



Statlig program for
forurensningsovervåkning

Rapport 560/94

Oppdragsgiver

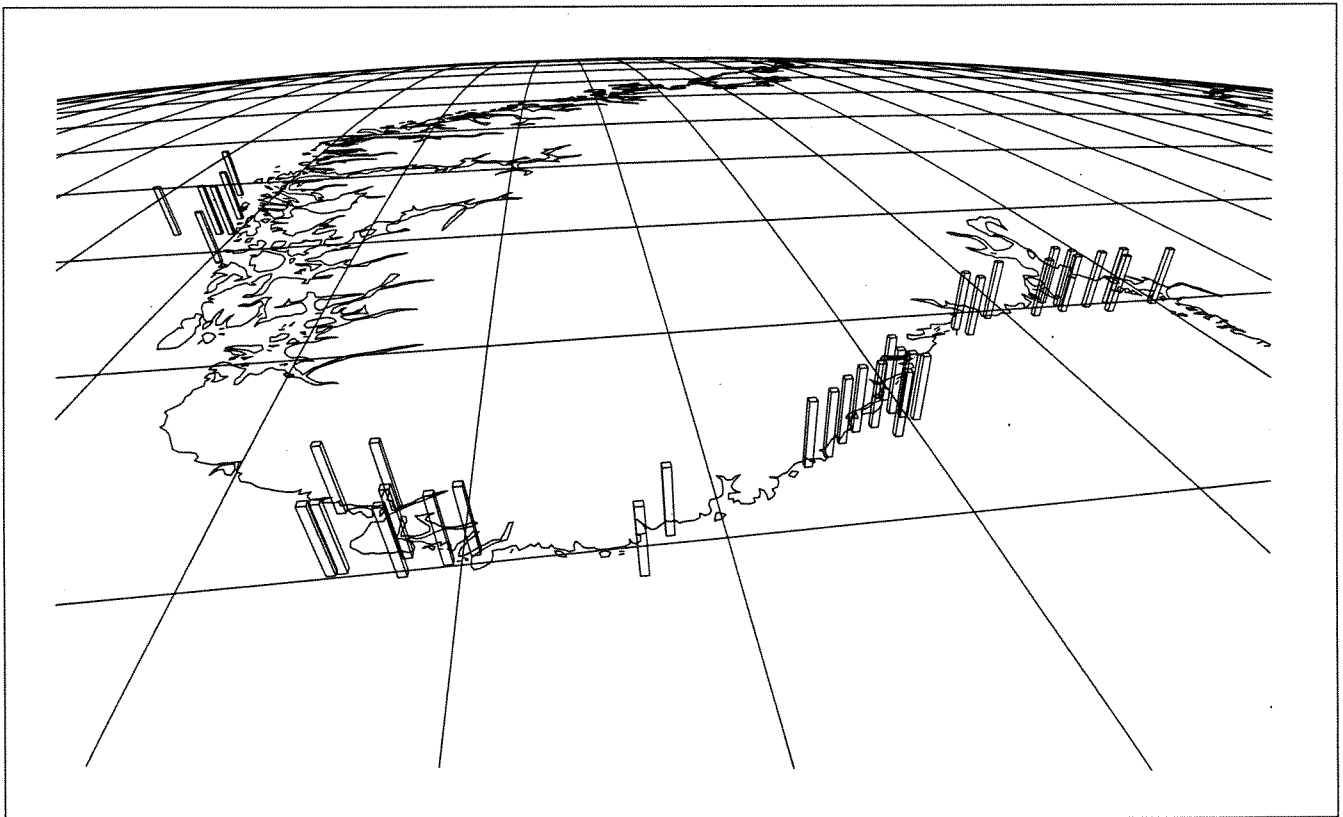
Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon

HFF, HI, NIVA

Langtidsovervåking av miljø- kvaliteten i kystområdene av Norge

Årsrapport 1993 - Biologi



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-90063	Undernr.: 1-2
Løpenr.: 3071	Begr. distrib.:

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

Rapportens tittel: Langtidsovervåking av miljøkvaliteteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1993 - Biologi. (Overvåkingsrapport 560/94). TA - 1069/1994	Dato: 28/3-94	Trykket: NIVA 1994
Forfatter(e): Are Pedersen Brage Rygg Jan Magnusson Einar Dahl, HFF	Faggruppe: Marinøkologisk	Geografisk område: Sør-Norge
	Antall sider: 69	Opplag: 160

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt:

Artsmangfoldet i bløtbunnsfaunaen var gjennomgående lavere på de dype stasjonene i det østlige Skagerrak og på innaskjærs stasjoner enn ellers i undersøkelsesområdet. Mye tyder på at næringstilgangen i disse områdene er høy, trolig som følge av stor sedimentasjon av organisk materiale. Det ble også observert en øst - vestgradient i bløtbunnsfaunaen som kan skyldes mindre organisk belastning og sedimentering i vestlige områder, men også zoogeografiske faktorer kan bidra til det økte arts mangfoldet vestover. Disse observasjonene har vært gjennomgående trekk under alle undersøkelsesår fra 1990 til 1993.

Hardbunnstasjonene i 1993 viste en økning i artsantall, diversitet og forekomst samt nedgang i dominans fra 1992. Det var hovedsaklig blant algene denne signifikante endringen skjedde. Den unormalt milde vinteren 1992/1993 samt et noe bedre siktedyp (ikke signifikant) kan være en forklaring på over 10% økning i antall algearter. Økningen fant sted fra Lista og innover i Skagerrak og var størst for brunalger. I 1993 var rekrutteringen av blåskjell meget god på stasjoner ved Grimstad, Farsund og Hidra med dertil reduserte dekningsgrader av alger i disse områdene. Hardbunnstasjonene viste ingen ytre tegn på skade i 1993 og ettervirkninger etter *Chrysochromulina*-oppblomstringen kunne i 1993 ikke spores på noen stasjoner.

4 emneord, norske

1. Langtidsovervåking
2. Trofiutvikling
3. Norskekysten
4. Biologi

4 emneord, engelske

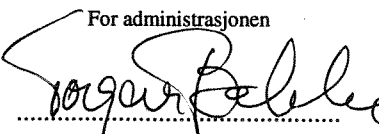
1. Long-term monitoring
2. Eutrophication
3. Norwegian coast
4. Biology

Prosjektleder



Are Pedersen

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN82-577-2523-4

O-90063-1-2

Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge

Årsrapport 1993

Prosjektleder: Are Pedersen

Delprosjektansvarlige:

Jan Magnusson (hydrografi/hydrokjemi/planteplankton)

Brage Rygg (bløtbunnsfauna)

Are Pedersen (hardbunnsamfunn)

Forord

Statens forurensningstilsyn (SFT) ba i 1989 NIVA om å utarbeide "Kystovervåkingsprogrammet", et program for langtidsovervåking av trofikutviklingen langs kysten av Sør-Norge (Pedersen og Rygg 1990; Aure, Dahl og Magnusson 1990). Feltarbeidet startet våren 1990 med hydrokjemiske og biologiske undersøkelser. I den hydrokjemiske delen av programmet deltar også Havforskningsinstituttet i Bergen (HI) og Havforskningsinstituttets forskningsstasjon Flødevigen (HFF). Fra 1994 av er programmet tittel endret fra "Langtidsovervåking av trofikutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge" til "Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge".

NIVA har hovedansvar for gjennomføring av prosjektet inklusiv utarbeidelse av årlige rapporter. Hvert femte år lages en samlerapport med grundigere vurdering av resultatene fra hele den forutgående overvåkingsperioden. Undersøkelsene skal gjentas hvert år i en periode på 10 år eller lengre for å se på langtidstendenser. Forlengelse ut over 10 år blir vurdert underveis. Programmet skal vurderes jevnlig av en eksternt faggruppe. Undersøkelsene er koordinert med andre norske og internasjonale programmer bl.a. innenfor Nordisk Ministerråd og Oslo-Pariskommisjonen (OSPARCOM).

Resultatene fra 1993 for bløtbunnfauna og hardbunnsamfunn presenteres samlet i foreliggende årsrapport. Det er også inkludert et kortfattet sammendrag av hydrografiresultater fra foregående år. Årsrapporten for hydrografi/hydrokemi/plantep plankton vil bli ferdigstilt høsten 1994 og vil i tillegg til data fra hele 1993 også omfatte utvalgte data frem til 1/6 1994. Årsrapportene vil fra 1995 av, omfatte samme tidsperiode dvs. fra 1/6 til 31/5 og foreligge i en rapport hver vår.

Datarapporter fra hvert av de tre delprosjektene utgis årlig. Primærdataene er lagret i databaser på NIVA.

Toktfartøy på bløtbunn- og hardbunnstoktene i 1993 var "F.F. Stril Explorer". Deltakere fra NIVA på bløtbunnstoktet var Unni Efraimsen og Frank Kjellberg. Unni Efraimsen, Bodil Ekstrøm, Pirkko Rygg og Brage Rygg opparbeidet prøvene etter at de kom inn til laboratoriet. Roy Beba analyserte innholdet av organisk karbon og nitrogen i sedimentet. Deltakere på hardbunnstoktet var Norman Green, Frithjof Moy, Are Pedersen, Mats Walday fra NIVA og Fredrik Langfeldt fra Universitetet i Oslo. Alle takkes for godt arbeid.

Oslo 28/3 - 94
Are Pedersen

Innhold

Forord.....	2
Sammendrag.....	6
1. Bakgrunn og formål	8
2. Bløtbunn.....	9
2.1. Materiale og metoder	9
2.1.1. Stasjonsvalg.....	9
2.1.2. Metodikk.....	10
2.2. Resultater - Sedimenter	12
2.3. Resultater - Bløtbunnfauna	18
2.3.1. Faunaens artssammensetning	18
2.3.2. Likhetsanalyser.....	26
2.3.3. Artsmangfold - individtetthet	29
3. Hardbunn.....	36
3.1. Materiale og metoder	36
3.2. Resultater	38
3.2.1. Alger	38
3.2.1.1. Transektregistreringer	38
3.2.1.2. Samfunnsindekser	43
3.2.1.3. Tareskogundersøkelser	45
3.2.1.4. Ruteundersøkelser - alger.....	48
3.2.1.5. Utvikling 1988 - 1993	50
3.2.2. Dyr.....	52
3.2.2.1. Transektregistreringer	52
3.2.2.2. Ruteundersøkelser - dyr.....	56
3.2.3. Multivariate analyser.....	58
3.2.4. Sammenheng mellom trofigrad og tilstanden hos hardbunnssamfunnene	61
4. Hydrografi/Hydrokjemi/Planteplankton	62
4.1. Kort oppsummering av hydrografi/hydrokjemi og planteplankton i 1992 og frem til juni 1993.....	62
5. Henvisninger	66
Vedlegg.....	69

Sammendrag

Kystovervåkingsprogrammet skal gi oversikt over næringssaltinnholdet og virkninger av næringssalttilførslene (trofitilstanden) i kystvannet mellom svenskegrensa og Vestlandet, samt avdekke mulig langtidsutvikling i området.

Senere års forskningsresultater kan tyde på økende virkninger av næringssalttilførsler (eutrofiering) i Kattegat og østlige Skagerrak. Bunnfaunabiomassen har økt, og det har vært oksygensvikt i stadig større områder. Det er viktig å overvåke denne utviklingen, og registrere om den er i ferd med å bre seg lenger vestover. Hvis store geografiske områder berøres, kan selv en liten tilstandsforverring representere en stor påvirkning som kan bli vanskelig å snu. Regional forurensningsutvikling krever å bli oppdaget på et tidlig tidspunkt. Små endringer må kunne påvises, slik at årsaker og kilder kan finnes og tiltak utredes og iverksettes innen utviklingen har gått for langt.

Et utvalg av lokaliteter overvåkes for å kartlegge utviklingen. Disse antas å være representative for utviklingen i større regioner og forskjellige områdetyper. Hovedvekten legges på påvisning av endringer over tid. Dette krever strengt sammenlignbare undersøkelser fra år til år.

Undersøkelsene i 1990, 1991, 1992 og 1993 representerer de første trinn i en langtidsovervåking. Eventuelle trender kan først påvises etter flere års undersøkelser.

I denne rapporten er bare de biologiske forhold beskrevet, men de hydrografiske forhold i 1993 og første halvdel av 1994 vil bli rapportert høsten 1994.

Bløtbunn

Det ble gjort innsamling på 17 bløtbunnsstasjoner i mai 1993. Som parametre for innholdet av organisk materiale i sedimentet ble det målt totalt organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og glødetap. Det ble ikke påvist signifikante endringer fra 1990 til 1993.

Det er gjort en analyse av graden av likhet i faunaen mellom stasjonene. Stort sett viste de grunne stasjonene større likhet med hverandre enn med de dype stasjonene, og de dype stasjonene viste større likhet med hverandre enn med de grunne stasjonene. Men også innenfor disse to hovedgruppene var det ulikheter. En øst-vest gradient syntes å framtre blant de dype stasjonene (fra ytre Oslofjord til Lista/Egersund).

Verdiene for artsmangfold tydet ikke på at det var signifikante endringer fra 1990 til 1993. Det er vanlig at artsmangfoldet går ned ved bl.a. organisk belastning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold. De høye individtallene og lave artsmangfoldet på de ytre (dype) stasjonene øst for Lista (strekningen ytre Oslofjord-Mandal) tyder på at næringstilgangen i dette området er høy, trolig som følge av stor sedimentasjon av organisk materiale. De høye individtallene kan skyldes større primærproduksjon og/eller spesielle hydrofysiske forhold som medfører større sedimentasjon. Det lave artsmangfoldet har først og fremst sammenheng med de høye individtallene til noen dominerende arter. Det totale artstallet på disse stasjonene var ikke særlig lavere enn på stasjonene med høyere artsmangfold. De dominerende artene var hovedsakelig børstemarkene *Heteromastus filiformis*, *Paramphinome jeffreysii* og *Tharyx* spp, samt muslingen *Thyasira equalis*. Disse tilhører en gruppe arter som er kjent for å kunne øke i individtall ved bl.a. moderat forurensningsbelastning og dermed bidra til lavere artsmangfold. Deres høye individtall på de ytre (dype) stasjonene øst for Lista tyder på at de organiske tilførslene til bunnen er større der enn ellers i undersøkelsesområdet.

Weering (1975) antok at det finner sted en høy deponering av organisk materiale i sørlige og østlige randområder av Skagerrak. Det er mulig at det samme gjelder randområder i det nordlige Skagerrak (strekningen ytre Oslofjord - Mandal). Sedimentasjonsundersøkelser, f.eks. ved hjelp av sedimentfeller, vil kunne gi mer opplysninger om dette.

Faunabildet som ble funnet i 1993 samsvarte i store trekk med det som ble funnet i 1990-1992.

Hardbunn

ALGER

Resultatene fra toktene i 1990, 1991, 1992 samt 1993 viste ingen tegn på ytre skader eller påvirkninger av algevegetasjonen. Selv på stasjon 18 ved Lista som har vært noe redusert siden oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepis* i 1988 kunne en i 1993 observere en frodig algevegetasjon. Det har siden 1990 forekommet endel svingninger i det innbyrdes forholdet mellom røde og brune alger. Dette kan skyldes forskjeller i de hydrografiske forhold mellom årene.

Utvikling av artsrikhet fra 1988 til 1993 har økt hvert år fra 50 algearter i 1988 til totalt 129 i 1990-1992 på sammenlignbare stasjoner. Fra 1992 til 1993 økte antall arter signifikant til hele 146 arter. Inkludert i dette antall arter inngår også 28 grupper av arter (taxa) som inneholder en eller flere arter. Signifikant økningen i artsantall, diversitet og forekomst, samt reduksjon i dominans, skyldes sannsynligvis den varme vinteren 1992/93 samt et noe bedre lysregime i de øvre vannlag (ikke signifikant). Antall grønnalger økte også, noe som ikke nødvendigvis indikerer en eutrofi-effekt. Effekter av en eutrofiering vil favorisere noen få grønnalgearter som dermed vil dominere. Dette ble ikke observert på noen av stasjonene langs kysten.

Den prosentvise økningen i algearter fra ett år til det neste har avtatt betydelig fra 1990 av. Selv med en økning i antall arter og forekomst av disse fra 1992 til 1993, ser det ut til at en nærmer seg et "normalt" samfunn med mindre svingninger omkring det naturlige nivå i artsrikhet og forekomst.

DYR

De foreløpige vurderinger av 1993 resultatene indikerer at tilstanden på de enkelte stasjoner nå har blitt mer eller mindre normal. Dette er basert på endringer i forekomst av blåskjell, trekantmark og korstroll siden 1988 samt erfaringer fra andre undersøkelser. Variasjonene fra et år til neste er større for dyr enn for alger. Dette gjelder spesielt for forekomst, mangfold, dominans og jevnhet i fordelingen mellom artene. I 1993 var bl.a. blåskjellnedslaget på stasjonene 10 (Grimstad) og 15 (Farsund) betydelig i forhold til i 1992. Det understrekes behov for videre bearbeiding av datamateriale fra 1988-93 for å bekrefte denne tilstanden og videre undersøkelse for å avdekke om tilstanden er stabil.

Hydrografi / Hydrokjemi / Planteplankton

Utviklingen fra sommeren 1992 til sommeren 1993 karakteriseres ved at vinteren 1992/1993 var ekstrem mild med dertil høyere minimumstemperaturer i de øvre vannmasser. Dette kan ha begunstiget tilvekst av enkelte arter. Saltholdighet var også lavere i vinterhalvåret enn normalt, samt at vinter og våroppblomstringen dette året var langt mindre dette året. Hovedtrekkene i kystvannet ut fra observasjoner av planteplanktonbiomasse (klorofyll a) og siktedyp viser en avtagende biomasse og økende siktedyp, men tendensen er ikke statistisk signifikant. Slike endringer vil i utgangspunktet begunstige den fastsittende algevegetasjonen.

1. Bakgrunn og formål

Kystovervåkingsprogrammet skal gi oversikt over næringssaltinnholdet og virkninger av næringssalttilførslene (trofitilstanden) i vannmassene og på bløt- og hardbunn i kystvannet mellom svenskegrensa og Vestlandet, samt avdekke mulig langtidsutvikling i området.

Senere års forskningsresultater tyder på økt forurensning og til dels kritiske tilstander på lokaliteter i Kattegat og sydlige del av Nordsjøen (Naturvårdsverket 1988; Duursma *et al.* 1988; Rosenberg *et al.* 1990; Baden *et al.* 1990; Rydberg *et al.* 1990; Enoksson *et al.* 1990). Begge områder viser symptomer på eutrofiering. Konsentrasjonen av nitrogen har økt, planktonsamfunnene har fått et sterkere innslag av flagellater, bunnfaunabiomassen har økt i visse områder, og det har vært oksygenvikt på tidligere produktive lokaliteter. I løpet av det siste tiåret har også økt biomasse og redusert oksygen i østlige Skagerrak fått stor oppmerksomhet (Josefson og Smith 1984; Rosenberg 1985; Pearson *et al.* 1986, Baden 1986; Josefson 1987; Rosenberg *et al.* 1987; Josefson 1988; Baalsrud og Magnusson 1989; Josefson 1990; Pedersen *et al.* 1990). Oppblomstringene av giftige alger har aktualisert problemstillingen omkring virkninger av næringssalter ytterligere. Et høyt N:P-forhold synes å kunne stimulere giftproduksjon hos enkelte arter.

Tilstanden viser den samlede virkning av tidligere og nåværende forurensningstilførsler. Kumulative virkninger av vedvarende tilførsler av næringsstoffer kan føre til at eutrofigraden øker i tidens løp, selv om tilførselen ikke øker. Det avgjørende er om tilførselen av næring til økosystemet er større enn eksporten. For Østersjøen har Wulff *et al.* (1990) beregnet at fosforkonsentrasjonen ville fordobles fra 1975 til år 2000, selv ved uendrede årlige tilførsler fra 1975 til år 2000.

Det er nødvendig med en omfattende overvåking for å kunne følge med i utviklingen. Hvis store geografiske områder berøres, kan selv en liten økning i forurensningsgrad representere en påvirkning som er vanskelig å snu. Regional forurensningsutvikling krever derfor å bli oppdaget på et tidlig tidspunkt. Små endringer må kunne påvises, slik at kilder og årsaker kan finnes og tiltak utredes og iverksettes innen utviklingen har gått for langt. Et utvalg av lokaliteter overvåkes for å kartlegge utviklingen. Disse antas å være representative for utviklingen i større regioner og forskjellige områdetyper.

I dette overvåkingsprogrammet for Skagerrak er det lagt stor vekt på at undersøkelsene skal være direkte sammenlignbare med overvåkingen i tilgrensende områder. Mest aktuelle er programmene som går i Kattegat, men det er også tatt hensyn til virksomhet i sydlige del av Nordsjøen. God koordinering bidrar til at utviklingen i større deler av Nordsjøen kan beskrives og sammenlignes.

2. Bløtbunn

2.1. Materiale og metoder

2.1.1. Stasjonsvalg

Undersøkelserprogrammets opprinnelige stasjonsnett (1990) omfattet kyststrekningen mellom svenskegrensen og Bergen. På kyststrekningen ble det valgt fire adskilte områder (A-D, Tabell 1) hvor det skulle gjøres særlig intensive undersøkelser med tettere stasjonsnett og hyppigere biologisk prøvetaking. På mellomliggende stasjoner skulle det benyttes en sjeldnere overvåkingsfrekvens. I hvert av de fire "intensivområdene" skulle det prøvetas 3-5 faste stasjoner hvert år. I tillegg ble det valgt noen "mellomstasjoner" på andre lokaliteter på kyststrekningen (U-Z, Tabell 1). Mellomstasjonene skulle prøvetas hvert femte år i en turnus med to-tre stasjoner hvert år. Det ville da bli prøvetatt omtrent samme antall stasjoner (ca. 20) hvert år.

Stasjonene ble kodet med en bokstav, alfabetisk etter område i øst-vest retning. Stasjonene i intensivområdene ble gitt bokstaver tidlig i alfabetet (A-D). Mellomstasjonene ble gitt bokstaver sent i alfabetet (U-Z). Kriteriene for valg av stasjoner er nærmere beskrevet i programmet for undersøkelsene (Pedersen & Rygg 1990).

Tabell 1. Områder og koder for bløtbunnsstasjonene.

Stasjoner i intensivområder		Mellomstasjoner	
Kode	Område	Kode	Område
A	Hvaler-Langesund	U	Kragerø
B	Tromøy-Lillesand	V	Lyngør
C	Farsund-Flekkefjord	W	Lillesand
D	Austvoll-Fedje	X	Ny Hellesund
		Y	Egersund
		Z	Røvær

Det ble gjort innsamling på 21 stasjoner i mai 1990, 23 stasjoner i mai 1991, 18 i mai/juni 1992 og 17 i mai 1993 (Tabell 2). Tallet bak kodebokstaven angir omtrentlig bunndyp i meter. Fra og med 1992 ble stasjon A200 og C70 tatt ut av programmet. Fra og med 1993 ble også D-, Z- og W-stasjonene, samt Y100, tatt ut av programmet. Stasjonene U340, V380, X350 og Y320 forfremmes fra 1993 av til intensivstasjoner, fordi stasjonene i dypområdet rundt 350 m har vist særlig interessante resultater. Stasjonskartet for 1993 er vist på Figur 1. Posisjoner og dyp er vist i Vedleggstabell 1. For 1994 er det planlagt å gjøre innsamling på de samme stasjonene som i 1993, samt på stasjon C70. Programmet omfatter nå m.a.o. bare intensivstasjoner, med prøvetaking hvert år.

Tabell 2. Stasjoner 1990-1993. X = Prøver innsamlet.

Stasjon	1990	1991	1992	1993
A050	X	X	X	X
A100	X	X	X	X
A200	X	X		
A360	X	X	X	X
A460	X	X	X	X
B050	X	X	X	X
B100	X	X	X	X
B190	X	X	X	X
B200	X	X	X	X
B350	X	X	X	X
B400		X		
C070	X	X		
C120	X	X	X	X
C160	X	X	X	X
C220	X	X	X	X
C380	X	X	X	X
D150	X	X	X	
D200	X	X	X	
D300	X	X	X	
U340				X
W100	X	X		
V380				X
X125			X	
X350			X	X
Y100		X		
Y320		X		X
Z135	X			
Z200	X			
Z260		X		

2.1.2. Metodikk

På hver stasjon tas 4 parallelle prøver med en 0.1 m² Day-grabb.

Fauna

Prøvene siles gjennom 1.0 mm siler, fikseres i nøytralisert formaldehydløsning fortynnet 1:10 og overføres senere til 70% etanol. Dyrene sorteres ut, artsbestemmes og telles. Det bestemmes parametre som individtetthet, artsmangfold m.m. for hver enkelt grabb og for stasjonen samlet. Det foretas en analyse av graden av likhet i faunaen mellom de enkelte stasjonene og mellom samme stasjon i forskjellige år.

Artsmangfold er beregnet ved indeksen H (Shannon og Weaver 1963) og ved forventet antall arter pr. 100 individer (ES₁₀₀) (Hurlbert 1971).

Likhetsanalysene er utført ved å beregne likhetsindeks (Bray-Curtis indeks) (Clifford & Stephenson 1975) for alle par av stasjoner og stasjoner/år. Deretter er stasjonene gruppert ("group average sorting") for å få fram grupper med høy indre likhet. Resultatene er presentert i dendrogram. Tilsvarende analyser er også foretatt ved "multidimensional scaling" (MDS-analyse), som presenterer

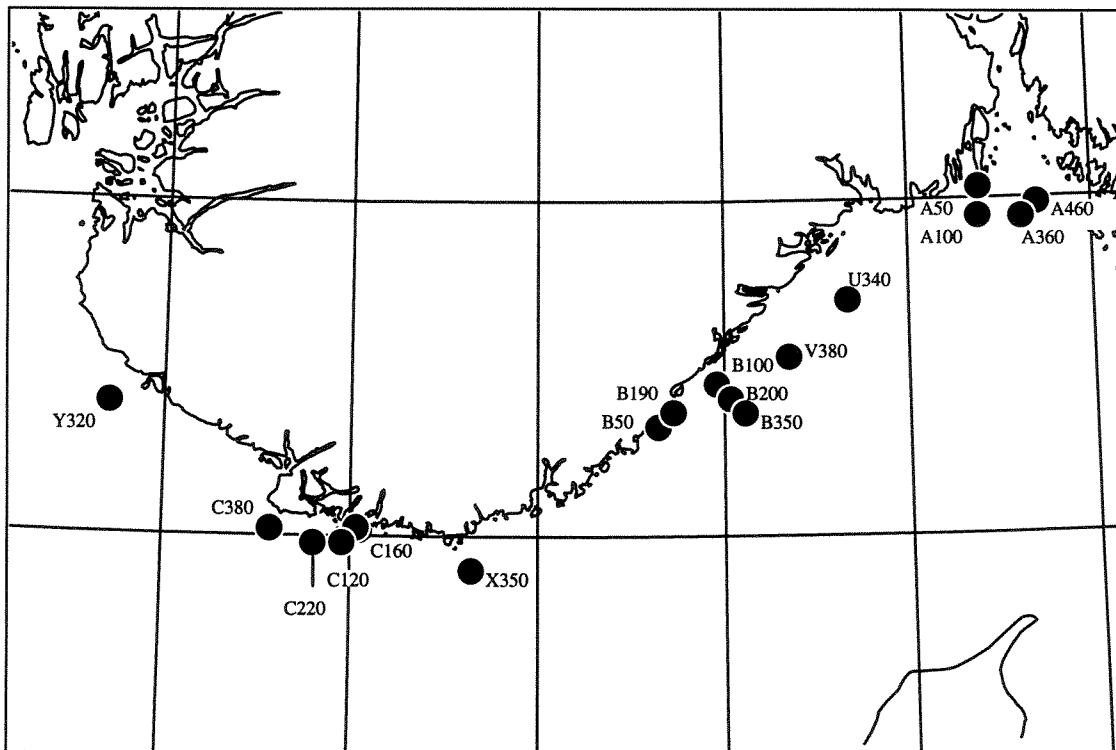
resultatene i ordinasjonsplott. For å unngå at for mye vekt legges på arter med høye individtall, ble det regnet om til fjerde rot av de opprinnelige individtallene før likhetsindeksen ble beregnet. Framgangsmåten ved likhetsanalysene følger anbefalinger gitt av Clarke (1991).

Biomassemålingene ble tatt ut av programmet fra og med 1992 bl.a. fordi presisjonen i denne parameteren ikke er tilfredsstillende ved innsamling av bare fire grabbprøver pr. stasjon. For 1994 er det planlagt å måle biomassen av tre vanlige børstemarkarter på alle stasjoner.

Sediment

Prøver til sedimentanalyse ble tatt fra grabbprøvene (ca. 10-20 cm³ av de øverste 2 cm av sedimentet).

Analyser utføres og brukes som støtteparametre ved tolkningen av faunaresultatene. Kornfordeling (som andel <63 µm) og konsentrasjon av organisk karbon og nitrogen i "bulk" (ikke siktet) prøve bestemmes. Sedimentfraksjonen <63µm bestemmes ved våtsikting. Organisk karbon og nitrogen analyseres med CHN-elementanalysator etter at uorganiske karbonater er fjernet med saltsyre. Konsentrasjonen av organisk materiale i sediment bestemmes ved glødetapsanalyse (2 timer ved 550 °C).



Figur 1. Kart over bløtbunnfaunastasjonene som ble undersøkt i 1993. Nøyaktige posisjoner og dyp er vist i Vedleggstabell 1.

2.2. Resultater - Sedimenter

Som parametre for innholdet av organisk materiale i sedimentet er det benyttet totalt organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og glødetap. Sammenhengen mellom TOC og glødetap er vist i Figur 2. Forholdet mellom vekt glødetap og vekt TOC varierte mellom 4 og 12, med et gjennomsnitt på 7.15. Dette er høyere enn forventet ut i fra det teoretiske innhold av karbon i organisk materiale, og også høyere enn hva som er observert ved enkelte andre undersøkelser. Glødetap omfatter muligens noe mer enn det organiske materialet i sedimentet. Det arbeides med å finne en forklaring på dette.

Innholdet av både total organisk karbon og glødetap i sedimentet er sterkt korrelert med sedimentets kornstørrelse, uttrykt som andelen (F) av finpartikler (partikler med mindre diameter enn 63 μm). Regresjonsligning basert på resultatene i 1990 og 1991 fra de 128 grabbprøvene fra utaskjærs stasjoner med bunndyp på 100 m eller mer ble beregnet: $\text{TOC} = 18.0F + 0.48$ (Aure *et al* 1993a). Regresjonsligning basert på resultatene i 1990-1993 fra de 236 grabbprøvene fra utaskjærs stasjoner med bunndyp på 100 m eller mer ble beregnet: $\text{TOC} = 18.85F + 0.486$ (Figur 3), altså nesten ingen forskjell til regresjonen for 1990-1991 (se ovenfor). Regresjonen antas derfor å gi en pålitelig beskrivelse av sammenhengen mellom sedimentets innhold av TOC og kornstørrelsen. Figur 4 viser sammenhengen mellom glødetap og kornstørrelse.

De målte TOC-verdiene i bulk prøve (TOC_{bulk}) ble på grunnlag av regresjonsligningen korrigert til et forventet TOC-innhold (TOC_{63}) hvis alt sediment i prøven hadde vært finere enn 63 μm : $\text{TOC}_{63} = \text{TOC}_{\text{bulk}} + 18.0(1-F)$. Dette ble gjort for å oppnå en objektiv sammenligning av mengden TOC på de forskjellige stasjonene.

Ut fra sedimentets innhold av finpartikler var TOC- og glødetapsverdiene lavere enn forventet på stasjon A50 i ytre Oslofjord, men høyere enn forventet (særlig for TOC) på stasjon B50, B190, C160 (grunne og/eller innaskjærs stasjoner på strekningen Arendal-Farsund). Dette gjelder alle år (Figur 5-6).

Tabell 3 viser de gjennomsnittlige verdier for sedimentparametrene på hver stasjon i hvert av årene 1990-1993. Verdiene tyder ikke på at det var signifikante endringer fra 1990 til 1993. En grundigere statistisk analyse vil bli gjort i neste års rapport, hvor også data fra 1994 blir inkludert.

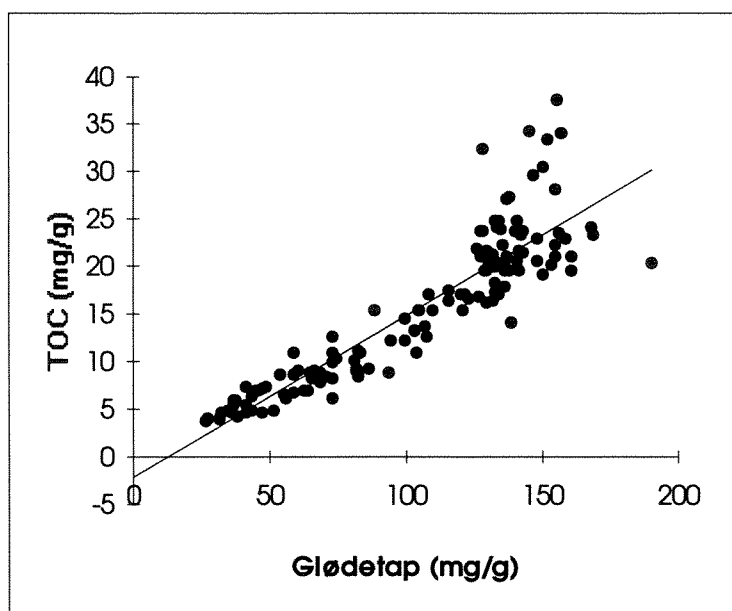
Tabell 3. Sedimentets innhold av partikler finere enn 63 μ m (%< 63 μ m), totalt organisk karbon (mg/g) i usiktet prøve (TOC_{bulk}) og beregnet (normalisert) totalt organisk karbon (mg/g) i sedimentfraksjonen finere enn 63 μ m (TOC₆₃) og glødetap (mg/g) i 1990-1993. Verdiene viser gjennomsnitt pr. stasjon (4 prøver).

Stasjon	År	%<63 μ m	TOC _{bulk}	Glødetap	TOC ₆₃
A050	1990	51.21	3.90		12.68
A050	1991	65.62	5.75		11.94
A050	1992	45.43	4.63	37.15	14.45
A050	1993	64.37	6.03	41.98	12.44
A100	1990	36.86	6.90		18.27
A100	1991	35.11	7.05		18.73
A100	1992	18.21	4.43	36.14	19.15
A100	1993	35.27	7.63	47.55	19.28
A200	1990	82.60	14.65		17.78
A200	1991	84.92	13.78		16.49
A360	1990	99.88	19.80		19.82
A360	1991	98.87	17.88		18.08
A360	1992	99.62	21.60	129.65	21.67
A360	1993	99.54	20.13	149.26	20.21
A460	1990	99.88	19.73		19.75
A460	1991	99.45	18.23		18.32
A460	1992	99.31	23.73	128.64	23.85
A460	1993	99.37	20.38	140.53	20.49
B050	1990	87.73	26.18		28.38
B050	1991	82.63	21.98		25.10
B050	1992	95.13	33.55	152.82	34.43
B050	1993	88.21	27.50	143.99	29.62
B100	1990	25.60	4.85		18.24
B100	1991	22.78	3.93		17.82
B100	1992	26.52	5.03	40.35	18.25
B100	1993	29.52	5.88	39.04	18.56
B190	1990	98.20	21.30		21.62
B190	1991	98.54	21.98		22.24
B190	1992	98.61	25.15	136.31	25.40
B190	1993	98.78	23.43	143.43	23.64
B200	1990	72.82	11.28		16.17
B200	1991	62.82	11.03		17.72
B200	1992	75.16	13.13	104.99	17.60
B200	1993	76.07	12.45	98.19	16.76
B350	1990	98.87	18.58		18.78
B350	1991	99.43	18.10		18.20
B350	1992	99.49	21.58	131.77	21.67
B350	1993	99.30	20.55	139.39	20.68
B400	1991	99.54	20.60		20.68
C070	1990	16.46	5.83		20.86
C070	1991	30.53	9.30		21.80

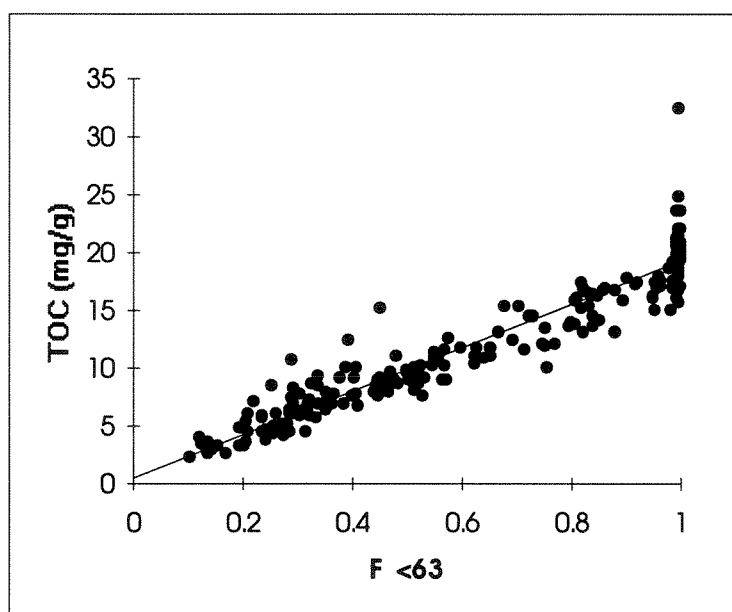
(forts.)

(Tabell 3, forts.)

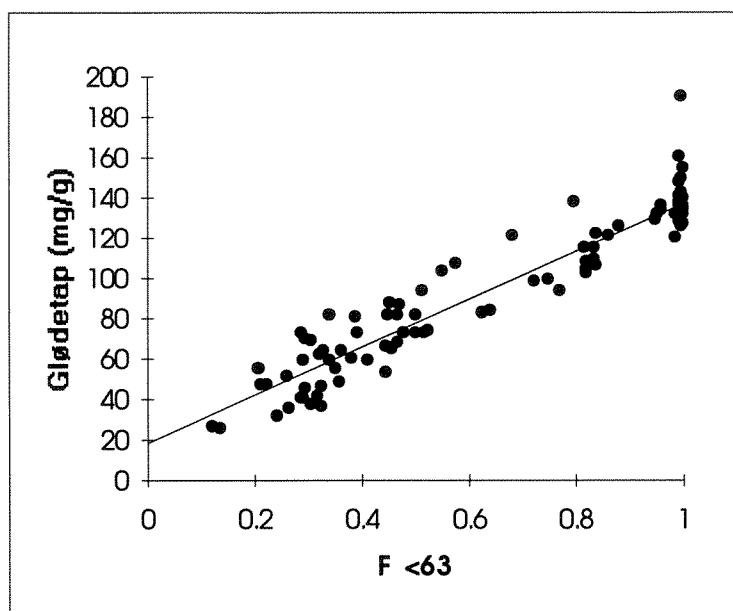
Stasjon	År	%<63µm	TOC _{bulk}	Glødetap	TOC ₆₃
C120	1990	26.05	5.48		18.79
C120	1991	37.99	8.35		19.51
C120	1992	29.17	6.90	62.12	19.65
C120	1993	32.74	6.78	67.16	18.88
C160	1990	97.67	22.95		23.37
C160	1991	98.40	23.98		24.26
C160	1992	91.70	25.70	153.81	27.19
C160	1993	91.31	22.10	162.99	23.66
C220	1990	26.74	5.75		18.94
C220	1991	41.97	7.65		18.09
C220	1992	45.52	8.05	66.12	17.86
C220	1993	49.61	9.43	74.49	18.50
C380	1990	87.89	17.05		19.23
C380	1991	82.14	15.05		18.26
C380	1992	79.69	16.10	108.33	19.76
C380	1993	85.30	16.63	121.72	19.27
D150	1990	42.66	9.68		20.00
D150	1991	47.43	9.40		18.86
D150	1992	35.21	10.40	76.26	22.06
D200	1990	56.29	11.00		18.87
D200	1991	64.52	12.85		19.24
D200	1992	56.79	12.03	104.75	19.80
D300	1990	48.04	8.65		18.00
D300	1991	51.57	8.55		17.27
D300	1992	43.92	9.03	79.45	19.12
U340	1993	99.19	20.43	130.40	20.57
V380	1993	99.27	19.68	129.28	19.81
W100	1990	98.05	24.93		25.28
W100	1991	85.40	21.88		24.50
X125	1992	34.91	10.23	62.83	21.94
X350	1992	99.69	18.65	132.85	18.71
X350	1993	99.57	20.25	154.99	20.33
Y100	1991	14.41	2.88		18.28
Y320	1991	95.36	16.55		17.39
Y320	1993	95.27	16.83	133.14	17.68
Z135	1990	17.06	4.10		19.03
Z200	1990	56.53	10.80		18.62
Z260	1991	72.10	13.03		18.05



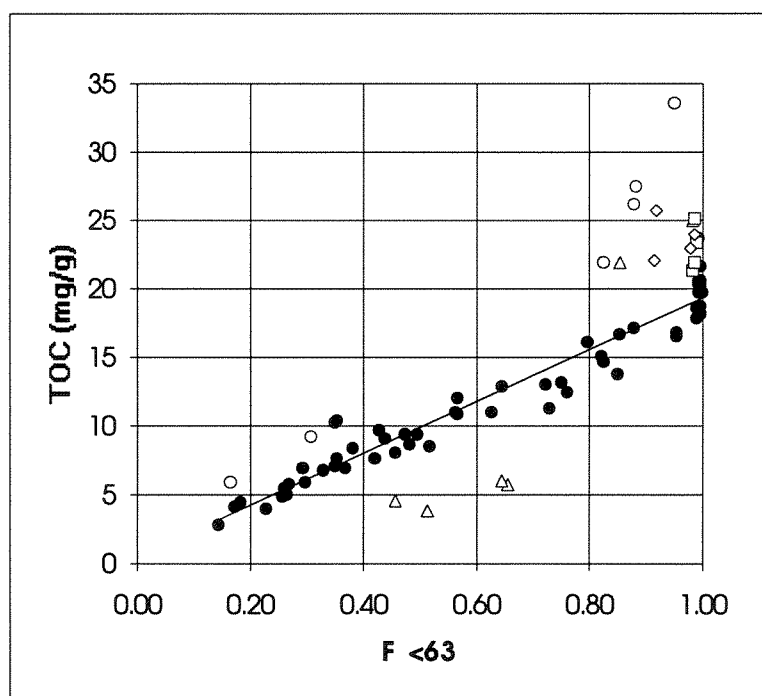
Figur 2. Plott og regresjonslinje av total organisk karbon (TOC) mot glødetap i sedimentprøver fra grabb 1992-1993. Antall observasjoner: 139. Gjennomsnittlig forholdstall glødetap: TOC = 7.15.



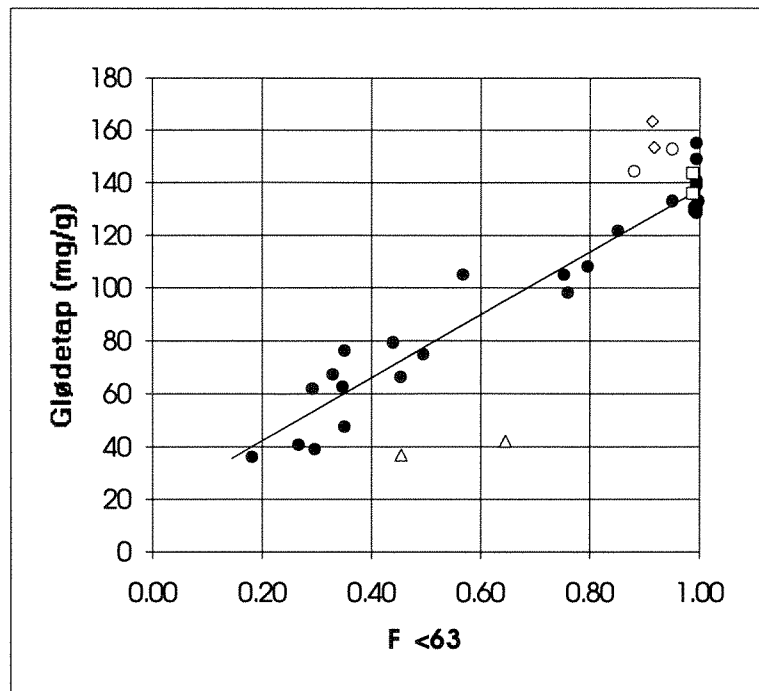
Figur 3. Plott og regresjonslinje av total organisk karbon (TOC) mot andelen av finmateriale (F <63) i sedimentet på utaskjærs stasjoner (236 grabbprøver) i 100-460 m dyp i 1990-1993. Regresjonens ligning: $TOC = 18.85 \cdot (F <63) + 0.486$.



Figur 4. Plott og regresjonslinje av glødetap mot andelen av finmateriale (F <63) i sedimentet på utaskjærs stasjoner (107 grabbprøver) i 100-460 m dyp i 1992-1993. Regresjonens ligning: $\text{Glødetap} = 119 \cdot (F <63) + 18.4$.



Figur 5. Total organisk karbon (TOC) på hver stasjon i 1990-1993 i forhold til "normallinjen" for utaskjærs stasjoner i 100-460 m dyp (regresjonslinjen i Figur 3). Hvert punkt i plottet er gjennomsnitt av fire grabbprøver. Svarte sirkler: Utaskjærs stasjoner 100-460 m. Hvite sirkler til venstre: C70. Hvite sirkler oppe til høyre: B50. Hvite firkanter: B190. Hvite romber: C160. Hvite trekkanter oppe til høyre: W100. Hvite trekkanter under regresjonslinjen: A50.



Figur 6. Glødetap på hver stasjon i 1992-1993 i forhold til "normallinjen" (Figur 4. Se tekst Figur 5.

2.3. Resultater - Bløtbunnfauna

2.3.1. Faunaens artssammensetning

Vi gjengir her en liste over de ti vanligste artene på hver stasjon (Tabell 4-20). De komplette artslistene finnes i datarapporten (Rygg 1994).

Tabell 4. Stasjon A50: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

A 50	1990	1991	1992	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	94	15	20	111
Chaetozone setosa Malmgren 1867	25	4	35	67
Prionospio malmgreni Claparede 1868	30	0	17	48
Nemertinea indet	12	0	36	45
Amphiura chiajei Forbes	17	25	32	39
Lumbrineris sp	10	6	25	24
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	7	9	12	23
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	5	1	10	23
Harpinia sp	5	8	12	21
Terebellides stroemi M.Sars 1835	13	11	33	20
Abra nitida (Mueller 1789)	3	3	18	13
Nephtys incisa Malmgren 1865	7	6	9	12
Ampelisca tenuicornis Lilljeborg	4	8	9	9
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	83	28	10	4
Nucula sulcata (Bronn 1831)	11	2	4	4
Goniada maculata Oersted 1843	9	3	1	0
Echinocardium flavescens (O.F.Mueller)	0	10	0	0

Tabell 5. Stasjon A100: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

A100	1990	1991	1992	1993
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	14	13	34	74
Prionospio malmgreni Claparede 1868	11	0	12	60
Lumbrineris sp	27	21	31	56
Nemertinea indet	1	0	11	56
Terebellides stroemi M.Sars 1835	1	9	20	42
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	12	29	16	40
Amphiura chiajei Forbes	32	38	17	38
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	6	15	20	37
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	12	6	28	35
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	5	20	15	34
Nuculana minuta (Mueller 1776)	23	13	15	18
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)	0	0	17	12
Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	20	38	13	12
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	1	0	25	8
Chaetozone setosa Malmgren 1867	23	24	19	7
Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	11	11	7	3

Tabell 6. Stasjon A360: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

A 360	1990	1991	1992	1993
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	221	158	363	1414
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	794	289	407	1206
Tharyx sp	53	162	260	291
Caulleriella sp	84	6	88	282
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	42	138	155	220
Chaetozone setosa Malmgren 1867	31	44	58	120
Abra nitida (Mueller 1789)	30	63	73	67
Nemertinea indet	4	2	3	45
Paraonis lyra (Southern 1914)	0	0	0	43
Lumbrineris sp	43	27	33	39
Nuculoma tenuis (Montagu)	43	1	23	27
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	10	25	12	25
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	49	7	12	10
Melinna cristata (M.Sars 1851)	26	12	15	8
Eriopisa elongata Bruzelius	0	2	32	7

Tabell 7. Stasjon A460: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

A460	1990	1991	1992	1993
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	249	111	249	265
Caulleriella sp	100	5	32	152
Abra nitida (Mueller 1789)	58	39	30	86
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	147	107	39	63
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	165	119	49	63
Thyasira sarsi (Philippi 1845)	1	0	0	33
Nemertinea indet	4	0	1	32
Nuculoma tenuis (Montagu)	19	6	10	23
Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	1	1	1	14
Myriochele oculata Zaks 1922	4	1	0	14
Tharyx sp	1	28	40	13
Lumbrineris sp	10	3	7	4
Montacuta sp	0	19	2	3
Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	22	16	6	1
Leanira tetragona (Oersted 1844)	0	6	5	1
Chaetozone setosa Malmgren 1867	9	6	1	1
Melinna cristata (M.Sars 1851)	9	0	1	1

Tabell 8. Stasjon B50: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

B50	1990	1991	1992	1993
Nemertinea indet	5	1	11	155
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	116	38	8	57
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	15	24	22	49
Prionospio malmgreni Claparede 1868	22	6	13	33
Polycirrus plumosus (Wollebaek 1912)	5	6	10	28
Chaetozone setosa Malmgren 1867	28	35	22	23
Scolecipis sp	1	3	1	21
Scalibregma inflatum Rathke 1843	1	2	5	20
Amaeana trilobata (M.Sars 1863)	1	11	5	20
Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	0	1	5	18
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	7	1	11	13
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)	12	17	14	9
Nephtys incisa Malmgren 1865	7	11	2	8
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	16	8	15	7
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	3	3	16	5
Rhodine loveni Malmgren 1865	8	0	9	4
Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	0	0	11	3
Amphiura chiajei Forbes	7	33	1	3
Goniada maculata Oersted 1843	5	8	6	3
Onoba aculeus (Gould)	0	0	11	0

Tabell 9. Stasjon B100: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

B100	1990	1991	1992	1993
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	15	28	35	65
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	22	16	35	45
Abra nitida (Mueller 1789)	0	13	26	29
Nemertinea indet	9	2	21	24
Lumbrineris sp	22	10	20	24
Prionospio malmgreni Claparede 1868	3	2	9	22
Nuculoma tenuis (Montagu)	3	18	12	19
Harpinia sp	2	10	5	19
Amphiura chiajei Forbes	56	25	60	16
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	9	8	26	13
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)	4	9	23	11
Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	15	7	21	7
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	2	10	3	7
Exogone sp	10	2	25	5
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	21	7	22	4
Chaetozone setosa Malmgren 1867	21	20	7	2
Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	96	6	2	1
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	17	2	16	1
Phisidia aurea	39	0	0	0

Tabell 10. Stasjon B190: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

B190	1990	1991	1992	1993
Myriochele oculata Zaks 1922	5	8	18	273
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	187	221	89	158
Melinna cristata (M.Sars 1851)	47	31	85	81
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	146	122	91	68
Nemertinea indet	11	0	15	47
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	31	36	22	43
Tharyx sp	27	18	14	39
Proclea graffii (Langerhans 1884)	0	4	14	22
Chaetozone setosa Malmgren 1867	8	37	10	20
Abra nitida (Mueller 1789)	45	12	21	19
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	7	29	6	18
Montacuta sp	4	19	22	11
Leanira tetragona (Oersted 1844)	2	11	4	8
Nuculoma tenuis (Montagu)	29	0	8	8
Terebellides stroemi M.Sars 1835	18	11	1	6

Tabell 11. Stasjon B200: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

B 200	1990	1991	1992	1993
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	87	36	300	179
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	81	37	67	145
Tharyx sp	68	84	67	52
Abra nitida (Mueller 1789)	10	1	27	41
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	15	20	53	35
Lumbrineris sp	19	25	18	23
Nemertinea indet	2	1	17	22
Rhodine loveni Malmgren 1865	11	1	17	17
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	10	7	12	17
Eriopisa elongata Bruzelius	7	3	4	14
Melinna cristata (M.Sars 1851)	41	23	36	12
Exogone sp	7	0	21	12
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	8	10	8	11
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	30	14	25	9
Euclymene sp	1	2	23	8
Thyasira ferruginea (Forbes)	22	4	7	3
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen	0	11	14	2
Nucula tumidula (Malm)	24	0	11	1
Halcampa chrysanthellum (Peach)	0	0	28	0
Astarte elliptica Brown 1827	12	19	1	2

Tabell 12. Stasjon B350: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

B 350	1990	1991	1992	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	1122	908	1088	770
Tharyx sp	672	377	505	410
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	239	136	760	408
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	163	202	310	136
Lumbrineris sp	155	104	162	81
Caulleriella sp	101	5	103	68
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	81	69	41	49
Nemertinea indet	34	3	33	48
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	95	78	104	44
Abra nitida (Mueller 1789)	3	6	46	23
Heteromastus sp	0	0	49	7
Drilonereis filum (Claparede 1868)	23	15	25	7
Caudofoveata indet	13	7	11	6
Melinna cristata (M.Sars 1851)	4	18	5	3

Tabell 13. Stasjon C120: Individttall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

C120	1990	1991	1992	1993
Chaetozone setosa Malmgren 1867	39	16	49	119
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	28	37	75	107
Thyasira ferruginea (Forbes)	6	17	38	89
Tharyx sp	31	72	81	81
Caulleriella sp	3	0	7	41
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	20	16	47	40
Nemertinea indet	7	0	31	39
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	14	29	45	35
Amphiura chiajei Forbes	60	6	18	27
Amythasides macroglossus Eliason 1955	0	4	5	25
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	5	2	52	11
Lumbrineris sp	25	7	7	10
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)	13	4	5	7
Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	16	11	6	5
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen 1876	0	8	17	5
Glycera capitata Oersted 1843	0	9	3	2
Astarte elliptica Brown 1827	0	8	0	0
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	19	1	9	0

Tabell 14. Stasjon C160: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

C 160	1990	1991	1992	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	173	346	131	108
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	31	50	36	79
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	48	55	58	54
Melinna cristata (M.Sars 1851)	56	48	25	33
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	9	24	20	33
Chaetozone setosa Malmgren 1867	23	28	86	29
Tharyx sp	13	30	63	28
Nemertinea indet	0	1	17	22
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	6	5	24	17
Myriochele oculata Zaks 1922	0	2	2	11
Eriopisa elongata Bruzelius	8	7	10	8
Cauleriella sp	1	0	16	5
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	6	7	7	4
Ophelina norvegica Stoep-Bowitz 1945	0	7	0	0
Byblis crassicornis Metzger	6	0	0	0

Tabell 15. Stasjon C220: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

C220	1990	1991	1992	1993
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen 1876	4	24	10	51
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	22	25	12	45
Lumbrineris sp	43	37	34	42
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	11	22	10	38
Eriopisa elongata Bruzelius	8	13	11	36
Terebellides stroemi M.Sars 1835	35	16	14	31
Nemertinea indet	1	1	3	18
Amphilepis norvegica Ljungman	33	13	28	18
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	9	15	10	16
Abra nitida (Mueller 1789)	2	2	6	16
Melinna cristata (M.Sars 1851)	9	15	8	12
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	26	14	13	11
Onuphis quadricuspis M.Sars 1872	12	10	7	7
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	21	8	13	4
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	17	12	5	4
Nucula tumidula (Malm)	14	15	14	3
Tharyx sp	4	18	1	1
Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	15	2	1	1
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)	2	18	1	0

Tabell 16. Stasjon C380: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1990-1993.

C380	1990	1991	1992	1993
Abra nitida (Mueller 1789)	1	2	5	112
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	16	9	30	99
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	75	36	32	77
Lumbrineris sp	57	58	47	60
Thyasira ferruginea (Forbes)	33	25	4	51
Terebellides stroemi M.Sars 1835	32	25	31	49
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen 1876	5	28	9	43
Golfingia sp	2	6	4	34
Amphilepis norvegica Ljungman	31	8	39	33
Thyasira croulinensis (Verrill & Bush)	24	26	6	33
Thyasira eumyaria (M.Sars)	18	11	6	26
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	3	8	9	16
Harpinia sp	9	15	9	13
Sphyrapus anomalus G.O.Sars	32	12	6	6
Ampelisca aequicornis Bruzelius	25	21	18	22
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	17	21	27	13
Haploops setosa Boeck	9	20	0	0
Yoldiella lucida (Loven 1846)	17	13	4	25

Tabell 17. Stasjon U340: Individtall pr. 0.4 m² av de ti vanligste artene i 1993.

U 340 (ikke undersøkt i 1990-1992)	1993
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	424
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	352
Tharyx sp	172
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	132
Abra nitida (Mueller 1789)	125
Heteromastus sp	101
Lumbrineris sp	97
Caulleriella sp	58
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen	28
Melinna cristata (M.Sars 1851)	27

Tabell 18. Stasjon V380: Individttall pr. 0.4 m² av de ti vanligste artene i 1993.

V380 (<i>ikke undersøkt i 1990-1992</i>)	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	630
Tharyx sp	318
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	142
Lumbrineris sp	129
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	84
Abra nitida (Mueller 1789)	77
Nemertinea indet	72
Heteromastus sp	63
Caulleriella sp	47
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	38

Tabell 19. Stasjon X350: Individttall pr. 0.4 m² av de ti vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1992-1993.

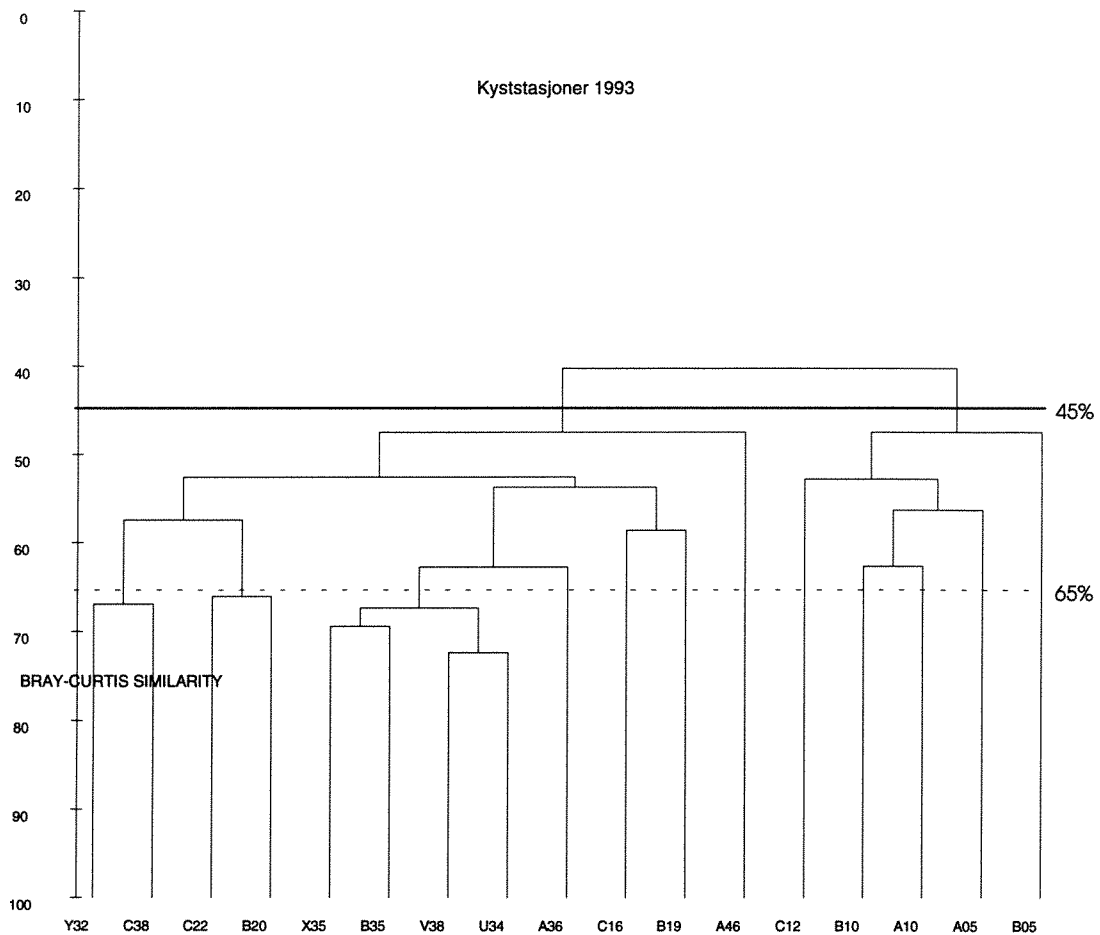
X 350 (<i>ikke undersøkt i 1990-1991</i>)	1992	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	124	428
Tharyx sp	77	277
Lumbrineris sp	52	144
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	21	130
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	12	67
Heteromastus sp	8	54
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	40	42
Caulleriella sp	0	19
Nemertinea indet	7	17
Abra nitida (Mueller 1789)	11	14
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	14	2

Tabell 20. Stasjon Y320: Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene (= én av de ti vanligste artene i minst ett av årene) 1991 og 1993.

Y320 (ikke undersøkt i 1990 og 1992)	1991	1993
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	140	142
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	32	124
Lumbrineris sp	44	57
Amphilepis norvegica Ljungman	9	28
Nemertinea indet	2	25
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	25	22
Amythasides macroglossus Eliason 1955	3	18
Heteromastus sp	0	18
Golfingia sp	4	16
Terebellides stroemi M.Sars 1835	15	15
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen 1876	17	11
Rhodine loveni Malmgren 1865	15	7
Caudofoveata indet	12	6
Tharyx sp	26	3
Thyasira ferruginea (Forbes)	16	1

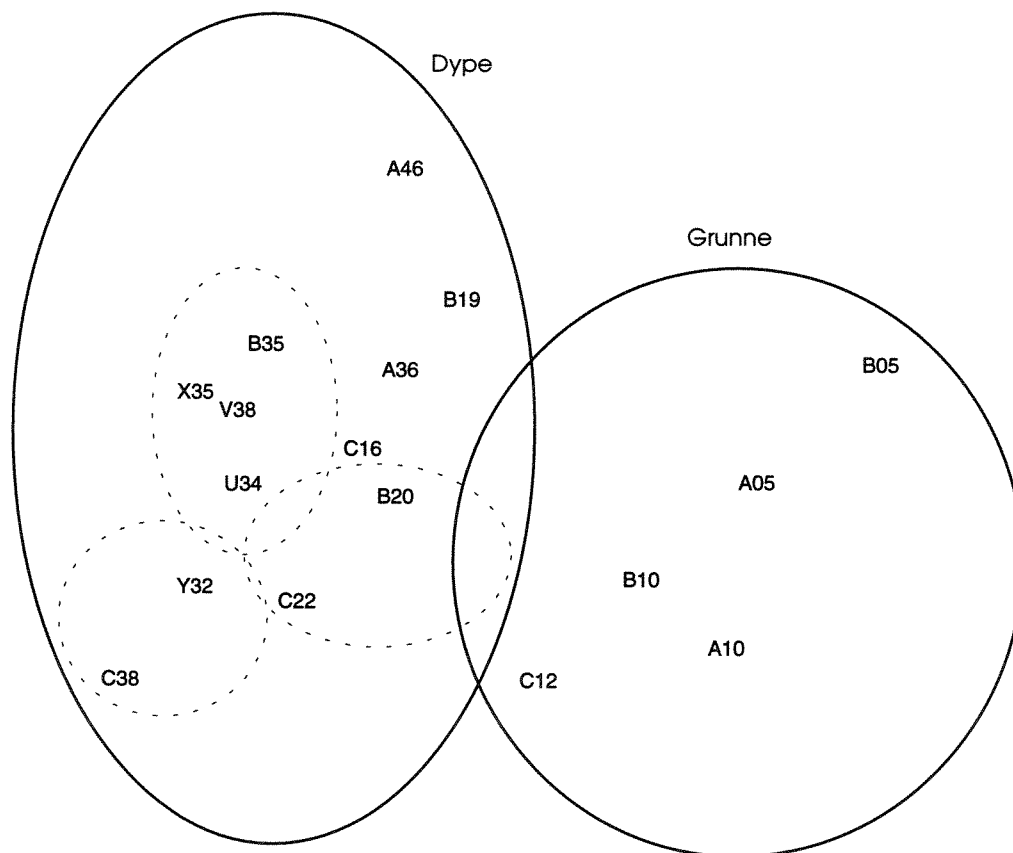
2.3.2. Likhetsanalyser

Det er gjort en analyse av graden av likhet (Bray-Curtis similarity) i faunaen mellom stasjonene for alle fire årene 1990-93. Prosent likhet mellom alle par av stasjoner er vist i Vedleggstabell 2. Grupperinger av innbyrdes like stasjoner i 1993 er vist i et dendrogram (Figur 7). Her representeres stasjonene ved loddrette linjer som forbindes vannrett på et nivå som tilsvarer likhetsgraden. Prøvene forbindes i et hierarkisk mønster etter avtakende likhet. Sorteringen starter ved å finne de to prøvene som har størst likhet, og plassere disse nederst i dendrogrammet. Disse betraktes så som én prøve, og sorteringen fortsetter inntil alle prøver og grupper av prøver er forbundet. Skalaen på den loddrette aksene angir grad av likhet. Hvis det settes krav til høy likhet (f.eks. 65%) for at en prøve skal få lov å tilhøre en gruppe, blir det mange små grupper. Et likhetskrav på bare 45% tillot sammenslåing av prøvene til færre større grupper, nemlig to grupper.



Figur 7. Dendrogram basert på likhetsindeksene (BRAY-CURTIS SIMILARITY) for alle par av stasjoner i 1993. Kodene langs x-aksen angir stasjon (siste siffer i stasjonsbenevnelsen er sløyfet). Likhetsnivåene 45% og 65% er angitt.

MDS-analysen (multidimensional scaling) søker å arrangere prøvene i et diagram slik at alle innbyrdes avstander best mulig samsvarer med graden av ulikhet mellom prøvene. MDS-diagrammet (Figur 8) viser graden av ulikhet mellom stasjonene i 1993. Avstanden mellom prøvene i diagrammet er tilnærmet proporsjonal med ulikheten i faunaen. Gruppene fra clusteranalysen ved henholdsvis 45% og 65% likhetsnivå (Figur 7) er tegnet inn i diagrammet.



Figur 8. MDS-diagram av ulikheten mellom stasjonene i 1993. De to hovedgruppene (dype og grunne stasjoner) er angitt. Stiplet: 65% likhet; heltrukket: 45% likhet (jfr. Figur 7).

Stort sett viste de grunne stasjonene større likhet med hverandre enn med de dype stasjonene, og de dype stasjonene viste større likhet med hverandre enn med de grunne stasjonene. Men også innenfor disse to hovedgruppene var det tydelige ulikheter. En øst-vest gradient synes å framtre blant de dype stasjonene (fra A460 i ytre Oslofjord til C380 ved Lista). Størst likhet fantes blant de dype stasjonene langs den midtre delen av den undersøkte kyststrekningen (U340, V380, B350 og X350 på strekningen Kragerø-Mandal).

2.3.3. Artsmangfold - individtetthet

Tabell 21 viser verdiene for de viktigste faunaparametrene i 1993 sammenlignet med 1990-1992.

Tabell 21. Artstall (S), individtall (N), artsmangfold (H), og artsmangfold ($ES_{n=100}$) pr. stasjon (0.4 m²).

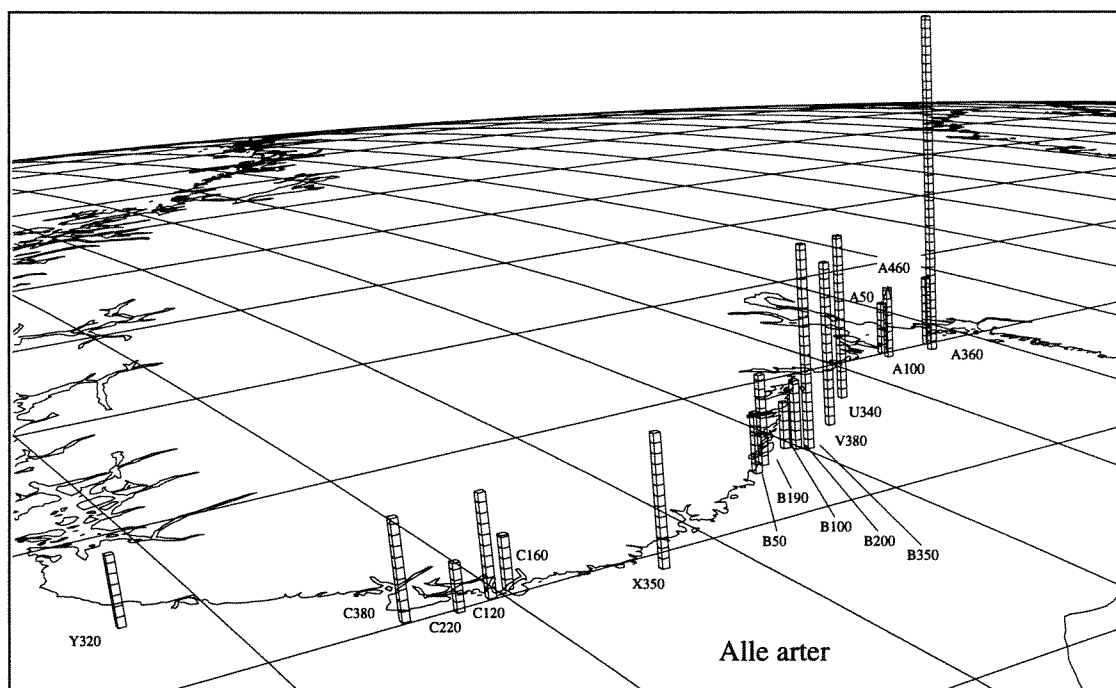
Stasjon	År	S	N	H	$ES_{n=100}$
A050	1990	69	451	4.55	33.57
A050	1991	53	199	4.84	37.67
A050	1992	83	442	5.40	42.37
A050	1993	65	602	4.59	30.36
A100	1990	76	328	5.40	43.33
A100	1991	79	369	5.19	39.52
A100	1992	96	534	5.71	45.71
A100	1993	104	829	5.36	39.43
A200	1990	60	459	4.52	31.67
A200	1991	62	494	3.97	28.30
A360	1990	56	1563	3.00	18.99
A360	1991	43	991	3.19	15.15
A360	1992	46	1620	3.29	16.01
A360	1993	60	3938	2.78	13.49
A460	1990	45	843	3.11	15.16
A460	1991	31	504	3.25	17.15
A460	1992	34	502	2.82	15.51
A460	1993	34	811	3.24	16.09
B050	1990	59	352	4.34	33.31
B050	1991	53	279	4.60	32.71
B050	1992	54	306	5.20	37.92
B050	1993	68	635	4.63	33.01
B100	1990	96	589	5.34	42.62
B100	1991	78	327	5.50	45.00
B100	1992	110	660	5.77	46.85
B100	1993	88	493	5.29	40.81
B190	1990	49	639	3.58	21.30
B190	1991	37	606	3.28	18.32
B190	1992	37	502	3.94	23.19
B190	1993	52	951	3.83	22.76
B200	1990	67	575	4.61	31.53
B200	1991	58	379	4.40	29.22
B200	1992	70	915	4.26	29.65
B200	1993	66	735	4.21	28.47
B350	1990	50	2855	2.95	14.91
B350	1991	39	1994	2.65	12.11
B350	1992	68	3502	3.28	17.20
B350	1993	50	2158	2.96	14.33
B400	1991	46	388	4.28	25.85

(forts.)

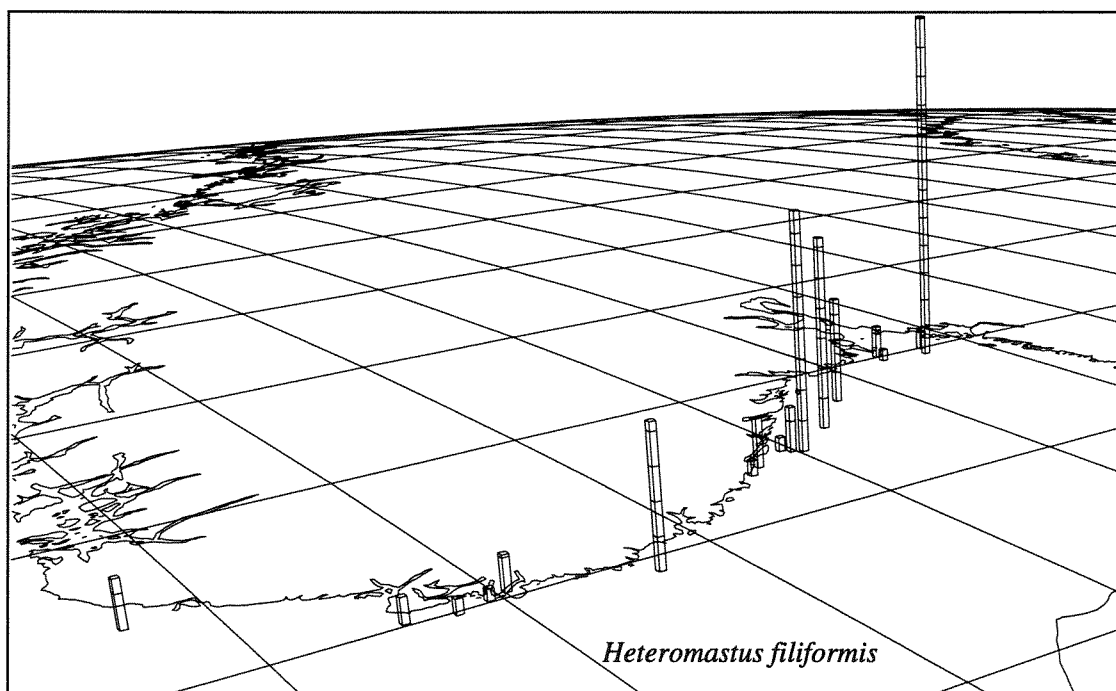
Tabell 21 (forts.)

Stasjon	År	S	N	H	ES _{n=100}
C070	1990	79	249	5.55	48.41
C070	1991	51	194	5.04	38.45
C120	1990	82	437	5.18	39.02
C120	1991	85	384	5.14	41.72
C120	1992	92	685	5.03	36.34
C120	1993	106	986	5.17	37.93
C160	1990	52	449	3.56	23.43
C160	1991	41	665	2.88	17.21
C160	1992	51	584	4.01	23.88
C160	1993	49	517	4.11	24.84
C220	1990	101	468	5.65	45.68
C220	1991	62	386	5.12	36.42
C220	1992	50	271	4.85	33.73
C220	1993	57	459	4.69	30.84
C380	1990	78	547	5.06	36.23
C380	1991	72	489	5.17	37.77
C380	1992	59	365	4.67	32.15
C380	1993	68	956	4.89	32.74
D150	1990	114	633	5.55	44.41
D150	1991	114	850	5.54	42.29
D150	1992	115	976	5.31	41.07
D200	1990	71	260	5.15	43.15
D200	1991	111	613	5.39	41.81
D200	1992	132	1105	5.80	47.00
D300	1990	88	206	5.88	56.78
D300	1991	93	409	5.85	49.81
D300	1992	123	615	5.95	50.50
U340	1993	70	1828	3.90	22.29
W100	1990	53	401	3.36	24.41
W100	1991	37	156	4.04	30.46
V380	1993	53	1771	3.31	16.85
X125	1992	91	948	4.67	33.50
X350	1992	32	420	3.44	19.13
X350	1993	47	1292	3.15	15.77
Y100	1991	88	473	5.25	42.36
Y320	1991	51	454	4.12	27.53
Y320	1993	64	669	4.40	30.30
Z135	1990	132	564	6.07	52.58
Z200	1990	86	362	5.25	43.14
Z260	1991	65	209	5.27	43.72

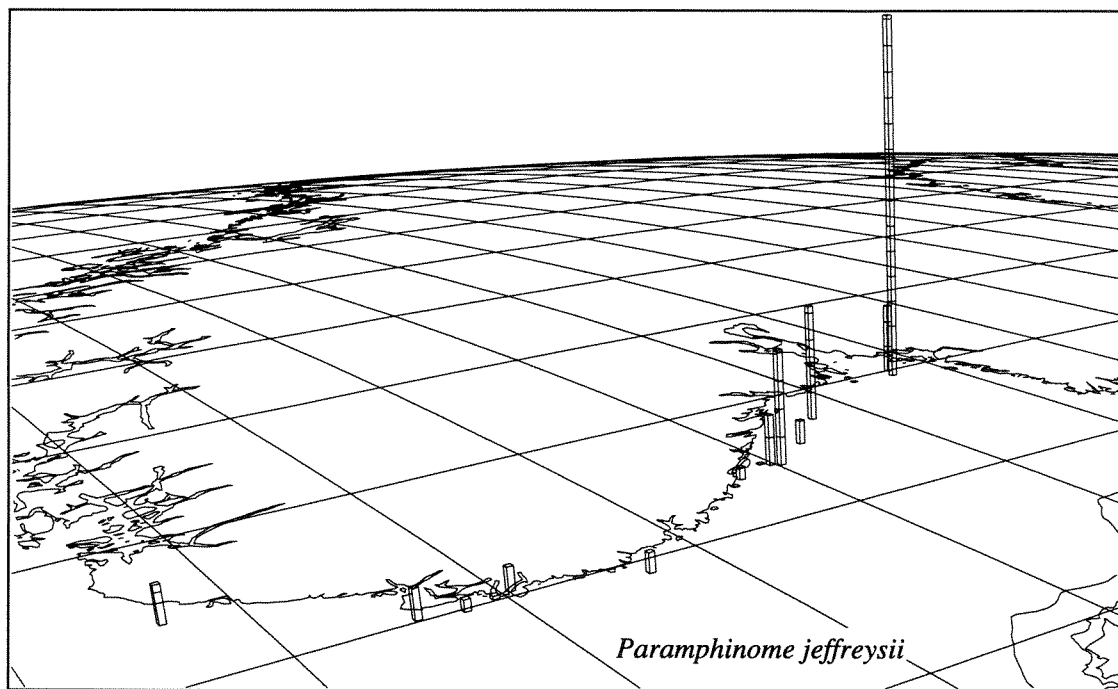
Figur 8-13 viser individtallene pr. 0.4m² i 1993, samlet for alle arter og for de dominerende artene *Heteromastus filiformis*, *Paramphinome jeffreysii* og *Tharyx* spp (børstemark) og *Thyasira equalis* (musling). Individttallene er gjennomgående høyest på de ytre (dype) stasjonene i østre Skagerrak, hvor også arts mangfoldet er lavest.



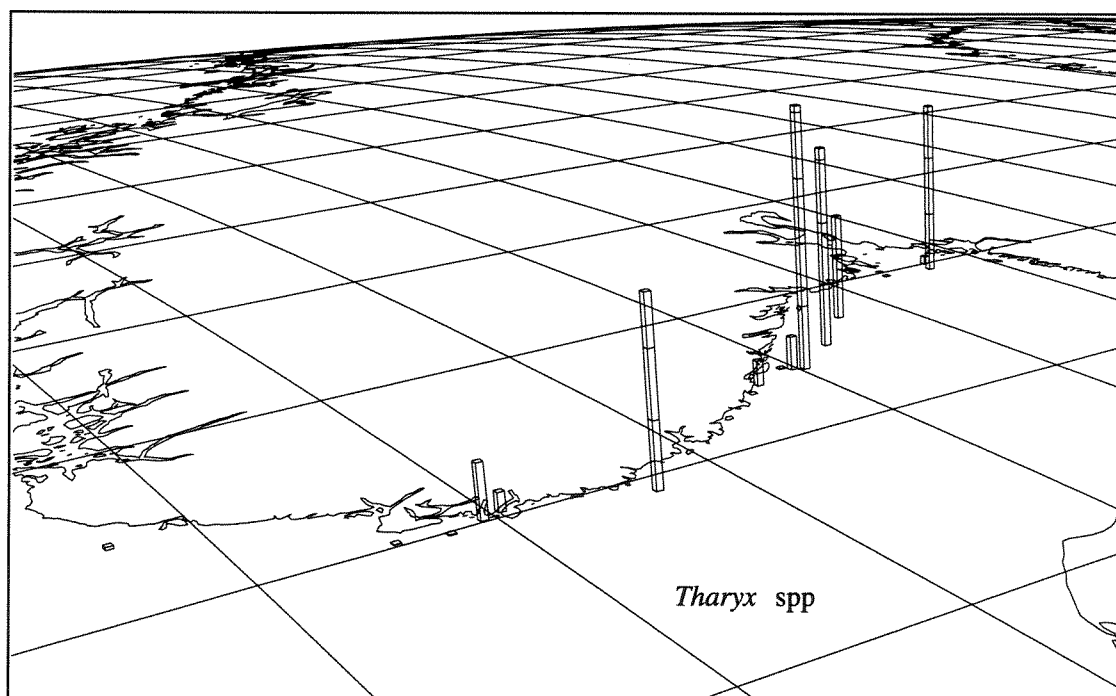
Figur 9. Individttall av alle arter samlet. Hvert segment på søylene tilsvarer 100 individer.



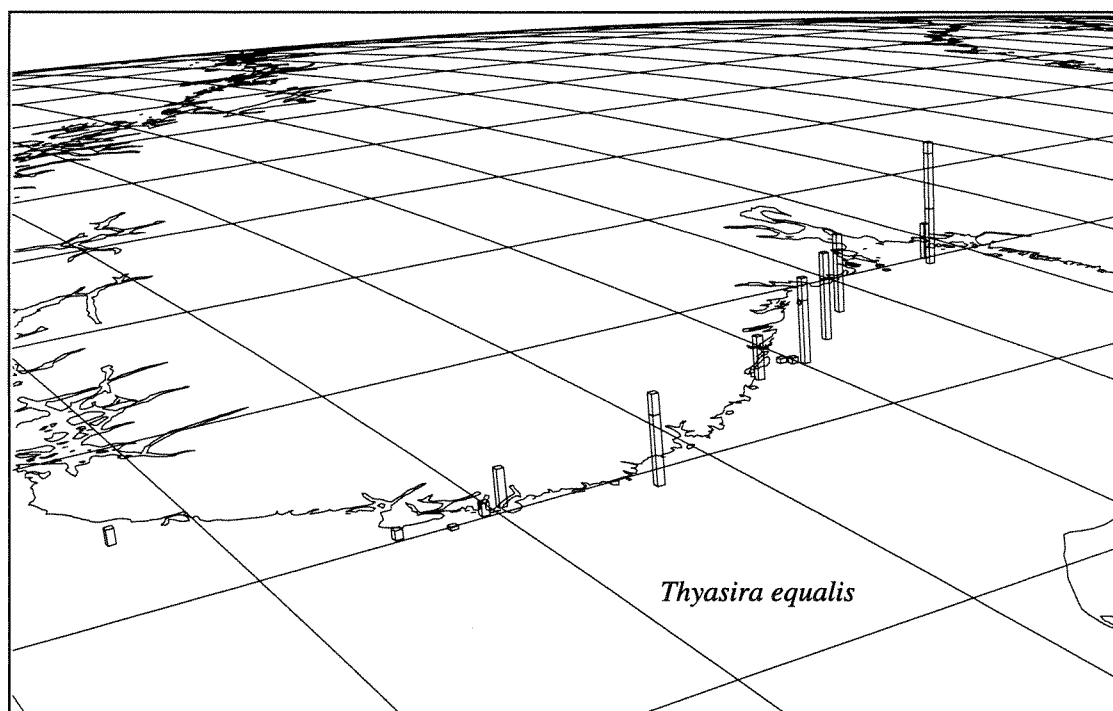
Figur 10. Individttall av børstemarken *Heteromastus filiformis*. Hvert segment på søylene tilsvarer 100 individer. Stasjonsnavn: se Figur 9.



Figur 11. Individtall av børstemarken *Paramphinome jeffreysii*. Hvert segment på søylene tilsvarer 100 individer. Stasjonsnavn: se Figur 9.



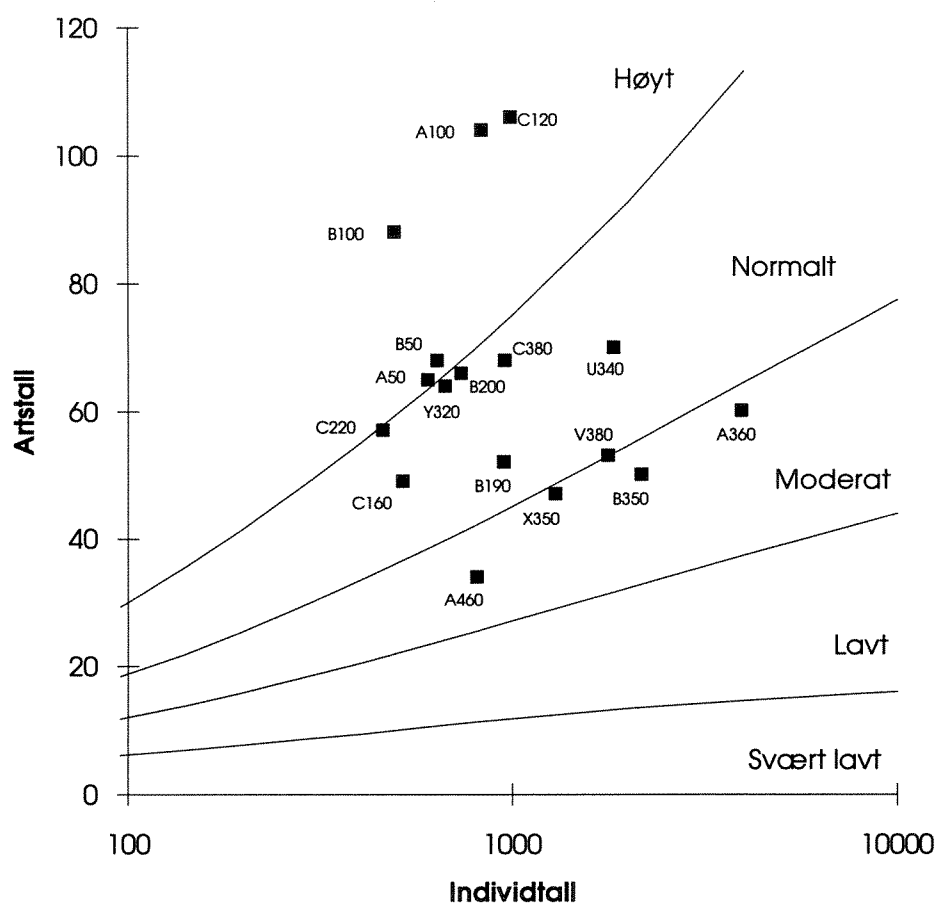
Figur 12. Individtall av børstemarken *Tharyx* spp. Hvert segment på søylene tilsvarer 100 individer. Stasjonsnavn: se Figur 9.



Figur 13. Individttall av muslingen *Thyasira equalis*. Hvert segment på søylene tilsvarer 100 individer. Stasjonsnavn: se Figur 9.

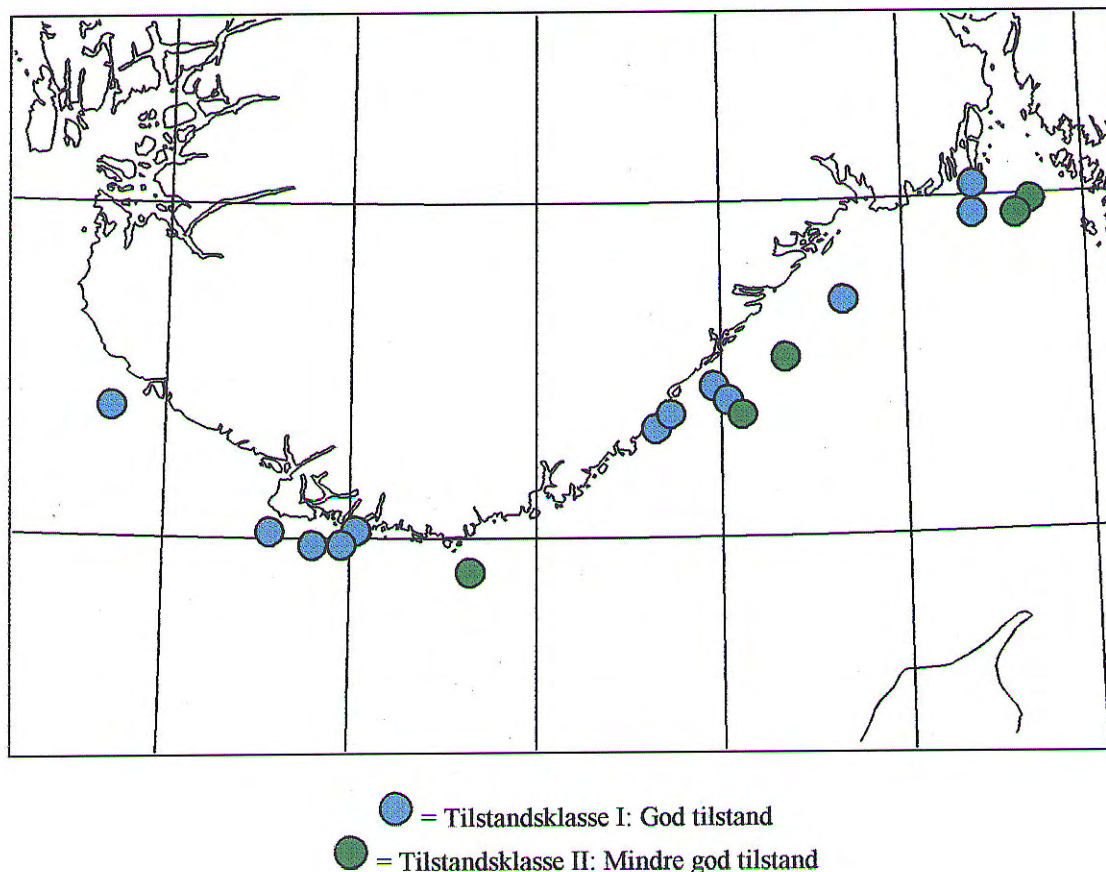
På Figur 14 er artsantall plottet mot individtall i en grafisk framstilling for klassifisering av artsmangfold, hvor moderat eller lavere artsmangfold tyder på at miljøtilstanden er mindre god enn normalt (Rygg 1984).

Verdiene for artsmangfold (Tabell 21) tyder ikke på at det var signifikante endringer fra 1990 til 1993. En grundigere statistisk analyse vil bli gjort i neste års rapport, hvor også data fra 1994 blir inkludert.



Figur 14. Plott av artsantall pr 0.4m² mot individtall pr. 0.4m² og klassifisering av artsmangfold på stasjonene i 1993.

På Figur 15 er det foretatt en klassifisering av tilstand, basert på artsmangfold (H eller $ES_{n=100}$), i følge kriterier i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Rygg & Thélin 1993).



Figur 15. Klassifisering av tilstand, basert på artsmangfold (H eller $ES_{n=100}$).

Det er vanlig at artsmangfoldet går ned ved bl.a. organisk belastning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold. De høye individtallene og lave artsmangfoldet på de ytre stasjonene øst for Lista: A360 (ytre Oslofjord), U340 (utenfor Kragerø), V380 (utenfor Lyngør), B350 (utenfor Arendal) og X350 (utenfor Mandal) (Tabell 21) tyder på at næringstilgangen i disse områdene er høy, trolig som følge av stor sedimentasjon av organisk materiale. De høye individtallene kan skyldes større primærproduksjon og/eller spesielle hydrofysiske forhold som medfører større sedimentasjon av organiske partikler. Det lave artsmangfoldet hadde først og fremst sammenheng med de høye individtallene til noen dominerende arter. Det totale artstallet på disse stasjonene var ikke særlig lavere enn på stasjonene med høyere artsmangfold. De dominerende artene var hovedsakelig børstemarkene *Heteromastus filiformis*, *Paramphinoe jeffreysii* og *Tharyx* spp, samt muslingen *Thyasira equalis* (Figur 9-13). Disse tilhører en gruppe arter som er kjent for å kunne øke i individtall ved bl.a. moderat forurensningsbelastning og dermed bidra til lavere artsmangfold (Rygg, upublisert). Deres høye individtall på de ytre (dype) stasjonene øst for Lista tyder på at de organiske tilførselene til bunnen er større der enn ellers i undersøkelsesområdet.

Weering (1975) antok at det finner sted en høy deponering av organisk materiale i sørlige og østlige randområder av Skagerrak. Det er mulig at det samme gjelder randområder i det nordlige Skagerrak (strekningen ytre Oslofjord - Mandal). Sedimentasjonsundersøkelser, f.eks. ved hjelp av sedimentfeller, vil kunne gi mer opplysninger om dette.

3. Hardbunn

3.1. Materiale og metoder

Bakgrunn, formål, faglige elementer, metodikk og definisjoner er nærmere beskrevet i programmet for undersøkelsen (Pedersen og Rygg 1990)

Resultatene fra hardbunn er analysert i forhold til tidligere års funn (1990 - 92) og vurdert i sammenheng med disse. Det er derfor ikke lagt vekt på inngående vurderinger av hardbunnsresultatene og de resultater som er beskrevet i hydrografidelen av prosjektet. Mer inngående analyser av slike sammenhenger vil inngå i femårsrapporten for 1990-94. Det gis en kortfattet beskrivelse av bearbejdede data fra 1990 til 1993. For fastsittende alger er det også foretatt en sammenligning med undersøkelsene i forbindelse med *Chrysochromulina polylepis*-oppblomstringen (mai 1988).

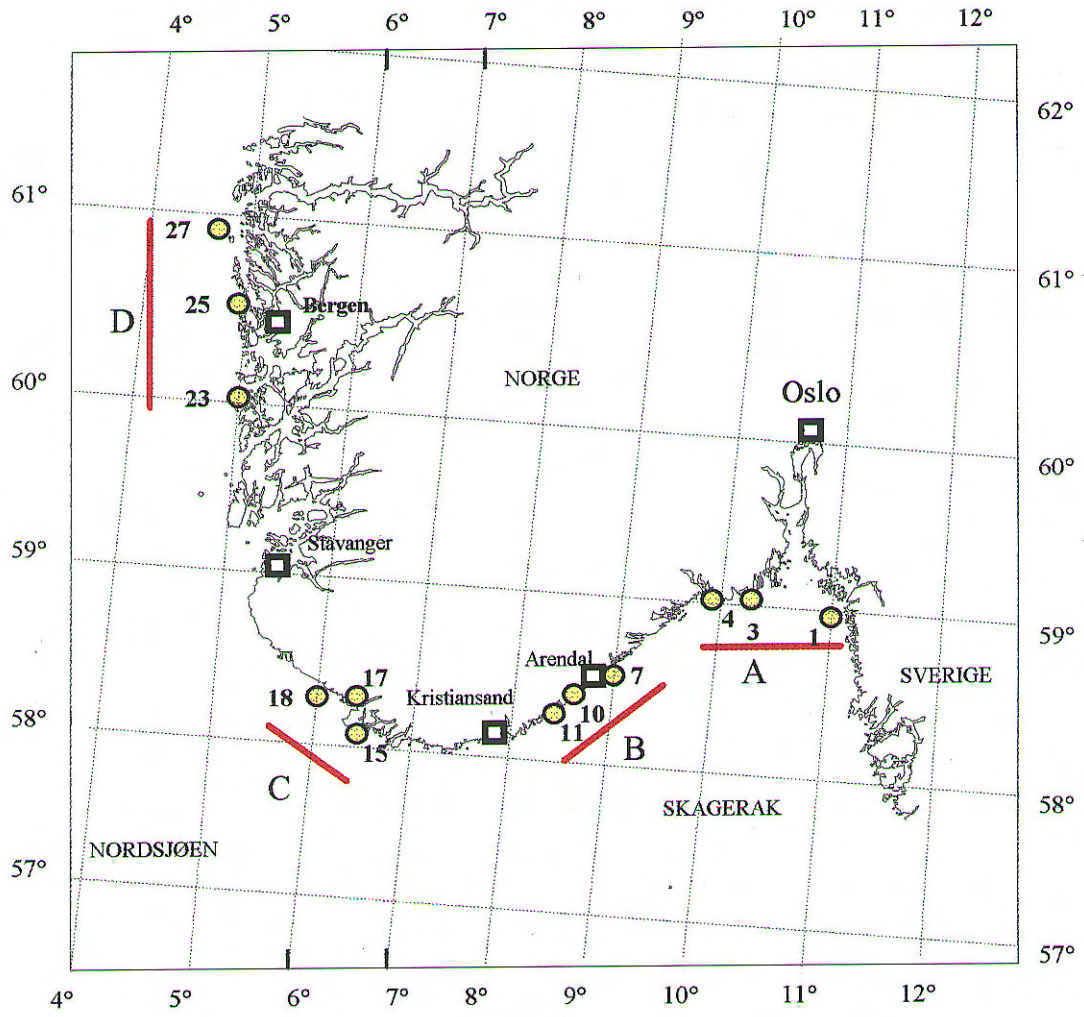
De fleste av stasjonene som inngikk i *Chrysochromulina*-toktene, er blitt inkludert i Kystovervåkingsprogrammet. Begrunnelsen for dette var at kriteriene for stasjonsvalg var de samme og at det var ønskelig å se på utviklingen etter *C. polylepis*-oppblomstringen (mai 1988) og fram til idag.

Toktene foregikk i periodene :

1990	-	14. mai til 9. juni
1991	-	24. mai til 15. juni
1992	-	3. juni til 17. juni
1993	-	31.mai til 16. juni

Stasjon C16 ved Lista ble tatt ut av programmet fra og med 1992. Det ble valgt å utelate stasjonen ved Lista, da den var svært værutsatt og det heller ikke var opprettet en stereofotokalitet på denne stasjonen. Likevel må det presiseres at stasjonen sammen med stasjon C18 var en av det mest påvirkete stasjoner etter *C. polylepis*-oppblomstringen i 1988. For 1992 og 1993 består hvert hovedområde av bare 3 stasjoner.

Kart over stasjonene er vist i figur 16.



Figur 16. Hardbunnsstasjoner - 1993.

3.2. Resultater

3.2.1. Alger

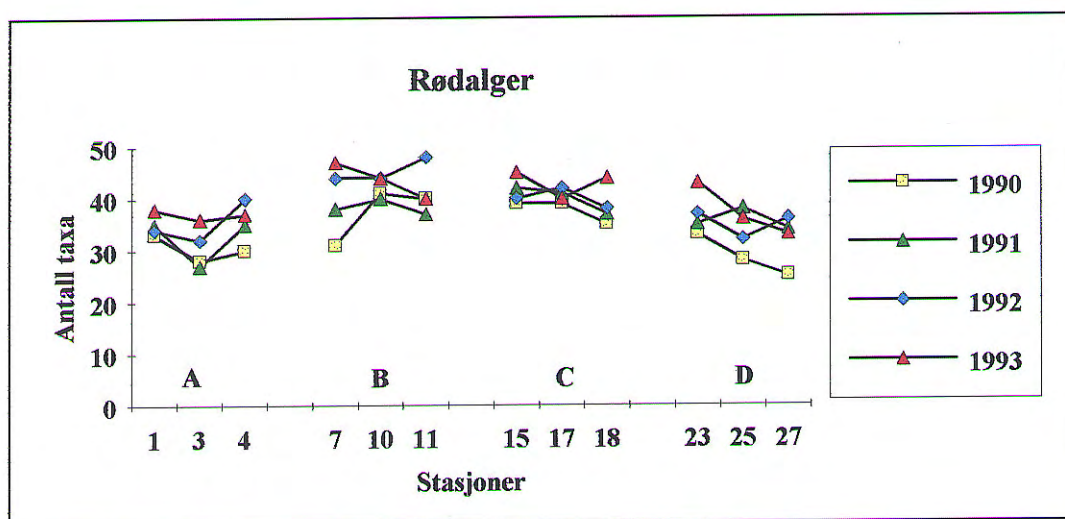
Resultatene fra toktet i 1993 er i grove trekk sammenlignet med årene 1990 - 1992 og med tidligere tokt (1988-1989).

Det generelle førsteinntrykk var at forekomst av fastsittende alger og dyr var tilnærmet slik en ville forvente å finne på eksponerte lokaliteter langs den undersøkte kyststrekning. Vi fant flere nye arter fra 1992 til 1993 enn mellom foregående år under kystovervåkingsprogrammet. Dette skyldes sannsynligvis naturlige svingninger i bestandene trolig som følge av uvanlige hydrografiske forhold i 1992/1993 (varme vintertemperaturer) og gode lysforhold. Listen over registrerte arter vil naturlige nok øke i kommende år, men dette vil sannsynligvis skyldes funn av mer sjeldne arter med sporadisk opptreden.

De komplette artslistene finnes i databaser på NIVA. Utvalgte resultater fra 1993 foreligger i en datarapport (Pedersen *et al.* 1994)

3.2.1.1. Transektregistreringer

Figur 17 viser det antall rødalgearter som ble funnet på kyststrekningen Hvaler til Fedje under toktene i mai-juni 1990, 1991, 1992 og 1993.



Figur 17. Totalt antall rødalgearter som ble registrert i 1990, 1991, 1992 og i 1993.

På en stasjon innen hvert av hovedområdene ble det funnet færre rødalgetaxa i 1993 enn i 1992. Det er ingen signifikant forskjell mellom 1992 og 1993 ($p=0.322$) pr. stasjon, men tabell 22 viser at det har vært en signifikant økning i antall rødalgearter pr. stasjon fra 1990 og fram til 1993.

Tabell 22. Signifikansnivå av parvise t-tester mellom registrerte rødalgetaxa hver år. *Kursiv* betyr at

Tabell 22. Signifikansnivå av parvise t-tester mellom registrerte rødalgetaxa hver år. *Kursiv* betyr at det er en signifikant økning i antall fra tidligere til senere år.

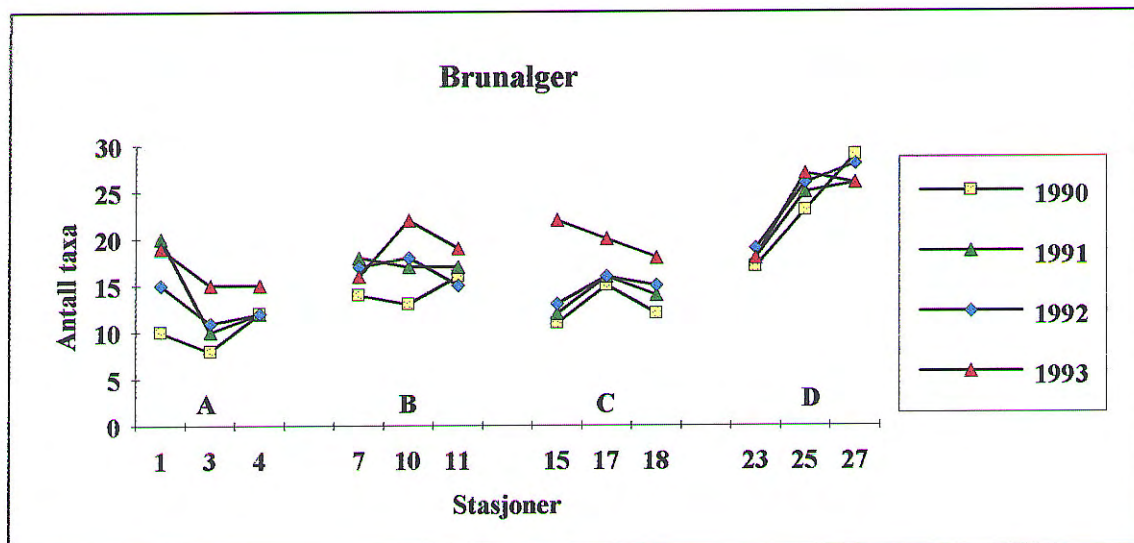
	R90	R91	R92
R91	<i>0.022</i>		
R92	<i>0.001</i>	n.s.	
R93	<i><0.000</i>	<i>0.008</i>	n.s.

Forskjellen mellom årene har vært minst i område C. Årsaken til denne svake men signifikante økningen i antall arter fra 1990 og fram til 1993 kan skyldes flere faktorer; - endrete miljøforhold mellom de forskjellige årene, - naturlige svingninger i bestandene, - det kan også være en rehabiliteringsreaksjon på *Chrysochromulina polylepis*-oppblomstringen i 1988. En mindre del av endringen kan også skyldes at observatøren er blitt bedre i å foreta *in situ* inventeringer.

Antall arter alger (og dyr) som omhandles i denne rapporten tolkes egentlig som antall registrerte taxa. I de tilfeller det ikke er mulig å identifisere organismene til spesifikke arter inngår organismen i en høyere taxonomisk gruppe. Derfor kan et taxa bestå av flere usikre/eller vanskelig identifiserbare arter. Antall arter som beskrives i rapporten omhandler derfor både sikre arter og taxa av arter. Et taxa regnes som en art i summering av arter. I tillegg defineres forekomst av en art som sum av relative forekomster angitt for hver dypmeter hvor en art forekommer. Dominerende arter i et visst dyp gis forekomst 4 for dette dyp, vanlig forekommende 3, spredt 2 og enkeltfunn 1.

Antall arter (taxa) av brunalger pr. stasjon var høyere i 1993 enn i 1992 med gj.sn 20 registrerte taxa pr. stasjon i 1993 mot 17 taxa i 1992 ($p=0.011$). Geografiske forskjeller kunne også spores ved at vestlandsstasjonene gjennom alle registreringsår, ikke har vist noen forskjell i antall registrerte brunalger, mens det har vært større variasjoner i antall taxa registrert i områdene A og B. I område C var det en tydelig økning i antall taxa fra 1992 til 1993, mens forskjellen mellom de foregående år har vært liten. Årsaken til økningen i antall taxa i område C i 1993 er usikker.

Artsantallet for de tre siste årene ligger noe over antall arter i 1990 (Figur 18). Overgangen til vestlandet (hovedområde D som i 1992 begynte med St. D23), medførte en økning i antall brunalger pr. stasjon. Den nordligste stasjonen ved Fedje hadde i 1990 dobbelt så mange arter brunalger som de fleste stasjonene på sørlandet og østlandet hadde i 1990, men i 1991 og 1992 var denne forskjellen tydelig mindre. Flere brunalger er kaldtvannskjære (lav sommertemperatur), men lave temperaturer i Skagerak om vinteren er også en begrensende faktor for brunalgers utbredelse. Plantene på sør- og østlandet er tilpasset sjøtemperaturer under 2-3°C om vinteren, noe som sjelden forekommer på vestlandet. De tre siste somre med forholdsvis milde vintre kan være en forklaring på at brunalgene har økt innover i Skagerak de tre siste årene. Dette er trekk som må vurderes nøyer mot de hydrografiske forhold de tre siste årene, samt tidligere dataserier som beskriver nomaltilstanden.



Figur 18. Antall arter (taxa) brunalger funnet pr. stasjon i 1990, 1991, 1992 og 1993.

Tabell 23 viser at det har vært en signifikant økning i antall brunalger fra 1990 til 1993 med gj.sn 15 taxa pr. stasjon i 1990 til 20 pr. stasjon i 1993.

Tabell 23. Signifikansnivå av parvise t-tester mellom antall brunalgetaxa funnet hvert år. *Kursiv* betyr at det er en signifikant økning i antall fra tidligere til senere år.

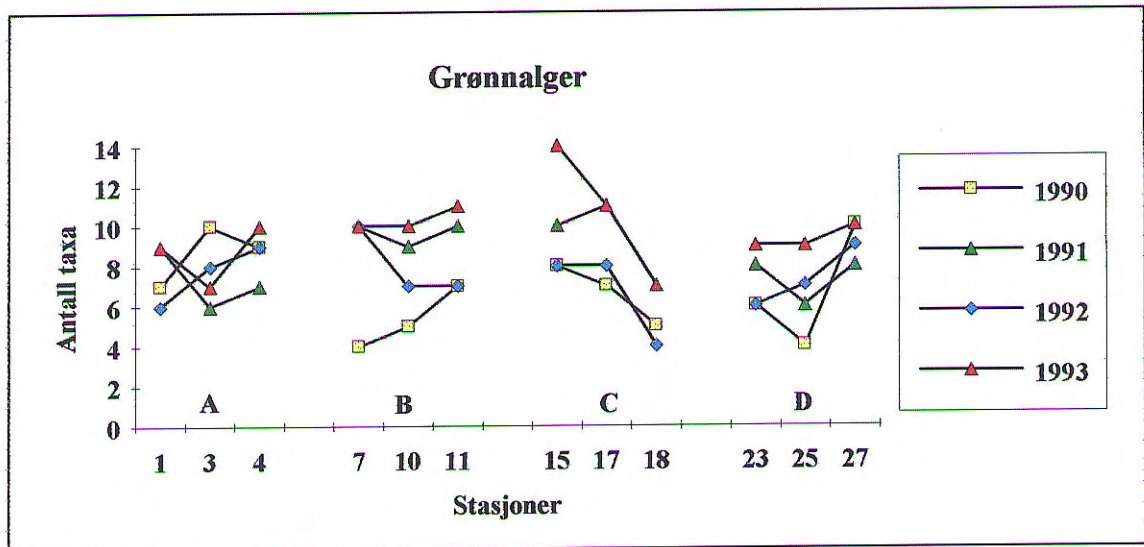
	B90	B91	B92
B91	<i>0.039</i>		
B92	<i>0.004</i>	n.s.	
B93	<i>0.002</i>	<i>0.017</i>	<i>0.011</i>

Antall grønnalgearter er lavt og viser ingen større forskjell mellom hovedområdene (Figur 19). Artsantallet ligger mellom 4 og 15 arter pr. stasjon og har vist en økning i antall registrerte arter i 1993. Det var ingen forskjell mellom de tidligere årene, men 1993 viste en signifikant økning fra de forgående år ($p < 0.06$)(tabell 24).

Tabell 24. Signifikansnivå av parvise t-tester mellom antall grønnalgetaxa funnet hvert år. *Kursiv* betyr at det er en signifikant økning i antall fra tidligere til senere år.

	G90	G91	G92
G91	n.s.		
G92	n.s.	n.s.	
G93	<i>0.003</i>	<i>0.006</i>	<i>0.001</i>

Det økte artsantallet sier ingenting om mengdemessig forekomst av grønnalger, slik at en stasjon med få arter grønnalger, likevel kan være dominert av grønnalger. I eutrofieringssammenheng vil noen få grønnalgearter ofte være dominerende. Dette er ikke funnet å være tilfelle på noen av de undersøkte stasjonene.



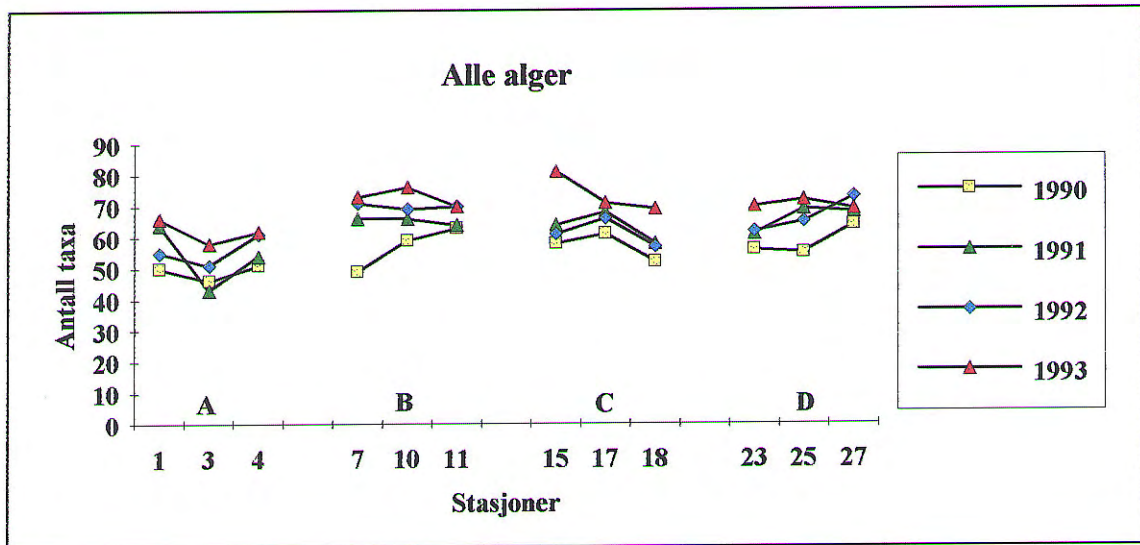
Figur 19. Antall grønnalgearter funnet langs kysten fra Tisler (St.1) i Hvalerområdet til Måjøy (St.27) ved Fedje i 1990, 1991, 1992 og 1993.

Det gjennomsnittlige totale antall arter (rødalger + brunalger + grønnalger) pr. stasjon har økt signifikant fra 1990 til 1993 ($p < 0.000$, tabell 25.). Økningen var ikke signifikant mellom 1991 og 1992 ($p > 0.05$). Antallet arter økte fra 55 i 1990 til 62, 63 og 70 i h.h.v 1991, 1992 og 1993.

Tabell 25. Signifikansnivå av parvise t-tester mellom det gjennomsnittlige totale antall algetaxa funnet pr. stasjon hvert år. *Kursiv* betyr at det er en signifikant økning i antall fra tidligere til senere år.

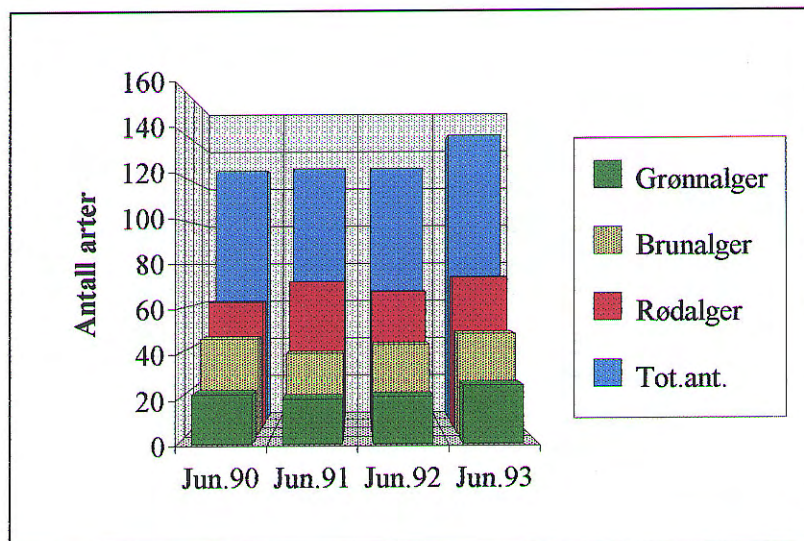
	T90	T91	T92
T91	<i>0.002</i>		
T92	<i><0.000</i>	n.s.	
T93	<i><0.000</i>	<i><0.000</i>	<i>0.005</i>

Stasjonsvis var økningen fra et år til et annet ikke konsekvent. Det var små innbyrdes forskjeller hvor en kunne spore en nedgang fra året før som f.eks. stasjon A3 (Lyngholmen) ved Sandefjord hvor det ble funnet 3 færre arter i 1991 enn i 1990 (Figur 20). Den største økningen fra 1990 til 1993 har funnet sted på stasjon B7 (Tromøy Nord), med en økning på hele 23 arter. Fra 1992 til 1993 var økningen i antall arter forskjellig i forskjellige regioner, med liten økning i hovedområde D og noe større i C (Figur 20). I tidligere år virket hovedområde C (Farsund-Lista) noe fattig/utarmet etter de dramatiske effektene av *Chrysochromulina polylepis* våren 1988 i forhold til de andre områdene (Pedersen et al. 1993b). I 1993 synes området noe frodigere enn året før. Biomassen av enkeltarter hadde økt i området, spesielt på stasjon C18 (Rosøy). Denne stasjonen hadde inntil 1992 vist minst gjenvekst i dette området.



Figur 20. Det gjennomsnittlige totalt antall arter (taxa) pr. stasjon registrert langs kysten fra Tisler (St.1) i Hvalerområdet, til Måjøya (St.27) ved Fedje i 1990, 1991, 1992 og 1993.

Under toktene i 1990, 1991, 1992 og 1993 var det totale antall arter (taxa) henholdsvis 141, 140, 129 og 146. Det inngikk flere stasjoner i 1990 og 1991 enn i 1992 og 1993, samt flere i 1990 enn i 1991. Ved å analysere bare de stasjoner som er felles for hvert år, dvs. 3 stasjoner innen hvert av hovedområdene, ble det totale artsantallet 128-129 for 1990 til 1992, mens i 1993 ble det funnet 146 taxa (Figur 21). I disse tallene inngår mellom 24-28 grupper av taxa som kan inneholde flere arter (vedleggstabell 3). Interessant er det å merke seg at antall rødalger økte fra 1990 til 1991 for så å avta igjen i 1992. For brunalger var tendensen motsatt med en reduksjon fra 1990 til 1991 og en økning fra 1991 til 1992. Antall arter (taxa) av grønnalger var tilnærmet likt fra 1990 til 1992. Fra 1993 økte antall taxa innen alle tre gruppene (Figur 21).



Figur 21. Totalt antall arter (taxa) registrert over et identisk stasjonsnett fra 1990 til 1993.

3.2.1.2. Samfunnsindekser

I tabell 26 er listet forskjellige samfunnsindekser for hver enkelt stasjon innen hvert hovedområde. Det skal bemerkes at beregningene er foretatt fra 0-30m dyp. Det vil si at stasjon 1 (Tisler) inneholder færre antall dyp (m) enn andre. Dette gir likevell liten forskjell mellom denne stasjonen og de andre stasjonene. Dette gjelder for alle registrerte indekser på denne stasjonen.

Område A

Antall registrerte arter har økt på alle stasjoner fra 1990 til 1993 (11-16 arter). Noe variasjon i antall registrerte arter fra det ene året til neste har funnet sted.

De indeksene som er beregnet er forskjellige måter å beskrive utviklingen på. De vil også påvirke hverandre som f.eks. når artsantall øker fra ett år til neste samt at forekomsten og dominansen reduseres, fører dette til at diversiteteten (mangfoldet) øker. Jevnheten eller fordelingen mellom arter på en stasjon eller dyp (evenness), vil vanligvis også øke i et slikt tilfelle (se stasjon 01 fra 1990 til 1991)(Tabell 26).

Skorpeformete alger er vanlig forekommende på større dyp og er de algene som går dypest. Den relative mengden av disse blir derfor størst på dyp under 20m. Stasjon 1 er en meget rik stasjon, men ettersom den er bare 12m dyp, vil skorpeformete planter som dominerer på de andre dypere stasjonene (CORAX, og BRUNT), ikke være de dominerende artene på stasjon 1. På alle andre stasjoner langs kysten dominerer de skorpeformete algene (beregnet over intervallet 0-30m).

Sukkertare (LAMSA) som forekommer vanligvis grunnere enn 15m, har vært den dominerende arten på stasjon 1. Forekomsten av stortare (LAMHY) har økt på stasjonene 3 og 4 de to siste årene. I 1990 og 1991 ble det funnet bare unge individer av stortare på stasjon 3, mens i 1993 ble de registrert i større forekomster og finnes blant de 5 vanligste både på stasjon 3 og 4 i 1993 (Tabell 26). I område A dominerer rødalger i forhold til i de andre områdene.

Tabell 26. Antall arter, forekomst, dominansindeks, diversitet (H_a), jevnhet (J_a) og de 5 vanligste artene (rangert) som forekom på hver enkelt stasjon. Beregningene er basert på intervallet 0-30m (unntatt for stasjon 01 med største dyp på 12m). *Kursiv* = skorpeformete arter. **Fet skrift** er tarearter (brunalger).

	01 90	01 91	01 92	01 93	03 90	03 91	03 92	03 93	04 90	04 91	04 92	04 93
Arter	50	64	55	66	46	43	51	58	51	54	61	62
Forekomst	4596	3821	4699	4300	4740	4123	5081	6142	4852	5529	6879	5688
Domindx	13	9	10	11	27	28	13	20	20	21	14	12
Ha	3.3	3.6	3.5	3.7	2.9	2.8	3.4	3.3	3.0	3.2	3.5	3.5
Ja	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
Vanlige arter:	<i>CORAX</i>	LAMSA	LAMSA	LAMSA	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>
	<i>DELSA</i>	<i>PHYRU</i>	<i>BRUNT</i>	<i>PHYPS</i>	<i>CERRU</i>	<i>CERRU</i>	<i>COROF</i>	<i>COROF</i>	<i>DELSA</i>	<i>DELSA</i>	<i>CERRU</i>	<i>DELSA</i>
	<i>HILRU</i>	<i>CRUPE</i>	<i>CORAX</i>	<i>COROF</i>	<i>HILRU</i>	<i>POLUR</i>	<i>DELSA</i>	<i>CERRU</i>	<i>HILRU</i>	<i>COROF</i>	<i>PHYRU</i>	<i>COROF</i>
	<i>CERRU</i>	<i>DELSA</i>	<i>DELSA</i>	<i>BRUNT</i>	<i>COROF</i>	<i>CHOTO</i>	<i>TRAIN</i>	LAMHY	<i>PTEPA</i>	<i>PHYRU</i>	<i>COROF</i>	<i>PHYRU</i>
	LAMSA	<i>CERRU</i>	<i>PHYRU</i>	<i>CORAX</i>	<i>DELSA</i>	<i>PHYRU</i>	<i>CERRU</i>	<i>DELSA</i>	<i>CERRU</i>	<i>HALSI</i>	<i>POLUR</i>	LAMHY
	07 90	07 91	07 92	07 93	10 90	10 91	10 92	10 93	11 90	11 91	11 92	11 93
Arter	49	66	71	73	59	66	69	76	63	64	70	70
Forekomst	6178	7035	8316	8097	6898	7877	8405	8666	6945	7220	8552	9227
Domindx	15	14	11	7	20	17	17	17	17	20	14	14
Ha	3.3	3.4	3.5	3.7	3.4	3.4	3.4	3.5	3.4	3.2	3.5	3.6
Ja	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
Vanlige arter:	<i>BRUNT</i>	<i>CORAX</i>	<i>BRUNT</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>
	<i>CORAX</i>	<i>BRUNT</i>	<i>CORAX</i>	LAMHY	<i>COROF</i>	LAMSA	LAMHY	LAMHY	LAMSA	LAMSA	<i>BRUNT</i>	<i>LAMHY</i>
	LAMSA	LAMSA	LAMSA	<i>BRUNT</i>	<i>CHOTO</i>	<i>BRUNT</i>	<i>BRUNT</i>	<i>BRUNT</i>	<i>BRUNT</i>	<i>BRUNT</i>	<i>DELSA</i>	<i>BRUNT</i>
	<i>PHYRU</i>	LAMHY	LAMHY	<i>DELSA</i>	LAMSA	<i>PHYRU</i>	<i>BONAS</i>	<i>DELSA</i>	<i>PHYRU</i>	<i>PHYTR</i>	<i>BONAS</i>	<i>DELSA</i>
	LAMHY	<i>DELSA</i>	<i>POLUR</i>	<i>PHYRU</i>	<i>BONAS</i>	<i>POLUR</i>	<i>POLUR</i>	<i>POLUR</i>	LAMHY	<i>COROF</i>	<i>TRAIN</i>	<i>CHOCR</i>
	15 90	15 91	15 92	15 93	17 90	17 91	17 92	17 93	18 90	18 91	18 92	18 93
Arter	58	64	61	81	61	68	66	71	52	58	57	69
Forekomst	8224	7581	8013	8335	7343	6916	9140	9432	6808	7033	8715	8539
Domindx	16	16	16	15	13	14	15	14	14	17	14	14
Ha	3.2	3.4	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.6
Ja	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5
Vanlige arter:	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	LAMHY
	<i>TRAIN</i>	LAMHY	LAMHY	LAMHY	<i>BRUNT</i>	<i>BRUNT</i>	<i>TRAIN</i>	<i>TRAIN</i>	LAMHY	LAMHY	LAMHY	<i>CORAX</i>
	LAMHY	<i>TRAIN</i>	<i>TRAIN</i>	<i>DELSA</i>	<i>TRAIN</i>	LAMHY	LAMHY	LAMHY	<i>AUDOZ</i>	<i>COROF</i>	<i>TRAIN</i>	<i>ALAES</i>
	<i>PHYRU</i>	<i>PHYRU</i>	<i>PHYRU</i>	<i>POLUR</i>	LAMSA	LAMSA	<i>CALCR</i>	<i>CALCR</i>	<i>POLUR</i>	<i>POLUR</i>	<i>PHYRU</i>	<i>COROF</i>
	<i>AUDOZ</i>	<i>SPHRA</i>	<i>DELSA</i>	<i>PHYRU</i>	<i>DELSA</i>	<i>TRAIN</i>	<i>PHYCR</i>	<i>ODODE</i>	<i>SPHRI</i>	<i>PNELI</i>	<i>POLUR</i>	<i>POLUR</i>
	23 90	23 91	23 92	23 93	25 90	25 91	25 92	25 93	27 90	27 91	27 92	27 93
Arter	56	61	62	70	55	69	65	72	64	68	73	69
Forekomst	7551	7254	8349	10296	8146	8418	7591	8867	5866	8303	7906	8709
Domindx	16	10	15	12	11	12	11	12	12	10	15	13
Ha	3.3	3.5	3.3	3.6	3.4	3.5	3.4	3.6	3.3	3.6	3.4	3.5
Ja	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
Vanlige arter:	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>BRUNT</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>CORAX</i>	<i>TRAIN</i>	<i>CORAX</i>	<i>TRAIN</i>
	LAMHY	LAMHY	<i>TRAIN</i>	<i>TRAIN</i>	LAMHY	<i>TRAIN</i>	<i>CUTAG</i>	<i>TRAIN</i>	LAMHY	<i>CORAX</i>	<i>TRAIN</i>	<i>CORAX</i>
	<i>TRAIN</i>	<i>TRAIN</i>	LAMSA	LAMHY	<i>CUTAG</i>	LAMHY	LAMHY	LAMHY	<i>TRAIN</i>	LAMHY	<i>CUTAG</i>	LAMSA
	<i>DESAC</i>	<i>BONAS</i>	<i>CRUPE</i>	LAMSA	<i>CORAX</i>	<i>COROF</i>	<i>TRAIN</i>	<i>DICDI</i>	<i>CUTAG</i>	LAMSA	LAMSA	LAMHY
	<i>SPHRI</i>	<i>DELSA</i>	<i>CUTAG</i>	<i>BONAS</i>	<i>TRAIN</i>	<i>RHODI</i>	<i>COROF</i>	<i>COROF</i>	<i>CRUPE</i>	<i>CRUPE</i>	<i>CRUPE</i>	<i>CUTAG</i>

Område B

I dette området har også antall arter og forekomst av disse økt fra 1990 til 1993 (Tabell 26). Dominansen er også redusert over samme periode, mens diversitet og jevnhet har økt. En kan også spore en viss økning i forekomsten av stortare ettersom den er rangert høyere på alle stasjonene de siste to årene i forhold til i 1990 og 1991. Den samme tendens ble funnet innen område A. Årsaken kan ligge i endrede hydrografiske forhold eller rehabilitering etter *Chrysochromulina polylepis* -skadene.

Område C

Området viste de samme tendenser som i områdene A og B, men forekomsten av sukkertare er redusert i forhold til i område B. En økning i stortare (LAMHY) og butare (ALAES) fra 1992 til 1993 ble observert. En kan også se at diversiteten på stasjon 18 avtok fra 1990 til 1991 selv om antall arter økte. Dette skyldes enkelte arter økte i dominans. Det er derfor viktig å vurdere eventuelle endringer i mangfoldet mot endringer i andre faktorer som dominans, jevnhet og forekomst.

Område D

Tabell 26 viser at forholdene på disse tre stasjonene har vært stabile, selv om artsantallet og forekomst har økt noe i perioden 1990 - 1993. I motsetning til i de andre områdene er dominansen av stortare (LAMHY) heller noe redusert over samme periode. Området har jevnt over lavere dominans enn de andre hovedområdene.

Transektregistreringen i perioden 1990 til 1993 kan dermed sammenfattes i grove trekk i følgende punkter:

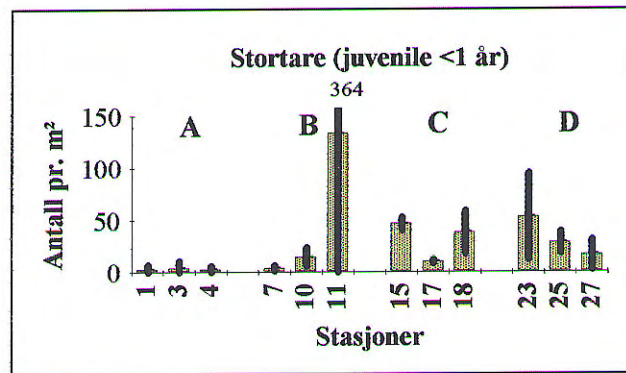
- Antall arter, generell forekomst og diversiteten har økt.
- Dominans har avtatt i perioden
- Stortare og tildels sukkertare har økt i områdene A, B, og C, men ikke i område D.
- Forholdene på stasjonene i hovedområde D har vært adskillig mer stabile enn innen de andre områdene.

3.2.1.3. Tareskogundersøkelser

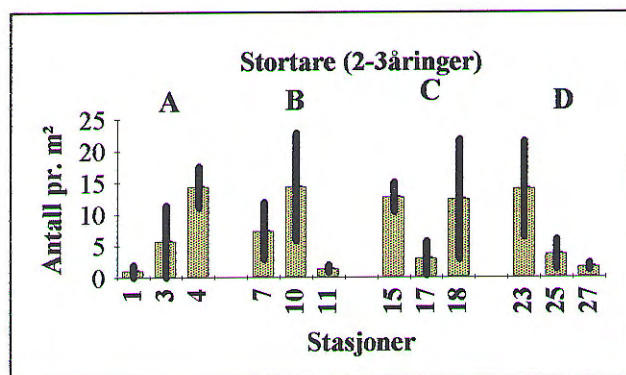
Flere brunalger er kjent som kaldstenoterme arter, dvs. at de foretrekker jevn og lav sjøtemperatur. Høye sommertemperaturer, lave vintertemperaturer og lav saltholdighet, er begrensende for utbredelsen av tarearter inn i Skagerak. Dette gjelder også for stortare.

Figurene 22- 25 viser forekomst av stortare og sukkertare langs kysten av sør-Norge. Figur 22 viser årets stortare. Den viser at nyrekrutteringen i område A innerst i Skagerak i 1993, er dårligere enn fra Arendal og vestover. Stasjon 11 ved Humla hadde spesielt mye nyetablerte stortareplanter i 1993. I område C og D var rekrutteringen lik. Rekrutteringen var i 1991 og tildels i 1992 spesielt påfallende på stasjonene 3 og 4 i område A, men ikke i 1993 (Figur 22). Den vellykkete rekrutteringen på stasjon 3 og 4 i 1990/1991 kommer tilsyne i forkomsten av 2-3 år gamle planter i 1993 (Figur 23). På stasjon 3 er det ikke tidligere blitt registrert forekomst av voksne individer av stortare under transektregistreringene, men på tareskogregistreringen som foregår på en noe mer beskyttet lokalitet 50-60m fra transektregistreringen, er det registrert stortare.

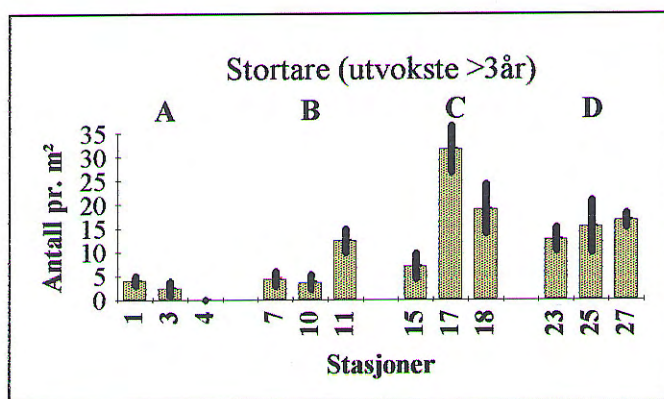
Det må understrekes at det kan være vanskelig å skille mellom meget små (< 10cm) individer av stortare og fingertare. Det kan derfor inngå endel fingertareplanter i søylene i figur 22 spesielt i område A og B.



Figur 22. Antall små stortare (*Laminaria hyperborea* - LAMIZ) pr.m² pr. stasjon i områdene A, B, C og D i 1993. De vertikale linjene på stolpene angir standardavvik.



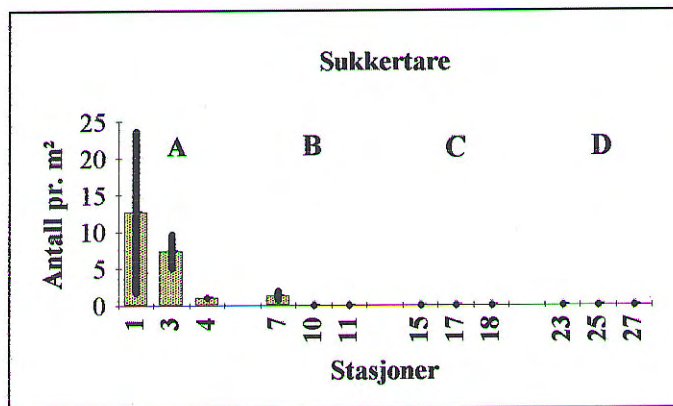
Figur 23. Antall 2-3 år gamle stortareplanter (*Laminaria hyperborea* - LAMHS) pr.m² pr. stasjon i områdene A,B,C og D i 1993. De vertikale linjene på stolpene angir standardavvik.



Figur 24. Antall voksne individer av stortare i 1993 (*Laminaria hyperborea* -LAMHY) pr.m² pr. stasjon i områdene A, B, C og D. De vertikale linjene på stolpene angir standardavvik.

Stortare har sin hovedutbredelse på nordvestlandet. Område C og D har en mer velutviklet tareskog enn områdene innover i Skagerak. Dette framkommer tydelig av figur 24 hvor antall voksne stortareplanter pr. m² er høyere vest av Lindesnes enn øst. Tareregistreringen forgår på ca. 8 m dyp langs kysten. Stasjonene 1, 11 og 17 ligger noe mer beskyttet til og grunnere (gj.sn 5m) enn de andre. Dette fører til at den voksne tareskogen kan være forskjøvet oppover og til et mindre dypintervall, i forhold til de andre stasjonene i området, noe som resulterer i tettere bestander på disse stasjonene enn på de andre innen sitt hovedområde. Dette kan forklare de tette bestandene på stasjon 1, 11 og 17.

Stortaren innover i Skagerak tilhører en type med bredere og lite oppsplittet blad kalt *forma cucullata*. Det er denne formen som er registrert innover i Skagerak, spesielt på stasjon 11, 7, 3 og 1. Denne typen stortare finnes i noe mindre eksponerte områder også på vestlandet.



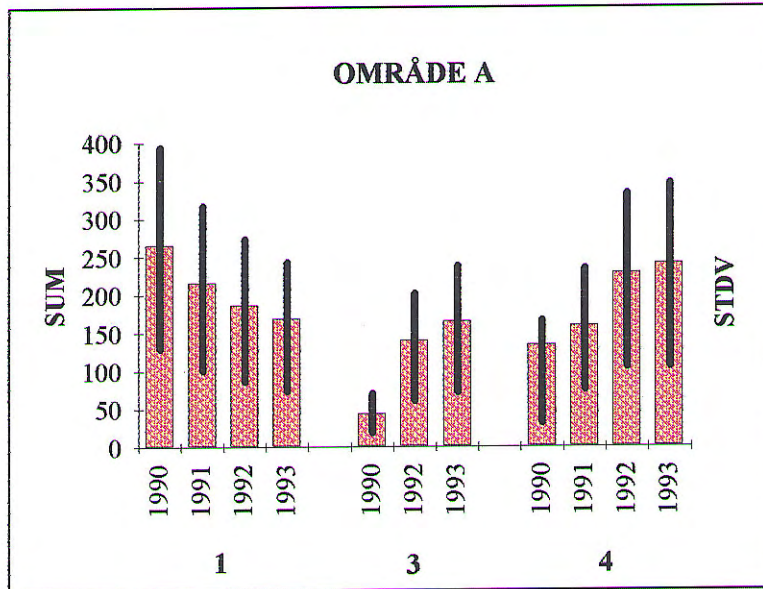
Figur 25. Antall voksne individer av sukkertare i 1993 (*Laminaria saccharina* - LAMSA) pr.m² pr. stasjon i områdene A, B, C og D. De vertikale linjene på stolpene angir standardavvik.

Sukkertare på vestlandet blir utkonkurrert av stortare på mer eksponerte steder. Under tareregistreringene i 1993 ble sukkertare bare registrert fra Arendal og østover (Figur 25). Forholdene på de ytre stasjonen vest for Lindesnes er for eksponerte for at en skal få en velutviklet sukkertare vegetasjon. Endrede konkurranseforhold mellom sukkertare og stortare fører til at forekomsten av sukkertare øker på bekostning av stortare i område A.

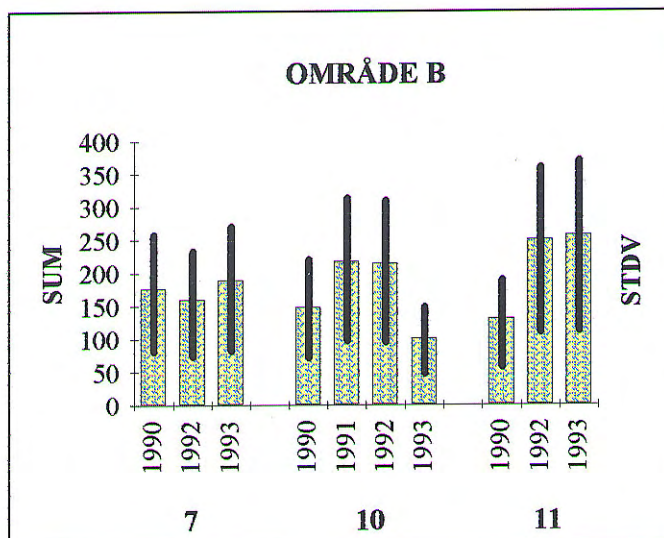
I generelle trekk kan en si at rekrutteringen i 1990/1991 var påfallende stor i område A og noe lavere i de andre områdene. I 1993 var forholdene motsatt. Gjenvækst av tare ser ut til å være stabil langs hele kysten. Område A har den største prosentvise gjenvæksten fra 1990 av.

3.2.1.4. Ruteundersøkelser - alger

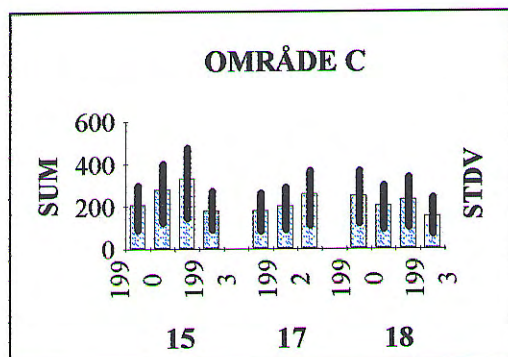
Ruteundersøkelsene ble for majoriteten av stasjoner utført i dybdeintervallet 4-8m. Figur 26 - 29 fremstiller gjennomsnittlig sum dekningsgrad funnet pr. rute for de undersøkte stasjoner i henholdsvis 1990, 1991, 1992 og 1993. Bare stasjonene i hovedområdene er inkludert.



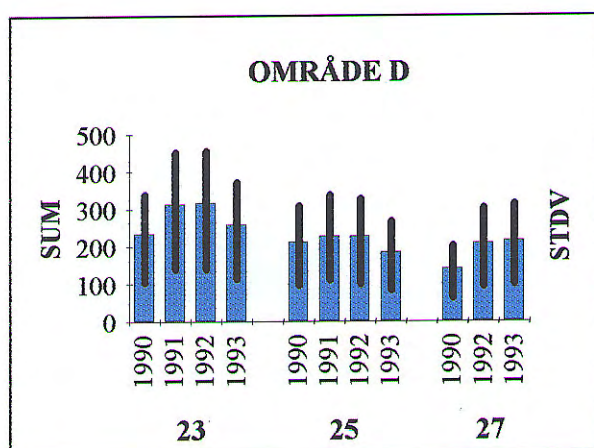
Figur 26. Gjennomsnittlig sum av prosent forekomst i rutene hvert år fra 1990 til 1993 i hovedområde A. Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.



Figur 27. Gjennomsnittlig sum av prosent forekomst i rutene hvert år fra 1990 til 1993 i hovedområde B. Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.



Figur 28. Gjennomsnittlig sum av prosent forekomst i rutene hvert år fra 1990 til 1993 i hovedområde C. Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.



Figur 29. Gjennomsnittlig sum av prosent forekomst i rutene hvert år fra 1990 til 1993 i hovedområde D. Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.

Prosent dekning av alger vil variere fra et år til neste og i det undersøkte dypintervall på ca. 5m dyp vil det være avhengig av graden av blåskjellnedslag. Blåskjell fester seg til tynne alger og kryper ned mot underlaget for å feste seg. Dette fører til at det er bare de større algene som synes, all undervegetasjon dekkes helt av blåskjell. På stasjon 3 i 1990 var blåskjellnedslaget betydelig (Figur 37) noe som resulterte i meget lav dekningsgrad av alger dette året (Figur 26.).

Alle stasjonene i område A og B har vist en økning i dekningsgrad av alger, bortsett fra stasjon 1 hvor det kan vises til en reduksjon. Økningen og reduksjonen (stasjon 1) i forekomst gjenspeiles også under transektene (Tabell 26), mens variasjonen i forekomst i områdene C og D ikke kan spores i transektregistreringene (Tabell 26). En bør her også presisere at ruteanalysene gjenspeiler bare et meget begrenset intervall pr. stasjon og gir ikke et integrert bilde av frodigheten på en stasjon slik som framkommer for transektregistreringene.

Summen av alle dekningsgrader av alger (Figur 26 - 29) viser en noe lavere dekningsgrad i områdene A og B enn de to andre. Gjennomsnittlig ligger den prosentvis dekningsgrade i områdene A og B på henholdsvis 177 og 184%. I områdene C og D er dekningsgraden noe høyere enn i område A og B, henholdsvis 225 og 230 %.

De vanligste artene som forekom i rutene er listet i tabell 27. Alle arter som har forekommet med en dekningsgrad over 50% er opplistet.

De vanligste artene som forekom i rutene er listet i tabell 27. Alle arter som har forekommet med en dekningsgrad over 50% er opplistet.

Tabell 27. De vanligst forekommende artene funnet på rutene fra 1990 til 1993.

NORSK NAVN	LATINSK NAVN	Code	MAX %
Stortare	<i>Laminaria hyperborea</i>	LAMHY	100
Stivt kjerringhår	<i>Desmarestia aculeata</i>	DESAC	100
Vanlig rekeklo	<i>Ceramium rubrum</i>	CERRU	96
Brunskorpe	<i>cf. Pseudolithoderma extensum</i>	BRUNT	95
Rugl	<i>Corallinaceae</i> encrusting	CORAX	95
Krasing	<i>Corallina officinalis</i>	COROF	90

Det ble funnet signifikant færre arter pr. stasjon under ruteregistreringene i 1990 enn de etterfølgende årene (parvis t-test) (Tabell 28). Dataene er basert på felles stasjonsnett for alle tre år.

Tabell 28. Parvise t-tester av antall alger funnet pr. stasjon for hvert år i rutene. Bare felles stasjoner inngår i beregningene. *Kursiv* betyr at senere år har høyere antall arter enn tidligere.

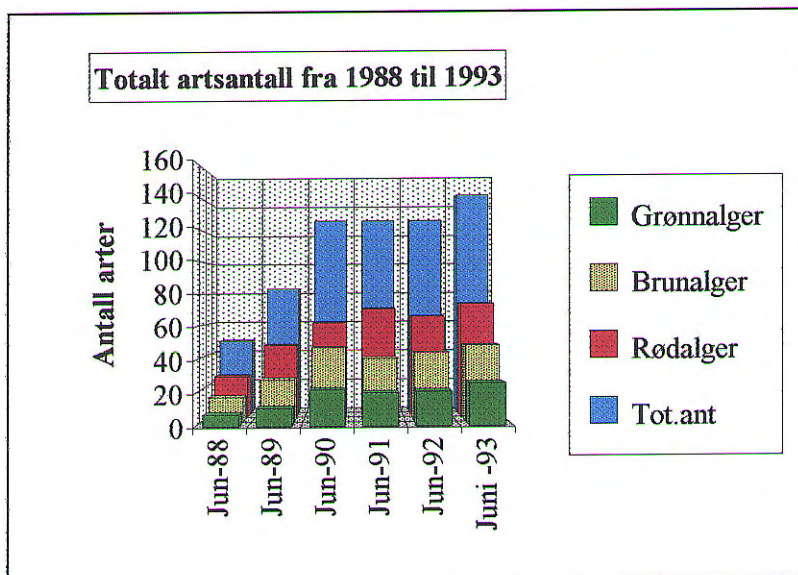
	A90	A91	A92
A91	<i>0.002</i>		
A92	<i>0.001</i>	n.s.	
A93	<i>0.002</i>	n.s.	n.s.

3.2.1.5. Utvikling 1988 - 1993

De fleste av stasjonene som inngikk i *Chrysochromulina*-toktene (1988-89), er inkludert i Kystovervåkningsprogrammet. Dette har gjort det mulig å se på utvikling i algeforekomstene fra 1988 og fram til idag.

Sammenligning mellom årene 1988 til 1993 er her utført for den del av kyststrekningen som tydelig var påvirket av *Chrysochromulina polylepis*-oppblomstringen. Bare de stasjoner som var direkte sammenlignbare mellom *Chrysochromulina*-toktene og Kystovervåkningstoktene (dvs. de ytre *Chrysochromulina*-stasjonene), er tatt med i sammenligningen.

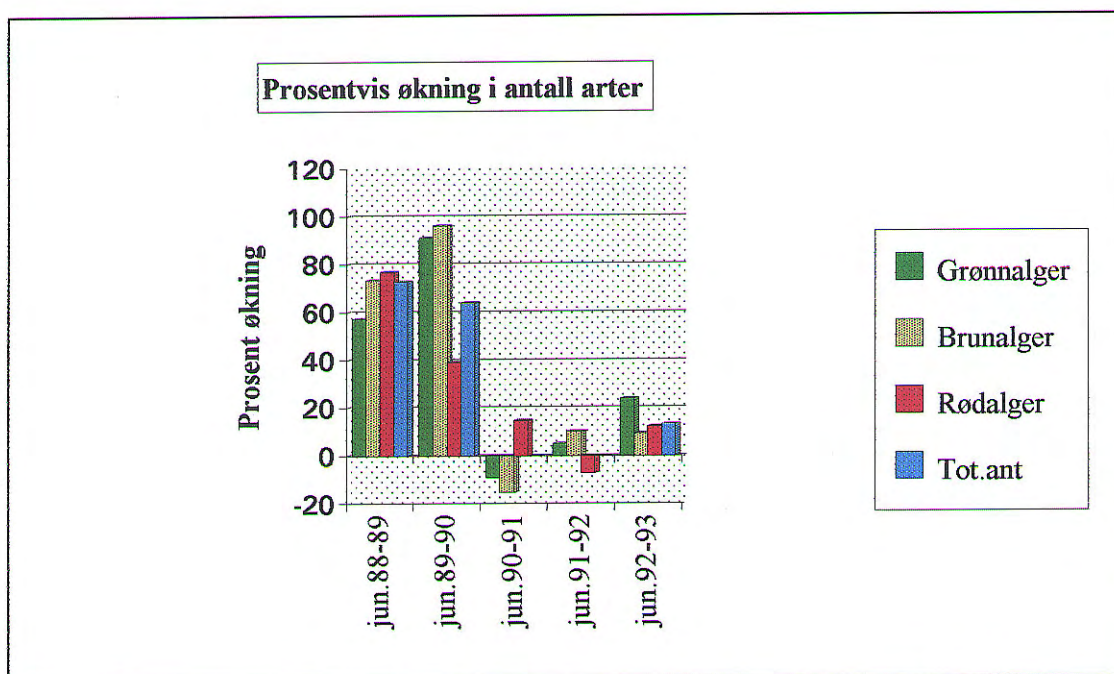
Antall algearter (taxa) som ble funnet og fordelingen mellom algeklassene, er beregnet for hele kyststrekningen under ett. Resultatet av denne sammeligningen av årene 1988 til 1993, er vist på Figur 30.



Figur 30. Variasjon i antall arter innen klassene rød-, brun- og grønnalger funnet på sammenfallende stasjoner fra 1988 til 1993.

Av Figur 30 er det tydelig at forekomsten av alger har tatt seg raskt opp igjen etter virkningen av den giftige planktonalgen. Det totale antall har økt fra ca. 50 arter til totalt 146 arter på de stasjonene som her er inkludert i sammenligningen. Denne økningen har i særlig grad vært fremtredende for ettårige alger. Fra 1990 av har det totale artsantallet vært stabilt med rundt 130-140 arter. Noe variasjon fra ett år til neste har forekommet, spesielt av artsantallet for rød- og brunalger. Antall arter har økt noe fra 1992 til 1993.

Den årlige prosentvise økningen i antall registrerte arter har naturlig nok avtatt. Dette indikerer at algsamfunnene på hardbunn langs ytre kyst forholdsvis raskt har nærmet seg en "naturlig" tilstand. Dette er fremstilt i Figur 31.



Figur 31. Årlig prosentvis økning i antall arter funnet på de stasjoner som ble hardt rammet av *Chrysochromulina polylepis* i perioden 1988 - 1993. Bare sammenlignbare stasjoner er inkludert.

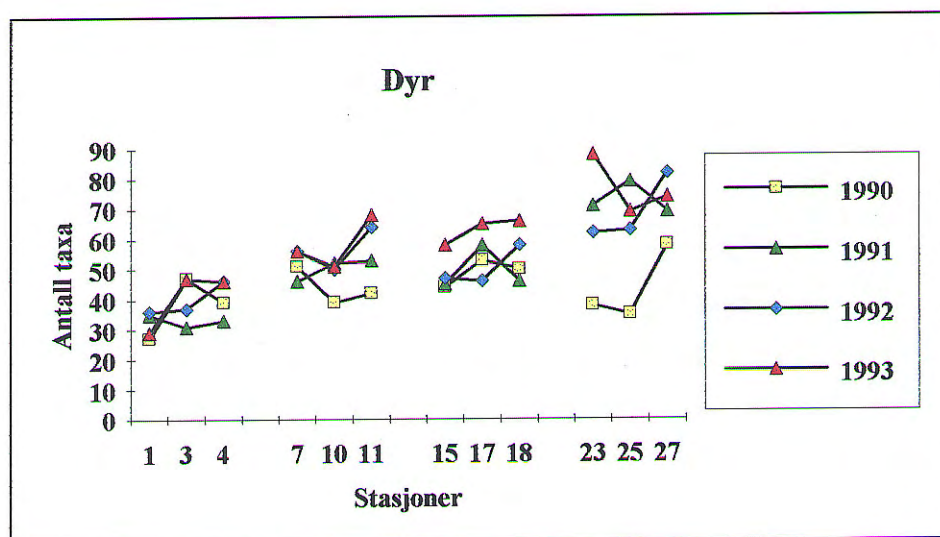
3.2.2. Dyr

3.2.2.1. Transektregistreringer

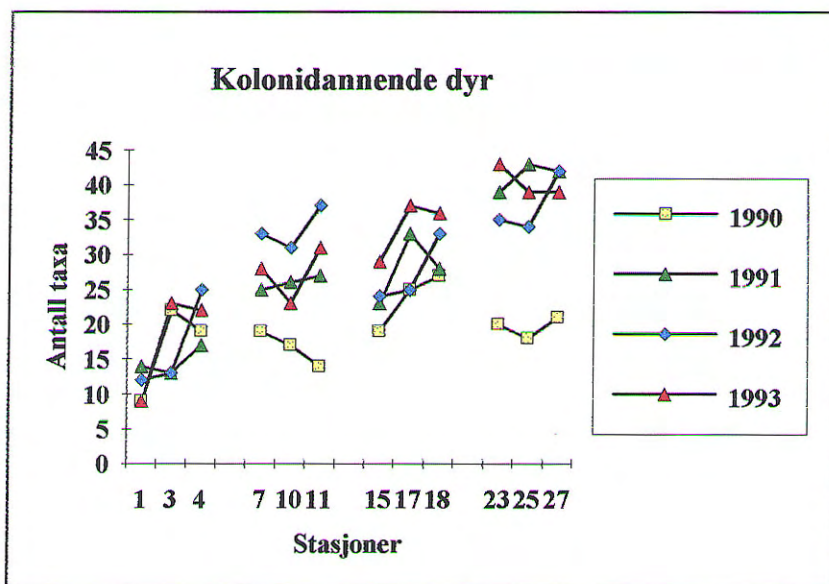
Som for alger må det presiseres at datamaterialet ikke er fullstendig bearbeidet. Det er derfor lagt vekt på å gi et kortfattet resymé over noen arters særtrekk på 12 av kystovervåkningsstasjonene.

Chrysochromulina polylepis- oppblomstringen medførte at mange dyr forsvant. Reduksjon i rovdyrbestanden medførte lavere predasjon på eksisterende og nyetablerende fauna. Dermed oppstod en situasjon som favoriserte enkelte "opportunistiske" arter som blåskjell (*Mytilus edulis*) og trekantmark (*Pomatoceros triqueter*). Begge artene kan raskt kolonisere ledige områder av hardbunn. Derfor ble disse artene samt korstroll (*Asterias rubens*), som spiser blåskjell, brukt ved beskrivelse av endringer over tid.

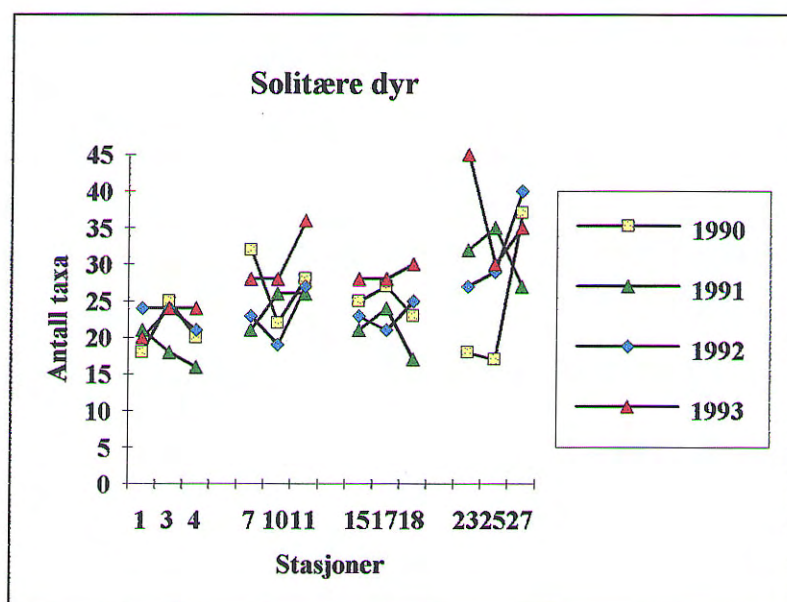
Antall dyrearter registrert i 1993 var tilnærmet det samme som i 1991 og 1992 (Figur 32 - 34), men på vestlandet i område D ble det registrert færre dyr i 1990 enn i senere år. Årsaken til det lave antallet på stasjon 23 og 25 i 1990 er usikkert. Det kan være forårsaket av dårlige registreringsforhold, bytte av observatør, første møte med nye vestlandsarter under *in situ* registreringene eller naturlige variasjoner. Det var hovedsaklig de kolonidannende dyrene som avtok (Figur 33), uvisst av hvilken årsak.



Figur 32. Total antall dyr som ble registrert på alle felles stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993.

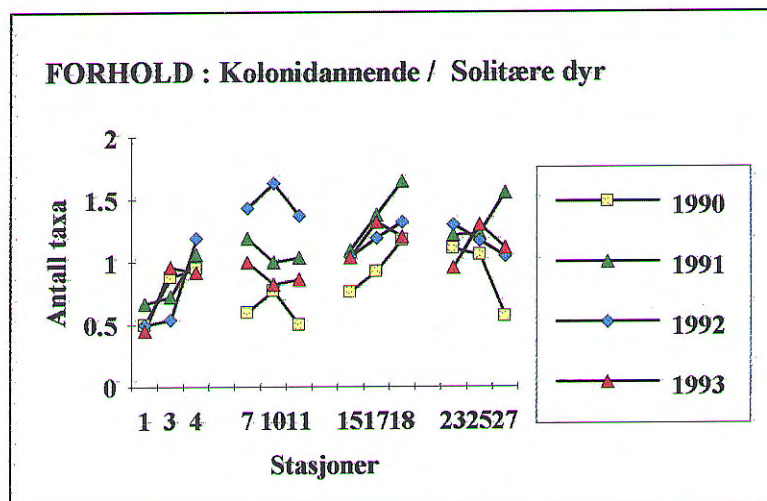


Figur 33. Kolonidannende dyr funnet på alle felles stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993.



Figur 34. Solitære dyr funnet på alle felles stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993.

Forholdstall mellom kolonidannende og solitære dyr i 1991-93 var også relativt likt og noe høyere enn for 1990 (Figur 35). Et unntak var område B i 1992 hvor forholdstallet var noe høyere enn i de andre registrerte år, usikker av hvilken årsak.



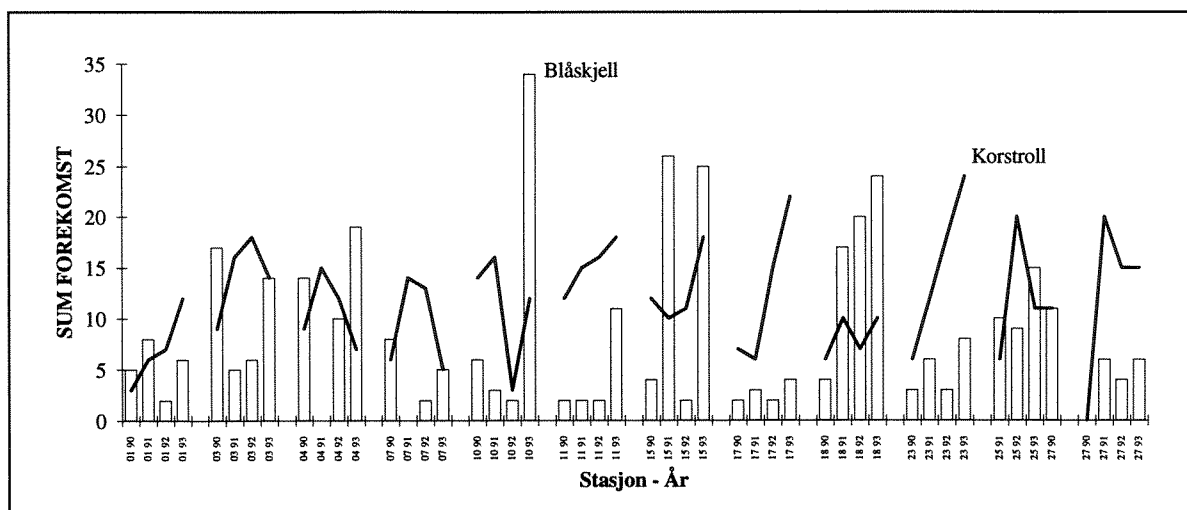
Figur 35. Forhold mellom kolonidannende og solitære dyr funnet på alle felles stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993.

Hvert år siden 1990 ble det registrert flere dyrearter enn året før, men noe varierende fra stasjon til stasjon (Tabell 29) Variasjonene fra ett år til neste er større for dyr enn for alger (Tabell 29). Dette gjelder for alle beregnede verdier i tabell 29. Lavt artsantallet og forekomst på stasjon 1 er en følge av at forekomst av dyr generelt sett øker med dypet. Forekomst av alger derimot avtar med økende dyp. Ettersom det største dyp på stasjon 1 er bare 12m i motsetning til de fleste andre stasjoner som har største dyp på ca.30m, vil følgelig forekomsten av dyr være lavere på stasjon 1 enn på de andre. For alger gir denne dybdeforskjellen mellom stasjonene ikke så store utslag (tabell 26).

Tabell 29. Antall arter, forekomst, dominansindeks, diversitet (H_a), jevnhet (J_a) og de 5 vanligste artene (rangert) som forekom på hver enkelt stasjon. Beregningene er basert på intervallet 0-30m (unntatt for stasjon 01 med største dyp på 12m). Blåskjell er merket spesielt med mest uthevet skrift. Algeetere er merket i *kursiv*.

	01 90	01 91	01 92	01 93	03 90	03 91	03 92	03 93	04 90	04 91	04 92	04 93
Arter	27	35	36	29	47	31	37	47	39	33	46	46
Forekomst	709	910	1203	1429	3369	2706	3257	2947	2372	2299	2722	2908
Domindx	11	13	11	12	15	26	23	13	18	31	14	12
Ha	3.0	3.0	3.1	2.9	3.0	2.4	2.7	3.2	3.0	2.6	3.2	3.2
Ja	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5
Vanlige arter:	CORPA	ELEPI	SPIRZ	SPIRZ	POMTR	CIOIN	POMTR	ASTRU	ASTRU	POMTR	POMTR	POMTR
	ASCAS	MYTED	ELEPI	ELEPI	ASTRU	ASTRU	ALCDI	ALCDI	ALCDI	ASTRU	ASTRU	ASTRU
	ASCSC	CRIEB	MEMME	MEMME	ALCDI	ALCDI	ASTRU	POMTR	URTFE	ALCDI	ALCDI	CORPA
	LEUCO	POMTR	CRIEB	ASCME	LAOMZ	HALAR	CORPA	CORPA	CRIEB	LEUCO	SCRSC	ALCDI
	POMTR	DENGR	DENGR	CRIEB	MYTED	BUGPU	SCRSC	ASCAS	MYTED	KIRPI	MEMME	ASCAS
	07 90	07 91	07 92	07 93	10 90	10 91	10 92	10 93	11 90	11 91	11 92	11 93
Arter	51	46	56	56	39	52	50	51	42	53	64	68
Forekomst	2748	2091	3161	2471	1809	1761	3208	3003	2101	1820	3481	3354
Domindx	16	12	8	9	22	16	10	13	15	13	9	12
Ha	3.1	3.3	3.4	3.3	2.8	3.1	3.3	3.2	3.0	3.3	3.5	3.6
Ja	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
Vanlige arter:	POMTR	POMTR	MEMME	MEMME	ASTRU	ASTRU	ELEPI	MYTED	ASCAS	ASTRU	ASTRU	ASTRU
	ASCAS	ASTRU	LEUCO	ELEPI	POMTR	POMTR	MEMME	ASTRU	ASTRU	POMTR	CORPA	POMTR
	ASCSC	CRAAN	CORPA	POMTR	MEMME	MEMME	POMTR	CRIEB	POMTR	ELEPI	ASCVI	ASCAS
	CRAAN	MEMME	ELEPI	ASTRU	LAOGE	LAOGE	ASTRU	MEMME	MEMME	ASCVI	ELEPI	CRIEB
	CORPA	ASCVI	POMTR	ASCVI	ASCSC	ELEPI	LEUCO	POMTR	ASCVI	MEMME	MEMME	ELEPI
	15 90	15 91	15 92	15 93	17 90	17 91	17 92	17 93	18 90	18 91	18 92	18 93
Arter	44	45	47	58	53	58	46	65	50	46	58	66
Forekomst	1693	2215	2156	2760	2334	1550	2869	3187	2070	2402	3276	3288
Domindx	10	16	28	19	12	14	17	11	7	11	11	8
Ha	3.0	3.2	2.9	2.9	3.1	3.2	3.1	3.5	3.4	3.3	3.4	3.6
Ja	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5
Vanlige arter:	POMTR	MYTED	ELEPI	MYTED	ASCSC	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	MYTED
	ASTRU	LAOGE	ASTRU	ASTRU	ASCAS	UMBLI	MEMME	PARTR	ASTRU	ASTRU	TRITE	ASTRU
	MEMME	ASTRU	POMTR	ELEPI	POMTR	ASTRU	SPISP	ASTRU	URTFE	DIPLI	ASTRU	CRISZ
	ELEPI	ELEPI	MEMME	POMTR	ASTRU	PARTR	PARTR	ELEPI	SCRRE	MEMME	BOTSC	POMTR
	BOTLE	MEMME	TRITE	CRIEB	MEMME	LAOGE	ELEPI	MEMME	BOTSC	UMBLI	MYTED	DENGR
	23 90	23 91	23 92	23 93	25 90	25 91	25 92	25 93	27 90	27 91	27 92	27 93
Arter	38	71	62	88	35	79	63	69	58	69	82	74
Forekomst	3750	2580	2954	3723	2984	3216	3713	3695	2806	3988	4395	3875
Domindx	18	8	11	8	24	11	20	10	14	5	11	9
Ha	3.0	3.6	3.4	3.8	2.8	3.6	3.3	3.7	3.2	3.8	3.6	3.7
Ja	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.6
Vanlige arter:	POMTR	POMTR	ELEPI	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	POMTR	BALBA	POMTR	POMTR
	ASTRU	ASTRU	POMTR	ASTRU	PARTR	POLAU	ELEPI	CELHY	ASTRU	POMTR	MEMME	CRISZ
	PARTR	ELEPI	ASTRU	MEMME	ASTRU	CELHY	MEMME	POLAU	HYMPA	UMBLI	LAOGE	LAOGE
	ELEPI	TRITE	MEMME	SCRSC	APLNO	ALCDI	SCRRE	ELEPI	<i>ECHES</i>	HALHA	SCRRE	ASTRU
	MEMME	UMBLI	SPIRZ	ELEPI	POLBO	POLBO	SCRSC	ASTRU	SIDTU	CLALE	POLAU	SCRRE

Det er tydelig at det er filteretere som er den dominerende gruppe dyr (tabell 29), men vanlig korstroll (sjøstjerne - *Asterias rubens* (ASTRU)) som er et rovdyr er også vanlig forekommende på de fleste stasjonene. Bestanden av korstroll varierer mye og er svært avhengig av blåskjellforekomsten (Figur 36). Finnes mye blåskjell på en stasjon kommer større bestander av korstroll naturlig inn senere på året eller neste år, som spiser store mengder blåskjell. Reduksjonen i blåskjellbestander kan lokalt være nesten 100 % som følge av predasjon fra hovedsaklig korstroll og ærfugl. Etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* hadde en høye og svært varierende bestander av blåskjell, hovedsaklig i Skagerrak-området (Pedersen et al 1989a,b,c; 1991; 1992, Leinås et al. 1992). Fluktuasjonene medførte foruten store fluktuasjoner i korstrollbestandene også økning av ærfuglbestandene (Leinås et al. 1992).



Figur 36. Sum forekomst av blåskjell (søylar) og korstroll (linjer) i intervallet 0-7m pr. stasjon fra 1990 til 1993.

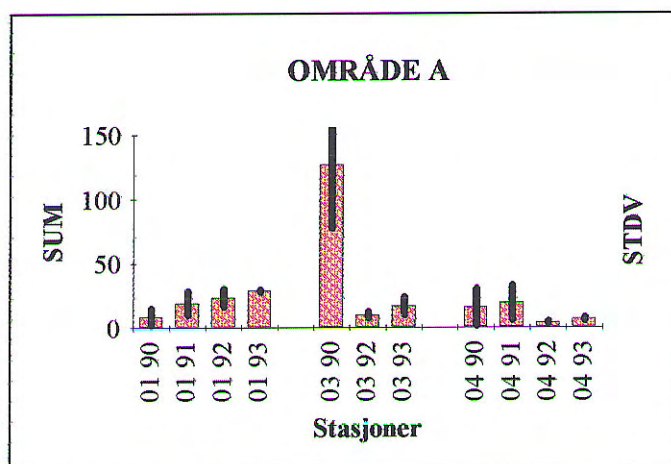
3.2.2.2. Ruteundersøkelser - dyr

Ruteundersøkelsene ble for majoriteten av stasjoner utført i dybdeintervallet 4-8m. Fra 1990 til 1992 har antall art økt hvert år. Fra 1991 til 1992 var denne økningen signifikant (parvis t-test, $p=0.002$). I 1993 ble det funnet færre arter i rutene enn i 1992, men reduksjonen på gj.sn. 4 arter var ikke signifikant ($p=0.258$) (Tabell 30).

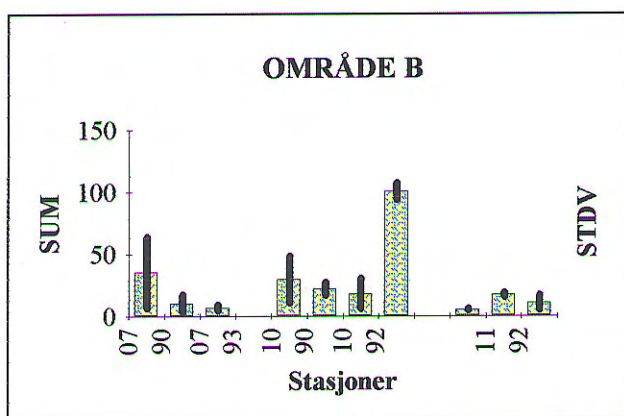
Tabell 30. Parvis t-tester av antall arter funnet i rutene hvert år fra 1990 til 1993.

	R90	R91	R92
R91	n.s.		
R92	0.002	0.05	
R93	n.s.	n.s.	n.s.

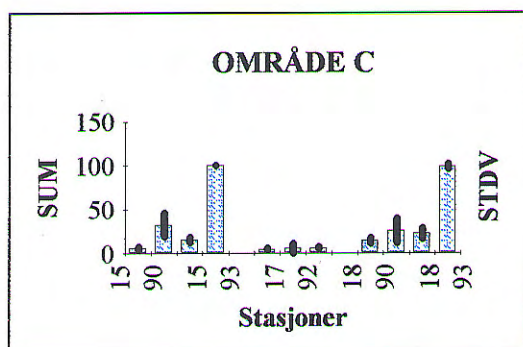
Figurene 37 - 40 viser hvordan prosent dekningsgrad av dyr innen rutene har variert gjennom 1990 til 1993 på stasjonene. Dekningsgraden av dyr økte fra gj.sn. 19 % i 1990, 24% i 1991, 30% i 1992 til hele 44 % i 1993. Det er blåskjell som forårsaker de store svingningene fra et år til neste. Stasjon 10, 15 og 18 hadde stor nedslag av blåskjell i 1993 (Figur 38 og 39), noe som resulterte i lavere dekningsgrad av alger på disse stasjonene dette året (Figur 27 og 28). Interessant var det å merke seg at korstroll (*Asterias rubens*), trekantmark (*Pomatoceros triqueter*) og hydroiden *Electra pilosa* dominerte i hovedområde A, mens bryozoer tilhørende slektene *Crisia*, *Scrupocellaria* og *Celleporina* dominerte på vestlandet.



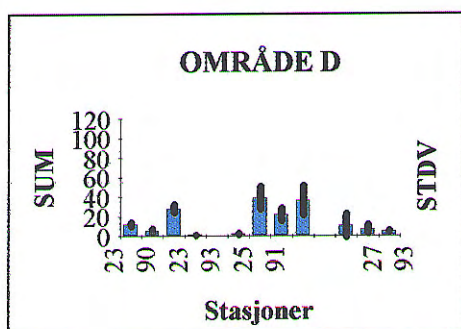
Figur 37. Sum av prosent dekningsgrad av dyr i rutene hvert år fra 1990 til 1993 (Gj.sn. sum av 3 ruter). Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.



Figur 38. Sum av prosent dekningsgrad av dyr i rutene hvert år fra 1990 til 1993 (Gj.sn. sum av 3 ruter). Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.



Figur 39. Sum av prosent dekningsgrad av dyr i rutene hvert år fra 1990 til 1993 (Gj.sn. sum av 3 ruter). Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.

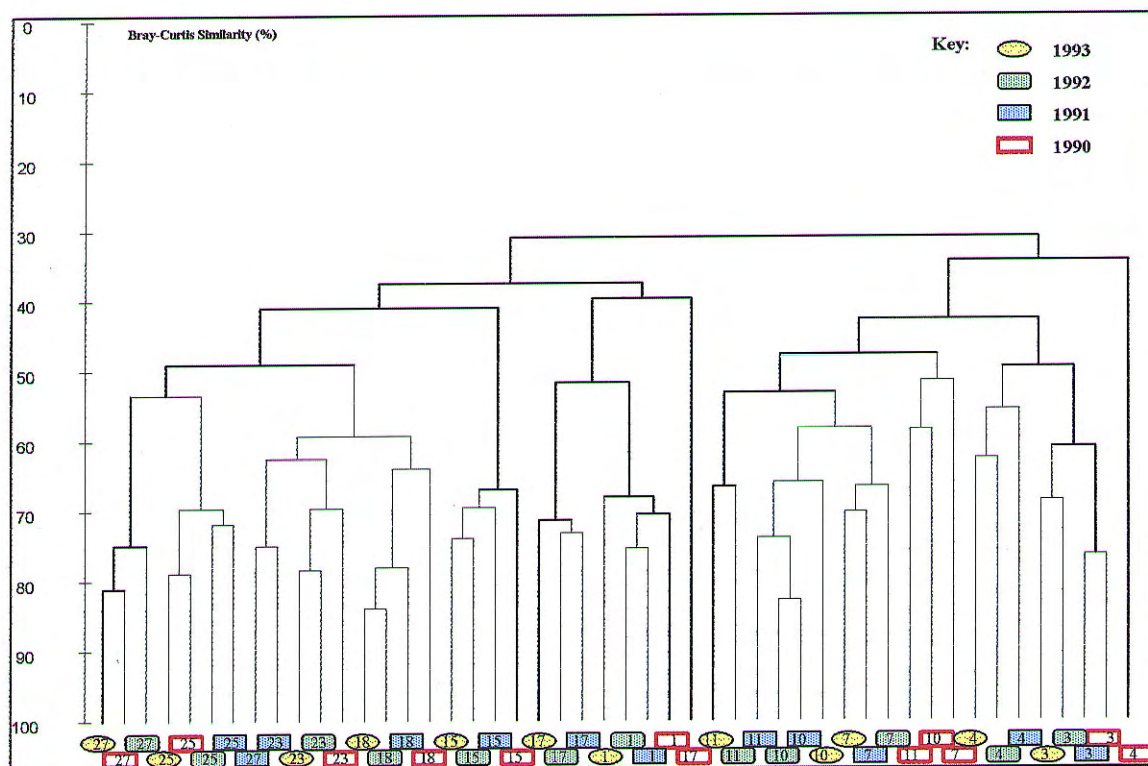


Figur 40. Sum av prosent dekningsgrad av dyr i rutene hvert år fra 1990 til 1993 (Gj.sn. sum av 3 ruter). Standardavvik er de tynnere søylene på hver kolonne.

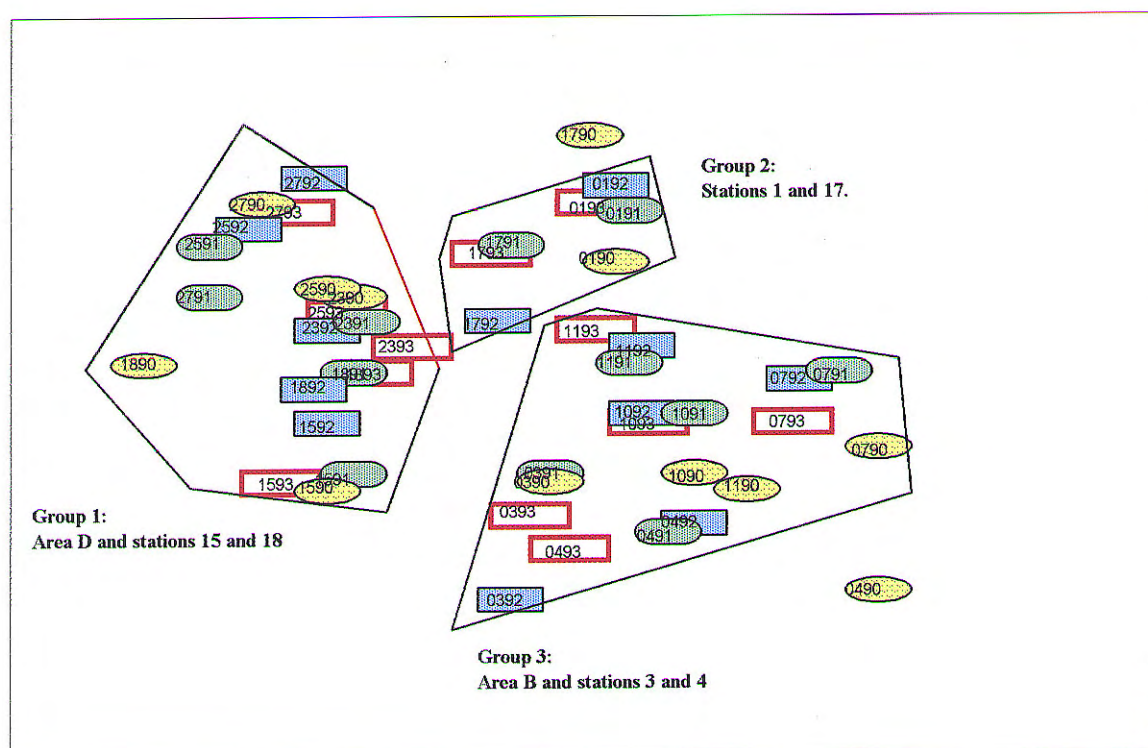
3.2.3. Multivariate analyser

Stasjonenes artssammensetning, ut fra transektanalysene i 1990, 1991, 1992, og 1993 er analysert med multivariate metoder. Det er utført Cluster-analyser, MDS (Multidimensional Scaling) og ANOSIM (en ANOVA etter Monte-Carlometoden) på alle stasjoner som var felles de fire årene. I datamaterialet inngår bare alger. Artssammensetning og forekomst av alger betyr mest for grupperingen av hardbunnstasjonene etter samfunnsstrukturen.

Figur 41 viser to grafiske fremstillinger av samfunnsstrukturen på stasjonene i forhold til hverandre og mellom årene. Forekomst ble basert på sum av alle forekomster av en art, i tilfelle arten hadde forekommet som vanlig eller dominerende i løpet av årene. Sum av alle forekomster, etter en skala fra 1-4 (enkeltpunn til dominerende), ble summert for alle dyp for hvert av årene og var utgangspunktet for en similaritetsmatrise mellom stasjoner og år.



B

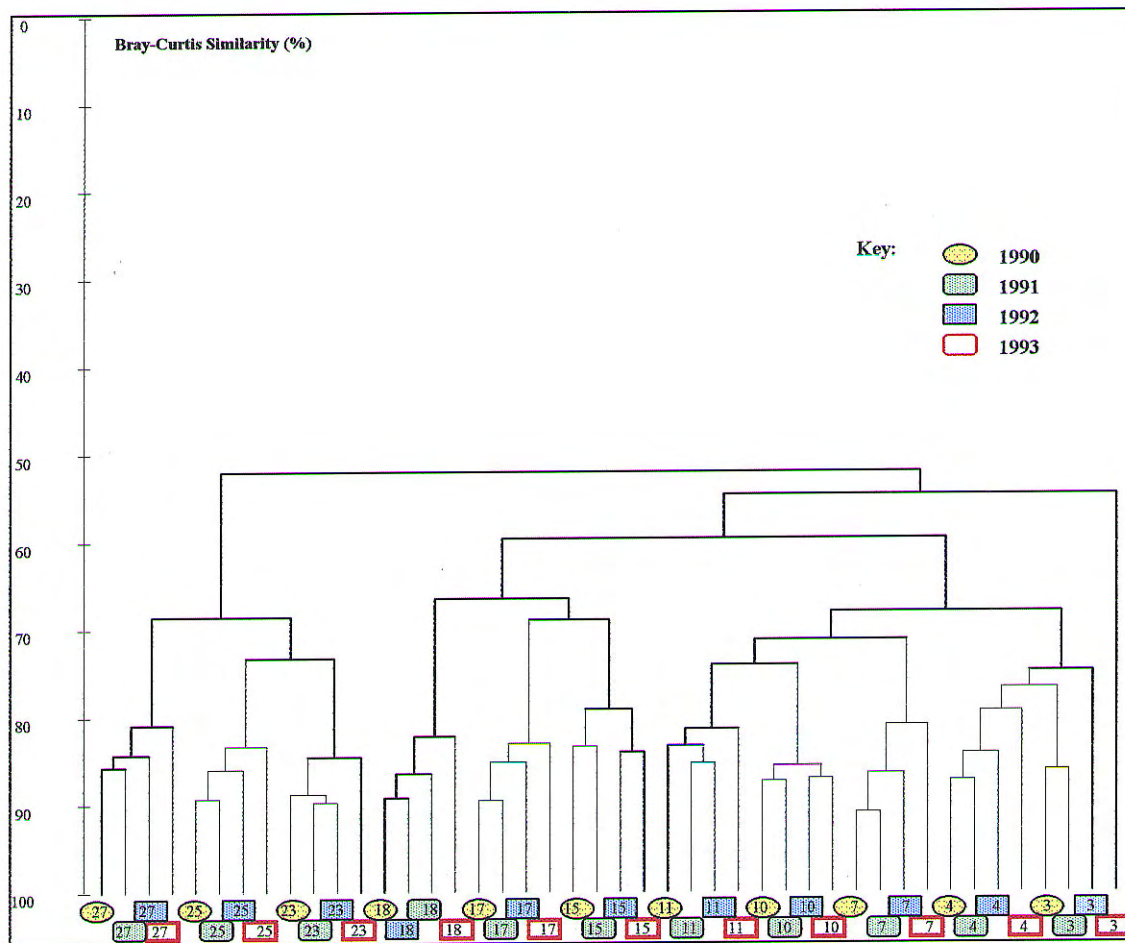


Figur 41. (a) Gruppering av stasjoner basert på 0-2m intervallet i et dendrogram. (b) Innbyrdes forskjell mellom stasjoner (0-2m) i et MDS-plot. Polygonene i figur 41b fremstiller clustergruppene.

Dendrogrammet (Figur 41a) viser at arts sammensetningen i fjæra (0-2m) delte stasjonene i tre store

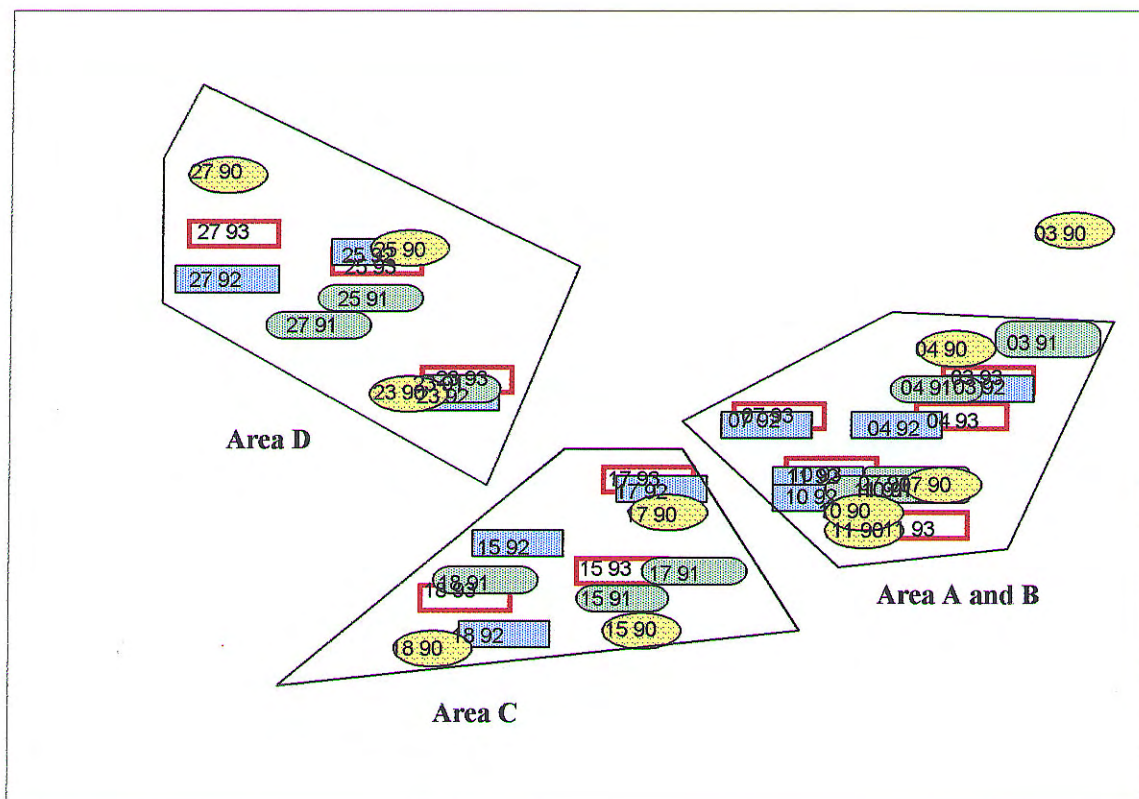
grupper. Den ene gruppen inneholdt alle stasjoner vest for Kristiansand (unntatt stasjon C17- Stolen), den andre gruppen inneholdt alle stasjoner øst for Kristiansand unntatt stasjon 1 som dannet en egen gruppe sammen med stasjon 17. Dendrogrammet viser også at forskjellen mellom stasjonene var større enn mellom årene.

Figur 41a viser gruppering av stasjoner, mens Figur 41b viser den innbyrdes forskjell mellom stasjonene. Avstanden mellom stasjonene i diagrammet er proporsjonal med ulikheten i samfunnsstrukturen. Det ble funnet å være en signifikant forskjell mellom gruppene ($p=0.01$). Det inngikk mange arter som forårsaket grupperingen og det høyeste bidraget fra en art var 5%.



Figur 42. Dendrogram over algesammensetningen på alle stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993 i dypintervallet 0-30m. Stasjon 1 er ikke inkludert da den ikke er dypere enn 12m.

Dendrogrammet i figur 42 representerer hele transektet fra 0 til 30m. Dendrogrammet viser at stasjonene grupperes langs grunnlinjen stasjonsvis noe som tilsier at stasjonene er mer lik seg selv fra ett år til et annet enn med andre stasjoner. Stasjon 3 i 1990 er et unntak og kan tilskrives mangel på tareskog dette året. I 1991 vokste frem store mengder små tareplanter som medfører at stasjonen ble mer lik de andre stasjonene i dette området. Figur 43 viser de tre gruppene samt at stasjon 3 i 1990 var noe forskjellig fra de andre stasjonene. Det viste seg at grupperingene var signifikant forskjellige fra hverandre (ANOSIM $p=0.01$). Det var mange arter som forårsaket denne grupperingen og hver arts bidrag til grupperingen var bare 3% eller mindre.



Figur 43. MDS-plot over algesammensetningen på alle stasjoner i hovedområdene fra 1990 til 1993 i dypintervallet 0-30m. Stasjon 1 er ikke inkludert da den ikke er dypere enn 12m. Polygonene i figuren fremstiller grupperingen som framkom under clusteranalysene.

3.2.4. Sammenheng mellom trofigrad og tilstanden hos hardbunnsamfunnene

Forskjellene mellom 1990, 1991 og 1992 og gradienten fra øst mot vest kan foreløpig ikke knyttes til forskjeller i trofigrad. Når ytterligere års undersøkelser er gjennomført og mer komplette hydrokjemiske resultater foreligger, kan en forsøke å påvise en slik sammenheng.

4. Hydrografi/Hydrokjemi/Planteplankton

4.1. Kort oppsummering av hydrografi/hydrokjemi og planteplankton i 1992 og frem til juni 1993.

I 1992 var vinteren og våren mild, mens resten av året var sesongmiddeltemperaturen omtrent normal (1961-90). I Januar til mai 1993 var månedsmiddeltemperaturen ved Blindern over det normale. Dvs. perioden januar 1992 til juni 1993 var meget spesiell ved de forholdsvis milde vintrene.

Vindforholdene er kun beregnet for 1992. Dominerende vindretning var fra sørvest gjennom hele året, unntatt oktober måned. Nordøstlige vinder var svakere og mindre hyppige enn normalt (1961-90). Likeså var vindenergien større enn normalt i april, juli og august og mindre enn normalt i september, november og desember. Således var den norske sørkysten eksponert for en større frekvens av sørvestlige vinder i 1992 og de var spesielt kraftige i april, juli og august.

Opplysninger om ferskvannstilførselen foreligger kun for 1992. Ferskvannstilførselen i Glomma var mindre enn normalt (1961-90) i juni og juli og større enn normalt i august/september og desember. I Otra (Kristiansand) var vannføringen klart større enn normalt vinteren 1992 og i september og desember og mindre enn normalt i mai og juni. Det var således en forskjell mellom Glomma, som kan sies å representere de østlige elvene i området, og Otra som representant for de vestlige elvene, ved at vintervannføringen var større enn normal i Otra.

Gjennomgående trekk for de hydrografiske forholdene i 1992 var varmere og tildels salter vannmasser. Det ble registrert høyere temperatur for de ulike typene av Skagerrakvann i vinter og vårmånedene 1992, noe som sannsynligvis skyldes den milde vinteren. Den høyere saltholdigheten langs sørlandskysten skyldes sannsynligvis økt innstrømning av vann med noe høyere saltholdighet fra Norskehavet/Nordsjøen. En slik innstrømning av Atlantisk vann til Skagerrak forsterkes også ved sørvestlige vinder, som var fremtredende i 1992.

I overflatelaget i 1993 gjenspeiles det milde vinter- og vårklimaet, med temperaturer over det normale fra desember 1992 til mai 1993 (figur 44). Saltholdigheten var ekstremt lav i overflaten i desember 1992 og april 1993, sannsynligvis en influens av lokal ferskvannsavrenning som var større enn normalt i desember 1992 (observasjoner fra 1993 foreligger ikke ennå). Før øvrig var saltholdigheten litt større enn normalt i 0-10 meters dyp i januar og mars, mens den var klart lavere enn normalt i mai 1993 (figur 45).

Konsentrasjonen av plantenæringssaltene fosfat og nitrat+ nitritt var gjennomgående noe lavere i produksjonssesongen 1992 i kystvannet, representert ved observasjoner fra Arendalsområdet og sammenlignet med tidligere observasjoner (1980-90). Det var dog ikke noen signifikant forskjell fra tidligere observasjoner. Fra februar til mai 1993 var fosfor og nitrogenkonsentrasjonene noe mindre enn normalt i de øvre vannlag, unntatt for nitrogen i desember til februar. I de dypere liggende vannmassene var fosfor og nitrogen-konsentrasjonen noe mindre enn normalt i desember - februar og noe høyere i mars-mai.

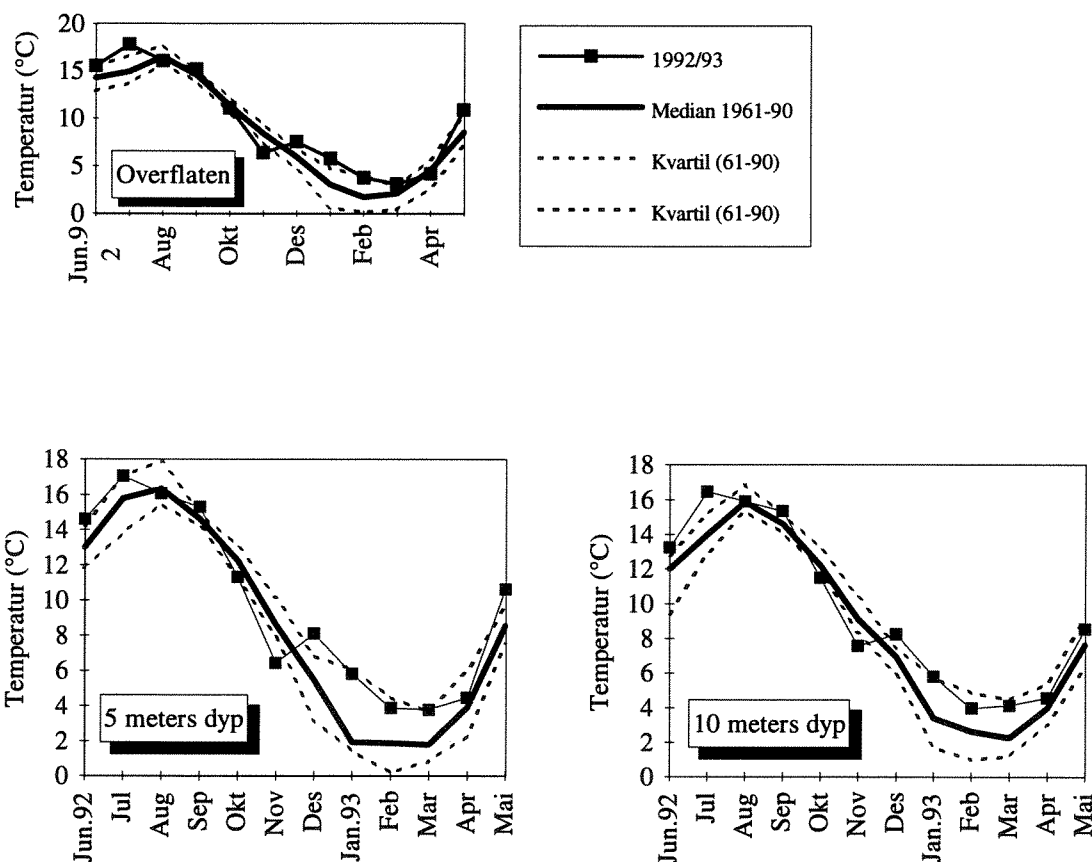
Planteplanktonbiomassen i de øvre 30 m for kystvannet representert ved stasjon Arendal 2 i form av klorofyll a, for tidsrommet mai 1990 til mai 1993 er vist i figur 47 som sum av konsentrasjonene på 0, 5, 10, 20 og 30 meters dyp. De største algebiomassen hvert år forekommet i februar-april under kiselalgenes våroppblomstring, og i august - oktober, da det ofte forekommer sommer/høstopplomstringer preget av dinoflagellater. Sammenlignet med tidligere år, har imidlertid kiselalgenes våroppblomstring vært forholdsvis liten i årene 1990-93, spesielt i 1990 og 1993. Sommer- og høstopplomstringene i perioden 1990 og 1991 var begge større enn våroppblomstringene de to årene, og de var først og fremst preget av dinoflagellaten *Gyrodinium*

aureolum.

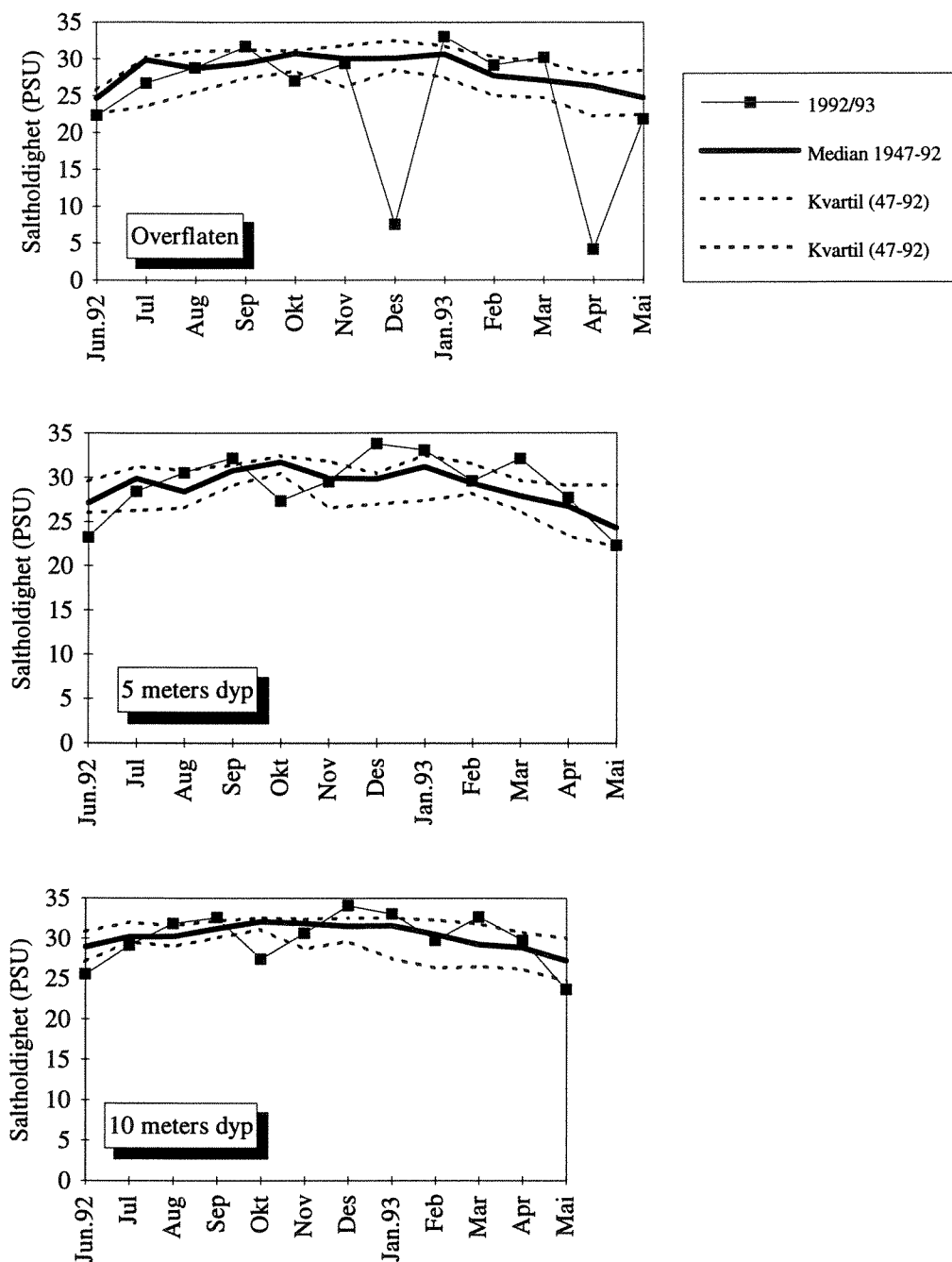
Klorofyllkonsentrasjonene under høstoppblomstringen i 1992 var noe lavere enn under våroppblomstringen samme år og under sommer- og høstoppblomstringen i 1990 og 1991, men varigheten av høstoppblomstringen i 1992 var lengre enn i de to foregående år. *Gyrodinium aureolum* spilte en betydelig kvantitativ rolle også høsten 1992, men kiselalgen *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* bidro også vesentlig til klorofyllmengden i sjøen.

Kystvannet gjennomskinnelighet målt ved siktedyp viser en svakt økende tendens i hele perioden mai 1990 til mai 1993, dog er økningen ikke signifikant. Figur 46 viser siktedypet om vinteren/våren (median for februar - mai) i 1991-1993 for Jomfruland og Arendalstasjonene. Siktedypet viser en økning ved Jomfruland fra 1991 til 1992, mens forskjellen var liten ved Arenda. Tendensen var den samme i 1993 ved Jomfruland, men det ble en reduksjon ved Arendal.

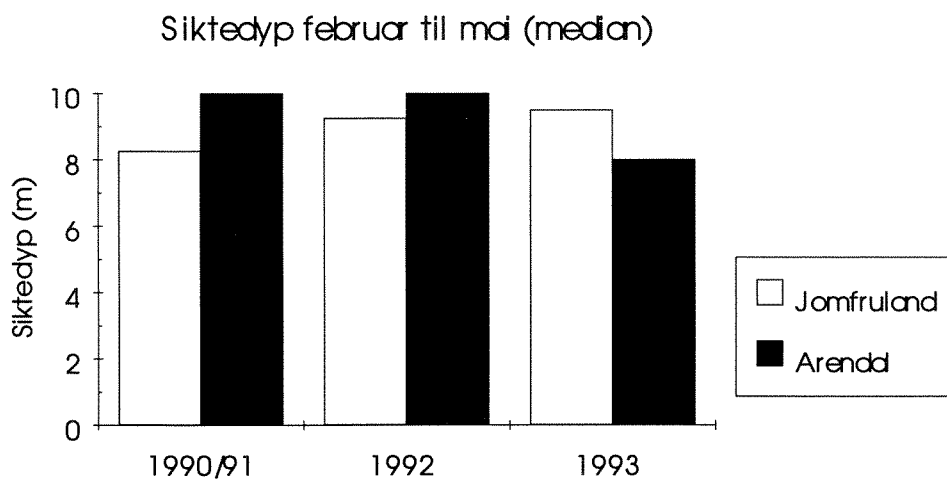
Hovetrekke i kystvannet ut fra observasjoner av planteplanktonbiomasse (klorofyll a) og siktedyp viser en tendens til avtakende biomasse ved Arendal og økende siktedyp ved Jomfruland. Tendensene er ikke statistisk signifikant.



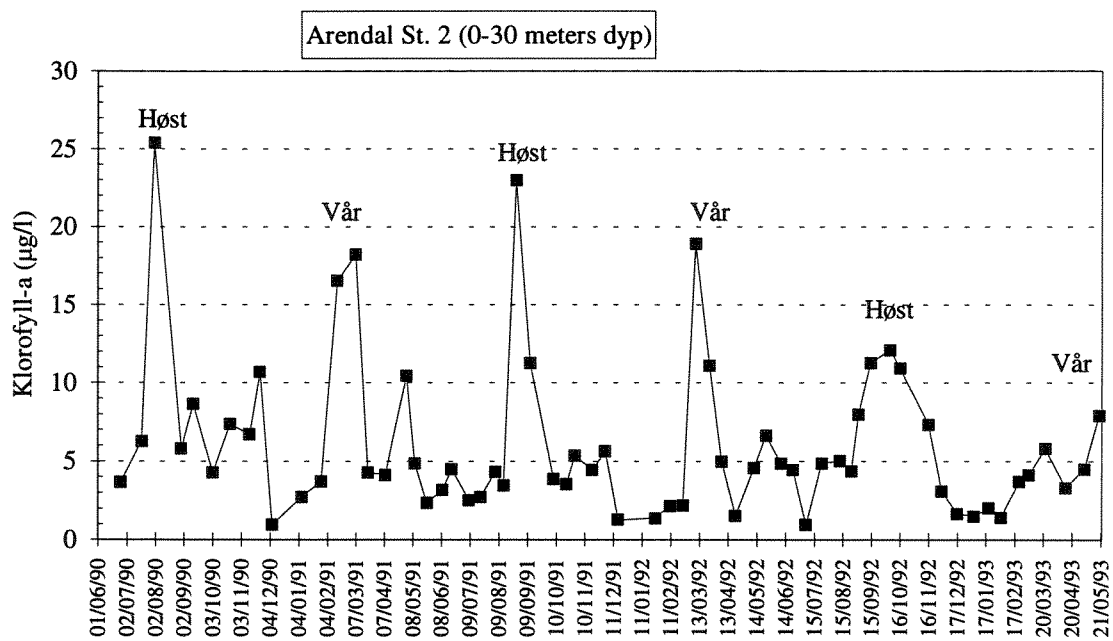
Figur 44. Temperatur i overflaten, 5m og 10m dyp på hydrografistasjon 2 ved Arendal. Medianverdi for perioden 1961-90 med tilhørende kvartiler samt data for 1992/93 er framstilt.



Figur 45. Saltholdigheten i overflaten, 5m og 10m dyp på hydrografistasjon 2 ved Arendal. Medianverdi for perioden 1961-90 med tilhørende kvartiler samt data for 1992/93 er framstilt.



Figur 46. Siktedyp ved Jomfruland og Arendal i 1990 til 1993.



Figur 47. Mengden av Klorofyll a ved hydrografistasjon 2 Arendal.

5. Henvisninger

- Aure J., E. Dahl, N. W. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg & M. Walday. 1993. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåkning 528/93.TA-972/1993. NIVArapport nr L-2827. 100 pp.
- Aure J., E. Dahl, N. W. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg & M. Walday. 1993. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-1991. Statlig program for forurensningsovervåkning 510/93. TA-914/1993. NIVA-rapport nr. L-2827. 100 pp.
- Baalsrud K, Magnusson J, 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Fremdriftsrapport. Undersøkelser i 1988. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 376/89. (NIVA 2289), 90 s.
- Baden S P, Loo L-O, Pihl L, Rosenberg R, 1990. Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish West Coast. *Ambio* 19, 113-122.
- Clarke K R, 1991. Lecture Notes for a Training Workshop on Multivariate Analysis of Benthic Community Data. University of Oslo 25-27 October 1991.
- Clifford H T, Stephenson W, 1975. An Introduction to Numerical Classification. Academic Press, 229 pp.
- Enoksson V, Surensson F, Graneli W, Elmgren R, 1990. Nitrogen transformations in the Kattegat. *Ambio* 19, 159-166.
- Hurlbert S N, 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53, 577-586.
- Josefson A B, 1987. Large-scale patterns of dynamics in subtidal macrozoobenthic assemblages in the Skagerrak: effects of a production-related factor? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 38, 13-23.
- Josefson A B, 1988. Övervakning av mjukbottenfauna langs Sveriges vestkust. Naturvårdsverket, rapport 3504. Solna. 74 s.
- Josefson A B, 1990. Increase of benthic biomass in the Skagerrak- Kattegat during the 1970s and 1980s - effects of organic enrichment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 66, 117-130.
- Josefson A B, Smith S, 1984. Changes of benthos-biomass in the Skagerrak - Kattegat during the 1970-ies: a result of chance events, climatic changes or eutrophication? *Medd. Havsfiskelab Lysekil* 292, 111-121.
- Naturvårdsverket 1988. Monitor 1988. Östersjön och Västerhavet - Livsmiljöer i förändring (Bernes, C. ed.). Solna. 207 s.
- Pearson T H, Josefson A B, Rosenberg R, 1986. Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 92, 157-206.

- Pedersen A., Oug E. og N.W. Green. 1989a. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVA's undersøkelser i juni 1989. Statlig program for forurensningsovervåkning 403b. NIVA-rapport O-89113.L.nr. 2396. 93-230 s.
- Pedersen A. Wikander P.B., Oug E. og N.W. Green. 1989b. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Virkninger på organismesamfunn langs kysten. NIVA's undersøkelser i november 1988. Statlig program for forurensningsovervåkning 355/89) O-88188. 182pp.
- Pedersen A., Oug E. og N.W. Green. 1989c. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVA's undersøkelser i juni 1989. Statlig program for forurensningsovervåkning 403A. NIVA-rapport L.nr. 2395. 0-93 s.
- Pedersen A, Rygg B, 1990. Program for langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Del I. Bentiske organismesamfunn. NIVA-notat O-89131, 33 s.
- Pedersen A., Green N., Walday M. & F. Moy., 1991. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport for hardbunnsundersøkelser i 1990. Statlig program for forurensningsovervåkning 447/91. NIVA-rapport L-2606. 127pp.
- Pedersen A., M.Walday & E. Oug. 1992. *Chrysochromulina polylepis* - en katastrofe? Statlig Program for Forurensningsovervåking nr. 475/91. TA-nr. 810/1991. NIVA-rapport nr. l.nr.2702. 32pp
- Pedersen A., N. W. Green, F. Moy & M. Walday. 1993. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Datarapport 1991-1992. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning 515/93. TA-933/1993. NIVA-rapport nr. L-2871. 144pp.
- Pedersen A., N. W. Green, F. Moy & M. Walday. 1994a. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1993. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning 554/94. TA-1054/1994. NIVA-rapport nr. ????. 86pp.
- Pedersen A., N. W. Green, F. Moy & M. Walday. 1994b. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdet av Norge. Datarapport 1990. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning 555/93. TA-1055/1994. NIVA-rapport nr. ????. 144pp.
- Pihl Baden S, 1986. Recent changes in the Kattegat/Skagerrak ecosystem and their possible interdependence. National Swedish Environmental Protection Board Report 3157, 91 pp.
- Rosenberg R, 1985. Eutrophication - the future marine coastal nuisance? Mar. Pollut. Bull. 16, 227-231.
- Rosenberg R, Gray J S, Josefson A B, Pearson T H, 1987. Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? J. exp. mar. Biol. Ecol. 105, 219-251.
- Rosenberg R, Elmgren R, Fleischer S, Jonsson P, Persson G, Dahlin H, 1990. Marine eutrophication case studies in Sweden. Ambio 19, 102-108.
- Rydberg L, Edler L, Floderus S, Graneli W, 1990. Interaction between supply of nutrients, primary production, sedimentation and oxygen consumption in SE Kattegat. Ambio 19, 134-141.

- Rygg B, 1994. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking 549/94, NIVA-rapport 3012. 47 s.
- Rygg B, Thélin I, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT-veiledning nr. 93:05, 16 s.
- Shannon C E, Weaver W, 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Weering Tj C E van, 1975. Late quarternary history of the Skagerrak; an interpretation of acoustical profiles. Geologie en Mijnbouw 54, 130-145.
- Wulff F, Stigebrandt A, Rahm L, 1990. Nutrient dynamics of the Baltic Sea. Ambio 19, 126-133.

Vedlegg

Vedleggstabell 1. Posisjoner og dyp for bløtbunnfaunastasjonene i 1993.

Område	Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)
Ytre Oslofjord	A50	5900.73	1022.33	54
Ytre Oslofjord	A100	5858.00	1021.20	100
Ytre Oslofjord	A360	5856.78	1038.35	355
Ytre Oslofjord	A460	5900.20	1041.42	460
Arendal-Grimstad	B50	5819.45	837.63	50
Arendal-Grimstad	B100	5826.61	856.41	102
Arendal-Grimstad	B190	5822.15	843.11	190
Arendal-Grimstad	B200	5825.23	858.75	200
Arendal-Grimstad	B350	5824.15	901.80	370
Lista	C120	5800.90	657.00	128
Lista	C160	5802.10	702.75	180
Lista	C220	5759.35	647.33	230
Lista	C380	5801.04	634.50	385
Kragerø	U340	5842.85	939.85	340
Lyngør	V380	5831.86	919.85	380
Ny Hellesund	X350	5754.91	739.63	350
Egersund	Y320	5823.90	539.30	320

Vedleggstabell 2. Prosent faunalikhet (Bray-Curtis) mellom alle par av stasjoner.
Prosent faunalikhet (Bray-Curtis) mellom alle par av stasjoner.

A100	55																		
A360	46	43																	
A460	41	34	56																
B050	55	50	41	36															
B100	58	63	47	41	48														
B190	43	40	59	55	41	46													
B200	47	47	64	49	41	54	56												
B350	38	37	67	52	35	41	51	58											
C120	48	57	52	36	36	54	44	53	43										
C160	42	39	56	50	37	48	59	61	58	47									
C220	42	39	49	41	32	49	49	66	50	47	55								
C380	31	33	41	35	26	38	35	48	46	43	47	61							
U340	37	39	61	44	31	43	50	62	68	49	55	58	56						
V380	38	35	63	51	32	43	52	60	66	42	51	56	50	72					
X350	34	33	61	49	32	38	50	59	69	41	56	52	49	65	70				
Y320	38	38	47	41	32	40	44	57	51	42	53	63	67	58	52	55			

A050 A100 A360 A460 B050 B100 B190 B200 B350 C120 C160 C220 C380 U340 V380 X350

Vedleggstabell 3. Arter som er sammenslått under beregningene i multivariate analyser.

Audouinella alaria= *A. alaria* and *A. daviesii*

Audouinella membranacea= *A. membranacea*, *A. infestans* and *A. spetsbergensis*

Audouinella spp.= *Audouinella purpurea*, *Audouinella* sp., *Audouinella* spp. and *Rhodochorton purpureum*

Ceramium rubrum= *C. rubrum*, *C. rescissum*, *C. fruticosum* and *C. secundatum*

Cladophora albida= *C. albida* and *C. sericea*

Derbesia marina= *D. Marina* and *Halicystis ovalis*; Same plant, but different stages of the lifecycle

Enteromorpha spp.= *Enteromorpha* sp. and *Enteromorpha* spp

Laminaria digitata juvenile and adult joined

Laminaria saccharina; Adult and juvenile joined together

Melobesia membranacea= *M. membranacea* and *Pneophyllum limitatum*

Polysiphonia violacea= *P. violacea* and *P. violacea* f. *fibrillosa*

Pterothamnion plumula= *P. plumula*, *P. plumula plumula* and *P. plumula spinescens*

Spongomorpha aeruginosa= *S. aeringunosa* and *S. pallida*

Spongomorpha arcta= *S. arcta* and *S. centralis*



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2523-4