diver registrations along a transect to a maximum depth of 30m at four localities. In addition quantitative studies with fixed quadrats in the shore-area at two depths at six localities are performed. Sea-temperature at 2m depth was logged at four stations from July 2002 to June 2003.

Differences in sea-temperature between localities were significant but small, not exceeding 0,2° C as an yearly average, and thus considered as not having any major influence on community structure. The biological differences that were found between locations are probably related to natural events and local conditions.

The shore-area showed minor changes in diversity and species composition compared to the results from 1995-1997. The reference station (st. 20) had a significantly different species composition compared to other stations, but this is related to the greater degree of wave-exposure at this locality.

In the sub-littoral, changes in diversity and species composition were significant. Number of species and diversity were both reduced since 1995-1997. There were probably two main reasons for this:

- Abundance of the introduced algae *Dasysiphonia japonica* has increased markedly and the algae covered much of the bottom in the area in 2002-2003. This probably dislocated other species of algae and animal. In addition the dense algal cover provides hiding spaces for small organisms so that they are underestimated during the diver-registrations. The alien algae may have been introduced to the area by shipping activity in the vicinity.
- Construction activities at Kårstø in the late 1990s increased particle load to the sea area. This negatively affected organisms that are sensitive to an increase in suspended sediment and associated smothering, especially at the locality closest to the gass-terminal (st. 30).

1. Innledning

Undersøkelser av det marine miljøet er utført på Kårstø siden 1980 i forbindelse med de første etableringene av petrokjemisk industri i området. Den nåværende overvåkingen fokuserer på eventuelle miljøvirkninger på hardbunn fra utslippet av kjølevann fra anlegget, men også effekter fra skipstrafikken i området.

Tidligere storskalaforsøk i Norge med eksponering fra oppvarmet vann (overtemperatur 3°C) på hardbunnsorganismer har vist klare virkninger på enkeltarters og enkeltindividers biologi, men virkningene var ikke entydige negative eller positive og de motvirket hverandre i ulik grad, slik at total samfunnsstruktur i liten grad ble påvirket (Bakke *et al.* 1992).

Det er gjort betydelige endringer i kjølevannsutslippene fra Kårstø siden starten av anlegget. Kårstøbassenget mottar nå utslipp av oppvarmet kjølevann fra to kilder. Statpipeutslippet skjer til 9m dyp, mens Åsgardutslippet skjer til 13m dyp. Avstanden mellom de to utslippene er ca. 100m. Kjølevannsinntaket er flyttet fra 30m dyp på Falkeidflæet, ca. 150m sør for terminalen, til 78m dyp utenfor Haugsneset mot Herevikefjorden. Kjølevannsmengden i Åsgardutslippet er på ca. 14.000m³/t, og Statpipeutslippet er på 18.000-25.000m³/t. I de fleste tilfelle faller overtemperaturene i utslippsvannet til under 1°C innen 200 m fra utslippet, og innlagringsdypet varierer fra nær overflaten til ca 25m dyp.

Formålet med overvåkingsprogrammet er å fremskaffe data som kan avdekke eventuelle effekter av kjølevannet på marine alger og dyr i resipienten. Samtidig gir undersøkelsene dokumentasjon på og grunnlag for vurdering av evt. andre effekter av driften på det marine miljø. Ut fra spredning av kjølevannet i de øvre vannlag er det i hovedsak alger og dyr på hardbunn i og nedenfor tidevannssonen som kan utsettes for temperaturpåslag og eventuell annen belastning fra utslippet. Det ble om sommeren i periodene 1981-1983, 1987-1989 og 1995-1997 gjennomført omfattende kvantitative undersøkelser av samfunnsstruktur på hardbunn både i nærområdet for kjølevannsutslippet og i tilgrensende områder. Metodikken har vært egnet til å dokumentere små endringer i forekomst av alger og dyr, men bortsett fra i ett tilfelle helt i nærområdet for utslippet har man ikke kunnet koble endringene i tid og rom til kjølevannstilførselen. Undersøkelsene i 2002-2003 er en oppfølging av de tidligere undersøkelser.

Det er tidligere vist at de forskjeller som er registrert i indekser og artsammensetning hos hardbunnsamfunn i Kårstøområdet fra 1981 og fram til 1997, i stor grad har vært styrt av temperaturforholdene i vintermånedene februar/mars (Pedersen *et al.* 1998). Endringene har også vist en sammenheng med beiting fra sjøpinnsvin. Siden 1988 har det stort sett vært en varmere vintertemperatur (januar-mars) i sjøen enn normalt (målt ved Utsira), unntak er årene 1995, 1997 og 1999 som kan karakteriseres som normale eller noe kaldere enn normale. I 2003 var vinter/vår temperaturene noe kaldere og nærmere normalen enn de var i 2002.

Et friskt algesamfunn på grunt vann (st. 20).



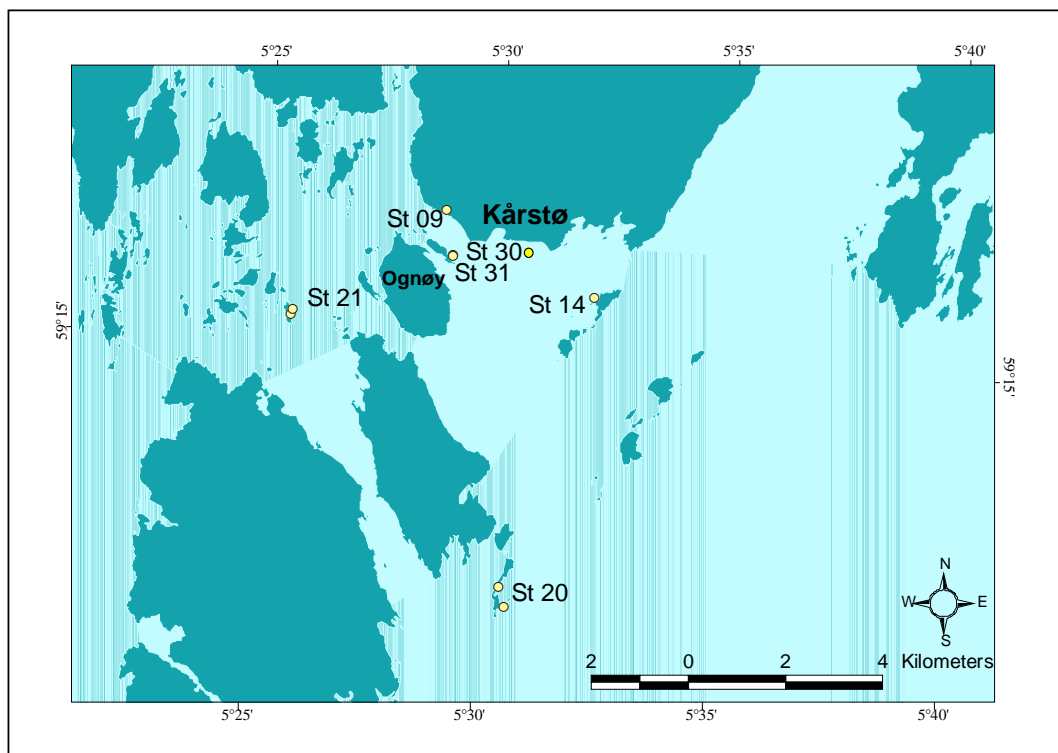
Dykkeregistrering på grunt vann (st. 21).



2. Materiale og metoder

2.1 Stasjonsnett

Overvåkingen i 1.- 6. juli 2002 og 16.-20. juni 2003 dekket et utvalg av de stasjoner som tidligere er undersøkt i Kårstøområdet (jfr. **Figur 1**); nærsonestasjonene 9 (Tungeneset), 31 (Ø. Ognøykalven), 30 (Kråka) og 14 (Årvikholmen), samt kontrollstasjonene 20 (V. Vågaholmen) og 21 (Skolbuholmen). På disse stasjonene var det opprettet faste undersøkelsesflater ved bolter i fjellet. Stasjonene 9, 14, 20 og 21 er dekket av alle undersøkelsene siden 1981, stasjon 30 og 31 ble undersøkt i 1995, 1996 og 1997. Undersøkelsene i 2002-2003 ble gjennomført i samme periode av året som i tidligere år. En beskrivelse av stasjonene er gitt i rapporten fra 1995-1996 (Pedersen & Green 1996). For alle stasjonene er det derfor lengre tidsserier med registreringer etter samme metode som videre overvåking kan sammenliknes med. På stasjon 9 kunne ikke boltene til rammen gjenfinnes og det ble derfor gjennomført en alternativ semikvantitativ registrering. Det er noe avstand mellom rammene og transektene på stasjon 20 og 21, derfor er det plassert to symboler i kartet på hver av disse to stasjonene.



Figur 1. Undersøkelsesområdet utenfor Kårstø med de seks stasjonene for biologiske undersøkelser avmerket; kontrollstasjonene 20 og 21 og de øvrige stasjonene 9, 14, 30 og 31, undersøkt den 1.- 6. juli 2002 og 16.-20. juni 2003.

Undersøkellesprogram

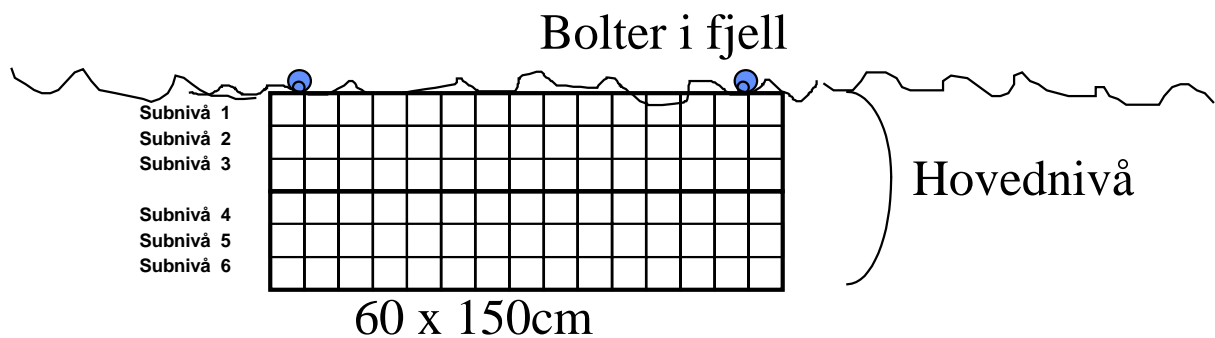
Det ble lagt vekt på kvantitativ overvåking av hardbunssamfunn, med fokus på nærområdet for utslippene. To typer undersøkelser ble gjort:

- rammeregistreringer på faste flater i tidevannssonen og like under denne
- transektanalyse ned til maksimalt 30m dyp

Begge metodene var en fortsettelse av de undersøkelsene som er gjennomført tidligere. Alger og dyr er bestemt til art eller i noen tilfeller overordnet taxa.

Rammeregistreringer

Det benyttes en ramme (150 x 60 cm), inndelt i ruter á 10 x 10 cm (15 ruter i 6 horisontale nivåer). Rammen festes til fjellet ved hjelp av to bolter, se **Figur 2**. Arrangementet sikrer at nøyaktig samme areal blir undersøkt hver gang. Blant de 90 rutene er det tilfeldig trukket ut 30 ruter, fordelt med 5 ruter på hvert av de 6 nivåene. Disse 30 rutene blir undersøkt hver gang.



Figur 2. Rammeregistreringer av alger og dyr på grunt vann.



Innen hver av de 30 ruter registreres alger og dyr ved tilstedeværelse (=1) eller fravær (=0), og organismene registreres kun i de rutene hvor de er festet til fjellet. Alger og dyr som lever på de større algene registreres som tilstedeværende i den ruten substratalgen er festet til fjellet.

Alger og dyr bestemmes til art eller så nær art som mulig. Arter som ikke lar seg identifisere i felt, samles inn og oppbevares levende frem til identifisering i mikroskop eller lupe.

Det ble i hovedsak undersøkt 2 nivåer; 1) øvre fjæra og 2) i sagtangbeltet. På stasjon 20 ble nivå 1 ikke undersøkt, men i tillegg til nivå 2 ble isteden et nivå 3, litt dypere ned, undersøkt.

Bildet viser et nærfoto av rute 3 i fjæra på stasjon 14 (nivå 1).

Transektregistreringer

Ved transektdykk registreres fastsittende alger (benthosalger) og fastsittende eller lite mobile dyr langs en linje fra nedre grense for tidevann til maksimalt 30 meters dyp. Transektets bredde er 4 m. Dykkeren har telefonisk kontakt med en assistent på land som noterer arter og mengder. I tillegg til artsutvalg skal artenes dekningsgrad estimeres etter en 4-delt gradering (se nedenfor). Metoden betegnes derfor som semi-kvantitativ. Arter som ikke lar seg identifisere i felt, samles inn og oppbevares levende frem til identifisering i mikroskop eller lupe.

Semikvantitativ mengdeangivelse:

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst
- 3 = vanlig forekomst
- 4 = dominerende forekomst

Transektregistreringer ble gjennomført på stasjonene 30 og 31, samt på kontrollstasjonene 20 og 21.

Støtteparametre

For å kunne vurdere temperaturforholdene i sjøen i ulike deler av undersøkelsesområdet, ble det montert en automatisk temperaturlogger (Tinytag¹²) på hver av stasjonene 20, 21, 30 og 31 i 2002. Måledyp var ca. 2m. Loggefrekvensen var innstilt på én registrering pr 90. minutt. Loggerne ble lest av ved prøvetakingene i juni 2003.

I **Tabell 1** er det gitt en oversikt over hvilken undersøkelse som er gjort på de ulike stasjoner.

Tabell 1. Hardbunnsundersøkelser gjennomført i 1.- 6. juli 2002 og 16.-20. juni 2003 på 6 stasjoner utenfor Kårstø. I kolonnen 'transekt' vises nederste registreringsdyp, i 'rammer' hvilken nivåer som ble registrert og i 'temperatur' på hvilket dyp målingene ble utført.

Stasjon	Navn	Transekt	Rammer	Temperatur
9	Tungeneset		semikv.*	
14	Årvikholmen		nivå 1+2	
20	V. Vågaholmen **	30m	nivå 2+3	1,6m
21	Skolbuholmen **	30m	nivå 1+2	1,7m
30	Kråka	12m	nivå 1+2	2,2m
31	Ø. Ognøykalven	24m	nivå 1+2	1,7m

*rammer erstattet med semikvantitativ registrering, se tekst

**kontrollstasjoner

For å belyse evt sammenhenger med skipstrafikken i området ble det i forbindelse med undersøkelsene i 2002 også foretatt en undersøkelse av innhold av tinnorganiske forbindelser og grad av reproduksjonsforstyrrelse (imposex) i purpursnegl fra de undersøkte strandsonesamfunnene. Resultatene fra denne undersøkelsen er presentert i NIVA-rapport 4628-2002 (Walday & Tveiten 2002). Under det samme feltarbeidet ble det også etablert tre rigger med blåskjell og passive prøvetakere for målinger i vannmassene utenfor terminalen. Resultatene fra disse undersøkelsene er rapportert i NIVA rapport 4689-2003 (Bakke 2003).

2.2 Databehandling og statistiske metoder

Resultatene fra transekt- og rammeregistreringer ble punchet inn på regneark (EXCEL) og videre overført til en database (ACCESS). Før overføring til basen ble registreringene gjennomgått og kvalitetssikret. All videre statistisk behandling ble gjort ved utplukk fra denne basen.

Artsantall

Dette er det samlede antall taxa av planter og dyr som er registrert. De fleste organismene er identifisert til art. Flere små alger og dyr lar seg kun identifisere ved bruk av spesiell preparering. Disse er identifisert enten til slekt (f.eks. *Cladophora* sp. eller *Cladophora* spp. hvis flere arter kan være tilstede) eller som usikre identifikasjoner med cf. (konferer) foran det sannsynlige artsnavnet. Noen få organismer er bare bestemt til orden, klasse eller rekke (f.eks. "Porifera indet." som inneholder enkelte uidentifiserte svamper).

Forekomst

Forekomst av alger og dyr langs transektene fra fjæra og ned til maksimalt 30 m dyp, ble registrert i henhold til en 4-delt skala hvor mengden av hver art eller artsgruppe ble klassifisert som enkeltfunn, spredt, vanlig eller dominerende, med tallverdi fra 1 til 4, for hver meter langs transektet. Ved beregninger av samfunns- og likhetsindekser (for vurdering av utvikling over tid) ble forekomsten av hver art for hver meter transformert (antilog) og deretter summert for hele transektet (eller utvalgt dypintervall). Til de multivariate analysene (se dette) ble arter gruppert i taxagrupper av "morfologisk like arter" og taxagruppen ble gitt den samme forekomstverdi som den vanligste arten innen gruppen hadde. Forekomst innen rammeregistreringene beregnet som "antall ruter pr. 30 ruter (uttrykt i prosent) hvor en art forekommer" innen et hovednivå (frekvens forekomst %). Forekomst av hver art er beregnet for hvert av de to hovednivåene.

Multivariate analyser

Dataene for prosentvis dekning av alger og dyr i rammene, og forekomst i transektene, ble brukt til beregning av prosentvis likhet i alger og dyrsammensetning (Bray Curtis similarity indeks, Bray & Curtis 1957) mellom stasjoner for ulike år. Utifra disse likhetsmatrisene ble det kjørt multivariate analyser (klassifikasjon og ordinasjon) for å illustrere forskjeller mellom stasjoner og mellom år. Klassifikasjonsmetoden er hierarkisk, agglomerativ klassifikasjon (Clifford & Stephenson 1975) og ordinasjonsmetoden er Multidimensional Scaling, MDS (Kruskal & Wish 1978). Data fra transektregistreringene ble rot-transformert. Utifra likhetsmatrisene ble det også kjørt statistiske analyser (ANOSIM, Clarke & Green 1988, Clarke 1993) for å teste om det var statistiske forskjeller mellom stasjoner og mellom år. SIMPER (*Similarity percentages*, Clarke 1993) er en metode som rangerer artene etter deres individuelle bidrag til grad av likhet mellom stasjoner eller over tid. Ved å beregne gjennomsnittlig likhet mellom grupper, og se hvor stor andel av denne verdien som utgjøres av hver av artene, får man en oversikt over hver enkelt arts bidrag til den totale likheten. Alle analysene ble kjørt i programpakken PRIMER versjon 5.2 (Clarke & Warwick 1994).



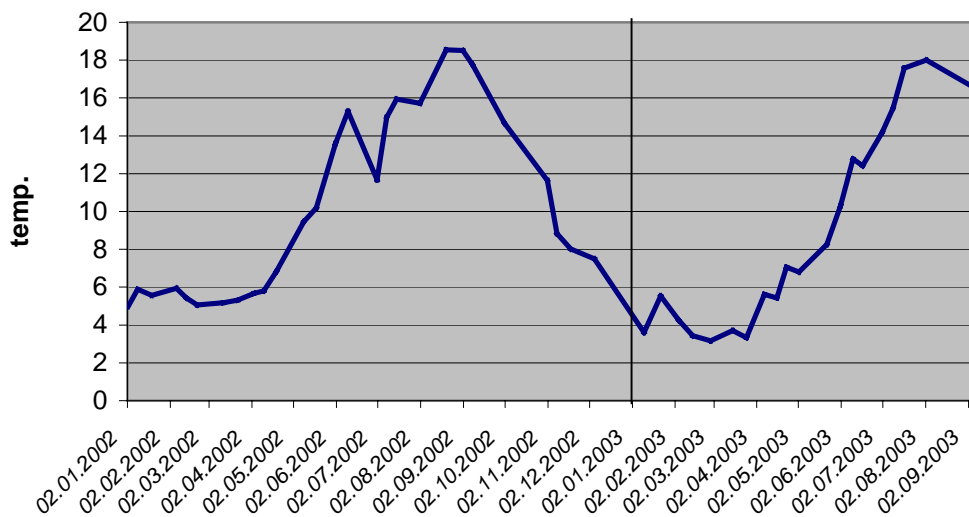
Artsidentifisering i lupe.

3. Resultater

Stasjonsnettet for undersøkelsen er vist i **figur 1**. Tidevannssonen ved Kårstø er hovedsakelig svabergstrand med glatt eller sprukket fjell og tidevannsforskjellen er liten (<0,5 m; middels spring høyvann – middels spring lavvann). Detaljerte stasjonsbeskrivelser er gitt i tidligere rapporter (se f.eks. Pedersen *et al.* 1998, tabell 2) og i fremdriftsrapport 2002 til Statoil. Fotodokumentasjon av samtlige stasjoner er arkivert på NIVA.

3.1 Temperaturmålinger i sjøen

Klimaet var i 2002 preget av en mild og fuktig vinter i Sør-Norge, spesielt i februar og mars, som ga en markert høyere sjøtemperatur enn normalt (Moy *et al.* 2003). I 2003 var vintertemperaturene i sjøen lavere og mere lik normalen (Magnusson pers.medd.). Disse vurderinger er basert på resultater fra stasjoner som ligger et godt stykke unna Kårstø, men i denne sammenheng er det de storskala forskjellene fra ett år til neste som vurderes og derfor kan dataene benyttes. I **Figur 3** er sjøtemperaturen på 1m dyp ved Indre Utsira vist for 2002 og 2003. Begge somrene var varme, men vinteren 2003 var kjøligere enn vinteren 2002.



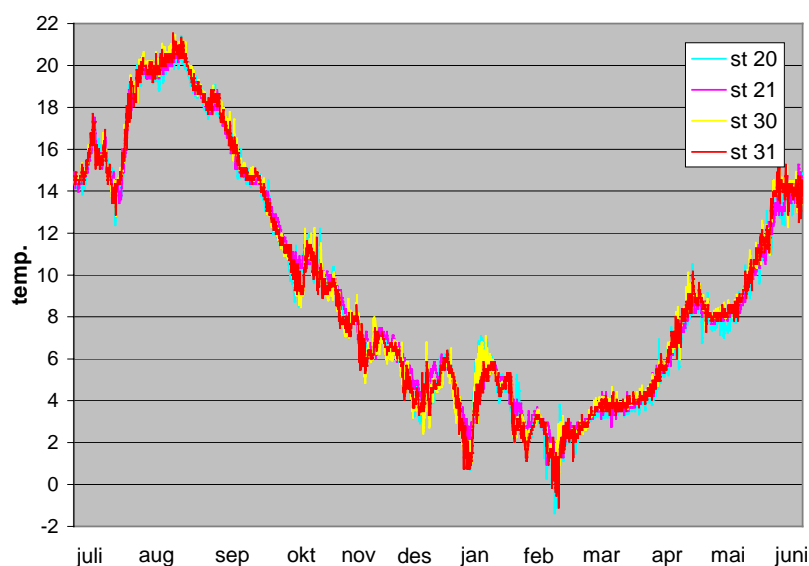
Figur 3. Sjøtemperatur (°C) på 1 m dyp på stasjon 'Indre Utsira'. Data fra Havforskningsinstituttet (HI).

Resultatene fra målingene av sjøtemperatur på 2 m dyp på hver av de fire dykkestasjonene (st. 20, 21, 30 og 31) utenfor Kårstø er vist i **Figur 4**. Statistikk fra målingene finnes i vedlegg B. Som forventet var sjøtemperaturen kaldere om vinteren og varmere om sommeren i de innaskjærs farvannene ved Kårstø, enn i de mere åpne farvannene ved Indre Utsira.

I gjennomsnitt var det små forskjeller i temperatur (0.08-0.17 °C) mellom Kårstøstasjonene i perioden, men parvis t-test ga signifikante forskjeller mellom samtlige stasjoner unntatt Skolbuholmen (st. 21) og Kråka (st. 30) (**Tabell 2**). I den varme sesongen er nærstasjonene (st. 30 og 31) varmere (0.10-1.29 °C) enn kontrollene (st. 20 og 21).

Kontrollstasjonen på V. Vågaholmen (st. 20) var gjennomgående kaldere enn de øvrige stasjonene (0,02-0,26 °C), mens kontrollstasjon 21 (Skolbuholmen) kun var kaldere enn nærstasjonene i den varme sesongen (definert som perioden med sjøtemperaturer varmere enn 10°C på st. 20).

Kråka (st. 30) ligger nærmest kjølevannutslippene, ca. 400m fra Åsgårdutslippet og ca. 500m fra Statpipeutslippet, og stasjonen hadde også høyest midlere temperatur i perioden (9,521°C, Vedlegg B). Temperaturen på kontrollstasjon Skolbuholmen (st. 21) var imidlertid marginalt (0,002°C) kaldere, og forskjellen mellom de to stasjonene var på årsbasis ubetydelig. I den varme sesongen var det derimot klart varmere på Kråka enn på Skolbuholmen (**Tabell 2**).



Figur 4. Sjøtemperatur (°C) på ca. 2 m dyp på hver av de fire dykkestasjonene 20, 21, 30 og 31, og vist for perioden 6. juli 2002 til 16. juni 2003 (n=5520).

Tabell 2. Temperaturforskjeller, basert på årsgjennomsnitt (juli 2002 – juni 2003), mellom stasjon 20, 21, 30 og 31. Forskjellene er signifikante ($p < 0,05$) om ikke ns (ikke signifikant forskjell) er angitt. Tabellen viser resultater fra hele perioden, fra perioder med temperaturer under 10°C og perioder med temperaturer over 10°C (på kontrollstasjon 20). Eksempel; med alle data inkludert så var det på stasjon 21 i gjennomsnitt 0,17 grader varmere enn på stasjon 20.

	hele perioden			kald periode <10°C			varm periode >10°C		
21	+0,17			+0,26			+0,02		
30	+0,17	ns		+0,14	-0,13		+0,22	+1,27	
31	+0,09	-0,08	-0,08	+0,08	-0,18	-0,05	+0,10	+0,53	-0,74
stasjon	20	21	30	20	21	30	20	21	30

Løvås (2002) viste at Statpipeutslippet for det meste ga overtemperaturer på under 1°C i en avstand på 200m fra utslippet og at overtemperaturene var størst sommerstid. For Åsgårdutslippet var overtemperaturen 200m fra utslippet stort sett over 1°C fra februar – juli. Innlagingsdypet for kjølevannet varierende fra nær overflaten til ca. 25m dyp (Løvås 2002). Dette betyr at en om våren/sommeren kan forvente at sjøtemperaturen rundt stasjon 30 Kråka, vil være påvirket av kjølevannet, og at den noe høyere temperaturen som ble målt på Kråka er et resultat av dette.

3.2 Rammeundersøkelser i strandsonen

- ☺ *Det ble ikke påvist endringer i artssammensetning i strandsonen som skyldes kjølevannsutslippet fra anlegget på Kårstø.*
 - ☹ *Det er relativt små forskjeller i artssammensetning mellom 2002 og 2003. Naturlige variasjoner og ulik vinter/vårtemperatur de to årene er sannsynlig forklaring til de registrerte forskjeller mellom de to årene. Resultatene fra 2002 og 2003 skiller seg lite fra det som er blitt funnet tidligere.*
-

Artslister fra rammeregistreringene finnes i vedlegg C. Rammestasjonen på Tungeneset (st. 9) ble ikke gjenfunnet og det ble derfor utført strandsonebefaringer ved hjelp av snorkling. Artslister fra befaringene i 2002 og 2003 er gitt i vedlegg C.

Ved sammenligning av resultatene fra de ulike stasjonene må en ta i betraktning at de fysiske forutsetningene på stasjonene er forskjellige, og vil bidra til biologisk ulikhet mellom stasjoner. Nedenfor er det gitt en kort karakteristikk av forholdene på de fem rammestasjonene i 2002-2003. En statistisk sammenlikning (likhetsanalyse) av alle undersøkelsene fra 1981 til 2003 er vist i vedlegg D.

Stasjon 14, Årvikholmen

Nærsonestasjon 14 er vestvendt og ligger ca. 1500m sørøst for kjølevannsutslippene ved Kårstø. Bunnen består av oppsprukket ujevnt fjell, særlig på nivå 2 er bunnen så ujevn at rute 9, 19 og 22 var vanskelige å registrere. I både 2002 og 2003 var det bølger som vanskeliggjorde registreringene.

Stasjon 20, Søndre Vaagaholmen

Stasjonen på Søndre Vaagaholmen ligger 7000m sør for Kårstø-anlegget og er etablert for kontrollformål sammen med stasjon 21. Stasjonen er østvendt og ligger åpent ut mot Boknafjorden. Bunnen er langgrunn og består av relativt glatt fjell. Dette er den mest bølgeeksponerte av de undersøkte stasjonene. Det ble ikke registrert i nivå 1, men det ble notert at øvre fjære var dominert av rur.

Stasjon 21, Skolbuholmen

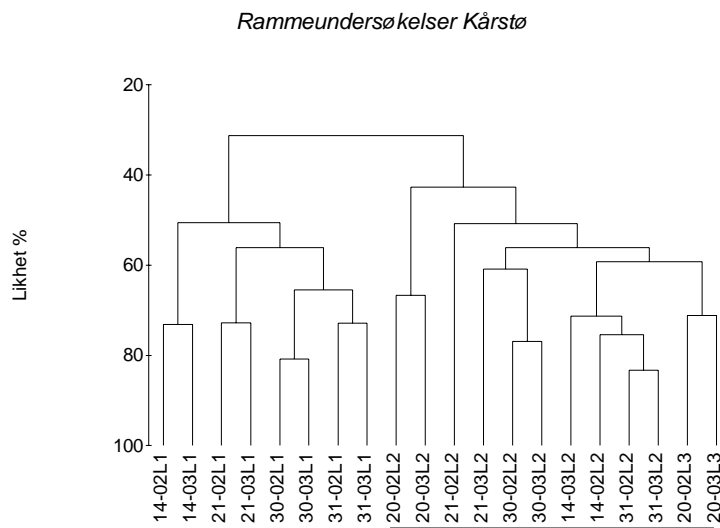
Kontrollstasjon 21 ligger østvendt og relativt bølgebeskyttet til på det så kalte Boknaflæet nord for Vestre- og Østre Bokn, ca. 5500m sørvest for Kårstø. Det antas at den geografiske plasseringen av stasjonen medfører begrenset kontakt med vannmassene som påvirkes av kjølevannet.

Stasjon 30, Kråka

Nærsonestasjon 30 ligger på en liten holme ca. 300m utenfor Kårstøanlegget og er den lokaliteten som ligger nærmest kjølevannsutslippene. Rammestasjonen er sørvendt og middels eksponert. Det har siden de forrige undersøkelsene i 1995-1997 vært omfattende utfyllingsarbeider i sjøen like nord for denne holmen.

Stasjon 31, Ognøykalven

Nærsonestasjon 31 er plassert på Ognøykalven, ca. 1800 m sørvest for Kårstø. Rammestasjonen er sørvendt og middels bølgeeksponert.

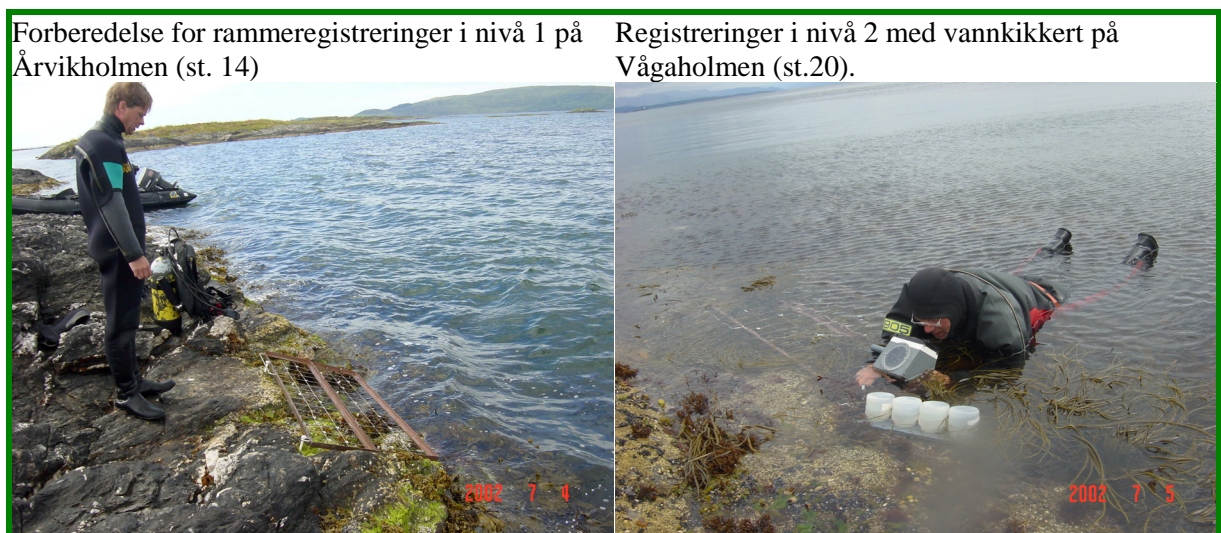


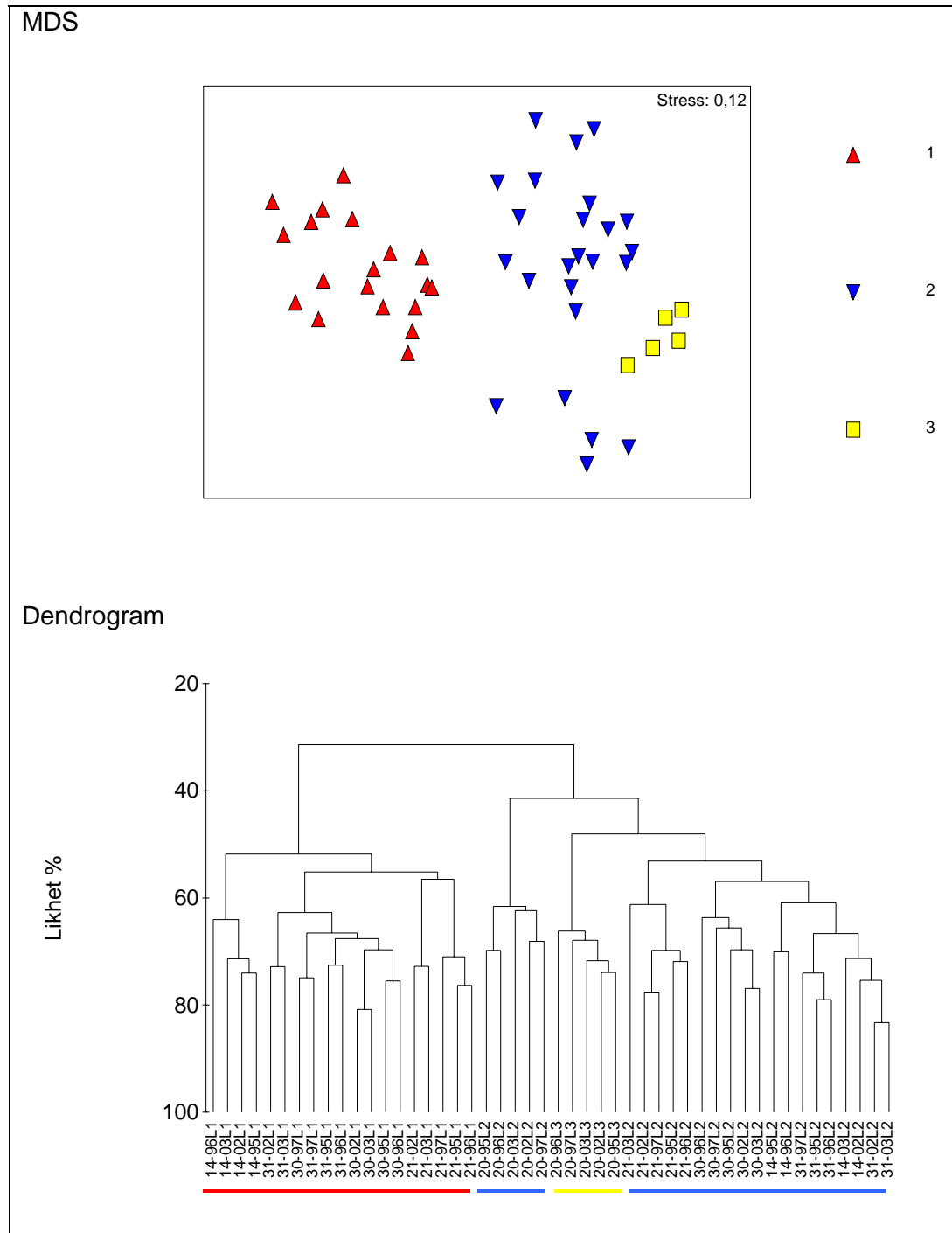
Figur 5. Klusteranalyse av rammedatane fra 2002 og 2003. Prøvene (merket stasjon-år og nivå 1 (L1), 2 (L2) eller 3 (L3)) er gruppert etter likhet i artsammensetning. To hovedgrupper av prøver kan identifiseres (markert med streker under stasjon-år).

Multivariate analyser av de biologiske samfunnene i rammene viser, som forventet, liten likhet i artssammensetning mellom de to hovednivåene (nivå 1 og gruppen nivå 2 og 3) som er blitt registrert:

- Prøvene fra nivå 1 (fjæra) danner en egen gruppe og viser dermed at dette nivået representerer et eget organismsamfunn øverst i fjæra som skiller seg fra de som er litt dypere i strandsonen (**Figur 5**). Dette er naturlig siden organismer som lever i fjæra må tåle både uttørring og raske og store temperaturendringer. Disse ekstreme forhold ekskluderer de fleste av de marine dyre- og algearter en finner i sjøsonen. Forskjellen i artssammensetning mellom nivå 1 og nivå 2 er signifikant; $p=0,001$.
- Nivå 2 og 3 i øvre sjøsonen danner sammen den andre gruppen.
- Relativt stor forskjell mellom nivå 2 og 3 på stasjon 20 viser at også disse nivåene har typiske artssammensetninger.
- De biologiske samfunnene på den enkelte stasjon er ganske like ($>60\%$) i 2002 og 2003, unntatt på st. 21 hvor likheten mellom årene er ca. 50% (**Figur 5**).

Den skarpe soneringen mellom de undersøkte nivåene kommer også frem på MDS-plottet i **Figur 6**.





Figur 6. Multivariate analyser av rammedatane fra 1995, 1996, 1997, 2002 og 2003. Prøvene (merket som i **Figur 5**) er gruppert etter likhet i artsammensetning. MDS-plottet viser grupperingen i forhold til rammenivå (1-3). Liten avstand mellom prøver indikerer stor likhet. Dendrogramet viser gruppering av prøvene med stasjon-år angitt, og rammenivå vist med samme fargekode som i MDS-plottet. Prosent likhet leses av på y-aksen.

I **Figur 6** er også data fra undersøkelsene i 1995-1997 inkludert og en kan se at hovedgrupperingen fortsatt er én fjære- og én sjøsone. Dette sees tydeligst i MDS-plottet hvor symbolene for nivå 1, 2 og 3 er plassert i hver sin gruppe. De fem prøver fra nivå 2 som ikke er gruppert sammen med de øvrige fra nivå 2 (blå trekanter) er fra kontrollstasjon 20. Dendrogrammet i samme figur viser den samme

grupperingen, men i tillegg viser det at prøver fra samme stasjon stort sett er like i de ulike år prøvetakingene foregikk. Endringen i artssammensetning fra 1995-1997 til 2002-2003 var med andre ord relativt liten, kanskje bortsett fra på nivå 1 på kontrollstasjon 21 hvor likheten mellom de to periodene var mindre enn 60%. I det videre vil de undersøkte nivåene bli behandlet hver for seg, og årsakene til de grupperinger en ser mellom stasjoner og år vil bli gjennomgått.

3.2.1 Nivå 1 - fjæra

På samtlige stasjoner unntatt stasjon 14 har stort sett rur (*Balanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*), vært dominerende arter i nivå 1 i 2002-2003. Det samme var tilfelle i perioden 1995-1997 (Pedersen *et al.* 1998). Stasjon 14 har hatt mindre forekomster av blåskjell, men et velutviklet tangbelte og derfor er prøvene fra den gruppert for seg selv i **Figur 7**. Det var imidlertid signifikante forskjeller ($p < 0,05$) i artssammensetning mellom samtlige stasjoner, sett over hele perioden, det vil si at hver stasjon har et særegent samfunn skapt av de lokale miljøforhold. Utviklingen over tid vurderes derfor for hver stasjon for seg, men ses også i forhold til utviklingen på de andre stasjonene.

En sammenligning mellom artsforekomstene på nærstasjonene (st. 30, 31 og 14) og kontrollstasjonen på Skolbuholmen (st. 21) viser at det i periodene 1995-1997 og 2002-2003 stort sett har vært mer grønnalger av slektene *Spongomorpha*/*Acrosiphonia* (grønneddott) og *Enteromorpha* (grønske), tang, skorpedannende røde kalkalger samt trådformete rødalger av slekten *Polysiphonia* i fjæra på nærstasjonene (**Tabell 3**). På kontrollstasjonen har det vært mer av blåskjell, grønneddusk, strandsnegl og albusnegl. Kontroll og nærstasjoner har imidlertid vært relativt like (ca. 55%) sett over perioden. Kontrollstasjonen (st. 21) blir gruppert for seg selv, men også delt i en 1995-97 og en 2002-03 gruppe i de multivariate analysene (**Figur 7**). Dominerende arter var i begge periodene rur og blåskjell, mens det var nedgang i forekomsten av den skorpedannende rødalgen fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) og økning i forekomsten av grønneddusk (*Cladophora* spp.) som sterkest bidro til forskjellen mellom 1995-1997 og 2002-2003 (**Tabell 4**). Den registrerte nedgangen i fjæreblood kan delvis skyldes at algen ble skjult under de økte forekomstene av grønneddusk og fjæreslo. På de øvrige stasjonene var det mindre forskjeller i artssammensetning mellom 1995-1997 og 2002-2003.

Minst likhet i artssammensetning var det mellom stasjon 14 og kontrollstasjonen (52%, resultat fra SIMPER) og dette skyldes hovedsakelig store forekomster av blåskjell på stasjon 21, mens stasjon 14 hadde et kraftigere tangbelte (*Fucus* spp.) og større forekomster av grønnske (*Enteromorpha* spp.) (**Tabell 5**). Blåskjell og grønnske er hurtigvoksende arter med store årsvariasjoner i forekomst. Blåskjell konkurrerer ofte med tang om plassen, slik at vekst av den ene ofte fører til reduksjon av den andre. Store mengder av grønnske kan være tegn på forhøyede verdier av næringssalter i vannet, f.eks. tilført fra sau som beiter på øya. Både stasjon 14 og 21 hadde et velutviklet rurbelte (*B. balanoides*).

Størst likhet i artssammensetning var det mellom nærstasjonene 30 og 31 (ca. 65%, **Figur 7**), og de to stasjonene er derfor samlet i én gruppe i dendrogrammet.

Tabell 3. Rammeregistreringer nivå 1. Viser hvilken arter som bidro sterkest til ulikheten mellom nærstasjonene (14, 30 og 31) og kontrollstasjon 21, årene 1995-1997 og 2002-2003 sett under ett. Resultat fra SIMPER. KL: ar=rødalger, ag=grønnalger, ab=brunalger, da=algespisende dyr, df=vannfiltrerende dyr.

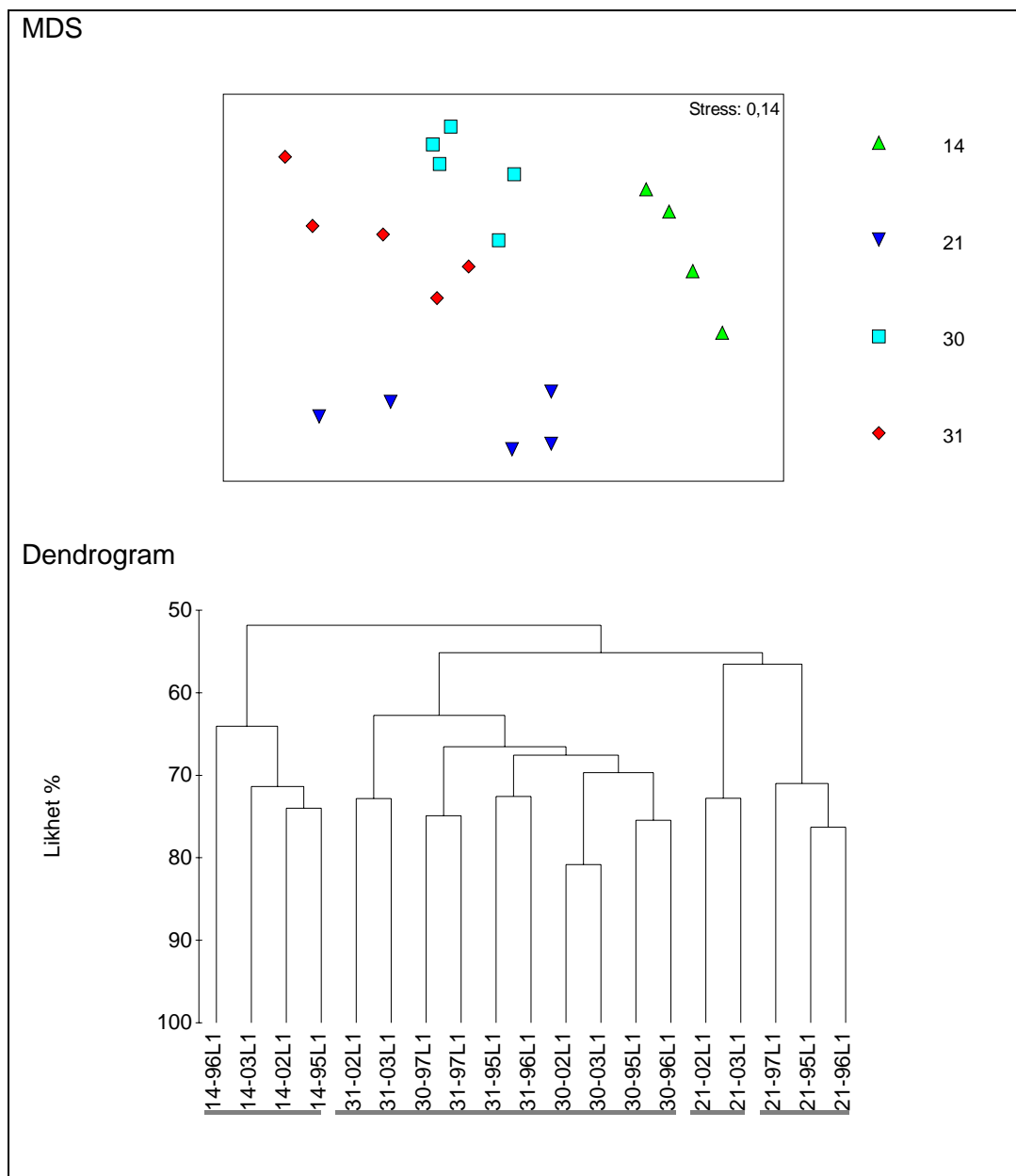
KL	Taxa	Forekomst nærstasjoner	Forekomst kontrollstasjon	Bidrag til ulikhet %
ag	Grønndott (<i>Spongomorpha/Acrosiphonia</i>)	41,86	4,40	6,34
df	Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>)	67,36	76,40	6,00
ag	Grønske (<i>Enteromorpha</i> spp.)	35,50	6,40	5,85
ab	Tang (<i>Fucus</i> spp.)	67,50	48,20	5,39
ag	Grønndusk (<i>Cladophora</i> spp.)	27,00	43,60	5,32
ar	Kalkalger (<i>Lithothamnion/Phymatolithon</i>)	46,36	18,80	5,32
da	Albusnegl (<i>Patella</i> sp.)	14,64	40,40	4,53
da	Strandsnegl (<i>Littorina</i> spp.)	10,36	21,60	3,78
ar	Dokke (<i>Polysiphonia</i> spp.)	23,21	3,60	3,52

Tabell 4. Stasjon 21, nivå 1. Viser hvilken arter som bidro sterkest til ulikheten mellom resultatene fra rammeregistreringene i 1995-97 og 2002-03. Resultat fra SIMPER. KL: ar=rødalger, ag=grønnalger, ab=brunalger, da=algespisende dyr. E=Endring: + =økt forekomst, - =redusert forekomst.

KL	E	Taxa	Forekomst 1995-1997	Forekomst 2002-2003	Bidrag til ulikhet %
ar	-	Fjæreblood (<i>Hildenbrandia rubra</i>)	84,33	3,00	16,14
ag	+	Grønndusk (<i>Cladophora</i> spp.)	19,67	79,50	11,90
ab	+	Fjæreslo (<i>Scytosiphon lomentaria</i>)	5,33	44,50	7,82
ab	+	Tang (<i>Fucus</i> spp.)	40,67	59,50	6,00
da	-	Strandsnegl (<i>Littorina</i> spp.)	29,67	9,50	4,59
da	+	Albusnegl (<i>Patella</i> sp.)	31,00	54,50	4,58

Tabell 5. Viser hvilken arter som bidro sterkest til ulikheten mellom resultatene fra ramme-registreringene (nivå 1) på stasjon 14 og 21. Resultat fra Simper. KL: ar=rødalger, ag=grønnalger, ab=brunalger, da=algespisende dyr, df=vannfiltrerende dyr. E: + =økt og - =redusert forekomst.

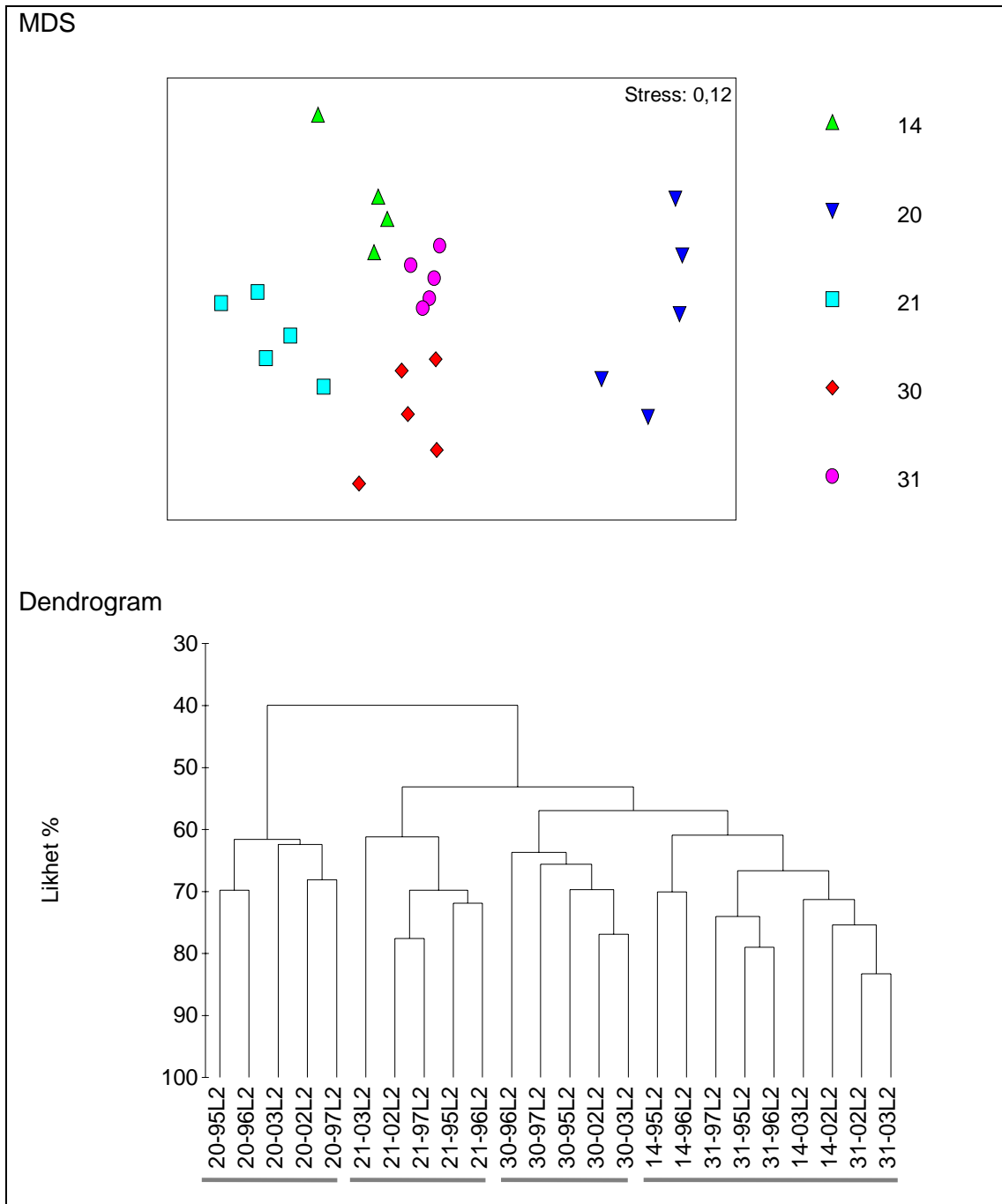
KL	E	Taxa	Forekomst st. 14	Forekomst st. 21	Bidrag til ulikhet %
df	+	Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>)	7,50	76,40	12,96
ag	-	Grønske (<i>Enteromorpha</i> spp.)	68,25	6,40	11,49
ab	-	Tang (<i>Fucus</i> spp.)	83,00	48,20	7,46
ar	-	Fjæreblood (<i>Hildenbrandia rubra</i>)	63,75	51,80	7,25
ag	+	Grønndusk (<i>Cladophora</i> spp.)	13,75	43,60	5,76
da	+	Albusnegl (<i>Patella</i> sp.)	12,75	40,40	5,32



Figur 7. Rammeundersøkelser nivå 1. Det kan identifiseres 4 grupper av prøver (merket som i **Figur 5**) med en indre likhet i artssammensetning >60% (markert med streker under stasjon-år i dendrogrammet).

3.2.2 Nivå 2 – øvre sjøsonen

Røde kalkalger, grønn dusk (*Cladophora rupestris*), tang (*Fucus* spp.) og mosdyret *Electra pilosa* var vanlig forekommende arter i nivå 2 på de fleste av stasjonene. Kontrollstasjonen (st. 20) skilte seg mest ut fra de øvrige stasjonene (**Figur 8**). Årsaken var mindre forekomst av grønn dusk, men høyere forekomster av rødalgen vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) og krasing (*Corallina officinalis*) (kfr. **Tabell 11**). Krasing er fra litteraturen beskrevet som mest utbredt i øvre sjøsonen på bølgeutsatte steder, slik som stasjon 20.



Figur 8. Rammeregistreringer i nivå 2. Det kan identifiseres 4 grupper av prøver (merket som i **Figur 5**) med en indre likhet i artssammensetning >60% (markert med streker under stasjon-år i dendrogrammet).

De multivariate analysene fordelte prøvene fra stasjon 20, 21 og 30 i egne grupper, mens stasjon 14 og 31 ble samlet i én felles gruppe (**Figur 8**). Endringene i artssammensetning over tid (fra 1995-1997 til 2002-2003) var relativt små, mindre enn forskjellen i artssammensetning mellom stasjoner. På stasjon 14 var det størst endring mellom de to periodene, men det var relativt små nedganger i forekomsten av en del arter som er sterkest bidragende til ulikheten (**Tabell 6**).

I fjæra (nivå 1) ble det funnet omtrent like mange, eller flere arter/taxa av alger og dyr i 2002-2003 som det ble gjort i 1995-1997 (**Tabell 7** og

Figur 9). Motsatt ble det funnet færre arter i den øvre sjøsonen (nivå 2) i den senere perioden.

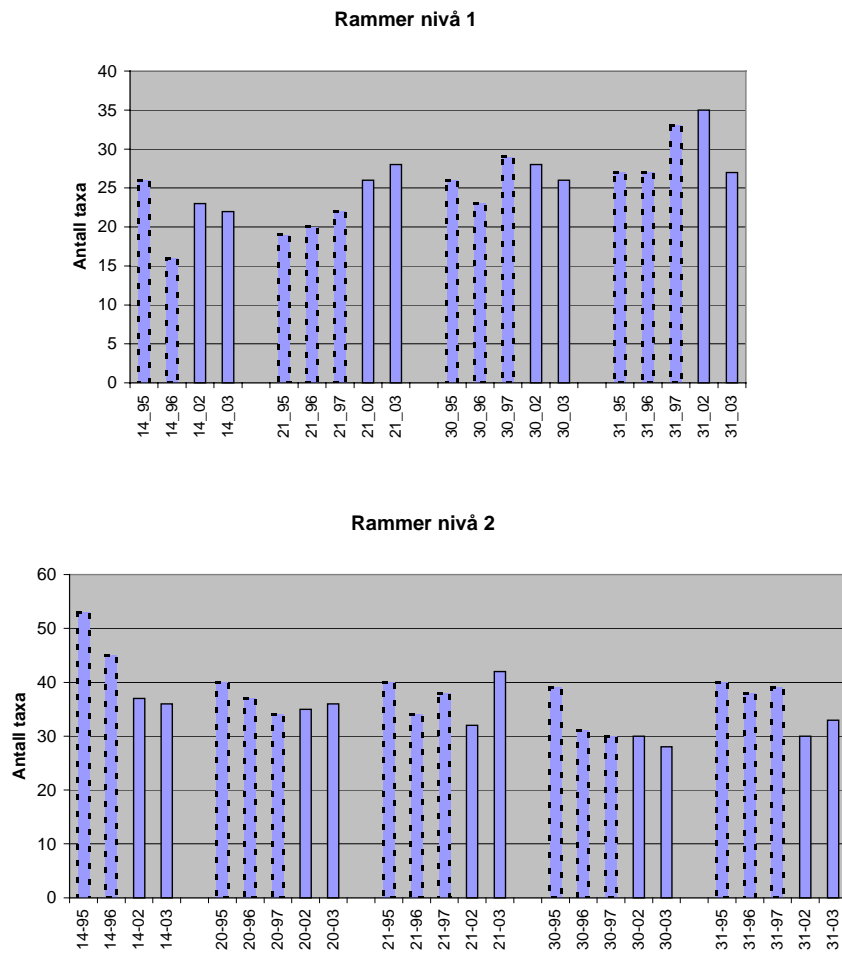
Endringene mellom de to periodene utgjøres primært av fravær eller tilstedeværelse av arter med liten forekomst. Av den grunn så gir endringene i artsantall relativt lite utslag i de multivariate analysene av endringer i artssammensetning mellom de samme perioder.

Tabell 6. Stasjon 14, nivå 2. Viser hvilken arter som bidro sterkest til ulikheten mellom resultatene fra rammeregistreringene i 1995-1997 og 2002-2003. Resultat fra SIMPER. KL: ar=rødalger, ag=grønnalger, ab=brunalger, df=vannfilteretende dyr. Endr: + =økt forekomst, - =redusert forekomst.).

KL	Endr	Taxa	Forekomst 1995-1997	Forekomst 2002-2003	Bidrag til ulikhet %
df	-	Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>)	59,57	32,10	5,76
ag	-	Grønndusk (<i>C. rupestris.</i>)	63,71	53,80	4,61
ar	-	Krasing (<i>Corallina officinalis</i>)	54,14	43,70	4,05
ar	-	Rekeklo (<i>Ceramium</i> spp.)	42,21	41,60	3,62
df	-	Rur (<i>Balanus</i> sp.)	36,64	24,50	3,47
ab	-	Tang (<i>Fucus</i> spp.)	53,57	39,50	3,10

Tabell 7. Antall arter/taxa av alger og dyr (s), jevnhet (J') og diversitet (H) på rammestasjonene.

St-år	nivå 1			nivå 2			nivå 3		
	s	J'	H	s	J'	H	s	J'	H
14-95	26	0,797	2,56	53	0,87	3,45			
14-96	16	0,782	2,16	45	0,87	3,31			
14-02	23	0,87	2,74	37	0,84	3,04			
14-03	22	0,86	2,65	36	0,87	3,11			
20-95				40	0,88	3,25	36	0,88	3,16
20-96				37	0,88	3,18	36	0,89	3,17
20-97				34	0,85	3,01	35	0,88	3,13
20-02				35	0,84	2,99	34	0,88	3,09
20-03				36	0,88	3,14	32	0,89	3,10
21-95	19	0,856	2,50	40	0,89	3,27			
21-96	20	0,78	2,33	34	0,88	3,11			
21-97	22	0,849	2,59	38	0,85	3,09			
21-02	26	0,864	2,79	32	0,86	2,99			
21-03	28	0,83	2,77	42	0,85	3,18			
30-95	26	0,86	2,80	39	0,86	3,17			
30-96	23	0,879	2,71	31	0,87	2,99			
30-97	29	0,90	3,03	30	0,87	2,97			
30-02	28	0,90	3,00	30	0,85	2,88			
30-03	26	0,89	2,91	28	0,88	2,94			
31-95	27	0,86	2,85	40	0,88	3,25			
31-96	27	0,832	2,74	38	0,90	3,29			
31-97	33	0,845	2,94	39	0,89	3,26			
31-02	35	0,86	3,06	30	0,89	3,02			
31-03	27	0,87	2,88	33	0,86	3,00			



Figur 9. Antall arter/taxa på rammestasjonene utenfor Kårstø i 1995-1997 (stiplete søyler) og 2002-2003. Øvre figur viser fjæra (nivå 1) og nedre viser øvre sjøsonen (nivå 2)

3.3 Dykkeundersøkelser

- ☺ Det ble ikke påvist endringer i artssammensetning på hardbunn i sjøsonen som skyldes kjølevannsutslippet fra anlegget på Kårstø.
- ☹ Mengden av stortare hadde økt siden forrige undersøkelse. Samtidig var forekomsten av sukkertare og fingertare gått noe tilbake. Det kan ha sammenheng med konkurranseforhold mellom disse artene. Forskyvningen i favør av stortare ble registrert også på kontrollstasjonene og er mest sannsynlig naturlige svingninger.
- ☹ Det ble funnet tette bestander av den introduserte rødalgen japansk sjølyng i sjøsonen på alle stasjonene i Kårstø-området. Arten er trolig introdusert ved skipsfart (påvekst på skrog eller ballastvann) og ble oppdaget i Norge for første gang i 1996 (Lein 1999). Algen har ført til en endret, muligens forringet, artssammensetning sammenliknet med tidligere undersøkelser, men andre effekter av arten er foreløpig ukjent.

Det ble foretatt undersøkelser av alger og dyr på hardbunn (fjell og steinbunn) fra fjæra og ned til maksimalt 30 m dyp på 4 stasjoner: 20, 21, 30 og 31. Alle stasjonene er også tidligere undersøkt, senest i 1995-1997. Artslister fra undersøkelsene i 2002-2003 finnes i **Tabell 13** i vedlegg.

En statistisk sammenlikning av biologien på dykkestasjonene viser at det er en normal forskjell mellom årene på ca. 30 % (årsvariasjon) (kfr. **Figur 10**). Forskjellen mellom stasjonene er noe større og avspeiler miljøforskjeller mellom områdene som stasjonene representerer (**Figur 10** og **Figur 1**). En nærmere omtale av hver stasjon er gitt i teksten under. En statistisk sammenlikning mellom hardbunnssamfunnene i 1995-1997 og 2002-2003, er vist i **Figur 11**. Det var en signifikant forskjell mellom de to periodene ($p=0,001$, ANOSIM) i artssammensetning. Hvilke arter som har endret sin utbredelse er blitt omtalt under for hver stasjon og endringer i forekomst for de viktigste artene er også vist i **Tabell 8** og endring i artsindekser i **Tabell 9**.

Stasjon 20, Søndre Vaagholmen

Stasjonen på Søndre Vaagholmen ligger lengst fra Kårstø-anlegget og er etablert for kontrollformål sammen med stasjon 21. Stasjonen ligger åpent ut mot Boknafjorden og er den mest bølgeeksponerte av de undersøkte stasjonene (**Figur 1**). Transektretningen er sørøstlig (116°). Vegetasjonen indikerte et friskt samfunn med god vannutveksling og gode vekstforhold. Vegetasjonen var dominert av stortare-skog med undervegetasjon av brunalgene bruntufs og brunslie (gruppe av flere arter) og rødalgene fagerving (*Delesseria sanguinea*), rødlo (sporofyttstadie av *Bonnemaisonia hamifera*) og krasing (*Corallina officinalis*) (**Tabell 13** i vedlegg). Karakteristisk var også forekomsten av japansk sjølyng (*Dasyisiphonia japonica*). Se egen omtale av denne arten senere i rapporten. Fjellbunnen var dekket av



flere arter av skorpeformede rød- og brunalger. Blant dyrene var særlig kolonidannende mosdyr som vokser på tang og tare (*Electra pilosa* og *Membranipora membranacea*) framtreddende. Mange mosdyrarter vokser som et tynt belegg både på fjellbunnen og på alger, mens andre kan danne oppreiste buskformede kolonier.

Det var relativt stor likhet (>60%) mellom artssammensetningen i 2002-2003 og den fra forrige undersøkelse i 1995-1997 (**Figur 11**). Økning i forekomsten av rødlo og japansk sjølyng bidro mest til den endringen som kunne registreres (**Tabell 8**). Japansk sjølyng vokste stedvis så tett at den både fortrenget og ikke minst gjorde det vanskelig å oppdage andre buskformete rødalger og små arter som kanskje vokste innimellom sjølyngen. I 2002-2003 ble det registrert lavere forekomst av mange vanlige alger og dyr i forhold til i 1995-1997. Det ble også påvist en mindre endring i forekomsten av tare ved at det var blitt noe mindre fingertare og sukkertare. Forekomsten av stortare viste ingen endring. Forekomsten av skorpeformede brun- og rødalger hadde økt siden forrige undersøkelse. Disse endringer som er blitt påvist på denne kontrollstasjonen må trekkes i fra endringer som påvises på nærstasjonene til Kårstø-anlegget (st. 30 og 31). Sammenliknet med de andre observasjonene ble prøvene fra stasjon 20 samlet i en egen gruppe, dvs. at samfunnet her var ensartet og noe forskjellig fra de øvrige stasjonene (**Figur 10**). Forskjellen lå først og fremst i stasjonens rikere tareskog, noe som skyldes høyere grad av bølgeeksponering enn på de øvrige stasjoner.

Japansk sjølyng

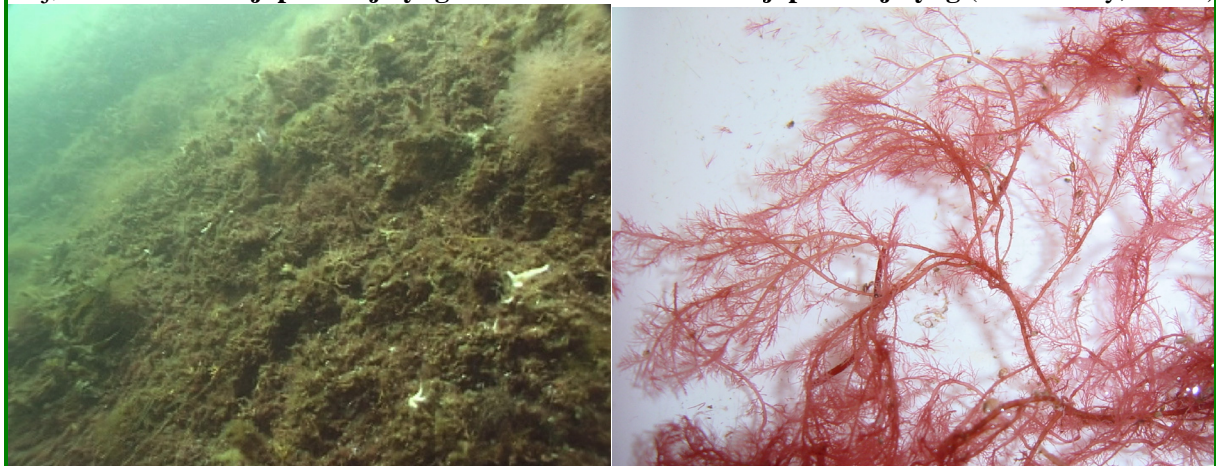
er en nylig oppdaget introdusert rødalge i norske farvann. *Dasysiphonia japonica* heter den (p.t) på latin, men artssystematikken er fremdeles litt usikker og artsnavnet kan bli revidert.

De første meldinger fra våre farvann kom i 1996 (Lein 1999), og i årene som fulgte ble rødalgen funnet på flere lokaliteter i Hordaland og Sogn og Fjordane hvor arten syntes å ha rask spredning. I 1994 ble det rapportert om tilsvarende algefunn i Nederland. Algen ble etterhvert identifisert som *Dasysiphonia* med opphav fra den asiatiske Stillehavskysten. I tillegg til Europa er arten også utilsiktet blitt introdusert til Chile. Det er usikkert hvordan japansk sjølyng er blitt transportert til Europa, men akvakultur er en mulig kilde. Fra Nederland til Hordaland og muligens til Kårstø, er algen trolig blitt transportert på skutensiden eller i ballastvann på skip i tankfart mellom Norge og kontinentet. Japansk sjølyng er i dag blitt en vanlig alge i store deler av Sør-Norge.

Japansk sjølyng er buskformet, blir 10-25 cm stor og kan forveksles med flere andre vanlige rødalger av dokkeslekten (*Polysiphonia* spp.) eller sjølyng (*Heterosiphonia plumosa*). Algen synes å ha et stort vekst- og spredningspotensiale. Algen blir ofte funnet i svært tette bestander og kan gro som et ugress utover og fortrenge eller kvele andre alger og dyr. Videre er det mulig at den kan bli en plage for redskaper som settes i sjøen ved å klogge f.eks. bur og liknende.

Sjøbunn dekket av **japansk sjølyng**

Nærbilde av **japansk sjølyng** (foto: F.Moy, NIVA)



Stasjon 21, Skolbuholmen

Kontrollstasjon 21 ligger relativt bølgebeskyttet til på det såkalte Boknaflæet nord for Vestre- og Østre Bokn. Transektretningen er østlig (100°). Sammenliknet med stasjon 20 var stasjon 21 mer bølgebeskyttet og tareskogen var ikke så godt utviklet. Underskogen av buskformede rød- og brunalger vokste frodig med japansk sjølyng og røddlo som de dominerende arter. Bladformede alger som fagerving, eikeving (*Phycodrys rubens*) og hummerblekke (*Coccolytus truncata*) var også vanlige (**Tabell 13**).

Sammenliknet med 1995-1997 var det først og fremst tilveksten av japansk sjølyng som skilte periodene (**Tabell 8**). Som på stasjon 20 var forekomsten av sukkertare redusert, men her var det delvis kompensert med økt forekomst av stortare. I likhet med stasjon 20 førte den til tider tette veksten av japansk sjølyng til at andre arter var fortrenget eller vanskelig lot seg oppdage under dykkeregistreringen, og det ble også funnet mindre av de fleste andre algearter i forhold til undersøkelsen i 1995-1997. Den tette vegetasjonen førte også til at det ble registrert langt færre dyr enn i forrige undersøkelse (kfr. **Tabell 8** og **Tabell 9**). I sammenlikningen av artssammensetning ble alle årene på stasjon 21 gruppert sammen, det vil si stor likhet mellom år (**Figur 11**). Ut fra artssammensetningen på de fire stasjonene, var det stor likhet mellom stasjon 21 og 31 (Ognøykalven).

Stasjon 31, Ognøykalven

Ognøykalven er en middels bølgeeksponert stasjon. Transektretningen er nordøstlig (23°). Vegetasjonen på stasjon 31 var dominert av de trådformede rødalgene røddlo, japansk sjølyng og asparagusalge (*Bonnemaisonia asparagoides*) (**Tabell 13**). Fagerdokke (*Brongniartella byssoides*), hummerblekke, fagerving og stortare var også vanlige alger. Mosdyr på fjell, og som overtrekk på alger var vanligst forekommende dyr. Mangebørstmarken trekantmark var også relativ vanlig.

Røddlo og krokberer

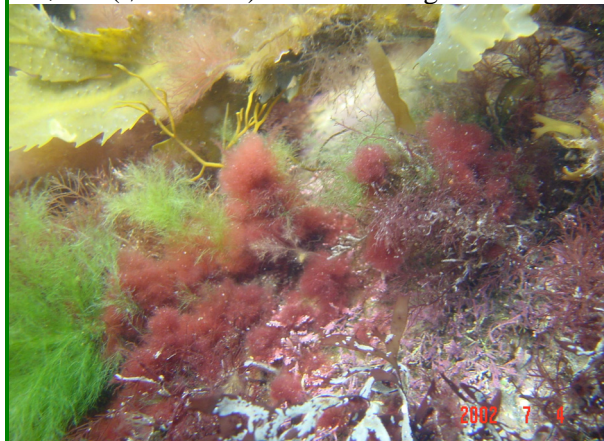
er to morfologisk vidt forskjellige livsstadier til en og samme rødalge med det latinske navnet *Bonnemaisonia hamifera*. Som for mange rødalger har *Bonnemaisonia* en komplisert livssyklus som veksler mellom en sporofytt-generasjon (røddlo) og en gametofytt-generasjon (krokberer) som overhode ikke ligner på hverandre. Før sammenhengen var kjent ble livsfasene beskrevet som to ulike arter, hhv. *Trailliella intricata* og *Bonnemaisonia hamifera*.

Røddlo er en av våre vanligste arter. Den vokser langs hele kysten fra fjæra og ned til store dyp avhengig av lyset. Røddlo danner 1-5cm store lo-aktige røde dotter på fjell og andre alger (se foto til venstre).

Krokberer er imidlertid et svært sjeldent stadiet av denne algen og bare funnet noen få ganger i Norge mellom Lista og Nord-Trøndelag (Rueness, 1998). Spredte eksemplarer ble funnet i Kårstøområdet i 1997 (stasjon 20) og i 2003 (stasjon 30). Algen er buskformet, 5-10cm stor og har karakteristiske krokformede grener (se foto til høyre).

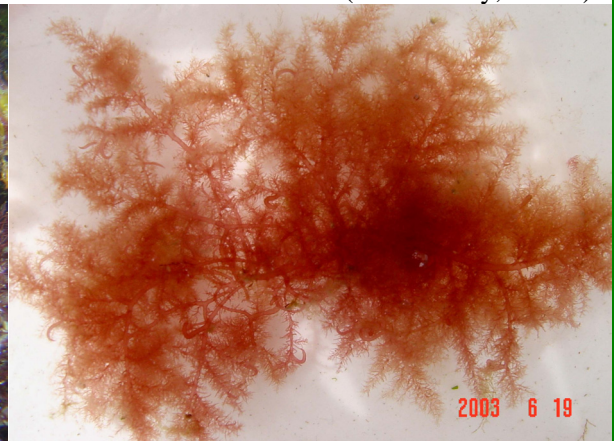
B. hamifera er en blant mange marine alger som er blitt introdusert til Europa via akvakulturaktivitet. Algen stammer fra Japan og ble ufrivillig transportert til Europa sammen med østers.

Røddlo (røde dotter) i et blandet algesamfunn



Krokberer

(foto: F.Moy, NIVA)



Sammenliknet med forrige undersøkelse i 1995-1997, var forekomsten av sukkertare redusert (**Tabell 11**), mens stortare hadde økt noe i mengde. Som for de andre stasjonene hadde den introduserte arten japansk sjølyng også etablert seg her i store bestander og bidro vesentlig til endringen i artssammensetning. Forekomsten av fagerdokka hadde også økt vesentlig siden 1995-1997. Den tette vegetasjonen av disse trådformede rødalgene er en medvirkende årsak til at det ble registrert en nedgang i mengden av fastsittende dyr, som posthornmark, mosdyr og hydroider. Stasjon 31 er, sammen med stasjon 30, etablert for å overvåke nærområdet til Kårstøanlegget. Som nevnt tidligere, var hardbunnssamfunnet på stasjon 31 mest lik med det på kontrollstasjon 21 (kfr. også **Figur 10**). Dette viser at stasjon 31 ikke avviker fra 'naturtilstanden' i området.

Stasjon 30, Kråka

Stasjon 30 ligger på en liten holme rett utenfor Kårstøanlegget og skiller seg fysisk fra de andre stasjonene ved sandbunnen fra ca. 12m dyp, og ved stor nedslamming med sand på grunnere hardbunn. Kråka er middels bølgeeksponert og transektretningen er nordvestlig (322°). Trådformede rødalger som rødlo og rekeklo dominerte vegetasjonen (**Tabell 13** i vedlegg), og tilveksten av japansk sjølyng førte til en markert ulikhet ved sammenlikning med undersøkelsen fra 1995-1996 (**Figur 11**). Mengden av fingertare var gått markert tilbake (**Tabell 8**), mens det ble funnet en svak økning i stortare. Svak tilbakegang av fingertare og sukkertare og en svak økning av stortare, var en tendens som ble observert på alle stasjonene. På stasjon 30 ble det gjort funn av den meget sjeldne rødalgen krokberer (*Bonnemaisonia hamifera*), en alge som bare er registrert noen få lokaliteter mellom Lista og Nord-Trøndelag (se nærmere omtale). Blant dyrene var det en markert nedgang i mosdyr, sjøstjerner, posthornmark og små hydroider. Nedgangen kan henge sammen med økt partikkelbelastning på stasjonen, som følge av fysiske endringer i vannstrømmer etc. etter utbyggingen av Kårstøanlegget, eller som seneffekter etter selve utfyllingsarbeidet som foregikk i slutten av 1990-årene. En utfylling av de dimensjoner en hadde på Kårstø, vil øke tilførselen av partikler til sjøen både i anleggsfasen, og i en relativt lang periode etter at arbeidet er avsluttet.

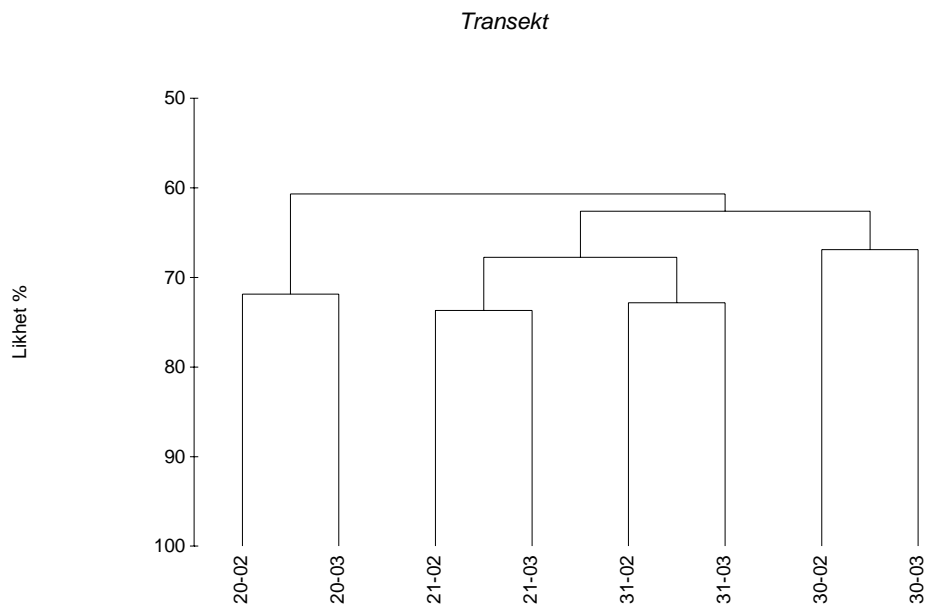
Ved sammenlikning av alle undersøkelsene er det stasjon 30 som skiller seg ut (<60%) fra de øvrige stasjonene (**Figur 11**). Samtidig viser den også en noe større endring i artssammensetning mellom periodene 1995-1996 og 2002-2003. Det er sannsynlig at økt sedimentasjon, gjennom endrede fysiske forhold i sjøen nær skjæret, er hovedårsak til de endringer som er registrert. På samtlige stasjoner ble det registrert en nedgang i antall arter/taxa og diversitet (H) fra 1995-1997 til 2002-2003 (**Tabell 9**). Hovedårsak er antakeligvis de store forekomstene av trådformede rødalger, primært rødlo og japansk sjølyng, samt nedslammingen på stasjon 30.

Sjøharer (*Aplysia punctata*) i ferd med å legge egg blant algene rekeklo og grønneddott. Sjøharen er en stor snegle med et innvendig skall. Den har fått sitt navn pga. sine store 'ører'.

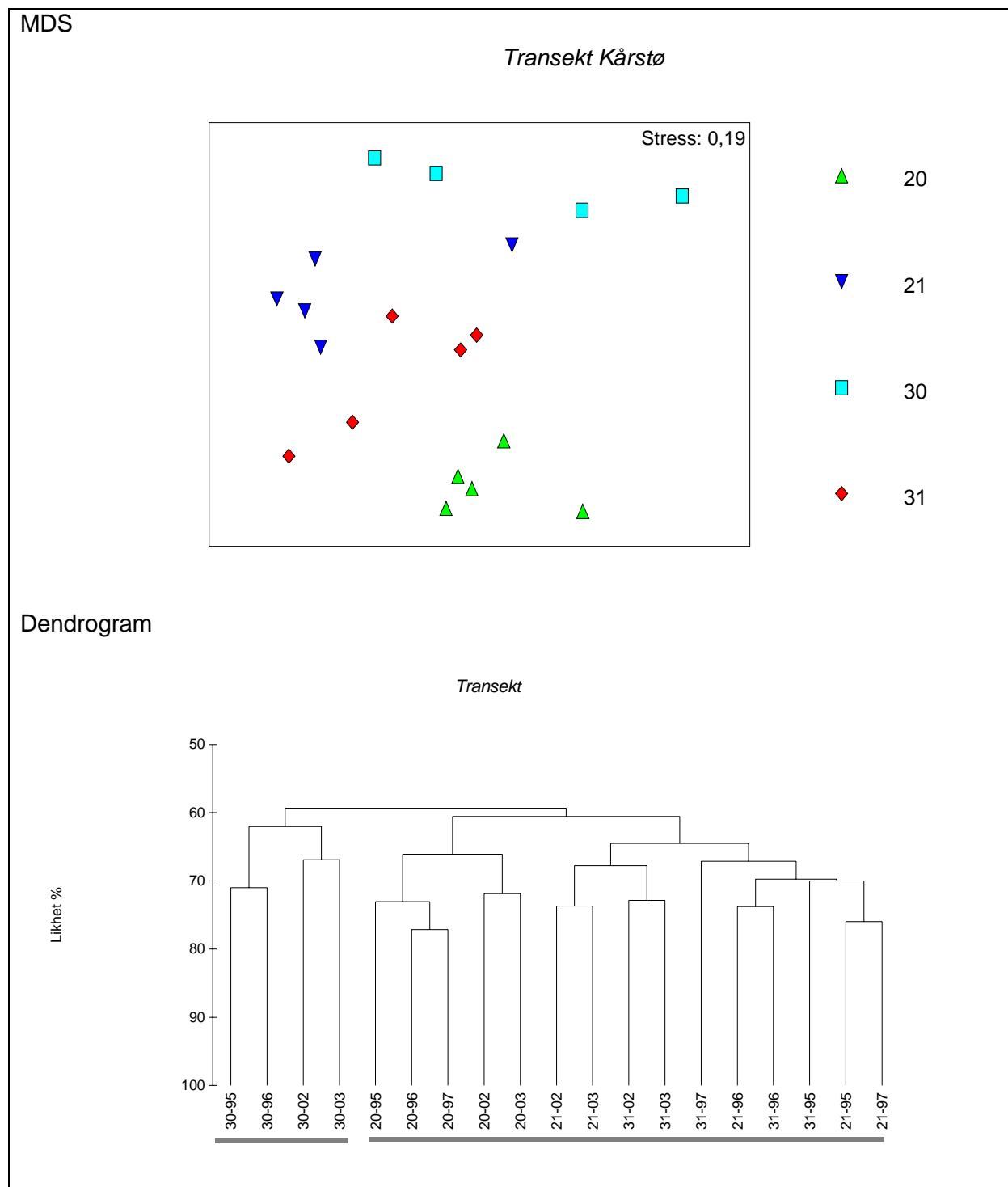


Mosdyr av arten *Sertella beaniana*. Dette er kolonidannende dyr som kan betegnes som levende fossiler. Mosdyr har eksistert i 600 mill. år.





Figur 10. Gruppering av prøver ('stasjon-år') etter likhet i artssammensetning. Data fra transektregistreringene 2002-2003.



Figur 11. Gruppering av prøver ('stasjon-år') etter likhet i artssammensetning. Data fra transekt-registreringene 1995-1997 og 2002-2003. Strekene under 'stasjon-år' indikerer de to gruppene med innbyrdes likhet >60% (se tekst).

Tabell 8. Forekomst av alger og dyr i 2002-2003 sammenliknet med 1995-1997. K=kategori, ar=rødalger, ab=brunalger, df=vannfiltrerende dyr, dr=rovdyr. E=endring: + økt og – redusert forekomst. Kun de viktigste endringene fra 1995-97 til 2002-03 er vist. Resultater fra SIMPER.

St	K	E	Norsk navn	Forekomst 1995-97	Forekomst 2002-03	% bidrag til ulikhet	Latinsk navn
20	ar	+	rødlo (sporofytt)	15.31	16.59	4.2	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : GRP
20	ar	+	sjølyng (gruppe)	0.11	8.84	3.75	<i>Heterosiphonia/Dasysiphonia</i> GRP
20	ab	+	mykt kjerringhår	5.14	7.94	3.17	<i>Desmarestia viridis</i>
20	ar	-	teinebusk	6.39	0.58	2.56	<i>Rhodomela confervoides</i>
20	ab	+	skorpeformede brunalger	15.88	17.23	2.54	Brunt på fjell - mørkt
20	df	-	skorpeformede mosdyr	16.15	4.72	4.81	<i>Bryozoa</i> encrusting GRP
20	df	-	posthornmark	12.91	4.38	3.64	<i>Spirorbis</i> GRP
20	df	-	hydroider (gruppe)	8.09	1.58	2.8	<i>Campanulariidae</i> GRP
20	df	+	vanlig skorpemosdyr	9.49	11.11	1.72	<i>Membranipora membranacea</i>
20	df	-	buskformede mosdyr	4.34	1.36	1.5	<i>Bryozoa</i> bush-like GRP
21	ar	+	sjølyng (gruppe)	2.75	23.41	7.84	<i>Heterosiphonia/Dasysiphonia</i> GRP
21	ab	-	skorpeformede brunalger	43.21	32.39	6.02	Brunt på fjell - mørkt
21	ab	+	brunslie (gruppe)	4.21	14.03	4.01	<i>Ectocarpaceae</i>
21	ar	-	rødlo (sporofytt)	24.98	17.65	2.87	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : GRP
21	ab	-	sukkertare	10.59	3.07	2.87	<i>Laminaria saccharina</i>
21	df	-	skorpeformede mosdyr	14.83	3.23	4.31	<i>Bryozoa</i> encrusting GRP
21	df	-	hydroider (gruppe)	10.58	0.78	3.75	<i>Campanulariidae</i> GRP
21	df	-	vanlig skorpemosdyr	6.94	2.69	2.09	<i>Membranipora membranacea</i>
21	df	-	buskformede mosdyr	9.13	5.53	1.85	<i>Bryozoa</i> bush-like GRP
21	df	-	posthornmark	9.13	5.69	1.79	<i>Spirorbis</i> GRP
30	ab	-	skorpeformede brunalger	25.59	6	5.07	Brunt på fjell - mørkt
30	ab	-	brunslie (gruppe)	22.28	4.24	4.56	<i>Ectocarpaceae</i>
30	ar	-	rekeklo (gruppe)	17.73	13.5	3.47	<i>Ceramium</i> GRP
30	ar	+	skorpeformede kalkalger	15.59	28.99	3.4	<i>Lithothamnion/Phymatolithon</i> GRP
30	ab	-	fingerbare	15.43	3.04	3.19	<i>Laminaria digitata</i>
30	ar	+	sjølyng (gruppe)	0	9.57	2.5	<i>Heterosiphonia/Dasysiphonia</i> GRP
30	df	-	skorpeformede mosdyr	17.95	3.83	3.52	<i>Bryozoa</i> encrusting GRP
30	df	-	posthornmark	17.02	7.68	2.37	<i>Spirorbis</i> GRP
30	dr	-	sjøstjerner	12.02	5.63	1.61	<i>Asterias</i> GRP
30	df	-	hydroider (gruppe)	7.52	3.1	1.16	<i>Campanulariidae</i> GRP
31	ab	-	sukkertare	18.22	6.65	4.35	<i>Laminaria saccharina</i>
31	ab	-	skorpeformede brunalger	19.47	13.18	3.91	Brunt på fjell - mørkt
31	ar	+	sjølyng (gruppe)	4.53	15.12	3.79	<i>Heterosiphonia/Dasysiphonia</i> GRP
31	ar	+	fagerdokke	2.18	11.92	3.44	<i>Brongniartella byssoides</i>
31	ar	+	skorpeformede kalkalger	16.09	25.76	3.42	<i>Lithothamnion/Phymatolithon</i> GRP
31	df	-	posthornmark	14.98	5.1	3.57	<i>Spirorbis</i> GRP
31	df	-	skorpeformede mosdyr	15.39	7.8	2.76	<i>Bryozoa</i> encrusting GRP
31	df	-	stort sekkedyr	5.39	0.61	1.72	<i>Ascidia mentula</i>
31	df	-	hydroider (gruppe)	5.62	1.19	1.65	<i>Campanulariidae</i> GRP
31	df	-	mosdyr	9.71	8.13	1.58	<i>Electra pilosa</i>

Tabell 9. Artsantall (s), jevnhet (j) og diversitet (H) fra dykkerundersøkelsene i 1995–2003.

År	1995	1996	1997	2002	2003	1995	1996	1997	2002	2003
Stasjon	20					21				
S	109	129	123	92	86	127	124	133	100	103
J	0.84	0.83	0.85	0.80	0.82	0.85	0.86	0.84	0.83	0.82
H	3.93	4.04	4.08	3.62	3.66	4.12	4.14	4.11	3.80	3.80
Stasjon	30					31				
S	104	113	-	80	72	130	120	108	97	102
J	0.87	0.86	-	0.88	0.87	0.87	0.84	0.85	0.84	0.84
H	4.06	4.09	-	3.84	3.70	4.25	4.01	3.97	3.83	3.89

4. Samlet vurdering

Det er signifikante men små forskjeller i sjøtemperatur mellom de fire stasjonene som det ble målt på i 2002-2003. Lavest temperatur ble funnet på kontrollstasjon 20, som ligger lengst unna kjølevannsutslippene (>5km), men den lavere temperaturen skyldes sannsynligvis at denne stasjonen ligger nærmere det åpne hav enn de øvrige gjør. På kontrollstasjon 21, som også ligger langt unna utslippene, var temperaturen lik det den var på stasjonen nærmest utslippene (st. 30). Tidligere undersøkelser av temperaturforholdene utenfor Kårstø har vist at det er vanskelig å registrere påvirkning fra kjølevannet på avstander større enn 200 m fra utslippene (Løvås 2002). Det er imidlertid sannsynlig at stasjon 30 i vår/sommerperioden kan få forhøyet sjøtemperatur grunnet påvirkning fra kjølevann. Det er de storskala klimaforholdene, og da særlig sjøtemperaturen vår/vinter, som er styrende for den årlige utviklingen av de biologiske samfunn på hardbunn utenfor Kårstø, slik som tidligere vist av Pedersen *et al.* (1998). Det antas at de små forskjeller i temperatur som er funnet mellom de undersøkte stasjonene er av underordnet og marginal betydning. De biologiske forskjeller som er funnet mellom stasjonene utenfor Kårstø kan derfor ikke knyttes til utslippene av kjølevann fra anlegget, men forklares utfra andre lokale eller naturgitte forhold.

I fjæra og øvre sjøsonen er det for det meste små endringer i artsantall, diversitet og artssammensetning av alger og dyr siden undersøkelsene i 1995-1997. Unntaket er øvre fjæra på kontrollstasjon 21 hvor det har vært en endring i artssammensetning siden 1995-1997. Hovedsakelig er det nedgang i forekomsten av den skorpedannende rødalgen fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) og økning i forekomsten av grønnndusk (*Cladophora* spp.) som bidrar til endringen. Store forekomster av grønnndusk kan være resultat av økte næringsstofftilførsler lokalt, men vi har ingen data på næringsstofftilførsler til området og sammenhengen på stasjon 21 vil derfor være usikker. Mengden av grønnndusk er også medvirkende årsak til at det ble funnet mindre fjæreblood, ved at den skjuler de tynne algeskorpene. Rammene på kontrollstasjon 20 har fortsatt en artssammensetning som er tydelig forskjellig fra de øvrige stasjonene. Det antas at dette skyldes større bølgeeksponering på denne stasjonen.

I sjøsonen ble det funnet større endringer siden 1995-1997, enn det ble gjort i fjæra. Det var ble funnet en nedgang i artsantall og diversitet som indikerte en redusert kvalitet. Det er to hovedårsaker til den registrerte forverringen:

- Store forekomster av den buskformede rødalgen japansk sjølyng, som i enkelte områder helt dekket bunnen. Denne introduserte arten har sannsynligvis fortrent andre arter av alger og dyr slik at både diversiteten er blitt redusert og artssammensetningen endret. Algen vokste stedvis så tett at den fortrente og gjorde det vanskelig å oppdage andre buskformede rødalger og små arter som kanskje vokste innimellom sjølyngen. Algen kan være innført til Kårstøområdet med skip som har anløpt terminalen.
- Det er observert en økt partikkelbelastning på stasjon 30, nærmest Kårstøanlegget, siden 1995-1997. Denne har sannsynligvis ført til den registrerte nedgangen i mengden av de skorpeformede mosdyr som vokser på fjell, og av de små filterspisende posthornmarkene en finner på tang og tare. Den mest sannsynlige årsak til partikkelbelastningen er de store utfyllingene i sjøen mellom Kårstøanlegget og stasjonen i slutten av 1990-årene. Sandbunn fra 10m dyp gjør at artssammensetningen på denne stasjonen også har skilt seg ut fra de øvrige i hele undersøkelsesperioden.

5. Referanser

- Bakke T., Berge J.A., Braaten B, Moy F, Oen H, Pedersen A. & M. Walday. 1992.** Kombinerte effekter av kjølevann og oppdrett på marine bunnsamfunn. Et økosystemeksperiment. NIVA-rapport 2743. 201s.
- Bakke T. 2003.** Overvåking av det marine miljø utenfor gassprosesseringsanlegget på Kårstø. Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann. NIVA-rapport L-4689-2003. O-21341-3. 18 s.
- Bray R.T. & J.T. Curtis. 1957.** An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349. Clarke 1993
- Clarke K.R. & Warwick R.M. 1994.** *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analyses and Interpretation.* Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Clarke K.R. 1993.** Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117-143.
- Clarke K.R. & R.H. Green. 1988.** Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 213-226. Clarke & Warwick 1994
- Clifford H.T. & W. Stephenson. 1975.** An Introduction to Numerical Classification. Academic Press. 229 pp. Kruskal & Wish 1978
- Kruskal J.B. & M. Wish. 1978.** Multidimensional scaling. Sage Publication, Beverly Hills, California.
- Lein T.E. 1999.** A newly immigrated red alga (*Dasyisiphonia*, Dasyaceae, Rhodophyta) to the Norwegian coast. *Sarsia* 84: 85-88.
- Løvås S.M. 2002.** Verifisering av kjølevannseffekter ved Kårstø. SINTEF rapport STF80 F028072. 81s.
- Moy F., Aure J., Dahl E., Green N., Johnsen T.M., Lømsland E.R., Magnusson J., Omli L. Oug E., Pedersen A., Rygg B., & M. Walday. 2003.** Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2002. SFT-rapport 888/03, TA-nummer 1991/2003. NIVA-rapport: 4749-03. 69s.
- Pedersen A., Bakke T. & M. Walday. 1998.** Prosessanlegget på Kårstø. Supplerende undersøkelser av det marine miljø. Årsvariasjon - Hardbunnsamfunn. NIVA-rapport L-3813. O-97123/97132. 85 s.
- Pedersen A. & N. W. Green. 1996.** Sleipnerkondensat på Kårstø. Overvåking av det marine miljø – Hardbunn. NIVA-rapport L 3585. O-95106. 165s.
- Rueness J. 1998.** Alger i farger. En felthåndbok om kystens makroalger. Almater forlag as, Oslo. 136s.
- Walday M. & L. Tveiten. 2002.** Overvåking av det marine miljø utenfor gassterminalen på Kårstø. Effekter av organotinn (TBT) på purpursnegl (*Nucella lapillus*) i 2002. NIVA-rapport L-4628. O-21341-1. 24 s.

Personlige meddelelser:

Jan Magnusson, NIVA

Vedlegg A. Tidligere rapporter

Det er utarbeidet en serie rapporter og notater innenfor prosjektet sammen med flere institutter: NIVA, NHL, IMB (Institutt for Marinbiologi, Bergen) og SI (Sentralinstitutt for industriell forskning). Listen nedenfor gir en kronologisk oversikt over disse:

- Haugen, I., 1975.** Vurdering av Karmøy-området som resipient for kjølevann fra varmekraftverk. Rapport 3. Byggestedene Kårstø og Ytraland. NIVA-rapport O-75022. L-0676.
- Rånås, J.; Ronæss, E.; Ramstad, L.; Lygren, E.; Øyestad, V.; Steinsbø, O.; Waatevik, E; Damhaug, T. 1984.** Fiskeoppdrett på Kårstø. Utredning om mulighetene for å etablere fiskeoppdrettsanlegg som benytter spillvann fra gassterminalen på Kårstø. NIVA-rapport OF-84602. FR-488.
- Haugen, I.N., Bakke, T., Kirkerud, L., Molvær, J. og Rygg, B., 1980.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Programforslag. NIVA, rapport O-80070, 16 sider pluss vedlegg 8 sider.
- Haugen, I.N., Bakke, T. og Molvær, J., 1980.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Foreløpig vurdering av resipientforholdene. NIVA, rapport O-80070, 17 sider.
- Erga, S.R., Haugen, I., Bakke, T., Heimdal, B., Molvær, J. og Sørensen, K., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Primærproduksjonsprogram. Revidert utgave, 12.2.1981. NIVA, rapport O-80070, 10 sider.
- Haugen, I.N., Bakke, T., Bjerkeng, B., Dundas, I. (IMB), Erga, S.R., Green, N., Heimdal, B. (IMB), Kirkerud, L., Lichtenthaler, R. (SI), Pedersen, A., Rygg, B., Skei, J., Sukke, T., Sørensen, K., Sørås, P. (NHL), Thendrup, A.(NHL), Tryggestad, A. (NHL) and Wassmann, P. (IMB), 1981.** Gas Terminal at Kårstø. Marine environmental baseline and monitoring program. Research proposal October 15th, 1981. NIVA, rapport 0-80070, NHL, rapport 603053, 48 sider pluss 27 sider vedlegg.
- Erga, S.R., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Prosjektstatus for primærproduksjonsprogrammet for perioden 1. januar 1981 til 7. mai 1981. NIVA, rapport O-80070, 4 sider pluss 47 sider vedlegg.
- Erga, S.R., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Prosjektstatus for primærproduksjonsprogrammet for perioden 7. mai 1981 til 10. juli 1981. NIVA, rapport 0-80070, 2 sider.
- Erga, S.R. og Sørensen, K., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Rapport fra studiereise til NIOZ-TEXEL i Nederland 24.- 28. august 1981. NIVA, rapport 0-80070, 4 sider.
- Erga, S.R., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Prosjektstatus for primærproduksjonsprogrammet for perioden 7. mai 1981 til 18. september 1981. NIVA, rapport 0-80070, 102 sider.
- Haugen, I.N. og Pedersen, A., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Vurdering av inntaks- og utslippsdyp for kjølevann. NIVA, rapport 0-80070, 17 sider.
- Haugen, I.N., Bakke, T., Erga, S.R., Green, N., Kvalvågnes, K., Pedersen, A. og Sørensen, K., 1982.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Foreløpig oppsummering fra fase I (1981). NIVA, rapport 0-80070, 12 sider.
- Erga, S.R. og Sørensen, K., 1981.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Primærproduksjon februar - november 1981. Planteplanktonets biomasse og produksjon sett i relasjon til beitepress, hydrografi, lys og næringssalter. NIVA, rapport 0-80070, bind 1 og 2.
- Bakke, T., Green, N.W., Haugen, I., Kvalvågnes, K. og Pedersen A., 1984.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Fastsittende alger og dyr. Undersøkelser 1981-1983. NIVA-rapport L-1602. O-82138. 166s.
- Wikander, P. B., 1988.** Biologiske undersøkelser av den marine resipient rundt Kårstø. Bløtbunnsfauna status 1983. NIVA-rapport L-2193. O- 84072. 88s.
- Pedersen, A., 1989.** Petrokjemianlegg på Kårstø. Nedbeiting av benthosalger i Førlandsfjorden. NIVA-rapport L-2187. O-87152. 14.s.
- Rygg, B., 1990.** Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Bløtbunnsfauna 1983-1989. NIVA-rapport L-2439. O-88120. 36s.
- Pedersen, A., Bakke, T. og Green, N.W., 1990.** Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Fastsittende alger og dyr 1983-1989. NIVA-rapport L-2441. O- 88120. 152s.
- Pedersen, A., Bakke, T., Rygg, B. og Green N.W., 1990.** Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Sammenfatning. 1981-1989. NIVA-rapport L-2440. O-88120. 41s.

- Pedersen, A. og Green, N.W., 1996.** Sleipnerkondensat på Kårstø. Overvåking av det marine miljø – Hardbunn. NIVA-rapport L-3585. O-95106. 165s.
- Pedersen, A, Bakke, T. og Walday, M., 1998.** Prosessanlegget på Kårstø. Supplerende undersøkelser av det marine miljø. Årsvariasjon - Hardbunnsamfunn. NIVA-rapport L-3813. O-97123/97132. 85 s.
- Bakke, T. og Walday, M., 1999.** Lekkasje av produksjonsvann fra ballasttank ved Statoils anlegg på Kårstø. Supplerende sedimentundersøkelser. NIVA-rapport L-4001. O-98080. 26 s.
- Walday, M. og Bakke, T., 1999.** Lekkasje av produksjonsvann fra en ballasttank ved Statoils anlegg på Kårstø. Sediment- og vannanalyser samt en biologisk befaring. NIVA-rapport L-3902. O-98080. 36 s.
- Vogelsang, C., 2001.** Slamvekst i renseanlegget for oljeholdig vann på Kårstø. NIVA-rapport L-4327. O-20231. 8 s.
- Walday, M. og Tveiten, L., 2002.** Overvåking av det marine miljø utenfor gassterminalen på Kårstø. Effekter av organotinn (TBT) på purpursnegl (*Nucella lapillus*) i 2002. NIVA-rapport L-4628. O-21341-1. 24 s.
- Bakke, T., 2003.** Overvåking av det marine miljø utenfor gassprosesseringsanlegget på Kårstø. Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann. NIVA-rapport L-4689. O-21341-3. 18 s.

Vedlegg B. Temperaturstatistikk

Tabell 10. Statistikk fra temperaturregistreringene på de 4 dykkestasjonene for perioden 6. juli 2002 til 16 juni 2003 på st.20, 21, 30 og 31.

	Count	Average	Variance	Standard deviation
K2_20	5520	9,35071	31,9851	5,65553
K2_21	5520	9,51925	30,752	5,54545
K2_30	5520	9,52138	32,7642	5,724
K2_31	5520	9,44247	32,4565	5,69706
Total	22080	9,45845	31,99	5,65597
	Minimum	Maximum	Std. skewness	Std. kurtosis
K2_20	-1,37	21,4	13,9828	-15,3624
K2_21	0,21	20,94	14,6984	-15,3065
K2_30	-0,28	21,43	14,5318	-15,2846
K2_31	-1,09	21,52	13,9128	-15,3043
Total	-1,37	21,52	28,5367	-30,5783

Vedlegg C. Artslister

Tabell 11. Artslister fra rammeregistreringene på de 5 stasjonene fra nivå 1, 2 og 3 (L1, L2 og L3). Prosent dekningsgrad av arter, som et gjennomsnitt av registreringene i 2002 og 2003. Klasse: 51=blågrønnalger, 101=rødalger, 201=brunalger, 260=grønnlager, større enn 300=dyr

Klasse LATIN	14L1	14L2	20L2	20L3	21L1	21L2	30L1	30L2	31L1	31L2
101 <i>Ahnfeltia plicata</i>		3	6	5				11	1	23
101 <i>Audouiniella membranacea</i>			5			11				
101 <i>Audouiniella purpurea</i>				1						
101 <i>Ceramium rubrum</i>	6	41	63	36	18	25	21	13	28	66
101 <i>Ceramium strictum</i>	13	1							8	5
101 <i>Chondrus crispus</i>	5	3	35	43		6	15	6	1	11
101 <i>Corallinacea epilithic</i>			23							
101 <i>Corallina officinalis</i>		43	96	48	11	10	20	8	20	61
101 <i>Cruoria pellita</i>		5	1	8						
101 <i>Cystoclonium purpureum</i>		1								
101 <i>Dumontia contorta</i>					3	5				
101 <i>Furcellaria lumbicalis</i>		1								
101 <i>Hildenbrandia rubra</i>	51	1			3		35		10	
101 <i>Lithothamnion</i> sp.	20	96	26	81	13	100	53	95	38	86
101 <i>Lomentaria clavellosa</i>			1							
101 <i>Mastocarpus stellata</i>			31				38	3	8	
101 cf. <i>Mastocarpus stellata</i>	3									
101 <i>Membranoptera alata</i>				18		1				6
101 <i>Nemalion helminthoides</i>	15				16		3		5	
101 <i>Palmaria palmata</i>		1	16	33			10	30	10	33
101 <i>Phymatolithon lenormandii</i>							13		1	
101 <i>Phycodrys rubens</i>								1		
101 <i>Polysiphonia brodiaei</i>	6		10		3	1	13		45	
101 <i>Polysiphonia urceolata</i>	15	55	28	25	6	18	40	28	46	33
101 <i>Polysiphonia violacea</i>	1				5		3		1	1
101 <i>Porphyra</i> sp.			3							
101 <i>Porphyra umbilicalis</i>	13				5		1			
101 <i>Pterosiphonia parasitica</i>									1	
101 <i>Rhodomela confervoides</i>		5		1	1	3				
101 <i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.		5				1				
201 <i>Alaria esculenta</i>			13	13						
201 <i>Alaria</i> juv			8							
201 Brunt på fjell - mørkt	10	1			10	16	20	6	1	13
201 <i>Chordaria flagelliformis</i>					6	6			43	
201 <i>Cladostephus spongiosus</i>	13	8								
201 <i>Ectocarpus fasciculatus</i>	6			6		28				
201 <i>Ectocarpus</i> sp.		6	5		5		10	11	11	8
201 <i>Elachista fucicola</i>	20	21			18	18	28	15	10	26
201 <i>Fucus</i> juv.	33	20			20	40	11	16	3	20
201 <i>Fucus serratus</i>		26			11	35	30	23	18	30
201 <i>Fucus</i> sp.	30	16			33		11	13	16	8
201 <i>Fucus vesiculosus</i>	20	1			11		1			
201 <i>Himantalia elongata</i>			56	1						
201 <i>Laminaria digitata</i>		21	11	33		5	3	28		26
201 <i>Laminaria hyperborea</i>		3		5						1
201 <i>Laminaria</i> sp.		21	15	58				21		20
201 <i>Laminaria</i> juv		10	18		1	26		15		20
201 <i>Petalonia fascia</i>					1		8		8	
201 <i>Petroderma maculiforme</i>	21	6	5		20		18		8	
201 <i>Pilayella littoralis</i>	1				1	26				
201 <i>Sargassum muticum</i>						1				
201 <i>Scytosiphon lomentaria</i>	6		1		45	3	3		45	
201 <i>Sphacelaria caespitula</i>			1							
201 cf. <i>Sphacelaria</i> sp.		3								
201 <i>Sphacelaria radicans</i>					5					1
201 <i>Spongonema tomentosum</i>					13	1				3
260 <i>Acrosiphonia arcta</i>			18				5		30	1
260 <i>Acrosiphonia centralis</i>						1	28			

Klasse LATIN	14L1	14L2	20L2	20L3	21L1	21L2	30L1	30L2	31L1	31L2
260 Acrosiphoniaceae indet.									20	
260 Chaetomorpha linum	1								1	
260 Chaetomorpha melagonium		20		28				11		
260 Cladophora sp.	21	13	1		80	25	16	5	45	6
260 Cladophora rupestris	18	90		16	3	76	20	23	25	80
260 Codium fragile						1				
260 Enteromorpha sp.	76	8		1	10		26	1	3	
260 Halicystis ovalis			1	5						
260 Spongomorpha aeruginosa							15		10	1
260 Spongomorpha centralis	8									
260 Spongomorpha pallida	13		1		8		3		6	
260 Ulva lactuca	1	8	18	11		15	1		1	6
340 Halichondria panicea		51		38		15		18		53
340 Porifera indet.		3								
352 Clavidae GROUP								1		
352 Coryne pusilla			3		10	3		5	13	
352 Eudendrium annulatum			1	10				1		1
352 Eudendrium annulatum			1							
352 Eudendrium sp.			1							
352 Tubularia larynx			28	1		1				
356 Campanularia integra										1
356 Campanularia johnstoni						1				
356 Campanularia sp.				3						
356 Dynamena pumila		11	28			21	6			
356 Laomedea flexuosa			13					3		
356 Laomedea geniculata		50	21	61		3	1	31	1	65
356 Laomedea cf. Geniculata			1							
373 Actinaria indet.		3	6	1	1			3	1	3
373 Actinia sp.						5				
373 Metridium senile pallidus			30	40		6	1	8	5	20
373 Sagartiidae indet.				1		8		1	3	
373 cf. Sagartiidae indet.			1							
373 Urticina felina		1	1	1		1				
373 cf. Urticina felina				3						
426 Pomatoceros triqueter		8		1		1				
426 Spirorbis borealis		8			10	45				
426 Spirorbis sp.		1								
451 Acmaea sp.	1				8	25		5	1	3
451 Gibbula cineraria						1				
451 Patella sp.	11	3	5		55	3	16	6	10	
451 Patina pellucida				1		1		3		3
451 Patella vulgata			1							
451 Littorina littorea	1		5		3	1			5	
451 Littorina obtusata	3	1	1		3	5				
451 Littorina saxatilis					1					
451 Littorina sp.					5	1				
451 Nucella lapillus	11	1	30		11	6	8		3	5
461 Aplysia punctata			5							
461 Archidoris pseudoargus				1						
489 Mytilus edulis			18	28	90	38	88	98	96	6
553 Balanus sp.							20			
553 Balanus balanoides	100	33	5		50	41	66	30	80	5
553 Balanus cf. balanoides			8		46					
553 Balanus cf. crenatus									1	
583 Hyas sp.			1							
713 Bryozoa indet. encrusting		15	1			1				
715 cf. Crisia aculeata					1					
715 Crisia eburnea		5								
716 Alcyonidium sp.				1						
716 Alcyonidium hirsutum		1		1		6		1		6
716 Flustrellidra hispida						15				
717 Celleporella hyalina			13	38						
717 Cryptosula pallasiana		1		1						
719 Electra pilosa		90	61	63	1	65	21	56	13	91
719 cf. Electra pilosa						1				
719 Membranipora membranacea		48		25		15		20		55
719 Scrupocellaria reptans		3								
725 Asterias GROUP				1						

Klasse LATIN	14L1	14L2	20L2	20L3	21L1	21L2	30L1	30L2	31L1	31L2
725 <i>Asterias rubens</i>		5	1	21		8		5	3	11
725 <i>Leptasterias mulleri</i>		3	6	40		10			3	6
725 <i>Marthasterias glacialis</i>										1
725 <i>Porania pulvillus</i>								1		
775 <i>Botrylloides leachi</i>				5						
775 cf. <i>Botrylloides leachi</i>										1
775 <i>Botryllus schlosseri</i>						3				
3 <i>Empty bivalve shell</i>			43	41	8	46	10	5	33	28
61 <i>Invertebrate egg mass</i>			18							
61 <i>Nucella lapillus: eggmass</i>			11	1	3	8	1	1	3	6

Tabell 12. Artslister fra strandsonbefaringen på Tungeneset, stasjon 9. Forekomst er angitt semikvantitativt: 1= enkelt funn, 2=spredt, 3=vanlig, 4=dominerende.

Alger	2002	2003	Dyr	2002	2003
<i>Ahnfeltia plicata</i>	2	2	<i>Littorina littorea</i>	3	4
<i>Ascophyllum nodosum</i>	3	3	<i>Littorina saxatilis</i>	3	3
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.		2	<i>Patella</i> sp.	3	3
Brunt på fjell - mørkt	2		<i>Patella</i> sp. juv.		2
<i>Callithamnion corymbosum</i>		2	<i>Nucella lapillus</i>	2	2
<i>Ceramium rubrum</i>	3	3	<i>Cancer pagurus</i>		2
<i>Ceramium strictum</i>	3	3	<i>Gibbula</i> sp.	1	1
<i>Chondrus crispus</i>	3	3	<i>Littorina obtusata</i>	1	1
<i>Chorda tomentosa</i>		2	<i>Modiolus modiolus</i>		1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	2	2	<i>Pomatoceros triqueter</i>	2	1
<i>Cladophora rupestris</i>		2	<i>Spirorbis borealis</i>	2	2
<i>Cladophora</i> sp.	2	3	<i>Metridium senile pallidus</i>		1
<i>Corallina officinalis</i>	3	4	<i>Dynamena pumila</i>		2
Coralliniacea indet.	4	4	<i>Electra pilosa</i>	2	2
<i>Desmarestia viridis</i>	1		<i>Balanus balanoides</i> juv.	3	4
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	2	2	<i>Urticina felina</i>	1	
<i>Dictyota dichotoma</i>	3	2	<i>Alcyonidium</i> sp.	1	
<i>Ectocarpus</i> sp.	2	2	<i>Asterias rubens</i> juv.	1	
<i>Elachista fucicola</i>	3	3	<i>S. borealis</i> (på sagtang)	3	
<i>Enteromorpha</i> sp.		2	<i>Buccinum undatum</i>	1	
<i>Fucus serratus</i>	4	4	<i>Asterias rubens</i>	1	
<i>Fucus serratus</i> juv.	3	3	<i>Halichondria panicea</i>	1	
<i>Fucus vesiculosus</i>	2	3	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	1	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		2	<i>Polyplacophora</i> indet.	1	
<i>Halidrys siliquosa</i>	2	3			
<i>Halidrys siliquosa</i> juv.	2				
<i>Hildenbrandia rubra</i>	2	3			
<i>Laminaria digitata</i>	2	2			
<i>Laminaria hyperborea</i>		2			
<i>Laminaria</i> juv.	3	2			
<i>Laminaria saccharina</i>	2	1			
<i>Laurencia pinnatifida</i>	2	1			
<i>Leathesia difformis</i>	3	2			
<i>Mesogloia vermiculata</i>	2	2			
Nemalion / Dumontia	3	3			
<i>Petroderma maculiforme</i>		3			
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>	2				
<i>Polysiphonia lanosa</i>		2			
<i>Polysiphonia urceolata</i>	2				
<i>Polysiphonia violacea</i>		2			
<i>Rhizoclonium</i> / <i>Chaetomorpha</i>	2				
<i>Rhodomela confervoides</i>	2	3			
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	3	3			
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	3				
<i>Spongomorpha</i> spp.		3			
<i>Spongonema tomentosum</i>		1			
<i>Ulva lactuca</i>		2			

Tabell 13. Artslister fra dykkeregistreringene. Gjennomsnittlig forekomst av arter registrert i 2002 og 2003. Forekomst på skala 1-8.

Klasse: 51=blågrønnalger, 101=rødalger, 201=brunalger, 260=grønnlager, større enn 300=dyr

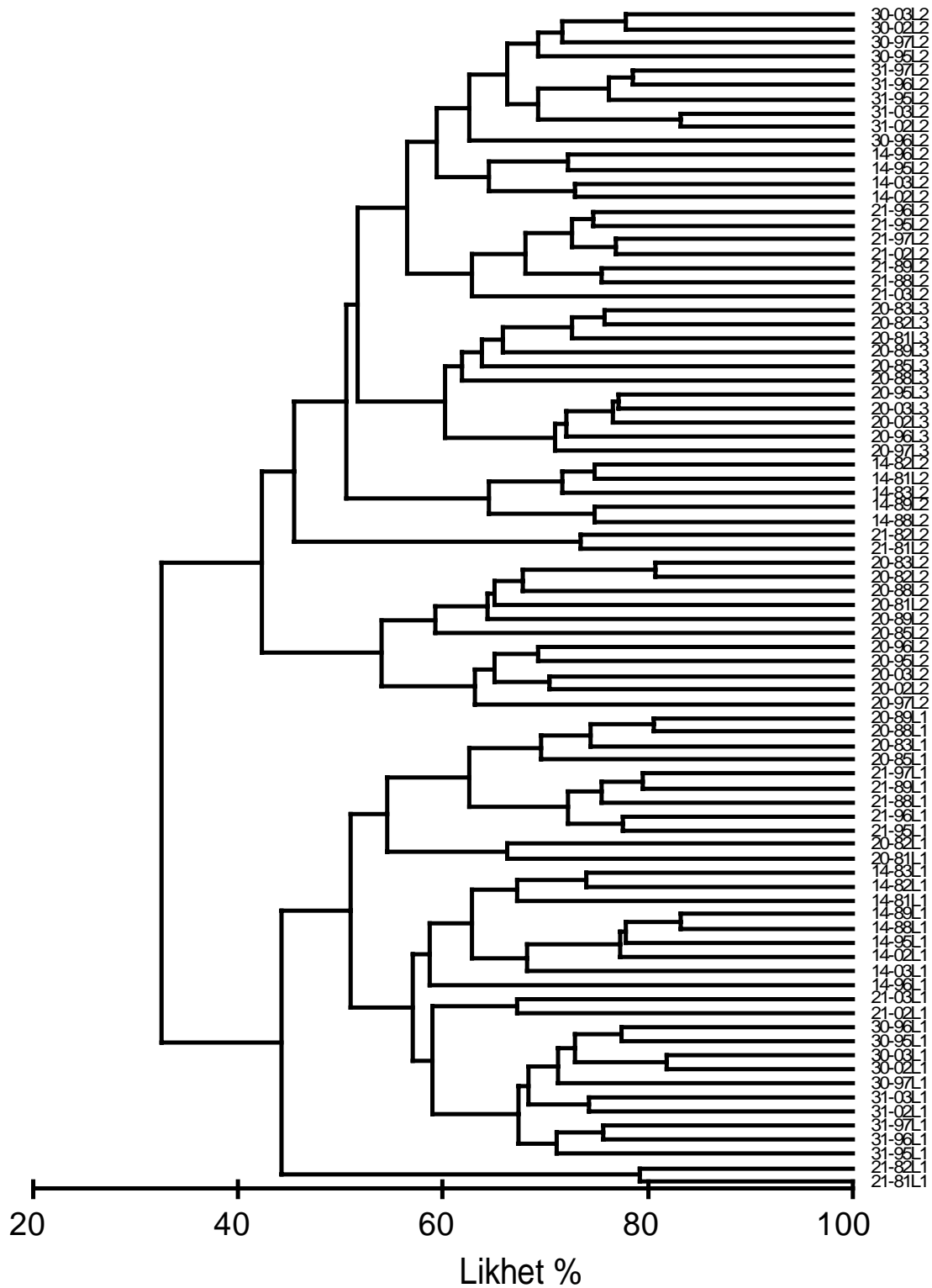
Klasse	Latinsk navn	St 20	St 21	St 30	St 31
51	<i>Spirulina subsalsa</i>	0.1	0.1		0.4
101	<i>Aglaothamnion sepositum</i>	0.1			
101	<i>Ahnfeltia plicata</i>		0.1	0.3	0.3
101	<i>Apoglossum ruscifolium</i>			0.2	
101	<i>Audouiniella purpurea</i>	1.2			0.3
101	<i>Audouiniella</i> sp.	1.4	0.1		
101	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i> : gamet.	1.3	2.2		3.8
101	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : gametophyt.				0.1
101	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.	4.5	4.5	5.1	6.4
101	<i>Brongniartella byssoides</i>	0.2	1.8	1.3	3.8
101	<i>Callithamnion corymbosum</i>	0.3	0.3		0.1
101	<i>Callithamnion</i> sp.			0.5	
101	<i>Callophyllis cristata</i>		1.1		0.1
101	<i>Ceramium rubrum</i>	1.2	1.4	3.5	0.8
101	<i>Ceramium shuttleworthianum</i>			0.2	0.1
101	<i>Ceramium</i> sp.			0.4	
101	<i>Ceramium strictum</i>		0.1	0.5	0.8
101	<i>Chondrus crispus</i>	0.8	1.5	4.2	1.7
101	<i>Corallina officinalis</i>	2.1	1.2	1.7	2.3
101	<i>Cruoria pellita</i>	4.1	1.6	3.2	1.3
101	<i>Cystoclonium purpureum</i>		0.2	0.5	
101	<i>Dasysiphonia japonica</i>	2.8	4.9	2.2	3.7
101	<i>Delesseria sanguinea</i>	4.6	3.5	3.4	4.1
101	<i>Dilsea carnosa</i>	0.8	1.1	0.8	1.7
101	<i>Dumontia contorta</i>	0.1			
101	<i>Furcellaria lumbricalis</i>		1.1	1.8	0.8
101	<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	0.1			
101	<i>Heterosiphonia plumosa</i>		0.1	0.2	
101	<i>Hildenbrandia rubra</i>			0.2	
101	<i>Lithothamnion</i> sp.	7.2	5.1	5.9	6.1
101	<i>Lomentaria clavellosa</i>	0.2	1.0	0.8	1.7
101	<i>Mastocarpus stellata</i>	0.2		0.6	0.2
101	<i>Membranoptera alata</i>	0.4		0.3	0.1
101	<i>Nemalion helminthoides</i>	0.1	0.1	0.2	0.1
101	<i>Odonthalia dentata</i>		2.2		0.8
101	<i>Palmaria palmata</i>	0.7		1.9	0.2
101	<i>Phycodrys rubens</i>	1.2	3.1	0.9	2.5
101	<i>Phyllophora crispa</i>				0.3
101	<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>	0.8	0.6	1.0	0.8
101	<i>Phyllophora</i> sp.	0.1	0.8		
101	<i>Coccotylus truncata</i>	0.1	3.2	1.6	3.5
101	<i>Plumaria elegans</i>				0.1
101	<i>Polyides rotundus</i>			0.5	
101	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	0.2		0.5	0.1
101	<i>Polysiphonia elongata</i>		1.9	0.5	
101	<i>Polysiphonia urceolata</i>	2.5	2.7	4.7	2.3
101	<i>Polysiphonia violacea</i>			0.3	
101	<i>Porphyra umbilicalis</i>	0.3	0.0	0.2	
101	<i>Porphyropsis coccinea</i>		0.1		
101	<i>Pterosiphonia parasitica</i>	0.2	0.7		0.4
101	<i>Pterothamnion plumula</i>		0.9		1.5
101	<i>Ptilota plumosa</i>	0.1	0.3		0.1
101	<i>Rhodomela confervoides</i>	0.1	1.0	2.7	3.4
101	<i>Rhodomela lycopodioides</i>	0.1			
101	<i>Scagelothamnion pusillum</i>			0.1	
101	<i>Spermothamnion repens</i>	0.1			
201	<i>Alaria esculenta</i>	0.3			
201	<i>Asperococcus</i> sp.			1.6	
201	<i>Asperococcus turneri</i>		2.0	1.8	1.9
201	Brunt på fjell - mørkt	3.8	7.4	2.1	4.5
201	<i>Chorda filum</i>		1.0	1.2	0.3

Klasse	Latinsk navn	St 20	St 21	St 30	St 31
201	<i>Chordaria flagelliformis</i>	0.1	0.2		0.7
201	<i>Colpomenia peregrina</i>	0.1			
201	<i>Cutleria multifida Aglazoniastadia</i>	2.1	0.7		1.2
201	<i>Desmarestia aculeata</i>	2.2	0.4	0.3	1.4
201	<i>Desmarestia viridis</i>	1.7	1.2	2.6	1.7
201	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>		0.1	0.3	
201	<i>Dictyota dichotoma</i>	0.9	0.2	0.4	1.1
201	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	1.3	2.2	0.4	
201	<i>Ectocarpus</i> sp.	1.2	0.5	0.6	1.6
201	<i>Elachista fucicola</i>	0.2	0.2	0.5	0.3
201	<i>Fucus</i> juv.		0.2	0.2	
201	<i>Fucus serratus</i>	0.2	0.2	0.5	0.3
201	<i>Fucus</i> sp.		0.1		
201	<i>Fucus vesiculosus</i>	0.1	0.1		
201	<i>Giffordia ovata</i>			0.2	
201	<i>Halidrys siliquosa</i>	1.1		0.8	0.8
201	<i>Laminaria digitata</i>	0.5	0.1	0.5	0.3
201	<i>Laminaria hyperborea</i>	4.4	2.8	2.7	3.9
201	<i>Laminaria</i> juv			0.2	0.2
201	<i>Laminaria saccharina</i>	0.9	1.5	3.3	2.7
201	<i>Laminaria</i> sp.	1.8	0.5	1.8	0.4
201	<i>Mesogloia vermiculata</i>		0.3	0.6	0.7
201	<i>Petroderma maculiforme</i>	0.2	0.1		
201	<i>Pilayella littoralis</i>		0.1		
201	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	0.1	0.1		0.1
201	<i>Spermatoxus paradoxus</i>		0.6	1.3	0.4
201	<i>Sphacelaria caespitula</i>	0.6		0.2	0.1
201	<i>Sphacelaria cirrosa</i>			1.6	
201	<i>Sphacelaria plumosa</i>	2.6	1.9	1.1	1.4
201	<i>Sphacelaria radicans</i>	3.4	1.6		2.1
201	<i>Spongonema tomentosum</i>			0.2	
201	<i>Stictyosiphon tortilis</i>			1.2	
201	<i>Striaria attenuata</i>		0.1		0.3
260	<i>Acrosiphonia arcta</i>	0.4	0.1	0.4	0.5
260	<i>Acrosiphonia centralis</i>		0.1		
260	<i>Bryopsis hypnoides</i>				0.8
260	<i>Bryopsis plumosa</i>		0.2		0.3
260	<i>Chaetomorpha linum</i>		0.1		
260	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	0.6	0.1	0.5	0.3
260	<i>Cladophora albida</i>	0.1			
260	<i>Cladophora rupestris</i>	0.1	0.4	1.2	0.4
260	<i>Cladophora</i> sp.	0.1	1.0	1.1	1.0
260	<i>Codium fragile</i>		0.4	0.2	
260	<i>Enteromorpha</i> sp.	0.2	0.1	0.4	
260	<i>Prasiola stipitata</i>			0.5	
260	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>			0.7	0.3
260	<i>Spongomorpha pallida</i>	0.1	0.2	0.2	0.3
260	<i>Ulva lactuca</i>	0.1	0.2	1.8	0.5
340	<i>Halichondria panicea</i>	0.2	0.1	0.5	0.3
340	<i>Haliclona urceolus</i>				0.0
340	<i>Hymedesmia mammillaris</i>	0.1	0.4		0.0
340	<i>Hymedesmia paupertas</i>		0.2		
340	<i>Leucosolenia complicata</i>	0.1	0.1	0.5	0.7
340	<i>Polymastia mammillaris</i>		0.1		
340	<i>Polymastia robusta</i>		0.1		
340	Porifera indet.: encrusting		0.0		
340	Porifera indet.: encrusting - orange	0.1	0.1		
340	Porifera indet.: encrusting - yellow	0.2			
340	<i>Sycon ciliatum</i>				0.2
340	<i>Tethya aurantium</i>		0.1		
351	Hydroida indet.	0.1			
352	<i>Corymorpha nutans</i>		0.3	0.1	0.1
352	<i>Coryne pusilla</i>				0.1
352	<i>Eudendrium</i> sp.		0.2		
352	<i>Tubularia indivisa</i>	0.2			
352	<i>Tubularia larynx</i>	0.1			

Klasse	Latinsk navn	St 20	St 21	St 30	St 31
356	<i>Campanularia integra</i>			0.1	
356	<i>Campanularia johnstoni</i>	0.0		0.2	
356	<i>Campanularia</i> sp.	0.0			
356	<i>Dynamena pumila</i>		0.1		
356	<i>Halecium beani</i>	0.0	0.2		0.1
356	<i>Halecium halecinum</i>	0.2			0.3
356	<i>Halecium muricatum</i>				0.7
356	<i>Halecium sessile</i>				0.1
356	<i>Halecium</i> sp.				0.3
356	<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	0.0	0.1		0.1
356	<i>Laomedea dichotoma</i>	0.1			
356	<i>Laomedea geniculata</i>	0.7	0.1	0.8	0.3
356	<i>Laomedea gracilis</i>			0.2	
356	<i>Laomedea hyalina</i>	0.0			
356	<i>Laomedea longissima</i>		0.1	0.1	
356	<i>Laomedea</i> sp.	0.0	0.2	0.2	0.3
356	<i>Schizotricha frutescens</i>				0.0
356	<i>Sertularella polyzonias</i>			0.2	0.4
366	<i>Craterolophus convolvulus</i>				0.0
373	<i>Actiniaria</i> indet.	0.1		0.7	0.2
373	<i>Adamsia palliata</i>	0.1	0.2	0.2	
373	<i>Alcyonium digitatum</i>			0.1	0.2
373	<i>Caryophyllia smithii</i>		0.0		0.2
373	<i>Gonactinia prolifera</i>	0.8	0.3		0.3
373	<i>Metridium senile</i>	0.1			
373	<i>Metridium senile</i> var. <i>pallidus</i>	0.1		0.2	0.1
373	<i>Sagartiidae</i> indet.	0.1			
373	<i>Sagartiogeton</i> sp.	0.1			
373	<i>Urticina eques</i>				0.2
373	<i>Urticina felina</i>		0.1	0.1	0.0
386	<i>Prostheceraceus vittatus</i>				0.1
426	<i>Chaetopterus variopedatus</i>		0.0		
426	<i>Hydroides norvegica</i>	0.0	0.1		
426	<i>Placostegus tridentatus</i>		0.0		
426	<i>Pomatoceros triqueter</i>	1.7	2.3	2.0	3.0
426	<i>Sabella penicillus</i>		0.4		0.1
426	<i>Serpula vermicularis</i>		0.0		
426	<i>Spirorbis borealis</i>	1.2	0.8	0.9	0.8
426	<i>Spirorbis</i> sp.		0.4		0.8
426	<i>Spirorbis spirillum</i>	0.8	1.6	2.4	1.0
426	<i>Spirorbis tridentata</i>			0.1	0.0
451	<i>Acmaea</i> sp.		0.1		0.0
451	<i>Calliostoma zizyphinum</i>	0.0			0.0
451	<i>Gibbula cineraria</i>	0.1	0.0	0.2	0.2
451	<i>Littorina littorea</i>	0.1	0.1		0.1
451	<i>Littorina saxatilis</i>	0.1	0.1		
451	<i>Nassarius incrassatus</i>			0.1	
451	<i>Nucella lapillus</i>	0.2	0.2	0.2	0.3
451	<i>Patella</i> sp.	0.2	0.2	0.2	0.3
451	Prosobranchia GROUP			0.1	
451	<i>Trivia arctica</i>		0.1		0.0
451	<i>Velutina velutina</i>		0.0		
461	<i>Archidoris pseudoargus</i>	0.0		0.1	
482	<i>Polyplacophora</i> indet.		0.1		0.0
489	Anomoniidae indet.		0.1		0.0
489	<i>Hiatella arctica</i>			0.1	0.0
489	<i>Monia squama</i>		0.1		
489	<i>Mytilus edulis</i>	0.5	0.1	1.1	0.5
489	<i>Pecten maximus</i>				0.1
553	<i>Balanus balanoides</i>	0.4	0.3	0.8	0.3
553	<i>Balanus balanus</i>	0.1	0.4	0.1	0.0
553	<i>Balanus</i> sp.		0.1		0.2
553	<i>Verruca stroemia</i>			0.1	
583	<i>Cancer pagurus</i>	0.1	0.1	0.4	0.2
583	<i>Galathea strigosa</i>				0.1
583	<i>Hyas</i> sp.		0.0		

Klasse	Latinsk navn	St 20	St 21	St 30	St 31
583	<i>Lithodes maja</i>	0.0			
583	<i>Pagurus prideauxi</i>	0.5	0.3	0.2	
583	<i>Pagurus</i> sp.			0.1	0.1
713	Bryozoa bush-like GROUP		0.1		
713	Bryozoa indet. encrusting		0.2		1.1
713	Bryozoa indet. filamentous				0.1
715	<i>Crisia aculeata</i>			1.3	
715	<i>Crisia eburnea</i>	1.5	1.0	1.4	1.3
715	<i>Crisia</i> sp.	0.0	1.1	0.5	0.6
715	<i>Crisidia cornuta</i>				0.8
715	<i>Crisiella producta</i>	0.1			
715	<i>Filicrisia geniculata</i>	1.0	0.2	0.3	0.5
715	<i>Tubulipora liliacea</i>				0.1
715	<i>Tubulipora</i> sp.	0.1	0.1	0.1	0.0
716	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	0.3		0.6	0.1
716	<i>Alcyonidium mamillatum</i>	0.0			
717	<i>Cellepora pumicosa</i>	0.6			0.1
717	<i>Celleporella hyalina</i>	0.2		0.1	0.2
717	<i>Celleporina hassallii</i>	0.0			
717	<i>Cribrilina annulata</i>	0.0	0.4		0.1
717	<i>Escharella immersa</i>		0.1		
717	<i>Microporella ciliata</i>				0.1
717	<i>Palmicellaria skenei</i>	0.1	0.1		
717	<i>Parasmittina trispinosa</i>	1.4	1.0	0.9	2.2
717	<i>Porella compressa</i>	0.0			
717	<i>Schizomavella linearis</i>			0.8	
717	<i>Sertella beaniana</i>	0.3	0.1		0.0
717	<i>Umbonula littoralis</i>	0.2	0.1	0.3	0.3
719	<i>Caberea ellisii</i>	0.0	0.6		
719	<i>Callopora lineata</i>				0.0
719	<i>Dendrobeatia murrayana</i>	0.2	0.9		0.5
719	<i>Electra pilosa</i>	2.7	1.7	4.5	3.3
719	<i>Membranipora membranacea</i>	3.4	1.1	2.6	3.5
719	<i>Scrupocellaria reptans</i>	0.3	0.2	1.1	1.2
719	<i>Scrupocellaria scabra</i>		0.4		
719	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	0.2	0.2		1.0
719	<i>Scrupocellaria</i> sp.		0.2		0.4
720	<i>Crania anomala</i>	0.0	0.4		0.3
720	<i>Terebratulina retusa</i>	0.2	1.4	0.1	0.3
725	Asterias GROUP	0.1			0.0
725	<i>Asterias rubens</i>	0.5	1.2	1.2	0.3
725	<i>Asteropecten irregularis</i>	0.0		0.2	0.1
725	<i>Crossaster papposus</i>	0.1	0.2		0.3
725	<i>Henricia sanguinolenta</i>	0.1	0.2	0.1	0.2
725	<i>Leptasterias mulleri</i>	2.2	0.4	2.1	1.5
725	<i>Marthasterias glacialis</i>	0.9	0.3	0.6	0.5
725	<i>Porania pulvillus</i>	0.7	0.0		
725	<i>Solaster endeca</i>	0.2	0.2		0.1
725	<i>Stichastrella rosea</i>	0.0			0.0
730	<i>Ophiopholis aculeata</i>		0.0	0.2	
730	<i>Ophiura albida</i>		0.0	0.1	1.3
730	Ophiuroidea indet.		0.0		
735	<i>Echinus acutus</i>				0.0
735	<i>Echinus esculentus</i>	0.6	0.0		0.8
775	<i>Ascidia mentula</i>	0.4	0.9		0.3
775	<i>Ascidia virginea</i>	0.1	0.7	0.2	0.2
775	<i>Ascidiella aspersa</i>			0.1	
775	<i>Ascidiella scabra</i>		0.1		
775	<i>Boltenia echinata</i>				0.3
775	<i>Botrylloides leachi</i>	0.1			0.1
775	<i>Botryllus schlosseri</i>	0.1		0.7	0.2
775	<i>Ciona intestinalis</i>			0.1	0.1
775	<i>Clavelina lepadiformis</i>			0.1	0.2
775	<i>Corella parallelogramma</i>		0.0	1.0	0.6
775	<i>Dendrodoa grossularia</i>	0.1	0.1		0.1

Vedlegg D. Rammeregistreringer fra 1981-2003



Figur 12. Rammeregistreringer på stasjon 14, 20, 21, 30 og 31 i 1981-2003. Figuren viser grad av likhet (%) mellom de ulike registreringene.