



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 751/98

TA 1606/1998

Oppdragsgiver

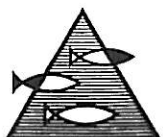
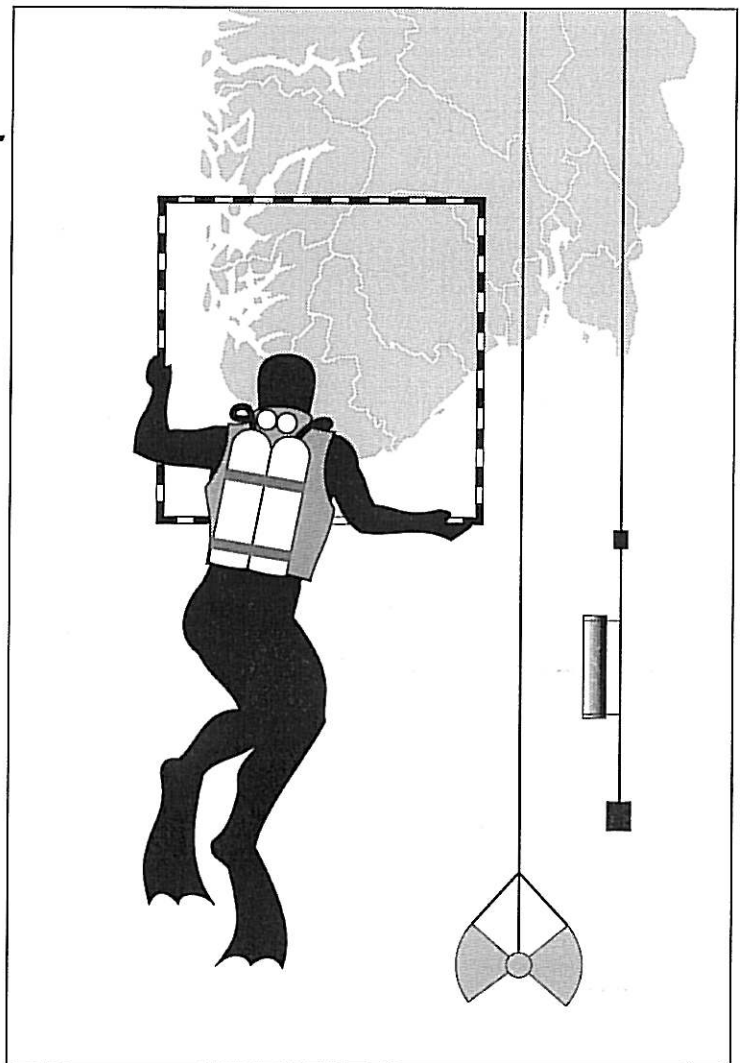
Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon

NIVA, HFF, HI

Langtidsover- våking av miljø- kvaliteten i kystområdene av Norge

Årsrapport 1997



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
MILJØ - RESSURSER - HAVBRUK
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN



NIVA Norsk institutt for vannforskning

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

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

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

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S
9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge Årsrapport 1997. Statlig program for forurensningsovervåking Overvåkingsrapport 751/98 TA-nr. 1606/1998	Løpenr. (for bestilling) 3972-98	Dato 13.11.1998
	Prosjektnr. Udemr. O-90063	Sider Pris 34
Forfatter(e) Moy, Frithjof <i>Dahl, Einar (HFF)</i> Johnsen, Torbjørn Magnusson, Jan Pedersen, Are Walday, Mats	Fagområde Marinøkologi	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Norge	Trykket NIVA
<i>Aure, Jan (HI)</i> Green, W. Norman Lømsland, Evy <i>Omlie, Lena (HFF)</i> Rygg, Brage		

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT)	Oppdragsreferanse H. Aarefjord
---	-----------------------------------

Sammendrag

Vinteren 1997 var noe varmere enn normalt og sommeren ble en av de varmeste siden 1990 med nesten to grader over normalen. Ferskvannstilførselen fra Glomma var over det normale i juni, juli og september, men det var ingen markert vårflom i Drammenselva eller Otra. Overflatevannet langs kysten var varmt helt ut til oktober. Saltholdigheten var høyere enn normalt bl.a. pga. relativt liten tilførsel av brakkvann fra kontinentet. Næringssaltsnivåene i de øvre vannmasser vinterstid var gjennomgående noe lavere sammenliknet med de nærmest foregående årene, noe som kan avhenge av mindre tilførsler fra sørlige Nordsjøen og Kattegat. Planteplanktonkonsentrasjonene i 1997 var lavere enn gjennomsnittet 1989-96. Det var lite skadelige alger, unntatt i en periode i mai-juni med akkumulasjon av gift over faregrensen for konsum i blåskjell. Variasjonen i artsmangfold og individtall i bløtbunnssamfunnen viste ingen entydig tendens i 1997. I henhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, ga 1997 stort sett de samme klassene som tidligere år. Tilstandsklasse II og III opptrådte på de dype stasjonene øst for Lindesnes og på to innaskjærs stasjoner. Antallet arter av alger og dyr på hardbunn var høyere i 1997 enn i 1996, med spesielt flere rødalger og kolonilevende dyr. 1997 var i så henseende mer likt med 1995 enn med 1996. Høyere artsantall i 1997 og 1995 har trolig sammenheng med en mildere vinter/vår-situasjon disse årene sammenliknet med 1996. C/N-forholdet i stortare-lamina fra ytre Oslofjord-område var høyere i 1997 enn tidligere funnet for disse stasjonene. Det kan ha sammenheng med lavere næringssaltnivåer i vannmassene våren 1997 i denne regionen sammenliknet med tidligere år.

Fire norske emneord 1. Langtidsovervåking 2. Trofiutvikling 3. Norskekysten 4. Biologi	Fire engelske emneord 1. Long-term monitoring 2. Eutrophication 3. Norwegian coast 4. Biology
--	---


Frithjof Moy
Prosjektleder

ISBN 82-577-3566-3


Bjørn Braaten
Forskningssjef

Statlig program for forurensningsovervåking

**Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i
kystområdene av Norge**

Årsrapport 1997

O-90063

Forord

Statens forurensningstilsyn (SFT) ba i 1989 NIVA om å utarbeide "Kystovervåkingsprogrammet", et program for langtidsovervåking av trofiutviklingen langs kysten av Sør-Norge. Feltarbeidet startet våren 1990 med undersøkelser i vannmassene (hydrografi, hydrokjemi og planteplankton, senere også zooplankton) og biologiske undersøkelser (hard – og bløtbunn). Havforskningsinstituttet i Bergen (HI) og Havforskningsinstituttets forskningsstasjon Flødevigen (HFF) deltar i deler av programmet (undersøkelser i vannmasser). NIVA har hovedansvaret for gjennomføringen av programmet, inklusive utarbeidelse av årlige rapporter.

Kystovervåkingsprogrammet har som formål å fange opp langtidsutviklinger i et tidsperspektiv på 10-20 år, og fokus ble satt på den ytre kysten av Sør-Norge. Undersøkelsene er koordinert med og gir bidrag til andre norske og internasjonale programmer bl.a. innenfor Nordisk Ministerråd og OSPAR kommisjonen. Programmet skal jevnlig vurderes av eksterne faggrupper og eventuelt endres i henhold til anbefalinger.

Datarapporter fra hvert av de tre delprosjektene utgis årlig. Datarapporter og årsrapporter kan bestilles fra NIVA eller SFT.

I tillegg til årlige rapporter, skal det hvert femte år utarbeides en samlerapport med grundigere vurderinger av resultatene fra den foregående perioden. Den første samlerapporten kom ut høsten 1995 (Pedersen et al.1995a,b). Den neste samlerapporten skal etter gjeldende plan utgis i 1999 og dekke perioden 1990-1998. Etter avtale med SFT prioriteres arbeidet i forbindelse med samlerapporten, slik at denne årsrapporten gir kun en summarisk og en enkel analyse av miljøtilstanden i 1997.

Kontaktpersonen i SFT i 1997 var John Rune Selvik.

Følgende personer (fra NIVA om annet ikke er angitt) har deltatt i feltarbeidet og i arbeidet med rapporteringen:

- Hydrografi / Hydrokjemi / Planteplankton: Jan Aure (HI), Einar Dahl (HFF), Svein Erik Eneresen (HFF), Terje Jåvold (HFF), Wenche Knudsen, Lena Omli (HFF), Torbjørn Johnsen, Evy Lømsland, Jan Magnusson, Anita Reisvaag (HFF) og Tom Tellefsen
- Bløtbunn: Unni Efraimsen, Brage Rygg og Lise Tveiten
- Hardbunn: Norman Green, Frithjof Moy, Are Pedersen og Mats Walday
- Redaktør for årets rapport: Frithjof Moy

Alle som har deltatt i kystovervåkingsprogrammet takkes herved for innsatsen.

Vi takker også Danmarks Miljøundersøkelser, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut og Biologische Anstalt Helgoland for å kunne benytte deres data fra Kattegat og Tyskebukta i hydrografidelen av dette programmet.

Oslo, 1998-10-13

Frithjof Moy

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn og formål	7
1.2 Geografisk område	8
1.3 Program	8
2. Hydrografi, hydrokjemi og plankton	9
2.1 Klima	9
2.2 Næringssalter og plankton.	12
3. Biologisk mangfold på bløtbunn	17
3.1 Undersøkellesområde	17
3.2 Resultater	17
3.2.1 Artsmangfold - individtetthet	17
3.3 Diskusjon	22
4. Biologisk mangfold på hardbunn	25
4.1 Undersøkellesprogram	25
4.2 Resultater og diskusjon	26
4.2.1 Transektundersøkelser	26
4.2.2 Tareskogundersøkelser	29
4.2.3 Karbon på nitrogeninnhold i stortare-lamina	31
5. Referanser	33

Sammendrag

Klima

Vinteren 1997 var noe varmere enn normalt. Kraftige sørvestlige vinder i februar (normalt dominerer nordlige vinder) førte varm luft inn over Sør-Norge. Våren (mars - mai) var imidlertid omtrent som normalt, men sommeren (juni - august) ble en av de varmeste siden 1990 (nesten to grader over normalen) og med klart svakere sørlige vinder. På høsten var temperaturforholdene igjen normale, men med et større innslag av nordøstlige vinder i november og desember.

Ferskvannsstilførselen, representert av tilførselen fra Glomma, var over det normale sommeren 1997. Det var ingen markert vårflom i Drammenselva eller Otra.

Den milde vinteren i 1997 ga et varmt overflatevann langs kysten. Saltholdigheten var høyere enn normalt noe som skyldtes den kraftige sørvestlige vinden og relativt liten tilførsel av brakkvann fra kontinentet. Men fra midten av mai til august var det en lang periode med brakkvann (saltholdighet mindre enn 25) ved Arendal, noe som kan være forårsaket av en kombinasjon av stor lokal ferskvannstilførsel og svake vinder. Den varme sommeren ga også høye overflatetemperaturer til ut i oktober.

Næringssalter

Næringssaltsnivåene i de øvre vannmasser (0-30 meters dyp) var gjennomgående noe lavere vinterstid sammenlignet med nærmest foregående årene på 1990-tallet. Det ble ikke observert noen forhøyede nitrogenkonsentrasjoner i det vannet som normalt har signaler fra Tyskebukta. Vinterkonsentrasjonene av både totalfosfor, fosfat og nitrat var lavere i 1996 og 1997 enn i 1991-95.

De lavere næringssaltskonsentrasjonene vinterstid kan dels forklares av mindre tilførsel av vann fra sørlige Nordsjøen i 1997, og at tilførselen av ferskvann og næringssalter var meget lav i Danmark, bare noe høyere i 1997 enn de meget lave tilførselene i 1996. Det foreligger foreløpig ikke informasjon fra norske kilder i 1997.

Unntatt en tidlig oppblomstring av planteplankton i januar, som ga høyere klorofyllkonsentrasjoner i Skagerrak-kystvann og Skagerrakvann-Øvre, var planteplankton-konsentrasjonene i 1997 lavere enn gjennomsnittet 1989-96. Det var lite skadelige alger langs kysten i 1997, unntatt i en periode i mai-juni, med akkumulasjon av gift over faregrensen for konsum i blåskjell.

Etter SFT's klassifiseringsystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *et al.* 1997), var forholdene i 1997 i vannmassene ved Arendal, meget gode både sommer og vinter.

Bløtbunnsamfunn

Tolkningen av resultatene fra 1997 gir ingen entydig tendens. Et gjennomgående trekk er økning i individtall på noen av stasjonene. Men for svært få av stasjonene viste arts mangfoldet noen entydig tendens til utvikling over tid. Fra 1990-93 til 1994-97 var det en nedgang i arts mangfoldet på A100 (Færder, ytre Oslofjord, 100 m dyp) og en oppgang på B200 (Sørlandet, 200 m dyp), men forløpet av kurvene kan tyde på at det forekommer flerårige naturlige svingninger.

En klassifisering av tilstanden i 1997, basert på arts mangfold i følge kriterier i SFTs klassifiserings-system for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær og medarb. 1997), ga stort sett de samme klassene som i tidligere år. Tilstandsklasse II og III opptrådte på de dype stasjonene øst for Lindesnes og på to innaskjærs stasjoner.

I 1998 gjorde NIVA en samlet gjennomgang av alle sine bløtbunnsdata fra kysten av Sør-Norge, hvorav kystovervåkingsdataene utgjør en del. Ved å behandle alle data samlet, lyktes det å vise en tendens til særlig høy individtetthet i bløtbunnsfaunasamfunnene i 1994 og 1995 (Rygg 1998b). Det var også en tendens til høyere individtetthet i det østlige Skagerrak enn lenger vest (Rygg 1998c).

Både den høyere individtettheten østover og maksimumet i 1994-95 ble sett i sammenheng med større næringstilgang. Eventuelle sammenhenger vil bli nærmere belyst i kommende 9-års rapport.

Hardbunnsamfunn

Flora og fauna på hardbunn var med hensyn til antall arter høyere i 1997 enn i 1996 og i så henseende mer likt med hva som ble registrert i 1995. Sammenliknet med 1996 ble det i 1997 registrert spesielt flere rødalgearter og flere dyr, særlig av kolonidannende former.

Høyere artsantall i 1997 og i 1995 sammenliknet med 1996 har trolig sammenheng med en mildere vinter/vår-situasjon for disse årene sammenliknet med 1996. Forekomsten av alger i 1997 var likevel noe lavere enn forekomst i 1995. Det kan ha sammenheng med at april - mai 1997 var en kald periode som sannsynlig reduserte algeveksten noe.

I tareskogen var tilstanden generelt lik med tidligere år, med unntak av enkelte stasjoner på vestlandet hvor tareskogen i 1997 var dominert av yngre planter. Men hendelser hvor yngre planter overtar når den eldre canopy generasjonen dør eller rives bort med kraftige stormer, er et naturlig fenomen som antas å være årsaken til de observerte endringer i tareskogen på vestlandet.

C/N-forholdet i stortare-lamina, er avhengig av næringssalttilgang (nitrogen) og produksjon (karbon) og kan derfor gi et bilde av trofiforholdene. Den tørre og næringsfattige vinter/ sommer-situasjonen på Sørlandskysten i 1996, kunne også påvises gjennom et høyt C/N-forhold i taren i 1996. I 1997 var C/N-forholdet i taren på Sørlandskysten på nivå med tidligere år. I 1997 var C/N-forholdet i ytre Oslofjord-område høyere enn tidligere registrert på disse stasjonene. Det kan ha sammenheng med lavere næringssaltnivåer i vannmassene i denne regionen sammenliknet med tidligere år.

Nærmere analyse av variasjoner i hardbunnsamfunnene og sannsynlige årsaker til disse, vil bli belyst mer utførlig i kommende 9-årsrapport, hvor hele datamaterialet vil bli behandlet.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Kystovervåkingsprogrammet ("Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge") skal bidra til å:

- Gi oversikt over miljøtilstanden m.h.t. næringssalter og effektene av disse
- Identifisere fra hvilke områder ulike næringssaltmengder kommer til norskekysten
- Kartlegge endringer i næringssaltkonsentrasjonene over tid
- Kartlegge effekter av næringssalter på utviklingen og tilstanden i hard- og bløtbunnsamfunnene
- Dokumenter det biologiske mangfoldet og beskrive endringer i dette.

Senere års forskningsresultater tyder på økt næringssaltbelastning og til dels kritiske tilstander på lokaliteter i Kattegat og sydlige del av Nordsjøen (Naturvårdsverket 1988; Rosenberg *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 registrert oksygensvikt på tidligere produktive lokaliteter. På 1980-tallet fikk også økt biomasse og redusert oksygen i østlige Skagerrak stor oppmerksomhet (Josefson & Smith 1984; Rosenberg 1985; Pearson *et al.* 1986; Pihl-Baden 1986; Josefson 1987; Rosenberg *et al.* 1987; Josefson 1988; Baalsrud & Magnusson 1989; Josefson 1990; Pedersen & Rygg, 1990, Johannessen and Dahl, 1996). Den biomasseøkning i bløtbunnfaunaen som foregikk langs den svenske vestkysten i 1984-88 var korrelert med økt næringsalttilførsel til området i samme periode. Senere (1989-92) er det imidlertid registrert nedgang i biomasse og individtetthet på svenske overvåkingsstasjoner (Tunberg 1994). Oppblomstringene av giftige alger har aktualisert problemstillingen omkring virkninger av næringssalter ytterligere. Et høyt nitrogen:fosfor -forhold (N/P) synes å kunne stimulere giftproduksjon hos enkelte arter (Granéli *et al.* 1993).

Den aktuelle debatten om eutrofisituasjonen i ytre Oslofjord, og den eventuelle nytten av reduksjoner av næringssalter, spesielt nitrogen, understreker også behovet for langtidsobservasjoner av *tilstanden* i marine områder for å kunne skille mellom naturlige variasjoner og forurensningsgenererte effekter.

Tilstanden viser den samlede virkning av tidligere og nåværende forurensningstilførsler i tillegg til de naturlige forhold. Kumulative virkninger av vedvarende tilførsler av næringsstoffer kan føre til at eutrofigraden øker selv om tilførslene 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 i årene 1975 til 2000, selv ved uendrede årlige tilførsler i den samme tidsperiode.

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 utvikling som er vanskelig å snu. En negativ regional forurensningsutvikling må derfor kunne oppdages på et tidlig tidspunkt. Små endringer må kunne påvises, slik at kilder og årsaker kan kartlegges og tiltak utredes og iverksettes innen utviklingen har gått for langt. Et utvalg av lokaliteter overvåkes for å følge utviklingen. Disse antas å være representative for utviklingen i større regioner og forskjellige områdetyper.

I kystovervåkingsprogrammet er det lagt stor vekt på at resultatene fra undersøkelsene skal være sammenlignbare med resultater fra andre relevante overvåkingsprogrammer. Mest aktuelle er de danske og svenske overvåkingsprogrammene i Kattegatt/Skagerrak (Agger *et al.* 1994; Axelsson & Rydberg 1993; Tunberg 1994). God koordinering av metodikk bidrar til at utviklingen i større deler av Nordsjøen kan beskrives og sammenlignes.

1.2 Geografisk område

Undersøkellesområdet strekker seg fra ytre Oslofjord i øst til Fedje nord for Bergen. Det er primært forholdene øst for Lindesnes som ønskes belyst, men deler av Vestlandet inngår som et referanseområde for deler av undersøkelsene. I grove trekk kan en si at de norske områder som i mai-juni 1988 ble rammet av den store oppblomstringen av giftige alger (*Chrysochromulina polylepis*), omfattes av kystovervåkingsprogrammet.

1.3 Program

Kystovervåkingsprogrammet omfatter tre ulike fagområder som hver for seg og sammen bidrar til å øke kunnskapen om tilstand og utvikling i de marine områder langs den sør-norske kyst:

1. Hydrografi-, hydrokjemi- samt planteplankton og zooplanktonundersøkelsene beskriver de biotiske- og abiotiske forhold i de frie vannmasser. Forholdene i de frie vannmasser kan variere meget over tid og undersøkelsen utføres derfor jevnlig gjennom året.
2. Bløtbunnsundersøkelser overvåker sedimentlevende organismsamfunn på 50-460 m dyp. Forholdene i bløtbunnsområder er mer stabile enn i de frie vannmasser og det er derfor tilstrekkelig med én årlig undersøkelse.
3. Hardbunnsundersøkelser overvåker de organismsamfunn som lever på fast underlag (fjell/stein) mellom 0 og 30 m dyp. De biologiske forholdene i hardbunnsområder er mer stabile enn i de frie vannmasser og undersøkelsene utføres én gang i året.

Programmet skal i første omgang gå i 10 år. Erfaringer fra overvåking av bunnfauna i Kattegatt indikerer at 7-8 år med årlig prøvetaking er et minimum for at tidstrender med sikkerhet skal kunne påvises. Forlengelse av programmet utover de planlagte 10 år må vurderes etterhvert som resultater fra undersøkelsene foreligger. I løpet av årene som har gått siden overvåkingen startet, har programmet blitt revidert ved flere anledninger. Dette har hatt sine fremste årsaker i faglige og økonomiske vurderinger.

Den foreliggende rapport presenterer resultater fra undersøkelser utført i 1997.

2. Hydrografi, hydrokjemi og plankton

Hydrografi/-kjemi programmet omfatter 6 stasjoner, Tabell 2. Metoder og måleparametre er beskrevet i tidligere årsrapporter (f.eks. Moy et al. 1997) og 1997-resultatene er rapportert i datarapport for 1997.

Tabell 1. Stasjonsposisjoner, dyp og observasjonsfrekvens på de ulike stasjonene i hydrografi/hydrokjemi-undersøkelsene.

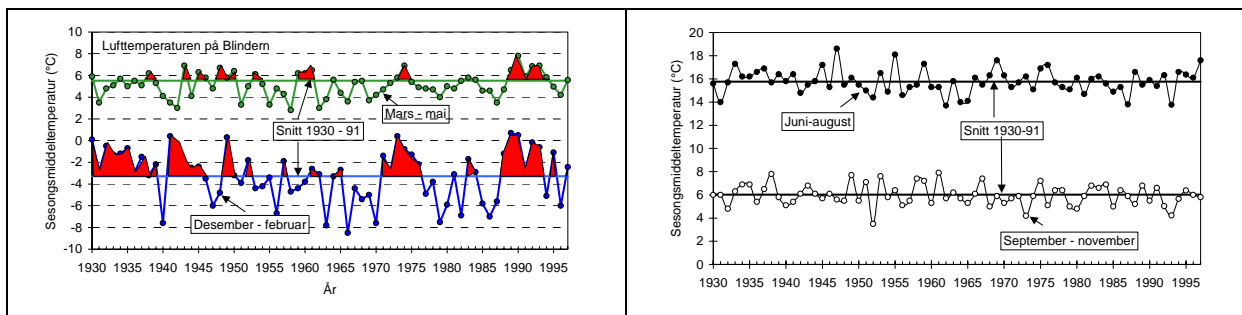
Stasjon	Posisjon		Dyp	Observasjonsfrekvens
Jomfruland	N: 58°51'	E: 09°40'	ca. 110 m	ca. hver 14 dag
Arendal St. 2	N: 58°23'	E: 08°49'	< 100 m	ca. hver 14 dag
Arendal St. 3	N: 58°20'	E: 08°54'	ca. 260 m	ca. 1 gang pr. mnd
Lista	N: 58°01'	E: 06°32'	ca. 310 m	ca. 1 gang pr. mnd
Utsira	N: 59°19'	E: 04°48'	ca. 260 m	ca. 1 gang pr. mnd sommerstid
Jomfrulandsrennen	N: 58°53.5'	E: 09°37'	overflate	ca. hver 14 dag

2.1 Klima

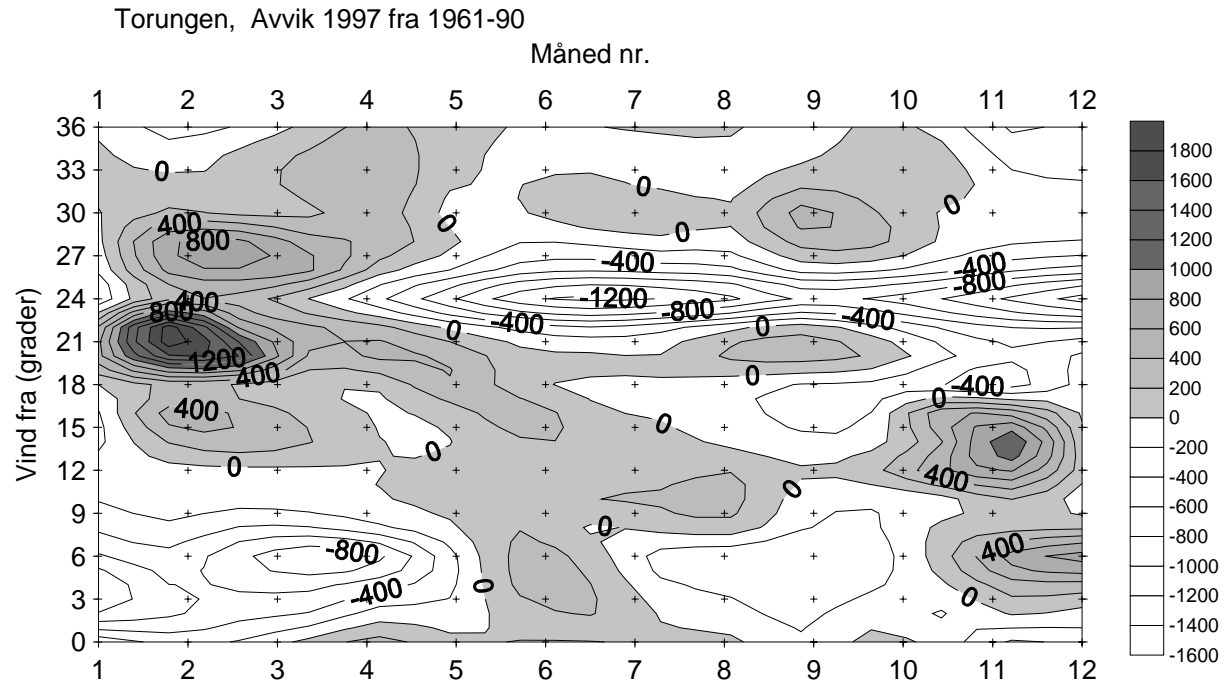
Vinteren 1997 var varmere enn normalt (Figur 1), men begynnelsen av januar var meget kald. Kraftige sørvestlige vinder (fra 210°, Figur 2), spesielt i februar (normalt dominerer nordlige vinder årstiden) førte varm luft inn over Sør-Norge. Mens våren (mars - mai) var omtrent som normal, ble sommeren (juni - august) en av de varmeste (nesten to grader over normalen, Figur 1) og med klart svakere sørlige vinder og med et større innslag av vinder fra nord, om enn svake (Figur 2). Høsten var temperaturforholdene normale, men med et større innslag av nordøstlige vinder i november og desember.

Ferskvannstilførselen, representert av tilførselen fra Glomma (Figur 3 og Figur 4), var noe over det normale i januar og mars 1997, men lavere enn normalen i februar og april. Vårflommen var noe sein og kom hastig i løpet av første uke i mai. Vannføringen sommeren 1997 var litt større enn normalt og klart større i juli. I de øvrige elver (Drammenselva –Otra) var det ikke noen markerte flomtopper før i juli 1997. Unntatt i september og desember var ferskvannstilførselen normal for høsten.

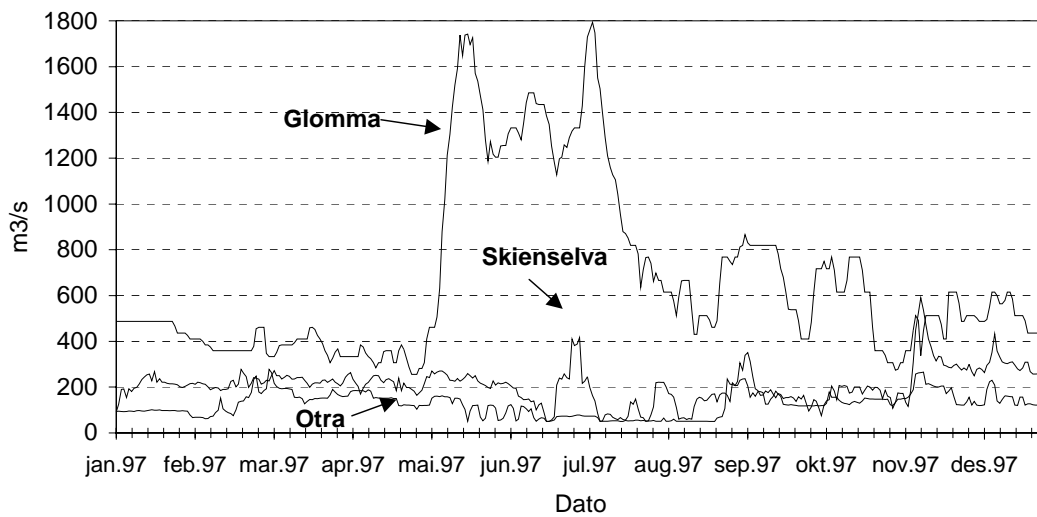
Den milde vinteren i 1997 ga noe varmere overflatevann langs kysten dette året (representert ved observasjoner fra Arendal St. 2, Figur 5 - Figur 7), men saltholdigheten var høyere enn normalt noe som skyldtes den kraftige sørvestlige vinden (oppblanding av saltere dypvann i overflatelaget) og relativt liten tilførsel av brakkvann fra kontinentet, hvor ferskvannsavrenningen var lav. Overflatelaget (0-20 meters dyp) ble i lengre tider dominert av Skagerrakvann-Øvre (dvs. vannmasser som i hovedsak tilføres norskekysten fra sørlige Nordsjøen) i stedet for Skagerrak-kystvann (som er en blanding av vann fra Kattegat/Østersjøen og lokale ferskvannstilførsler, men også med innslag av vann fra sørlige Nordsjøen). Fra midten av mai til august var det en meget lang periode med brakkvann (saltholdighet mindre enn 25) ved Arendal St. 2, noe som kan være forårsaket av en kombinasjon av stor lokal ferskvannstilførsel og svake vinder. Den varme sommeren ga også klart høyere overflate-temperaturer til ut i oktober (Figur 7).



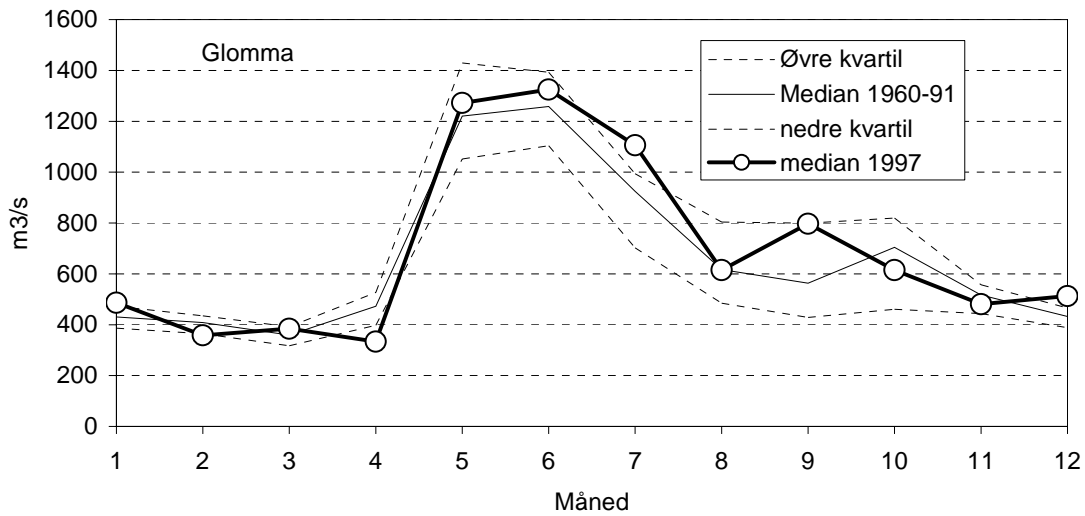
Figur 1. Sesongmiddeltemperaturer ved Blindern, Oslo 1930 – 97 sammenlignet med gjennomsnittet 1961-90 (Data fra Meteorologisk institutt).



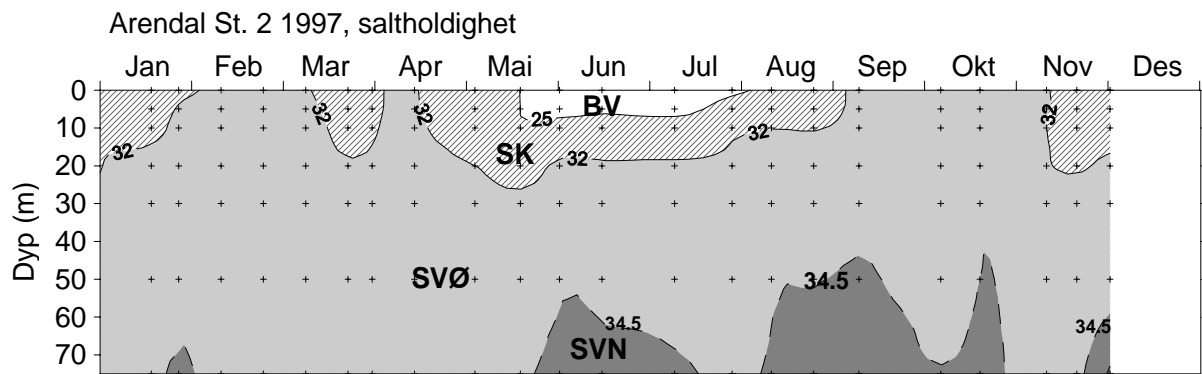
Figur 2. Vindforholdene ved Sørlandskysten (Torungen fyr) i 1997 – avvik fra normalåret 1961-90. Vindforholdene er gitt som fv^2 , hvor f =observasjonsfrekvens i % og v = vindstyrken i m/s. Vindretning (vertikal akse) i grader *10 er lik himmelretning (0-360°). (Data fra meteorologisk institutt).



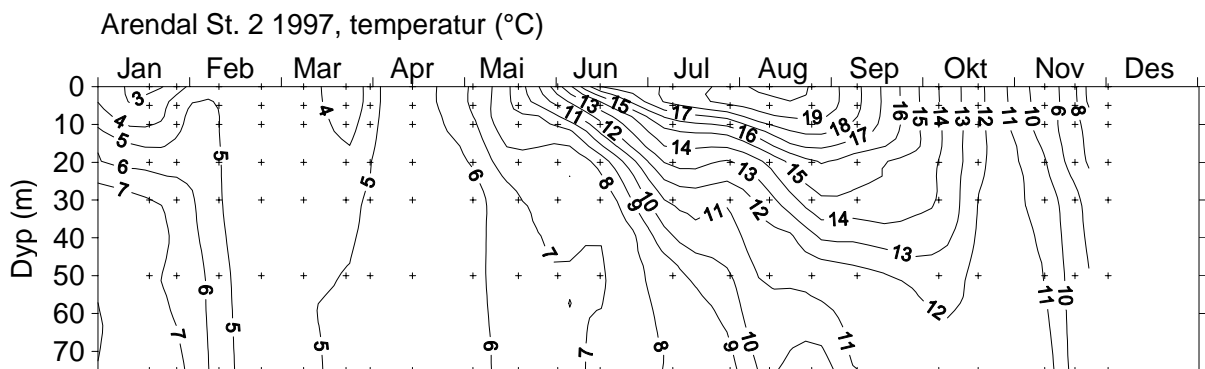
Figur 3. Døgnvannføringen i Glomma, Skienselva og Otra i 1997. (Data fra NVE).



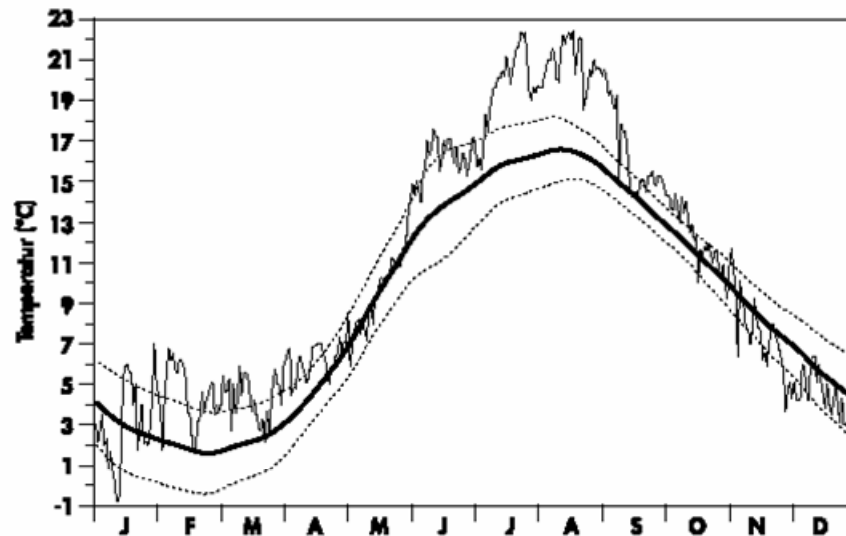
Figur 4. Månedsmiddelvannføringen i Glomma i 1997 sammenlignet med 1960-91.(Data fra NVE).



Figur 5. Observert vertikalfordeling av vannmasser ved Arendal St. 2 i 1997. BV= brakkvann, SK=Skagerrakvann, SVØ=Skagerrakvann-Øvre, SVN= Skagerrakvann-Nedre



Figur 6. Temperatur (°C) ved Arendal St. 2 i 1997.



Figur 7. Daglige temperaturobservasjoner på 1 meters dyp i 1997 ved Forskningsstasjonen i Flødevigen. Den tykke linjen viser glattet middeltemperatur i 1 meters dyp sammen med standardavviket for 1961-90.

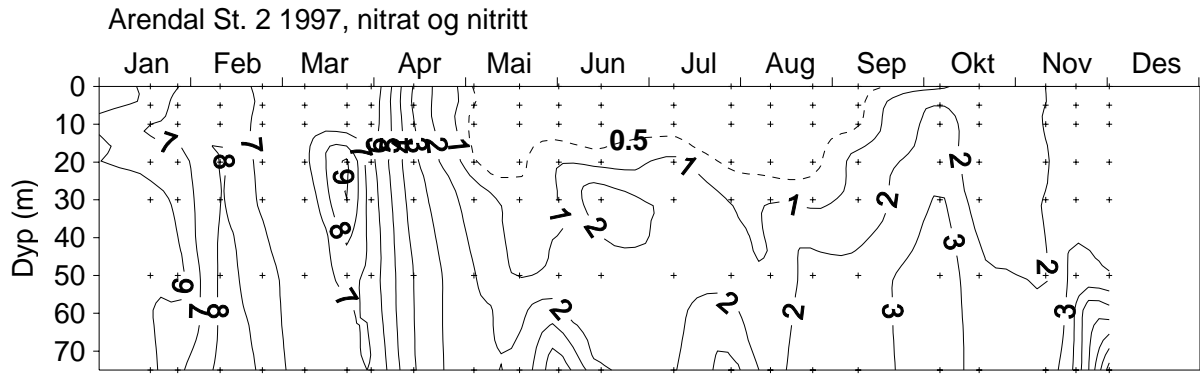
2.2 Næringsalter og plankton.

Næringssaltsnivåene i de øvre vannmasser (0-30 meters dyp) i 1997 var gjennomgående noe lavere enn de foregående årene på 1990-tallet. Det ble ikke observert noen forhøyede nitrogenkonsentrasjoner i det vann som normalt har "signaler" som vann fra Tyskebukta, dvs. nitrat/silikat-forhold større enn 2 (Figur 8 - Figur 10). Både totalfosfor-, fosfat- og nitrat-konsentrasjonene var lavere vinteren 1996 og 1997 enn tidligere år (Figur 11 og Figur 12). De lavere næringsaltskonsentrasjonene vinterstid kan dels forklares av mindre tilførsel av vann fra sørlige Nordsjøen i 1997, men i tillegg var også tilførsel av ferskvann og næringsalter meget lav i Danmark, bare noe høyere i 1997 enn de meget lave tilførselene i 1996 (Ærtebjerg ml.fl. 1998). Det foreligger ikke informasjon fra norske kilder i 1997.

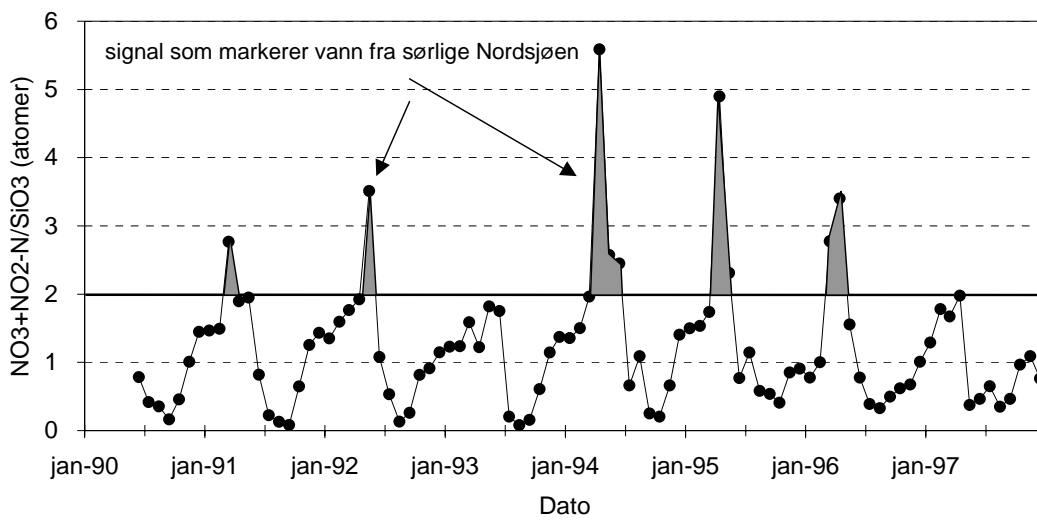
Unntatt en tidlig oppblomstring av planteplankton under den kalde perioden i januar (Figur 13), som ga høyere klorofyllkonsentrasjoner i Skagerrak-kystvann og Skagerrakvann-Øvre, var konsentrasjonene i 1997 lavere enn gjennomsnittet 1989-96 og fordelt på ulike vannmasser, sammenlignet med perioden 1980-90. Gjennomsnittet av klorofyllkonsentrasjonen i 0-30 meters dyp ga også gjennomgående lavere verdier enn tidligere år (Figur 15). Figur 14 viser også at i den lange perioden med brakkvann i mai-august, var det lite planteplankton i denne vannmassen og mer i den underliggende vannmassen (Skagerrak-kystvann).

Det var lite skadelige alger langs kysten i 1997 (Aure, 1998), unntatt en periode i mai-juni, med akkumulasjon av gift over faregrensen for konsum i blåskjell.

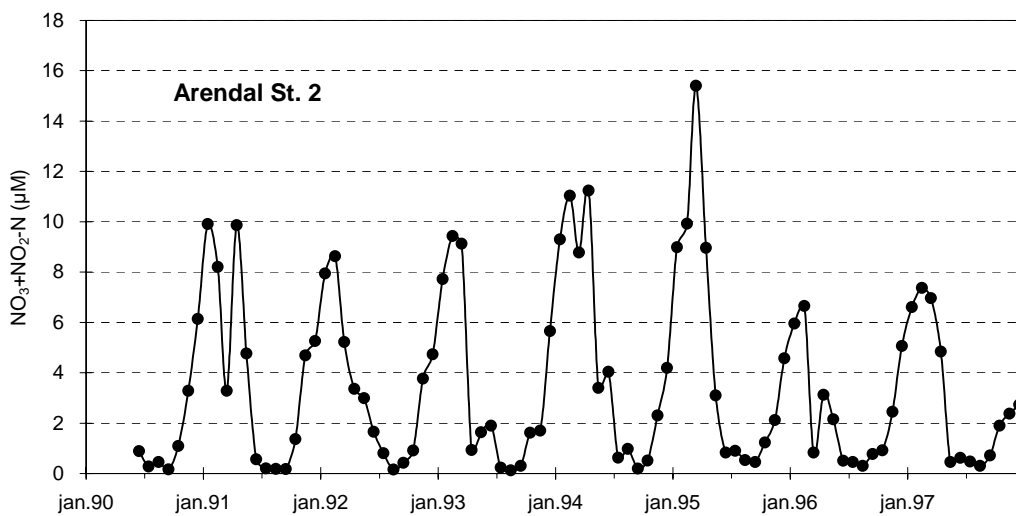
Overvåkingen av zooplankton ved Arendal St. 2 startet i 1994. Resultatene fra 1997 viser at biomassen ikke svingte like mye som foregående år. De største mengdene ble registrert første halvår. På årsbasis har gjennomsnittlig zooplanktonbiomasse variert fra 0.73 – 1.07 g/m² overflate i de øvre 50 m. I 1997 var den 0.95 g/m². Artssammensetningen varierte betydelig også i 1997. Cyclopoide kopepoder (*Oithona* spp.) var mer fremtredene enn i tidligere år.



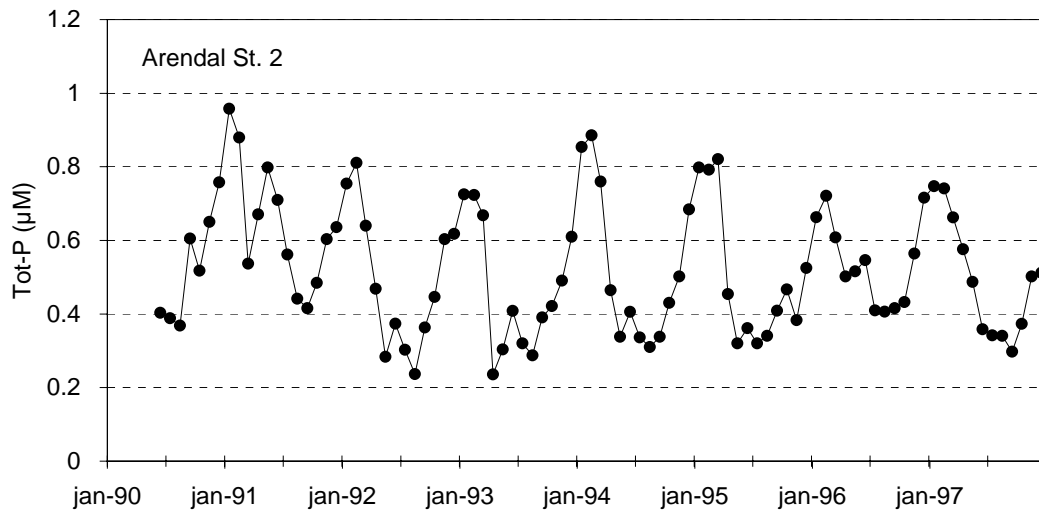
Figur 8. Nitrat og nitritt (μM) ved Arendal st. 2 1997.



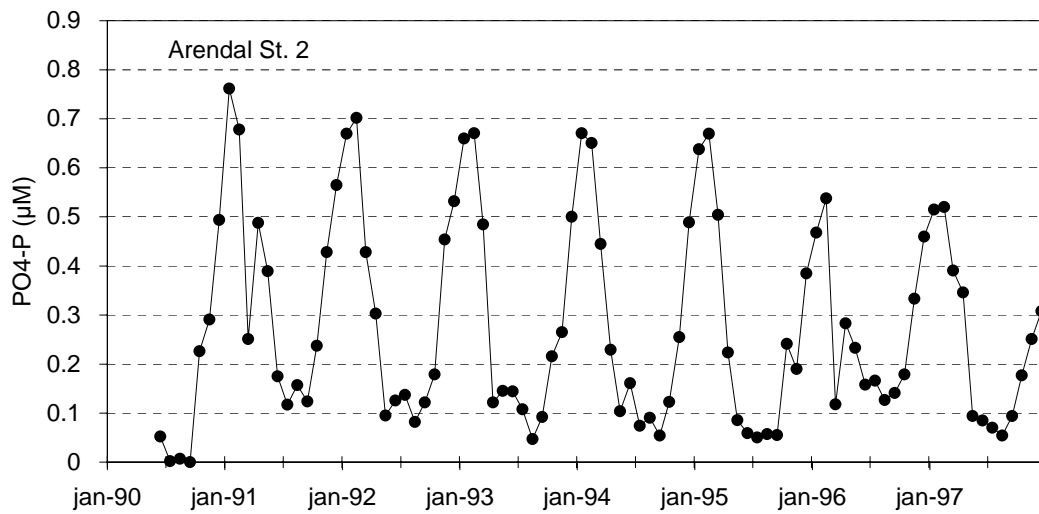
Figur 9. Månedsmiddel av nitrat/silikat-forhold i 0-30 meters dyp ved Arendal St. 2 1990-97.



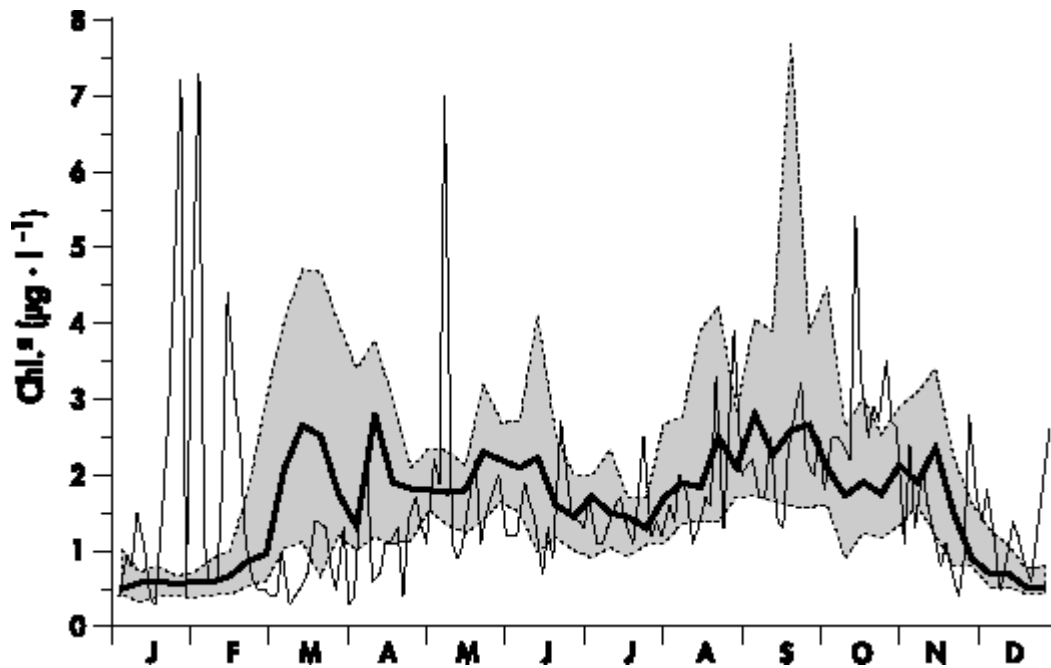
Figur 10. Månedsmiddel av nitrat + nitrittkonsentrasjonen i 0-30 meters dyp ved Arendal St. 2 1990-97.



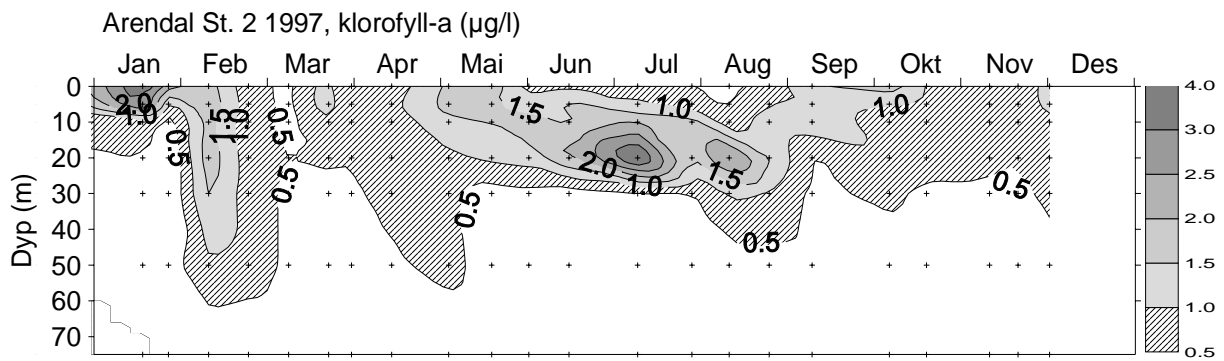
Figur 11. Månedsmiddel av totalfosforkonsentrasjonen i 0-30 meters dyp ved Arendal St. 2.2 1990-97.



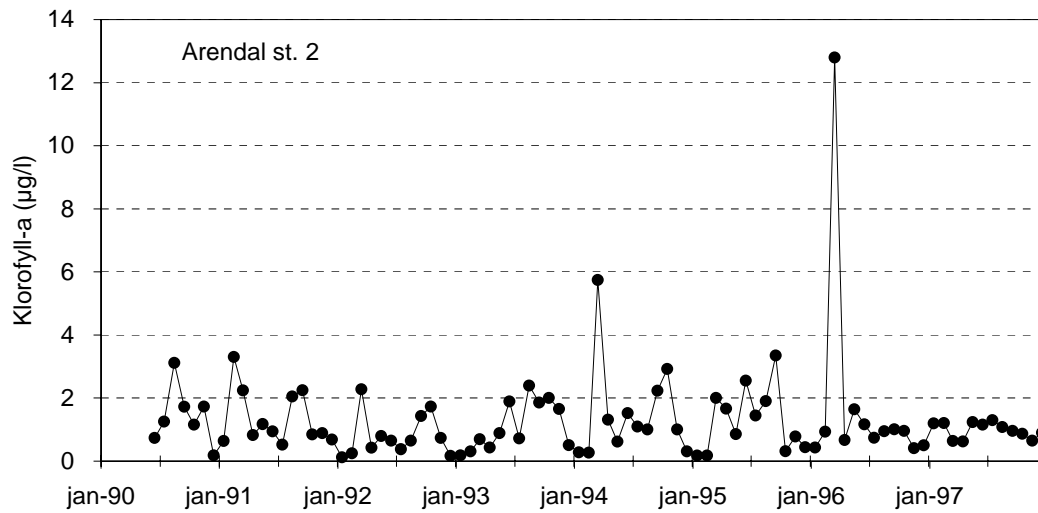
Figur 12. Månedsmiddel av fosfatkonsentrasjonen i 0-30 meters dyp ved Arendal St. 2 1990-97.



Figur 13. Planteplanktonbiomasse, målt som klorofyll-a, i Flødevigen, 0-3 meters dyp. Tynn linje er observasjoner fra 1997. Tykk heltrukken linje er medianverdi for hver uke basert på observasjoner fra 1989-96. Stiplede linjer er øvre- og nedre kvartiler.



Figur 14. Planteplanktonbiomasse, målt som klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$), ved Arendal St. 2 i 1997.



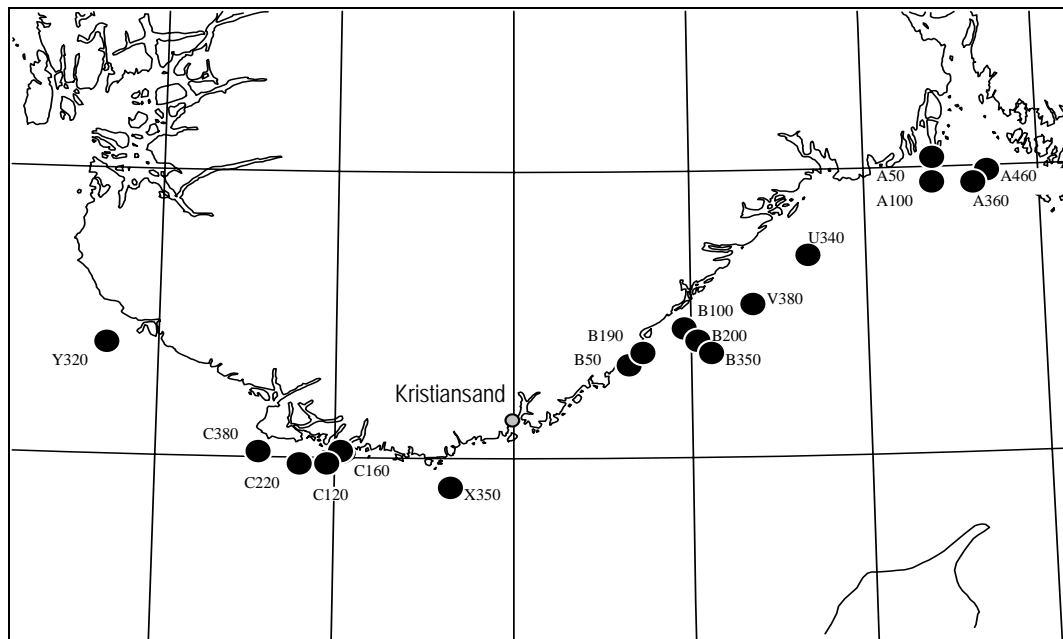
Figur 15. Månedsmiddel av klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) i 0-30 meters dyp ved Arendal St. 2 1990-97.

Bedømmes forholdene i vannmassene ved Arendal St. 2 etter SFT's klassifiseringsystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) var forholdene i 1997 meget gode både sommer og vinter.

3. Biologisk mangfold på bløtbunn

3.1 Undersøkellesområde

Fra og med 1993 har bløtbunnsundersøkelsene omfattet strekningen fra ytre Oslofjord til Egersund (Figur 16). Det ble gjort innsamling på 17 stasjoner i mai/juni 1997. De nøyaktige posisjoner og dyp, samt innsamlingsmetodikk er beskrevet i datarapporten (Rygg 1998a).



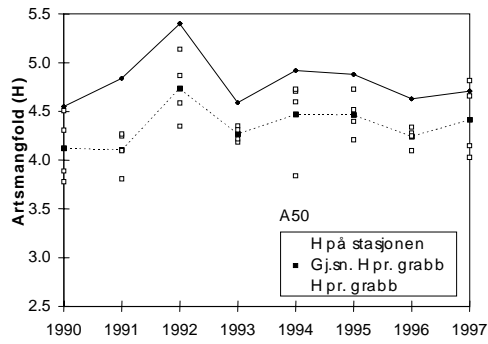
Figur 16. Kart over bløtbunnsstasjonene som ble undersøkt i 1997.

3.2 Resultater

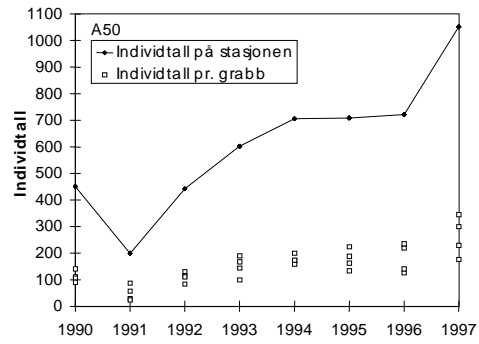
Resultatene for alle artene fra hver enkelt grabb er vist i datarapporten (Rygg 1998a).

3.2.1 Artsmangfold - individtethet

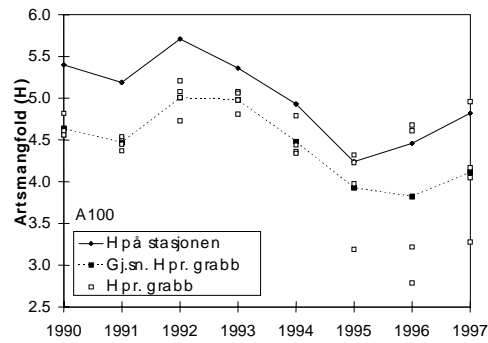
Figur 17-Figur 50 viser arts mangfold (Shannon-Wiener diversitetsindeks) og individtall for perioden 1990-1997 for hver stasjon.



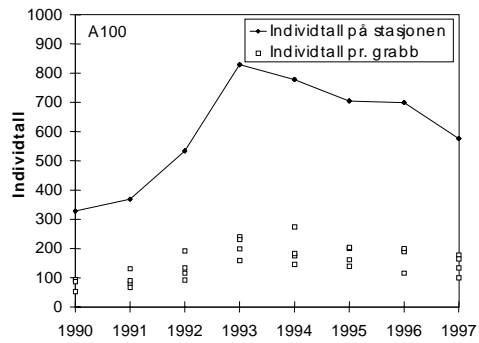
Figur 17. Artsmangfold (H) på stasjon A50



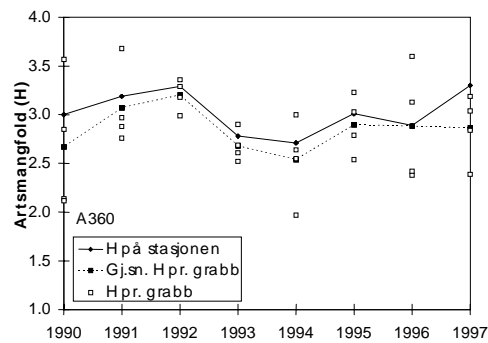
Figur 18. Individtall på stasjon A50



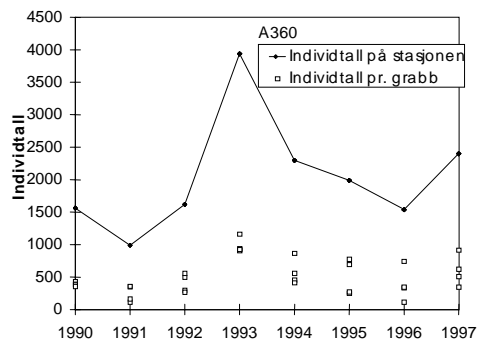
Figur 19. Artsmangfold (H) på stasjon A100



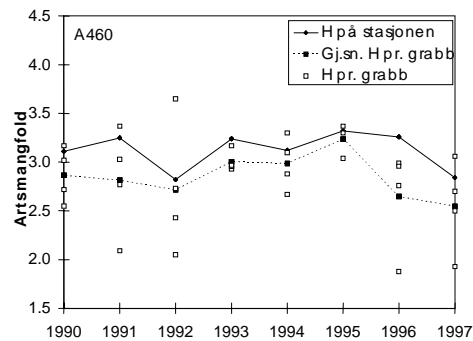
Figur 20. Individtall på stasjon A100



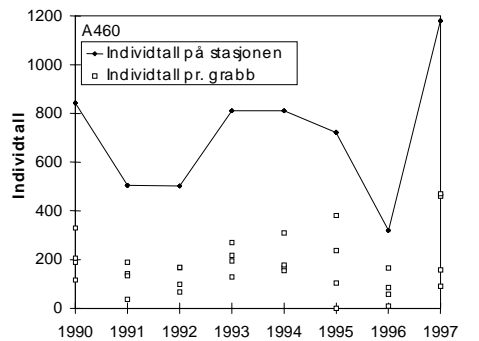
Figur 21. Artsmangfold (H) på stasjon A360



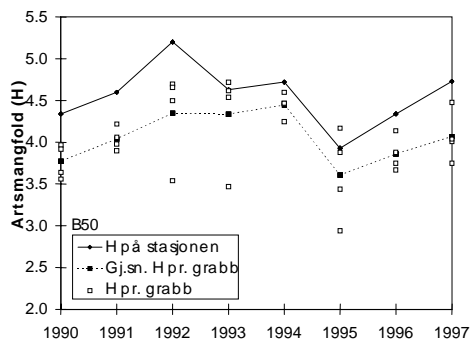
Figur 22. Individtall på stasjon A360



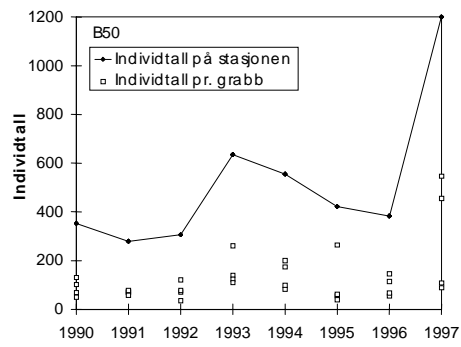
Figur 23. Artsmangfold (H) på stasjon A460



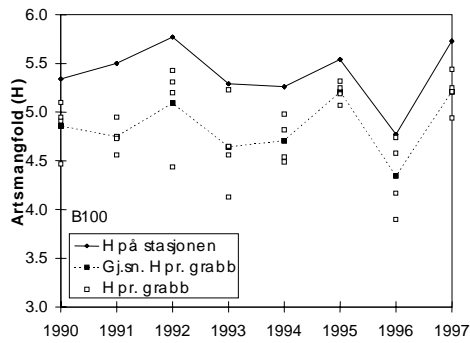
Figur 24. Individtall på stasjon A460



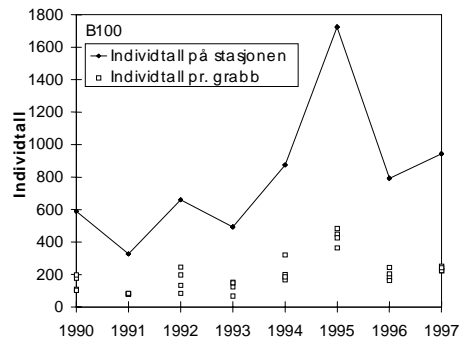
Figur 25. Artsmangfold (H) på stasjon B50



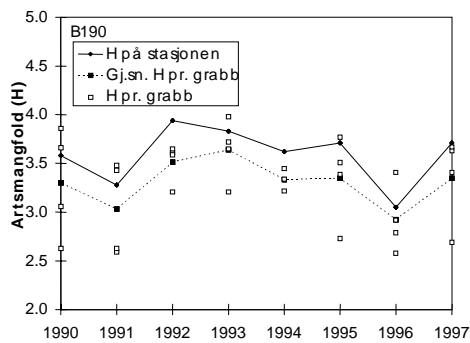
Figur 26. Individtall på stasjon B50



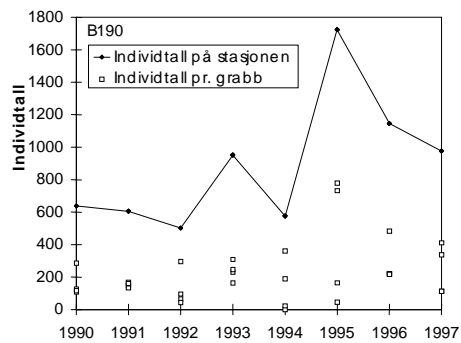
Figur 27. Artsmangfold (H) på stasjon B100



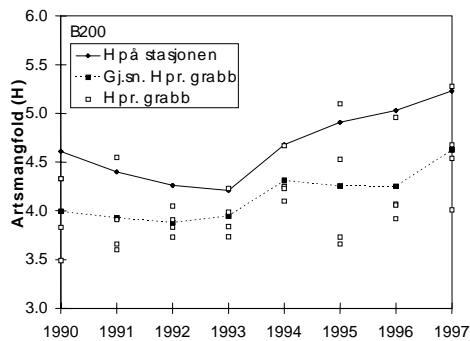
Figur 28. Individtall på stasjon B100



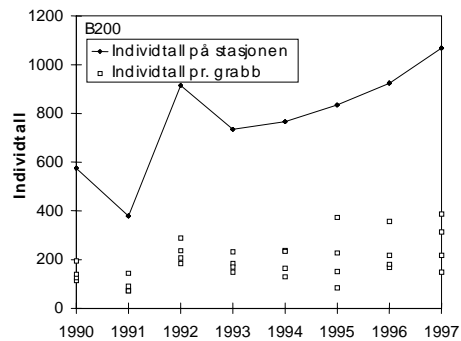
Figur 29. Artsmangfold (H) på stasjon B190



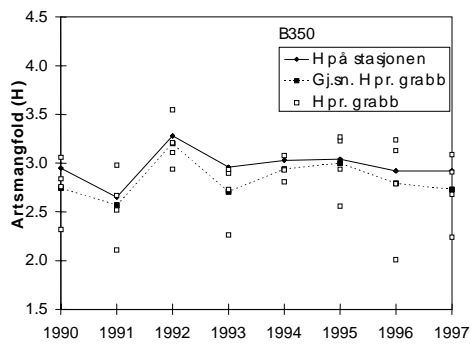
Figur 30. Individtall på stasjon B190



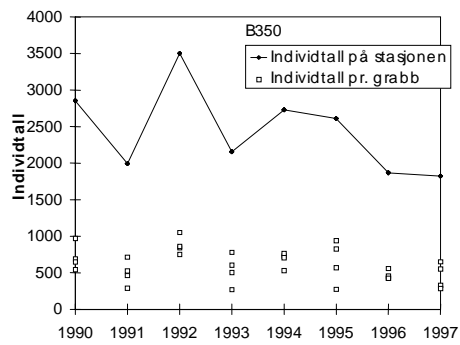
Figur 31. Artsmangfold (H) på stasjon B200



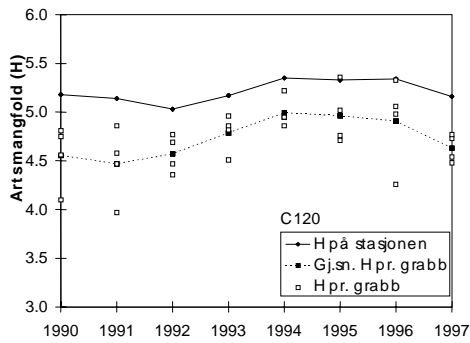
Figur 32. Individtall på stasjon B200



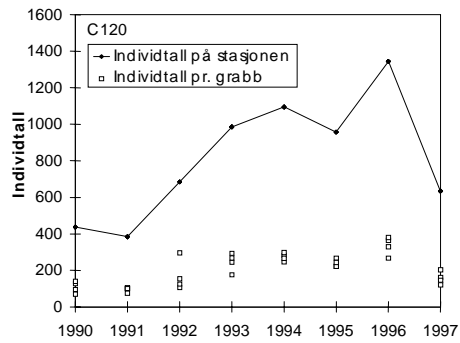
Figur 33. Artsmangfold (H) på stasjon B350



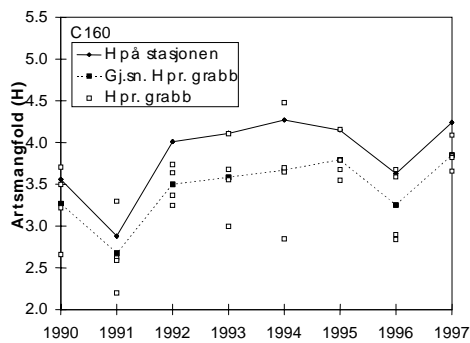
Figur 34. Individtall på stasjon B350



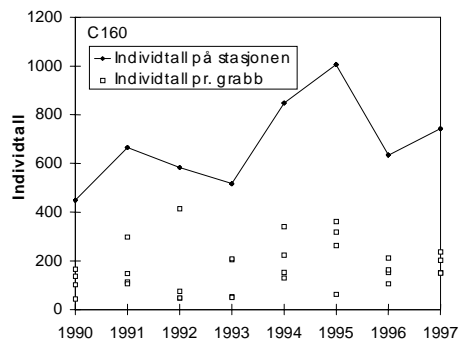
Figur 35. Artsmangfold (H) på stasjon C120



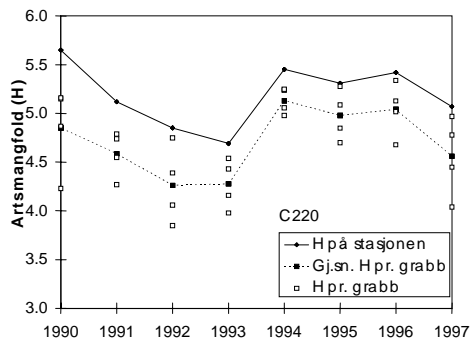
Figur 36. Individtall på stasjon C120



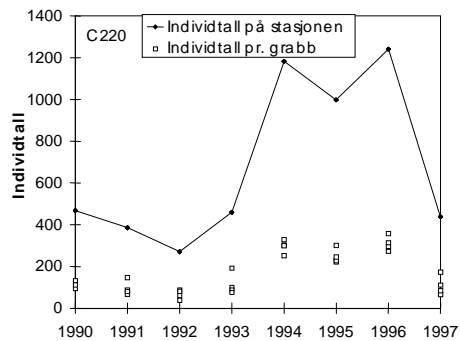
Figur 37. Artsmangfold (H) på stasjon C160



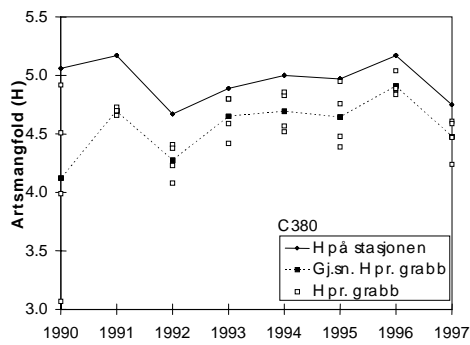
Figur 38. Individtall på stasjon C160



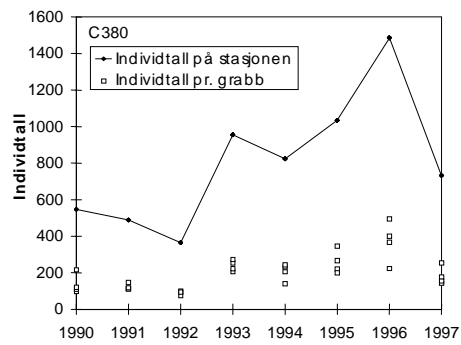
Figur 39. Artsmangfold (H) på stasjon C220



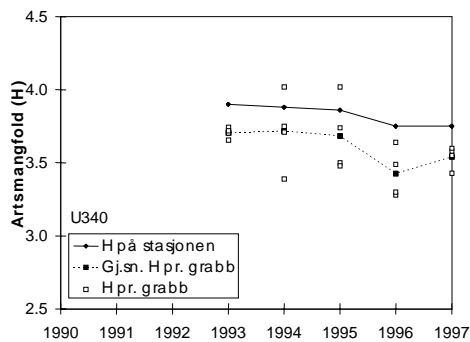
Figur 40. Individtall på stasjon C220



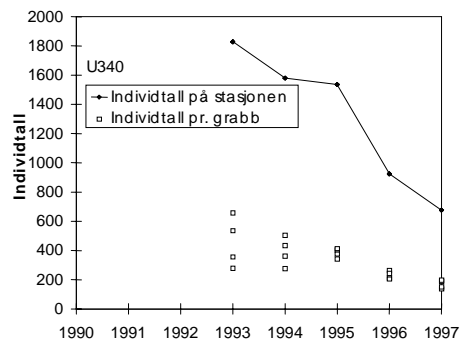
Figur 41. Artsmangfold (H) på stasjon C380



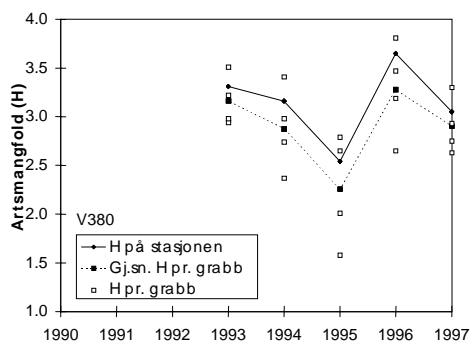
Figur 42. Individtall på stasjon C380



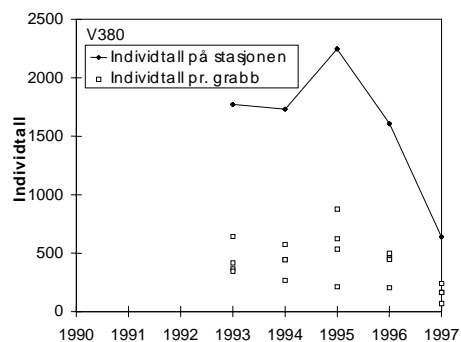
Figur 43. Artsmangfold (H) på stasjon U340



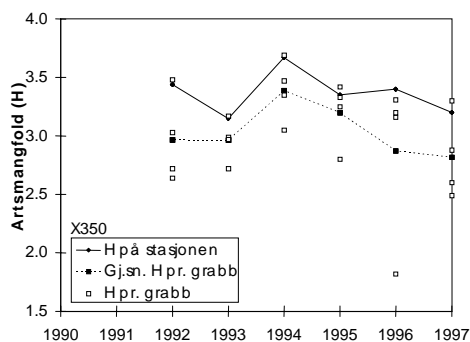
Figur 44. Individtall på stasjon U340



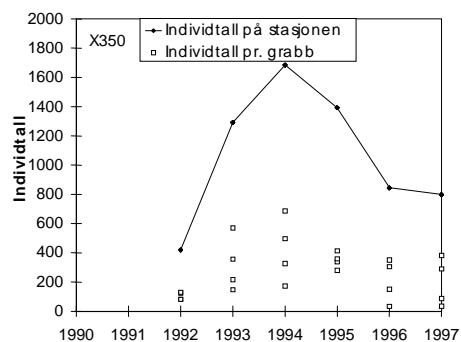
Figur 45. Artsmangfold (H) på stasjon V380



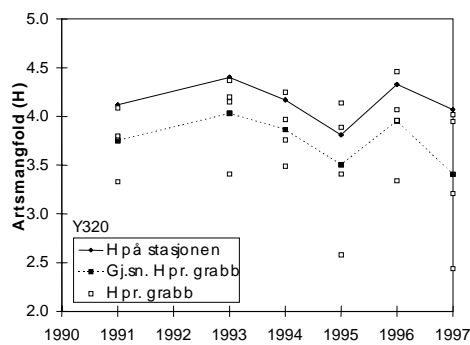
Figur 46. Individtall på stasjon V380



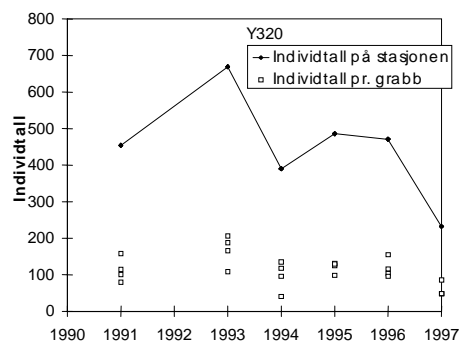
Figur 47. Artsmangfold (H) på stasjon X350



Figur 48. Individtall på stasjon X350



Figur 49. Arsmangfold (H) på stasjon Y320



Figur 50. Individtall på stasjon Y320

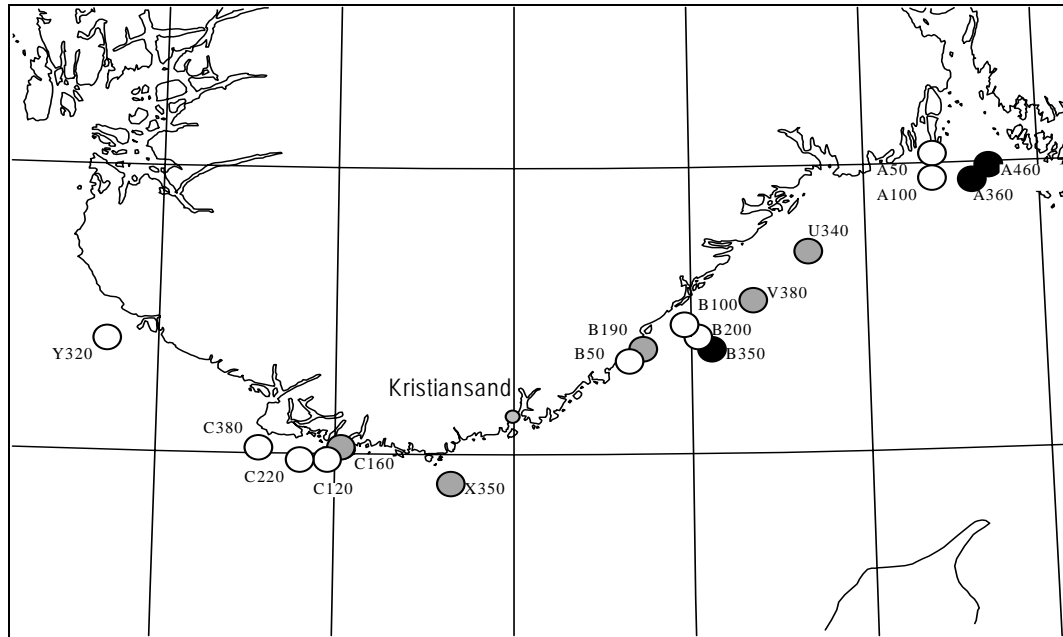
3.3 Diskusjon

Tolkningen av resultatene vist i Figur 17-Figur 50 blir nokså usikker. Tendensen er sjelden entydig. Et gjennomgående trekk er økning i individtall på noen av stasjonene. De lave individtallene i 1990-1992 kan skyldes ettervirkninger av de giftige algene som opptrådte langs kysten av Sørlandet i 1988 (Oug 1998; Rygg 1998b). For svært få av stasjonene viste artsmangfoldet entydig tendens til utvikling over tid. Fra 1990-93 til 1994-97 var det en nedgang i artsmangfoldet på A100 og en oppgang på B200, men forløpet av kurvene kan tyde på at det forekommer flerårige naturlige svingninger.

I 1998 gjorde NIVA en samlet gjennomgang av alle sine bløtbunnsdata fra kysten av Sør-Norge, hvorav kystovervåkingsdataene utgjør en del. Ved å behandle alle data samlet, lyktes det å vise en tendens til særlig høy individtetthet i bløtbunnsfaunasamfunnene i 1994 og 1995 (Rygg 1998b). Det var også en tendens til høyere individtetthet i det østlige Skagerrak enn lenger vest (Rygg 1998c). Både den høyere individtettheten østover og maksimumet i 1994-95, ble satt i sammenheng med større næringstilgang.

Undersøkelser av individtetthet hos bløtbunnsfauna og partikulært organisk materiale i vannmassene framtrer som gode indikatorer på eutrofi. De bør fortsatt, sammen med hydrografiske målinger og næringssaltmålinger, benyttes for å følge utviklingen i årene framover. De omfangsrrike databasene ved NIVA utgjør et verdifullt grunnlag for å bedømme framtidige overvåkingsresultater og sette dem inn i en langtidssammenheng.

I Figur 51 er det foretatt en klassifisering av tilstand i 1997, basert på artsmangfold, i følge kriterier i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *et al.* 1997). Klassene er stort sett de samme som i tidligere år. Tilstandsklasse II og III opptrådte på de dype stasjonene øst for Lindesnes (dypere enn 300 m) og på to innaskjærs stasjoner (C160 og B190).



- = Tilstandsklasse I: Meget god tilstand
- = Tilstandsklasse II: God tilstand
- = Tilstandsklasse III: Mindre god tilstand

Figur 51. Klassifisering av tilstand i 1997, basert på artsmangfold. Klassifisering etter Molvær *et al.* (1997).

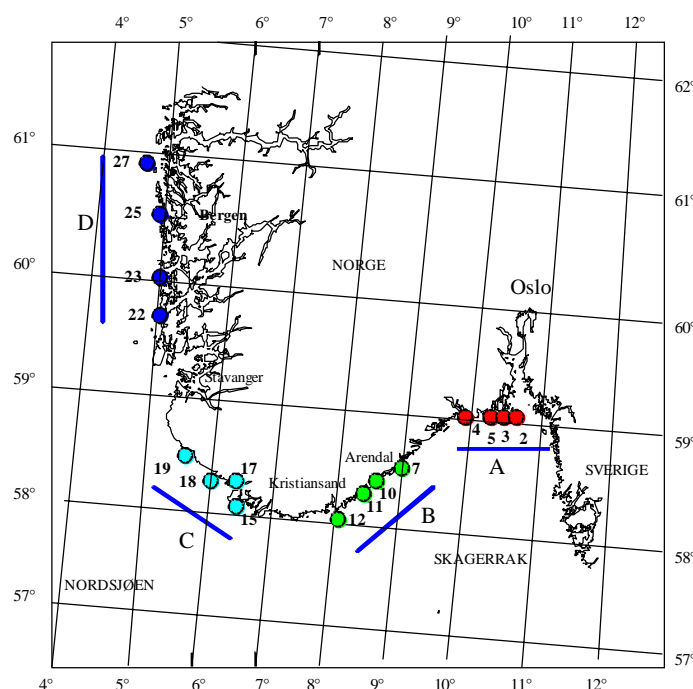
4. Biologisk mangfold på hardbunn

4.1 Undersøkellesprogram

De 16 hardbunnstasjonene under kystovervåkingsprogrammet ble undersøkt i perioden 2. - 21. juni 1997 og en stasjonsoversikt er gitt i tabell 2 og i figur 52. På samtlige stasjoner ble følgende undersøkelser foretatt: Flora og fauna langs transekt fra 0 m til maks. 30 m dyp (dykketransekt), flora og fauna i strandsonen, tarekogregistreringer, stereofotografering og billedokumentasjon ved stillfoto og videofilming av transektet, etter samme metode som i tidligere år.

Tabell 2. Stasjonsnummer og -navn, posisjon, eksponeringsgrad (1=liten, 2=moderat, 3=sterk), bunntype (F=fjell, R=rullestein, S=sand), bunnhelning (1=slak (<30°), 2=moderat (30-70°), 3=bratt (>70°)), dyp for tareundersøkelser, transektretning i grader og dypene for stereofotografering. Alle dyp i meter.

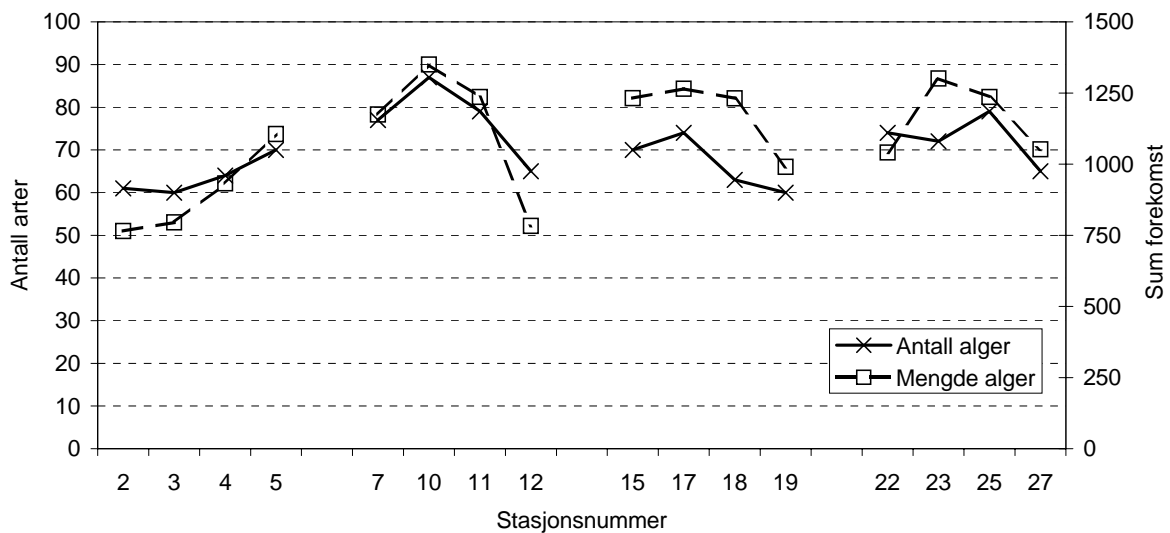
Stasjonsnummer	Stasjonsnavn	Breddegrad	Lengdegrad	Eksp	Bunntype	Bunnheln.	Tare-dyp	Transekt-retn.	Stereo dyp
A02	Færder fyr	59°01.55'	10°31.92'	3	F S	3, 1	8	100	8 / 17
A03	Lynghlm.	59°02.54'	10°17.90'	3	F R	2, 3	8	160	10 / 17
A04	Oddaneskj.	58°57.33'	09°51.95'	3	F S	1, 3	8	134	8 / 19
A05	O-skjær	58°58.35'	10°09.69'	3	F S	1, 3	8	030	11 / 18
B07	Tromøy N.	58°30.77'	08°56.79'	2	F S	2, 3	8	360	5-6 / 19
B10	Presthlm.	58°16.36'	08°32.29'	3	F	2, 3	8	140	8 / 22
B11	Humløy	58°14.33'	08°25.84'	2	F S	2	8	085	8 / 18
B12	Meholmen	58°05.68'	08°12.65'	3	F S	2, 3	8	010	6 / 23
C15	Revø	58°02.93'	06°47.82'	3	F R S	2, 1	8	190	8 / 13
C17	Stolen	58°13.31'	06°42.98'	2	F R	2	8	240	5
C18	Rosø	58°13.70'	06°30.17'	3	F R	1, 3, 1	8	170	6 / 17
C19	Oddefluei	58°28.72'	05°49.60'	3	F R	1, 2	8	120	12 / 27
D22	Marholmen	59°34.75'	05°08.90'	2	F	2, 3	8	115	10 / 21
D23	Ylvesøy	59°52.80'	05°05.30'	2	F R S	3, 2, 1	8	350	4 / 20
D25	Aarebrot	60°25.30'	04°54.59'	2	F S	2, 3, 2	8	025	7 / 21
D27	Maajøy	60°47.81'	04°41.13'	2	F S	3, 2	8	030	8 / 18



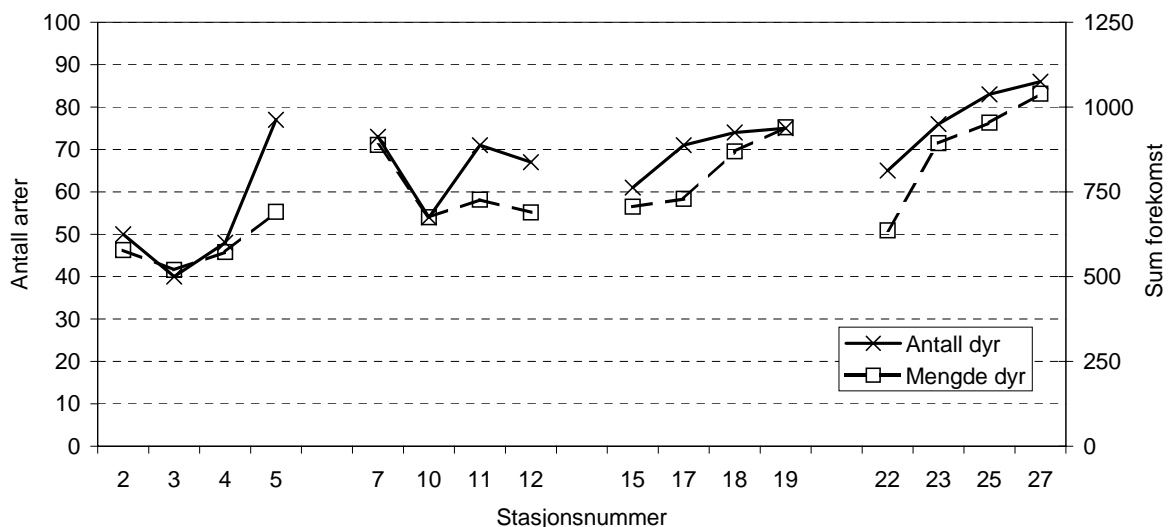
Figur 52. Geografisk lokalisering av hardbunnstasjoner og områdene A, B, C og D.

4.2 Resultater og diskusjon

4.2.1 Transektundersøkelser

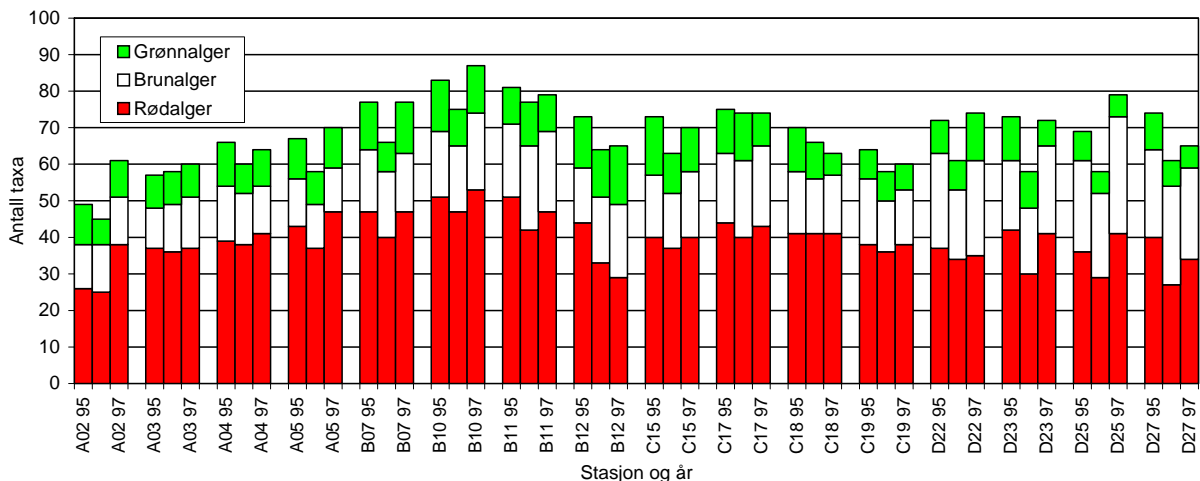


Figur 53. Antall arter og forekomst (mengde) av alger registrert på de 16 transektstasjonene i 1997. Forekomst (skala 1 - 4) er summert over alle dyp ned t.o.m. 24 m.

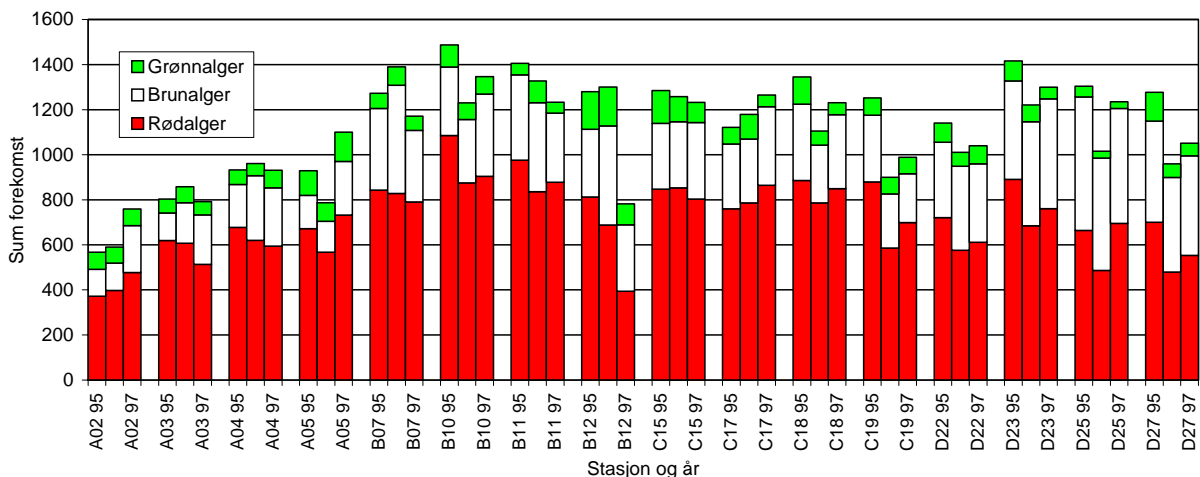


Figur 54. Antall arter og forekomst (mengde) av dyr registrert på de 16 transektstasjonene i 1997. Forekomst (skala 1 - 4) er summert over alle dyp ned t.o.m. 24 m.

Antall arter av makroalger og fastsittende dyr på hardbunn, samt relativ mengde uttrykt som summert forekomst over hele transektet ned til og med 24 m dyp, er vist i Figur 53 og Figur 54. Foruten den geografiske variasjonen med lavere artsantall og forekomst i ytre Oslofjord, viser Figur 53 meget rike algeforekomster i 1997 på stasjon 10 utenfor Grimstad med 87 arter, og svært reduserte forekomster på stasjon 12 Meholmen utenfor Kristiansand (65 arter). Antall dyr økte generelt langs kysten fra ytre Oslofjord (40 arter på stasjon 3) til vestlandet (86 arter på stasjon 27), men med enkelte unntak. Det ble registrert et uvanlig høyt antall arter på stasjon 5, O-skjær ved Svenner fyr, og stasjon 7 Tromøy utenfor Arendal, hhv. 77 og 73 arter. På stasjon 10 var artsantallet lavt (54 arter), men dette har trolig sin forklaring i de store algeforekomstene på denne stasjonen.

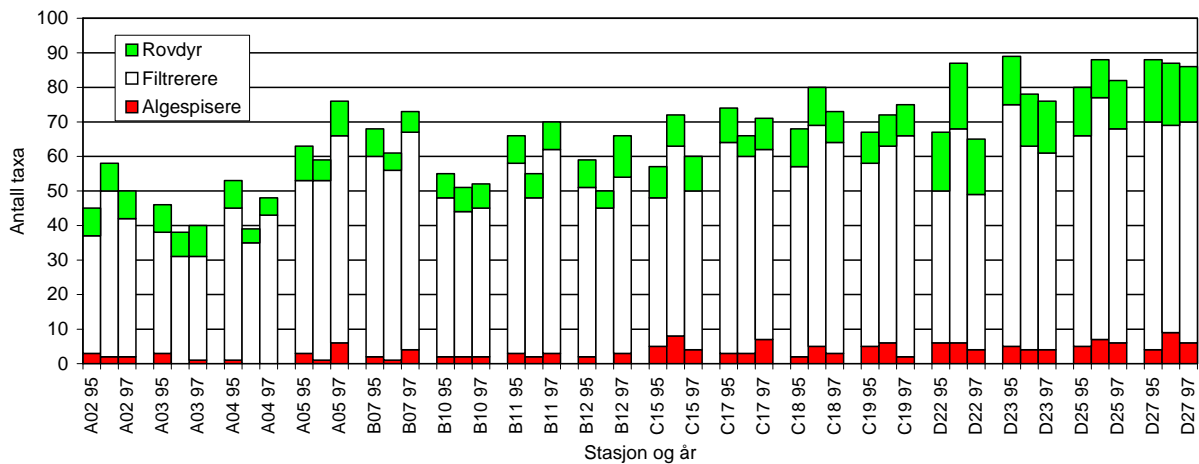


Figur 55. Antall arter av rød-, brun- og grønnalger registrert på transektstasjonene i 1995, 1996 og 1997. De tre søylene for hver stasjon viser hhv. antall rød-, brun- og grønnalger i 1995, 1996 og 1997.

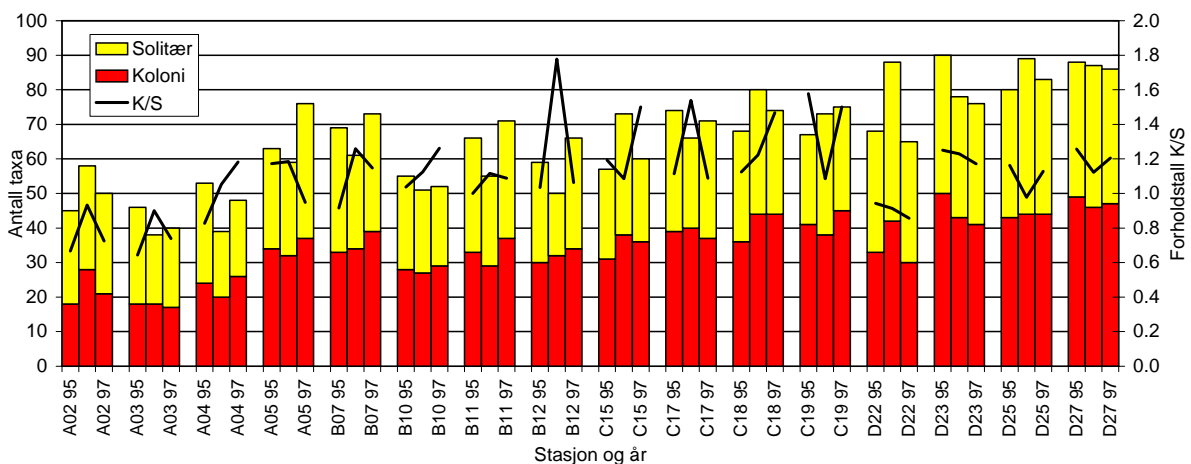


Figur 56. Sum forekomst av rød-, brun- og grønnalger registrert på de 16 transektstasjonene i 1995, 1996 og 1997. (av plasshensyn er akseforklaringen for 1996-søylene utelatt).

Sammenliknet med tidligere år (1995 og 1996) var det i 1997, med enkelte unntak, bare små variasjoner i antall arter og forekomst av alger mellom årene (Figur 55 og Figur 56). Som vist i Figur 55, ble det i 1997 registrert en sterk økning i antall rødalger på stasjon 2 Færder. Også på stasjon 5 (Oskjær, Svenner fyr) var den økning i antall rødalger. På stasjon 12 Meholmen utenfor Kristiansand, ble det funnet en klar reduksjon i antall rødalger, men en økning i antall brun- og grønnalger. På vestlandsstasjonene 23 og 25 ble det registrert en økning i antall brunalger sammenliknet med tidligere år. Det som ellers framgår av sammenlikningen er at artsantallet generelt var lavere i 1996 enn i 1995 og 1997. Dette har trolig sin forklaring i klimatiske variasjoner. Årene 1995 og 1997 hadde en mild vinter/vår, mens 1996 var svært kald. Klimatiske og hydrografiske forhold i 1995 og 1996, er beskrevet i årsrapporter for disse årene (Pedersen et al. 1996 og Moy et al. 1997). Noe av det samme mønsteret, men med langt flere unntak, framkommer også i Figur 56 som viser summert forekomst av rød-, brun- og grønnalger. 1995 framstår som et rikt rødalge år, mens 1996 generelt hadde lavere forekomst av rødalger og for en del stasjoner høyere forekomst av brunalger. Figur 56 viser en sterk reduksjon i rødalgeforekomsten på stasjon 12 i 1997. Årsaken til dette er ikke klarlagt.



Figur 57. Antall arter av rovdyr, vannfiltrerere og algespisere registrert på transektstasjonene ned t.o.m. 24 m dyp i 1995, 1996 og 1997.

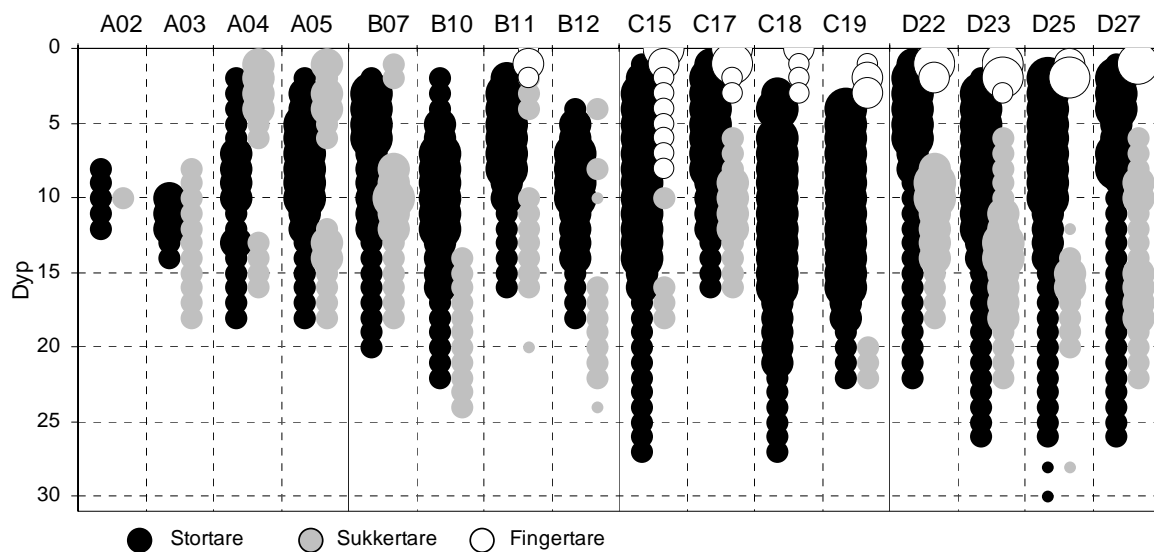


Figur 58. Fordelingen mellom antall solitære og kolonidannende dyr registrert på transektstasjonene ned t.o.m. 24 m dyp i 1995, 1996 og 1997.

Med enkelte unntak (st. 2, 15, 18, 22 og 25) var også antall arter av dyr lavere i 1996 enn i 1995 og 1997 (Figur 57). Spesielt var antallet solitære dyr lavere i 1996, som vist i Figur 58 ved høye forholdstall (K/S). Et høyere artsantall i 1996 på st. 2, 15, 18, 22 og 25, skyldes generelt et høyere antall solitære vannfiltrerere og algespisere. Generelt var det en økning i antall arter innen alle fødekategoriene fra øst mot vest. Det var også en svak økning i antallet av kolonidannende former i forhold til solitære arter fra øst mot vest, med unntak av vestlandsstasjonene (st. 22 - 27) hvor solitære vestlandsarter ga et lavere forholdstall mellom disse to leveformene (Figur 58).

Stasjon 12 Meholmen, hvor algevegetasjonen var sterkt redusert i 1997, viste ingen unormaliteter m.h.t. antall dyrearter.

Generelt sett skilte ikke året 1997 seg vesentlig fra året 1995, mens 1996 hadde en noe fattigere flora og fauna. Temperaturen i vannet var svært lav på samtlige stasjoner under registreringsarbeidet i juni 1997 og mange "sommer-/sen vår"-alger var meget små av vekst. Reproduksjonsorgan hos dyr var også kommet kort i utvikling. Under feltarbeidsperioden (juni) var det generelt dårlig sikt i vannet på alle stasjoner foruten stasjon C19, og dette vanskeliggjorde registreringsarbeidet til en viss grad.



Figur 59. Forekomst og vertikalutbredelse av stortare, *Laminaria hyperborea*, sukkertare, *L. saccharina*, og fingertare, *L. digitata*, i 1997. Bredden på de vertikale søylene uttrykker mengdemessig forekomst.

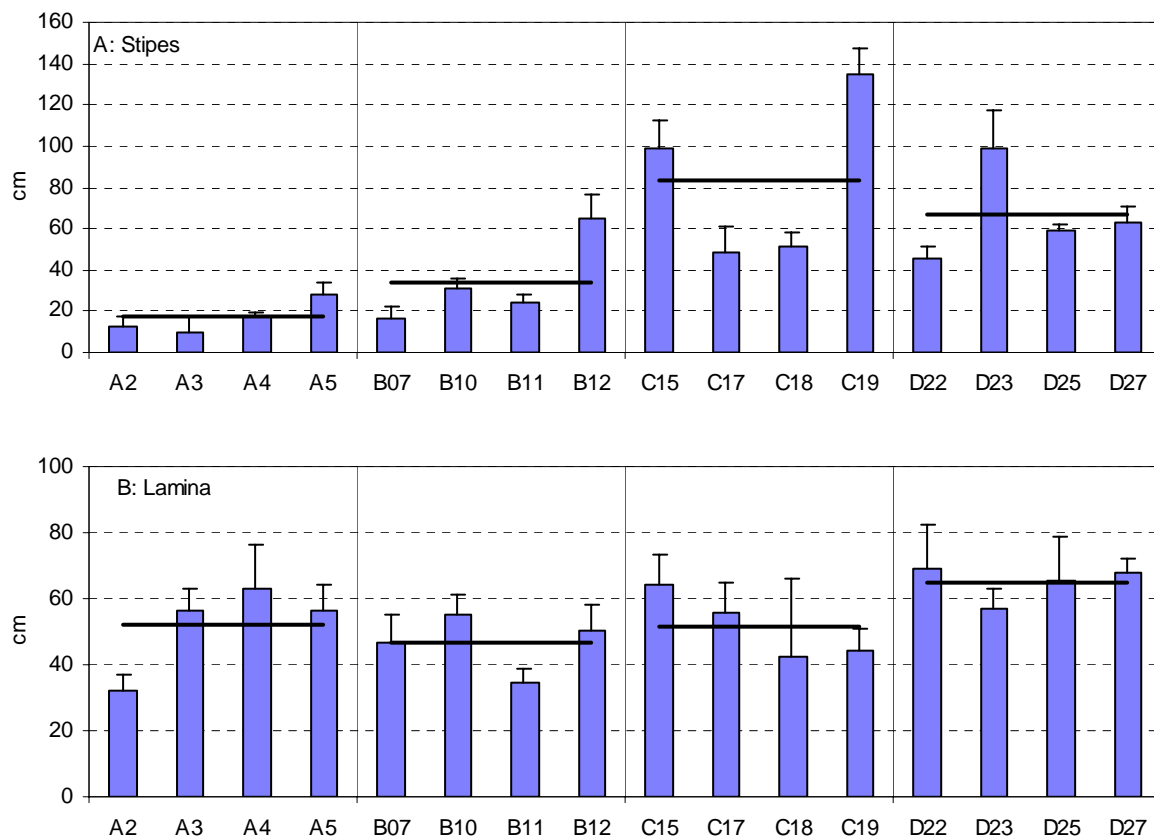
4.2.2 Tareskogundersøkelser

Forekomst og vertikalutbredelse av stortare, *Laminaria hyperborea*, sukkertare, *L. saccharina*, og fingertare, *L. digitata*, på transektstasjonene i 1997, er vist i Figur 59. Langs kysten fra ytre Oslofjord til vestlandet, øker både forekomst og vertikalutbredelse av stortare. Dette samstemmer med tidligere år. Spesielt på stasjonene i ytre Oslofjord (st A2 og A3) var forekomsten av stortare beskjeden. Størst forekomst ble registrert på sørvestlandet (st C15 til C19, med unntak av fjordstasjonen C17). Mange av stasjonene hadde store forekomster av sukkertare i 1997. De to tareartene er konkurrenter og dominerende forekomst av den ene begrenser forekomsten av den andre, men stortaren med sin lange stilk vil til syvende og sist stjele lyset fra sukkertaren. Vekslende dominans på de ulike dyp illustreres godt i Figur 59. Størst forekomst av sukkertare finner en som oftest på litt dypere vann hvor stortareskogen slutter eller blir mer glissen. I Skagerrak reduseres øyensynlig stortarens vekstvilkår, og forekomsten av sukkertare øker. På stasjonene A04 og A05 og i noen grad også på B-stasjonene, var sukkertare vanlig til dominerende også i de øvre 5 meterene. På vestlandsstasjonene (D22 - D27) syntest stortareskogens vertikalutbredelse å ha blitt redusert i forhold til tidligere år, samtidig som forekomst og vertikalutbredelse av sukkertare har økt.

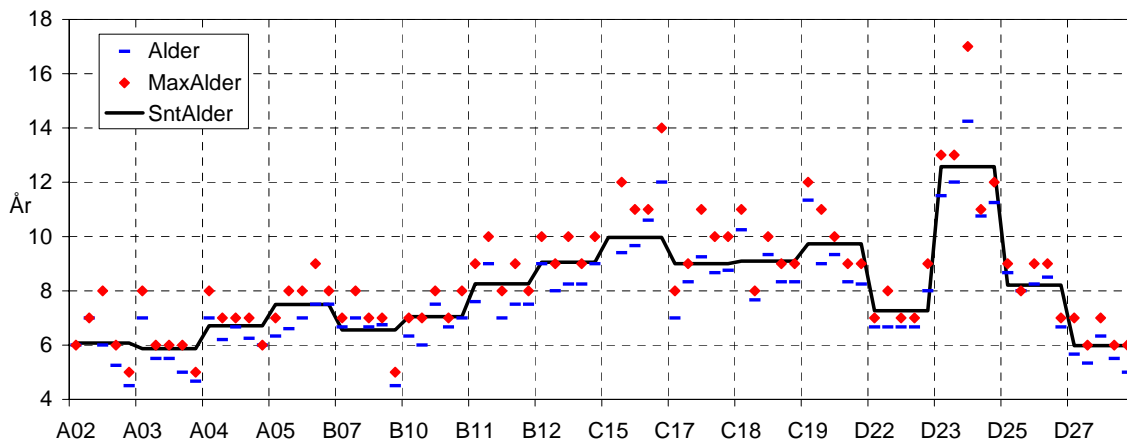
Som det framgår av Figur 59, ble fingertare bare registrert på stasjon B11 og på vest- og sørvestlandet. Forekomsten av fingertare er redusert i Skagerrak, men samtidig kan det være vanskelig å skille mellom fingertare og stortare, spesielt hos yngre planter. Fingertare kan på enkelte stasjoner være registrert som *Laminaria* sp. eller som *Laminaria* juvenil, men disse to kategoriene er ikke tatt med i Figur 59.

Sammenliknet med 1996, var det ingen endring i forekomsten av stortare på stasjonene A02 - A04. På A05 ble det registrert en tilvekst av stortare i forhold til 1996. På B10 var tareskogen i 1996 relativt mer glissen enn øvrige stasjoner i B-området, men 1997 resultatet viste god tilvekst. Sammenliknet med 1996 var nedre voksegrense i 1997 redusert på stasjonene B12 og C19, fra hhv. 24 til 18 m og 26 til 22 m, men dette skyldes trolig naturlige biologiske variasjoner.

Tetthetsmålinger av utvalgte arter, samt lengdemåling og aldersbestemmelse av stortare basert på 5 tilfeldige individer blant canopypopulasjonen, ble gjennomført på ca. 8 m dyp på samtlige stasjoner. Lengde av stortarestipes og lamina er vist i Figur 60. Stortarens stipeslengde (stilk lengde) økte som tidligere år, fra ca. 20 cm i ytre Oslofjord til et maksimum på sørvestlandet med 150 cm. De svært



Figur 60. Lengde av stortarestipes og lamina på 5 individer fra hver stasjon i 1997.



Figur 61. Alder bestemt for 5 stortare-individer fra hver stasjon i 1997. Linje (SntAlder) viser gjennomsnittlig alder bestemt ved telling av årringer i både tversnitt og lengdesnitt. Maksimalt antall årringer funnet for hver plante er markert med punkt (MaxAlder).

bølgeeksponerte stasjonene C15 og C19, hadde de lengste tareplantene (Figur 60A). På vestlandet var gjennomsnittlig stipeslengde (på 8 m dyp) rundt 60 cm, med de lengste individene (ca. 100 cm) på stasjon D23, Ylvesøy ved Brandasund. Sammenholdt med tarens alder, som er vist i Figur 61, er det en klar sammenheng mellom stipeslengde og tareplantenes alder i D-området. På stasjon D22 var

stipeslengden (Figur 60A) halvert i 1997 sammenliknet med i 1996. Men samtidig var alderen hos taren i canopysjiktet også redusert til 7 år. På stasjon D23 var gjennomsnittsalderen 12-13 år og lengden rundt 100 cm. Unge (fra 5 til 9 år) og korte (fra 40 til 70 cm) canopyindivider på vestlandsstasjonene 22, 25 og 27, tyder på at skogen av eldre individer har død eller er blitt revert bort f.eks. av vinterstormer, slik at canopysjiktet i 1997 utgjøres gjenværende av yngre planter. Slike generasjons-skifter er vanlige.

Gjennomsnittlig alder på tareplantene Skagerrak (ut fra antall synlige årringer) økte fra 6 år i ytre Oslofjord til 9 år på B12 utenfor Kristiansand (Figur 61).

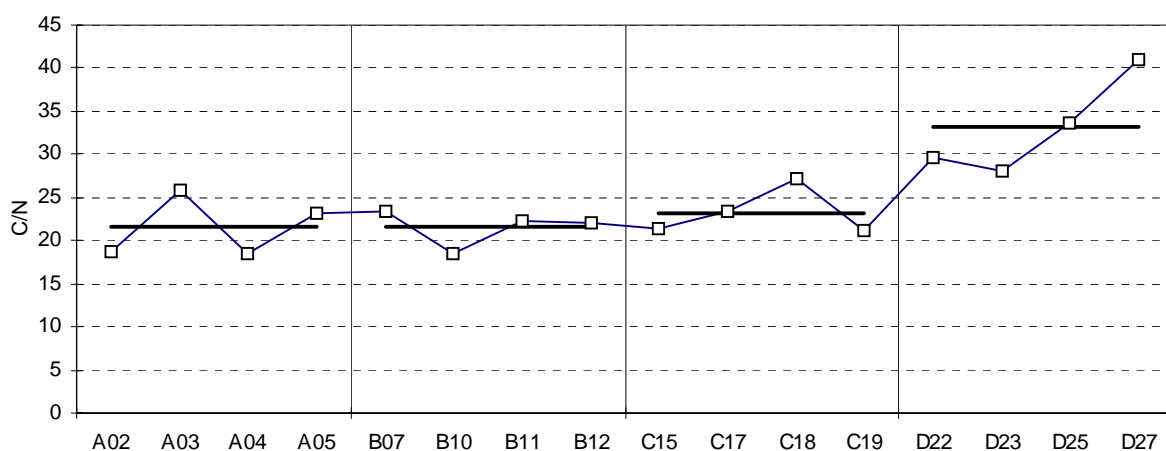
Stipes på taren er flerårig, mens lamina (bladet) vokser ut hver vår og slites av om høsten/vinteren. Lengden av lamina (Figur 60B) var omtrent lik (ca. 50 cm) for alle de 4 områdene. Individuell produksjon, basert på lengdemål av lamina, synes relativt lik i Skagerrak og på vestlandet.

Individtetthet av canopy individer varierte fra $\frac{1}{2}$ plante/ m^2 (Færder, ytre Oslofjord) til 18 planter/ m^2 (C 15, Farsund). Det var stor variasjon i individtetthet fra stasjon til stasjon og mellom ulike størrelsesklasser av stortare (canopy-individer, middelsstore og små planter). Generelt synes resultatene å gjenspeile en naturlig invers sammenheng, i det stor canopytetthet reduserer tettheten av yngre generasjoner, mens en redusert tetthet i canopysjiktet gir rik tilvekst av yngre individer. Tetthetsdataene vil bli nærmere analysert i samband med gjennomgangen av hele materialet. Kun på to av vestlandsstasjonene var tettheten av kråkeboller så høy at kråkeboller lot seg registrere i tellinger innen 4 kvadrater á $3 m^2$ (fra 1 til 4 individer på totalt $12 m^2$).

4.2.3 Karbon på nitrogeninnhold i stortare-lamina

Kjemiske analyser av blandprøver av 10 individer fra 8 m dyp på hver stasjon, viser et tilnærmet likt C/N-forhold for områdene A, B og C (Figur 62), mens område D hadde et meget høyt forholdstall, spesielt p.g.a. lavt nitrogeninnhold i taren fra stasjon D25 og D27. Høye forholdstall betyr lavt nitrogeninnhold i forhold til karbon og kan indikere at plantene er nitrogenbegrenset.

Erfaringsvis, er forholdstallet normalt høyere på vestlandet, men forholdstall på 35 til 40 er høyere enn alle tidligere registreringer (Figur 62). De høye forholdstallene kan henge sammen med meget rask vekst hos de unge individene på stasjon D25 og D27, som våren 1997 hadde overtatt canopysjiktet (jfr. Figur 61). Generelt har C/N-forholdet i A-området ligget under 20, mens det i 1997 var økt til over 20. I 1996 var C/N-forholdet meget høyt i område B. I 1997 er imidlertid C/N-forholdet igjen på normalt nivå for dette området sammenliknet med tidligere år.



Figur 62. C/N-forhold i tareblad innsamlet i 1997.

Mengdeforholdet mellom karbon, nitrogen og fosfor (CNP-forhold) i stortare har nær tilknytning til næringsaltsituasjonen i vannmassene, da brunalger akkumulerer næringsalter i vinterperioden og lagrer disse (spesielt nitrogenforbindelser) i vevet til bruk i næringsfattige perioder, som rett etter våroppblomstringen. NIVA gjennomførte i 1992 og 1993, parallelt med kystovervåkingstoktet, et forskningsprosjekt på innholdet av karbon, nitrogen og fosfor i tare langs kysten av Sør-Norge. Prosjektet ga viktig kunnskap om koblingen mellom næringsaltsituasjonen i vannmassene og biotilgjengeligheten av disse. Analysing av C, N og P i tarelamina har siden dette inngått som en rutinemessig del av kystovervåkningsprogrammet.

5. Referanser

- Agger T.H., Kaas H., Knipschildt F., Brodersen K., Dahl K., Rasmussen B., Nørrevang Jensen J., Krause-Jensen D. & P.B. Christensen. 1994. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Marine områder. Fjorde, kyster og åbent hav. Danmarks miljøundersøkelser. Rapport nr. 117/1994. 177 s.
- Aure, J. et.al. 1998. Havets miljø 1998, Fisken og Havet, Særnr. 2:1998.
- Axelsson R. & L. Rydberg. 1993. Utvärdering av Bohusläns kustvattenkontrollprogram för perioden 1990-92. Hydrografi og näringsämnen. Rapport från Oceanografiska institutionen. Röda serien nr. 19. 56 s.
- Baalsrud K. & J. Magnusson. 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Fremdriftsrapport. Undersøkelser i 1988. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 376/89. NIVA-rapport 2289. 90 s.
- Enoksson V., Sörensson F., Graneli W. & R. Elmgren. 1990. Nitrogen transformations in the Kattegat. *Ambio* 19, 159-166.
- Granéli E., Paasche E. & S.Y. Maestrini. 1993. Three years after the *Chrysochromulina polylepis* bloom in Scandinavian waters in 1988: Some conclusions of research and monitoring, pp 23-32. In: *Toxic phytoplankton blooms in the sea*. (Eds: Smayda T.J. & Shimizu Y.). Elsevier Science Publ., Amsterdam.
- Johannessen, T and Dahl, E. 1996. Declines in oxygen concentrations along the Norwegian Skagerrak coast, 1927 - 1993: A signal of ecosystem change due to eutrophication? *Limnol. Oceanogr.* 41.
- Josefson A. B. & S. Smith. 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.
- 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 västkust. 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.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997, 36 s.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Pedersen, A., Rygg, B., Walday, M. 1997. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1996. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 721/97. NIVA-rapport 3736-97. 123 s.
- Naturvårdsverket. 1988. Monitor 1988. Östersjön och Västerhavet - Livsmiljöer i förändring (Bernes, C. ed.). Solna. 207 pp.

- Oug E, 1998. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. Norsk institutt for vannforskning. 34 s. (NIVA 3829-98)
- Pearson T. H., Josefson A. B. & R. Rosenberg. 1986. Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 92, 157-206.
- Pedersen A. & B. Rygg. 1990. Program for langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Del I. Bentiske organismesamfunn. NIVA-notat O-89131, 33 s.
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Rygg, B., Walday, M. 1995a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990 - 1994. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 624a/95. NIVA-rapport 3332-95. 115 s.
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Oug, E., Rygg, B., Walday, M. 1995b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990 - 1994. Vedleggsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 624b/95. NIVA-rapport 3333-95. 269 s.
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Omli, L., Rygg, B., Walday, M. 1996. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1995. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkningsrapport 680a/96. NIVA-rapport 3583-96. 101 s.
- 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. Poll. Bull.* 16, 227- 231.
- Rosenberg R., Elmgren R., Fleischer S., Jonsson P., Persson G. & H. Dahlin. 1990. Marine eutrophication case studies in Sweden. *Ambio* 19, 102-108.
- Rosenberg R., Gray J. S., Josefson A. B. & T. H. Pearson. 1987. Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 105, 219-251.
- Rygg B, 1998a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1997. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 727/98. TA-1535/1998. 50 s. (NIVA 3826-98)
- Rygg B, 1998b. Endringer i trofinivå og individtetthet hos bløtbunnsfaunaen langs kysten av Sør-Norge. Norsk institutt for vannforskning. 14 s. (NIVA 3885-98)
- Rygg B, 1998c. Biologisk mangfold i bløtbunnsfaunasamfunn langs kysten av Sør-Norge. VANN-1-1998, Årg. 33, s.12-18
- Tunberg B. 1994. Övervakning av mjukbottenfauna längs Sveriges västkust. Naturvårdsverket Rapport 4287, 72s.
- Wulff F., Stigebrandt A. & L. Rahm. 1990. Nutrient dynamics of the Baltic Sea. *Ambio* 19, 126-133.
- Ærtebjerg, G., Carstensen, J., Conley, D., Dahl, k., Hansen, J., Josefson, A., Kaas, H., Markager, S., Nielsen, T.G., Rasmussen, B., Krause-Jensen, D., Hertel, O., Skov, H., Svendsen, L.M. (1998). Vandmiljøplanens overvåkningsprogram 1997. Marine områder. Åbne farvande – status over miljøtilstand, årsagsammenhænge og udvikling. Danmarks Miljøundersøkelser. Fagelig rapport nr. 254, 1998.