

RAPPORT LNR 3813-98

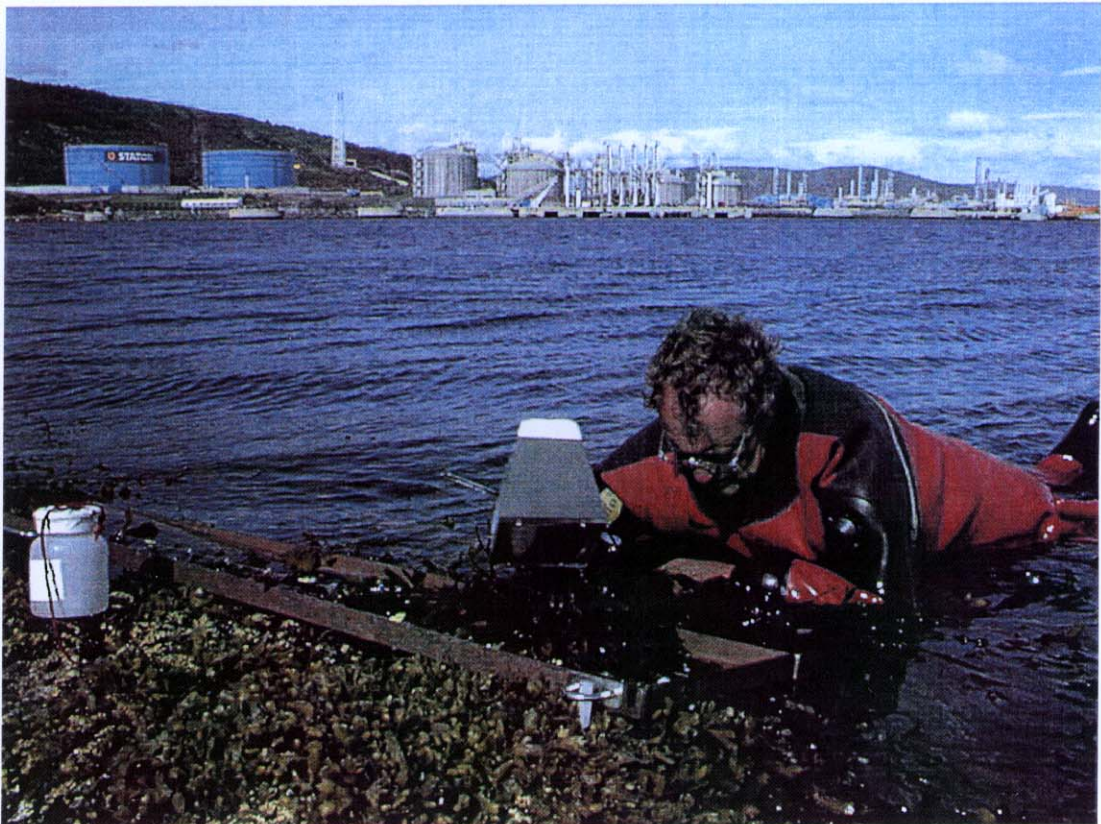
Prosessanlegget på Kårstø

# Supplerende undersøkelser av det marine miljø

Årsvariasjoner - Hardbunnsamfunn



Gassterminal på Kårstø



<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tittel Prosessanlegget på Kårstø. Supplerende undersøkelser av det marine miljø. Årsvariasjon – Hardbunnsamfunn.	Løpenr. (for bestilling) 3813/98	Dato 1 Februar 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-97123/97132	Sider Pris 85
Forfatter(e) Are Pedersen Torgeir Bakke Mats Walday	Fagområde Eutrofi sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Den norske stats oljeselskap A/S	Oppdragsreferanse 97/E002/050694/TSP
------------------------------------------------------	-----------------------------------------

**Sammendrag**

Undersøkelsen i 1995/96 ga et godt bilde av hardbunnsamfunnene i Kårstøområdet etter at anlegget ble utvidet med en ny prosesslinje for Sleipnerkondensat. I denne tilleggsundersøkelsen er det vist at de forskjeller som er registrert i indekser og artsammensetning fra 1981 og fram til 1997, i stor grad har vært styrt av temperaturforholdene i vintermånedene februar/mars. Data for temperaturregimene de forskjellige årene er basert på målinger fra Slåtterøy Fyr og Utsira og gir et grovt relativt bilde av temperaturforholdene også i Kårstøområdet. Årene 1981, 1982, 1985 og 1996 kan karakteriseres som "normalt kalde" m.h.t vinter/vårtemperaturer, mens årene 1983, 1988, 1989, 1995 samt 1997 kan karakteriseres som "unormalt" varme. Det er påvist signifikante sammenhenger mellom indekser basert på biologiske registreringer og gjennomsnittstemperaturene om vinter/vår de respektive år. Analyser av tinnorganiske forbindelser i purpursnegl viste at området er belastet av TBT og at dette har ført til skader hos purpursnegl. Stasjonene nærmest Kårstø-terminalen var mest påvirket. Skadeomfanget er lik det som er blitt registrert fra tilsvarende områder ellers i Norge.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Petrokjemianlegg	1. Petrochemical industry
2. Hardbunnsorganismer	2. Hard bottom organisms
3. Overvåking	3. Monitoring
4. Termisk påvirkning/forurensning	4. Thermal pollution

  
Are Pedersen  
Prosjektleder

ISBN – 82-577-3390-3

  
Bjørn Braaten  
Forskningssjef

Prosessanlegget på Kårstø

**Supplerende undersøkelser av det marine miljø**

Årsvariasjon - Hardbunnsamfunn

## Forord

Etter oppdrag fra STATOIL A/S er det gjennomført en supplerende undersøkelse av marine bunndyrsamfunn på hardbunn i Kårstøområdet. Undersøkelsene har vært relatert til nyutbygginger på terminalen ved Kårstø i forbindelse med oppstartning av et nytt anlegg for behandling av kondensat fra Sleipner Øst og senere Sleipner Vest. Hovedrapporteringen av denne undersøkelsen ble ferdigstilt i 1996 (Pedersen & Green, 1996). Denne supplerende undersøkelsen omhandler først og fremst årsvariasjon i hardbunnsamfunn da undersøkelsene i 1995 og 1996 viste for enkelte parametre vedkommende tildels store forskjeller mellom årene og også i forhold til tidligere år. I tillegg er det foretatt en orienterende undersøkelse av innhold av tinnorganiske forbindelser i purpursnegl, samt grad av imposex hos samme snegl. Større grad av imposex blant snegl medfører redusert reproduksjonsevne og skyldes effekter av tinnorganiske forbindelser, bl.a. TBT (tributyltinn).

De tidligere lignende undersøkelsene som har vært utført i Kårstøområdet har omfattet flere fagfelt og vært inndelt i flere faser. I 1981-1983 ble det foretatt en forundersøkelse før utbyggingen av terminalen. En tilsvarende undersøkelse ble gjennomført etter at utbyggingen på terminalen var fullført i 1988 og 1989 da terminalen hadde vært i drift i to-tre år. Et redusert antall stasjoner ble også undersøkt med de samme metoder i 1985 og 1986. I rapporten fra 1988 og 89-undersøkelsene ble det ikke funnet nødvendig å foreta en fullstendig databehandling og rapportering av den mellomliggende undersøkelsen, da det ikke hadde skjedd større endringer i resipienten fra før til etterperioden, som kunne tilskrives utbygging og drift av terminalen.

Undersøkelsene i førperioden har omfattet flere fagdisipliner som hydrografi, primærproduksjon, hardbunn i fjæra, hardbunn på faste flater under tidevannssonen, samt en del som omfattet bløtbunnsundersøkelser. De foreligger alle som separate rapporter bortsett fra hardbunnsundersøkelser i fjæra og under tidevannssonen som er rapportert i felles rapporter.

Flere personer har vært engasjert i gjennomføringen av denne oppfølgende undersøkelsen. Lise Tveiten, Torgeir Bakke og Are Pedersen har deltatt på feltarbeid. Lise Tveiten har vært ansvarlig for innsamling av snegl samt måling av imposexgrad på sneglene. Hun har også deltatt i rapportering av resultatene fra de tinnorganiske undersøkelsene og sluttredigering av denne rapporten. Mats Walday har hatt ansvar for rapportering av de tinnorganiske undersøkelsene, mens Norunn Følsvik har utført de kjemiske analyser av tinnorganiske forbindelser i snegl. Torgeir Bakke har deltatt i rapportering av hardbunnsundersøkelsene, mens Are Pedersen har vært ansvarlig for databearbeiding og rapportering. Alle takkes for god innsats og godt samarbeid.

Oslo, 1. februar 1998

*Are Pedersen*

# Innhold

<b>FORORD</b>	<b>3</b>
<b>SAMMENDRAG</b>	<b>7</b>
<b>1. INNLEDNING</b>	<b>11</b>
<b>2. MÅLSETNING</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIALER OG METODER</b>	<b>17</b>
3.1 Stasjonsnett	17
3.2 Feltmetodikk	18
3.2.1 Hardbunnsundersøkelser i tidevannssonen - Rammer	18
3.2.2 Hardbunnsundersøkelser under tidevannssonen - Dykketransekter	19
3.2.3 Prøvetaking av snegl	20
3.3 Databehandling og statistiske metoder	21
<b>4. RESULTATER OG DISKUSJON</b>	<b>27</b>
4.1 Fysisk stasjonsbeskrivelse	27
4.2 Hardbunnsundersøkelser i tidevannssonen - Rammer	29
4.2.1 Stasjonsbeskrivelser	29
4.2.2 Samlet vurdering av rammestasjonene m.h.t samfunnsparametre og temperatur	38
4.2.3 Konklusjon - rammeregistreringer	45
4.3 Hardbunnsundersøkelser i tidevannssonen - Transektregistreringer	47
4.3.1 Stasjonsbeskrivelser	47
4.3.2 Samlet vurdering av dykketransektene m.h.t samfunnsparametre	56
4.3.3 Samlet vurdering av samfunnsstruktur på dykketransektene	56
4.3.4 Konklusjon - dykketransektene	60
4.4 Imposex-undersøkelser	61
<b>5. SAMMENFATTENDE DISKUSJON</b>	<b>67</b>
<b>6. REFERANSER</b>	<b>71</b>
<b>VEDLEGG A: RAMMER/TRANSEKT</b>	<b>75</b>
<b>VEDLEGG B: EIERTAXA-KODER</b>	<b>85</b>

## Sammendrag

Etter oppdrag fra STATOIL A/S er det gjennomført undersøkelser av marine bunndyrsamfunn på hardbunn i Kårstøområdet. Undersøkelsene har vært knyttet til nyutbygginger på terminalen ved Kårstø i forbindelse med oppstartning av et nytt anlegg for behandling av kondensat fra Sleipner Øst og senere Sleipner Vest. Hovedrapporteringen av denne undersøkelsen ble ferdigstilt i 1996 (Pedersen & Green, 1996). Den supplerende undersøkelsen i 1997 har hatt som målsetning å se nærmere på endringene i hardbunnsamfunnet fra år til år da undersøkelsene i 1995 og 1996 viste store forskjeller mellom årene og også i forhold til tidligere år for enkelte biologiske parametre. Ut fra konklusjonene i Pedersen & Green (1996) ble fokus satt på eventuelle sammenhenger mellom variasjoner i registrerte parametre og beregnede indekser og variasjoner i temperaturforholdene de respektive år.

I tillegg er det foretatt en orienterende undersøkelse av innhold av tinnorganiske forbindelser og grad av reproduksjonsforstyrrelse (imposex) i purpurnegl fra de undersøkte strandsonesamfunnene, for å belyse evt sammenhenger med skipstrafikken i området.

En omfattende før- og etterundersøkelse av grunnvannssamfunnet på hardbunn ble gjennomført i forbindelse med etableringen av anlegget på Kårstø. Det ble lagt vekt på at de metodene som ble benyttet skulle være så kvantitative og objektive som mulig, og skulle kunne benyttes også i en eventuell oppfølgende overvåking i sjøresipienten. Aktiviteten til nå har gitt et omfattende datamateriale over forholdene i fjæra, som har vært av spesiell stor betydning for denne undersøkelsen.

Stasjonsnettet er basert på stasjonene etablert under før- og etterundersøkelsene. Av de opprinnelige 22 fjærestasjonene ble 4 plukket ut for registrering i 1997 (også undersøkt i 1995 og 1996). I tillegg ble de samme 4 transektstasjonene som ble undersøkt i 1995 og 1996 dekket i 1997. Semikvantitative registreringer av alle makroskopiske alger og dyr ble gjort langs en line fra overflaten og ned til maksimalt 30 m dyp. Det er det også tatt undervannsvideo av dykketransektene, samt stillbilder av typiske alger og dyr fra transektene. Disse fungerer som tilleggsdokumentasjon til dykkeregistreringene.

Ut fra registreringene innen rammer og dykketransekt/dypintervall er sentrale samfunnsparametre beskrevet og beregnet, som antall arter, forekomst, diversitet, dominansindeks og jevnhet. Artssammensetningen av alger og dyr er sammenlignet over stasjoner, dypintervall og år ved hjelp av multivariate analyser.

Kontinuerlige og sammenlignbare temperaturdata som dekker den aktuelle perioden fra 1981 til 1997 finnes ikke for Kårstø-området. Derfor er data fra Slåtterøy Fyr og Utsira benyttet i som grunnlag for analysene (Meteorologiske Institutt). Målestedene, spesielt Slåtterøy Fyr i Fitjar, 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.

### Temperaturforholdene:

Temperaturforholdene i vinter- og vårperioden delte de aktuelle år inn i to klart forskjellige grupper. En gruppe år var karakterisert med unormalt varm senvinter og vår, men den andre gruppen karakteriseres som normalt kalde vintre/vår. Forskjellen i gjennomsnittlig sjøtemperatur fra januar til juni mellom de to gruppene var på hele 1.4°C. Forskjellen var størst for perioden februar – mars. Følgende år ble karakterisert som varme år: 1983, 1988, 1989, 1995 og 1997, mens de kalde årene var 1981, 1982, 1985 og 1996. Målinger av overflatetemperatur i kystområdet ved Arendal har også vist at perioden 1988 - 1994 var den lengste vedvarende varme perioden siden målingene startet i 1924.

### Rammeregistreringene:

Registrerte og beregnede samfunnsparametre på rammestasjonene indikerte en korrelasjon med temperatur over årene 1980 til 1997, selv om det ikke ble påvist statistisk signifikante forskjeller i parameter-verdier mellom årene. Lineær regresjon mellom parameterverdier og vinter-vår gjennomsnitt i sjøtemperatur viste imidlertid signifikant positiv korrelasjon for artsantall, forekomst og diversitet, negativ korrelasjon for dominans og ingen sammenheng for jevnhet. Sommert gir dette en entydig stress-liknende respons i fjæresamfunnene i kalde år, noe som indikerer at samfunnene i Kårstøområdet er tilpasset et varmere klima, dvs en tilpasning til den relativt varme klimaperioden vi synes å være inne i.

Effektene av varme og kalde år viste seg også innen hvert av de to hovednivåene av fjæra: selve tidevannsbeltet og grunnområdet like under lavvann.

Det var små forskjeller i artssammensetning mellom varme og kalde år, og de artene som forårsaket forskjellene i samfunnsparametre varierte fra stasjon til stasjon. Dette kan indikere at det er et komplisert samspill mellom effekten av kalde år og andre faktorer som styrer strukturen i fjæresamfunnet.

Dominansprofilene viste større variasjon over årene i øvre hovednivå enn i nedre. Året 1996 skilte seg ut på alle stasjonene untatt stasjon 21, med spesielt høy dominans i øvre nivå. For stasjon 21 viste alle kalde år samme høye dominans.

En stasjon i fjernområdet for terminalen (stasjon 21) viste en påfallende stor forskjell mellom årene 1981/82 og årene 1988 til 1997. Tangbeltene med blæretang i øvre nivå og sagtang i nedre nivå ble betydelig redusert etter 1982. Årsaken er usikker, men isskuring i perioden 1984/87 kan ha vært en medvirkende årsak.

### Transektundersøkelsene:

Det ligger en viss usikkerhet i datamateriale fra faunaregistreringene i 1997 og dyr ble derfor utelatt fra transekt-sammenlikningene over perioden 1995-1997. Parameterverdiene for algesamfunnet på transekt-stasjonene viste variasjoner som samsvarte med temperaturforholdene de respektive år, men ingen av forskjellene mellom årene var signifikante. I 1996-undersøkelsen ble det registrert signifikante forskjeller mellom årene, men dette var i størst grad forårsaket av forskjeller i dyresamfunnet.

Forskjellene mellom predefinerte dypintervall (0-2m, 3-6m, 7-12m og >12m), var entydig i den forstand at artssammensetningen endret seg signifikant, og i stor grad på samme måte fra stasjon til stasjon etterhvert som en forflyttet seg fra fjæra og nedover i dypet. Forskjellene mellom øverste og nederste dyp var størst. Dette er en naturlig gradient i samfunnsstruktur av generell karakter for kysten.

Algesammensetningen viste ingen signifikante endringer over årene, verken i dypintervallene eller hele transektet, men viste flere sammenfallende tendenser. Lav statistisk signifikans kan skyldes en kombinasjon av få stasjoner og stor variabilitet innen stasjonene. Siden utviklingstendensen over tid viste likhetstrekk mellom stasjonene, er det sannsynlig at et større antall stasjoner ville ført til statistisk signifikante forskjeller over tid tross variabiliteten.

I øverste dypintervall var det samsvarende forskyvning av algesamfunnet over tid på stasjonene 21, 30 og 31. Tendensen var en forandring fra 1995 til 1996 og en reversering i retning mot "1995"-forhold i 1997. Den mest eksponerte stasjon 20 avvek noe fra mønsteret. De øvrige dypintervaller viser et mer uryddig mønster, men for flere dypintervaller kunne man også her se en reversering av samfunnsutviklingen fra 1996 til 1997 i forhold til året før. Stasjon 20 var igjen den som avviker både i samfunnsstruktur og i utviklingsmønster over tid.

En analyse av alger og dyr øverst i fjæra samlet viste at 1996 skilte seg signifikant ut fra 1995. De artene som bidro til denne forskjellen var forhøyede forekomster av algene fjærehinne, grønndusk og rødpusling i 1995 og av algen rekeklo, blåskjell, og rur i 1996. Noen signifikant forskjell mellom 1996 og 1997 kunne ikke påvises.

Algene gaffelgrenet havpyrd, bleiktuste, tynn rekeklo og vanlig rekeklo viste størst reduksjon fra 1995 til 1996. Alle er arter som har potensiell størst forekomst på sommeren. Motsatt var forekomsten av opportunistiske brunalger som mykt og stivt kjerringhår, fjæreslo og taretufs større i 1996. Dette er arter som forekommer tidlig på våren og forsvinner eller mister større deler av planten på sommeren. Samlet kan det derfor synes som den årsforskjellen som er registrert, i stor grad kan tilskrives forskjeller i klima der 1995 og 1997 var unormalt varme år og 1996 var et normalt kaldt år.

Det ble også observert en økning i forekomst av tare fra 1995 til 1997, men dette reflekterer i stor grad framvekst av små individer som fantes også i 1995 og tildels i 1996, men som ikke kunne identifiseres som stortare før i 1997.

De største forskjellene i artssammensetning mellom årene kan følgelig med stor sannsynlighet tilskrives endring i temperaturregimet over de respektive år. Sen vår, som i 1996, fremhever opportunistiske våralger, mens de varme årene 1995 og 1997 fremhever økte forekomster av sommeralger.

### **Imposexundersøkelsene:**

For å undersøke om Kårstøområdet var påvirket av organotinn ble det samlet inn purpursnegl på tre stasjoner i nærsonen-, og to i fjernsonen rundt Kårstø-terminalen. Sneglene ble undersøkt for biologiske skader fra TBT (imposex) og det ble analysert nivåer av TBT, DBT og MBT i de samme snegler. Samtlige stasjoner var påvirket av TBT; signifikant mer i nærsonen enn i fjernsonen mht. imposex. På stasjonen nærmest terminalen ble det funnet sterile hunnsnegl. TBT-konsentrasjonen i sneglene lå på rundt 50 ng Sn/g, og det var liten forskjell mellom stasjonene. Dette er TBT-nivåer som tidligere har blitt registrert fra tilsvarende områder mange steder i Norge (Waldy *et al.* 1997). Tidligere undersøkelser har også indikert at imposex er meget utbredt i områder med båttrafikk, og at stor båttrafikk ga en økt grad av imposex.





# 1. Innledning

Undersøkelser er utført i Kårstøområdet helt siden 1980 i forbindelse med de første etableringer av petrokjemisk industri. Programforslaget av 26. august 1980 hadde som primært siktemål å etablere status for området med hensyn på fysiske, kjemiske og biologiske forhold i de frie vannmasser og på bunnen før den industrielle utbygging. Grunnlagsnivå av hydrokarboner, fenoler og tungmetaller i sedimenter, vann og utvalgte organismer skulle fastlegges. Undersøkelsene skulle gi avklaringer om utslippene eventuelt kunne medføre spesielle problemer i resipienten, samt gi grunnlag for praktiske løsninger i tilknytning til plassering av inntak og utslipp.

Denne grunnlagsundersøkelsen ble gjennomført i to faser. Fase I ble gjennomført i januar 1981 med rapportering 10. februar 1982. Denne fasens målsetting er skissert i "Revidert programforslag for fase I", datert 29. september 1980. Det ble tatt sikte på å etablere en generell viten om områdets status med hensyn til fysiske og kjemiske forhold i de frie vannmasser, biologiske forhold på bunnen og begroingsforhold. Målsetningen for fase II ble senere formulert i brev fra SFT datert 9. mars 1982. Det er her skissert at "de biologiske undersøkelsene som skal utføres skal danne grunnlag for å fastslå eventuelle senere endringer av praktisk betydning i økosystemene"

I tilfelle en kunne dokumentere eventuelle påvirkninger i etterfasen var det av særlig verdi å få vurdert om de påviste effekter stammet fra driften av terminalen eller fra en ren anleggsfase. Effekter fra en anleggsfase kunne være kortvarig og reversibel. Små effekter av en driftsituasjon ville derimot på lengre sikt kunne gi adskillig større konsekvenser for det marine miljø. Der var derfor viktig å foreta en redusert undersøkelse for å sikre nødvendig materiale i form av data for å kunne utdype årsakene til en eventuell utvikling/endring fra forundersøkelsen til etterundersøkelsen. Derfor ble en fase III gjennomført, der 6 strandsonestasjoner samt alle faste stereofotostasjoner ble valgt ut for registrering. Målsetning og arbeidsomfang er skissert i kontrakt T.62863 av 1/11-1985. Nødvendigheten av opparbeidelse og rapportering for disse årene, ble vurdert i etterundersøkelsen, fase IV.

I forbindelse med den giftige algeoppblomstringen av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* i 1988, ble det foretatt en befaring av strandsonestasjonene rett etter oppblomstringen. Hensikten var å dokumentere eventuelle dramatiske forandringer forårsaket av planktonalgen for senere å kunne skille disse fra eventuelle effekter av terminaldriften.

Omfanget av etterundersøkelsen er skissert i kontrakt 87/INKK/007776 datert 26/4-1988. Det ble i denne fasen utført de samme undersøkelser som i forundersøkelsen under fase II. Målsetningen med fase IV var å gi en status for området i etterfasen og vurdere om eventuelle endringer i hardbunnssamfunn, kunne settes i forbindelse med 2 års drift av gassterminalen ved Kårstø.

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

Haugen, I.N., Bakke, T., Kirkerud, L., Molvær, J., Rygg, B., 1980. Petrokjemianlegg på Kårstø. Programforslag. NIVA, rapport O-80070, 16 sider pluss vedlegg 8 sider.

Haugen, I.N., Bakke, T., 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., 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), Tryggstad, A. (NHL), 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., 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., 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., Kvalvågnæs, K., Pedersen, A., Sørensen, K., 1982. Petrokjemianlegg på Kårstø. Foreløpig oppsummering fra fase I (1981). NIVA, rapport 0-80070, 12 sider.
- Erga, S.R., 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., N. W. Green, I. Haugen, K. Kvalvågnæs og A. Pedersen. 1984. Petrokjemianlegg på Kårstø. Fastsittende alger og dyr. Undersøkelser 1981-1983. 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 O-88120. 36s.
- Pedersen, A., T. Bakke og N. W. Green. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Fastsittende alger og dyr 1983-1989. NIVA - rapport L-2441. O- 88120. 152s.
- Pedersen, A. T. Bakke, B. Rygg og N. W. Green, 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Sammenfatning. 1981-1989. NIVA -rapport L-2440. O-88120. 41s.
- Pedersen, A. og N. W. Green, 1996. Sleipnerkondensat på Kårstø. Overvåking av det marine miljø – Hardbunn. NIVA-rapport L 3585. O-95106. 165s.

Konklusjonene fra den siste undersøkelsen var følgende:

”Undersøkelsen har gitt et godt bilde av hardbunnsamfunnene i Kårstøområdet etter at anlegget ble utvidet med en ny prosesslinje for Sleipnerkondensat.” ”Økningen i kjølevannutslipp har økt 66% siden forrige undersøkelse i 1988/89. Undersøkelsene i 1995/96 viser i hovedsak at det ikke har skjedd større endringer i hardbunnsamfunnenes artssammensetning eller beregnede parametre. Det har ikke vært mulig å dokumentere direkte effekter av kjølevann eller bromerte forbindelser, på organismesamfunn. Man kan derimot ikke se bort fra at slike påvirkninger har skjedd. På to stasjoner, en ved Årvikholmen og en ved Tungenesset (14 og 9), er det ikke mulig å forklare endringene i samfunnsstruktur ut fra forskjeller i naturgitte forhold og en effekt fra driften av anlegget, kan ikke utelukkes. På grunn av en unormal varm vinter i 1995 og en unormal kald vinter i 1996, anbefales ytterligere ett års undersøkelse i området med ramme- og transektanalyser. Det anbefales at nivåer av visse miljøgifter som f.eks. tinnorganiske forbindelser også kartlegges for området.”

NIVA utførte i 1995 og 1996 en ny oppfølgende undersøkelse av det marine miljø ved Kårstø. Bakgrunnen for denne undersøkelsen lå i utvidelser av anlegget ved Kårstø. Det skulle i oktober 1993 igangsettes en ny

prosesslinje hvor kondensat fra Sleiper Øst og senere Sleipner Vest skulle prosesseres. I påvente av et eventuelt pålegg fra sentrale forurensningsmyndigheter ble det innhentet forslag til program for overvåking av det marine miljø rundt Kårstø. Programforslaget skulle omfatte "nødvendige undersøkelser for oppfølging av det marine miljø rundt gassterminalen, forslag til når undersøkelsen burde foretas og antatte årlige kostnader." Et programforslag som innbefattet de punktene som forespurt, ble oversendt 21/7-93, men ettersom selve utbyggingen var nesten ferdig på det tidspunkt NIVA fikk henvendelsen, ville en før-situasjon ikke kunne dokumenteres. Det ble derfor antatt at forholdene rundt Kårstø ikke hadde endret seg nevneverdig siden de siste undersøkelsene av biologiske samfunn rundt Kårstø ble foretatt somrene 1988 og 1989. Ettersom det generelt viser seg at innkjøring av nye anlegg medfører varierende utslipp og at såkalte "småuhell" lett kan skje i innkjøringsfasen, ble det anbefalt å legge undersøkelsen til et par år etter at driften av det nye anlegget var kommet igang og under stabil drift. Undersøkelsene ble derfor foreslått påbegynt først i 1995. I rapporten fra 1995 og 1996-undersøkelsen (Pedersen & Green 1996) ble det ikke påvist større endringer i hardbunnsamfunnenes artssammensetning eller beregnede parametre som kan tilskrives driften av terminalen ved Kårstø. På to stasjoner ble det imidlertid registrert endringer i samfunnstruktur som ikke kunne forklares ut fra forskjeller i naturgitte forhold og en effekt fra driften av anlegget kunne ikke utelukkes. På grunn av en unormal varm vinter i 1995 og en unormal kald vinter i 1996, ble det derfor anbefalt å foreta en supplerende undersøkelse etter samme mønster i 1997 for å få et bedre grunnlag for å bedømme virkningene av *naturlige* svingninger i lokalitetene.

Det ble også avtalt å gjennomføre en sonderende undersøkele av eventuelle formeringsforstyrrelser (imposex) hos purpursnegl som effekt av diffus tilførsel av tinnorganiske forbindelser til sjøområdene fra båttrafikken inn og ut fra Kårstø-terminalen.

Purpursneglen (*Nucella lapillus*) er et viktig rovdyr på grunne hardbunnsområder. Dens viktigste byttedyr er rur og små blåskjell og den er igjen et byttedyr for strandkrabber og tjeld. Purpursnegl tilhører en gruppe snegler (neogastropoder) som er spesielt ømfintlig for tinnorganiske forbindelser. Vi kan se påvirkning fra TBT ved at hunnene utvikler karaktertrekk som normalt kun ses hos hanner (dvs. utvikling av penis og sædleder). Fenomenet kalles "imposex", og skyldes at TBT fører til at hannlige kjønnshormoner hoper seg opp i organismen, noe som kan gjøre hunnene sterile. Fenomenet ble først beskrevet av Blaber (1970) fra kysten utenfor Plymouth i England. Bettin *et al.* (1996) har i sine forsøk vist at TBT hemmer det cytokrom P-450 avhengige aromatasystem som katalyserer nedbrytningen av manlige kjønnshormoner (androgen) til østrogen. Denne forskyvning i androgen - østrogen balansen antas å indusere utviklingen av imposex hos hunnsneglene.

Purpursnegl legger egg i fjæra og eggene utvikles direkte (uten noe pelagisk stadie), og populasjonene har ofte en høyt utviklet lokal genetisk tilpasning. Disse forhold gjør at populasjonene er ekstra sårbare for en reduksjon av reproduksjonsevnen.

Formålet med denne del av undersøkelsen har vært å undersøke om det er skader på populasjoner av purpursnegl i området rundt Kårstø-terminalen, og hvorvidt disse da kan knyttes til den aktivitet som foregår rundt terminalen. Det er tidligere blitt gjennomført en sonderende undersøkelse på 41 lokaliteter langs hele Norskekysten og da ble imposex påvist i samtlige populasjoner, unntatt på fire referanselokaliteter i Finnmark (Waldy *et al.* 1997).



## 2. Målsetning

Undersøkelsen i 1997 har hatt som mål å gi en avklaring på om de forskjellene en har kunnet vise mellom årene 1995 og 1996 innen enkelte samfunnsparametre og i artssammensetningen på enkelte stasjoner, kunne tilbakeføres til naturlige årsvariasjoner i temperatur. Vinter/vår 1995 var ”unormalt” varm, mens vinter/vår 1996 var ”unormalt” kald. Det naturlige temperaturregimet vinter/vår 1997 ville gi bedre grunnlag for å teste hypotesen om det var svingningene i de naturlige temperaturforholdene som i stor grad resulterte i store svingninger i biologiske parametre og samfunnsstruktur på stasjonene.



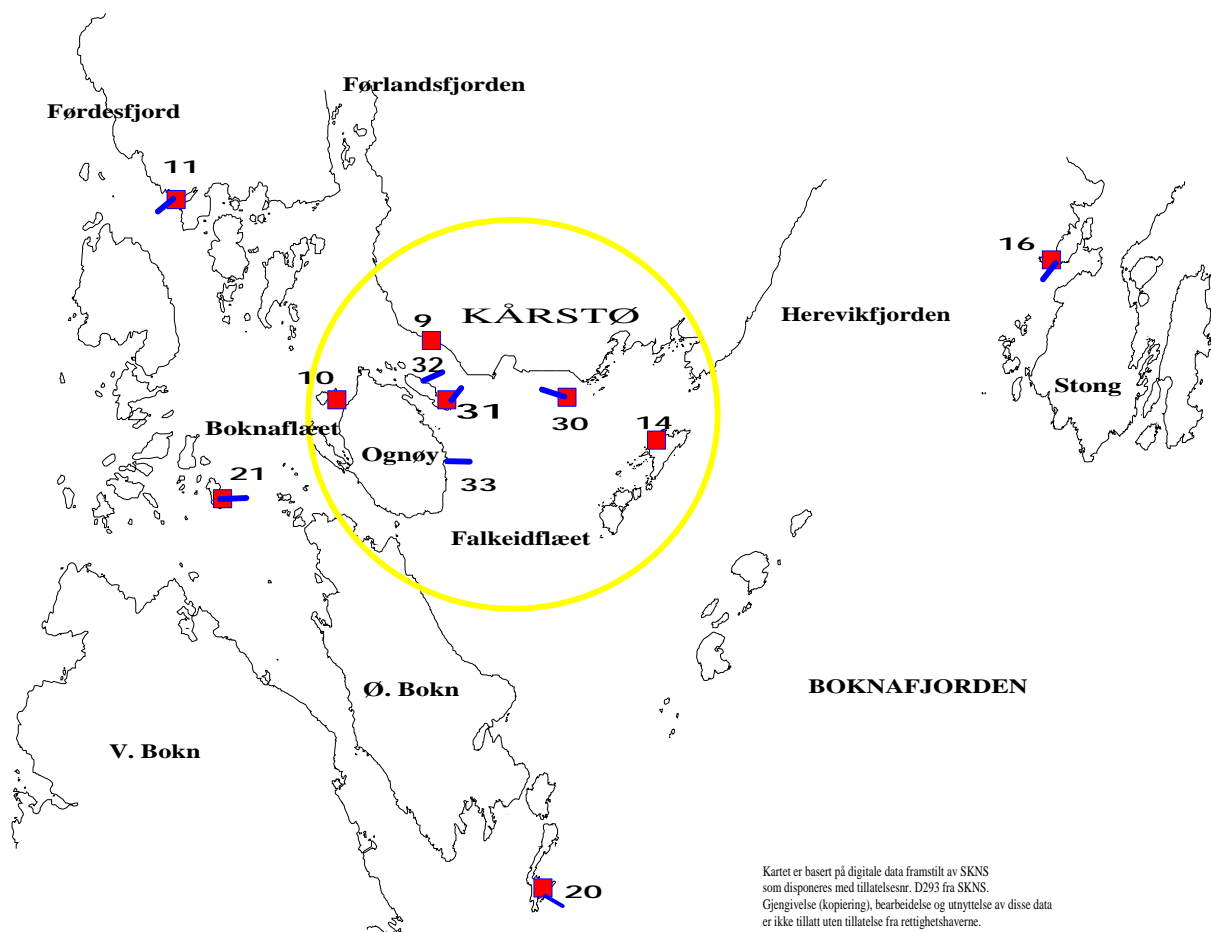
### 3. Materialer og metoder

#### 3.1 Stasjonsnett

Stasjonsnettet 1995-97 er basert på tidligere stasjoner etablert under før- og etterundersøkelsene. Av de opprinnelige stasjoner i hele Kårstøområdet, ble det for 1997 plukket ut 4 rammestasjoner i fjæra (nr. 20, 21, 30 og 31 i figur 1).

I tillegg til rammestasjonene ble det i 1997 utført semikvantitative registreringer av alle makroskopiske alger og dyr langs en line fra overflaten og ned til maksimalt 30 m dyp - et dykketransekt. Det ble valgt ut 4 dykketransekt - 2 innen nærsone og 2 stasjoner i fjernsone (nr. 20, 21, 31 og 32 i figur 1). Det ble også tatt endel undervannsvideo-opptak under dykketransektene. Disse fungerer som tilleggsk dokumentasjon av de marine forhold i Kårstøområdet.

Fjære- og transekt-stasjonene undersøkt i 1997 er også dekket av undersøkelsene i 1995 og 1996.



**Figur 1.** Stasjonsnett for undersøkelsen. Nærsonen defineres innenfor angitte sirkel. Firkantene representerer rammestasjonene og tykk strek viser stasjoner med dykketransekt.

I tabell 1 er sammenstilt en oversikt over det arbeid som ble utført på stasjonene.



**Tabell 1.** Utvalgte stasjoner og oversikt over utført arbeid i 1997.

Stasjon nr.	Dyketransekt-profiler	Ramme-registreringer	UV-Foto/Video	Imposex-undersøkelse
20	X	X	X	X
21	X	X	X	X
30		X	X	X
31	X	X	X	X
32	X		X	X

I undersøkelsen fra 1995/96 valgte en å dele stasjonene inn i to grupper - en fjernsone og en nærsone ut fra nye statistiske analyseteknikker. Det ble tilstrebet størst mulig likhet mellom stasjonene innen gruppene (Pedersen & Green 1996). Utvalget av stasjoner for undersøkelsen i 1997 ble gjort ved tilfeldig utvalg innen hver av hovedområdene. Det var i utgangspunktet ikke nødvendig å skille mellom fjernsonen og nærsonen i denne supplerende undersøkelsen ettersom den unormalt store variasjonen mellom årene kunne spores på enkelte stasjoner både i nær og i fjernsone, men dette ville sikre bedre datagrunnlag for eventuelle påfølgende undersøkelser i området.

I analysen av sammenheng mellom samfunnsparametre og sjøtemperatur (gj.sn. månedsmiddel januar – juni ved Slåtterøy Fyr), ble følgende stasjoner inkludert i beregningene: I ytre sone- 11,16,20,21 og i indre sone- 9,10,14,30 (rammer) og 31 (rammer + transekt) samt 32 (transekt).

## 3.2 Feltmetodikk

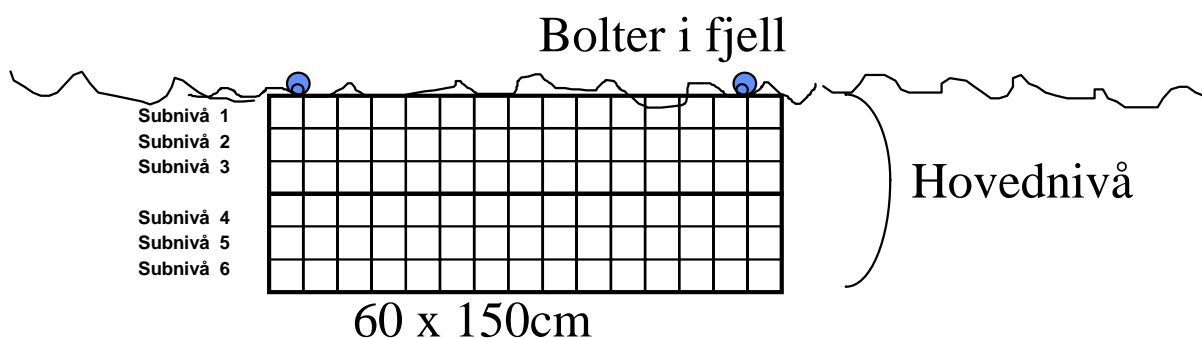
### 3.2.1 Hardbunnsundersøkelser i tidevannssonen - Rammer

Registreringsteknikker og metoder benyttet for å beskrive strandsonesamfunn spenner over vid skala. I enkelte undersøkelser konsentreres hele innsatsen om nøyaktig studie av utvalgte nøkkelarter (Paine 1966), i andre er målet en total samfunnsbeskrivelse etter prinsipp med tilfeldige utvalg (Hiscock and Mitchell 1980).

Svabergstranden er mosaikkpreget heterogen i struktur. Den viktigste biologiske gradient finnes vertikalt og er en funksjon av bl.a. helning og tidevann. Det er også en betydelig horisontal variasjon styrt primært av substratets form, himmelretning og bølgeeksponering.

Metoden vi har valgt søker å kombinere et opplegg med små, tilfeldig valgte undersøkelsesenheter innen flere fast definerte horisontale soner eller nivåer. Dette er gjort ved anvendelse av en ramme (150 x 60 cm) inndelt i 10 x 10 cm ruter tidligere ved hjelp av tynn wire, plassert forsiktig over stasjoner i 1-3 posisjoner.

Rammens plassering, med lengdeaksen langs strandlinjen, ble tidligere fiksert ved hjelp av to bolter og kjetting fra rammens to øvre hjørner til øverste bolt. Lengden på kjettingen i cm til begge hjørner (Pedersen *et al.*, 1990), samt linjen fra øverste bolt via nederste bolt til øvre høyre hjørnet på rammen (sett fra bolten) fikserte registreringsområdet (rammen på 60 x 150 cm) på hver stasjon. Et slikt område utgjør et hovednivå. Det har senere vist seg å være sikrere å borre to bolter i fjellet etter at rammen er plassert. Unøyaktigheten ved at rammen kan forskyves 1-2 cm er dermed eliminert. Wiren eller kjettingen er i denne undersøkelsen erstattet med nylonbolter som er slått ned i fjellet. (Figur 2).



**Figur 2.** Fiksering av rammen til fast hovednivå på en stasjon.

Undersøkelsene ble gjennomført ved hjelp av to dykkere en zoolog og en botaniker. Innen hver rute ble alger og dyr registrert ved 1-0 angivelse for tilstedeværelse-fracvær. Alger og dyr som lever på de større algene ble registrert som tilstedeværende i den rute der substratalgen var festet til fjellet. Informasjon fra dykker ble gitt telefonisk til assistent og ført inn på fast skjema som anga rutenummer og art. I de tilfelle hvor artsidentifisering var vanskelig eller umulig, ble prøve tatt for senere bearbeidelse og mikroskopisk bestemmelse. Slike bestemmelser ble foretatt samme dag prøven ble samlet inn. Enkelte prøver ble fiksert og konserverert på 70% alkohol for senere bearbeidning i laboratoriet og som dokumentasjon for sjelden funn. Flere artsfunn er tidligere kvalitetssikret av Universitetet i Oslo og av eksperter på bestemte dyregrupper i England og Danmark.

Undersøkelsesenheterne er 10 x 10 cm arealer og ned 15 slike ruter ved siden av hverandre, et område på 10 x 150 cm, utgjør et *subnivå* (figur 2). 5 tilfeldig valgte av disse rutene ble undersøkt. 6 subnivå under hverandre danner et *hovednivå*. Innen hvert hovednivå er således 30 tilfeldig valgte av i alt 90 ruter undersøkt (figur 2). På hver stasjon er det lagt ut 2 hovednivåer: et øvre i tangbeltet og et nedre i tarebeltet. Plasseringen har vært skjønnsmessig, men er fast definert etter første gangs undersøkelse. På enkelte stasjoner er et tredje hovednivå plassert mellom de to andre.

Dette arrangementet gir berettigelse til å benytte verdiene fra de 5 (resp 30) tilfeldig valgte rutene på hvert subnivå (resp hovednivå) til å beregne *gjennomsnittlig forekomst* av hver art og la dette være representativt for horisontale nivåer av større utstrekning på stasjonen. De fast plasserte horisontale sub- og hovednivåer gir oss også mulighet til å følge endringer over tid i faste arealer med stor nøyaktighet, analogt med stereofotoundersøkelse.

### 3.2.2 Hardbunnsundersøkelser under tidevannssonen - Dykketransokter

For bedre å fange opp effekter i en fjern- og nærsone under tidevannssonen ble det basert på NIVAs erfaringer fra andre resipientundersøkelser, lagt opp til registreringer langs en hardbunnsprofil - **Dykketransekt**. Transektanalyser innebærer at makroskopiske (> 1 mm), fastsittende alger og dyr blir registrert langs en line strukket fra maks. 30 m dyp og opp til overflaten ved hjelp av dykking. Dykkeren som har telefonisk kontakt med en assistent på land, stopper normalt for å registrere på annen hver meter. I tillegg til hvilke arter som blir funnet, blir også mengden (*forekomsten*) av dem anslått etter følgende semikvantitative gradering:

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

Organismer som ikke kan identifiseres i felt blir samlet inn og senere bestemt under lupe eller mikroskop. Et utvalg av de registrerte artene er konserverert og blir oppbevart på NIVA. Abiotiske faktorer som substrattype og

-helning, grad av nedslamming, horisontalsikt noteres også ved registreringene. Denne metoden har tidligere vært benyttet ved en rekke undersøkelser (f.eks. Pedersen *et al.* 1989; Pedersen & Rygg, 1990; Fredriksen & Rueness 1990;) og den gir et godt bilde av de biologiske gruntvannsforholdene. Data fra alle transektundersøkelser legges inn på regneark og overføres videre til databaser.

Metodens begrensninger er hovedsakelig knyttet til den begrensede observasjonstiden under vann. Først og fremst kan arter som skjuler seg i substratet, som for eksempel fjellsprekker eller tarehapterer, underestimeres. Selv relativt store arter som armfotingen *Crania anomala* og muslingene i familien Anomiidae er ofte så godt kamuflert at de kan bli oversett. Noen viktige økologiske grupper som tanglus (Isopoder), tanglopper (Amphipoder) og fisk er ikke registrert.

Det har vært gitt begrenset tid til bestemmelse av enkelte vanskelige dyregrupper som er nokså utbredte i undersøkelsesområdet. Disse er svamper (Porifera), sjøanemoner (Actinaria), små nakensnegler (Ophistobranchia), cyclostomate mosdyr (spesielt Crisiidae og Tubuliporidae), skorpeformete og enkelte andre grupper av sjøpunger (spesielt Molgulidae samt de skorpeformete Polyclinidae og Didemnidae).

### Billeddokumentasjon

Billeddokumentasjon er vanligvis enkel å utføre og den har vist seg viktig i mange sammenhenger. Under denne undersøkelsen ble det gjort videoopptak av flere dykketransekt, samt en omfattende dokumentasjon med stillfoto. Hensikten er å skaffe visuell dokumentasjon av transektregistreringene, dokumentere forekomst av forskjellige typer alger og dyr og andre spesielle observasjoner. Det er også tatt mange fotografier av mikroskopiske kjennetegn for arter. Fotografiene finnes på NIVA.

### 3.2.3 Prøvetaking av snegl

Det ble samlet inn purpursnegl (*Nucella lapillus*) fra samtlige av de fem lokalitetene utenfor Kårstø-terminalen. Innsamlingen ble foretatt parallelt med de øvrige undersøkelser og utført slik at de ikke påvirket de biologiske samfunnsregistreringene. Sneglene ble frosset ned og senere undersøkt for skader fra organotinn, s.k. imposex. Det ble også analysert på hunnsneglenes innhold av organotinn (TBT, DBT og MBT).

### Imposexanalyser

Forekomsten av imposex i en snegle-populasjon ble bestemt ved hjelp av to indekser (Gibbs *et al.* 1987):

- RPSI (Relative Penis Size Index) beregnes ved at en sammenlikner gjennomsnittlig størrelse på penis hos hunnene med tilsvarende hos hanner. RPSI > 25 er tidligere blitt antydning å indikere svekket formeringsevne (Evans *et al.* 1995).

$$RPSI = \frac{(gj.snitt\ lengde\ av\ hunnens\ penis)^3}{(gj.snitt\ lengde\ av\ hannens\ penis)^3} \times 100$$

- VDSI (Vas Deferens Sequence Index) er basert på at den unormale utviklingen av en sædleder hos hunnene kan inndeles i syv stadier, der stadiet 0 angir en normal upåvirket hunn, mens stadiet 6 angir at hele sædlederen er utviklet, hunnens kjønnsåpning blokkert og at aborterte egg kan observeres. Snegl som har nådd stadiet 6 dør ofte av skadene. En populasjon med en gjennomsnittlig VDSI >4 indikerer at deler av bestanden er steril.

$$VDSI = \frac{\Sigma VDS}{antall\ hanner}$$

Skallengde, kjønn og penislengde ble registrert på hver snegl. Ut fra kjønn og penislengde ble det beregnet imposex (RPSI) for hver populasjon. På hunnene ble i tillegg VDS-stadiet bestemt, og VDSI ble beregnet for hver populasjon. Se Gibbs *et al.* (1987) for en nærmere beskrivelse av metodene. Bløtdelene av sneglene ble frosset ned for senere kjemiske analyser.

### **Kjemiske analyser**

Konsentrasjonen av ulike tinnorganiske forbindelser (tinnspesiene) bestemmes i biologisk materiale ved hjelp av en metode som er basert på direkte ethylering. Materialet oppsluttes først i metanolsk lut og tinnforbindelsene omdannes deretter i vandig løsning med natriumtetraethylborat. Etter omdannelsen ekstraheres de ethylerte forbindelsene med et organisk løsningsmiddel, prøvene oppkonsentreres og konsentrasjonen måles ved gasskromatografi med atomemisjons-detektor (GC-AED).

#### *Opparbeidelse av biologiske prøver*

For å frigjøre de tinnorganiske forbindelsene fra det biologiske vevet (matriks) blir 1-2 g av prøvene oppsluttet med en blanding av metanol og lut over natten. Lutblandingen bryter ned bindingene mellom tinnkomponentene og vevet, og tinnkomponentene løses deretter som "frie" klorider og hydroksider. Prosessens effektivitet er svært avhengig av surhetsgrad (pH) og det er derfor nødvendig med en justering av pH etter oppslutningen. Omdannelsen utføres deretter direkte i vandig løsning ved å tilsette en gitt mengde av en løsning av natriumtetraethylborat i metanol. Prøvene ristes godt og står deretter i 10 minutter slik at omdannelsen er fullstendig. Heksan tilsettes og prøvene settes på ristebord for å ekstrahere de tetraalkylerte tinnforbindelsene. Omdannelsen og ekstraksjonen gjentas en gang. Før ekstraktene er klare til analyse oppkonsentreres de ved indampning med nitrogen til et sluttvolum som passer til det forventede nivå.

#### *Analysemetodikk*

Identifisering og kvantifisering av de tinnorganiske forbindelser er utført ved hjelp av GC-AED. Det er brukt en Hewlett Packard 5890 gasskromatograf med kapillærkolonne koblet til en HP 5921A atomemisjonsdetektor. Injeksjonene er utført med en HP 7673 automatinjektor. Prøvene injiseres på en 30 m HP-5 kolonne som separerer forbindelsene hovedsaklig etter stigende kokepunkt slik at de letteste forbindelsene kommer ut først. I enden av kapillærkolonnen føres analyttene inn i et mikrobølgeindusert heliumplasma. Her atomiseres og eksiteres analyttene og lyset som sendes ut måles med et spektrofotometer.

Kalibreringen gjøres ved at en fempunkts kalibreringskurve kjøres for hver prøveserie som analyseres. Prøvene tilsettes også en intern standard som brukes i kvantifiseringen for å korrigere for tap under opparbeidelsen. Identifisering er gjort ved å derivatisere de rene standardene og analysere disse hver for seg.

#### *Kvalitetssikring*

Det analyseres en injisering av en kjent standard for hver tiende reelle prøve som kjøres på gasskromatografen. I tillegg kontrolleres opparbeidelseprosessen ved hjelp av analyser av et biologisk referansemateriale (NIES no. 11), og renheten ved opparbeidelse av en blindprøve for hver prøveserie. I tillegg til det sertifiserte referansematerialet har vi også analysert paralleller av en "husstandard" som er laget av blåskjellhomogenat fra prøver som er analysert på NIVA tidligere.

## **3.3 Databehandling og statistiske metoder**

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

### **Definisjoner og parametre**

Foruten de parametre som er definert, vil følgende begreper bli brukt i beskrivelsen av resultatene:

*Subnivå:* Fast horisontalt areal på 10x150 cm utlagt i strandsonen på hver stasjon. Subnivået er delt i 15 ruter a 10x10 cm hvorav 5 tilfeldig valgte er undersøkt på hvert tokt.

*Hovednivå:* Fast horisontalt areal på 60x150 cm utlagt i strandsonen på hver stasjon. Hvert hovednivå inneholder 6 subnivåer rett under hverandre. På hver stasjon er det opprettet 2-3 hovednivåer.

*Stasjon:* Fast strandlokalitet i Kårstøområdet med horisontal utstrekning ca 3-4 meter. Innenfor dette arealet er hovednivåene plassert, ett i tidevannsonen og ett lenger nede, i tarebeltet. Eller som under transektregistreringene en 5 m bredt transekt ned til max.30 m.

*Transekt:* Registreringer av alger og dyr makroskopisk ca. 2.5 m på hver side av en line strukket fra overflaten og ned til max.30 m.

*Sone:* Et horisontalt belte i strandsonen av større eller mindre vertikal utstrekning og karakterisert ved bestemt flora og faunasammensetning.

*Fetch:* Åpen hav-strekning (ut fra stranden) som bølger kan genereres over.

*Dominante arter:* Den (de) alge- eller dyrearter innenfor et areal (hoved-, subnivå) som har størst tetthet.

*Subdominante arter:* Gruppen av arter med midlere tetthet, dvs lavere enn den dominante. Faste grenser mellom subdominante og sjeldne arter er det ikke praktisk å sette.

*Økologiske typer (økotyper):* Grupper av arter med felles økologiske særtrekk. Alle de funne artene er gruppert i åtte slike typer (se Vedlegg B og C).

Ved databearbeidelsen er det beregnet en rekke enheter og indekser som beskriver hele strandsamfunnet eller den enkelte art. Disse enhetene kan deles i *basale og utledede samfunnsparametre*.

### **Basale samfunnsparametre:**

#### *Artsantall*

Dette er det samlede antall taxa av planter og dyr som er registrert. De fleste organismene er identifisert til art og for noen dyr er unge former og voksne individer skilt i separate enheter. 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*

Ved beregning av samfunnsindekser (dvs. diversitet, jevnhet og dominans, beskrevet nedenfor) for transektregistreringene, ble forekomsten (verdi 1 - 4) av hver art på hver meter, summert slik at hver art fikk en forekomst avhengig av de dypintervall en velger. Ved gruppering av arter (se "Multivariate analyser") fikk gruppen den samme forekomst som den vanligste arten innen gruppen hadde.

Forekomst innen ruteanalysene defineres som "det gjennomsnittlige antall ruter pr. kvadratmeter hvor en art forekommer" innen et hovednivå. Forekomst av hver art er beregnet for hvert av de 6 subnivåene til et hovednivå. De sistnevnte verdier er brukt til utregning av de utledede samfunns-parameterene, mens alle verdier kan være benyttet i similaritet og variansanalysene.

### **Utledelede samfunnsparametre**

#### *Diversitet*

Et karakteristisk mønster hos de fleste biologiske samfunn er at de består av forholdsvis få arter som er vanlige og et større antall som er mer sjeldne. Den vanligst benyttede måten å beskrive dette mangfold på, er å bruke

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1963). Indeksen baserer seg på artsantall og tetthet (her forekomst) av de enkelte arter, og høy diversitet indikerer stort mangfold.

#### *Jevnhet*

Jevnhet, eller "evenness", beskriver fordelingen av antallet individer (her forekomst) mellom de tilstedeværende artene. Indeksen varierer mellom 0 (kun en art tilstede) og 1 (forekomst lik for alle arter).

Ved å sammenligne artsantall, diversitet og jevnhet for en rekke stasjoner kan en få et begrep om hva diversiteten er mest avhengig av, - artsantallet eller jevnheten i fordelingen av de artene som er tilstede.

#### *Dominans*

En arts dominans i en prøve defineres som "antall individer av arten i prosent av den totale sum av individer". Mens artsantall relateres til en fast enhet i areal eller volum, vil dominans for en art relateres til en egenskap ved samfunnet og kan være spesielt nyttig ved sammenligninger over tid (Odum 1971). Den analoge definisjon i vårt tilfelle er "dominans av art a i et hovednivå er tettheten av a i prosent av summen av alle artenes tettheter." Dominansen forteller oss hvor stor andel art a utgjør av alle de tilstedeværende artene.

Dominans under transektanalysene defineres likeledes som forekomst av en art i prosent av den totale sum av alle artenes forekomst. *Dominansindeks* er analogt med den høyeste dominansen. Høye verdier indikerer et samfunn dominert av en art.

I denne undersøkelse av tilstand og utvikling, defineres "forbedring" som økende artsantall, økende diversitet, økende jevnhet og avtagende dominans. "Forverring" defineres følgelig motsatt.

### **Morfologiske og funksjonelle grupperinger av dyrearter**

Inndeling av fastsittende dyr i *kolonidannende* og *solitære* (enslige) grupper har vært brukt i andre undersøkelser av bunnsamfunn (f.eks., Jackson, 1977; Schoener & Schoener, 1981). Jackson (1977) mener at kolonidannende arter er mer konkurransedyktige enn solitære med hensyn på å skaffe seg plass, bl.a. fordi kolonidannende arter kan spre seg lettere horisontalt uten å være avhengige av et planktonisk stadie (i de frie vannmassene). I forurensede resipienter (f.eks., Iddefjorden, Frierfjorden og Oslofjorden) har imidlertid solitære dyr vært mer dominerende enn kolonidannende dyr (Green, upubliserte data fra gruntvannssamfunn undersøkt ved stereofotografering). Mengdeforholdet mellom kolonidannende og solitære dyr har tidligere blitt brukt som overvåkingsparameter i gruntvannsundersøkelser på hardbunn (Bakke *et al.* 1984).

Under bearbeidelsen av stereofotografiene ble også "fri-plass" registrert. Dette betegner ledig areal uten organismer eller bare de som i liten grad vil hindre nye organismer fra å slå seg ned. Inkludert i denne gruppen er bl.a. bart fjell, fjellbunn med et "brunt" belegg (kode BRUNT er cf. *Pseudolithoderma extensum*) og skorpeformete alger som *Lithothamnion* sp.. Mengde ledig areal er en viktig komponent i samfunnsstruktur-analyser fordi den kan gi et begrep om hvorvidt konkurranse om plass er en kontrollerende faktor. Mange hardbunnsorganismer foretrekker bart fjell, "fastsittende" skjell, ubebodde kalkrør og skorpeformete alger som substrat fremfor andre typer dyr og alger. Derfor inngår de arealene som er dekket ved disse substrattypene (vekstunderlagene) i begrepet "fri-plass".

Også under bearbeidelsen av stereofotografiene ble "løs-materiale" registrert. Dette inkluderer slam og detritus (døde alge- og dyrerester). Slikt materiale kan ha "kvelende" og annen ugunstig effekt på samfunnet (hindre nedslag og kolonisering) og avspeiler dermed i hvilken grad hardbunnsorganismer kan forventes å opptre.

### **Dominansprofiler**

En lokalitets artsdominans er framstilt i såkalte dominansprofiler. Profilene angir en kumulative prosent av alle arters rangerte dominans. Alle arter er først rangert fra høyest til lavest dominans. Den høyeste dominans for art 1 i et hovednivået plottes først. Neste punkt på kurven tilsvarer summen av første arts dominans og dominans for art nummer to. Den tredje rangerte art vil få et punkt som er summen av de to første arters dominans og sin

egen. Slik bygges kurven opp. Ettersom dominansen beregnes i %, vil summen av alle arters dominans være 100% og dette punktet tilsvarer laveste rangerte art.

Ved tolkning av dominansprofiler/-kurver skal en legge merke til årsforskjeller mellom kurvenes helning i første del. Stor stigning vil si at noen få arter dominerer samfunnet, mens en sakte voksende kurve viser at samfunnet består av mange arter og ingen av artene dominerer. Endringer i kurvene fra ett år til neste viser at det har skjedd en forandring i samfunnet. En gradvis endring i dominansprofilene over flere år, kan indikere at fjæresamfunnet har vært utsatt for en ytre påvirkning/forurensning.

## Multivariate analyser

Alle multivariate analyser ble utført v.h.a. programpakken PRIMER (4.0) (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

For å kunne dokumentere en eventuell forandring i artssammensetning mellom årene, har en benyttet multivariatanalysene *cluster* og *MDS* ("Non-Metric Multi Dimensional Scaling"). Arter som ligner hverandre og er vanskelige å skille i felt, ble slått sammen til grupper i de multivariate analysene (se Vedlegg B og C). Arter/grupper som kun har vært registrert som enkeltfunn, ble ikke tatt med i analysene.

Før multivariate analyser ble data fra transektundersøkelsene rot-transformerte og for MDS-analyser rangert.

Cluster-metoden (nærmere beskrevet i Clifford & Stephenson, 1975) vil i prinsippet forsøke å finne "naturlige grupperinger", slik at prøver innen en gruppe er mer like enn prøver i andre grupper. Metoden tar utgangspunkt i en *likhetsmatrise* (similaritetsmatrise), og det er benyttet Bray-Curtis likhetsindeks (Clifford & Stephenson 1975) til beregning av denne matrisen. Likhetsmatrisen består av indekser for alle prøvepar og kan variere fra 0 (minst like) til 1 (identiske prøver). Prøvene/prøveparene er deretter gruppert etter "Group Average-Linking" som er en "Hierarchical Agglomerative"-metode. For å skille mellom hovedgrupper ble det subjektivt valgt en grenseverdi i likhet, vanligvis mellom 0.4 og 0.6. Resultatene kan fremstilles i et dendrogram. Videre er likhetsmatrisen benyttet til MDS (se f.eks. Kruskal & Wish 1978).

MDS forsøker å konstruere et "kart" i et visst antall dimensjoner (her 2-dimensjonalt) ved å benytte informasjon om beregnet "avstand" mellom prøvene. Avstandene mellom forskjellige prøver i et MDS-plott tilsvarer graden av forskjell mellom prøvene. Det ble valgt å bruke 50 (av 100) gjentatte beregninger ("iterations") på datasettene i MDS.

En *stressfaktor* beregnes etter hvor god tilpasning det er mellom prøvenes similaritetsmatrise og prøvenes fremstilling i det todimensjonale MDS-plottet. Stressfaktoren betegner korrelasjonen mellom similaritet og plott etter følgende kriterier (revidert etter Clarke & Warwick 1994):

Stressfaktor:

- < 0.05 plottet gir en *utmerket* representasjon av sammenhengen.
- < 0.1 plottet gir en *god* representasjon av sammenhengen.
- < 0.2 plottet gir en *antydningmessig* representasjon av sammenhengen. Plottet vurderes med forsiktighet.
- < 0.3 plottet gir en *noe bedre enn tilfeldig* representasjon av sammenhengen mellom prøvene.

For å teste om MDS-plottet gir signifikante forskjeller mellom prøver, benyttes en test kalt *ANOSIM*. Dette er en simulert variansanalyse basert på permutasjoner eller omordning av elementer i en gruppe, etter Monte Carlo-metoden (Hope 1968). Testen setter ingen betingelser for "likhet i varians", noe som er en betingelse for ordinære multivariansanalyser. De ulike arters betydning for utfallet av de multivariate analysene ble undersøkt ved hjelp av en test kalt *SIMPER*. Få prøver krever større forskjell mellom prøvene for at forskjellen skal være statistisk signifikant. Derfor trenger ikke prøvene på et plott med få prøver som ligger "langt" fra hverandre, nødvendigvis å være signifikant forskjellige.

### Kommentarer til presentasjonen/diskusjonen av datamaterialet

For **transektregistreringene** er parametrene (indeksene) basert på data fra 0 m til største dyp på stasjonene i m dyp og alle forekomster er inkludert. Usikre bestemmelser er behandlet som sikre bestemmelser. Hvis to registreringer på samme dyp kan være samme art, som for eksempel *Balanus balanoides* og cf.*Balanus balanoides*, ble størst forekomst brukt videre. Resultatene for forekomster av "juvenile" er behandlet som voksne. Verdi for "forekomst" i transektundersøkelsene er beregnet som

$$\Sigma e_{1-24}^f$$

hvor f er maksimum forekomst per enmeters-intervall. Dominansindeks, diversitet, jevnhet og bestemmelse av de vanligste arter, er basert på denne formelen. De fem vanligste arter er angitt. For dypintervallene er beregningene basert på forekomster innen det angitte dypintervall.

### Vedleggsmateriale

I vedlegg A finnes oversikter over alle arter som er registrert under ramme- og transektundersøkelsene og de sammenslåinger som er gjort.





## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1 Fysisk stasjonsbeskrivelse

Stasjonsnettet for undersøkelsen er vist i figur 1. Tidevannssonene ved Kårstø er hovedsakelig svabergstrand med glatt eller sprukket fjell (tabell 2). Sand- eller mudder-strender er det lite av. Fotodekning av samtlige stasjoner er arkivert på NIVA.

**Tabell 2.** Stasjonenes beliggenhet og fysisk karaktertrekk. Under stasjonskolonnen er T = transektregistreringer og R = rammeregistreringer.

Nye stasjonsnr		20T	20R	21R	21T	30R	31R	31T	32T	33T
Gamle nr		ny	16/4	19/4	ny	ny	ny	ny	ny	ny
Posisjon (GPS)		N59°12.232	N59°12.490	N59°15.408	N59°15.410	N59°16.151	N59°16.176	N59°16.067	N59°16.258	N59°15.455
		Ø05.30.946	Ø05.30.620	Ø05°25.680	Ø05°25.690	E05°30.941	E05°29.087	E05°29.100	E05°28.617	E05°29.087
Himmelretning		S116°	130°	130°	Ø106°	S172°	Ø76°	N23°	Ø68°	Ø98°
Skråning	0-30		x	x	x	x	x	x	x	x
	30-60							x		
	60-90	x								
Substrat	glatt fjell		x	x						
	sprukket fjell	x			x	x	x	x	x	x
	rullesten									
	grus/sand mudder				x					
Orientering	Mot åpent hav		x	x		x				
	Mot fjord	x			x	(x)				x
	Mot sund						x	x	x	
	Mot poll, kile									
Fetch		4	3	3	2	2	1	1	1	2
Dyp utenfor (<200m)		>50	>50	>50	>50	30	30	30	25	18
Største dyp på transekt		30			30			23	22	15
Kommentarer		Ikke over-ett merke.	3 Nivå. Delvis beskyttet mot direkte åpent hav grunnet holmer utenfor.	Svaberg. Ligger ca. 100m sør for transektet	Pynt nord for R21.	Liten holme (m/varselskilt) rett ut fra flammetårn på Kårstø-terminalen.	Rett overfor Kårstø-terminal og litt sør for Bustøfløa.	Rett overfor Kårstø-terminal og litt sør for Bustøfløa.	Ca.10m fra kabelskilt, rett overfor nordre gasstorn og n.blå tank. (ca. 2m nord fra stor stein).	Liten bukt og rullesten bak st. Rett overfor Bratthim. Blyline 90 m ut fra land.

## 4.2 Hardbunnsundersøkelser i tidevannssonen - Rammer

### 4.2.1 Stasjonsbeskrivelser

#### Figurforklaring

For hver enkelt stasjonsbeskrivelse finnes en figurside. Figurene viser et kart over området med den omtalte stasjonen markert med en pil. Stasjonsnummer og navn er plassert til høyre for kartet med tilhørende koordinater for stasjonen ut fra GPS- målinger. Under kartet er dominansprofilen for hvert av hovednivåene over alle registrerte år presentert. Profilene angir den kumulative prosent dominans av artene som forekommer i hovednivået. Alle arter er først rangert fra høyest til lavest dominans. Den høyeste dominans for hovednivået plottes først. Neste punkt på kurven tilsvare summen av første arts dominans og dominans for art nummer to. Den tredje rangerte art vil få et punkt som er summen av de to første arters dominans og sin egen. Slik bygges kurven opp. Ettersom dominansen beregnes i %, vil summen av alle arters dominans være 100% og dette punktet tilsvare laveste rangerte art.

Ved tolkning av dominansprofilene skal en legge merke til årsforskjeller mellom kurvenes helning i første del. Stor stigning vil si at noen få arter dominerer samfunnet, mens en sakte voksende kurve viser at samfunnet består av mange arter og ingen av artene dominerer. Endringer i kurvene fra ett år til neste viser at det har skjedd en forandring i samfunnet. En gradvis endring i dominansprofilene over flere år, kan indikere en utvikling i fjæresamfunnet eventuelt grunnet en ytre påvirkning/forurensning. At dominansprofilene øverst i fjæra ett år har en betydelig steilere kurve enn øvrige år, er ikke ensbetydende med at stasjonen har endret seg, men kan ofte forklares ut fra tilfeldige nedslag av blåskjell og rur. Slike endringer er naturlige.

Tidlig om våren er samfunnet lite utviklet og få arter dominerer. Profilene er dermed også steilere. Utover våren og sommeren kommer vanligvis flere arter inn og profilene flater ut. Tas prøvene på samme tidspunkt hvert år vil en kald vinter/vår i utgangspunktet kunne ha en steilere kurve enn ett år med varm vinter/vår.

Årene 1981,-82,-83,-85,-88,-89,-95,-96 og 1997 er framstilt i figurene. Undersøkelser fra 1983 og 1985 er bare foretatt på et begrenset antall stasjoner.

MDS-plottet nederst på sidene framstiller forskjeller i samfunnsstruktur (artssammensetning og forekomst) innen et hovednivå på en stasjon fra ett år til neste. Jo større avstand det er mellom årene, dess mer forskjellig er de. Årstall som ligger nært hverandre indikerer at forskjellen fra et år til neste er liten. Målestokken i plottene er relative, noe som vanskeliggjør sammenlikning mellom plott. Dette gjør at man f.eks. sjelden kan si at forskjellen mellom årene er større i ett hovednivå enn i et annet. Det eneste som kan antyde dette er hvis flere stasjoner i et plott grupperes tett sammen eller nærmest på hverandre og andre grupper eller enkelte år skiller seg tydelig fra den tette gruppen. Da kan man tolke forskjellene mellom årene som betydelige. For ytterligere forklaring se metodekapitlet og Pedersen & Green (1996).

De statistiske tester som omtales under stasjonsbeskrivelsen består av enveis variansanalyse (ANOVA) ved testing av indekser over år, og en simulert enveis ANOVA (ANOSIM - se metodekapitlet) under analyse av strukturen i MDS-plottene.

Antall arter som er gruppert sammen finnes i vedlegg B. Se ellers metodekapitlet for ytterligere forklaring.

**Stasjon nr. 20, Vaagaholmen vest. Himmelretning øst**

Stasjonen som har 3 hovednivå, dannet i 1997 og i 1995 tre distinkte soner, mens i 1996 forekom 4 noe uklare soner. I etterundersøkelsen 1988-89, dannet stasjonen 3 soner sammenfallende med hovednivåene, mens tilsvarende 3 soner i 1981/83 ikke var helt samsvarende med hovednivå. 1996 skiller seg ut fra alle andre år. Stasjonen må karakteriseres som stabil selv om det har skjedd en endring i artssammensetningen mellom 80- og 90-tallet. Endringene skyldtes økt forekomst av blåskjell (MYTED), små tareplanter (LAMIN), fingertare (LAMDI), søl (PALPA) samt en reduksjon i albueskjell (PATVU), røddlo (TRAIN), røddokke (POLYU) og strandsnegl (LITLI) samt purpursnegl (NUCLA). Det er også påvist en økning i hydroider fra 80- til 90-tallet.

Hovednivå	1			2			3		
Undersøkt år	95	96	97	95	96	97	95	96	97
Antall arter	31	15	21	44	42	39	41	39	38
Forekomst	197	103	181	330	288	261	292	234	256
Dom.indeks	15	28	16	9	10	10	9	13	11
Diversitet	2,7	2,0	2,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2
Jevnhet	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
Dominanter	HILRU BALBU MYTED	MYTED BALBO HILRU	HILRU LITJU BALBO	MYTED CORAX CERRU	MYTED SPOCE COROF	CERRU POLBR COROF	MYTED LAOGC CORAX	MYTED ELEPI COROF	ELEPI LITGL LAOGC COROF
	RALVE	MASST	MYTED	NUCLA	MASST	MASST	PALPA	CERRU	LAMDI

Antall arter i øvre nivå var signifikant lavere enn artsantallet i nivå 2 og 3 ( $p=0.000$ ). Antall arter i 1996 var mindre enn både i 1995 og 1997. Forskjellen mellom de tre årene avtok fra øvre til nedre nivå. Stort blåskjellnedslag i alle 3 hovednivå karakteriserer stasjonen på i 1995 og i 1996. Bare i øvre nivå i 1997 kunne en spore et tydelig blåskjellnedslag.

Forekomsten var signifikant forskjellig mellom alle hovednivå med lavest i nivå 1 og høyest i nivå 2 ( $p=0.000$ ). I øvre nivå økte forekomst fra 1981 til 1982 og var stabil helt til i 1996 hvor forekomsten igjen var nede på 1981-nivå. I 1997 økte forekomsten igjen. I nedre nivå økte også forekomsten fra 1996 til 1997.

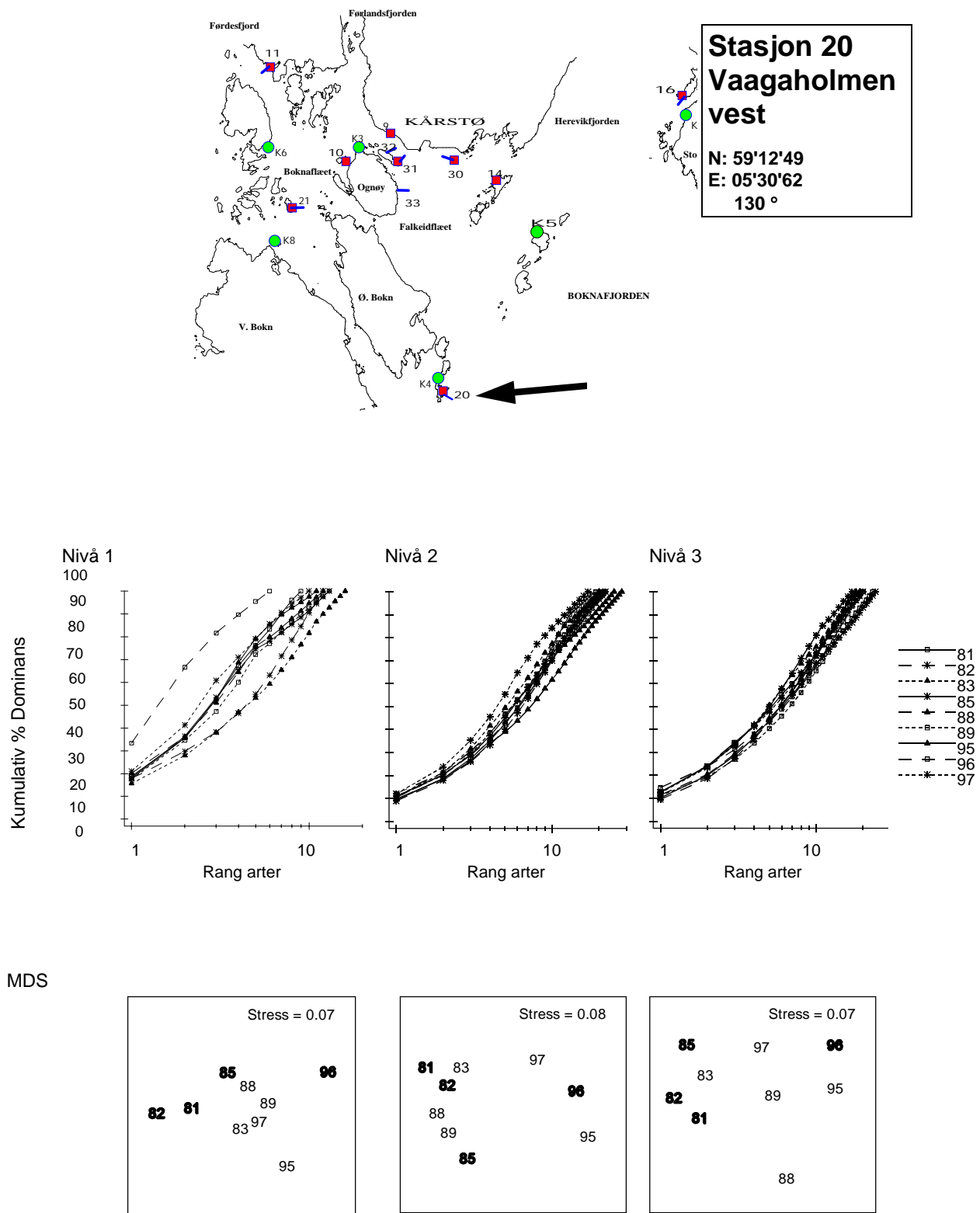
Dominansindeksen i øvre nivå var gjennomsnittlig 17% og signifikant forskjellig fra nivå 2 og 3 med h.h.v. 9 og 10% ( $p=0.000$ ). Igjen var det året 1996 som skilte seg ut ved dobbelt så høy dominans i forhold til tidligere år i øvre nivå. I 1997 var dominansen igjen nede på 1995-nivå. I nedre nivå kunne samme tendens spores.

Diversiteten var signifikant lavere i øvre nivå enn i de to nedre ( $p=0.000$ ). Den var stabil over tid, på de nedre to nivåene, og svakt høyere i 1995 enn de påfølgende år i øvre nivå. I øvre nivå skilte igjen 1996 seg ut med lavere diversitet.

Jevnhet viste ingen entydig endring fra 1995 til 1997.

Dominansprofilene varierte sterkt over tid i øvre nivå. Variasjonen avtok med økende dyp. I 1996 skilte dominansprofilen seg klart ut i øvre nivå, noe som skyldtes et betydelig blåskjell- (MYTED) og rurnedslag (BALBO) dette året. Profilene i 1982-1983 skilte seg også fra "normaltilstanden" ved å vise tydelig lavere dominans. Disse årene dominerte også beitende snegler som albueskjell (PATVU) og strandsnegler (LITLI, LITZZ). Albueskjell ble tydelig redusert i 1983 og opptrer idag i et beskjedent antall.

Artssammensetning: Endringene i artssammensetningen fra 1981 og fram til 1997 vises i MDS-plottet. Endringene i øvre nivå skyldes bl.a. økt forekomst over tid av blåskjell (MYTED) og reduksjon i sneglebestandene strandsnegl (LITLI), purpursnegl (NUCLA) og albueskjell (PATVU). Endringen i de nedre nivåer er bl.a. forårsaket av økt forekomst av tareplanter (LAMIN), søl (PALPA), blåskjell (MYTED) samt en reduksjon i bl.a. røddalgen røddlo (TRAIN) og røddokke (POLYU).



**Figur 3.** Stasjon 20. Vaageholmen vest. Beliggenhet, dominansprofiler og MDS. År med lav vinter-vår temperatur er uthøvet.

**Stasjon nr. 21, Skolbuholmene, Himmelretning øst**

Rammene delte stasjonen på 90-tallet som på 80-tallet, i to distinkte soner representert med hvert sitt hovednivå. Stasjonen ble antatt å ha vært utsatt for isskuring mellom 1982 og -88. Stasjonen ble betegnet som ustabil. På 90-tallet har flere av de beregnete parametre nærmet seg verdien som ble beregnet i førundersøkelsen. Fortsatt er det mindre tang i øvre nivå enn på begynnelsen av 80-tallet. Stort blåskjell- og rurnedslag karakteriserer stasjonen på 90-tallet. Sagtang (FUCSE) avtok fra 1981 og fram til 1996 hvor større forekomster av nye unge planter ble observert. Disse hadde også økt i 1997.

Hovednivå	1			2		
Undersøkt år	95	96	97	95	96	97
Antall arter	21	23	29	44	41	47
Forekomst	147	129	203	277	345	266
Dominansindeks	20	23	14	11	9	10
Diversitet	2,6	2,4	2,9	3,4	3,3	3,3
Jevnhet	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6
Dominanter	HILRU BALBO MYTED CORAX PATVU	BALBO MYTED HILRU PATVU FUCUZ	BALBO HILRU FUCUZ MYTED LITLI	CORAX CLARU ELEPI FUCUZ MYTED	MYTED CORAX CLARU SPIBO PHYLE	CLARU CORAX SPIBO PHYLE ELEPI

Antall arter har vært relativt stabilt i hele etterperioden fra 1988. Generelt sett var artsantallet i forundersøkelsen lavt, spesielt i 1982, mens etter 82 har artsantallet vært stabilt høyere både i nedre og i øvre nivå. Større forekomster av tang (FUCVE og FUCSE) i 1981-1988 innebærer ofte artsfattigere samfunn enn når mindre storvokste arter dominerer.

Forekomsten i øvre nivå var signifikant lavere enn i nedre ( $p < 0.000$ ). I øvre nivå var forekomst lav i 81/82, deretter tydelig høyere i 1988 for deretter å synke fra 1988 til 1981/82 nivå i 1996. Dette gjenspeiles også i dominansprofilene (se nedenfor). I nedre nivå var forekomsten lav, men stabil, bortsett fra en tydelig høyere og forbigående forekomst i 1996 av en del middels dominerende arter.

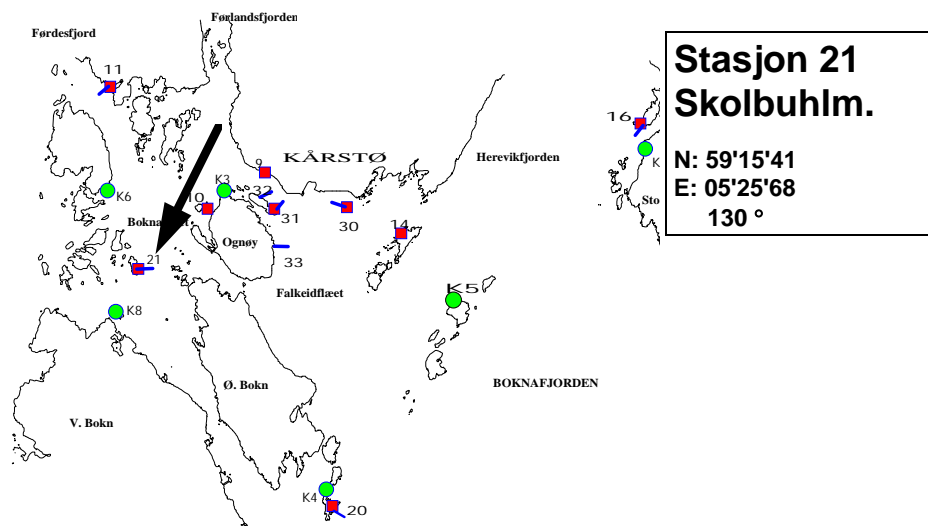
Dominansindeksen var i gjennomsnitt 19% i øvre nivå og 10% i nedre. Forskjellen var signifikant ( $p < 0.000$ ). I nedre nivå skilte igjen 1996 seg ut fra de andre med lavere dominans dette året. I øvre nivå var dominansen høy i 1981/82, lav i 1988 og deretter igjen økende fram til 1996 til et nivå som i 1981 for så å falle tilbake til 1988/89-nivå i 1997. Dette stemmer godt overens med kalde og varme vintre/vår disse årene. I øvre nivå - høy dominans under kalde år og lavere dominans i varme år, mens i nedre nivå kan forskjellen i dominans ha hatt motsatt effekt.

Diversiteten var signifikant forskjellig i øvre og nedre nivå med gjennomsnittsverdier på h.h.v. 2.5 og 3.2 ( $p < 0.001$ ). I nedre nivå var den lavere i forundersøkelsen enn i påfølgende undersøkelser. I øvre nivå var den lav i 1981/82, høy i 1988 og deretter avtagende til et 1981-nivå i 1996 for så å øke i 1997 igjen. Diversiteten følger også her "varme og kalde" år i øvre nivå og ikke så entydig i nedre nivå.

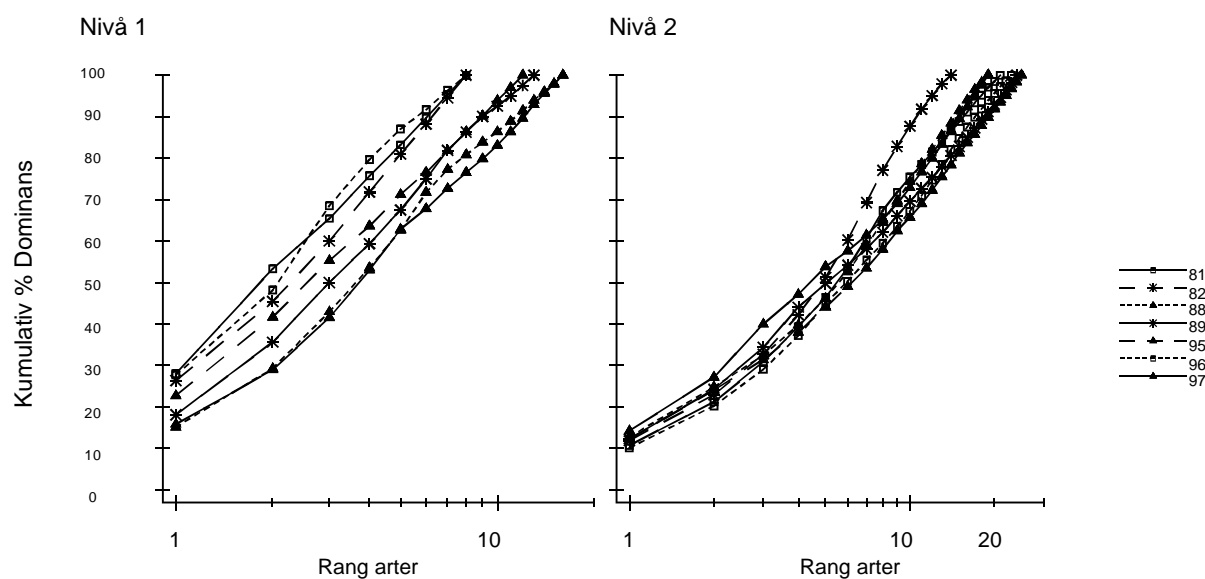
Jevnhet var stabil i både nedre og øvre nivå. Det var ingen forskjell mellom hovednivåene.

Dominansprofilene i øvre nivå viser at de "kalde" årene 1981,82 og 96 grupperte seg i en gruppe med høyere dominans enn hva som var tilfelle under de "varme" årene. I nedre nivå var dominansprofilene mer lik innen de to årsgruppene.

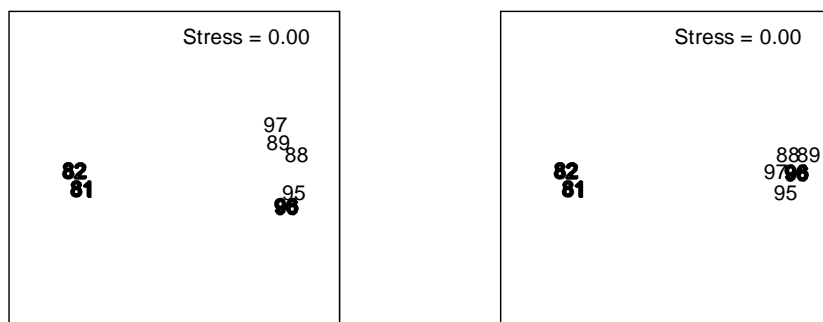
Artssammensetning: I begge hovednivåene var det klar forskjell i samfunnsstruktur mellom forundersøkelsen (1981,1982) og de senere undersøkelsene. Mye tyder på at dette skyldes isskuring mellom 1982 og 1988 som fortsatt gir ettervirkning i form av ustabile samfunn.



Artssammensetning: Øvre nivå viser at artssammensetningen i de tre undersøkelsesperiodene var forskjellig fra hverandre. Skillet mellom ”kalde og varme ” år kommer tydelig fram unntatt for 1996 som faller i den ”kalde” gruppen.



MDS



**Figur 4.** Stasjon 21. Skolbuholmene. Beliggenhet, dominansprofiler og MDS. År med lav vinter-vår temperatur er uthevet.



**Stasjon nr. 30, Kråka, Himmelretning sør**

Stasjonen ble nyopprettet i 1995 og ligger nærmest utslippspunktet fra gassterminalen. Rammene dannet to distinkte soner hver representert med hvert sitt hovednivå. Soneringen innen nedre sone var mer homogen og stabil mellom årene enn hva var tilfelle i øvre sone, noe som er naturlig. Selv om de to sonene hadde tydelig forskjellig artssammensetning, var det ingen forskjell i basale og beregnede parametre mellom nedre og øvre hovednivå. Nedslaget av blåskjell var ikke så markant i 1997 som årene før. Forekomst av grønnalger i øvre nivå avtok mens små tangplanter økte fra 1995 til 1997.

Hovednivå	1			2		
Undersøkt år	95	96	97	95	96	97
Antall arter	31	27	33	43	34	37
Forekomst	247	216	326	306	288	265
Dominansindeks	11	14	9	10	10	11
Diversitet	2,9	2,8	3,1	3,3	3,1	3,1
Jevnhet	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Dominanter	HILRU MYTED BALBO BLIMI FUCUZ	MYTED BALBO FUCUZ SPOAE HILRU	BALBO FUCUZ MYTED BALJU POLBR	CORAX MYTED LAMJU ELEPI CLARU	MYTED BALBO CORAX BALBU CLARU	CORAX LAOGC ELEPI BALBO COROF

Antall arter var stabilt i både nedre og øvre hovednivå, med en forbigående reduksjon i artsantall i 1996, noe som også sammenfaller med "kalde og varme" år. Det var bare små endringer innen de mest dominerende artene innen hvert av hovednivåene mellom 1995 og 1996, mens i 1997 var det påfallende mindre nedslag av blåskjell (MYTED) i nedre nivå enn de foregående årene.

Forekomsten var meget stabil mellom årene både i øvre og i nedre nivå. En liten nedgang kunne spores fra 1995 til 1996 i begge hovednivå. Mens forekomsten økte igjen i 1997 i øvre nivå, avtok den dette året i nedre.

Dominansindeksen var forholdsvis lav i øvre nivå. I nedre var den som forventet. Høyere dominans i øvre nivå i 1996 skyldes større forekomster av rur (BALBO) og blåskjell dette året.

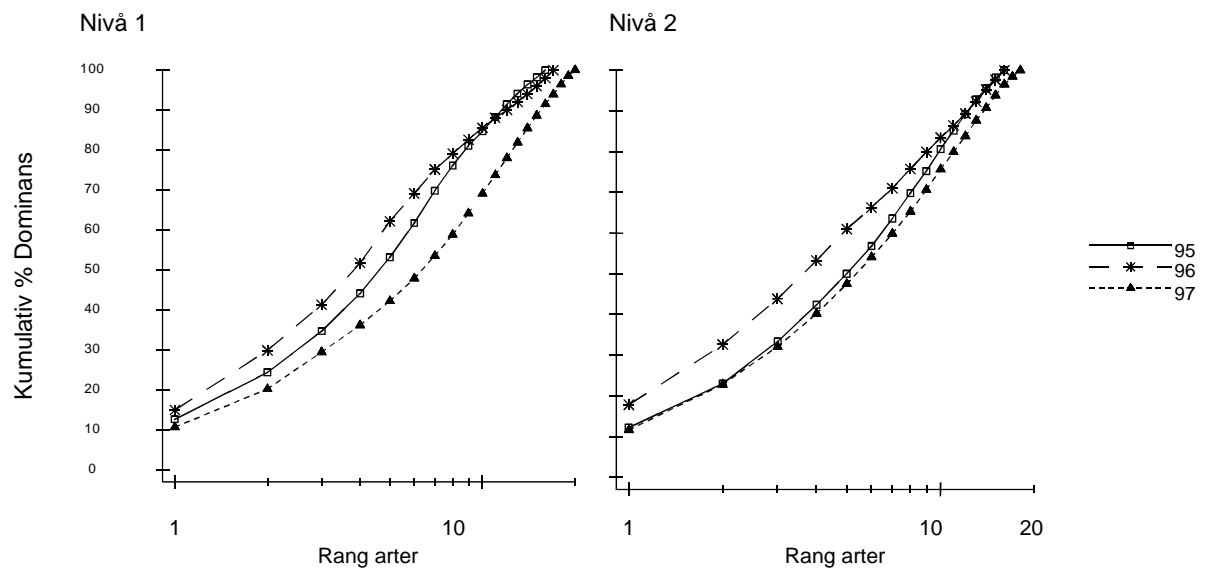
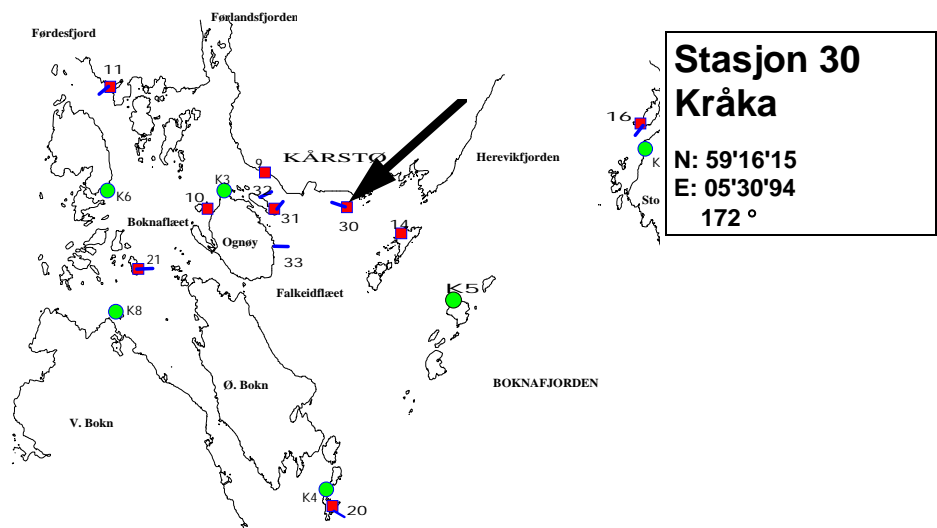
Diversiteten var stabil over årene med en viss nedgang i begge hovednivå i 1996, med en økning i øvre nivå i 1997. I nedre nivå forble diversiteten på 1996-nivå.

Jevnhet var lik over begge hovednivå hvert av årene.

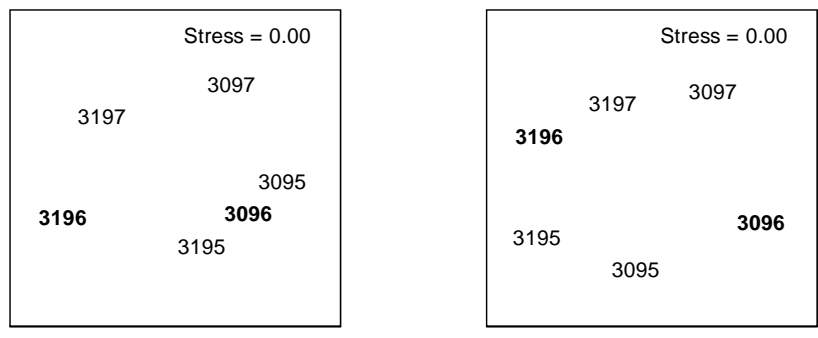
Variasjonene i indeksene gjenspeiler tildels variasjonene i "kalde og varme" år, med 1996 som et "normalt kaldt" år og 1995 som et "unormalt varmt" år.

Dominansprofilene viser noe større variasjon mellom årene i øvre enn i nedre nivå. I tillegg er dominansprofilen i 1996, det "kalde" året steilere enn de to andre årene. Det er mulig at den varme perioden fra 1988 til 1994 (den lengste vedvarende varmeperiode siden 1924 iflg. Havforskningsinstituttet Flødevigen) har gitt en gradvis dreining av artssammensetningen mot mer varmekjære arter. Den kalde vinteren 1996 kan ha gitt en svak dominans av de mer kuldetolerante av disse den etterfølgende sommer. I 1997 var man igjen tilbake til en varm vinter der oppvekst av både varmetolerante og euryterme arter (de som tåler vidt temperaturspenn) ga et mindre dominant samfunn. Datagrunnlaget er imidlertid for spinkelt til å underbygge forklaringen.

Artssammensetning: MDS-plott er framstilt sammen med den andre nærstasjonen, stasjon 31, for å få nok prøver til å fremstille relativ forskjell mellom tre punkter. Plottet må derfor tolkes med forsiktighet. Forskjellen mellom årene er nokså like både i øvre og nedre nivå. Det er antydningmessig større forskjell mellom stasjonene 30 og 31 i 1996 i begge hovednivåene.



MDS



**Figur 5.** Stasjon 30, Kråka. Beliggenhet, dominansprofiler og MDS. År med lav vinter-vår temperatur er uthevet.

**Stasjon nr. 31, Ognakalv Sør, Himmelfretning sør**

Denne stasjonen ble nyopprettet i 1995. Den ligger nesten like nært utslippet som den andre nyopprettede stasjon 30 på Kråka. Rammene dannet to distinkte soner hver representert med hvert sitt hovednivå. I 1997 skilte nederste subnivå seg noe fra de andre subnivåene i nedre nivå. Forskjellene mellom artsantall, forekomst og diversitet var signifikant forskjellig mellom øvre og nedre nivå. Endringene i artssammensetningen mellom 1995 og 1996 har vært liten, mens det store blåskjellnedslaget som ble registrert i 1995 og spesielt i 1996, var ikke så dominerende i 1997 spesielt i nedre nivå. Det var visse indikasjoner på at artsantallet og diversiteten i 1996 var lavere enn i de to andre årene. Disse forskjellene var tydeligst i øvre nivå og kan sannsynligvis tilskrives "kalde og varme" år.

Hovednivå	1			2		
Undersøkt år	95	96	97	95	96	97
Antall arter	33	31	40	47	43	46
Forekomst	245	191	322	398	431	355
Dominansindeks	11	16	9	8	7	7
Diversitet	3,0	2,9	3,2	3,4	3,4	3,4
Jevnhet	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6

Dominanter	BALBO	MYTED	BALBO	MYTED	MYTED	CORAX
	CORAX	BALBO	BALJU	CLARU	CORAX	ELEPI
	MYTED	CORAX	MYTED	CORAX	CLARU	COROF
	HILRU	HILRU	PHYLE	ELEPI	ISTSP	CLARU
	FUCUZ	FUCUZ	FUCUZ	CERRU	ELEPI	FUCSE

Antall arter i øvre nivå var gjennomsnittlig 35, mens det nedre var hele 45. De små endringene som skjedde mellom årene innen både nedre og øvre nivå, viser et identisk mønster med de endringer som ble registrert på stasjon 30. Artsantallet avtok fra 1995 til 1996 for så å øke i 1997. Blåskjellnedslaget dominerte i 1996 med derpå få andre arter. I 1997 ble det ikke registrert så dominerende forekomster av blåskjell, spesielt i nedre nivå. En liten brunalge (ISTSP) ble registrert i mange ruter i 1996, men ikke i 1995 og 1997. Arten er beskrevet som en tidlig våralge i Sør-Norge og en sommeralge i Nord-Norge (Rueness 1977). Dette viser igjen at artssammensetningen gjenspeiler en "kald" vinter/vår dette året, med dertil påfølgende sen vår.

Forekomsten i øvre nivå var i gjennomsnitt 253 og lavere enn i nedre nivå (395). Igjen var forekomsten i øvre nivå lavest i 1996. Dette var et gjennomgående trekk i alle øvre hovednivå innen undersøkelsen. I nedre nivå var forskjellene mellom årene mindre tydelig. Det store nedslaget av blåskjell kunne forårsake slike variasjoner i total forekomst ved å hindre nedslag av andre arter.

Dominansindeksen var også på denne stasjonen meget høy (16%) i øvre nivå i 1996. I nedre nivå var forskjellen ubetydelig mellom årene.

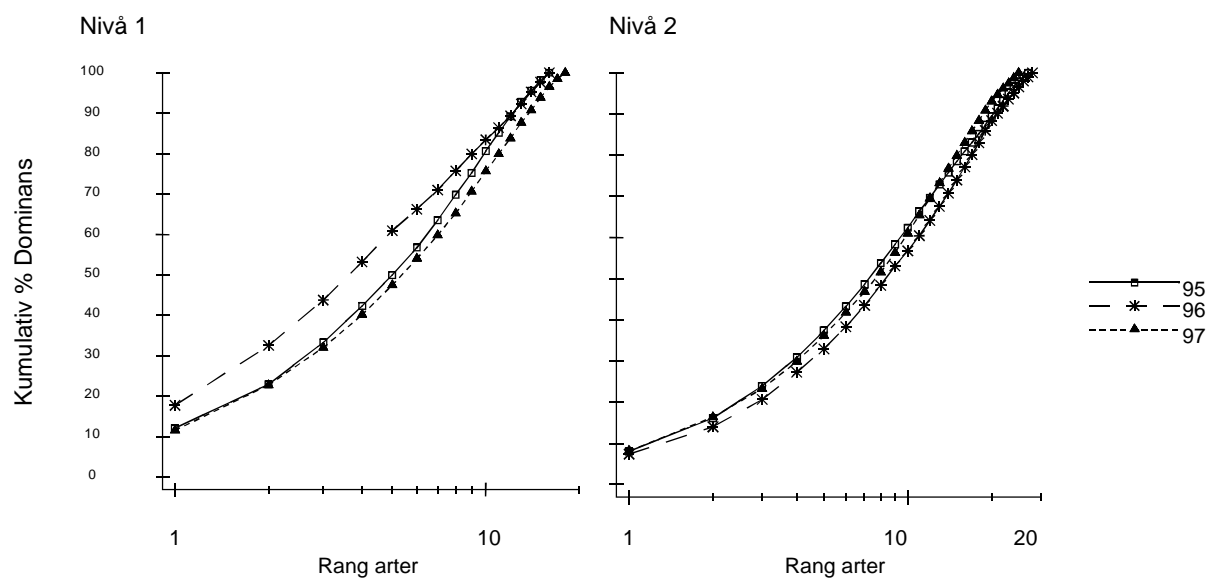
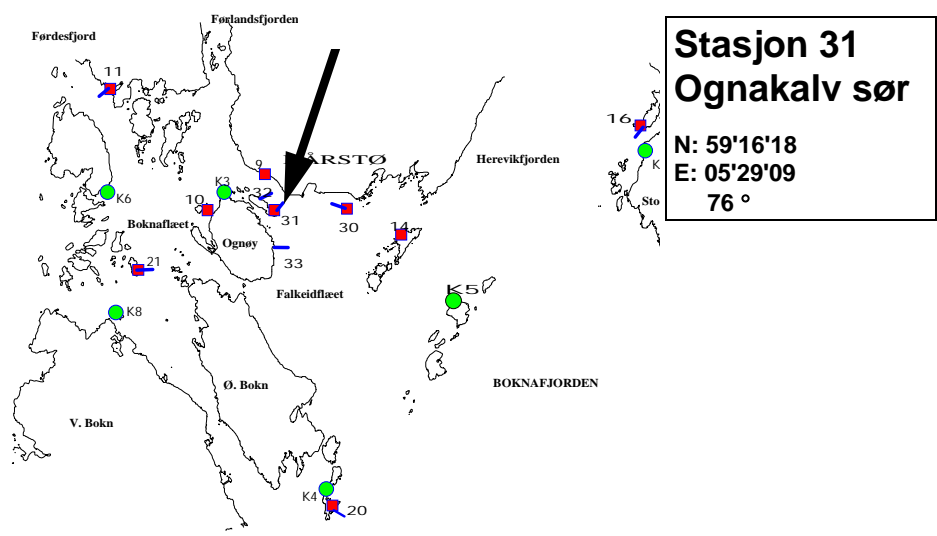
Diversiteten var meget stabil mellom årene og med en forbigående lavere diversitet i 1996 i øvre nivå.

Jevnhet viste ingen endringer av betydning over tid.

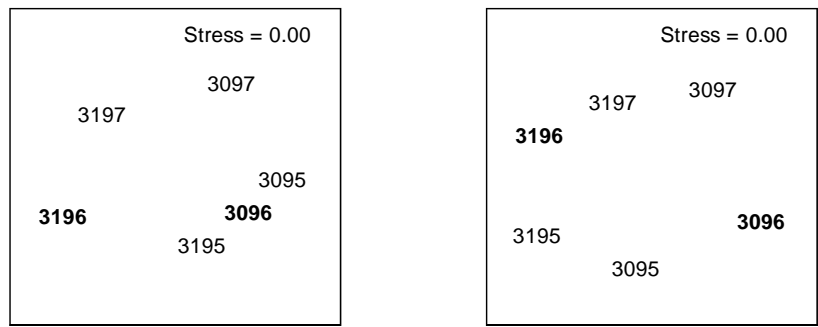
Indeksene antyder på denne stasjonen en sammenheng mellom "kalde og varme" år og forekomst av forskjellige arter.

Dominansprofilene for øvre hovednivå viste en forskyvning i 1996 mot større dominans, mens de to øvrige år var like. I 1996 var det blåskjell (MYTED) som dominerte, med rur (BALBO) som subdominant. I nedre nivå var profilene nesten identiske de tre årene.

Artssammensetning: Forskjellen mellom årene var små i begge hovednivåene. Det var antydningvis større forskjell mellom stasjonen 30 og 31 i 1996 enn i de varme årene.



MDS



**Figur 6.** Stasjon 31. Ognakalv sør. Beliggenhet, dominansprofiler og MDS. År med lav vinter-vår temperatur er uthevet.

## 4.2.2 Samlet vurdering av rammestasjonene m.h.t samfunnsparametre og temperatur

### Bakgrunn for statistiske tester

Datamaterialet innsamlet på rammene er inndelt i 2 dypintervall - hovednivå 1 og hovednivå 2 (3 på stasjon 20). De inndelinger som er foretatt i en nær og en fjernsone inneholder omtrent likt antall stasjoner fra de to hovedgrupperinger av stasjoner som ble fastslått under etterundersøkelsen (Pedersen et al 1990). Derfor skulle i utgangspunktet en lik andel av den varians som fantes innen de to gruppene også være fordelt innen nær og fjernsonen. Analyser viser at datasettene er normalfordelte. Resultatene fra 1996-rapporteringen (Pedersen & Green, 1996) viste at det ikke var noen entydig forskjell mellom nær og fjernsonen som kunne tilskrives driften av anlegget ved Kårstø. Det ble antydnet at de forskjellene som ble registret skyldtes naturlige svingninger i temperatur.

For å analysere statistisk om temperaturforskjeller mellom årene hadde systematisk innvirkning på de biologiske parametre, og eventuelt kunne forklare de store forskjellene mellom 1995 og 1996, er alle data fra rammeundersøkelsene på nærsone-stasjonene 9, 10, 14, 30 og 31 og fjernsone-stasjonene 11, 16, 20 og 21 (se figur 1) over alle år fra 1981 til 1997 benyttet (ikke alle stasjoner er undersøkt hver år). Data for sjøtemperatur er hentet inn fra Meteorologisk Institutt i Oslo (DNMI). De nærmeste faste DNMI-stasjonene, ved Utsira og Slåtterøy fyr nord for Haugesund, er benyttet.

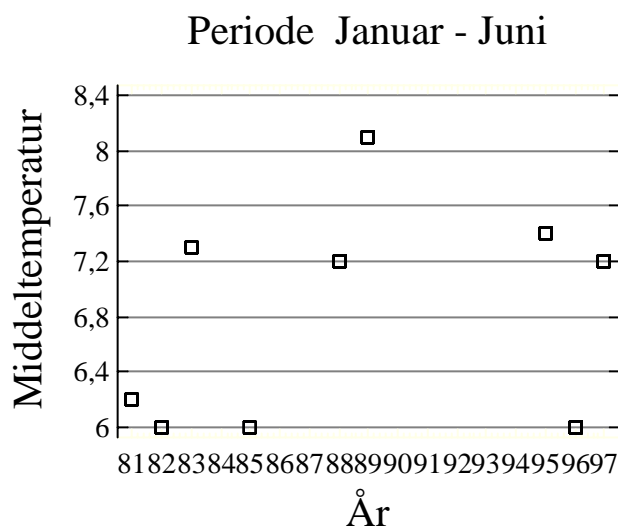
I en slik storskala sammenstilling som dette vil sjø og lufttemperaturene fra disse stedene også være representative for det temperaturregimet som forekommer i Kårstøområdet. Ved sammenligning mellom årene er alle stasjoner er gitt den samme månedsmiddeltemperatur for sjøvann og luft. Temperaturdata fra selve stasjonen ville i alle henseende høyst sannsynlig kunne gi bedre sammenhenger mellom temperaturregimet på en stasjon ett år og forskjellige indekser/parametre.

De fremstillingene som er inkludert i denne rapporten omfatter en liten del av de testene som er foretatt. Det er lagt størst vekt på å kunne påvise sammenhenger mellom de forskjellige parametrene og temperatur mellom årene. Sjøtemperaturene er også forsøksvis midlet over flere måneder og den perioden som viste de beste sammenhenger med biologiske data er perioden februar til april, samt månedsmiddel for februar og mars. Disse månedene har også de laveste forekommende temperatur, noe som antyder at en bør også teste sammenheng med minimumstemperaturer eller produkt minimumstemperatur og dager. Dette er ikke gjort i denne rapporten. Testene er gjort ved enveis variansanalyser (ANOVA) og forskjell mellom enkeltår er testet ved bruk av Sheffes konfidensintervall på 95% nivå. Dette er en konservativ metode og er valgt p.g.a. at faren for Type I-feil i variansanalysen her er minst. (Type I-feil er når man urettmessig forkaster nullhypotesen, det vil si aksepterer forskjeller som ikke er reelle). Ved hjelp av klassifisering av år i temperaturklasser er flere av analysene her for enkelhets skyld fremstilt mot kategoriene "varme" og "kalde" år.

Det er også foretatt enkle regresjonsanalyser for å teste sammenhengen mellom temperatur og visse biologiske indekser/parametre. Her er benyttet middeltemperaturen fra februar til april som utgangspunkt for regresjonene.

### Temperaturforhold fra 1981 og fram til høst 1997

Den gjennomsnittlige sjøtemperaturen registrert ved Slåtterøy Fyr for hvert år over perioden januar til juni, er fremstilt i figur 7 (Kilde: Meteorologiske institutt). Figuren viser at årene 1981, 1982, 1985 og 1996 hadde kalde vinter/vårperioder, mens de andre årene hvor det har vært foretatt registreringer på Kårstø, var såkalte "varme" år. Skillet mellom disse kategoriene er entydig.

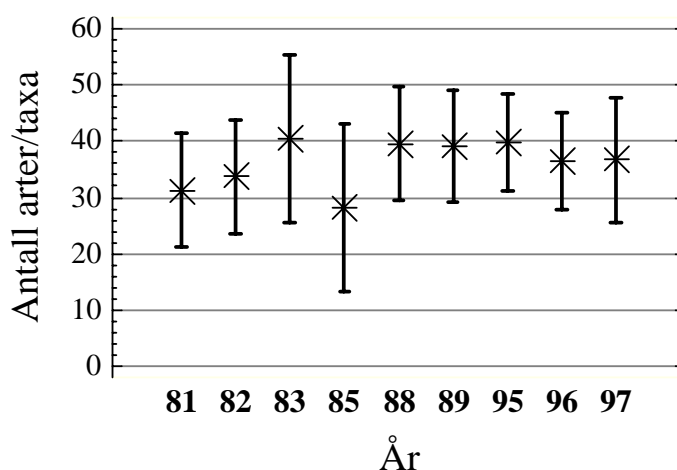


**Figur 7.** Gjennomsnittlig sjøtemperatur fra januar til juni ved Slåtterøy Fyr over de undersøkte årene. Legg merke til hvilke år som ligger under og over middeltemperaturen 6.5°C.

### Sammenhenger mellom temperatur og samfunnsparametre samlet for øvre og nedre hovednivå

#### Artsantall

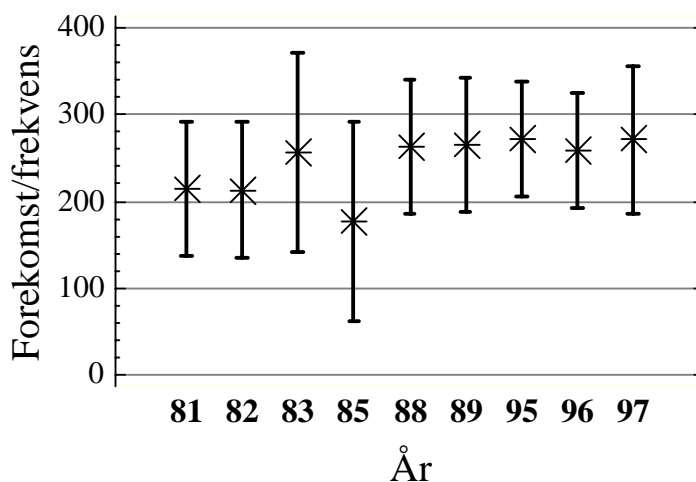
Antall arter pr. stasjon som gjennomsnitt over alle stasjoner hvert av årene er plottet i figur 8. Forskjellen mellom årene er ikke signifikant forskjellig (ANOVA). Enkel lineær regresjonsanalyse av antall arter registrert på hver enkelt stasjon hvert av årene mot med temperaturene dette året viste derimot at artsantallet samlet for øvre og nedre nivå var positivt korrelert med temperatur. Artsantallet økte signifikant med økende temperatur ( $p=0.0362$ ). En svak  $r^2$  antyder at sammenhengen er mer komplisert enn den lineære som er testet her.



**Figur 8.** Gjennomsnittlig antall arter pr. stasjon fra 1981 til 1997 (Stolpene framstiller Sheffes konfidensintervall på 95%-nivå. ).

#### Forekomst

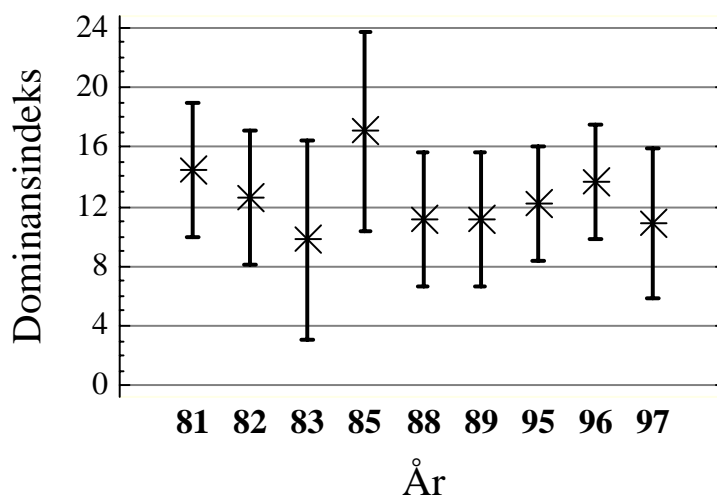
Gjennomsnittlig forekomst av artene pr. stasjon er vist på figur 9. De kalde årene 1981, 82, 85 og 1996, har antydningvis en noe lavere forekomst enn de "varme" årene, men forskjellen mellom årene er ikke signifikant (ANOVA). Lineær regresjon mellom forekomst og middeltemperaturen fra februar til april hvert av de undersøkte årene ga en signifikant positiv sammenheng, selv om den var svak ( $p=0.047$ ).



**Figur 9.** Gjennomsnittlig forekomst/frekvens pr. stasjon fra 1981 til 1997 (Stolpene framstiller Sheffes konfidensintervall på 95%-nivå.).

#### Dominansindeks

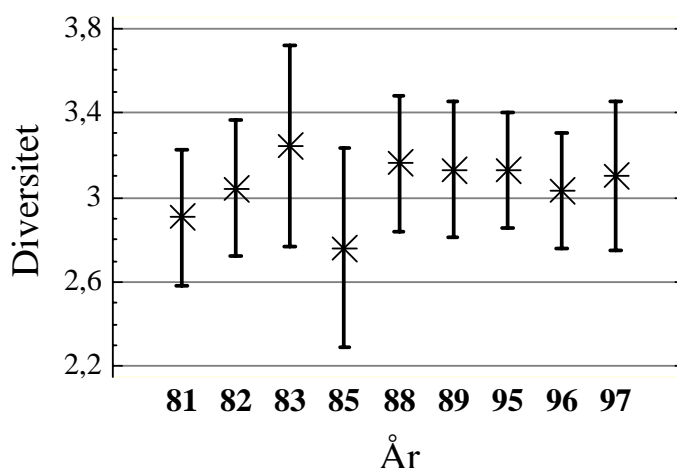
Dominansindeksen viste et helt motsatt forløp enn artsantallet og forekomsten over årene. Den gjennomsnittlige dominansindeksen lå over 12,5 % alle årene som var "kalde" og under dette for de "varme" årene (figur 10). Den lineære regresjonsanalysen viste en signifikant negativ korrelasjon med gjennomsnittstemperaturene over perioden februar til april hver av årene ( $p=0.010$ ).



**Figur 10.** Gjennomsnittlig dominansindeks på stasjonene fra 1981 til 1997. (Stolpene framstiller Sheffes konfidensintervall på 95%-nivå.).

### Diversitet

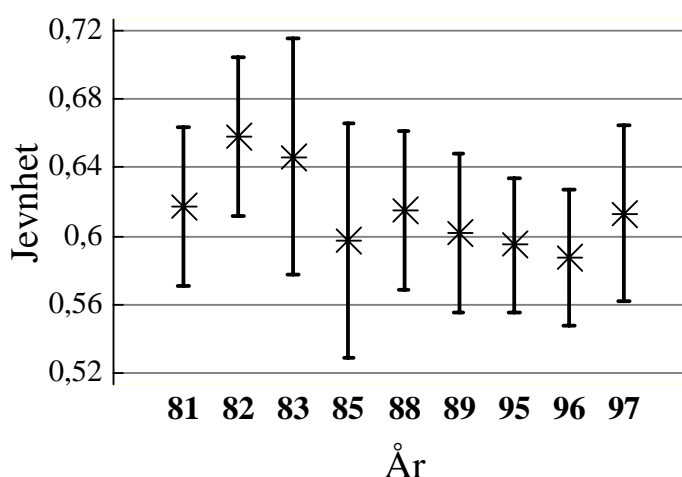
Den gjennomsnittlige diversiteten over årene viste samme tendens som antall arter og forekomst (figur 11), noe som er naturlig ettersom diversitet er avhengig av både artsantall og forekomst. Forskjellen mellom årene var ikke signifikant (ANOVA), men den lineære regresjonen viste en signifikant positiv korrelasjon med økende middeltemperatur ( $p=0.026$ ). En svak  $r^2$  indikerte en annen sammenheng enn lineær.



**Figur 11.** Gjennomsnittlig diversitet over de utvalgte stasjoner fra 1981 til 1997. (Stolpene framstiller Sheffes konfidensintervall på 95%-nivå.)

### Jevnhet

Forholdet mellom jevnhet og ”kalde og varme” år ga ingen entydig sammenheng slik som for de andre indekser. Den lineære regresjonskoeffisienten ga heller ingen signifikant sammenheng mellomtemperatur og jevnhet ( $p=0.867$ ). Dette indikerer at jevnhet er en lite følsom parameter for svingninger i samfunnsstruktur.



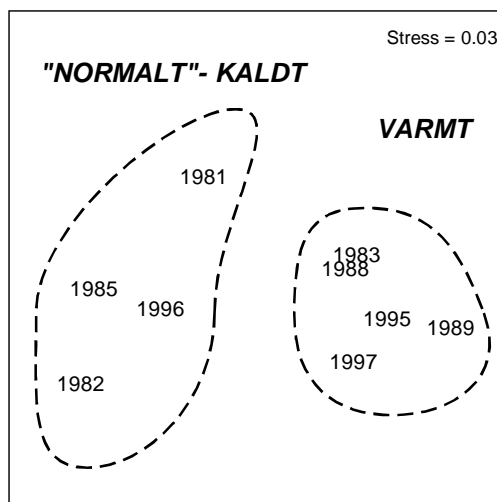
**Figur 12.** Gjennomsnittlig jevnhet over de utvalgte stasjoner fra 1981 til 1997. (Stolpene framstiller Sheffes konfidensintervall på 95%-nivå.)

Øvre nivå alene ga bedre sammenheng med kalde og varme år for dominans og forekomst, men ikke så tydelig for artsantall.

### Effekter av varme og kalde år

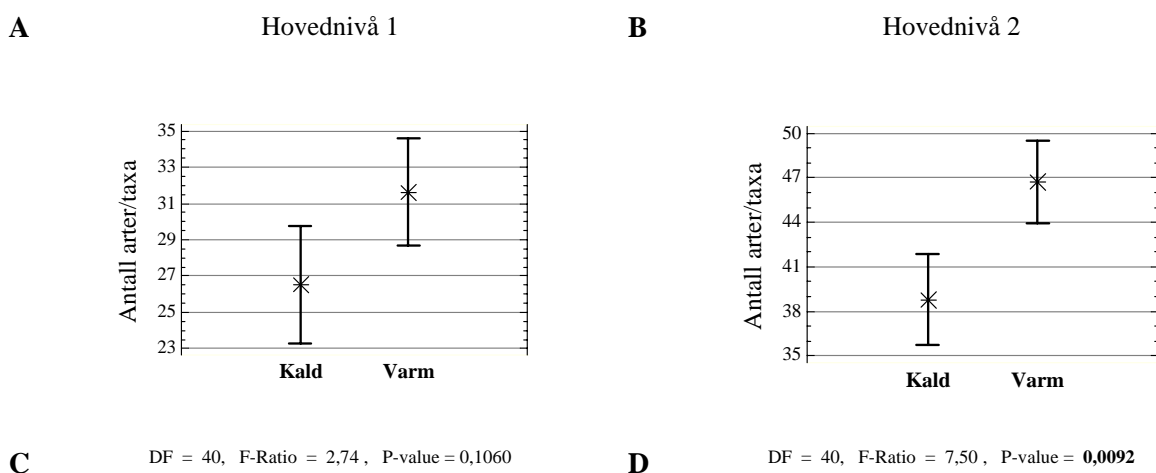


Multivariatanalyse av forskjeller i snittemperaturen fra januar til juni tilordnet alle kombinasjoner av stasjon-hovednivå-år viste at årene klassifiserte seg i to statistisk signifikant forskjellige grupper. Likheten mellom årene er større i den varme gruppen enn innen den gruppen med normalt kalde vintre/vår. Data fra denne matrisen er benyttet for å vurdere sammenhenger mellom biologiske parametre / registreringer og årskategorier som kald og varm. Det lot seg også gjøre å teste mellom øvre og nedre av hovednivåene separat.



**Figur 13.** En multivariate analyse av månedsmiddel for hver av månedene januar til juni hvert år på alle stasjonene. Alle stasjonene fikk samme temperatur hvert enkelt år, m.a.o. det er ikke foretatt spesifikke målinger på hver enkelt stasjon.

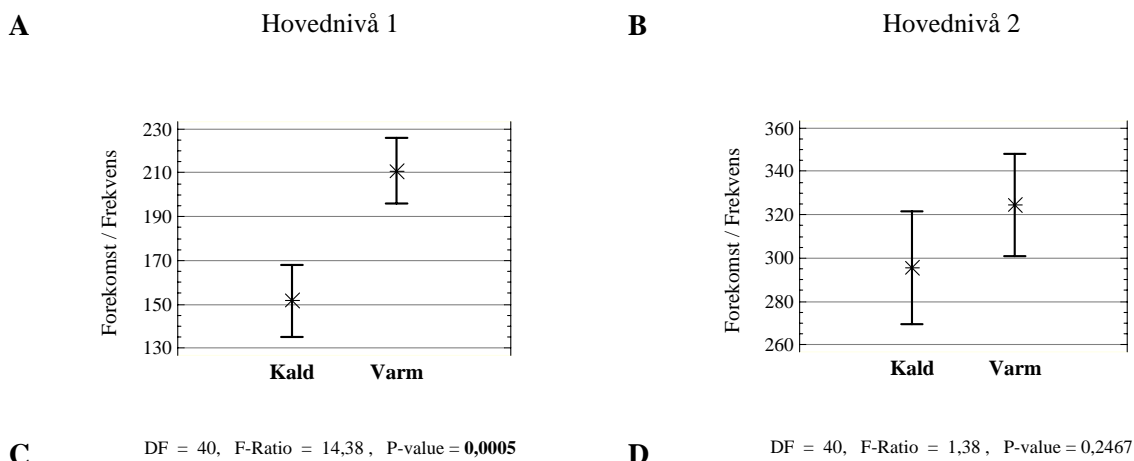
#### Artsantall i øvre og nedre hovednivå



**Figur 14.** Artsantall. Gjennomsnitt pr. stasjon i "normalt-kalde" og "varme" år for hvert hovednivå over perioden 1981 - 1997. Resultatene fra enveis ANOVA mellom gruppene er gitt under figurene.

Figur 14 viser at forskjellen i gjennomsnittlig artsrikhet mellom "normalt-kalde" og "varme" år var størst i nedre hovednivå (8 arter mot 4 i øvre). Forskjellen var bare signifikant ( $p=0.0092$ ) for nedre hovednivå.

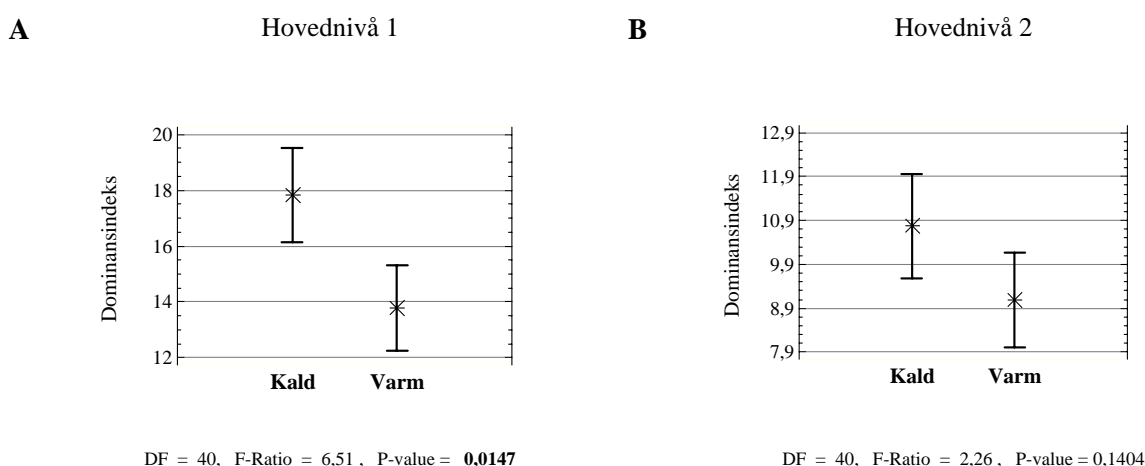
#### Forekomst i øvre og nedre nivå



**Figur 15.** Forekomst. Gjennomsnitt pr. stasjon i "normalt-kalde" og "varme" år for hvert hovednivå over perioden 1981 - 1997. Resultatene fra enveis ANOVA mellom gruppene er gitt under figurene.

Figur 15 viser at forekomsten var høyere i varme år enn i kalde år. I motsetning til artsantallet var forskjellen her størst i øvre nivå og bare signifikant i dette nivået ( $p=0.0005$ ). Forskjellen i tendens mellom artsantall og forekomst i øvre og nedre nivå kan skyldes at forekomst i øvre nivå domineres av noen få arter som blåskjell og rur. Temperaturavhengig nedslag av disse kan medføre store endringer i forekomst i øvre nivå, men liten endring i artssammensetning. Nedre nivå er ikke i samme grad utsatt for en slik overdominans av noen få arter. Her er antallet av middels forekommende arter høyere og kanskje derfor mer følsomt for temperatursvingninger.

#### *Dominansindeksen i øvre og nedre hovednivå.*

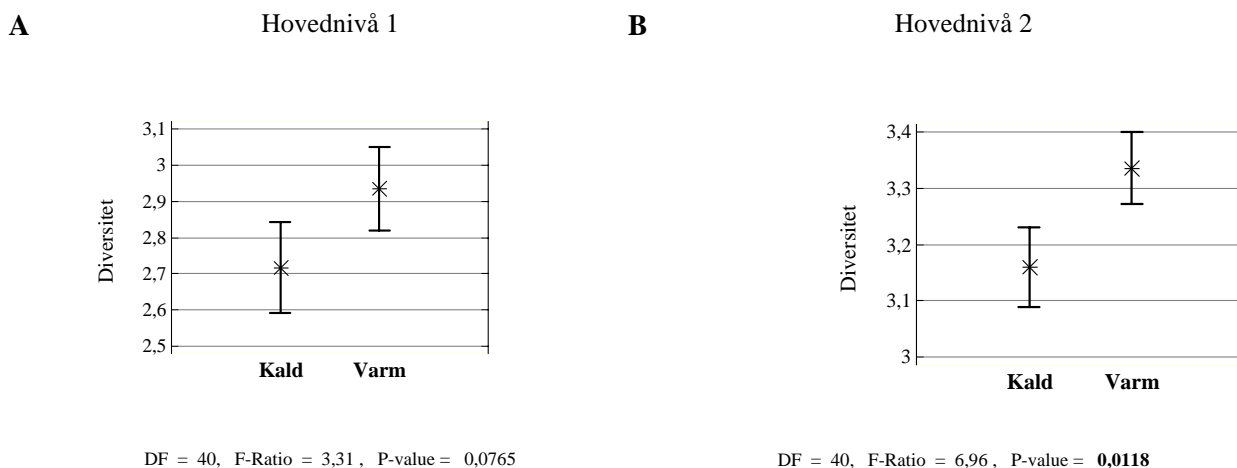


**Figur 16.** Dominansindeks. Gjennomsnitt pr. stasjon i "normalt-kalde" og "varme" år for hvert hovednivå over perioden 1981 - 1997. Resultatene fra enveis ANOVA mellom gruppene er gitt under figurene.

Dominansindeksen viste som tidligere en motsatt sammenheng med kalde og varme år enn det som var tilfelle for forekomst, artsantall og diversitet (se side 39, 40 og 41). Forskjellen var høyest i øvre nivå, noe som kan ha sammenheng med de forhold som er beskrevet over under forekomst i øvre og nedre nivå. I øvre nivå dominere

enkelte arter som rur og blåskjell og gir høy dominans, høy forekomst samt lavt artsantall. I nedre nivå skjer det motsatte. Forskjellen mellom kalde og varme år var bare signifikant for øvre hovednivå ( $p=0.0147$ ).

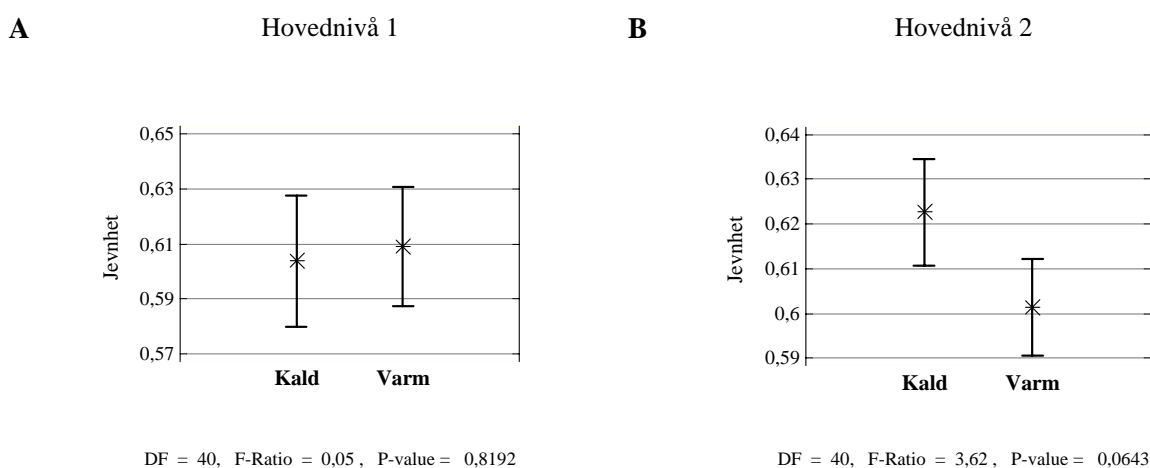
#### Diversitet i øvre og nedre hovednivå.



**Figur 17.** Diversitet. Gjennomsnitt pr. stasjon i "normalt-kalde" og "varme" år for hvert hovednivå over perioden 1981 - 1997. Resultatene fra enveis ANOVA mellom gruppene er gitt under figurene.

Diversiteten er generelt høyere i nedre enn i øvre hovednivå. Diversiteten i begge nivå er også tydelig høyere i varme år enn i kalde, men bare statistisk signifikant i nedre nivå ( $p=0.0018$ ). Selv i varme år er ikke diversiteten i øvre nivå høyere enn under kalde år i nedre nivå.

#### Jevnhet i øvre og nedre nivå



**Figur 18.** Jevnhet. Gjennomsnitt pr. stasjon i "normalt-kalde" og "varme" år for hvert hovednivå over perioden 1981 - 1997. Resultatene fra enveis ANOVA mellom gruppene er gitt under figurene.

Variasjonen i jevnhetsverdier var omtrent den samme i øvre og nedre hovednivå. Jevnhet viste heller ikke noen entydig respons på kalde og varme år, bortsett fra en svak (ikke signifikant) tendens til høyere jevnhet i kalde år i nedre hovednivå.

Summert viste resultatene en entydig respons i fjæresamfunnene på varme og kalde år, der kalde år forårsaket reduksjon i artsantall, forekomst og diversitet og økning i dominans. Generelt er slike responser på de kalde årene det man har erfart i andre økologiske samfunn utsatt for en eller annen stressfaktor. Stressvirkning i kalde år indikerer derfor at samfunnene i området til en viss grad er tilpasset et varmere klima, som igjen stemmer med at vi er inne i en relativt varm periode langs kysten av Sør-Norge, slik det er påvist av Havforskningsinstituttet.

### 4.2.3 Konklusjon - rammeregistreringer

Fra rammeregistreringene kan resultatene konkluderes i følgende hovedpunkter:

- Registrerte og beregnede samfunnsparametre på rammestasjonene indikerte en korrelasjon med temperatur over årene 1980 til 1997, selv om det ikke ble påvist statistisk signifikante forskjeller i parameter-verdier mellom årene. Lineær regresjon mellom parameterverdier og vinter-vår gjennomsnitt i sjøtemperatur viste imidlertid signifikant positiv korrelasjon for artsantall, forekomst og diversitet, negativ korrelasjon for dominans og ingen sammenheng for jevnhet. Summert gir dette en entydig stress-liknende respons i fjæresamfunnene i kalde år, noe som indikerer at samfunnene i Kårstøområdet er tilpasset et varmere klima, dvs en tilpasning til den relativt varme klimaperioden vi synes å være inne i.
- Responsene på varme og kalde år viste seg også innen hvert av de to hovednivåene av fjæra: selve tidevannsbeltet og grunnområdet like under lavvann.
- Det var små forskjeller i artssammensetning mellom varme og kalde år, og de artene som forårsaker forskjellene i samfunnsparametre varierte fra stasjon til stasjon. Dette kan indikere at det er et komplisert samspill mellom effekten av kalde år og andre faktorer som styrer strukturen i fjæresamfunnet.
- Dominansprofilene viste større variasjon over årene i øvre hovednivå enn i nedre. Året 1996 skilte seg ut på alle stasjonene unntatt stasjon 21, med spesielt høy dominans i øvre nivå. For stasjon 21 viste alle kalde år samme høye dominans.



## 4.3 Hardbunnsundersøkelser i og under tidevannssonen - Transektregistreringer

### 4.3.1 Stasjonsbeskrivelser

I 1997 ble registreringene av dyr foretatt av en annen person enn i 1995 og 1996. Ettersom mengdeangivelsen mellom disse to dykkende zoologer ikke var helt samkjørt, kunne en spore en viss forskjell mellom årene som skyldtes observatør og ikke årsvariasjon. Ved å slå sammen usikre og vanskelige arter i grupper, ble denne subjektive feilkilden til en vis grad eliminert, men for ikke å gjøre noen feil i den videre tolkningen, har en i denne sammenhengen valgt å framstille bare resultatene fra algene. Disse registreringer er foretatt av en og samme observatør alle årene. Alger har også i visse sammenhenger vist seg å være nærmere knyttet til årsvariasjoner i miljøet det være seg naturlig temperatursvingninger eller endringer i forurensningspåvirkninger.

De følgende stasjonsbeskrivelsene består av:

- en side med beskrivende tekst og en tabell over basale og beregnede parametre for algesamfunnet totalt for stasjonen,
- en side med stasjonskart, samfunnsparametre innen fast definerte dypintervaller og ordinasjons- diagram (MDS) over likhet i samfunnsstruktur (alger) mellom dypintervall og år.

Tekstsiden gir først en enkel beskrivelse av stasjonens topografi med dypangivelser. Parameterverdiene i tabellen på tekstsiden er beregnet som i tidligere rapporter (se. Pedersen og Green 1996), men omfatter som sagt kun algene. Forekomsten summerer den semikvantitative forekomstangivelsen for hver art i hver registreringsdyp over hele transektet og transformerer denne eksponensielt. Dominansindeksen angir forekomst av den mest dominerende art som % av summen av alle forekomstene over hele transektet. Denne blir vanligvis lavere enn dominansindeksen utregnet for hvert dypintervall (figursiden). Ved å dele opp transektet i intervaller øker den prosentvise betydningen av dominanter som forekommer i dette intervallet. Diversiteten er funksjon av artsantall og forekomst og viser vanligvis et negativt samsvar med dominans. I utgangspunktet vil diversitet vise mindre forskjeller mellom totaltransekt og dypintervaller enn dominansindeksen. Jevnhet beskriver hvordan forekomstene er spredt over artene og dypintervallene i transektet. Helt jevn spredning gir indeksverdi 1. Dersom artene forekommer klart adskilt i registreringsdypene vil jevnhet nærme seg 0. Jevnhet vil normalt være større innen dypintervallene enn innen transektet som helhet, dvs. det motsatte av dominans. De dominante artene er de som har høyest forekomst beregnet over hele transektet.

Under tabellen er samfunnsstrukturen beskrevet nærmere. Det gis også en beskrivelse av artssammensetningen på stasjonen og hvilke arter som primært skiller dypintervaller og år i MDS-diagrammet nederst på figursiden.

MDS-resultatene blir som under rammeregistreringene, analysert ved hjelp av simulert enveis variansanalyse ANOSIM og de artene som forårsaker forskjellig gruppering av prøvene/stasjonen er bestemt ved hjelp av programmet SIMPER. Se forøvrig Metodekapittelet for ytterligere forklaring.

For bedre å kunne sammenligne artsantallet mellom stasjonene er nederste dyp-intervall begrenset nedover til 21 m som er dypeste registrering på den grunneste stasjonen i undersøkelsen.

**Stasjon nr. Stasjon 20, Vaagaholmen vest. Himmelretning øst**

*Fra fjære og ned til ca. 10 m heller fjellet ca. 5-10°, mens det derfra heller ca. 30°. Små loddrette partier finnes selvsagt innen hvert av dypintervallene. Underlaget er oppsprukket fjell. Største registreringsdyp var 30m.*

Undersøkt år	95	96	97
Antall arter	73	77	82
Forekomst	7970	8904	6957
Dominansindeks	14,5	13,0	11,6
Diversitet	3,4	3,5	3,7
Jevnhet	0,4	0,4	0,5

Dominanter	CORAX	CORAX	CORAX
	LAMHY	LAMHY	LAMHY
	BRUNT	TRAIN	CRUPE
	TRAIN	BRUNT	TRAIN
	PHYRU	CRUPE	BRUNT

Artsantallet økte fra 1995 og frem til 1997. Den store forskjellen som ble beskrevet mellom 1995 og 1996 på hele 33 arter skyldtes hovedsakelig forskjell i antall dyr mellom disse to årene. For algene var den totale forskjellen mellom årene liten. I 1995 ble det laveste artsantall for hele Kårsområdet registret på denne stasjonen med 99 arter (alger og dyr), i intervallet 0-12 m. Fint vær i 1995 utelukker at lavt artsantall skyldes dårlige registreringsforhold.

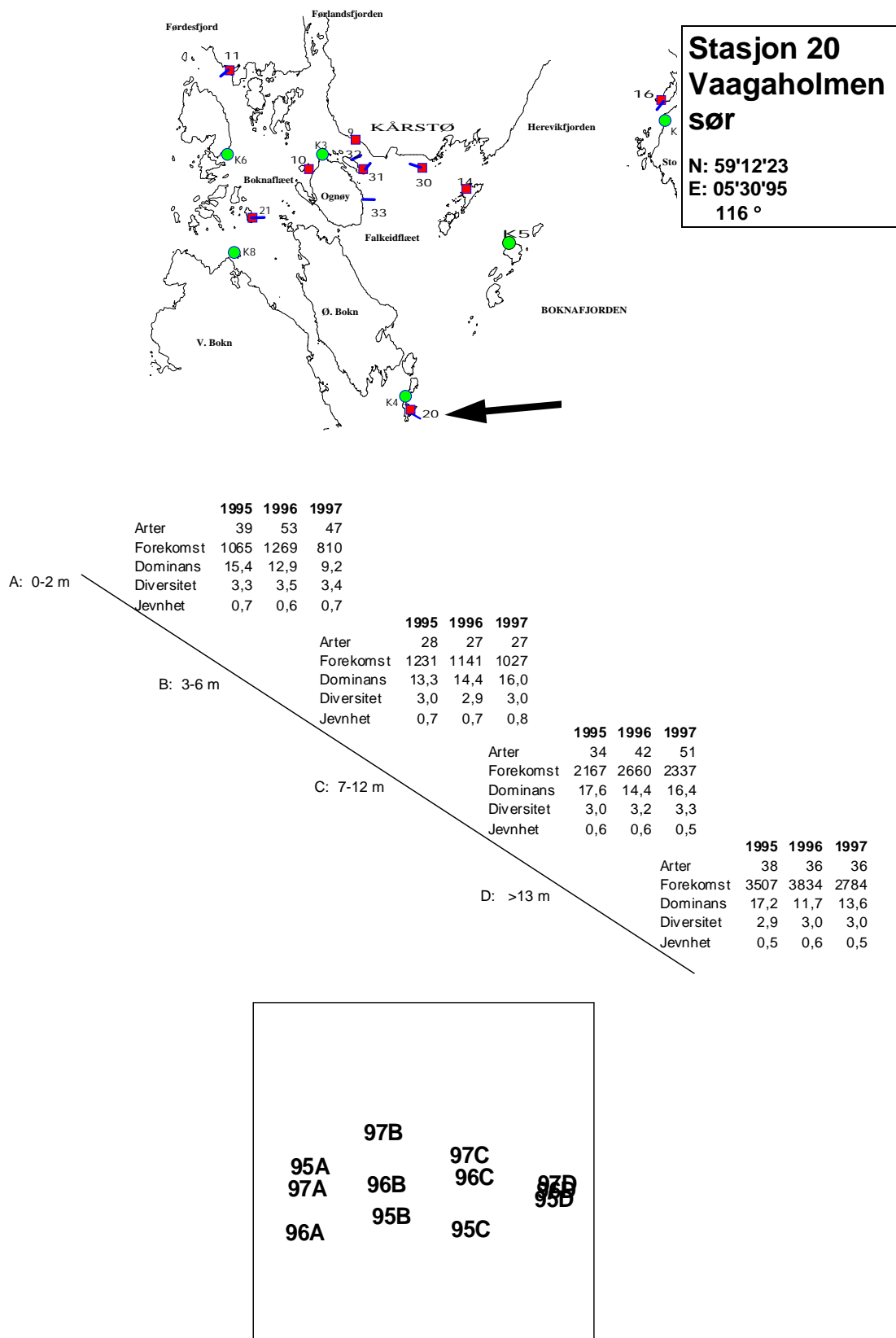
Forekomst totalt over transektet var høyest i 1996 som var et kaldt år. Forskjellen mellom årene var ikke entydig i alle dypintervall. Jevnt over var forekomsten i 1997 lavere enn de andre årene unntatt i 7-12m intervallet der 1995 var lavere.

Dominansindeks avtok totalt over transektet fra 1995 til 1997, men reduksjonen var ikke entydig i de predefinerte dypintervallene. Forskjellene var ikke signifikante.

Diversiteten varierte ikke signifikant over årene. De signifikante forskjellen som ble beskrevet for stasjonen i Pedersen og Green (1996), skyldtes forskjeller i dyr mellom 1995 og 1996. Alger viste ikke slik forskjell. Likevel er det antydnet en svak økning i algenes diversitet på stasjonen som helhet, men i hvert av dypintervallene var ikke endringen entydig.

Jevnhet viste små og usystematiske endringer over tid innen dypintervallene. Det var ingen signifikant forskjell mellom årene.

Artssammensetning: De artene som dominerte på stasjonene var skorpeformete rød- og brunalger (som CORAX, CRUPE, BRUNT), røddlo (TRAIN) og stortare (LAMHY). Ettersom stasjonen er den mest eksponerte, var stortareskogen med tilhørende alger og dyr godt utviklet. MDS-plottet viser at artssammensetningen var mer lik mellom årene enn mellom dypintervallene. Forskjell mellom årene var svært liten og var hovedsakelig forårsaket av forhøyede forekomster av brunalger (ECTOZ, SPHAC) og skorpeformete alger (BRUNT, CRUPE) i 1996 og til større forekomster av filamentøse rødalger (AUDOU, CALCO, TIPL) i 1995 og 1997. Dette kan stemme med at rødalger som rødpusling (CALCO) er bedre utviklet lengre ut på sommeren og følgelig er mindre utviklet i "kalde" forår, dvs. i 1996 da det var sen vår. Generelt sett er brunalger mer kaldstenoterme (kuldeelskende) enn rødalger. Igjen kan "kalde og varme" år antydningssvis sees i artssammensetningen de respektive år.



**Figur 19.** Stasjon 20, Vaagaholmen sør. Stasjonsbeliggenhet, indekser og MDS-plott for hvert av dypintervallene A,B,C og D . Bare for alger. Dyr er ikke inkludert. For antall arter er dypintervall D begrenset til 13-21 m.



**Stasjon nr. Stasjon 21, Skolbuholmene. Himmelfretning øst**

*Fjellet heller ca. 60-70° fra fjæra og ned til 8m hvor det forekommer noe sandbunn mellom fjellknausene. Fra 10 m er det varierende fjell og sandhyller ned til 30m. Helningen er varierende, men gjennomsnittlig ca. 30°.*

Undersøkt år	95	96	97
Antall arter	74	83	92
Forekomst	7246	8983	7217
Dominansindeks	19,9	16,7	13,2
Diversitet	3,4	3,6	3,6
Jevnhet	0,4	0,4	0,4
Dominanter	BRUNT TRAIN CORAX SPEPA LAMSA	BRUNT TRAIN CORAX RHOCO LAMSA	BRUNT TRAIN CORAX LAMSA RHOCO

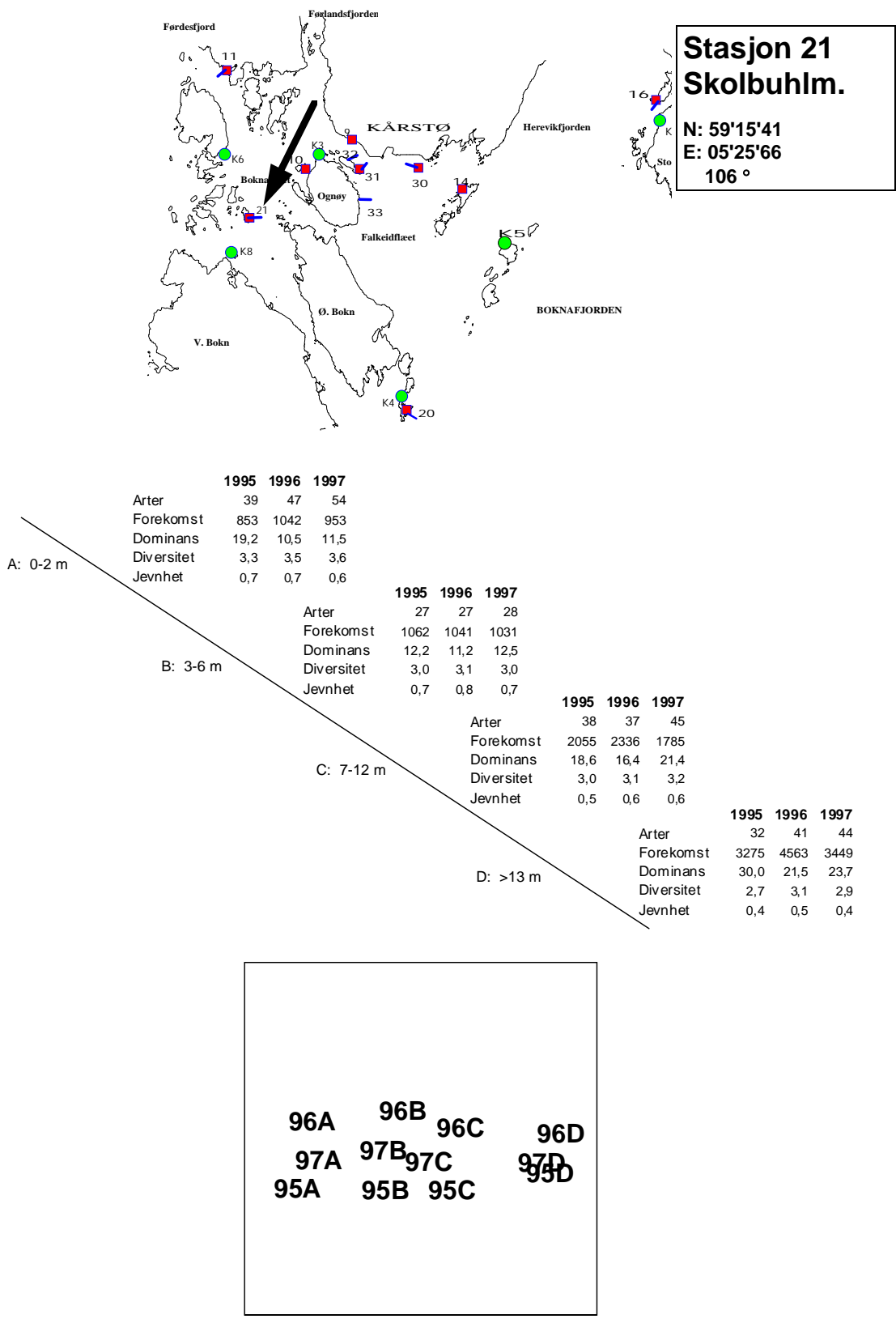
Artsantallet var høyt og økte over årene fra 1995 til 1997. Årsaken til denne økningen kan vanskelig forklares. Forekomst var også som på stasjon 20, høyere i 1996 enn de to varme årene 1995 og 1997 totalt for transektet. Denne forskjellen mellom årene var ikke entydig for alle dypintervallene og ikke signifikant.

Dominansindeksen avtok over årene, dvs. motsatt av artsantallet. Innen hvert dypintervall var derimot dominansindeksen høyest i de varme årene. Heller ikke her var forskjellen signifikant ( $p=0.08$ ).

Diversiteten økte fra 1995 til 1997, men heller ikke for denne parameteren signifikant innen de forskjellige dypintervallene.

Jevnhet var ganske stabil over tid innen alle dypintervallene, men antydningvis noe høyere i 1996.

Artssammensetning. De mest dominante artene var skorpeformete arter av brun- og rødalger (BRUNT og CORAX) samt rødlo (TRAIN) som ofte kan danne store "teppelignende" matter over bunnen. Alle disse tre artene dominerte samtlige år. Året 1996 skilte seg fra de andre årene med større forekomster av den brune våralgen mykt kjerringhår (DESVI), små brunalger (SPHAC, SPHPL) samt endel rødalger (PHYLL, PHYRU). 1995 skilte seg fra de andre årene ved å ha mindre forekomster av stortare. I 1996 økte forekomsten av små stortareplanter som i 1997 hadde vist en positiv tilvekst. MDS-analysen viste en entydig gradient i artssammensetning med dyp og at endringen i artssammensetningen over tid var minst i dypintervall D. De overliggende dypintervallene viste noe større og samsvarende endring over tid. 1996 viste størst avvik i artssammensetningen fra 1995, mens artssammensetningen i 1997 lå mellom disse årene. Dette harmonerer for såvidt med forskjellen i varme og kalde år, men forskjellene er små og må tolkes med forsiktighet.



**Figur 20.** Stasjon 21, Skolbuholmene. Stasjonsbeliggenhet, indekser og MDS-plott for hvert av dypintervallene A,B,C og D. For antall arter er dypintervall D begrenset til 13-21 m.

### Stasjon nr. Stasjon 31, Ognøykalven øst. Himmelretning øst

Stasjonen ligger rett overfor kaianlegget ved terminalen og fjellet heller ca. 30° med innslag av hyller ned til 13 m hvor det blir brattest ca. 50-90°. På ca 18-20 m flater det utover en sandslette med store og små stein ca 10°. Stasjonen er sterkt utsatt for kraftig omrøring fra propellvann under innlosing av båter til terminalen, noe som ble selvopplevd av en dykker under registreringsarbeid i 1996. Største registreringsdyp var 26 m.

Undersøkt år	95	96	97
Antall arter	85	82	78
Forekomst	7773	5547	5781
Dominansindeks	9,4	12,9	10,9
Diversitet	3,8	3,6	3,5
Jevnhet	0,5	0,4	0,4

Dominanter	TRAIN	TRAIN	TRAIN
	BRUNT	LAMSA	LAMSA
	CORAX	CORAX	BRUNT
	BONAS	DESVI	CORAX
	CERRU	POLUR	BONAS

Artsantallet totalt for transektet avtok fra 1995 til 1997 som den eneste av de fire stasjonene. Reduksjonen fra 1995 til 1996 skjedde i alle dypintervall, og var mest markant hos dyr. For algene var ikke forskjellen mellom årene signifikant, men likevel ganske klar mellom 1995 og 1996 ( $p=0.06$ ). Endringen fra 1996 til 1997 var ikke entydig ( $p=0.75$ ).

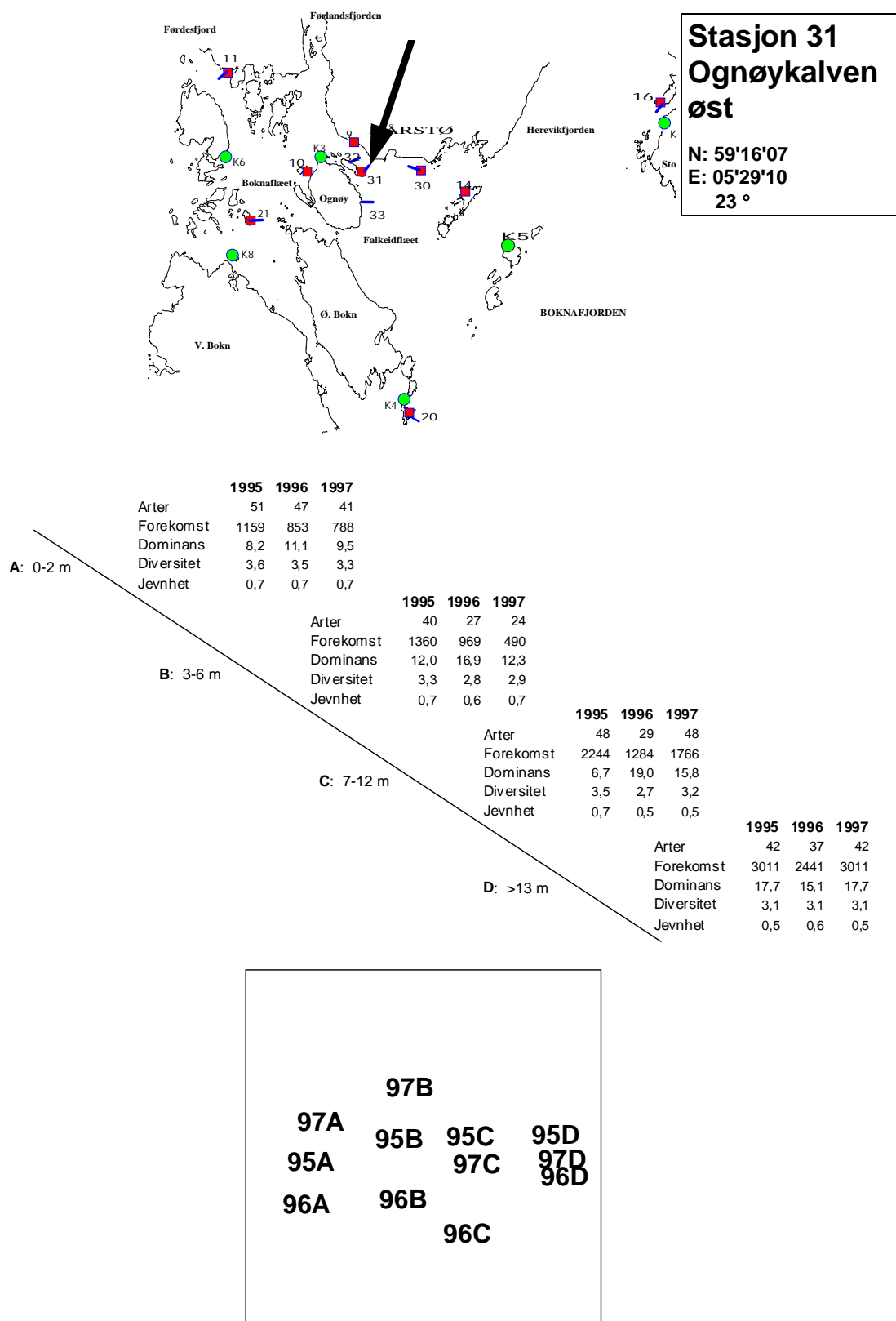
Forekomst avtok også fra 1995 til 1996. Algevegetasjonens forekomst var i 1995 signifikant høyere enn både i 1996 og 1997 ( $p=0.03$ ,  $p=0.03$ ). Forskjellen i forekomst mellom årene var avtakende med økende dyp.

Dominansindeksen var høyest i 1996 i de 3 øvre dypintervall, men under 13m var dominansindeksen lavest i 1996. Forskjellene var ikke signifikante.

Diversiteten avtok som helhet for stasjonen fra 1995 til 1996. Innen dypintervallene var diversiteten i de midlere dyp lavere i 1996 enn de andre årene, mens i nederste intervall var diversiteten stabil. Forskjellene mellom 1995 og 1997 var signifikant ( $p=0.03$ ).

Jevnhet varierte lite fra 1995 til 1997 og ikke entydig over dypintervall.

Artssammensetning. MDS-analysen indikerte noe større forskjell mellom årene i alle dypintervallene enn hva var tilfelle på de andre dykketransektene i området. De største endringene i artssammensetning synes å ha skjedd i de tre øvre dypintervall. Igjen er det 1996 som skiller seg konsekvent ut fra de andre årene innen alle dypintervallene. Forskjellen mellom 1995 og 1997, og skillet mellom disse og 1996 varierte med dyp. De artene som primært ga forskjell i samfunnsstruktur mellom 1995 og 1996, var større reduksjoner i flere grønnalger (CODFR, CHAEL, DERMA) og rødalger (BONAS og CALCO) i 1996. Erfaring fra andre undersøkelser viser at disse algene har en tendens til å opptre senere på sommeren de år hvor det har vært kaldt i sjøen. Ellers ble det på denne stasjonen og stasjon 32, funnet en varmekjær art, rødtunge (HALLI), som finnes på beskyttede steder på ytre kyst fra Rogaland til Ålesund. I tillegg ble det i 1996 funnet en art med en nordlig utbredelse, rødalgen draugøre (TURPE). Denne er tidligere beskrevet ned til Møkster, men ble altså funnet spredt på skjellsandbunn på 22-24 m på denne stasjonen i 1996 som betegnes som et kaldt år.



**Figur 21.** Stasjon 31, Ognøykalv øst. Stasjonsbeliggenhet, indekser og MDS-plott for hvert av dypintervallene A,B,C og D. For antall arter er dypintervall D begrenset til 13-21 m.

**Stasjon nr. Stasjon 32, Ognøykalven nord. Himmelretning nord**

Stasjonen er svært lik stasjon 31, Ognøykalven øst, men med en jevnere helning på ca. 20° ned til 7 m og deretter et lite bratt parti på ca. 40° ned til 10 m. Deretter heller fjellet 5-15° utover til største registreringsdyp på 21-22 m og ca. 100 m fra land. Fjellbunnen er fra 10 m av innblandet med store steiner og går gradvis over i mer grov kalksandbunn med store og små steiner.

Undersøkt år	95	96	97
Antall arter	75	74	82
Forekomst	5655	6558	6972
Dominansindeks	12,6	10,6	8,9
Diversitet	3,6	3,6	3,7
Jevnhet	0,5	0,5	0,5
Dominanter	BRUNT CORAX TRAIN COROF CLASE	BRUNT CORAX TRAIN DESVI LAMSA	CORAX TRAIN BRUNT LAMSA HETPL

Artsantallet endret seg ikke fra 1995 til 1996, men økte i 1997. Forskjellen mellom årene var ikke entydig innen de 4 dypintervallene ( $p > 0.1$ ). Forskjellen over år for denne og de øvrige samfunnsparametre var minst i nederste dypintervall.

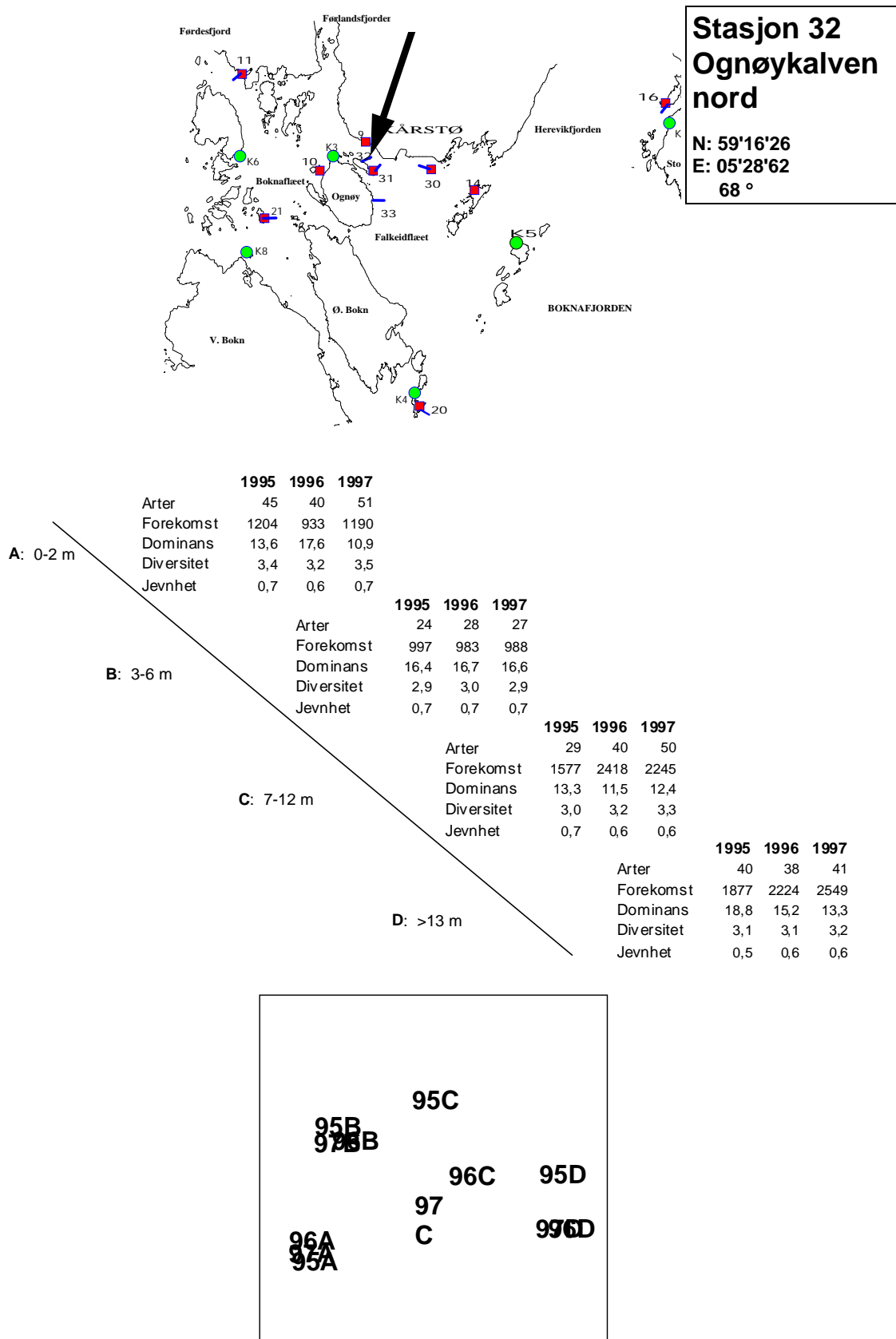
Forekomst økte svakt fra 1995 til 1997, men igjen var ikke tendensen entydig over alle dypintervallene.

Dominansindeks sank gradvis over tid for hele stasjonen, men variasjonen innen dypintervallene var usystematiske. Forskjellene mellom årene var ikke signifikante.

Diversitet endret seg lite fra 1995 til 1997. Endringene i de forskjellige dypintervallene var små og ikke entydig fra det ene året til det andre.

Jevnhet viste ingen entydig endring over tid, verken på stasjonen som helhet eller i dypintervallene.

Artssammensetning: MDS-analysen viste tydelige forskjeller mellom de forskjellige dypintervall, men meget liten forskjell mellom årene innen hvert intervall. Kun i dypintervallet fra 7-12m skilte artssammensetningen i 1995 seg fra de andre årene med mye krasing (COROF) og en grønnalge (CLASE), mens 1996 skilte seg ut med større forekomster av våralgene mykt og stivt kjerringhår (DESVI, DESAC). I 1997 var det i dette dypintervallet større forekomster av en nær beslektet grønnalge som forekom i 1995 (CLAAL). Ettersom disse er vanskelig å skille fra hverandre er de slått sammen i en gruppe og utgjør derved ingen artsforskjell, bare forskjell på forekomsten i 1995 og 1997. I 1997 var dette dypintervallet også preget av større forekomster av sukkertare (LAMSA) og stortare (LAMHY) enn hva som var tilfelle de foregående år. Dette utgjorde den store forskjellen mellom årene i dette dypintervallet.



**Figur 22.** Stasjon 32, Ognøykalv nord. Stasjonsbeliggenhet, indekser og MDS-plott for hvert av dypintervallene A,B,C og D.

### 4.3.2 Samlet vurdering av dykketransektene m.h.t samfunnsparametre

#### Statistiske tester

Datamaterialet innsamlet på dykketransektene er gruppert i faste dypintervall. Dette har gjort det mulig å teste forskjeller i både artssammensetning og beregnede samfunnsparametre. En oppsplitting av transektene i intervaller øker variansen i materialet. Dersom dypintervallene var definert mer dynamisk for hver stasjon (ut fra topografi), kunne denne variansen minimaliseres, men vi har likevel valgt å bruke faste definerte intervaller for å kunne sammenlikne de samme dyp over hele området. Den økte variansen inngår i testene som er foretatt mellom år og mellom ytre og indre sone. De resultater som er gjengitt nedenfor, er basert på parvise t-tester, enkel regresjon og enveis ANOVA. Verdiene for både standardisert skewness og kurtiosis ligger innenfor intervallet -2 og +2, som viser at datasettene er akseptabelt normalfordelte. Følgende stasjoner tilhører nærsonen; 30, 31, 32, 33, mens stasjonene 11, 16, 20 og 21 representerer fjernsonen (se figur 1). I de parvise t-testene samt i en serie med ANOVA, inngikk bare stasjoner fra 1997-undersøkelsen

#### Basale og beregnede parametre (indekser)

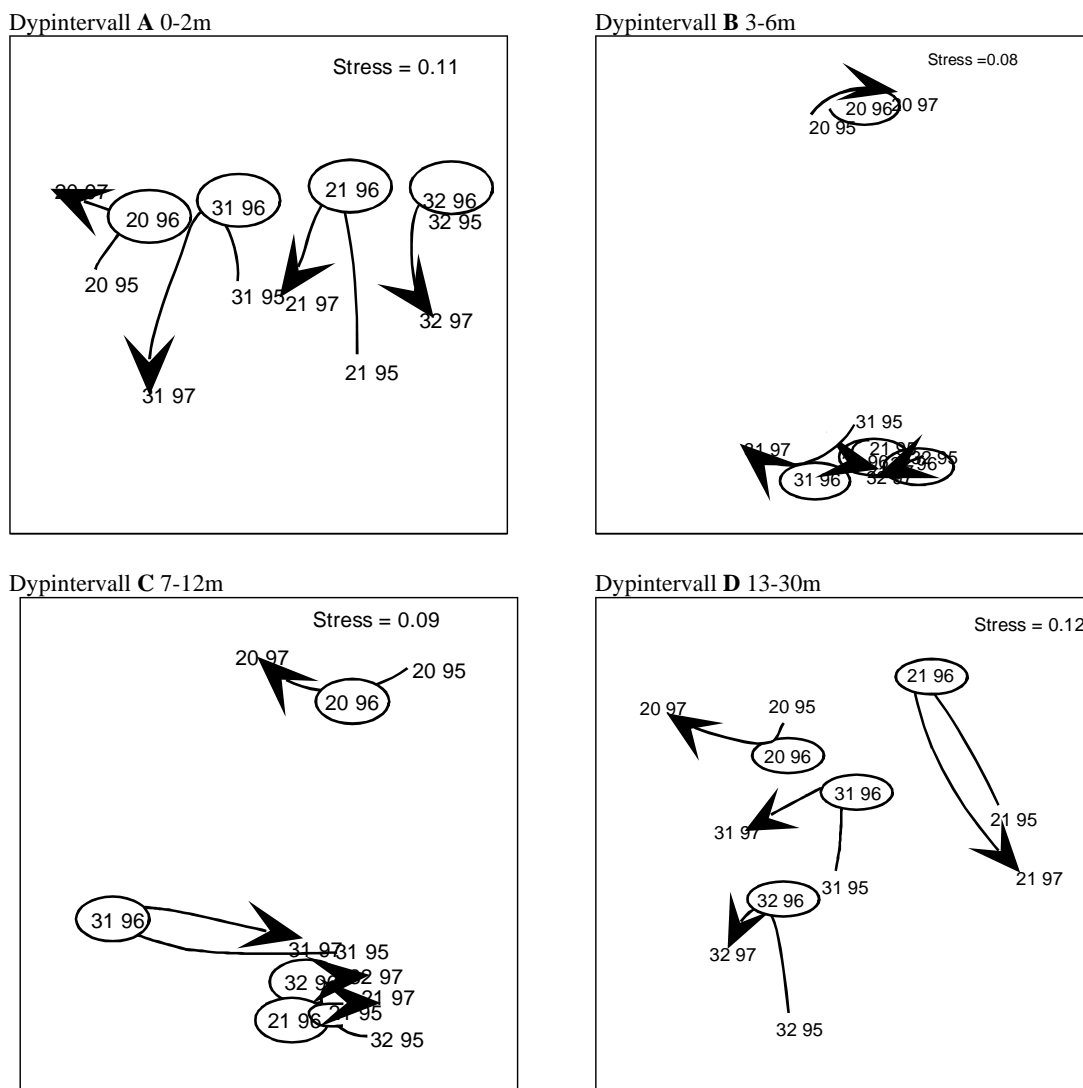
Det er har ikke vært noen signifikant forskjell i antall arter/taxa, diversitet, forekomst, dominansindeks eller jevnhet mellom årene. I 1996-rapporten (Pedersen og Green, 1996) ble det funnet forskjell mellom nærsonen og fjernsonen. Rapporten omfattet da både alger og dyr. I transektberegningene for 1995-97 er valgt bare å sammenligne resultatene fra algeundersøkelsen (se side 47) og disse gir ingen signifikant forskjell mellom årene, selv om forskjellen i mange sammenhenger kan antydes. For transektresultatene er det ikke konsistens i resultatene som tyder på en entydig respons i indeksene på varme og kalde år slik som en kunne for rammeundersøkelsene. Det må imidlertid presiseres at 3 års undersøkelse gir svakt grunnlag å dra konklusjoner i forhold til rammeundersøkelsene som dekker 9 års registreringer.

Det er derfor fastslått at det ikke kan finnes noen forskjeller i samfunnsparametre som direkte kan knyttes til en gruppering av de 3 årene i varme eller kalde år. Derfor kan en heller ikke kunne påvise eventuelle effekter av utslippet fra gassterminalen på registrerte artsantall og forekomst samt på beregnede parametre som diversitet, forekomst og jevnhet under dykketransektene. For 1995 og 1996-undersøkelsene kan det for alger og dyr samlet sett påvises signifikante forskjeller mellom årene. Disse forskjellene er i størst grad knyttet til forskjeller i dyresamfunn disse to årene. Forskjellen disse årene for alger kunne ikke påvises entydig. Ved å inkludere flere stasjoner i 1997 lot det seg ikke gjøre å påvise endringer i registrert artsantall og forekomst samt i beregnede parametre, som kunne forklares ut fra varme og kalde år.

### 4.3.3 Samlet vurdering av samfunnsstruktur på dykketransektene

På alle stasjoner ble det registrert klare forskjeller i samfunnsstruktur mellom de 4 dypintervallene, og tendensen til endret sammenheng mellom indekser og år med dypet, gikk igjen på alle stasjonene. Forskjellene så ut til å avta eller endres til helt motsatt i nederste dyp. Forskjellene kan sies å være entydig i den forstand at artssammensetningen endret seg etterhvert som en forflyttet seg fra fjæra og nedover i dypet. Forskjellene mellom øverste og nederste dyp var størst. Dette er en naturlig gradient i artssammensetningen av generell karakter. Øvre del av fjæra domineres av alger og dyr som er tilpasset det meget varierende og stressende fysiske miljø i denne sonen. Her blir artene utsatt for uttørring, frost, kraftig og nesten konstant bølgekrefter, oppvarming og eksponering til luft for å nevne de viktigste. De organismer som lever her er derfor spesielt tilpasset denne sonen, og som oftest skjer det store endringer i sonen fra ett år til neste (jfr. nedslag av rur og blåskjell i 1996). Etter hvert som en beveger seg nedover i dypet kommer større innslag av arter som er følsomme for de fysiske påvirkningene som finnes i tidevannssonen. Lysforholdene forandres og svekkes også

med dyp og vertikalutbredelsen av algene vil være bestemt av artsspesifikk toleranse for denne endringen. Miljøforholdene blir mer stabile jo lenger ned i dypet en går, og samfunnet tilpasset dette vil derfor være mer følsomme for endringer enn fjæresamfunnet. I Kårstø-området ble det ikke påvist klare forskjeller i samfunnsparametre mellom nær- og fjernsonen, men mellom årene 1995 og 1996, noe som i hovedsak skyldtes endringer i dyresamfunnet. Algesamfunnet viste også tendens til endringer, men ikke signifikant.

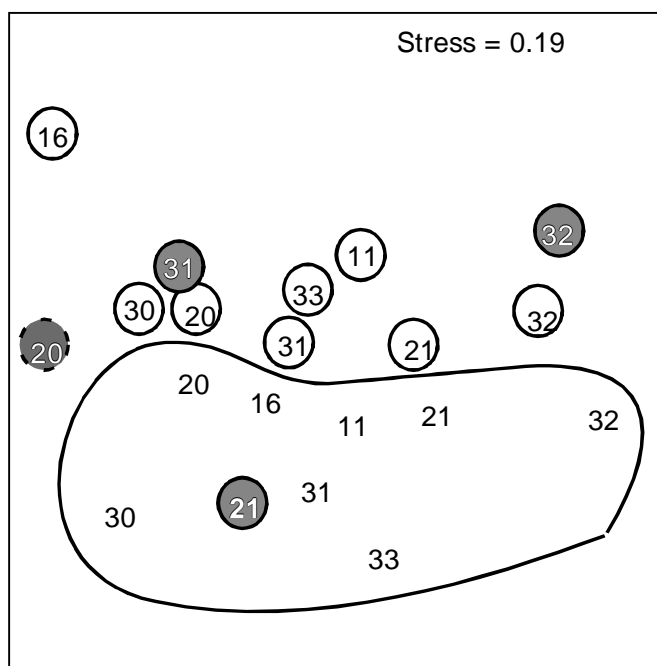


**Figur 23.** Endringer i artssammensetning innen hvert av dypintervallene A, B, C og D for 1995, 1996 og 1997. Bare de stasjoner som inngikk i 1997-undersøkelsen er inkludert. Prøverpar med mørk ramme rundt er fra 1996.

Ordinasjonsanalyse (MDS) er brukt til å kartlegge endringen i samfunnsstruktur av algene over tid i hvert dypintervall (figur 23). I figuren er forskyvningen i struktur indikert med piler og for klarhets skyld er mellomåret 1996 sirklet inn. I øverste dypintervall var det samsvarende forskyvning av samfunnet over tid på stasjonene 21, 30 og 31. Tendensen er en forandring fra 1995 til 1996 og en reversering av denne i 1997. Den mest eksponerte stasjon 20 avviker noe fra mønsteret. De øvrige dypintervaller viser et mer uryddig mønster, men for flere dypintervaller kunne man også her se en reversering av samfunnsutviklingen fra 1996 til 1997 i forhold til året før. Stasjon 20 er igjen den som avviker både i samfunnsstruktur og i utviklingsmønster over tid. Få prøver og stor variasjon innen gruppene gjør det vanskelig å teste om forskjellen er signifikant eller ikke. Simulert variansanalyse (ANOSIM) på materialet kunne ikke påvise signifikante forskjeller i artssammensetningen mellom årene.



Det ble også gjort en tilsvarende ordinasjonsanalyse på intervallet fra 0 til -1m dyp. I dette intervallet betyrt variert forekomsten av spesielt blåskjell og rur svært mye for artssammensetningen, og derfor er også dyr inkludert i analysen.

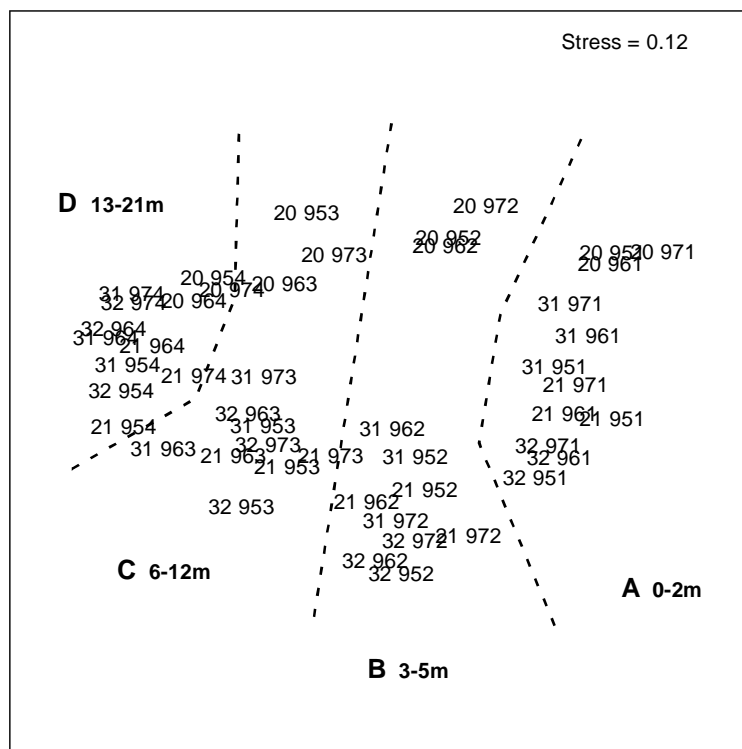


**Figur 24.** Artssammensetningen i dypintervallet øverst i fjæra (-1 og 0m) på alle stasjoner som er undersøkt i 1995 til 1997. Stasjoner fra 1995 og 1997 vises i sirkler h.h.v. uten og med mørk bakgrunn. Stasjonene fra 1996 er fremstilt som bare tall og innrammet.

Analysen viste at artssammensetningen i den øvre del av fjæra var signifikant forskjellig i 1995 og 1996 ( $p=0.01$ ), mens forskjellen mellom 1996 og 1997 lot seg ikke påvises grunnet for få prøver ( $p=0.07$ ). Det kunne ikke påvises noen forskjell mellom 1995 og 1997 selv om de var forskjellige mht. visse viktige arter som blåskjell og rur. De artene som bidro til forskjellen mellom 1995 og 1996 i øvre del av fjæra var bl.a. forhøyede forekomster av fjærehinne (PORUM), grønndusk (SPONP, CLADO) og rødpusling (AUDOU) i 1995 og blåskjell (MYTED), rekeklo (CERAM) og rur (BALAQ) i 1996. Forskjellen i artssammensetningen mellom 1996 og 1997 skyldtes bl.a. forhøyede forekomster av rugl (LITHO), brunslil (ECTOC), rødpusling (AUDOU), fjæreslo (SCYLO) og strandsnegl (LITTQ) i 1996. Fjæreslo (SCYLO) er en brunalge som i Sør-Norge forekommer bare tidlig på våren, og forekomsten i 1996 kan være en respons på den lave vinter/vårtemperaturen.

En analyse over likhet mellom alle dypintervaller på de 4 stasjonene over alle år 1995-1997 (Figur 25) viser en klar gradient i samfunnstruktur med dyp. Figuren viser også at endringene med dyp er ganske like over alle stasjonene og i alle år. Det er også en antydning om at stasjon 20 skiller seg fra de øvrige stasjonene, spesielt i de midlere dyp. Disse tendensene er klart mer fremtredende enn forskjeller mellom årene.

I tabell 3 vises en oversikt over hvilke arter som endret seg fra 1995 til 1997. Beregningene i tabellen er utført på et samlet algemateriale for alle dykketransakter i Kårstøområdet.



**Figur 25.** MDS-diagram over likhet mellom alle dypintervall og alle år. Stiplede linjer skiller de fire dypintervallene.

**Tabell 3.** Oversikt over de alge-artene som endret forekomst i størst grad mellom alle årene 1995, 1996 og 1997 i hele Kårstøområdet rangert etter grad av forandring. Positive verdier viser reduksjon, negative en økning mellom årene. De fulle latinske navn, samt norske, finnes i vedlegg B.

Kode	95-96	Kode	95-96	Kode	95-97	Kode	95-97	Kode	96-97	Kode	96-97
CALCO	97	DESVI	-120	LAMDC	62	LAMHY	-101	DESVI	152	HETPL	-109
CERRU	44	SPHRA	-98	PHYRU	55	HETPL	-70	POLUR	100	CALCO	-72
CERST	42	LAMHY	-85	LAMIZ	53	SPHCA	-51	SPHRA	96	CLAAL	-52
SPEPA	41	CALCR	-83	POLUR	53	CLAAL	-50	SPHPL	84	ERYCA	-46
LAMDC	41	PHYPS	-77	PTIPL	50	STREB	-47	LAMIZ	76	DELSA	-39
PHYTR	41	SPHPL	-76	BRUNT	49	ERYCA	-46	ECTFA	60	CERST	-37
HETPL	39	ECTFA	-52	DERMA	47	PHYCR	-45	LOMCL	59	CRUPE	-35
BONAS	37	POLUR	-47	PHYTR	46	BROBY	-41	CALCR	55	AUDPA	-35
AUDIN	36	RHOCO	-43	CLASE	42	RHOCO	-38	PTEPL	50	SPEPA	-30
COROF	35	PTEPL	-42	RHIIM	38	AUDPA	-37	AUDPU	46	ECTSI	-30
ULVLA	35	BROBY	-41	BONAS	32	LAMSA	-37	PHYRU	44	PHYLZ	-28
EPIFL	33	DESAC	-38	ULVLA	32	ECTSI	-36	PHYPS	43	PHYCR	-26
PTIPL	32	CYSPU	-36	AUDPU	32	DESAC	-34	CLASE	39	SPHCA	-25
AUDCO	31	STREB	-35	DESVI	32	PHYPS	-34	BRUNT	34	SPHCI	-24
DELSA	29	LOMCL	-33	EPIFL	28	PHYLZ	-28	CHOFI	29	LAMDI	-21
ASPTU	27	LAMSA	-32	CODFR	27	CALCR	-28	CYSPU	26	LAMJU	-21
GRICO	26	SPHCA	-26	LOMCL	26	LAMJU	-21	DERMA	23	CERRU	-20
LITHO	25	ODODE	-25	CALCO	25	LAMDI	-18	RHIIM	22	FURLU	-20
DERMA	24	LAMIZ	-23	CERRU	24	CHOCR	-17	HALSI	22	AUDCO	-19
AUDME	22	PHYCR	-19	BRYPL	24	CALLA	-17	LAMDC	21	COROF	-17
CRUPE	19	ASPF	-18	AUDIN	22	CRUPE	-16	PTIPL	18	BONHA	-16
FURLU	18	CALLA	-17	CHOFI	22	BONHA	-16	CHYVE	14	LAMHY	-16

Av tabell 3 fremgår at artene med størst reduksjon fra 1995 til 1996 gaffelgrenet havpryd (CALCO), tynn rekeklo (CERST), vanlig rekeklo (CERRU) og bleiktuste (SPEPA), er arter som alle har potensiell størst forekomst på sommeren. Dette samsvarer med en kaldere vår i 1996 enn i 1995. Liknende tendenser er tidligere blitt observert i kystovervåkingsprogrammet som har pågått hver vår siden 1989 langs ytre kyst av Sør-Norge (Pedersen *et al.* 1995 a,b).

Det skal også nevnes at reduksjonen i hummerblekke (PHYTR) sannsynligvis ikke er reell, ettersom den er bestemt som krusblekke (PHYPS) i 1996. Disse to artene er meget vanskelig å bestemme spesielt som små individer. Dette har ingen innvirkning på samfunnsberegningene da artene er slått sammen under analysene (se vedlegg B).

Av de artene som har økt forekomsten mest i forhold til 1995 er en opportunistiske brunalge, fint kjerringhår (DESVI), som opptrer i store mengder tidlig om våren og noen andre små alger som *Sphacelaria radicans* (SPHRA) og epi-/ endofyttiske brunalger (STREB). Foruten smalrødhånd (CALCR), hadde svært mange små skorpeformete og opprette mosdyr samt hydroider, økt forekomst i 1996 (Pedersen og Green, 1996). Årsaken kan være at andre større alger ikke var så velutviklet (sen vår i 1996), og dermed ikke tildekket slike små organismer i den utstrekning de sannsynligvis gjorde i 1995.

Skillet mellom 1995 og 1997 ser ut til å være karakterisert av forskjeller i tareartene (LAMDC, LAMIZ og LAMHY). Små tareplanter var mer vanlig i 1995, og hadde utviklet seg til større individer i 1997. Dette ble registrert som forskjeller mellom årene. Det er imidlertid samme art og forskjellen mellom årene 1995 og 1997 er derfor mindre enn hva som fremkommer her. De artene som betyr noe i å skille 1995 og 1997 fra hverandre er bl.a. økte forekomster av sjølyng (HETPL), taretufs (SPHRA) samt bleikgrønndusk (CLAAL) i 1997 og større forekomster av eikeving (PHYRU), draugfjær (PTIPL) og røddokke (POLUR) i 1995. Forskjellene er derfor hovedsakelig forårsaket av rødalger og tildels en økt forekomst av stortare (LAMHY).

Forskjellen mellom 1996 og 1997 var i stor grad forårsaket av de samme artene som forårsaket forskjellen mellom 1995 og 1996, men i 1997 var også kjennetegnet av høyere forekomster av ”sommeralger” som sjølyng (HETPL) og gaffelgrenet havpryd (CALCO).

#### 4.3.4 Konklusjon - dykketransektene

De største forskjellene i artssammensetningen av algene mellom årene stemmer overens med forskjellene i temperaturregimet disse årene. Sen vår, som i 1996, fremhevet opportunistiske våralger, mens de varme årene 1995 og 1997 fremhever økte forekomster av sommeralger. Det var få statistisk signifikante forskjeller mellom år i algesamfunnet, men flere sammenfallende tendenser. Lav statistisk signifikans kan skyldes en kombinasjon av få stasjoner og stor variabilitet innen stasjonene. Siden utviklingstendensen over tid viste likhetstrekk mellom stasjonene, er det sannsynlig at et større antall stasjoner ville ført til statistisk signifikante forskjeller tross variabiliteten.

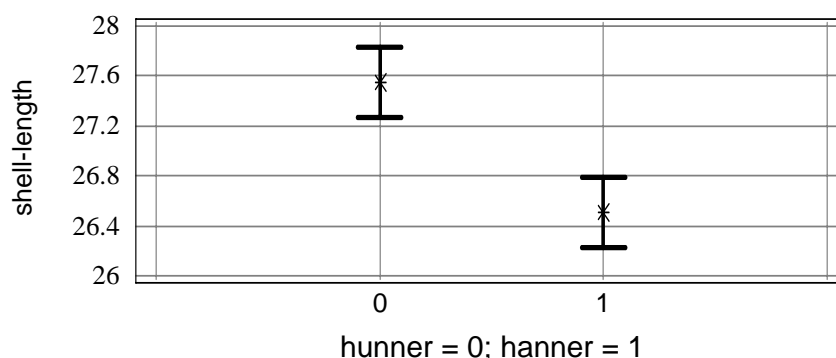
#### 4.4 Imposex-undersøkelser

Tilsammen ble det undersøkt 321 purpursnegl fra de fem stasjonene; 156 hunner og 165 hanner. Gjennomsnittlig skallhøyde og penislengde hos de to gruppene er vist i tabell 4. Skallhøyden hos hunnene var signifikant høyere enn hos hannene (figur 26), men differensen har liten betydning for vurderingen av de biologiske effektparametrene.

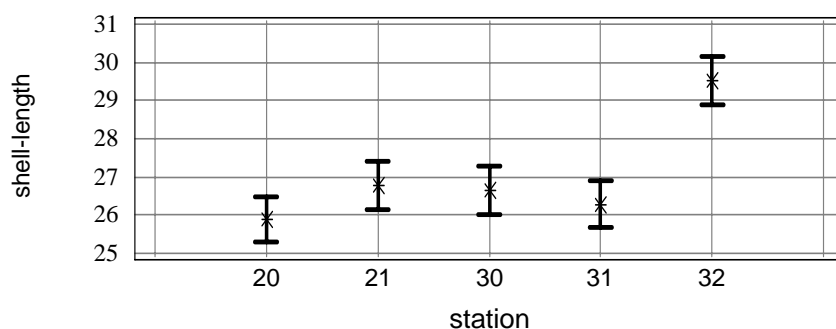
**Tabell 4.** Gjennomsnittlig skallhøyde og penislengde hos de undersøkte purpursnegl (*Nucella lapillus*) fra Kårstøområdet.

Parameter	Skallhøyde		Penislengde	
	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner
Antall snegl	156	165	156	165
Gjennomsnitt	27.55	26.51	2.10	5.30
Varians	7.84	5.22	0.47	1.71
Standard avvik	2.80	2.28	0.68	1.31
Minimum	22.2	21.4	0.5	1.5
Maksimum	35.9	32.5	4.0	8.0

På stasjon 32 var sneglene større og hadde tynnere skall enn på de øvrige stasjoner (figur 27) og dette skyldes sannsynligvis at det er den minst eksponerte blant de undersøkte stasjoner (Etter, 1996).



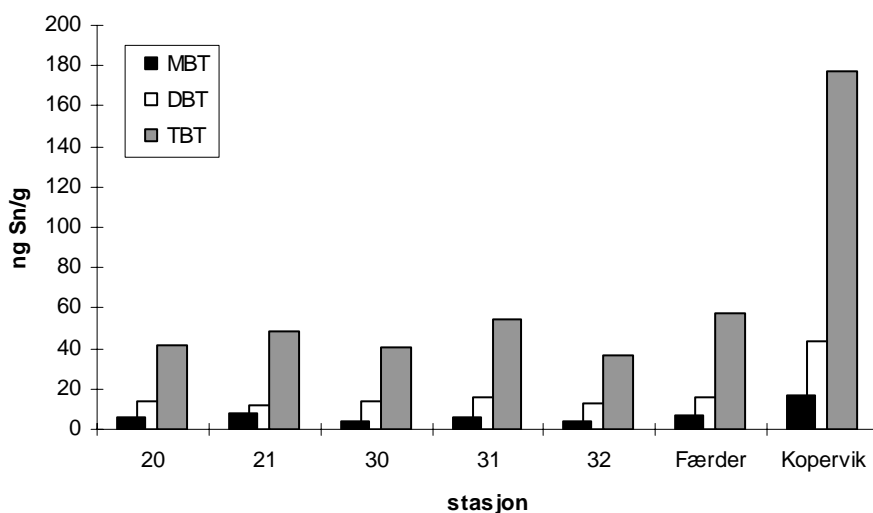
**Figur 26.** Skallhøyde i mm hos hunner (0) og hanner (1) av de undersøkte *Nucella lapillus* i Kårstøområdet. Gjennomsnittsverdi med Scheffe 95% konfidensintervall; ikke overlappende intervall indikerer signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ).



**Figur 27.** Skall-høyde i mm hos de undersøkte *Nucella lapillus* fra Kårstøområdet. Gjennomsnittsverdi med Scheffe 95% konfidensintervall; ikke overlappende intervall indikerer signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ).

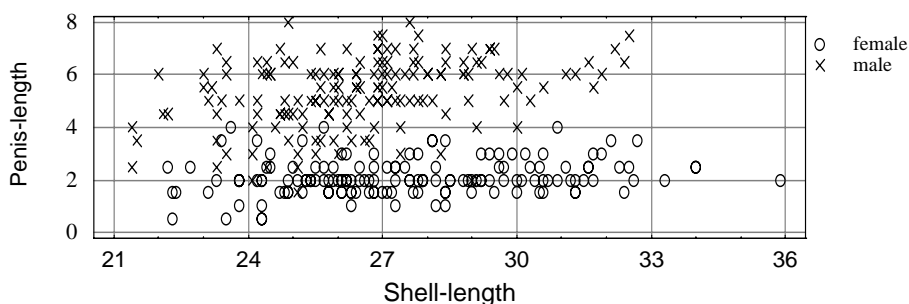
Konsentrasjonen av TBT i sneglene fra Kårstø var ikke høyere enn det som er blitt registrert fra andre tilsvarende områder i Norge (figur 28). Som eksempel var nivåene omtrent lik de som tidligere er blitt registrert i snegler fra Færder fyr (Walday *et al.* 1997). Purpursnegl analysert på en lokalitet med stor skipstrafikk utenfor Kopervik, hadde ca. 3-5 ganger så høye TBT-nivåer som sneglene fra Kårstø-området. Det må bemerkes at Færder og Kopervik dataene stammer fra undersøkelser i 1993 da forbudet mot bruk av TBT på små båter var relativt nytt (forbudet ble effektivt 1990).

Walday *et al.* (1997) fant nivåer fra <7 (under deteksjonsgrense) til 1096 ng Sn/g i sine undersøkelser av purpursnegl fra norskekysten. Medianverdien var 63 ng Sn/g, dvs. litt i overkant av det som ble funnet i sneglene fra Kårstøområdet. Innhold av TBT i sneglene vil variere over tid, siden dyrene har evnen til å skille ut stoffet. Undersøkelser fra Island har f.eks. vist at TBT-nivåene i purpursnegl er ca. 5 ganger høyere om sommeren enn om vinteren (Skarphédinsdóttir *et al.* 1996).

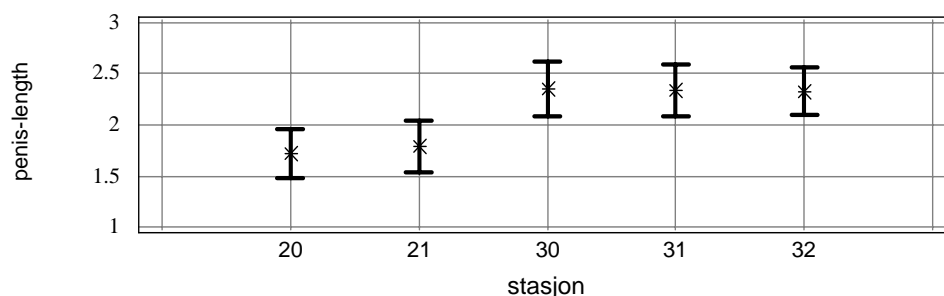


**Figur 28.** Nivåer (ng Sn/g) av TBT, DBT og MBT i hunnsnegl (*Nucella lapillus*) fra Kårstøområdet (st. 20-32) sammenlignet med to tidligere undersøkte stasjoner (Walday *et al.* 1997).

Regresjonsanalyser av forholdet mellom skallhøyde og penislengde viste et linjært forhold, med en stigningskoeffisient så lav som 0.051 for hunnene, mens hannenes stigningskoeffisient på 0.202 indikerer en mye større sammenheng mellom skallhøyde og penislengde (figur 29). Dette viser at andre faktorer enn skallvekst har sammenheng med veksten av penis hos hunn-sneglene. Det er eksperimentelt blitt påvist at størrelsen på hunnens penis øker med TBT-konsentrasjon og eksponeringstid (Davies *et al.* 1997). Lengden på hunnens penis på de ulike stasjonene er vist i figur 30.



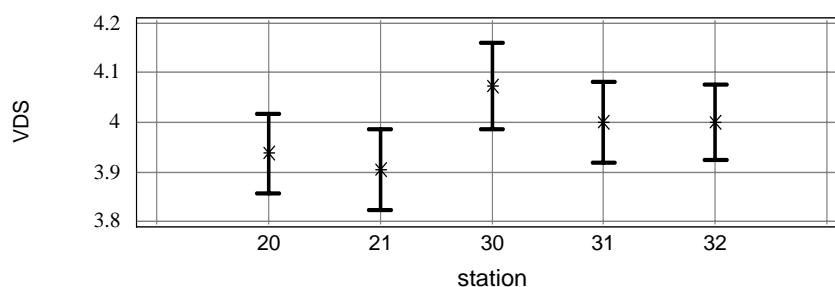
**Figur 29.** Forholdet mellom skallhøyde og penislengde (mm) hos hunn- (o) og hannsnegl (x) fra Kårstøområdet.



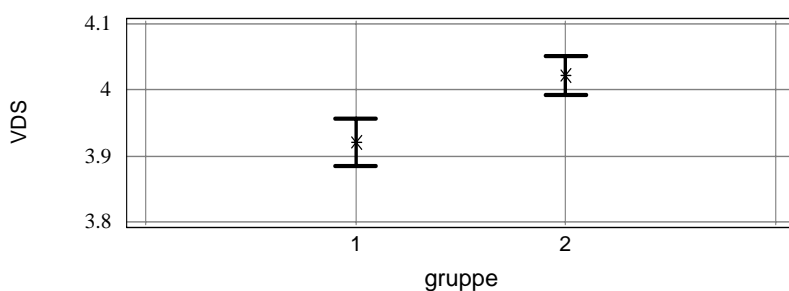
**Figur 30.** Penislengde i mm hos hunnsnegl av *Nucella lapillus* i Kårstøområdet. Gjenomsnittsverdi med Scheffe 95% konfidensintervall; ikke overlappende intervall indikerer signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ).

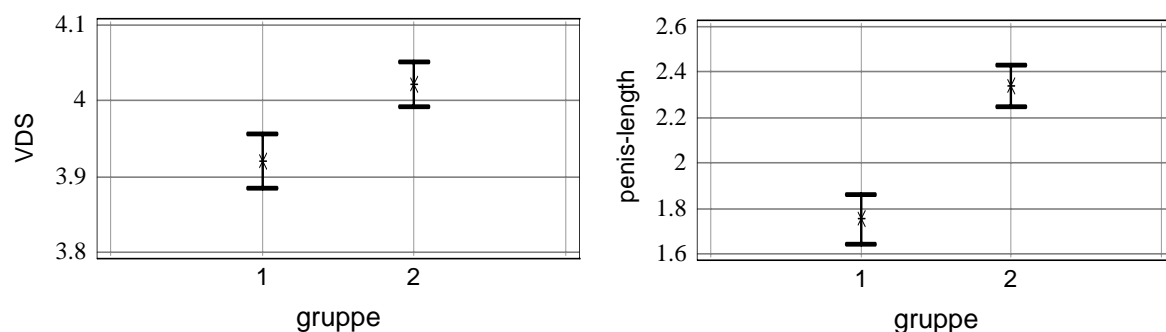
Det ble påvist skader på kjønnsorganene (imposex) hos samtlige purpurnegl på de fem stasjonene (figur 31). Den mest sannsynlige årsak til dette er påvirkning fra tributyltinn (TBT). Det var imidlertid kun på stasjon 30 det ble funnet sterile hunner. Utfra resultatene kan en ikke indikere én spesiell kilde til påvirkningen, men stasjonene kan deles i to grupper, hvorav den nærmest Kårstøterminalen (st. 30-32) hadde signifikant høyere VDSI og penislengde hos hunnene enn den andre gruppen (st 20 og 21; se figur 32). Forholdet mellom hunnens og hannens penislengde (RPSI) var også størst på de tre stasjonene nærmest terminalen (figur 33).

Utvikling av sædleder hos hunnsneglene (VDS) er irreversibel og reflekterer bedre den TBT-eksponering sneglene har vært utsatt for i sin livstid, enn det bare målinger av TBT-nivåer i sneglene gjør. RPSI kan variere gjennom året og det er derfor knyttet noe mere usikkerhet til denne parameter.

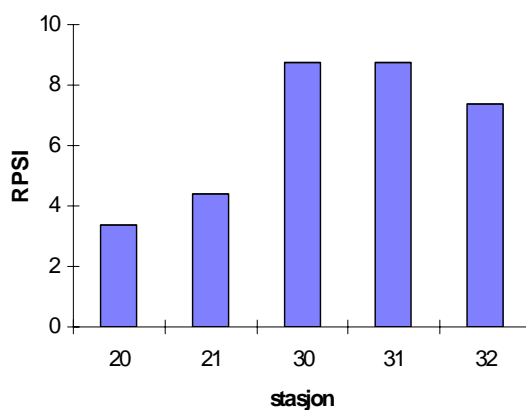


**Figur 31.** Utvikling av sædleder (VDS) hos hunnsnegl av *Nucella lapillus* i Kårstøområdet. Gjenomsnittsverdi med Scheffe 95% konfidensintervall; ikke overlappende intervall indikerer signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ).



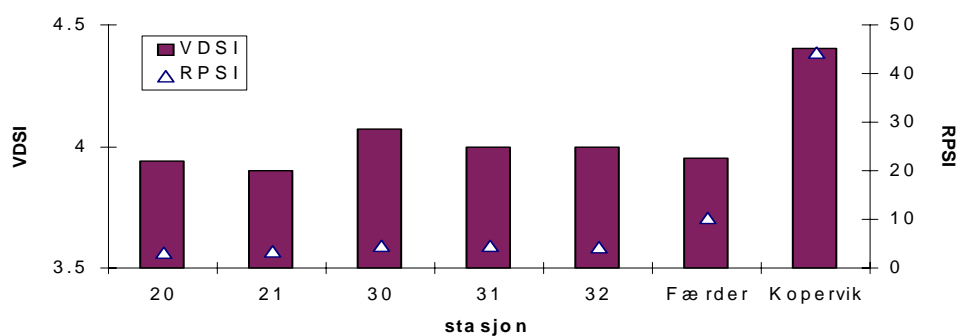


**Figur 32.** VDS og penislengde hos hunnsnegl (*Nucella lapillus*) fra Kårstøområdet. Sneglene er delt i to grupper; gruppe 1= stasjon 20 og 21 (fjernområdet), gruppe 2= stasjon 30-32 (nærområdet). Gjennomsnittsverdi med Scheffe 95% konfidensintervall; ikke overlappende intervall indikerer signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ).



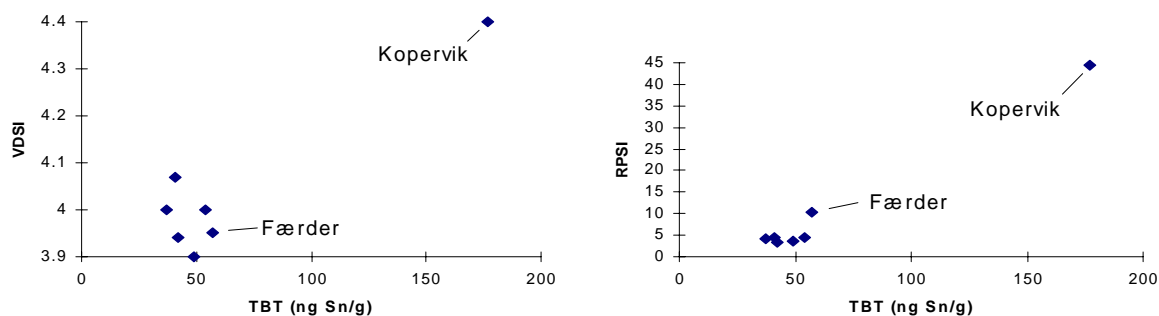
**Figur 33.** 'Relativ Penis Size Index' (RPSI) hos purpursnegl fra Kårstøområdet.

Sammenhengen mellom de to imposexparametrene VDSI og RPSI er illustrert i figur 34. Størrelsen på hannenes penis er vist å kunne variere ca. 15% gjennom året, størst penis under gytesesongen om våren, og dette vil da kunne påvirke RPSI-verdien. Kårstø-sneglene er samlet inn i juli, mens Færder og Kopervik ble undersøkt om høsten, og dette kan være årsak til at RPSI på de to sistnevnte stasjoner er forholdsvis mye større enn på Kårstø-stasjonene.



**Figur 34.** Imposex (VDSI og RPSI) hos hunnsnegl (*Nucella lapillus*) fra Kårstøområdet (st. 20-32) sammenlignet med to tidligere undersøkte stasjoner (Walday *et al.* 1997).

I figur 35 er forholdet mellom TBT-konsentrasjon i sneglene og graden av imposex illustrert. Siden nivåer av TBT vil variere over tid, mens imposex er irreversibel, vil sammenhengen mellom disse to parametre være usikker. Det er imidlertid tydelig at den store TBT-eksponering sneglene i Kopervik har vært utsatt for, har ført til skader som er mer omfattende enn på de øvrige stasjonene.



**Figur 35.** Forholdet mellom TBT-konsentrasjon (ng Sn/g) i purpursnegl og imposex (VDSI og RPSI) fra Kårstøområdet. Data fra Kopervik og Færder er også vist (Walday *et al.* 1997).





## 5. Sammenfattende diskusjon

Rapporten fra 1996 konkludert med at en ikke kunne finne klare tegn på at driften av gassterminalen på Kårstø kunne forårsake de forskjellene som ble funnet. Rapporten antydte videre at temperatur-forholdene generelt kunne ha forårsaket de forskjellene som ble registrert over tid. Hovedmålet for undersøkelsen i 1997, og for denne rapporten, har vært å dokumentere eventuelle sammenhenger mellom artssammensetningen og naturlig temperatursvingninger mellom de undersøkte år. To undersøkelses- metoder ble valgt. Den ene, rammeundersøkelser av littoralsamfunnet, har blitt benyttet i området siden 1981. Den andre, transektanalyse ved dykking, ble benyttet på Kårstø i 1995 og 1996. Den har i de senere årene blitt benyttet i alle resipientundersøkelser av NIVA der formålet har vært å beskrive hardbunn under tidevannssonen, og har vist seg å på en tilfredsstillende måte kunne påvise endringer over tid. Dykketransektene dekker området fra overflaten og ned til maksimalt 30 m. Metoden er ikke avhengig av tilnærmet loddrette flater slik som alternativet stereofotometodikk, brukt på Kårstø på 80-tallet (se Bakke et al. 1984). Stereofotometoden har også en lavere oppløsning m.h.t. arter enn transektregistrering, men materialet kan ved bearbeiding med sterke statistiske metoder, reflektere endringer med større følsomhet.

I denne undersøkelsen er endringer påvist både i ramme- og transektregistreringene, men grunnet datamateriale over flere år viste rammeundersøkelsene seg å identifisere de klareste sammenhengene. Med like lange dataserier ville sannsynligvis transekt-undersøkelsene også gitt et klarere bilde av forskjellene mellom kalde og varme år, og man ville ha grunnlag for å se om dette også ga utslag i de dypere vannlag.

Gode data over hydrografiske og hydrokjemiske forhold i den undersøkte perioden er nødvendige for tolkingen av resultatene. Klimaforholdene fra 1980 og fram til idag har vært utenom det normale for kysten av Sør-Norge. Biologisk Stasjon Flødevigen har foretatt målinger av overflatevannet ved Arendal siden 1924 og påviste at årene 1988 til 1994 var den lengste vedvarende varmeperiode som har vært registrert siden målingene startet. Vintertemperaturene i 1995 var også unormalt høye, mens 1996 var noe kaldere enn normalt. Vår/vinter 1997 var igjen varm og sommeren 1997 var ekstrem varm. Effekten av den varme sommeren i 1997 har imidlertid ikke i særlig grad virket inn på våre resultater siden registreringene ble gjort helt i begynnelsen av den spesielt varme perioden.

Målinger utført av Meteorologiske Institutt ved Slåtterøy Fyr og ved Utsira, er de nærmeste langtidsserier som kan fungere som tilnærmet brukbart referansemateriale for temperaturforholdene ved Kårstø i årene med biologiske undersøkelser. De viser at 1981, 1982, 1985 og 1996 var såkalte "normalt kalde" år, mens årene 1983, 1988, 1989, 1995 og 1997 falt i en gruppe karakterisert av unormalt "varm" vinter og vår.

Rammeundersøkelsene viste et variasjonsmønster i nesten alle samfunnsindekser som sammenfaller med forskjellene mellom de varme og kalde år. I de fleste tilfeller ble det funnet signifikante sammenhenger mellom gjennomsnittstemperaturene for vinter/vår månedene og de beregnede indekser og parametre (jfr. regresjonsberegningene). Den beste korrelasjonen ble funnet mellom de gjennomsnittlige temperaturforholdene for de kaldeste månedene om vinteren dvs. februar og mars og de biologiske parametre. Dette kan tyde på at vinter-temperaturen har stor innflytelse på påfølgende års artssammensetning. Det er i ikke gjort korrelasjonsberegninger av biologiske parametre mot minimumtemperatur om vinteren ettersom slike data ikke var tilgjengelig.

Analysene har videre vist at lav vinter-temperatur førte til endringer i fjæresamfunnet påfølgende sommer som er karakteristisk for et belastet samfunn: reduksjon i artsantall, forekomst og diversitet, og økning i dominans. Dette tyder på at fjæresamfunnene i området alt har tilpasset seg et noe varmere klima, og at episoder med kaldere år virker som stress.

Flere stasjoner viste i 1996 tegn på å ha vært utsatt for isskuring/frost, med stor dominans spesielt i øvre nivå. Artsantallet, diversitet, forekomst og tildels jevnhet falt som nevnt i 1996 i forhold til i 1995 og dominansen økte. Disse tendensene var tydeligst på stasjonene 16, 20 og 21, altså stasjoner som lå i fjernsonen for

terminalen. Forskjellen mellom 1995 og 1996 var mindre innen nærsonen. Utslipet av varmtvann kan ha hatt en stabiliserende effekt på samfunnene i nærsonen og dermed bidratt til mindre forskjell mellom varme og kalde år, men slike effekter har det ikke vært mulig å verken påvise eller avkrefte (Pedersen og Green, 1996).

Innen transekt-stasjonene ble det generelt sett funnet en økning i antall arter, diversitet og i forekomst fra 1995 til 1996. Dette virker i utgangspunktet motsigende sammenlignet med rammeundersøkelsene. Ved å analysere selve artssammensetningen disse årene, er det likevel tydelig at innslaget av sommeralger var mye større i 1995 enn på samme tid i 1996. I 1997 endret artssammensetningen seg igjen og ble mer lik artssammensetningen i 1995 med mange sommeralger. Av de artene som økte forekomsten mest i forhold til 1995 var en opportunistiske brunalge, fint kjerringhår (DESVI), som opptrer i store mengder tidlig om våren og noen andre små mikroskopiske alger som *Sphacelaria radicans* (SPHRA) og epi-/endofyttiske brunalger (STREB).

Tett dekning av visse sommeralger i 1995 og 1997, resulterte i at mange små arter ble overdekket og dermed lett kunne oversees i registreringene. I 1996 var forekomsten av disse mer typiske sommeralgene adskillig lavere enn året før, noe som også medførte større sikkerhet i registreringene av små alger og dyr som ellers er lett å overse. Foruten smalrødhånd (CALCR), er det svært mange små skorpeformete og opprette mosdyr samt hydroider, som har økt forekomst i 1996. Dette kan være en medvirkende årsak til den forbigående positive utviklingen fra 1995 til 1996. Også flere tidlige våralger ble observert i 1996 enn i 1995 og 1997, bl.a. fjæreslo (SCYLO) og tvesli (ISTSP) samt at det dette året ble funnet en alge – draugøre (TURPE) som har en arktisk utbredelse og som tidligere har beskrevet Møkster som det sørligste funn (Rueness 1977). Det må imidlertid presiseres at det er små endringer det er snakk om og at det ikke er påvist forskjeller mellom nær- og fjernsonen.

Tidligere eksperimentelle undersøkelser har vist at vedvarende overtemperaturer på 3°C, vil medføre endringer i samfunnsstruktur på hardbunnsamfunn, men ikke i entydig retning (Bakke et al. 1992). Konstant overtemperaturer på 1-2°C ansees ikke å føre til påvisbare endringer i resipienten ved Kårstø da den naturlige temperaturfluktuasjonen er relativt høy: 2-16°C (Thomassen 1992). I området ved Kårstø er det ikke konstatert konstante overtemperaturer. De varierer svært mye både i utstrekning og amplitude (Eidnes, 1994). Grunnområdene er også relativt hyppig utsatt for naturlige temperaturfluktuasjoner, f.eks. vinddrevet oppstrømming av dypere kaldere vann (upwelling). Viktig for de fastsittende organismesamfunnene er hvor hyppig og langvarige slike fluktuasjoner er. Organismesamfunnene på Kårstø blir også utsatt for kortere eller lengre perioder med kjølevann med en viss overtemperatur. Mangelen på biologiske forskjeller mellom nær- og fjernsonen viser at eventuelle responser på dette ligger innenfor den naturlige årsvariasjon. Det er det naturlige temperaturregimet på vinteren og våren som i størst grad har forårsaket de endringer og forskjeller mellom årene som er observert i Kårstøområdet. Endringer som ikke helt kan forklares ut fra naturlige svingninger i miljøforholdene, og som kan være effekter av overtemperatur fra utslippet, har vært observert i nærområdet, men de er små og ikke konsekvente. Det har derfor ikke vært mulig å koble disse direkte til driften av anlegget ved Kårstø.

Det er over årene påvist store svingninger i bestanden av purpursnegl (*Nucella lapillus*) i Kårstø-området, men det er ikke påvist noen sammenheng med utslippet fra terminalen. Purpursnegl er kjent for å være meget ømfintlig for enkelte miljøgifter, særlig tinnorganiske forbindelser som TBT (Blaber 1970; Gibbs et al. 1987), og den er derfor ofte brukt som indikatorart mht. forurensing av TBT. Kongesnegl, strandsnegl og nettsnegl er eksempler på andre norske arter som også er følsomme for TBT. Tinnorganiske forbindelser har i stor grad vært benyttet i begroingshindrende maling på båter, men er siden 1990 ikke tillatt brukt på mindre båter (<25m lengde). Belastning av TBT medfører at hunnsnegl av *N. lapillus* bl.a. utvikler en sædleder som i senere stadier kan overdekke kjønnsåpningen og dermed lede til sterilitet. Fenomenet kalles imposex.

Samtlige undersøkte purpursnegl i Kårstøområdet hadde utviklet imposex og det ble funnet sterile hunner på stasjonen nærmest terminalen. Nivåene av TBT i sneglene indikerer at stoffet har vært tilstede i sjøen rundt Kårstø i de senere år, men konsentrasjonene var ikke høyere enn det som er funnet i snegl fra f.eks. Færder fyr. Stasjonene i nærområdet til terminalen var signifikant mer påvirket enn de to stasjonene i fjernområdet.

Skadene hos sneglene er tydelige og alvorlige, men ikke så omfattende som f.eks. i området utenfor Kopervik, hvor det ser ut til at sneglene har blitt nærmest utryddet.

Resultatene tyder på at skipsaktiviteten rundt Kårstøterminalen er hovedkilden til de nivåer og effekter av TBT som ble registrert hos purpursnegl ved undersøkelsene i 1997. Det ser imidlertid ikke ut til at det er noen umiddelbar fare for sneglpopulasjonene i området; det ble funnet juvenile (små) individer på stasjonene nærmest terminalen, hvilket viser at sneglene har hatt en vellykket formering også i de senere år. Med bakgrunn i den fremtidige utvidelse av aktiviteten på Kårstø bør en imidlertid følge utviklingen hos purpursneglbestandene i de kommende år.



## 6. Referanser

- Bakke, T., N. W. Green, I. Haugen, K. Kvalvågnæs og A. Pedersen. 1984. Petrokjemianlegg på Kårstø. Fastsittende alger og dyr. Undersøkelser 1981-1983. L-1602. O- 82138. 166s.
- Bakke, T., J. A. Berge, B. Braaten, F. Moy, H. Oen, A. Pedersen & M. Walday. 1992. Kombinerte effekter av kjølevann og oppdrett på marine bunnsamfunn. Et økosystemeksperiment. NIVA-rapport nr. 2743. 201 s.
- Bettin C., Oehlmann J. & E. Stroben. 1996. TBT-induced imposex in marine neogastropods is mediated by an increasing androgen level. *Helgoländer Meeresunters.*, 50: 299-317.
- Blaber S.J.M. 1970. The occurrence of a penis-like outgrowth behind the right tentacle in spent females of *Nucella lapillus* (L.). *Proceedings of the Malacological Society of London*, 39: 231-233.
- Clarke K.R. & R.M. Warwick. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Mar. Biol.* 118. 167-176.
- Clifford, H.T., Stephenson, W., 1975. *An Introduction to Numerical Classification*. Academic Press. 229 pp.
- Davies I.M., Harding M.J.C., Bailey S.K., Shanks A.M. & R. Länge, 1997. Sublethal effects of tributyltin oxide on the dogwhelk *Nucella lapillus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 158: 191-204.
- Eidnes, G. 1994. Kårstø Gassterminal. Temperaturmålinger i utslippsområdet for kjølevann. STF-rapport 60 F94118. 20s.
- Etter R. J., 1996. The effect of wave action, prey type, and foraging time on growth of the predatory snail *Nucella lapillus* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 196: 341-356.
- Evans, S.M., T. Leksono, P.D. Mc Kinnel, 1995. Tributyltin pollution: A diminishing problem following legislation limiting the use of TBT-based anti-fouling paints *Mar. Pollut. Bull.* 30: 14-21.
- Fredriksen S. & J. Rueness. 1990. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Benthosalger i Ytre Oslofjord. Overvåkingrapport 397/90. Delprosjekt 4.1. NIVA-rapport 2388.63s.
- Gibbs P.E., Bryan G.W., Pascoe P.L. & G.R. Burt. 1987. The use of the dog-whelk, *Nucella lapillus*, as an indicator of tributyltin (TBT) contamination. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 67: 507-523.
- Hiscock, K., Mitchell, R., 1980. The Description and Classification of Sublittoral Epibenthic Ecosystems. Chapter 6 in: *The Shore Environment. Volume 2: Ecosystems*, (eds. Price, J.H., Irvine, D.E.G., Farnham, W.F.). Academic Press Inc., New York, pp.323-370.
- Hope A.C.A., 1968. A simplified Monte Carlo significance test procedure. *J. R. Statist. Soc. Ser.B.* 30: 582-598.
- Jackson, J.B.C., 1977. Competition of marine hard substrata: The adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Amer. Nat.*, 111(980):734-767.
- Kruskal J.B. & M. Wish. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications, Beverly Hills. California.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third edition. W.P.Saunders Co., 574 pp.
- Paine, R.T., 1966. Food web complexity and species diversity. *Amer. Nat.*, 100(910):65-75.
- Pedersen A., Wikander P.B., Oug E. & N.W. Green. 1989. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Virkninger på organismesamfunn langs kysten. NIVA's undersøkelser i november 1988. Statlig program for forurensningsovervåking 355/89) NIVA-rapport 2233. 182s.
- Pedersen A. & B. Rygg. 1990. Program for langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Del I. Bentiske organismesamfunn. NIVA-notat O-89131, 33s.
- Pedersen A., T. Bakke & N. W. Green. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Fastsittende alger og dyr 1983-1989. Niva-rapport nr. 2441. 152s.

- Pedersen A., Aure J., Dahl E., Green N.W., Johnsen T., Magnusson J., Moy F., Rygg B. & Walday, M. 1995a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990 - 1994. HOVEDRAPPORT. Overvåkingsrapport 624a/95. TA 1264/1995. NIVA-rapport 3332. 115s.
- Pedersen A., Aure J., Dahl E., Green N.W., Johnsen T., Magnusson J., Moy F., Oug E., Rygg B. & Walday, M. 1995b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990 - 1994. VEDLEGGSRAPPORT. Overvåkingsrapport 624b/95. TA 1265/1995. NIVA-rapport 3333. 269s.
- Pedersen A., & N. W. Green. 1996. Sleipnerkondensat på Kårstø. Overvåking av det marine miljø – Harbunnsamfunn. Niva-rapport nr. 3585. 165s.
- Rueness J. 1977. Norsk Algeflora. Univesitetsforlaget. 265s.
- Schoener, A., Schoener, T.W., 1981. The dynamics of the species-area relation in marine fouling systems: 1. Biological correlates of changes in the species-area slope, Amer. Nat., 118:339-360.
- Shannon, C.E, Weaver, W., 1963. The Mathematical Theory of Communication, Univ. of Illinios Press, Urbana. 118 pp.
- Skarphédinsdóttir H., Ólafsdóttir K., Svavarsson J. & T. Jóhannesson. 1996. Seasonal fluctuations of Tributyltin (TBT) and Dibutyltin (DBT) in the Dogwhelk, *Nucella lapillus* (L.) and the Blue Mussel, *Mytilus edulis* L., in Icelandic Waters. Mar. Poll. Bull. 32: 358-361.
- Thomassen J. (red) 1992. MTBE-anlegg Kårstø - Konsekvensutredninger for Miljø, Naturressurser og Samfunn. NINA-Oppdragsmelding 142. 183s.
- Walday M., Berge J.A. & N. Følsvik, 1997. Imposex og nivåer av organotinn hos populasjoner av purpursnegl (*Nucella lapillus*) i Norge. NIVA-rapport 3665-97. 28s.

## VEDLEGG A





## Vedlegg A. Rammer / Transekt

**Tabell 5.** Oversikt over koder, latinske navn og norske navn for de enkelte koder. Kolonnen for Taxa angir et nummer for systematikk, mens K1 angir om det er rødalger (R), brunalger (B), grønnalger (G) eller dyr (D). K2 angir om dyrene er kolonidannende (K) eller solitære/enkelt individer (S). K3 angir hvilken type ernæringsstrategi dyrene har, F= filtererende, R = rovdyr, A = algeetende og O = omnivore (altetende).

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
SEDIM	<i>Sediment: unclassified</i>		1	?	?	?	
DIAKJ	<i>diatome-kjede på fjell</i>	KISELALGER	50	?	?	?	
BEGGZ	<i>Beggiatoa sp.</i>	BAKTERIER/SOPP	51	?	?	?	
SPLSU	<i>Spirulina subsalsa</i>	BLÅGRØNNALGE	51	?	?	?	
ACRVE	<i>Acrosorium venulosum</i>		101	R	?	?	
AGLAZ	<i>Aglathamnion sp.</i>	NEI	101	R	?	?	
AGLBI	<i>Aglathamnion bipinnatum</i>	NEI	101	R	?	?	
AGLSE	<i>Aglathamnion sepositum</i>	BUSKET HAVPRYD*	101	R	?	?	
AHNPL	<i>Ahnfeltia plicata</i>	SJØRIS*	101	R	?	?	
AUDAL	<i>Audouinella alariae</i>	NEI	101	R	?	?	AUDOA
AUDCO	<i>Audouinella conrescens</i>	NEI	101	R	?	?	AUDOI
AUDDA	<i>Audouiniella daviesii</i>	NEI	101	R	?	?	AUDOA
AUDIN	<i>Audouiniella infestans</i>		101	R	?	?	AUDOU
AUDME	<i>Audouiniella membranacea</i>	HYDROIDE-RØDPUSLING	101	R	?	?	AUDOU
AUDOZ	<i>Audouiniella sp.</i>	RØDPUSLING	101	R	?	?	AUDOI
AUDPA	<i>Audouiniella parvula</i>		101	R	?	?	AUDOI
AUDPU	<i>Audouinella purpurea</i>	FILTRØDPUSLING	101	R	?	?	AUDOI
AUDSE	<i>Audouiniella secundata</i>		101	R	?	?	AUDOI
AUDZZ	<i>Audouiniella spp.</i>	RØDPUSLING	101	R	?	?	AUDOI
BANAT	<i>Bangia atropurpurea</i>	PURPURTRÅD	101	R	?	?	
BONAS	<i>Bonnemaisonia asparagoides: gamet.</i>	ASPARGESALGE	101	R	?	?	
BONHA	<i>Bonnemaisonia hamifera: gamet.</i>	KROKBÆRER	101	R	?	?	
BROBY	<i>Brongniartella byssoides</i>	FAGERDOKKE	101	R	?	?	
CALCO	<i>Callithamnion corymbosum</i>	GAFFELGR. HAVPRYD	101	R	?	?	
CALCR	<i>Callophyllis cristata</i>	SMALRØDHÅND	101	R	?	?	
CALLA	<i>Callophyllis laciniata</i>	RØDHÅND	101	R	?	?	
CERAP	<i>Ceramium areschougii</i>	NEI	101	R	?	?	
CERAZ	<i>Ceramium sp.</i>	REKEKLO	101	R	?	?	
CERPA	<i>Ceramium pallidum</i>	REKEKLO	101	R	?	?	CERAM
CERRE	<i>Ceramium rescissum</i>	VANLIG REKEKLO	101	R	?	?	CERAM
CERRU	<i>Ceramium rubrum</i>	VANLIG REKEKLO	101	R	?	?	CERAM
CERSE	<i>Ceramium secundatum</i>	VANLIG REKEKLO	101	R	?	?	CERAM
CERSH	<i>Ceramium shuttleworthianum</i>	PIGGET REKEKLO	101	R	?	?	
CERST	<i>Ceramium strictum</i>	TYNN REKEKLO	101	R	?	?	CERAS
CHOCR	<i>Chondrus crispus</i>	KRUSFLIK	101	R	?	?	
CHYVE	<i>Chylocladia verticillata</i>	KRANSRØR	101	R	?	?	
CORAX	<i>Coralliniacea indet.</i>		101	R	?	?	LITHO
COROF	<i>Corallina officinalis</i>	KRASING	101	R	?	?	
CRUPE	<i>Cruoria pellita</i>	SLEIPFLEKK	101	R	?	?	
CYSPU	<i>Cystoclonium purpureum</i>	FISKEKØK	101	R	?	?	
DELSA	<i>Delesseria sanguinea</i>	FAGERVING	101	R	?	?	
DILCA	<i>Dilsea carnosa</i>	KJØTTBLAD	101	R	?	?	
DUMCO	<i>Dumontia contorta</i>	BENDELSLEIPE	101	R	?	?	
ERYCA	<i>Erythrotrichia carnea</i>	RØD STJERNETRÅD	101	R	?	?	
ERYIR	<i>Erythrocladia irregularis</i>	NEI	101	R	?	?	
FURLU	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	SVARTKLUF	101	R	?	?	
GRICO	<i>Griffithsia corralinoides</i>	LEDDBUSK	101	R	?	?	

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
HALLI	<i>Halarachnion ligulatum</i>	RØDTUNGE	101	R	?	?	
HETPL	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	SJØLYNG	101	R	?	?	
HILRU	<i>Hildenbrandia rubra</i>	FJÆREBLOD	101	R	?	?	
HYMSE	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i> : <i>spor.</i>	HYMENOKLONIUM FASE	101	R	?	?	
LAUPI	<i>Laurencia pinnatifida</i>	PEPPERALGE	101	R	?	?	
LITGL	<i>Lithothamnion glaciale</i>	VORTERUGL	101	R	?	?	LITHO
LOMCL	<i>Lomentaria clavellosa</i>	VANLIG ROSENØR	101	R	?	?	
LOMEZ	<i>Lomentaria sp.</i>	ROSENØR	101	R	?	?	
LOMOR	<i>Lomentaria orcadensis</i>	SPISSBLADET ROSENØR	101	R	?	?	
MASST	<i>Mastocarpus stellata</i>	VORTEFLIK	101	R	?	?	
MEMAL	<i>Membranoptera alata</i>	SMALVING	101	R	?	?	
NEMHE	<i>Nemalion helminthoides</i>	RØDSLEIPE	101	R	?	?	
ODODE	<i>Odonthalia dentata</i>	TANNSKÅRING	101	R	?	?	
PALPA	<i>Palmaria palmata</i>	SØL	101	R	?	?	
PEYDU	<i>Peyssonnelia dubyi</i>		101	R	?	?	
PHYCA	<i>Phymatolithon calcareum</i>	BUTTGRENET MERGEL	101	R	?	?	
PHYCR	<i>Phyllophora crispa</i>	SMALBLEKKE	101	R	?	?	
PHYLE	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	SLETTUGL	101	R	?	?	LITHO
PHYPS	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	KRUSBLEKKE	101	R	?	?	PHYLL
PHYRU	<i>Phycodrys rubens</i>	EIKEVING	101	R	?	?	
PHYTR	<i>Phyllophora truncata</i>	HUMMERBLEKKE	101	R	?	?	PHYLL
PLOCA	<i>Plocamium cartilagineum</i>	KAMSKÅRING	101	R	?	?	
PLUEL	<i>Plumaria elegans</i>	FAGERFJÆR	101	R	?	?	
PNELI	<i>Pneophyllum limitatum</i>	NEI	101	R	?	?	PNEOP
POLAR	<i>Polysiphonia cf. arctica</i>	ISHAVSDOKKE	101	R	?	?	POLYU
POLBR	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	PENSELDOKKE	101	R	?	?	
POLEL	<i>Polysiphonia elongata</i>	STILKDOKKE	101	R	?	?	
POLHA	<i>Polysiphonia harveyi</i>		101	R	?	?	POLYU
POLLA	<i>Polysiphonia lanosa</i>	GRISSETANGDOKKE	101	R	?	?	
POLNI	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	SVARTDOKKE	101	R	?	?	
POLRT	<i>Polyides rotundus</i>	RØDKLUFT	101	R	?	?	
POLUR	<i>Polysiphonia urceolata</i>	RØDDOKKE	101	R	?	?	POLYU
POLVI	<i>Polysiphonia violacea</i>	TANGDOKKE	101	R	?	?	POLYV
POLYZ	<i>Polysiphonia sp.</i>	DOKKE	101	R	?	?	
PORCO	<i>Porphyropsis coccinea</i>	ROSEHINNE	101	R	?	?	
PORLE	<i>Porphyra leucosticta</i>	STRIPEFJÆRHINNE	101	R	?	?	
PORLI	<i>Porphyra linearis</i>	SMAL FJÆREHINNE	101	R	?	?	
PORPP	<i>Porphyra purpurea</i>	PURPURFJÆREHINNE	101	R	?	?	
PORPZ	<i>Porphyra sp.</i>	FJÆREHINNE	101	R	?	?	
PORUM	<i>Porphyra umbilicalis</i>	VANLIG FJÆREHINNE	101	R	?	?	
PTEPA	<i>Pterosiphonia parasittica</i>	SMÅFJÆR	101	R	?	?	
PTEPL	<i>Pterothamnion plumula</i>	VANLIG HAVDUN	101	R	?	?	PTERO
PTIPL	<i>Ptilota plumosa</i>	DRAUGFJÆR	101	R	?	?	
RHOCO	<i>Rhodomela confervoides</i>	TEINEBUSK	101	R	?	?	
RHODI	<i>Rhodophyllis divaricata</i>	RØDFLIK	101	R	?	?	
RHOLY	<i>Rhodomela lycopodioides</i>	NEI	101	R	?	?	
SPERE	<i>Spermothamnion repens</i>	KRYPLO	101	R	?	?	
TRAIN	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : <i>spor.</i>	RØDLO	101	R	?	?	
TURPE	<i>Turnerella pennyi</i>	DRAUGØRE	101	R	?	?	
ALAES	<i>Alaria esculenta</i>	BUTARE	201	B	?	?	ALARI
ALAJU	<i>Alaria juv</i>	BUTARE	201	B	?	?	ALARI
ASCNO	<i>Ascophyllum nodosum</i>	GRISSETANG	201	B	?	?	
ASPMI	<i>Asperococcus fistulosus</i>	SMAL VORTESMOKK	201	B	?	?	ASPER
ASPTU	<i>Asperococcus turneri</i>	BRED VORTESMOKK	201	B	?	?	
BRUNT	<i>Brunt på fjell - mørkt</i>	NEI	201	B	?	?	
CHOFI	<i>Chorda filum</i>	MARTAUM	201	B	?	?	
CHOFL	<i>Chordaria flagelliformis</i>	STRANDTAGL	201	B	?	?	
CLASP	<i>Cladostephus spongiosus</i>	PIPERENSERALGE	201	B	?	?	
CUTAG	<i>Cutleria multifida Aglazoniastadia</i>	BRUNBENDEL	201	B	?	?	

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
CUTMU	<i>Cutleria multifida</i>	BRUNBENDEL	201	B	?	?	
DESAC	<i>Desmarestia aculeata</i>	VANLIG KJERRINGHÅR	201	B	?	?	
DESMZ	<i>Desmarestia</i> sp.	KJERRINGHÅR	201	B	?	?	
DESUN	<i>Desmotrichum undulatum</i>	BØLGET BRUNBÅND	201	B	?	?	
DESVI	<i>Desmarestia viridis</i>	MYKT KJERRINGHÅR	201	B	?	?	
DICDI	<i>Dictyota dichotoma</i>	TVEBENDEL	201	B	?	?	
DICFO	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	FINSVEIG	201	B	?	?	
ECTFA	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	KNIPPESLI	201	B	?	?	ECTOC
ECTOZ	<i>Ectocarpus</i> sp.	BRUNSLI	201	B	?	?	ECTOC
ECTSI	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	VANLIG BRUNSLI	201	B	?	?	ECTOC
ELAFU	<i>Elachista fucicola</i>	TANGLO	201	B	?	?	
EUDVE	<i>Eudesme vermicularis</i>	SLIMTREVL	201	B	?	?	
FUCDI	<i>Fucus distichus</i>	BÅETANG	201	B	?	?	FUCUD
FUCJU	<i>Fucus juv.</i>	TANG	201	B	?	?	FUCUS
FUCSE	<i>Fucus serratus</i>	SAGTANG	201	B	?	?	
FUCSP	<i>Fucus spiralis</i>	SPIRALTANG	201	B	?	?	
FUCUZ	<i>Fucus</i> sp.	TANG	201	B	?	?	FUCUS
FUCVE	<i>Fucus vesiculosus</i>	BLÆRETANG	201	B	?	?	
GIFFZ	<i>Giffordia</i> sp.	HAVSLI	201	B	?	?	
GIFGR	<i>Giffordia granulosa</i>	HAVSLI	201	B	?	?	
GIFHI	<i>Giffordia hincksiae</i>	HAVSLI	201	B	?	?	
GIFOV	<i>Giffordia ovata</i>	HAVSLI	201	B	?	?	
GIFSA	<i>Giffordia sandriana</i>	HAVSLI	201	B	?	?	
GIRSP	<i>Giraudia sphacelarioides</i>	NEI	201	B	?	?	
HALSI	<i>Halidrys siliquosa</i>	SKOLMETANG	201	B	?	?	
HIMEL	<i>Himanthalia elongata</i>	KNAPTANG	201	B	?	?	
ISTSP	<i>Isthmoplea sphaerophora</i>	TVESLI	201	B	?	?	
LAMDC	<i>Laminaria digitata f.cucullata</i>	FINGERTARE	201	B	?	?	LAMID
LAMDI	<i>Laminaria digitata</i>	FINGERTARE	201	B	?	?	LAMID
LAMHY	<i>Laminaria hyperborea</i>	STORTARE	201	B	?	?	LAMIH
LAMIZ	<i>Laminaria</i> sp.	TARE	201	B	?	?	LAMIN
LAMJU	<i>Laminaria juv</i>	TARE	201	B	?	?	LAMIN
LAMSA	<i>Laminaria saccharina</i>	SUKKERTARE	201	B	?	?	LAMIS
LAMTO	<i>Laminariocolax tomentosoides</i>	TAREBRUNFILT	201	B	?	?	
LEADI	<i>Leathesia difformis</i>	KNULDRE	201	B	?	?	
LITFI	<i>Litosiphon filiformes</i>	TAUMTRÅD	201	B	?	?	
LITLA	<i>Litosiphon laminariae</i>	BUTARETRÅD	201	B	?	?	
LITPU	<i>Litosiphon pusillus</i>	TAUMTRÅD	201	B	?	?	
LITTE	<i>Lithosiphon tenuis</i>	NEI	201	B	?	?	
MESVE	<i>Mesogloia vermiculata</i>	BRUNTREVL	201	B	?	?	
MYRCL	<i>Myriotrichia clavaeformis</i>	KØLLETRÅD	201	B	?	?	
MYRLO	<i>Myriocladia lovenii</i>	NEI	201	B	?	?	
MYRST	<i>Myrionema strangulans</i>	GRØNSKE-BRUNPRIKK	201	B	?	?	
PETFA	<i>Petalonia fascia</i>	VANLIG BRUNBÅND	201	B	?	?	
PETMA	<i>Petroderma maculiforme</i>	RUR-BRUNFLEKK	201	B	?	?	
PILLI	<i>Pilayella littoralis</i>	PERLES LI	201	B	?	?	
PUNPL	<i>Punctaria plantaginea</i>	PRIKKTUNGE	201	B	?	?	
RALFX	<i>Ralfsiacea</i> indet. ( <i>Lithoderma</i> )	NEI	201	B	?	?	RALFS
RALVE	<i>Ralfsia verrucosa</i>	FJÆRESKORPE	201	B	?	?	RALFS
SCYLO	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	FJÆRESLO	201	B	?	?	
SPEPA	<i>Spermatoxus paradoxus</i>	BLEIKTUSTE	201	B	?	?	
SPHCA	<i>Sphacelaria caespitula</i>	TARETUF	201	B	?	?	SPHAC
SPHCI	<i>Sphacelaria cirrosa</i>	BRUNTUF	201	B	?	?	
SPHCZ	<i>Sphacelaria</i> sp.	TUF	201	B	?	?	
SPHPL	<i>Sphacelaria plumosa</i>	FJÆRETUF	201	B	?	?	
SPHPP	<i>Sphacelaria plumula</i>	NEI	201	B	?	?	
SPHRA	<i>Sphacelaria radicans</i>	NEI	201	B	?	?	SPHAC
SPOTO	<i>Spongonema tomentosum</i>	TVINNESLI	201	B	?	?	
STIRH	<i>Stilophora rhizoides</i>	VORTETUSTE	201	B	?	?	

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
STISO	<i>Stictyosiphon soriferus</i>	KORTCELLET BRUNSKJEG	201	B	?	?	
STITO	<i>Stictyosiphon tortilis</i>	LANGCELLET BRUNSKJEG	201	B	?	?	
STREB	<i>Streblenemoide alger</i>	NEI	201	B	?	?	STRBL
TILME	<i>Tilopteris mertensii</i>	FLERRADET TVESLI	201	B	?	?	
ACROX	<i>Acrosiphoniaceae indet.</i>	NEI	260	G	?	?	SPONX
BLIMI	<i>Blidingia minima</i>	DVERG-TARMGRØNSKE	260	G	?	?	
BRYHY	<i>Bryopsis hypnoides</i>	GRØNNFJÆR	260	G	?	?	
BRYPL	<i>Bryopsis plumosa</i>	GRØNNFJÆR	260	G	?	?	
CHACA	<i>Chaetomorpha capillaris</i>	VIKLESNØRE	260	G	?	?	CHAEI
CHALI	<i>Chaetomorpha linum</i>	KRØLLHÅRSALGE	260	G	?	?	CHAEI
CHAME	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	LAKSESNØRE	260	G	?	?	
CLAAL	<i>Cladophora albida</i>	BLEIKGRØNNDUSK	260	G	?	?	CLADO
CLADZ	<i>Cladophora sp.</i>	GRØNNDUSK	260	G	?	?	CLADO
CLARU	<i>Cladophora rupestris</i>	VANLIG GRØNNDUSK	260	G	?	?	
CLASE	<i>Cladophora sericea</i>	SILKEGRØNNDUSK	260	G	?	?	CLADO
CLAZZ	<i>Cladophora spp.</i>	GRØNNDUSK	260	G	?	?	CLADO
CODFR	<i>Codium fragile</i>	POLLPRYD	260	G	?	?	
CODIO	<i>Codiolum-stadiet</i>	NEI	260	G	?	?	SPONP
COLPE	<i>Colpomenia peregrina</i>	ØSTERSTYV	260	G	?	?	
DERMA	<i>Derbesia marina</i>	GRØNNHYFE	260	G	?	?	
ENTEZ	<i>Enteromorpha sp.</i>	GRØNSKE	260	G	?	?	ENTER
ENTIN	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	TARMGRØNSKE	260	G	?	?	ENTER
ENTLI	<i>Enteromorpha linza</i>	RYSJEGRØNSKE	260	G	?	?	ENTER
ENTPR	<i>Enteromorpha prolifera</i>	GRØNSKE	260	G	?	?	ENTER
ENTZZ	<i>Enteromorpha spp.</i>	GRØNSKE	260	G	?	?	ENTER
EPIFL	<i>Epicladia flustrae</i>	NEI	260	G	?	?	
GRISK	Grønt i BALANUS	NEI	260	G	?	?	GREEN
GROEN	Grønt på fjell	NEI	260	G	?	?	GREEN
HALOV	<i>Halicystis ovalis</i>	GRØNNBLÆRE	260	G	?	?	
MONGR	<i>Monostroma grevillei</i>	VANLIG GRØNNHINNE	260	G	?	?	
PHAEO	<i>Phaeophila sp. Grønt i rur</i>	NEI	260	G	?	?	GREEN
PHATE	<i>Phaeophila tenuis</i>	NEI	260	G	?	?	GREEN
PRAST	<i>Prasiola stipitata</i>	MÅSEGRØNSKE	260	G	?	?	
RHIIM	<i>Rhizoclonium implexum</i>	KRYPTRÅD	260	G	?	?	CHAEI
RHITO	<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	?	260	G	?	?	
SPOAE	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	LITEN GRØNNDOTT	260	G	?	?	SPONP
SPOAR	<i>Spongomorpha arcta</i>	STOR GRØNNDOTT	260	G	?	?	SPONA
SPOCE	<i>Spongomorpha centralis</i>	STOR GRØNNDOTT	260	G	?	?	SPONA
SPONZ	<i>Spongomorpha sp.</i>	GRØNNDOTT	260	G	?	?	SPONX
SPOPA	<i>Spongomorpha pallida</i>	LITEN GRØNNDOTT	260	G	?	?	SPONP
ULOFL	<i>Ulothrix flacca</i>	GRØNNHÅR	260	G	?	?	ULOTH
ULVLA	<i>Ulva lactuca</i>	SJØSALAT/HAVSALAT	260	G	?	?	ULVUL
APLSU	<i>Aplysilla sulfurea</i>		340	D	K	F	HALIQ
CLACO	<i>Clathrina coriacea</i>		340	D	K	F	LEUCQ
HALPA	<i>Halichondria panicea</i>		340	D	K	F	HALIQ
HLCUR	<i>Haliclona urceulus</i>		340	D	K	F	SYCOQ
HYMMA	<i>Hymedesmia mammillaris</i>		340	D	K	F	HYMEQ
HYMPA	<i>Hymedesmia paupertas</i>		340	D	K	F	HYMEQ
LEUCM	<i>Leucosolenia complicata</i>	NEI	340	D	K	F	LEUCQ
LEUCR	<i>Leucosolenia coriacea</i>		340	D	K	F	LEUCQ
POLBO	<i>Polymastia boletiformis</i>		340	D	K	F	POLMQ
POLMA	<i>Polymastia mammillaris</i>		340	D	K	F	POLMQ
POLRO	<i>Polymastia robusta</i>		340	D	K	F	POLMQ
PORIX	<i>Porifera indet.</i>		340	D	K	F	PORIQ
PORXB	<i>Porifera indet.: encrusting - blue</i>		340	D	K	F	PORIQ
PORXC	<i>Porifera indet.: cylindrical</i>		340	D	K	F	PORIQ
PORXE	<i>Porifera indet.: encrusting</i>		340	D	K	F	PORIQ
PORXG	<i>Porifera indet.: globular</i>		340	D	K	F	PORIQ
PORXO	<i>Porifera indet.: encrusting - orange</i>		340	D	K	F	PORIQ

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
PORXY	<i>Porifera indet.: encrusting - yellow</i>		340	D	K	F	PORIQ
SYCCI	<i>Sycon ciliatum</i>		340	D	K	F	SYCOQ
TETCR	<i>Tetilla cranium</i>		340	D	K	F	
HYDRX	<i>Hydroida indet.</i>		351	D	K	F	
BOURA	<i>Bougainvillia ramosa</i>		352	D	K	F	BOUGQ
CLASQ	<i>Clava squamata</i>		352	D	K	F	CLAVQ
CORLO	<i>Coryne loveni</i>		352	D	K	F	CLAVQ
CORNU	<i>Corymorpha nutans</i>		352	D	K	F	
CORPU	<i>Coryne pusilla</i>		352	D	K	F	CLAVQ
DICCO	<i>Dicoryne conferta</i>		352	D	K	F	CLAVQ
EUDAN	<i>Eudendrium annulatum</i>		352	D	K	F	BOUGQ
EUDCA	<i>Eudendrium capillare</i>		352	D	K	F	BOUGQ
HYDEC	<i>Hydractinia echinata</i>		352	D	K	F	
TUBIN	<i>Tubularia indivisa</i>		352	D	K	F	
TUBLA	<i>Tubularia larynx</i>		352	D	K	F	
TUBUZ	<i>Tubularia sp.</i>		352	D	K	F	
ABIFI	<i>Abietinaria filicula</i>		356	D	K	F	SERTQ
CAMIN	<i>Campanularia integra</i>		356	D	K	F	CAMPQ
CAMJO	<i>Campanularia johnstoni</i>		356	D	K	F	CAMPQ
CAMPZ	<i>Campanularia sp.</i>		356	D	K	F	CAMPQ
DYNPU	<i>Dynamena pumila</i>		356	D	K	F	
HALAR	<i>Halecium articulatum</i>		356	D	K	F	HALEQ
HALHA	<i>Halecium halecinum</i>		356	D	K	F	HALEQ
HALMU	<i>Halecium muricatum</i>		356	D	K	F	HALEQ
KIRPI	<i>Kirchenpaueria pinnata</i>		356	D	K	F	PLUMQ
LAFGR	<i>Lafoea gracillima</i>		356	D	K	F	CAMPQ
LAOGC	<i>Laomedea geniculata</i>		356	D	K	F	CAMPQ
LAOGR	<i>Laomedea gracilis</i>		356	D	K	F	CAMPQ
LAOLO	<i>Laomedea longissima</i>		356	D	K	F	CAMPQ
LAOMZ	<i>Laomedea sp.</i>		356	D	K	F	CAMPQ
SRTPO	<i>Sertularella polyzonias</i>		356	D	K	F	SERTQ
SRTRU	<i>Sertularella rugosa</i>		356	D	K	F	SERTQ
ACTEQ	<i>Actinia equina</i>		373	D	S	F	
ACTIX	<i>Actinaria indet.</i>		373	D	S	F	ACTIQ
ACTIZ	<i>Actinia sp.</i>		373	D	S	F	ACTIQ
ADAPA	<i>Adamsia palliata</i>		373	D	S	F	
ALCDI	<i>Alcyonium digitatum</i>		373	D	K	F	
ANTHX	<i>Anthozoa indet.</i>		373	D	S	F	
BOLTU	<i>Bolocera tuediae</i>		373	D	S	F	
CARSM	<i>Caryophyllia smithii</i>		373	D	S	F	
GONPR	<i>Gonactinia prolifera</i>		373	D	S	F	
METSE	<i>Metridium senile</i>		373	D	S	F	
SAGAX	<i>Sagartiidae indet.</i>		373	D	S	F	SAGAQ
SAGAZ	<i>Sagartiogeton sp.</i>		373	D	S	F	SAGAQ
SARRO	<i>Sarcodycton roseum</i>		373	D	S	F	
URTFE	<i>Urticina felina</i>		373	D	S	F	
PROVI	<i>Prostheceraceus vittatus</i>		385	D	S	?	
TUBAN	<i>Tubulanus annulatus</i>		400	D	S	?	NEMEQ
CHAVA	<i>Chaetopterus variopedatus</i>		426	D	S	F	
HYDNO	<i>Hydroides norvegica</i>		426	D	S	F	POLCQ
POMTR	<i>Pomatoceros triqueter</i>		426	D	S	F	
SABPA	<i>Sabella penicillus</i>		426	D	S	F	
SERVE	<i>Serpula vermicularis</i>		426	D	S	F	
SPIBO	<i>Spirorbis borealis</i>		426	D	S	F	SPIRQ
SPIPA	<i>Spirorbis pagenstecheri</i>		426	D	S	F	SPIRQ
SPIRZ	<i>Spirorbis sp.</i>		426	D	S	F	SPIRQ
SPISP	<i>Spirorbis spirillum</i>		426	D	S	F	SPIRQ
SPITR	<i>Spirorbis tridentata</i>		426	D	S	F	SPIRQ
CHITX	<i>Polyplacophora indet.</i>		449	D	S	A	CHITQ

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
<b>GASIN</b>	<i>Gastropoda indet</i>		449	D	S	?	<b>PROSQ</b>
<b>ACMAZ</b>	<i>Acmaea sp.</i>		451	D	S	A	<b>ACMAQ</b>
<b>ACMTE</b>	<i>Acmaea tessulata</i>		451	D	S	A	<b>ACMAQ</b>
<b>BITRE</b>	<i>Bittium reticulatum</i>		451	D	S	R	<b>PROSQ</b>
<b>CALZI</b>	<i>Calliostoma zizyphinum</i>		451	D	S	A	<b>CALLQ</b>
<b>EGGMA</b>	<i>Invertebrate egg mass</i>		451	D	?	?	
<b>GIBBZ</b>	<i>Gibbula sp.</i>		451	D	S	A	<b>GIBBQ</b>
<b>GIBCI</b>	<i>Gibbula cineraria</i>		451	D	S	A	<b>GIBBQ</b>
<b>LACUZ</b>	<i>Lacuna sp.</i>		451	D	S	A	<b>LACUQ</b>
<b>LITLI</b>	<i>Littorina littorea</i>		451	D	S	R	
<b>LITOB</b>	<i>Littorina obtusata</i>		451	D	S	R	<b>LITTQ</b>
<b>LITSA</b>	<i>Littorina saxatilis</i>		451	D	S	R	
<b>LITZ</b>	<i>Littorina sp.</i>		451	D	S	R	<b>LITTQ</b>
<b>LUNIN</b>	<i>Lunatia intermedia</i>		451	D	S	A	<b>PROSQ</b>
<b>MARGR</b>	<i>Margarites groenlandicus</i>		451	D	S	A	<b>PROSQ</b>
<b>NASIN</b>	<i>Nassarius incrassatus</i>		451	D	S	R	<b>PROSQ</b>
<b>NUCEE</b>	<i>Nucella lapillus: eggmass</i>		451	D	S	R	
<b>NUCLA</b>	<i>Nucella lapillus</i>		451	D	S	R	
<b>PATAS</b>	<i>Patella aspera</i>		451	D	S	A	<b>PATEQ</b>
<b>PATEZ</b>	<i>Patella sp.</i>		451	D	S	A	<b>PATEQ</b>
<b>PATPE</b>	<i>Patina pellucida</i>		451	D	S	A	
<b>PATVU</b>	<i>Patella vulgata</i>		451	D	S	A	<b>PATEQ</b>
<b>TRUAR</b>	<i>Trivia arctica</i>		451	D	S	R	<b>TRIVQ</b>
<b>TURCO</b>	<i>Turritella communis</i>		451	D	S	R	<b>PROSQ</b>
<b>ADAPR</b>	<i>Adalaria proxima</i>		461	D	S	R	<b>OPISQ</b>
<b>APLPU</b>	<i>Aplysia punctata</i>		461	D	S	R	
<b>ARCPS</b>	<i>Archidoris pseudoargus</i>		461	D	S	R	<b>OPISQ</b>
<b>CORPE</b>	<i>Coryphella pedata</i>		461	D	S	R	<b>OPISQ</b>
<b>ELYVI</b>	<i>Elysia viridis</i>		461	D	S	A	<b>OPISQ</b>
<b>LIMCL</b>	<i>Limacia clavigera</i>		461	D	S	R	<b>LIMAQ</b>
<b>ANOMX</b>	<i>Anomoniidae indet.</i>		489	D	S	F	<b>ANOMQ</b>
<b>ARCIS</b>	<i>Arctica islandica</i>		489	D	S	F	
<b>HETSQ</b>	<i>Heteranomia squamula</i>		489	D	S	F	<b>ANOMQ</b>
<b>HIAAR</b>	<i>Hiatella arctica</i>		489	D	S	F	
<b>MODMO</b>	<i>Modiolus modiolus</i>		489	D	S	F	
<b>MONPA</b>	<i>Monia patelliformis</i>		489	D	S	F	<b>ANOMQ</b>
<b>MONSQ</b>	<i>Monia squama</i>		489	D	S	F	<b>ANOMQ</b>
<b>MUSDI</b>	<i>Musculus discors</i>		489	D	S	F	<b>MUSCQ</b>
<b>MUSMA</b>	<i>Musculus marmoratus</i>		489	D	S	F	<b>MUSCQ</b>
<b>MYTED</b>	<i>Mytilus edulis</i>		489	D	S	F	
<b>PECMA</b>	<i>Pecten maximus</i>		489	D	S	F	
<b>BALAZ</b>	<i>Balanus sp.</i>		553	D	S	F	<b>BALAQ</b>
<b>BALBO</b>	<i>Balanus balanoides</i>		553	D	S	F	<b>BALAQ</b>
<b>BALBU</b>	<i>Balanus balanus</i>		553	D	S	F	
<b>VERST</b>	<i>Verruca stroemia</i>		553	D	S	F	<b>BALAQ</b>
<b>IDONE</b>	<i>Idothea neglecta</i>		577	D	S	A	<b>ISOPQ</b>
<b>IDOZZ</b>	<i>Idothea sp.</i>		577	D	S	A	<b>ISOPQ</b>
<b>AMPXT</b>	<i>Amphipoda indet.: tube</i>		579	D	S	A	<b>AMPHQ</b>
<b>CAPRZ</b>	<i>Caprella sp.</i>		579	D	S	R	<b>CAPRQ</b>
<b>COROZ</b>	<i>Corophium sp.</i>		579	D	S	A	<b>AMPHQ</b>
<b>CANPA</b>	<i>Cancer pagurus</i>		583	D	S	R	
<b>CARMA</b>	<i>Carcinus maenas</i>		583	D	S	R	
<b>GALAZ</b>	<i>Galathea sp.</i>		583	D	S	R	<b>GALAQ</b>
<b>GALST</b>	<i>Galathea strigosa</i>		583	D	S	R	<b>GALAQ</b>
<b>HYACO</b>	<i>Hyas coarctatus</i>		583	D	S	R	<b>HYASQ</b>
<b>HYASZ</b>	<i>Hyas sp.</i>		583	D	S	R	<b>HYASQ</b>
<b>LITMA</b>	<i>Lithodes maja</i>		583	D	S	R	
<b>PAGBE</b>	<i>Pagurus bernhardus</i>		583	D	S	R	<b>PAGUQ</b>
<b>PAGPR</b>	<i>Pagurus prideauxi</i>		583	D	S	R	<b>PAGUQ</b>

KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
PAGUZ	<i>Pagurus sp.</i>		583	D	S	R	PAGUQ
PIRDE	<i>Pirimela denticulata</i>		583	D	S	R	
BRYXE	<i>Bryozoa indet. encrusting</i>		713	D	K	F	BRYEQ
CRIEB	<i>Crisia eburnea</i>		715	D	K	F	CRISQ
CRIKL	<i>Crisia kluegi</i>		715	D	K	F	CRISQ
CRIPR	<i>Crisiella producta</i>		715	D	K	F	CRISQ
CRISX	<i>Crisiidae indet.</i>		715	D	K	F	CRISQ
CRISZ	<i>Crisia sp.</i>		715	D	K	F	CRISQ
DISHI	<i>Disporella hispida</i>		715	D	K	F	TUBUQ
LICVE	<i>Lichenopora verrucaria</i>		715	D	K	F	TUBUQ
TUBLI	<i>Tubulipora liliacea</i>		715	D	K	F	TUBUQ
TUBPZ	<i>Tubulipora sp.</i>		715	D	K	F	TUBUQ
ALCDZ	<i>Alcyonidium sp.</i>		716	D	K	F	ALCDQ
ALCHI	<i>Alcyonidium hirsutum</i>		716	D	K	F	ALCDQ
ALCMA	<i>Alcyonidium mamillatum</i>		716	D	K	F	ALCDQ
ALCPA	<i>Alcyonidium parasiticum</i>		716	D	K	F	ALCDQ
ALCPO	<i>Alcyonidium polyoum</i>		716	D	K	F	ALCDQ
BOWIM	<i>Bowerbankia imbricata</i>		716	D	K	F	
FLUHI	<i>Flustrellidra hispida</i>		716	D	K	F	ALCYQ
TRIFL	<i>Triticella flava</i>		716	D	K	F	ALCDQ
WALUV	<i>Walkeria uva</i>		716	D	K	F	
CELHA	<i>Celleporina hassallii</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CELHY	<i>Celleporella hyalina</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CELPV	<i>Cellepora pumicosa</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CRIAN	<i>Cribrilina annulata</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CRICR	<i>Cribrilina cryptooecium</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CRIPU	<i>Cribrilina punctata</i>		717	D	K	F	BRYEQ
CRYPV	<i>Cryptosula pallasiana</i>		717	D	K	F	BRYEQ
ESCIM	<i>Escharella immersa</i>		717	D	K	F	BRYEQ
MICCI	<i>Microporella ciliata</i>		717	D	K	F	BRYEQ
OMARA	<i>Omalosecosa ramulosa</i>		717	D	K	F	BRYEQ
PALSK	<i>Palmeccellaria skenei</i>		717	D	K	F	BRYEQ
PARTR	<i>Parasmittina trispinosa</i>		717	D	K	F	BRYEQ
SERBE	<i>Sertella beaniana</i>		717	D	K	F	
STOSI	<i>Stomachetosella sinuosa</i>		717	D	K	F	BRYEQ
TURAV	<i>Turbicellepora avicularis</i>		717	D	K	F	BRYEQ
UMBLI	<i>Umbronula littoralis</i>		717	D	K	F	BRYEQ
BUGPU	<i>Bugula purpurotincta</i>		719	D	K	F	BRYFQ
CABEL	<i>Caberea ellisii</i>		719	D	K	F	BRYFQ
CALCL	<i>Callopora craticula</i>		719	D	K	F	BRYEQ
CALDU	<i>Callopora dumerilii</i>		719	D	K	F	BRYEQ
CALLI	<i>Callopora lineata</i>		719	D	K	F	BRYEQ
DENMU	<i>Dendrobeatia murrayana</i>		719	D	K	F	BRYFQ
ELEPI	<i>Electra pilosa</i>		719	D	K	F	
MEMME	<i>Membranipora membranacea</i>		719	D	K	F	
MEMNI	<i>Membraniporella nitida</i>		719	D	K	F	BRYEQ
SCCRT	<i>Scrupocellaria reptans</i>		719	D	K	F	BRYFQ
SCCSB	<i>Scrupocellaria scabra</i>		719	D	K	F	BRYFQ
SCCSP	<i>Scrupocellaria scruposa</i>		719	D	K	F	BRYFQ
SCRCH	<i>Scruparia chelata</i>		719	D	K	F	BRYFQ
SECSF	<i>Securiflustra securifrons</i>		719	D	K	F	BRYFQ
CRAAN	<i>Crania anomala</i>		720	D	S	F	
TERRE	<i>Terebratulina retusa</i>		720	D	S	F	TEREQ
ASTIR	<i>Asteropecten irregularis</i>		725	D	S	R	
ASTRU	<i>Asterias rubens</i>		725	D	S	R	ASTEQ
CROPA	<i>Crossaster papposus</i>		725	D	S	R	
HENSA	<i>Henricia sanguinolenta</i>		725	D	S	R	
HIPPH	<i>Hippasteria phrygiana</i>		725	D	S	?	
MARGL	<i>Marthasterias glacialis</i>		725	D	S	R	



KODE	Latinsk navn	Norsk Navn	Taxa	K1	K2	K3	Groups
<b>PORPU</b>	<i>Porania pulvillus</i>		725	D	S	R	
<b>SOLEN</b>	<i>Solaster endeca</i>		725	D	S	R	
<b>OPHAC</b>	<i>Ophiopholis aculeata</i>		730	D	S	R	<b>OPHIQ</b>
<b>OPHAL</b>	<i>Ophiura albida</i>		730	D	S	R	<b>OPHIQ</b>
<b>OPHIX</b>	<i>Ophiuroidea indet.</i>		730	D	S	R	<b>OPHIQ</b>
<b>OPXFR</b>	<i>Ophiothrix fragilis</i>		730	D	S	R	<b>OPHIQ</b>
<b>ECHAC</b>	<i>Echinus acutus</i>		735	D	S	A	
<b>ECHES</b>	<i>Echinus esculentus</i>		735	D	S	A	
<b>ECHIX</b>	<i>Echinoidea indet.</i>		735	D	S	A	<b>CAMAQ</b>
<b>PSOLZ</b>	<i>Psolus sp.</i>		745	D	S	R	<b>HOLOQ</b>
<b>APLNO</b>	<i>Aplidium nordmanni</i>		775	D	K	F	<b>ASCEQ</b>
<b>ASCAS</b>	<i>Asciella aspersa</i>		775	D	S	F	<b>ASCIQ</b>
<b>ASCIX</b>	<i>Asciacea indet.</i>		775	D	S	F	<b>PHLEQ</b>
<b>ASCIZ</b>	<i>Asciella sp.</i>		775	D	S	F	<b>ASCIQ</b>
<b>ASCME</b>	<i>Ascidia mentula</i>		775	D	S	F	
<b>ASCSC</b>	<i>Asciella scabra</i>		775	D	S	F	<b>ASCIQ</b>
<b>ASCVI</b>	<i>Ascidia virginea</i>		775	D	S	F	
<b>BOLEC</b>	<i>Boltenia echinata</i>		775	D	K	F	
<b>BOTLE</b>	<i>Botrylloides leachi</i>		775	D	K	F	<b>BOTRQ</b>
<b>BOTSC</b>	<i>Botryllus schlosseri</i>		775	D	K	F	<b>BOTRQ</b>
<b>CIOIN</b>	<i>Ciona intestinalis</i>		775	D	S	F	
<b>CLALE</b>	<i>Clavelina lepadiformis</i>		775	D	K	F	
<b>CORPA</b>	<i>Corella parallelogramma</i>		775	D	S	F	
<b>DENGR</b>	<i>Dendrodoa grossularia</i>		775	D	S	F	
<b>DIPLI</b>	<i>Diplosoma listerianum</i>		775	D	K	F	<b>ASCEQ</b>
<b>MOLGZ</b>	<i>Molgula sp.</i>		775	D	S	F	<b>PHLEQ</b>
<b>MOLOC</b>	<i>Molgula occulta</i>		775	D	S	F	<b>PHLEQ</b>
<b>POLAU</b>	<i>Polyclinium aurantium</i>		775	D	K	F	<b>ASCEQ</b>
<b>STYRU</b>	<i>Styela rustica</i>		775	D	S	F	<b>PHLEQ</b>
<b>TRITN</b>	<i>Trididemnum tenerum</i>		775	D	K	F	<b>ASCEQ</b>

**VEDLEGG B.**



## Vedlegg B. EIERTAXA koder

**Tabell 6.** EIERTAXA koder - liste over abiotisk grupperinger og biotisk grupper høyere enn familienivå.

Gruppering (Grp):

S = Stamme (Phylum)

K = Klasse

O = Orden

U = Under- (klasse/orden)

Kode	Grp	Taxa	Kode	Grp	Taxa	Kode	Grp	Taxa
001	-	Abiotic substrat - hard	529	UK	BRANCHIOPODA	602	O	DIPTERA
002	-	Abiotic substrat - soft	534	UK	OSTRACODA	605	O	HYMENOPTERA
009	-	Growth/layer on substrate	540	UK	COPEPODA	668	O	SIPHONAPTERA
051	K	CYANOPHYCEAE	549	UK	MYSTACOCARIDA	675	K	DIPLOPODA
101	K	RHODOPHYCEAE	551	UK	BRANCHIURA	684	K	PAUROPODA
171	K	BACILLARIOPHYCEAE E (diatoms)	553	UK	CIRRIPIEDIA	686	K	SYMPHYLA
201	K	PHAEOPHYCEAE	559	O	NEBALIACEA	688	K	CHILOPODA
260	K	CHLOROPHYCEAE	561	OO	SYNCARIDA	695	S	ONYCHOPHORA
300	S	PROTOZOA	565	O	STOMATOPODA	697	S	SIPUNCULIDA
340	S	PORIFERA	567	O	THERMOSBAENACEA	700	S	ECHIURIDA
347	K	HYDROZOA	569	O	SPELAEOGRIPIHACEA	703	S	PRIAPULIDA
349	O	HYDRINA	571	O	MYSIDACEA	706	K	TARDIGRADA
351	O	LEPTOLINA	573	O	CUMACEA	707	K	PYCNOGONIDA
352	UO	ATHECATA	575	O	TANAIDACEA	709	K	PENTASTOMIDA
356	UO	THECAPHORA	577	O	ISOPODA	711	S	PHORONIDA
360	O	TRACHYLINA	579	O	AMPHIPODA	713	S	BRYOZOA
363	O	SIPHONOPHORA	581	O	EUPHAUSIACEA	715	O	CYCLOSTOMATA
366	S	SCYPHOZOA	583	O	DECAPODA	716	O	CTENOSTOMATA
373	K	ANTHOZOA	591	O	PROTURA	717	UO	CHEILOSTOMATA ASC
378	S	CTENOPHORA	594	O	THYSANURA	719	UO	CHEILOSTOMATA ANA
385	K	TURBELLARIA	597	O	COLLEMBOLA	720	S	BRACHIOPODA
390	K	TREMATODA	600	O	EPHEMEROPTERA	725	K	ASTEROIDEA
394	K	CESTODA	603	O	ODONATA	730	K	OPHIUROIDEA
398	S	MESOZOA	606	O	ORTHOPTERA	735	K	ECHINOIDEA
400	S	NEMERTINEA	609	O	ISOPTERA	745	K	HOLOTHUROIDEA
405	S	ROTIFERA	612	O	PLECOPTERA	752	K	CRINOIDEA
426	UK	POLYCHAETA	615	O	DERMAPTERA	757	K	ENTEROPNEUSTA
438	UK	OLIGOCHAETA	618	O	EMBLIOPTERA	762	K	PTEROBRANCHIA
449	K	GASTROPODA	621	O	PSOCOPTERA	765	S	POGONOPHORA
451	UK	PROSOBRANCHIA	624	O	ZORAPTERA	770	S	CHAETOGNATHA
461	UK	OPISTHOBRANCHIA	627	O	MALLOPHAGA	775	K	ASCIDIACEA
465	OO	TECTIBRANCHIA	630	O	ANOPLURA	780	K	THALIACEA
474	UK	PULMONATA	633	O	THYSANOPTERA	785	K	LARVACEA
478	K	AMPHINEURA	636	CO	HEMIPTERA	787	O	AMPHIOXUS
482	O	POLYPLACOPHORA	638	O	HETEROPTERA	790	K	PISCES
484	K	CAUDOFVEATA	640	O	HOMOPTERA			
489	K	BIVALVIA	642	O	MEGALOPTERA			
500	K	SCAPHOPODA	644	O	NEUROPTERA			
504	K	CEPHALIPODA	647	O	COLEOPTERA			
510	UK	XIPHOSURA	650	O	STREPSIPTERA			
512	K	ARACHNIDA	653	O	MECOPTERA			
524	K	PYCNOGONIDA	656	O	TRICHOPTERA			
527	UK	CEPHALOCARIDA	659	O	LEPIDOPTERA			