



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 52|82

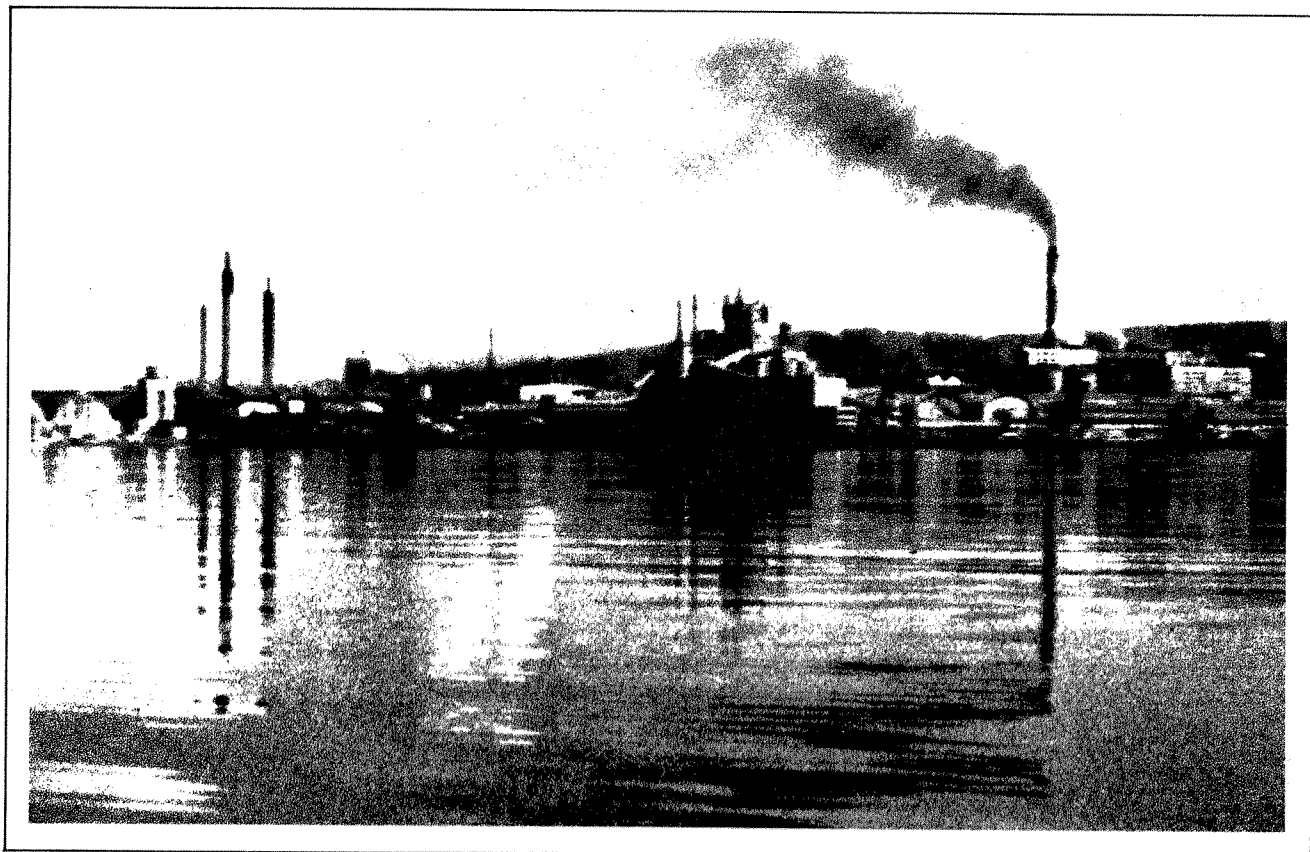
Oppdragsgivere

Statens forurensningstilsyn
Fylkesmannen i Telemark

Deltakende institusjoner

NIVA
Telemark fylkeskommunale
analyselaboratorium
Veterinærinstituttet

Grenlandsfjordene og Skienselva 1981



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 8000312
Undernummer: (04)
Løpenummer: 1422
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Grenlandsfjordene og Skienselva 1981 (Overvåkingsrapport nr. 52/82)	Dato: 4. oktober 1982
	Prosjektnummer: 8000312
Forfatter(e): Jon Knutzen Jarle Molvær Gunnar Norheim Jens Skei	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 66

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn Fylkesmannen i Telemark	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

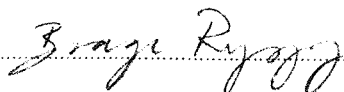
Ekstrakt:

Forurensningstilførslene i 1981 var omtrent som i foregående år. Vannkvaliteten i overflatelaget var bedre i 1977-81 enn i 1974-76. Kvikksølvkonsentrasjonene i Herøyakanalen var lavere enn i 1980. PAH i blåskjell fra Brevik-Langesund -området var varierende og opp til 50-100 ganger det normale. Klorerte hydrokarboner i fisk har vist et stabilt nivå de siste årene, men dekalorbifenyli hadde fremdeles et høyt nivå etter den sterke økningen fra 1979 til 1980. Algevegetasjonen i 1980-81 viste en positiv utvikling siden 1974-76.

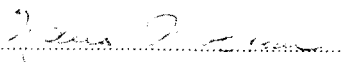
Statlig program
1. Overvåkingsrapport nr. 52/82
2. Forurensninger
3. Grenlandsfjordene
4. Skienselva
Undersøkelser 1981

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.

Prosjektleder:



Seksjonsleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0538-1



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0-8000312

Statlig program for forurensningsovervåking

GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA 1981

4. oktober 1982

Prosjektleder: Brage Rygg, NIVA

Medarbeidere: Jon Knutzen, NIVA
Jarle Molvær, NIVA
Gunnar Norheim,
Veterinærinstituttet
Jens Skei, NIVA

F O R O R D

Undersøkelsesområdet omfatter Grenlandsfjordene og den sjøvannspåvirkete nedre delen av Telemarksvassdraget (Skienselva). Denne rapporten framlegger resultatene fra undersøkelsene i 1981, og sammenligner dem med tidligere års resultater.

Overvåkingen av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, og finansieres av 1) Statens forurensningstilsyn, 2) den lokale industrien (Norsk Hydro, Saga Petrokjemi, Union, Elkem PEA) og 3) Telemark fylkeskommune.

Oppdraget utføres av NIVA i samarbeid med Telemark fylkeskommunale analyselaboratorium, Veterinærinstituttet og Norges Veterinærhøgskole. Utenom det statlige programmet utfører Fiskeridirektoratet, de lokale helse- og veterinærmyndigheter og Norsk Hydro A/S undersøkelser av overvåkingskarakter.

Kontaktutvalget for fjordundersøkelser i Grenland samordner overvåkingen. Utvalget er nedsatt av Fylkesmannen i Telemark, og består av representanter for fylkesmann og fylkeskommune, Statens forurensningstilsyn, helse- og veterinærmyndigheter, Fiskeridirektoratet, industrien og NIVA.

Overvåkingen startet i 1977 etter en tre-års basisundersøkelse. Basisundersøkelsen tok for seg et bredt spektrum av forurensningsproblemene. Resultatene er sammenfattet i en sluttrapport (NIVA, 1979). Også tidligere har Grenlandsfjordene vært gjenstand for ulike undersøkelser. En sammenstilling av disse er gjort av NIVA (1973). Hittil utgitte NIVA-rapporter fra overvåkingen er listet på omslagets 3. side.

Oslo, 4. oktober 1982

Brage Rygg

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
INNHold	2
KONKLUSJONER	3
1. INNLEDNING	5
2. VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET	9
2.1 Arbeidsprogram i 1981	9
2.2 Meteorologiske og hydrologiske forhold i 1981	12
2.3 Overflatelaget	14
2.4 Intermediært lag og dypvann	19
2.5 Kvikksølv i vann	25
3. MILJØGIFTER	27
3.1 Metaller i alger	27
3.2 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell	31
3.3 Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk	35
4. FASTSITTENDE ALGER OG DYR	38
4.1 Materiale og metoder	38
4.2 Resultater og diskusjon	41
4.3 Observasjoner av dyr	49
5. REFERANSER	51
APPENDIKS	53

KONKLUSJONER

1. Undersøkellesområdet omfatter Grenlandsfjordene og Skienselva. De indre deler av fjordsystemet er resipienter for store og mangeartede utslipp. Forurensningstilførslene i 1981 var omtrent som i foregående år.
2. I 1981 har observasjonene bestått i hydrografiske og hydrokjemiske målinger på 10 stasjoner, målinger av kvikksølv i vann i de indre områder, miljøgifter i alger, blåskjell og fisk, og observasjoner av hardbunnsorganismesamfunn ved dykking til nedre grense for algevekst og stereofotografering.
3. Sammenlignet med 1980 var det i 1981 små forandringer i vannkvalitet i overflatelaget. Imidlertid var tilstanden i 1977-1981 bedre enn under basisundersøkelsen i 1974-76. Siktedypet har forbedret seg i Frierfjorden. Konsentrasjonene av organisk karbon, fosfor og nitrogen har avtatt, enten i elva og fjordområdet som helhet, eller i deler av området. Nitrogenkonsentrasjonene er likevel ennå svært høye i Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden. Forbedringene for organisk stoff og fosfor synes å ha sammenheng med reduksjoner av utslipp i samme tidsrom. Konsentrasjonene av fosfor har avtatt også i Frierfjordens midlere vannlag.
4. I tidsrommet februar-mai 1981 foregikk en større utskiftning av dypvannet i Frierfjorden. Hovedinnstrømmingen av nytt vann skjedde i løpet av en uke i månedsskiftet april-mai. I mars var det hydrogen-sulfidholdig vann dypere enn ca. 45 m.
5. I 1981 ble det målt lave kvikksølvkonsentrasjoner i Frierfjordens hovedvannmasse og ved Porsgrunn bybro og utenfor Elkem PEAs kaianlegg. Kvikksølvkonsentrasjonene i utstrømmende vann gjennom Herøyakanalen fra Gunnekleivfjorden var høye, men ikke så høye som i 1980. Nedgangen skyldes trolig omlegging av et hypoklorittutslipp som har hatt en mobiliserende virkning på kvikksølv lagret i sedimentene i Gunnekleivfjorden. Kvikksølvtransporten ut Herøyakanalen sank fra ca. 100 kg i 1980 til ca. 20 kg i 1981.

6. Av de analyserte metaller i alger ble det registrert høyere konsentrasjoner enn normalt av kvikksølv, bly og mangan. Vesentlige overkonsentrasjoner av kvikksølv var begrenset til stasjonen ved utløpet av Herøyakanalen. Kvikksølv i blåskjell fra Langesundsfjorden hadde høyere konsentrasjon enn normalt, men var ikke høyere enn i de foregående år. Kadmium viste høyere konsentrasjon i 1981 enn tidligere. Kvikksølvkonsentrasjonen i torsk fra Frierfjorden var ca. 0,4 µg/g, det vil si omtrent det samme som i de tre foregående år.
7. Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell varierte fra et lavt "bakgrunnsnivå" til et nivå som lå 50-100 ganger høyere. I betraktning av at enkelte komponenter er potensielt kreftfremkallende, har PAH-forekomsten betydning for områdets rekreasjonsutnyttelse, og for eventuelle planer om kommersiell skjell- dyrking. Den viktigste kjente kilde for PAH i området er Elkem PEA i Porsgrunn.
8. I de siste årene har innholdet av klorerte hydrokarboner i fisk holdt seg ganske stabilt. Et unntak er dekalorbifenyli, som hadde svært høy konsentrasjon i fisken i 1980. Resultatene fra 1981 viste en stabil situasjon, selv om konsentrasjonen av dekalorbifenyli fremdeles var høy.
9. Resultatene fra dykkerobservasjonene i 1980-81 av algevegetasjonen i Frierfjorden og utenforliggende områder viser en positiv utvikling siden 1974-76.

Forbedringen har vært størst i ytre Frierfjord-Brevik -området, men kan også spores i indre fjord. Det må antas at utviklingen vesentlig er et resultat av minsket forurensningsbelastning fra treforedling og annen industri, spesielt fullgjødselproduksjonen på Herøya.

1. INNLEDNING

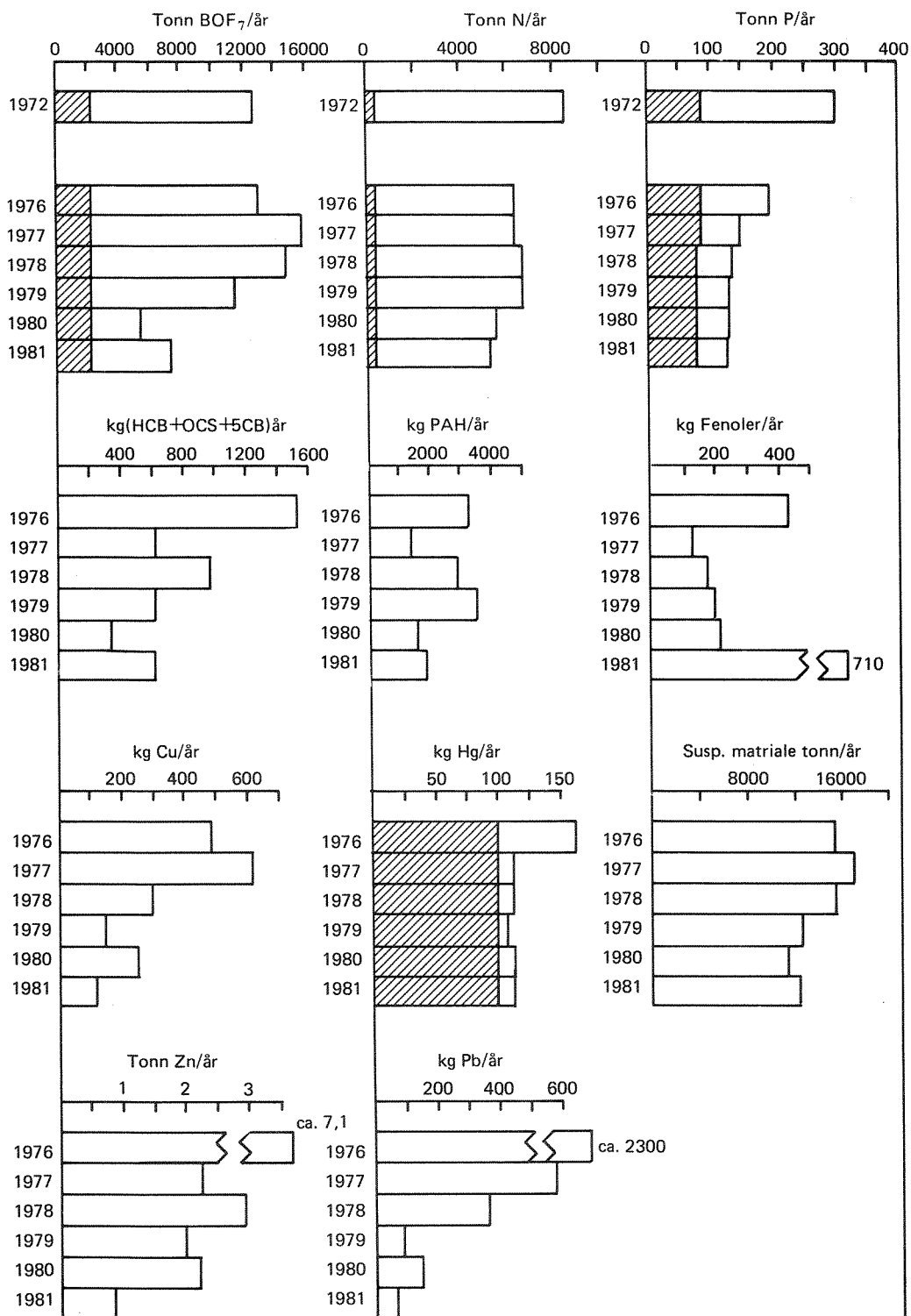
Overvåkingsområdet omfatter Skienselva sør for Skien, Gunnekleivfjorden og fjordene ut til og med Langesundbukta (figur 2). Skienselva har vanligvis et sjøvannslag under 3-4 m dyp. Gunnekleivfjorden har forbindelse med Skienselva og Frierfjorden via kanaler i henholdsvis nordvestre og sørøstre ende. De store ferskvannsmengdene som Skienselva tilfører fjordområdene (i middel 270 m³ pr. sekund) gir en markert lagdeling av vannmassene, særlig i Frierfjorden. Brakkvannslagets tykkelse varierer her mellom 2 og 8 meter. Indre Frierfjord består av et basseng med største dyp på ca. 100 meter. Fjorden smalner av i sør og har forbindelse med de ytre fjordområdene gjennom Breviksundet. Terskelen ved Brevik har et største dyp på 23 meter. Den er et vesentlig hinder for utskiftning av dypvannet i Frierfjordbassenget. Utskiftning skjer med ett til tre års mellomrom, som regel tidlig på våren.

De indre deler av fjordsystemet er viktige resipienter for betydelige og mangeartede utslipp fra befolkning og industri.

Det foregår mye fiske i området utenfor Brevik, men i Frierfjorden har det høye innholdet av miljøgifter begrenset anvendelse av fisken. Forurensningene har også innskrenket bruken av Frierfjorden som rekreasjonsområde. De ytre fjordområdene er fremdeles verdifulle rekreasjons- og fiskeområder og må søkes beskyttet mot forurensningsvirkninger.

De indre deler av fjordsystemet er blant de hardest forurensningsbelastede i landet. De siste årene har det imidlertid, for visse forurensningstyper, skjedd en bedring. De betydeligste forurensningene stammer fra industribedrifter, men også kommunalt kloakkvann spiller en betydelig rolle. Figur 1 viser de viktigste utslipp til og med 1981. Den bygger dels på data fra SFT og dels på data fra Haver (1982).

Treforedlingsindustrien er av spesielt stor betydning for belastningen med organisk materiale. Tilførslene bidrar til høyt oksygenforbruk og grumset vann. Også det kommunale kloakkvann bidrar med mye organisk stoff og nærings-salter. Lange perioder med råttent dypvann er vanlig i Frierfjorden. Under søkelser av sedimentkjerner har vist at vedvarende tilstander med råttent



Figur 1. Årsmidler av utslipp til Skjenselva og Frierfjorden. For organisk stoff, nitrogen og fosfor er befolkningens bidrag angitt med mørk skraver. For kvikksølv er summen av tilførselen fra Gunnekleivfjorden og antatt utlekking fra saltoppberedningsanlegg i 1981 angitt med mørk skraver.

vann begynte å gjøre seg gjeldende for 100 år siden, dvs. samtidig med de store etableringer av treforedlingsindustri og befolkning i området. Fosfor- og nitrogenforbindelser tilføres hovedsakelig fra kunstgjødsel-fabrikken på Herøya og fra befolkning. Nitrogenutslippene er svært store. Næringssalttilførslene er mye større enn det som algene i Frierfjorden klarer å bruke opp, og den hurtige uttransporten med brakkvannsstrømmen bidrar til eutrofieringssymptomer også utenfor Brevik.

Forurensningene med miljøgifter stammer hovedsakelig fra industri. Norsk Hydros magnesiumfabrikk på Herøya er den største kilden for klorerte organiske forbindelser. I de senere år er det foretatt effektive tiltak for å begrense utslippene. Den betydelige kvikksølvforurensningen i området må hovedsakelig skyldes tidligere utslipp fra treforedlingsindustri og fra kloralkalifabrikken på Herøya. I dag skal det etter forutsetningene bare slippes ut små mengder. Utslippsreduksjonene har ført til at de svært høye konsentrasjonene av miljøgifter som tidligere ble funnet i fisk nå har sunket betydelig. Likevel er de ennå høye. Elkem (PEA) har betydelig utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner, som også kan bli tilført fra Tinfos Jernverk høyere opp i vassdraget.

De petrokjemiske anleggene i Bamble håndterer miljøfarlige stoffer i store mengder. Fabrikkene er pålagt å gjennomføre svært strenge tiltak for å hindre vannforurensning, og hvis alt fungerer etter forutsetningene, er det liten grunn til å vente større miljøgiftforurensning som følge av de rutinemessige utslipp.

Miljøgiftproblemene kan avta i tiden framover. Det avhenger ikke bare av ytterligere utslippsreduksjoner. Tidligere utslipp har ført til en opp-lagring, særlig i sedimentene. Diffus belastning kan derfor vedvare i lang tid ennå. Kvikksølvtilførslen fra Gunnekleivfjorden til Frierfjorden er et illustrerende eksempel. Mudring og dumping kan også frigi foruren-sende stoffer til vannmassene.

I det langsiktige overvåkingsprogrammet inngår forskjellige undersøkelser med ulik hyppighet (tabell 1).

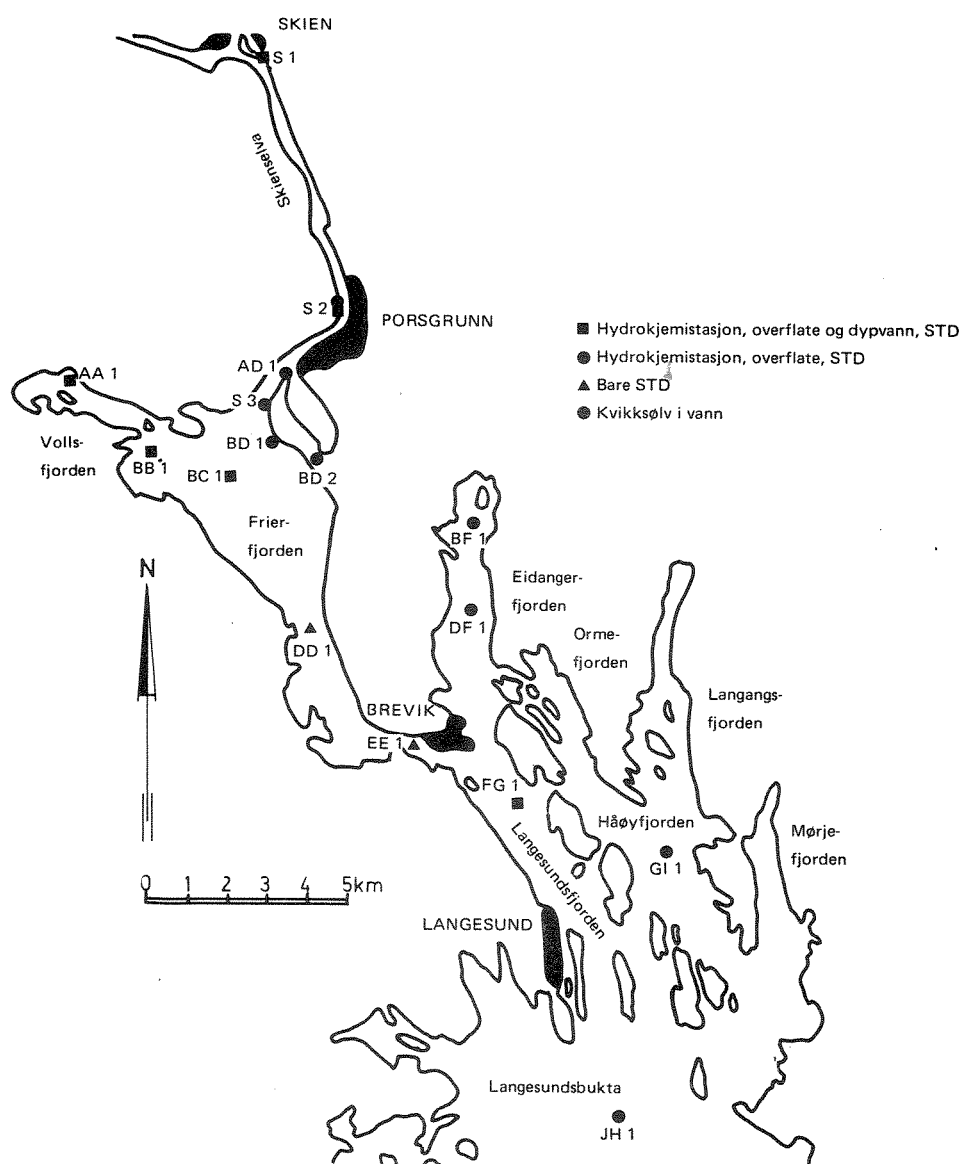
Tabell 1. Programmets hovedelementer og deres hyppighet

Observasjoner	Hyppighet
Hydrografi/hydrokjemi	4-12 tokt pr. år
Miljøgifter i organismer	1-2 ganger pr. år
Fastsittende algesamfunn	2 år på rad med 3 års mellomrom
Stereofotografering av hardbunnsfauna	2 år på rad med 3 års mellomrom, 2 ganger pr. aktivt år
Bløtbunnsfauna	En gang hvert 5. år
Sedimenter	En gang hvert 5. år

2. VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET

2.1 Arbeidsprogram i 1981

I det hydrokjemiske rutineprogrammet for Grenlandsfjordene inngår 10 stasjoner. Stasjonene kan inndeles i to typer: Overflatestasjoner, hvor det bare innsamles prøver fra 0-2 m dyp, og hydrokjemistasjoner, hvor det også innsamles prøver mellom overflatelag og bunn. Stasjons-plasseringen er vist på figur 2. Tilsammen 12 prøveserier ble inn-samlet på disse stasjonene i 1981. Tidspunktene er gitt i tabell 2 og arbeidsprogram for hovedtoktene i tabell 3.



Figur 2. Stasjoner for undersøkelser av vannutskiftingning og vannkvalitet.

Tabell 2. Toktoversikt Grenlandsfjordene 1981

Dato	Type tokt
12/2	Ekstratokt, bare st. BC1
3-.4/3	Hovedtokt
17/3	Overflatetokt*
10/4	"
21/4	"
4/5	"
12-.13/5	Hovedtokt
9/6	Overflatetokt
26/6	"
18.-19/8	Hovedtokt
10/9	Overflatetokt
15.-16/12	Hovedtokt

* Omfatter St. AA1, BC1, DF1 og FG1

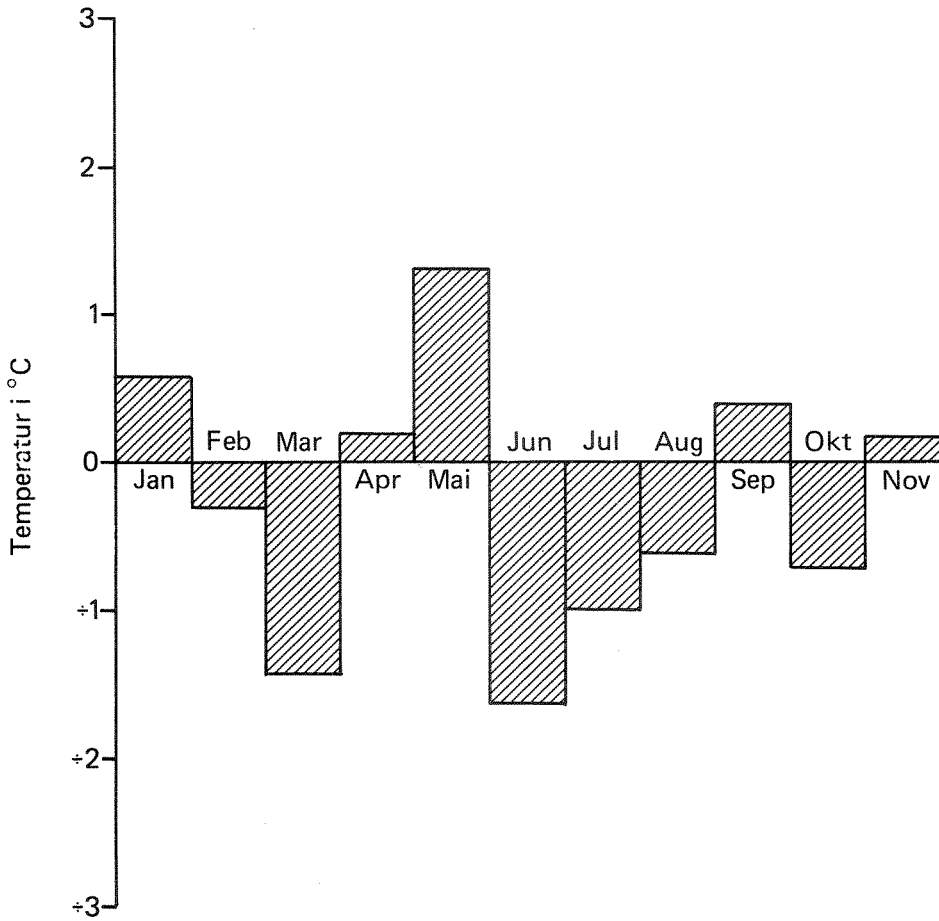
Tabell 3. Arbeids- og analyseprogram for de enkelte hydrokjemistasjoner

		Parametre				
		Temperatur, saltholdighet	Oksygen, tot.nitrogen, tot.fosfor, nitrat+nitritt, ammonium, ortofosfat, klorofyll <u>a</u> ¹⁾ , tot.org.karbon ²⁾	Kvikksølv	Susp. tørrstoff, gløderest	Siktedyp, sjøgang, vind og vær
Stasjon	Hovedtokt	Hovedtokt	Overflatetokt	Hovedtokt	Hovedtokt	Alle tokt
S1	Måles med STD	A	-	-	C	Alle stasjoner
S2	"	A	-	B	C	"
S3	"	-	-	B	C	"
AA1	"	A	B	-	-	"
AD1	"	-	-	B	-	"
BB1	"	A	-	-	-	"
BC1	"	A	B	A	-	"
BD1	"	-	-	B	-	"
BD2	"	-	-	B	-	"
BF1	"	B	-	-	-	"
DF1	"	B	B	-	-	"
FG1	"	A	B	-	-	"
G11	"	B	-	-	-	"
JH1	"	B	-	-	-	"

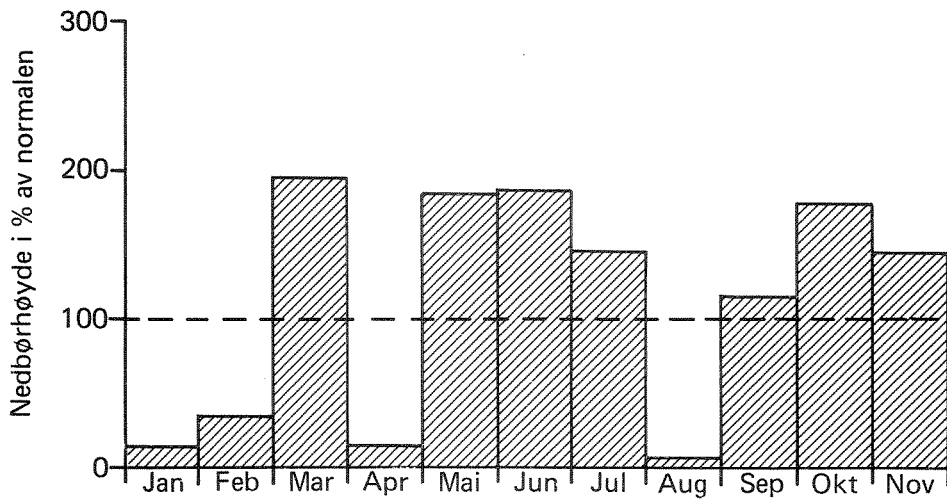
A: Prøver fra alle standarddyp
B: Prøver bare fra 0-2 m dyp

C: Prøver fra 3 dyp.

¹⁾ Klorofyll a tas bare fra 0-2 m prøven.
²⁾ Tot.org.karbon tas fra 0-2 m prøven på St. S1, S2 og BC1.



Figur 3. Månedlig middeltemperatur på Langøytangen i 1981. Fremstilt som avvik fra normalen.



Figur 4. Månedlig nedbør på Langøytangen i 1981, som prosent av normalen.

Som standard prøvedyp er brukt: 0-2, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80 og 100 m. Nederste dyp tilpasses bunndypet på den aktuelle stasjonen. I Frierfjorden ble det også innsamlet prøver fra 25 m dyp.

Antall overflatetokt til st. AA1, BC1, og FG1 ble noe mindre enn planlagt for 1981, noe som skyldes manglende ressurser hos det fylkeskommunale analyselaboratorium.

På fire utvalgte stasjoner (utslippsnære stasjoner, se figur 2) samt stasjon S2 ble det i 1 m dyp innsamlet 4-8 prøveserier for analyse av kvikksølv.

Prøvene i Herøyakanalen (BD2) og Kulltangbrua (AD1) ble tatt ved utstrømmende vann fra Gunnekleivfjorden.

For registrering av tidspunkt og varighet av større innstrømninger over Brevikterskelen var det i tidsrommet 3. mars - 12. mai 1981 plassert en selvregistrerende strømmåler (Aanderaa RCM4) i 55 m dyp ved st. DD1 i Frierfjordens søndre del. Hvert 20. minutt registrerte måleren strømretning, hastighet, temperatur og saltholdighet på magnetbånd. Svikt i oppdriftsbøyen førte til at strømmåleren etter ca. én uke ble stående på bunnen (60 m). Teknisk feil i instrumentet førte videre til at registreringene av temperatur og saltholdighet etter hvert sviktet.

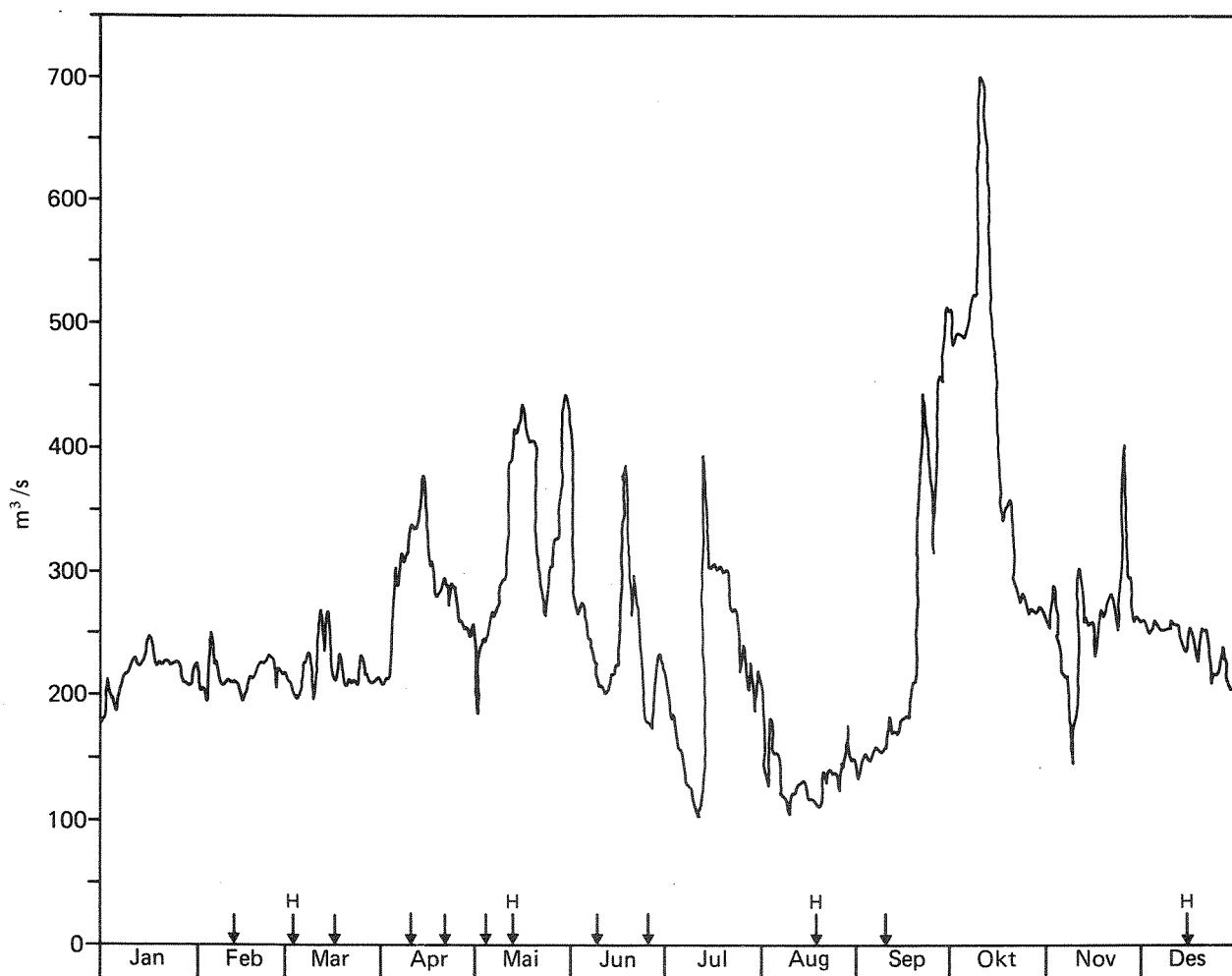
Imidlertid fikk man utilsiktet en enestående registrering av strømhastigheten i det helt bunn-nære sjikt under flere perioder med terskeloverskyllinger.

Som for tidligere år har Porsgrunn havnevesen med 1-2 ukers mellomrom gjort siktedypmålinger i Frierfjorden.

2.2 Meteorologiske og hydrologiske forhold i 1981

Hovedtrekkene ved temperatur- og nedbørforhold i nedre Telemark i 1981 er beskrevet ved figur 3-4. Vi merker oss at sommeren var relativt kald og nedbørrik.

Opplysninger om vannføringen i Skienselva er velvilligst stilt til rådighet av Skotfoss Bruk og fremstilt som døgnmidler på figur 5. På samme figur er tidspunktene for prøveinnsamling avmerket med piler. Den illustrerer bl.a. vanskelighetene med å skaffe representative prøver ved et enkelt rutineprogram.



Figur 5. Vannføring i Skienselva 1981. Tidspunkt for prøveinnsamling angitt med piler.

2.3 Overflatelaget

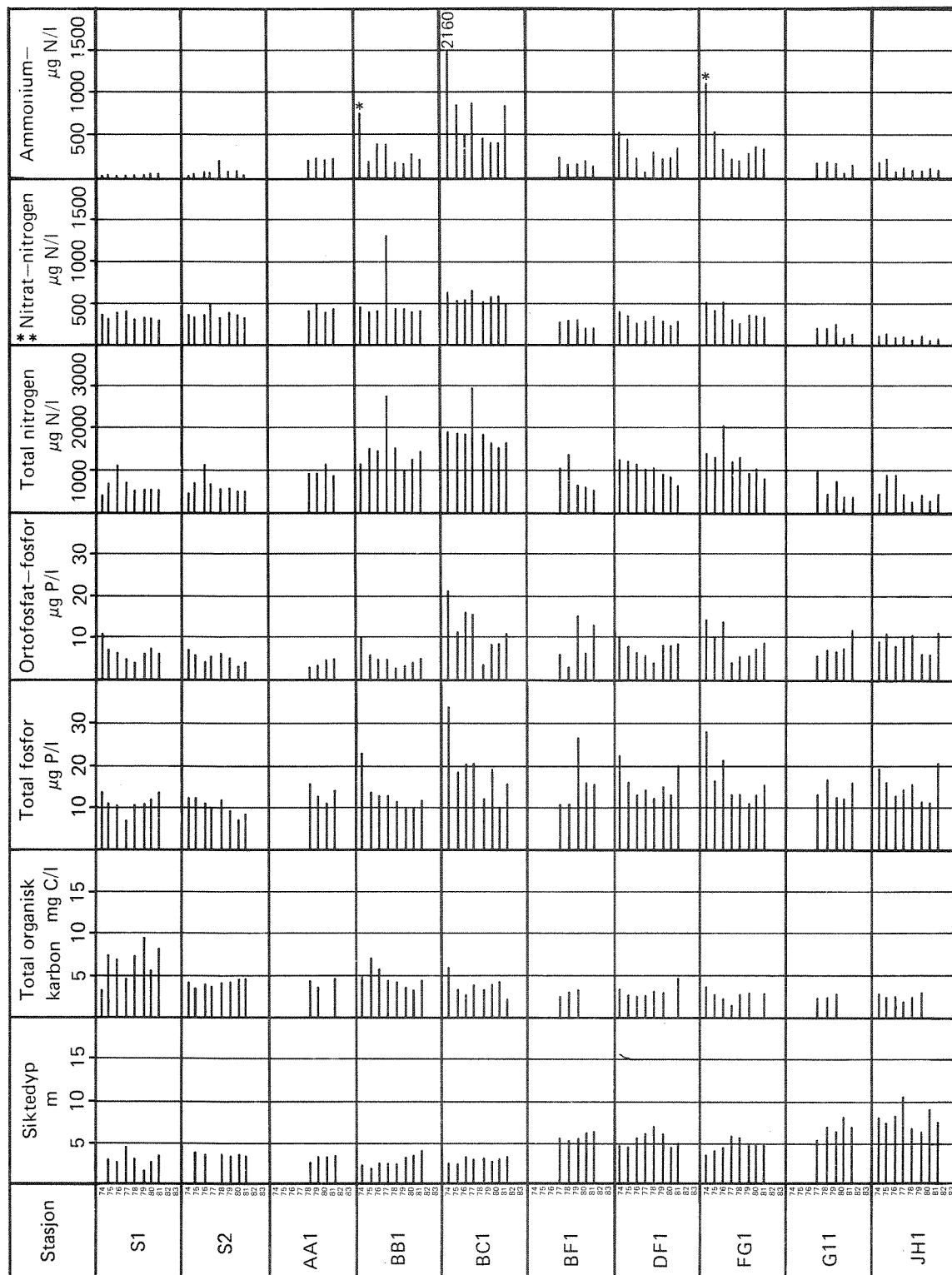
Med overflatelag menes brakkvannslaget i fjordområdet, vanligvis karakterisert ved prøver fra 0-2 m dyp. Resultatene fra 1981 er gjengitt i figur 6. Vi minner om at det i 1980-81 ble innsamlet flere prøveserier på st. AA1, BC1 og DF1 enn på de andre stasjonene.

Resultatene er fremstilt som årsmidler, primært for å få frem forskjeller mellom stasjonene. Ved en nærmere analyse av datamaterialet vil senere vinter- og sommerhalvår bli behandlet hver for seg. Dette vil ha størst verdi for områdene utenfor Brevik der årstidsvariasjonene er størst.

Sammenlignet med 1980 er forandringene små, noe som er i samsvar med at belastningen på Skienselva og fjordområdene har endret seg lite. Den markerte økning i middelkonsentrasjonene av total organisk karbon (st.S1, DF1) og totalfosfor (spesielt BC1, DF1 og JH1) er sannsynligvis mer et utslag av tilfeldige variasjoner i utslippsforhold, vannutskiftning, biologi m.m. enn uttrykk for en nivåforandring. Forsøk med t-test og en ikke-parametrisk test har ikke gitt signifikante forskjeller mellom konsentrasjonene i 1980 og i 1981 (krav: minst 90 % sannsynlighet).

Sammenligner vi derimot resultatene fra basisundersøkelsen i 1974-76 med overvåkingsresultatene fra 1977-81, blir resultatene annerledes, se figur 7. Her er brukt en Mann-Whitney test på forskjeller i median.

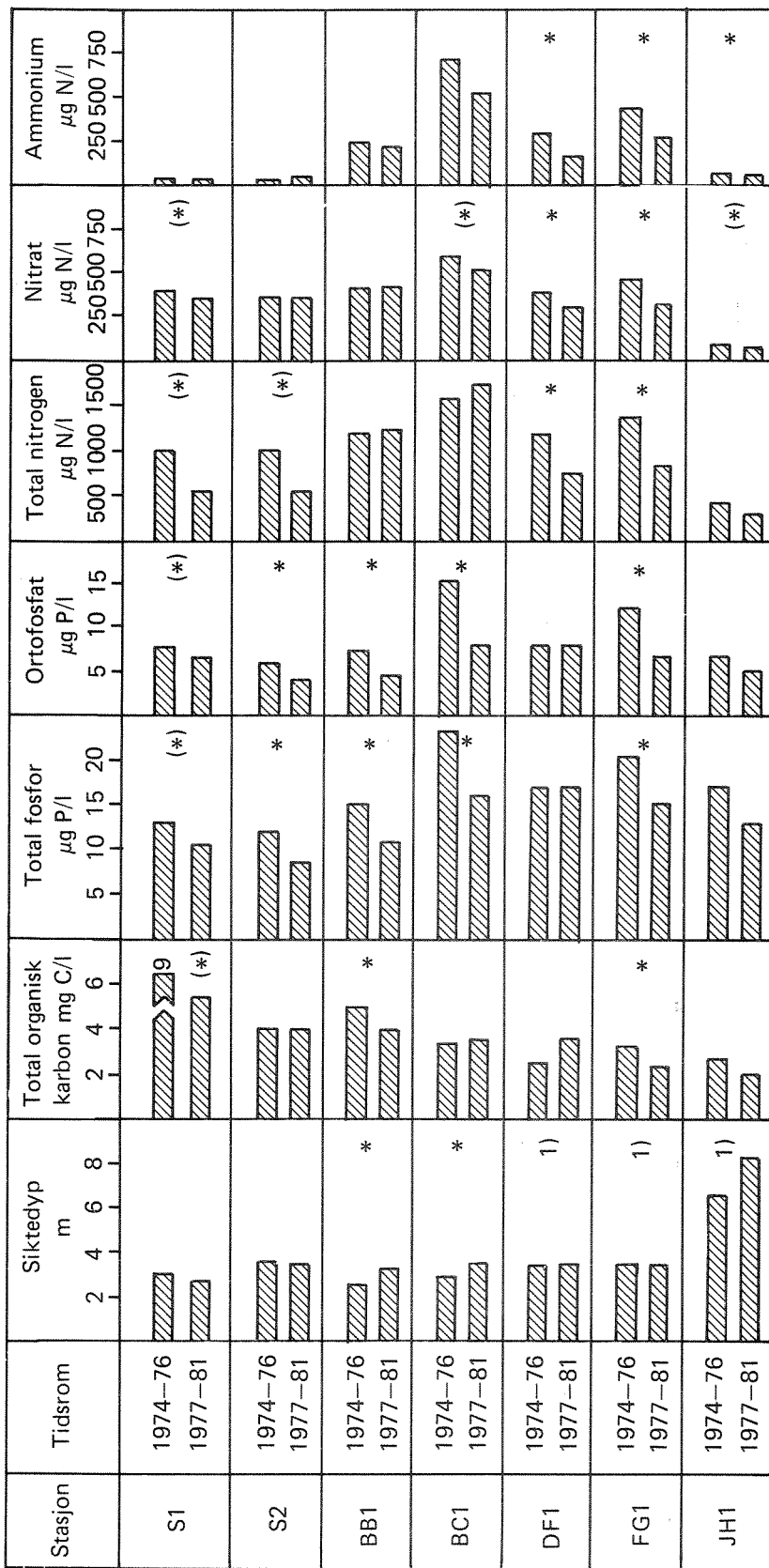
For stasjon S1 ved Skien angir testen at det med 80-90 % sannsynlighet har skjedd en nedgang i konsentrasjonene av total organisk karbon, totalfosfor, ortosulfat, total nitrogen og nitrat. Grunnen til at man ikke kom over 90 % sannsynlighet er trolig for lite data fra 1974-76 (n = 7). Dette skyldes at stasjonen ble flyttet vinteren 1975, og bare data fra tidsrommet etterpå er da benyttet. For den nedre del av Skienselva (st. S2) er det en signifikant nedgang i fosforkonsentrasjoner, mens det for total nitrogen er mer usikkert. Forskjellen i total organisk karbon mellom st. S1 og st. S2 illustrerer antageligvis betydningen av utslippene fra Union A/S.



* De spesielt høye ammoniumverdiene i 1974 kan skyldes en svakhet i analysemetoden som da ble brukt.

* * Omfatter også nitrit

Figur 6. Utvikling i parameterne for vannkvalitet i overflatelaget (0-2 m), beregnet som årsmiddel.



* Signifikant forskjell i median med minst 90% sannsynlighet.

(*) Signifikant forskjell i median med 80-90% sannsynlighet.

1) Siktedypmålinger bare fra sommerhalvåret.

Figur 7. Medianer av variable for overflatelaget beregnet for 1974-76 og 1977-81.

Dataene fra Frierfjorden (st. BBl, BC1) viser klar nedgang i fosforkonsentrasjoner, noe som skyldes reduksjonen i utslipp. For st. BBl ser vi dessuten at stansen i Bamble Cellulosefabrikk sommeren 1978 har ført til en signifikant nedgang i konsentrasjonene av totalt organisk karbon i dette området. At konsentrasjonene av nitrogen- og fosforforbindelser er markert høyere på st. BC1 enn på st. BBl, er sannsynligvis et uttrykk for en mer direkte påvirkning av vann fra Skienselva og av avløpsvann fra Herøya.

Siktedypet i Frierfjorden har vist en signifikant forbedring fra 1974-76 til 1977-81. Angitt som median er verdiene for disse to tidsrommene henholdsvis 2,9 m og 3,5 m.

I tidsrommet jul - nyttår har store deler av industrien i nedre Telemark stoppet eller redusert produksjonen. Siktedypmålinger fra dette tidsrommet (utført av Porsgrunn Havnevesen (n = 13) er sammenlignet med andre målinger for tidsrommet desember - januar (n = 37) for å se om det er signifikant forskjell. Dataene stammer fra tidsrommet 1976-81. Medianverdien for ferieperioden er 4,5 m mot 3,7 m for desember - januar generelt. Det er rimelig å anta at denne forbedringen i alt vesentlig skyldes reduserte utslipp av industrielt avløpsvann.

Brevikfjorden (st. FGl) påvirkes sterkt av brakkvannet fra Frierfjorden. At fosforkonsentrasjonene også her viser nedgang er således ikke overraskende. Derimot er det vanskelig å forstå hvorfor nitrogenkonsentrasjonene har avtatt så mye, ettersom utslippene ikke var vesentlig forskjellig for de to tidsrommene, noe som også stemmer for selve Frierfjorden.

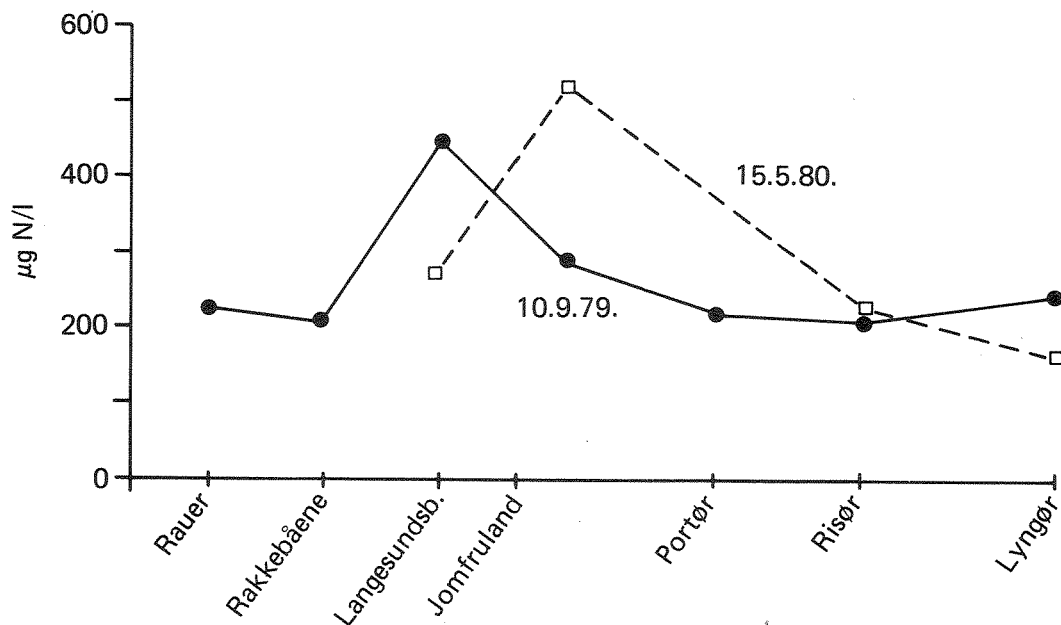
Denne reduksjonen i nitrogenkonsentrasjonen bekreftes også for st. DF1, Eidangerfjorden, hvor imidlertid ikke fosforkonsentrasjonene viser noen signifikant nedgang. Det sistnevnte skyldes sannsynligvis at st. DF1 i mindre grad enn st. FGl påvirkes av brakkvann fra Frierfjorden.

Også på Langesundbukta (st. JH1) synes det å ha vært en nedgang i konsentrasjonen av fosfor og nitrogen, selv om dette med sikkerhet bare kan påvises for ammonium.

For disse tre områdene er siktedypet i sommerhalvåret for 1974-76 blitt sammenlignet med resultatene fra tidsrommet 1977-81, uten at man kunne påvise noen signifikant forskjell.

Det kan nevnes at det er blitt gjennomført en t-test på samme materiale, med i hovedsaken samme resultat.

I forbindelse med Langesundbukta kan det være av interesse å se på to serier av overflateprøver som ble innsamlet av NIVA i 1979 og i 1980, figur 8. Prøvene ble tatt fra NIVAs fartøy, "H.H. Gran", mens denne var på vei mot Kristiansand. Sely om datamaterialet er for lite til å kunne si noe sikkert, så er det sannsynlig at resultatene viser en påvirkning av nitrogen fra Frierfjorden til litt sør for Jomfruland.



Figur 8. Konsentrasjoner av total nitrogen i 0-2 m dyp langs kysten av Vestfold, Telemark og Aust-Agder ved to anledninger.

2.4 Intermediært lag og dypvann

Brevikfjorden-Langesundsfjorden har en terskel på ca. 55 m dyp og et største dyp på ca. 120 m.

Hver vinter skjer vanligvis en fullstendig dypvannsfornyelse. Utover sommeren og høsten stagnerer dypvannet, og oksygenkonsentrasjonen i denne vannmassen avtar på grunn av nedbrytning av organisk materiale. Dette stammer dels direkte fra kommunal kloakk mv., men storparten skyldes planktonproduksjonen i de øvre vannlag.

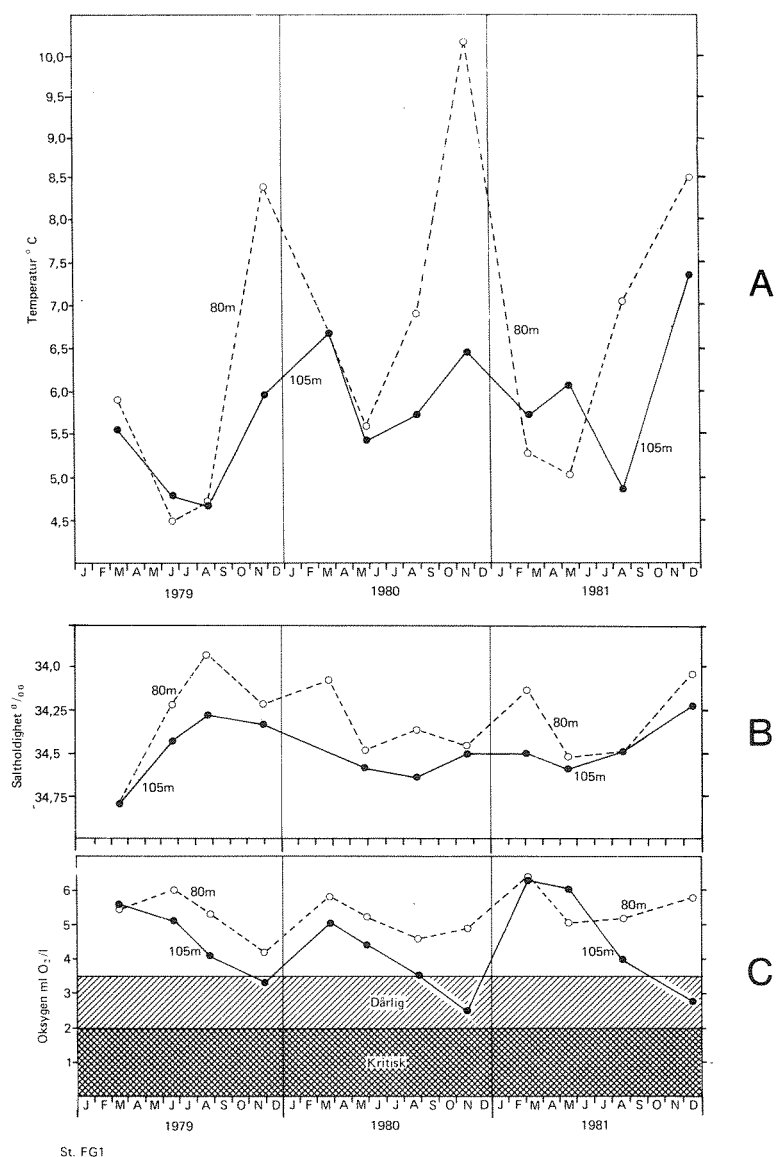
Resultater av målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen i Brevikfjordens dypvann (80 m, 105 m) for 1981 er vist sammen med tilsvarende data for 1979-80, figur 9a-c.

Det framgår at man også i 1981 fulgte dette generelle utviklingsforløpet i 100 m dyp. Oksygenkonsentrasjonen i desember var der 2,8 ml O₂/l (41 % metning). I 80 m dyp og høyere medførte imidlertid terskeloverskyllinger og vertikale blandingsprosesser utover sommeren og høsten at oksygenkonsentrasjonene holdt seg høye. Denne effekten har sannsynligvis gjort seg gjeldende ned til 90-95 m dyp.

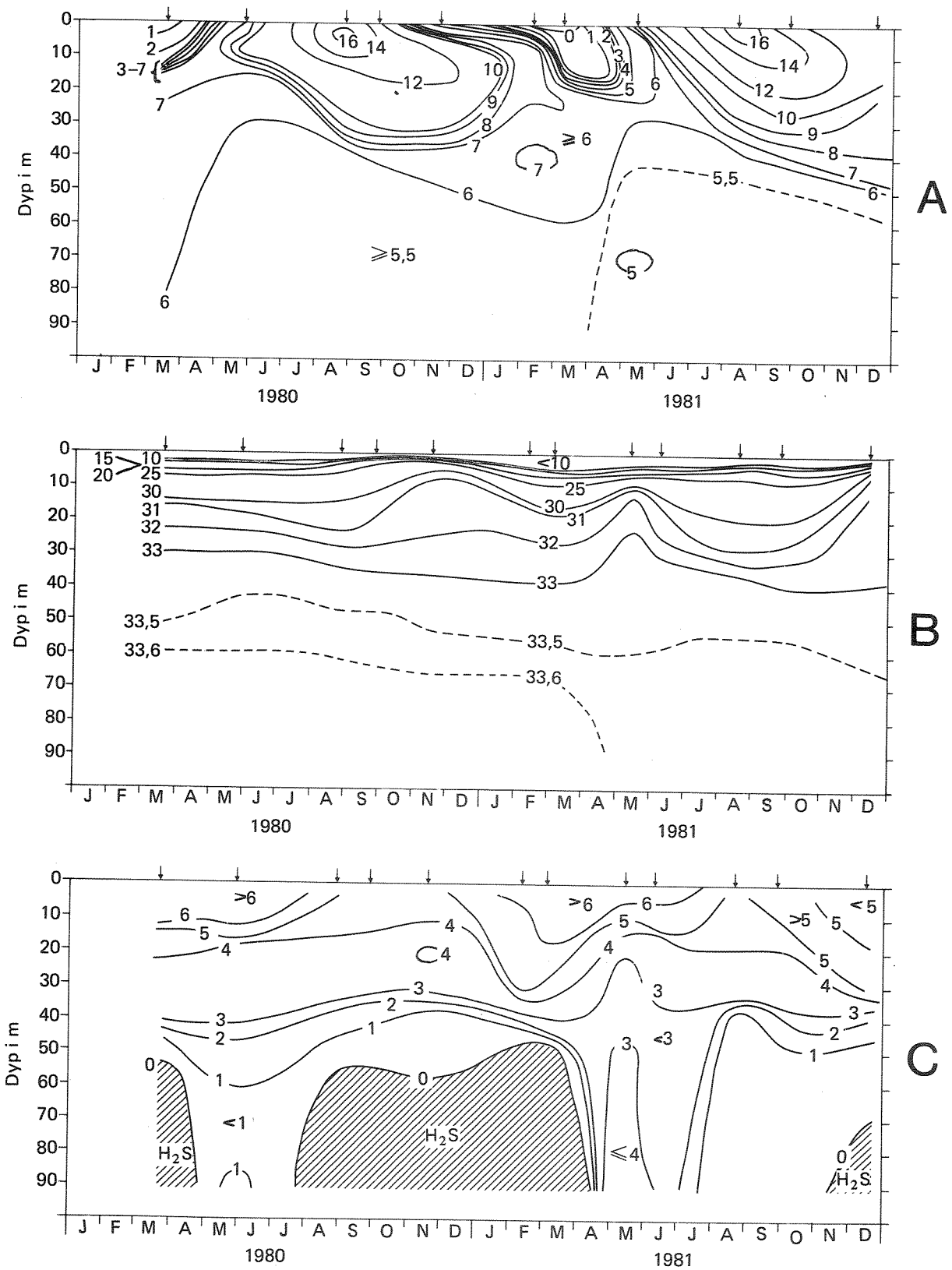
Tidsutviklingen for temperatur, saltholdighet og oksygen i Frierfjordens dypvann i 1980-81 er fremstilt i figur 10a-c. I denne figuren er også benyttet data fra september i 1980 og 1981 innsamlet av Statens biologiske stasjon Flødevigen (upublisert).

I tidsrommet februar - mai foregikk en større utskiftning av dypvannet i fjorden. Strømmåleren ved bunn på 60 m dyp ved st. DDI viser at dette inntraff i tidsrommet 27.4 - 3.5.1981, dvs. i ca. 6 døgn. Som middel over 20 minutter ble det da i perioden målt strømhastighet opptil 40 cm/s, noe som er uventet høyt bare ca. 10 cm over bunnen og så langt under terskeldypet. Utenom denne hovedinnstrømningen var det stadig kortvarige innstrømninger i forbindelse med stigende tidevann.

Omfanget av denne dypvannsfornyelsen kan beregnes ut fra konsentrasjonen av totalfosfor i dypvannet før og etter utskiftningen, samt antatt fosforkonsentrasjon i den innstrømmende vannmassen (se NIVA, 1979). Beregningen viser en utskiftning på 65-70 % mellom 50 m og bunn. Dette er noe mindre enn for de store utskiftningene i 1974 og 1977, men mer enn i 1975, 1976 og 1980.



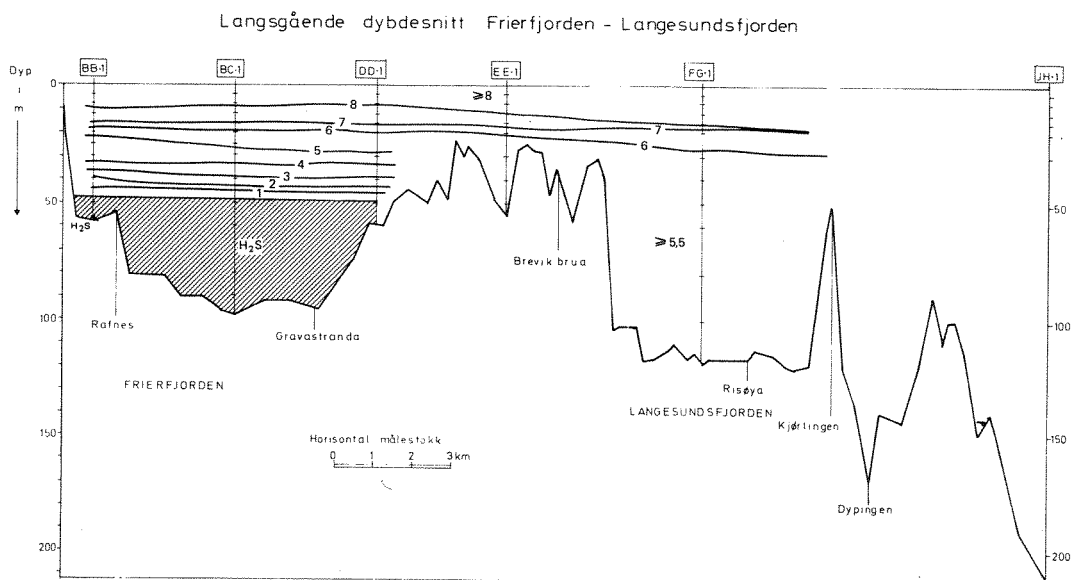
Figur 9a-c. St. FG1, Brevikfjorden. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i dypvannet 1979-81.



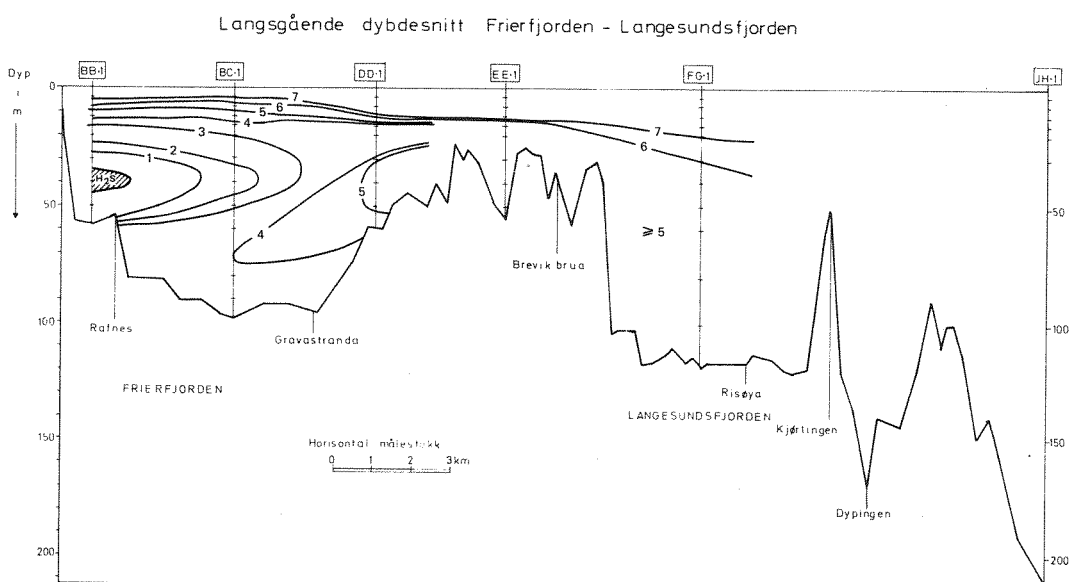
Figur 10a-c. St. BC1, Frierfjorden. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i 1980-81.

Over 50 m dyp var graden av utskiftning åpenbart nær 100 %, men dette lar seg ikke beregne etter denne metoden fordi tilstanden her domineres av gammelt dypvann.

Dette illustreres også av figur 11 og 12, som viser oksygenforholdene i Frierfjorden forut for dypvannutskiftningen (mars) og etter at denne har kulminert (mai).



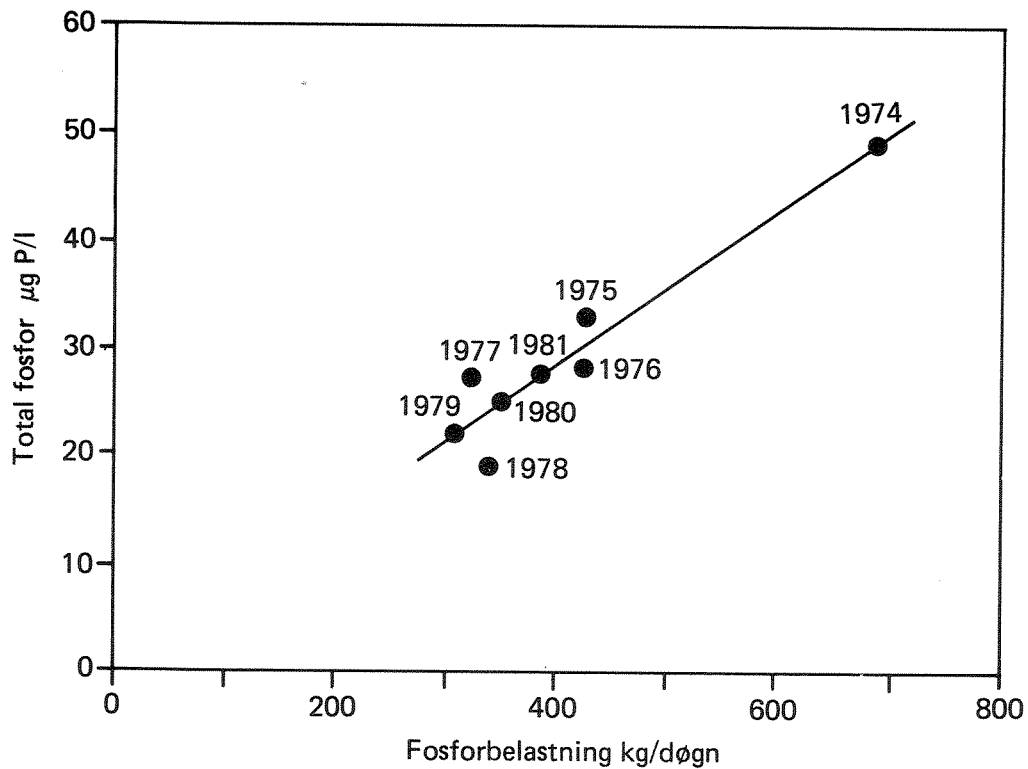
Figur 11. Oksygenforhold i Frierfjorden 3-4. mars 1981.



Figur 12. Oksygenforhold i Frierfjorden 12-13. mai 1981.

I tidsrommet 1974-80 har konsentrasjonene av totalfosfor i Frierfjordens intermediære vannlag vist nedadgående tendens. Dette skyldes sannsynligvis reduserte tilførsler til fjorden (NIVA, 1980).

På figur 13 er konsentrasjonene for desembertoktet 1980 og fosforutslippet for 1981 plottet sammen med tilsvarende tokt for de foregående år. Det midlere årsutslipp er korrigert med Norsk Hydros utslipp i den uken da prøven ble innsamlet. Konsentrasjonene er nær dem som ble funnet for 1977-79, noe som passer med at fosfortilførslene i dette tidsrom har endret seg lite.



Figur 13. Sammenheng mellom fosforbelastning på Frierfjorden og konsentrasjon av totalfosfor i fjordens intermediære lag.

På grunn av is måtte to av fire planlagte prøveserier fra Vollsfjordens dypvann sløyfes. De to prøveseriene som ble tatt samsvarer imidlertid med at her er gjennomgående dårlige til kritiske oksygenforhold nær bunnen (målt 1,7-3,0 ml O₂/l i 18-22 m dyp).

For Skienselva er resultatene av oksygenmålingene på st. S1 (nedenfor Klosterfoss) og st. S2 (Porsgrunn bybru) vist i tabell 4. I tabellen er avmerket med raster de dyp hvor oksygenforholdene må anses for kritiske.

Tabell 4. Oksygenkonsentrasjoner (ml O₂/l) på st. S1 og st. S2 under toktene i 1981

Dyp	4/3-81		12/5-81		18/8-81		16/12-81	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	7,50	8,49	8,10	7,63	4,50	4,88	7,11	3,80
8	8,07	8,46	7,98	5,52	1,49	2,90	7,14	2,89
12	6,90	6,53	8,29	4,06	H ₂ S 1,32	0,11	2,44	2,46
16	3,68	0,56	8,15	2,57	9,04	H ₂ S 3,17	H ₂ S 0,17	2,45
22	H ₂ S 4,19	H ₂ S 0,27	H ₂ S 6,82	H ₂ S 1,41	11,17	8,06	1,84	2,49

Dataene samsvarer med tidligere års resultater ved at oksygenforholdene i bassengene i lange perioder er kritiske, mens det oftest er bra oksygenforhold i den intermediære sjøvannsstrømmen i ca. 4-8 m dyp.

Tilstanden varierer mye på grunn av skiftende utskiftningsforhold, varierende utslipp bl.a. fra Union A/S og varierende oksygenforbruk som følge av varierende temperatur. De relativt gode oksygenforholdene på st. S1 i mai må skyldes høy vannføring i elva, mens forholdene i dypvannet på st. S2 nok skyldes en delvis fornyelse med tyngre sjøvann fra Frierfjorden. Hovedgrunnen til at forholdene i august var så dårlige, må være liten vannutskiftning kombinert med stort oksygenforbruk på grunn av høy temperatur i vannmassene (12-17 °C).

2.5 Kvikksølv i vann

Kvikksølvanalyser av sjøvann i Grenlandsområdet har pågått siden 1974. Etterhvert som årene har gått er analysemetoden raffinert og kontamineringsfaren under prøvetaking og ved analyse er noe redusert. Men fortsatt er slike analyser beheftet med problemer, spesielt i forbindelse med kontaminering av prøver. Problemet oppstod også i 1981, ved at prøver tatt i mars og april ble kontaminert under konservering ved Telemark fylkeslaboratorium. Dette ble påvist ved en rekke tester i mai 1981, hvor vannhenter, prøveflasker og syre til konservering ble sjekket for kvikksølvkontaminering. Data fra februar og april er således eliminert.

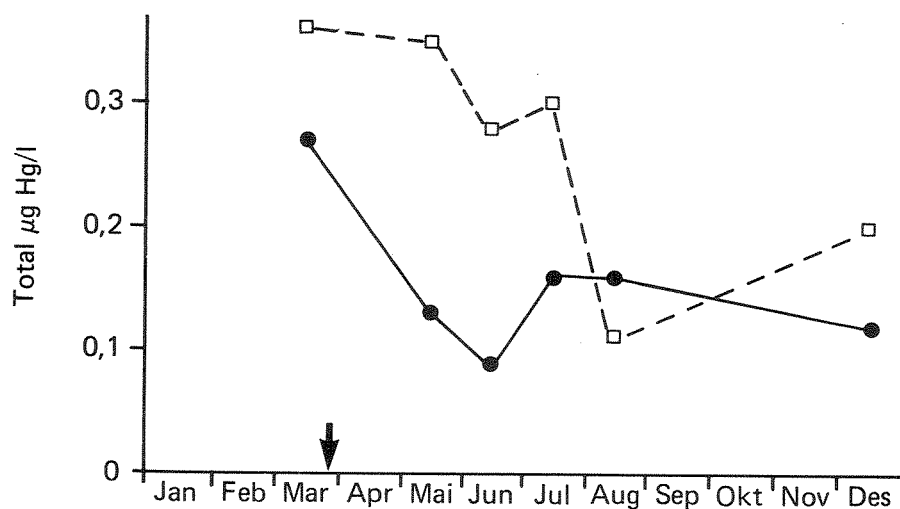
Prøver innsamlet i september, oktober og november er analysert ved Telemark fylkeslaboratorium. Disse viser betydelig høyere konsentrasjoner i kanalene fra Gunnekleivfjorden enn påvist resten av året. Disse verdiene er også i stor uoverensstemmelse med Norsk Hydros egne målinger fra samme tidsrom (Haver, 1982). Vi har derfor utelatt disse målingene i den videre diskusjonen og begrenset oss til målinger gjort i mars, mai, juni, juli, august og desember. Prøvene i mars, mai, august og desember ble innsamlet i forbindelse med hovedtokt med "H.H. Gran". Ved hovedtoktene ble vannprøver for kvikksølvanalyser innsamlet på stasjon BC-1, ved PEA (S3), ved Hydro's kaianlegg (BD1) og i Skienselva (S2) (figur 2).

Prøvene fra Frierfjordens hovedbasseng (BC-1) viste gjennomgående lave konsentrasjoner ved alle tokt og alle dyp. Et lite unntak er prøver fra 16-40 m dyp ved toktene i mai og august. Forhøyede konsentrasjoner her kan henge sammen med vannutskiftningen som skjedde i april-mai. Ved slike innstrømninger skjer det en betydelig oppvirvling av partikler fra bunnen som kan blandes inn i vannmassen ved intermediære dyp som følge av vertikaltransporter. En tendens til høyere kvikksølvkonsentrasjoner ved intermediære vanddyb er også påvist ved en rekke tidligere anledninger i Frierfjorden.

Konsentrasjonene av kvikksølv utenfor PEAs kaianlegg (S3) er ikke forskjellig fra konsentrasjoner målt ved Porsgrunn bybro (S2). Det er således

ingen ting som tyder på at kvikksølv tilføres elva fra PEA i noen vesentlig grad. Konsentrasjonene er her stort sett lavere enn deteksjonsgrensen ($0,05 \mu\text{g/l}$). Det samme gjelder stasjonen ved Norsk Hydros kai-anlegg (BD1). Her ble det heller ikke påvist forhøyede verdier for kvikksølv.

Variasjonene i kvikksølvverdier målt i kanalen ved Kulltangen (AD1) og i Herøyakanalen (BD2) er fremstilt i figur 14. Figuren viser at konsentrasjonene av kvikksølv er gjennomgående lavere i kanalen ved Kulltangen enn i Herøyakanalen. Dette er også i overensstemmelse med tidligere undersøkelser (NIVA, 1981, Haver, 1982). Det tyder på at transporten av kvikksølv ut av Gunnekleivfjorden hovedsakelig foregår gjennom Herøyakanalen. Ellers er det å bemerke at selve konsentrasjonene er betydelig lavere i 1981 enn i 1980. Dette antas å skyldes omlegging av et hypoklorittutslipp fra Gunnekleivfjorden til Frierfjorden. Hypokloritt, som er et kraftig oksydasjonsmiddel, har trolig hatt en mobiliserende effekt på kvikksølv lagret i sedimentene i Gunnekleivfjorden. Målinger utført av Norsk Hydro viser store reduksjoner i transport av kvikksølv ut av Gunnekleivfjorden fra medio mars, da utslippet ble overført til Frierfjorden. Det gjennomsnittlige (aritmetiske) kvikksølvinnholdet i vann fra henholdsvis Kulltangen og Herøyakanalen fra mars og ut året var $0,16$ og $0,27 \mu\text{g/l}$. Det er således fortsatt en transport av kvikksølv ut av Gunnekleivfjorden. Den er av Norsk Hydro anslått til 20 kg pr. år (Haver, 1982) og overskrider betraktelig de primære utslippene av kvikksølv til vann fra bedriften ($8-9 \text{ kg/år}$).



Figur 14. Kvikksølv i Herøyakanalen (\square) og ved Kulltangen (\bullet) i 1981. (Pil indikerer tidspunkt for omlegging av hypoklorittutslipp fra Gunnekleivfjorden til Frierfjorden.)

3. MILJØGIFTER

3.1 Metaller i alger

Algeanalysene er en del av overvåkingen av metallbelastningen på fjordområdet. Begrunnelsen for å bruke flere indikatorarter er dels at artenes ulike levevis reflekterer forskjellige typer av belastning og respons, dels at de aktuelle indikatorarter har forskjellig utbredelse og forekomst innen området. Algenes metallinnhold har ingen direkte hygieniske eller andre praktiske konsekvenser. Hensikten med denne del av metallovervåkingen er primært å følge utviklingen over tid og gi grunnlag for å sammenligne forurensningssituasjonen i de forskjellige deler av området.

Algenes metallinnhold har i 1981 vært overvåket ved å analysere på kvikksølv, bly, kadmium, kobber, sink og mangan i grønndusk (Cladophora cf. sericea) fra stasjonene A16 (Kanalen), A15 (Saltbua), A13 (Steinholmene) og A9 (Øya/Brevik) og i blæretang fra stasjonene A9, A6 (Risøyodden) og A3 (Helgerofjorden). Prøvene er samlet inn i august; fra st. A16 også i mars. Av blæretang er det bare samlet inn mindre enn 3 år gamle deler av plantene. Metallinnholdet er analysert med atomabsorpsjon etter foraskning ved Sentralinstitutt for industriell forskning. Kvikksølv er bestemt separat ved flammeløs atomabsorpsjon.

Resultatene er gitt i appendikstabellene A1-A2. Data fra tidligere år er tatt med for å vise utviklingen.

I likhet med tidligere er det bare registrert forhøyede verdier for konsentrasjonene av kvikksølv, bly og mangan.

Kvikksølv

Vesentlige overkonsentrasjoner av kvikksølv synes begrenset til st. A16 ved utløpet av Gunnekleivkanalen. Også i 1981 er det her registrert konsentrasjoner som er mer enn 10 og muligens opp mot 100 ganger høyere enn "normalnivået". Imidlertid er det i likhet med tidligere observert stor

variasjon fra et tidspunkt til et annet. Mens Cladophoras kvikksølvinnhold i mars ble funnet å være over 7 mg/kg tørrvekt, ble konsentrasjonen i august målt til ca. 0,3 mg/kg, dvs. høyst 3-4 ganger et antatt bakgrunnsnivå i kystområder.

Norsk Hydro gjorde i 1980 relativt omfattende undersøkelser av kvikksølvinnholdet i Cladophora og fant høye konsentrasjoner (10-11 mg/kg tørrvekt) i to algeprøver fra utløpet av kanalen (ulike tidspunkter), likeledes relativt høye konsentrasjoner (2-3 mg/kg tørrvekt) et par hundre meter nordvestover fra munningen (Haver, 1982). Sydøstover derimot sank konsentrasjonene tilsynelatende hurtig til 0,3 mg/kg tørrvekt (bare 1 prøveserie). Så langt ute som ved Omborgsnes ble det ved to tilfeller observert henholdsvis 1,2 og 1,9 mg/kg tørrvekt (ellers lavere). Observasjonene fra 1981 er sparsomme (en prøveserie i august), men viste alle lave verdier (0,8 mg/kg og høyest i kanalutløpet). Dette er i samsvar med overvåkingsprogrammets augustverdi samme år; derimot ikke med marsverdien (appendikstabell A1).

De store og hurtige fluktuasjoner med tiden sammen med lav observasjonshyppighet gjør det umulig å fremstille noen utviklingstendens. Sporadisk opptrer det like høye kvikksølvkonsentrasjoner i Cladophora fra st. A16 som i 1974-76. Det er vanskelig å finne noen annen forklaring på dette enn støtbelastning fra kvikksølvlageret i Gunnekleivfjorden.

Kvikksølvinnholdet i algene synes å synke hurtig utover i fjorden. Med det nåværende stasjonsnett er det ikke mulig å få frem eventuelle avstandsgradienter, idet nivåene nærmer seg det "normale" allerede ved st. A15, Saltbua. Bakgrunnsnivåene er for dårlig definert både for grønn dusk og blæretang til at man kan være sikker på om det opptrer overkonsentrasjoner. Sporadiske verdier over 0,2-0,3 mg/kg tørrvekt kan tyde på en viss, liten påvirkning.

Foruten variasjon i belastningen kan de store og hurtige variasjonene i kvikksølvinnholdet i Cladophora fra Gunnekleivkanalen ha flere forklaringer, eventuelt samvirkende:

- adsorpsjon/bortvasking av kvikksølvholdige partikler til algenes overflate
- hurtig utskillelse av kvikksølv etter opptak (mindre sannsynlig)
- "fortynning" av kvikksølvkonsentrasjonene ved sterk vekst etter episodisk belastning
- hurtig omsetning av Cladophora-bestanden (stadig nye planter).

Uansett årsak, gjør de ovennevnte faktorer og mangelen på avstandsgradi-
enter at Cladophora er mindre egnet som kvikksølvindikator i områder som
ligger langt fra kilden. Dertil synes ikke akkumuleringsegenskapene overfor
kvikksølv å være vesensforskjellig fra blæretangs (kfr. appendikstabelle
A10). Følgelig synes det lite aktuelt med fortsatt bruk av Cladophora i
kvikksølvovervåkingen annet enn på st. A16 og eventuelt på andre lokali-
teter i nærområdet til Gunnekleivkanalen.

De laveste kvikksølvkonsentrasjonene i blæretang er funnet på st. A3,
Helgerofjorden, der det de to siste årene er registrert ca. 0,05 mg/kg
tørrvekt. Små og usikre overkonsentrasjoner er funnet på stasjonene A9,
Brevik (0,18 mg/kg i 1981) og A6, Risøyodden (0,36 mg/kg i 1981).

Med de utilstrekkelig definerte bakgrunnsnivåene, er det også usikkert
utbytte av å benytte blæretang i kvikksølvovervåkingen. I motsetning til
Cladophora må imidlertid denne arten antas å gjenspeile mulige episode-
belastninger lang tid etterpå.

Kobber, kadmium og sink

Konsentrasjonene av disse tre metaller har i alle prøver fra 1980-81 ligget
på eller ubetydelig over det man kan anta er bakgrunnsvariasjonene. For-
skjellene mellom stasjonene og fra år til år (appendikstabellene A1-A2)
er så moderate at den lave observasjonsfrekvensen ikke tillater bestemte
konklusjoner. For kobbers og sinks vedkommende kan det muligens være en
tendens til lavere konsentrasjoner de siste par årene.

Med uendret lokal belastning kan analyse på sink, kobber og kadmium utgå av overvåkingsprogrammet. Fortsatte registreringer har også liten nasjonal interesse så lenge man ikke har bedre kunnskaper om naturbetingede variasjoner (størrelse, årsaker).

Bly

Blykonsentrasjonene i Cladophora har i perioden 1974-81 gjennomgått svingninger som det ikke har vært mulig å sette i sammenheng med opplysninger som er tilgjengelig om belastningen. Den betydelige belastningsreduksjon som har skjedd siden 1976-77 (NIVA, 1981) reflekteres ikke i algenes blyinnhold fra de senere år. Særlig på stasjonene A16 og A13 (kfr. appendikstabell A1) i Frierfjorden har det vært enkelte tilfeller av høye konsentrasjoner, men også i alger fra st. A9 ved Brevik synes det å være eksempler på overkonsentrasjoner. Det er mulig at forholdene kan skyldes episodisk påvirkning av en eller annen art, men varierende erfaringer med påliteligheten av blyanalyser av biologisk materiale generelt synes å aktualisere en gjennomgang av prøvetakings- og analysemetodikk. Enkelte uforklarlige, relativt høye konsentrasjoner på den antatt uberørte stasjonen A3 i Helgerofjorden, og manglende samsvar mellom konsentrasjonsvariasjonen i de to algearter (se appendikstabellene A1 og A2), underbygger dette behovet.

Mangan

Både i Cladophora og blæretang ble det i 1981 registrert tendens til lavere manganinnhold enn middelet av tidligere observasjoner, untatt på st. A3 i Helgerofjorden (appendikstabellene A1-A2). Imidlertid foreligger det ikke data om manganbelastningens utvikling de senere år. De registrerte overkonsentrasjoner var moderate og sannsynligvis uten praktisk betydning.

3.2 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

I 1981 er kvikksølv og kadmium analysert en gang (mars) i blåskjell fra Langesundsfjorden (B4) og Helgerofjorden (A3). Analysene var et ledd i SFT's overvåking av ytre Oslofjord. Konsentrasjonen av kvikksølv i blåskjell fra B4 var 0,67 ppm, eller omtrent det samme som er målt tidligere, bortsett fra august 1980, da konsentrasjonen var lavere (appendikstabelle A3). Konsentrasjoner over ca. 0,4 ppm kvikksølv i blåskjell må betraktes som høyere enn normalt. Prøven fra Helgerofjorden (A3) viste lav verdi.

Kadmiumkonsentrasjonen i blåskjell fra B4 i mars 1981 var på 8,7 ppm, som er mye høyere enn det som er målt tidligere (appendikstabelle A3). Også blåskjell fra A3 hadde høy kadmiumkonsentrasjon (4,2 ppm). Verdier over 3-5 ppm i blåskjell tyder på en moderat kadmiumforurensning. Resultatene var uventet, etter som de tidligere målingene av kadmium i Grenlandsfjordene ikke har vist forhøyede verdier.

For PAH ble det i likhet med forrige år i 1981 gjort analyser på to prøveserier fra forskjellige tidspunkter. Mens alle analysene i 1980 ble utført av SI, er en av prøveseriene fra 1981 analysert ved NIVA (august-prøvene). Rådata fra de to 1981-seriene er presentert i appendikstabellene A4 (mars) og A5 (august).

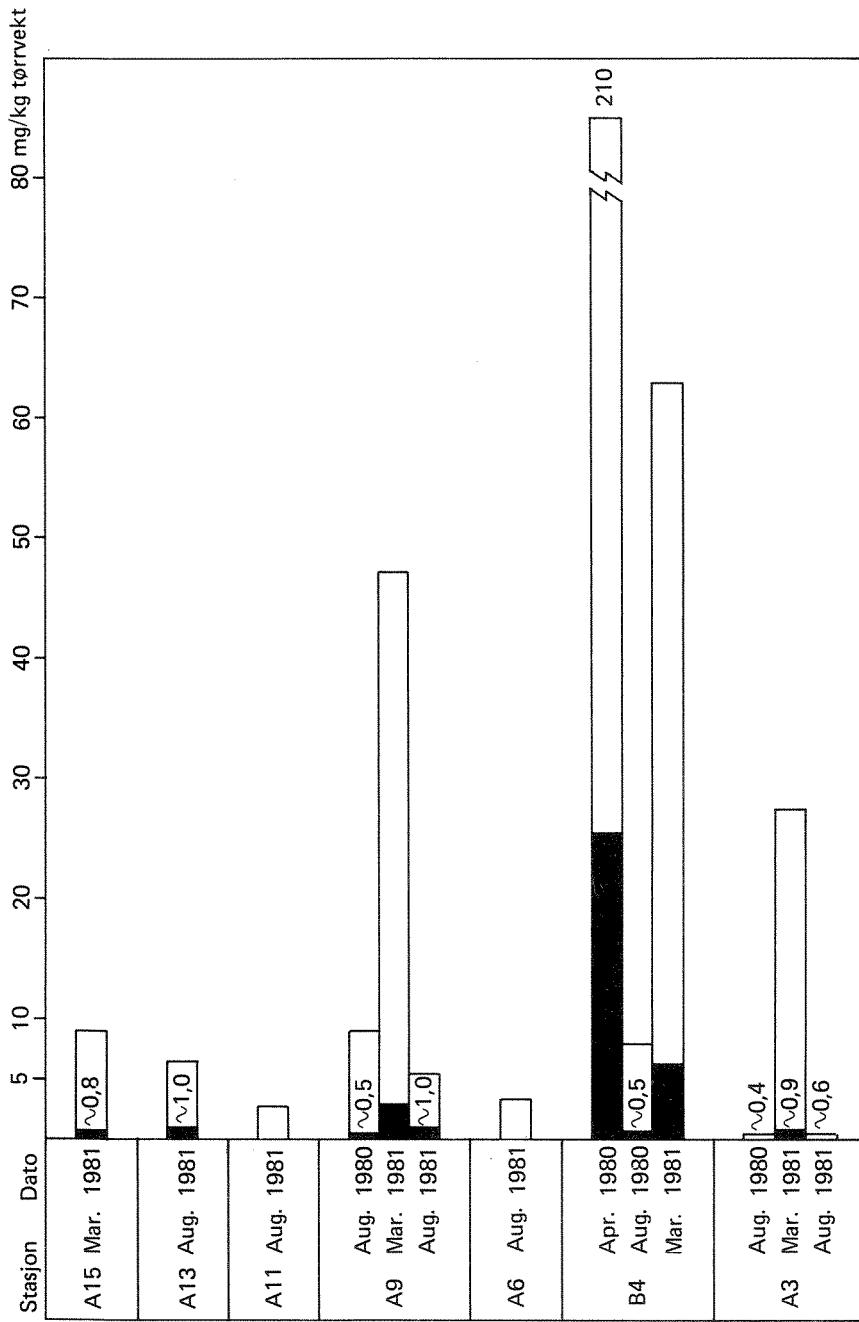
Prøvetakingsstasjonene fremgår av figur 20. St. B4 i appendikstabelle A4 ligger ca. 2 km nord for st. A6, Risøyodden og skulle kunne likestilles med denne mht. avstand fra den antatte hovedkilde i området, PEA, Porsgrunn.

De to institutter bruker i prinsippet samme utstyr og øvrig metodikk, dvs. bestemmelse ved gaskromatografi med glasskapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor (Bjørseth et al., 1979). Det er også foretatt interkalibreringer som har vist rimelig godt samsvar mellom de to laboratoriers analyseresultater for samme materiale.

Sammentrukne data fra 1980 og 1981 er vist i figur 15. Betegnelsen KPAH gir summen av potensielle kreftfremkallende forbindelser. Det er da ikke regnet med komponenter som har svakt kreftfremkallende egenskaper ifølge U.S. National Academy of Science (NAS, 1972), men bare de som er gitt to eller flere stjerner på skalaen fra * til **** for økende grad av cancerogenitet. I Grenlandsmaterialet dreier det seg om følgende forbindelser: Benzo(c)fenantren *** , benzo(b)fluoranthren ** , benzo(j)fluoranthren ** , benzo(a)pyren *** og dibenz(a,h)anthracen *** . I enkelte tilfeller har det ikke vært mulig i kromatogrammene å skille en eller flere av disse forbindelsene fra andre stoffer som ikke har kreftfremkallende egenskaper. I sum KPAH er det da regnet med en forholdsmessig andel av den kreftfremkallende komponenten, dvs. halvparten av konsentrasjonen angitt for benzo(j,k)fluoranthren, der den sistnevnte isomer regnes som inaktiv.

Resultatene som vist i figur 15 er vanskelig å forklare. Hovedgrunnen er de store variasjonene over tid på stasjonene A3, A9 og B4/A6. Det er ikke kjent noe om belastningsforholdene som kan forklare fenomenet. Opplysninger om PAH-tilførsel fra PEA for 1980 og 1981 indikerer for begge år utslipp i størrelsesordenen 1,5-2 tonn. Det bør i denne forbindelse tilføyes at analyseantallet for avløpsvannet er utilstrekkelig for en pålitelig mengdeberegning. Hypotesen om lokal episodisk oljeforurensning er som nevnt i 1980-rapporten (NIVA, 1981) en mulighet, men ikke særlig tilfredsstillende så lenge påstanden savner belegg.

Konsentrasjonene varierer tilsynelatende fra et lavt "bakgrunnsnivå" (Knutzen og Sortland, 1982) til et PAH-innhold som ligger mer enn 50-100 ganger høyere. I betraktning av at enkelte komponenter er potensielt kreftfremkallende har PAH-forekomsten betydning for områdets rekreasjonsutnyttelse, eventuelt også for mulige planer om kommersiell skjelldyrking. Andelen av KPAH varierer mellom ca. 3 og ca. 15 %. Et av de sterkest kreftfremkallende stoffene, benzo(a)pyren, utgjør stort sett 1-2 % av totalinnholdet.



Figur 15. Konsentrasjoner av total-PAH og sum kreftfremkallende forbindelser (KPAH, se tekst) i blåskjell fra Grenlandsfjordene 1980-81, mg/kg tørrvekt.

Bortsett fra st. A11 er det lokalitetene utenfor Frierfjorden som viser eksempler på de høyeste konsentrasjonene, mao. motsatt det man skulle vente hvis det var smelteverksindustri og annen virksomhet i Porsgrunn/Skien-området som var hovedkildene. I denne forbindelse må imidlertid dypet som skjellene er samlet inn fra også tas i betraktning. På de ytre lokalitetene vokser blåskjell mest like under vannlinjen. På stasjon A15 (Saltbua) derimot, finnes det bare sporadisk skjell på 5-10 meters dyp. Heller ikke på st. A13 (Steinholmen) opptrer blåskjell før fra 2-3 m, og eksemplarer over 2-3 cm finnes som regel ikke så grunt. Følgelig utsettes skjellene henholdsvis utenfor og i Frierfjorden for påvirkning fra ulike vannmasser. Fra den smelteverksforurensede Saudafjorden er det observasjoner som viser høyere forurensningsgrad i skjell fra fjærebeltet enn i skjell fra dypere vann (NIVA, unpubl.). Dette skyldes sannsynligvis at en del PAH-forurensede partikler følger overflatevannet. Skjell som vokser høyt oppe vil også være mest utsatt for eventuell episodisk oljepåvirkning.

På bakgrunn av de erfaringer som er gjort, synes det nødvendig å ofre PAH-forurensningen fortsatt oppmerksomhet. Ut fra brukerinteressene bør imidlertid innsatsen konsentreres utenfor Frierfjorden. Stasjonene A6/B4 og A3 ligger begge langt fra industrielle punktkilder og tettsteder, og peker seg derfor ut blant de lokaliteter som det hittil er resultater fra. De uforklarlige og store sesongvariasjonene betinger en egen problemundersøkelse med hyppigere observasjoner på begge lokaliteter, f.eks. 6 ganger pr. år. For tolkningen av resultatene vil det være påkrevet med tilførselsdata for de punktkilder man kjenner. Primært dreier dette seg om PEA i Porsgrunn. Videre bør det gjøres en orienterende undersøkelse av PAH-innholdet i Skienselva ovenfor og nedenfor Skien, bl.a. for å få et skjønn på om tilførsler fra Tinfos Jernverk via Heddalsvatnet kan bety noe. Rimelig pålitelige tilførselsdata vil kreve minimum månedlige analyser i avløpsvann, fortrinnsvis døgnblandprøver.

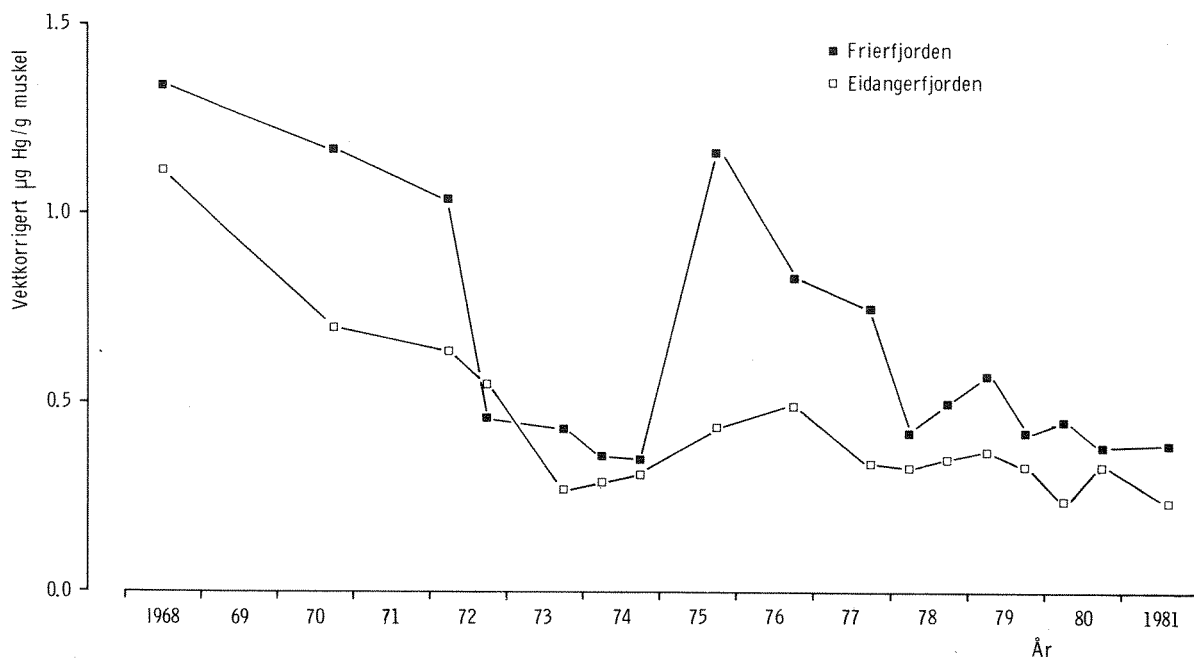
3.3 Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk

Siden 1968 har veterinærmyndighetene gjort årlige undersøkelser av kvikksølvinnholdet i torsk. Det ble funnet konsentrasjoner av kvikksølv i fisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden som lå over de vanlig brukte grenseverdier for konsumfisk. Etter 1970 var det jevnt over en nedgang i kvikksølvinnholdet. I fisk fra Grenlandsfjordene er det også funnet høyt innhold av klorerte hydrokarboner. Spesielt høyt innhold ble funnet i 1974-76. Innholdet i fisken sank deretter på grunn av utslippsreduksjoner. I de siste årene har innholdet holdt seg ganske stabilt. Et unntak var komponenten dekalorbifenyl, som hadde svært høy konsentrasjon i fisken i 1980 (Underdal & al., 1981).

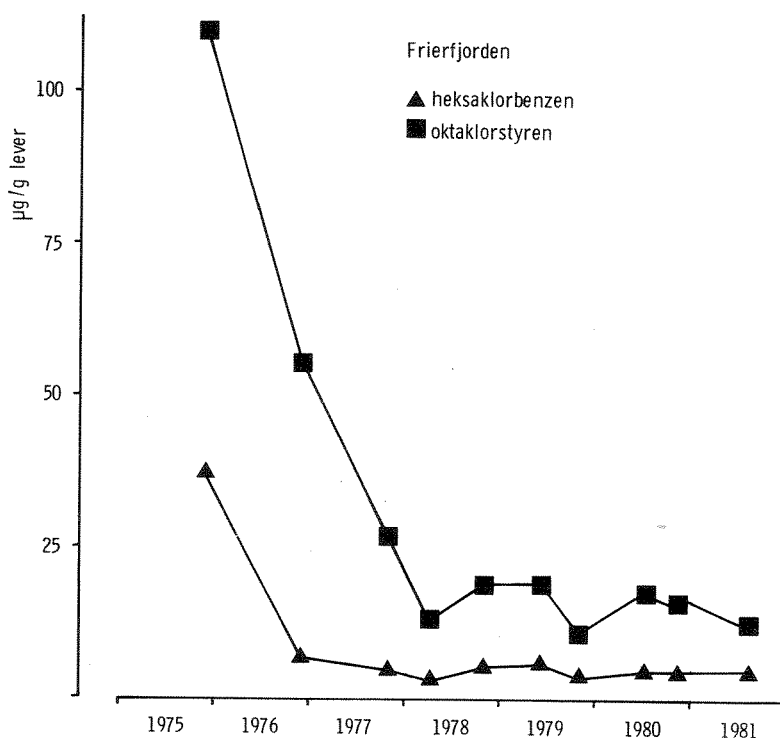
I 1981 undersøkte Veterinærinstituttet i alt 29 torsk, samlet i august. De enkelte analyseverdiene er vist i appendikstabell A6-A8. Kvikksølvresultatene i figur 16 er vektkorrigert til en gjennomsnittlig fiskevekt på 730 g. For heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekalorbifenyl er medianverdiene beregnet (figur 17-19). Det kan bemerkes at gjennomsnittsverken for torsken fra Eidangerfjorden er forholdsvis lav.

Kvikksølvresultatene avviker lite fra resultatene fra 1980 (Underdal & al., 1981). Det synes derfor å være en relativt stabil situasjon mht. kvikksølv i torsk fra de undersøkte fjordene.

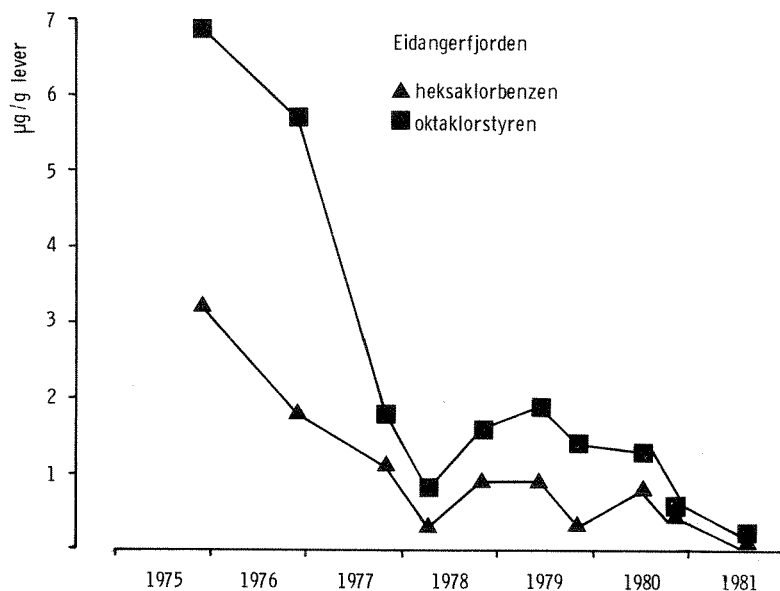
Også for de klorerte hydrokarbonene er det en forholdsvis stabil situasjon, selv om konsentrasjonen av dekalorbifenyl fortsatt er høy. Det må derfor være riktig fortsatt å følge utviklingen for denne meget persistente forbindelse.



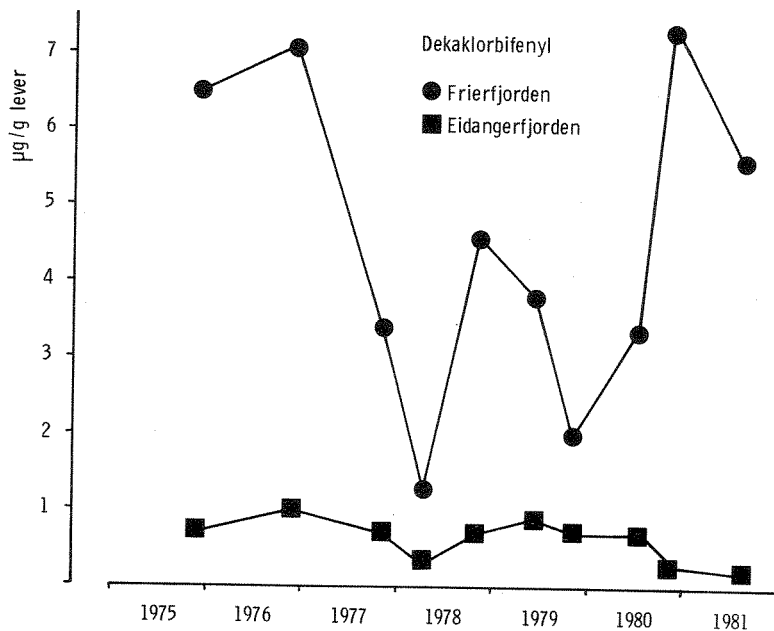
Figur 16. Vektkorrigerte gjennomsnittsverdier for kvikksølv i muskulatur (µg Hg/g våtvekt) fra torsk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden 1968-81.



Figur 17. Medianverdiene for innholdet av heksaklorbenzen og oktaklorstyren i lever (µg/g våtvekt) fra torsk fra Frierfjorden 1975-81.



Figur 18. Medianverdiene for innholdet av heksaklorbenzen og oktaklorstyren i lever ($\mu\text{g/g}$ våtvekt) fra torsk fra Eidangerfjorden 1975-81.



Figur 19. Medianverdiene for innholdet av dekalorobifenyl i lever ($\mu\text{g/g}$ våtvekt) i torsk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden 1975-80.

4. FASTSITTENDE ALGER OG DYR

Samfunnene av benthiske alger i Grenlandsfjordene er tidligere undersøkt av NIVA i 1974-76 (NIVA, 1977, 1979). I tiden 1973-75 gjorde Holt studier av algevegetasjonen i fjærebeltet (Holt 1976 (upubl.) og bl.a. Holt, 1979). Disse studier gjorde det klart at forurensningsbelastningen, særlig med gjødselstoffer, ga til dels tydelige utslag på algefloraen.

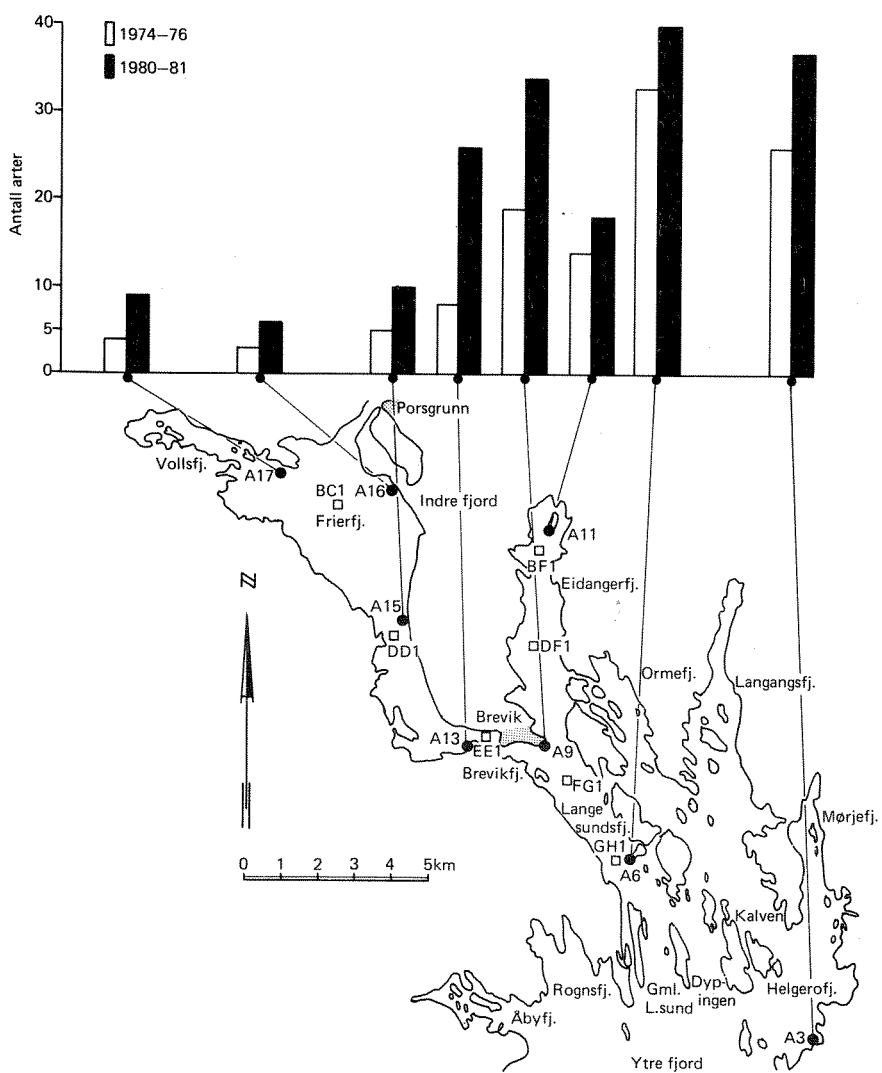
Bakgrunnen for algeundersøkelsene i 1980-81 var, som for de øvrige deler av overvåkingen, å følge forurensningssituasjonens utvikling, særlig med henblikk på effektene av redusert belastning både med giftstoffer og gjødselende materiale.

4.1. Materiale og metoder

Observasjonene er foretatt på stasjoner vist på figur 20. Lokalitetene representerer et utvalg av stasjonene fra basisundersøkelsen (NIVA, 1977, 1979).

Algevegetasjonen er registrert fra fjærebeltet og ned til nedre grense for vekst av blad- eller trådformede alger. Observasjonene er foretatt ved apparatdykking og undervanns inntaling av observasjonene på bånd. Vanskelig identifiserbare arter ble innsamlet for senere mikroskopering. Primært er det samlet makroskopiske arter. Små grønnalger og særlig blågrønnalger er derfor underrepresentert i materialet. Ved prøvetakingen har vi benyttet dybdeintervallene 0-2, 2-5, 5-10 og > 10 m. Prøvene er samlet for hånd og fiksert på vanlig måte i ca. 2 % formalin. Primært baserer de relative mengdeangivelsene: dominerende/hyppig - vanlig - sparsomt/sjelden - seg på feltnotatene; for små arter også på deres relative mengdemessige opptreden i prøvene. Angivelsene er usikre for lav hyppighet av arter som må mikroskoperes for å identifiseres.

Registreringene er i prinsippet foretatt langs et snitt ut fra stranden, men avhengige av lokale forhold varierer bredden av observasjonsstripen fra ca. 5 til 20 m; størst under vann. Netto observasjonstid på hver stasjon var 30-60 min.



Figur 20. Stasjonskart for algeregistreringer (●) og samlet antall rødalger, brunalger og grønnalger funnet i 1974-76 sammenlignet med 1980-81. Utvalgte hydrografistasjoner: □

I løpet av de siste år har det vært gjort forsøk på å omforme erfaringer med benthosalgers reaksjon på forurensningsbelastning, primært ved gjødselstoffer, til vektall for slike reaksjoner (Wallentinus, 1979, Iversen, 1981). Ved slike tallfestede reaksjonsindekser for enkeltarter vil man fra samfunnenes sammensetning kunne beregne en samlet forurensningsindeks for forskjellige lokaliteter og foreta sammenligninger mellom dem.

Det er på det rene at dette er en metode som er i sin usikre begynnelse, og det gjenstår å se om man kan finne frem til et redskap som er generelt anvendelig for større områder, dvs. naturlige algeregioner av betydelig utstrekning. Det er flere vanskeligheter og forbehold knyttet til metodikken, og den er benyttet her mest som en illustrasjon.

De nedenstående arter og reaksjonsindekser, felles med Iversens beregningsgrunnlag fra Sandefjordsfjorden/Mefjorden (Iversen, 1981), er benyttet.

+ betyr positiv reaksjon på eller toleranse overfor forurensninger.

+ 2: Enteromorpha prolifera gr., Blidingia minima

+ 1: Audouinella virgatula, Erythrotrichia carnea, Ectocarpus siliculosus, Enteromorpha flexuosa gr., E. intestinalis gr., E. clathrata gr., Ulva lactuca

+ 0.5: Polysiphonia nigrescens, Pilayella littoralis, Ulothrix spp., Rhizoclonium riparium, Cladophora sericea

- 0.5: Furcellaria lumbricalis, Polyides rotundus, Lomentaria clavellosa, Phyllophora pseudoceranooides, Polysiphonia violacea, Ascophyllum nodosum, Fucus vesiculosus, Elachista fucicola, Chorda filum, Dictyosiphon foeniculaceus, Cladophora rupestris

- 1: Rhodomela confervoides, Phyllophora truncata, Delesseria sanguinea

Forurensningsindeksen er definert som følger (Iversen, 1981):

$$F = \frac{a_1 r_1 + a_2 r_2 + \dots + a_n r_n}{n}$$

der a = subjektivt anslag for midlere forekomst (gradert fra 1 til 3)
r = reaksjonsindekser for vedkommende art (som angitt ovenfor)
n = antall benyttede indikatorarter på den enkelte stasjon

4.2. Resultater og diskusjon

Den følgende oppsummering baserer seg vesentlig på en del avledede data. Det er funnet av mindre interesse i denne sammenheng å gå inn på detaljer m.h.t. enkeltarters fravær og/eller tilstedeværelse og mulige årsaker til dette.

De funne arter og deres relative mengdemessige forekomst er presentert i appendikstabellene A9-A12 (henholdsvis for delområdene indre Frierfjord (st. A15, A16, A17), midtre område (st. A13, A9), ytre område (st. A6, A3), samt for Eidangerfjorden, som faller utenfor denne oppdelingen. Av appendikstabellene A13-A15 fremgår antall og prosentvis fordeling på grønnalger, brunalger og rødalger på de enkelte stasjonene og for delområdene.

Artsantall og algesamfunnenes sammensetning

Figur 20 viser samlet antall arter (eksklusiv blågrønnalger) funnet på stasjonene i henholdsvis 1974-76 og 1981. Det vises en tydelig økning på alle stasjoner, men man kan særlig merke seg økningen på st. A13 og A9, dvs. like innenfor og utenfor munningen av Frierfjorden. Det synes rimelig å se forbedringen i lys av den minskede belastning med forurensende stoffer, bl.a. partikulært materiale fra treforedlingsindustri.

Det skyldes imidlertid å gjøre oppmerksom på at observasjonsgrunnlaget fra de to tidsrom ikke er helt identiske. Metodikken var likeartet, bortsett fra at det ikke ble dykket på st. A16 i 1974-76. Imidlertid har det vært to forskjellige observatører. Det er således mulig at det er brukt noe lenger tid pr. stasjon i 1980-81 enn i 1974-76 og at man derved har fått med seg flere småarter. Dette er likevel ikke til-

strekkelig til å forklare den markerte forskjellen i artsantallet. Det synes derfor sannsynlig at de sammenfallende utviklinger - redusert belastning/økt artsantall - står i årsakssammenheng med hverandre. Som det fremgår av det følgende, er det også annet belegg for en slik antagelse.

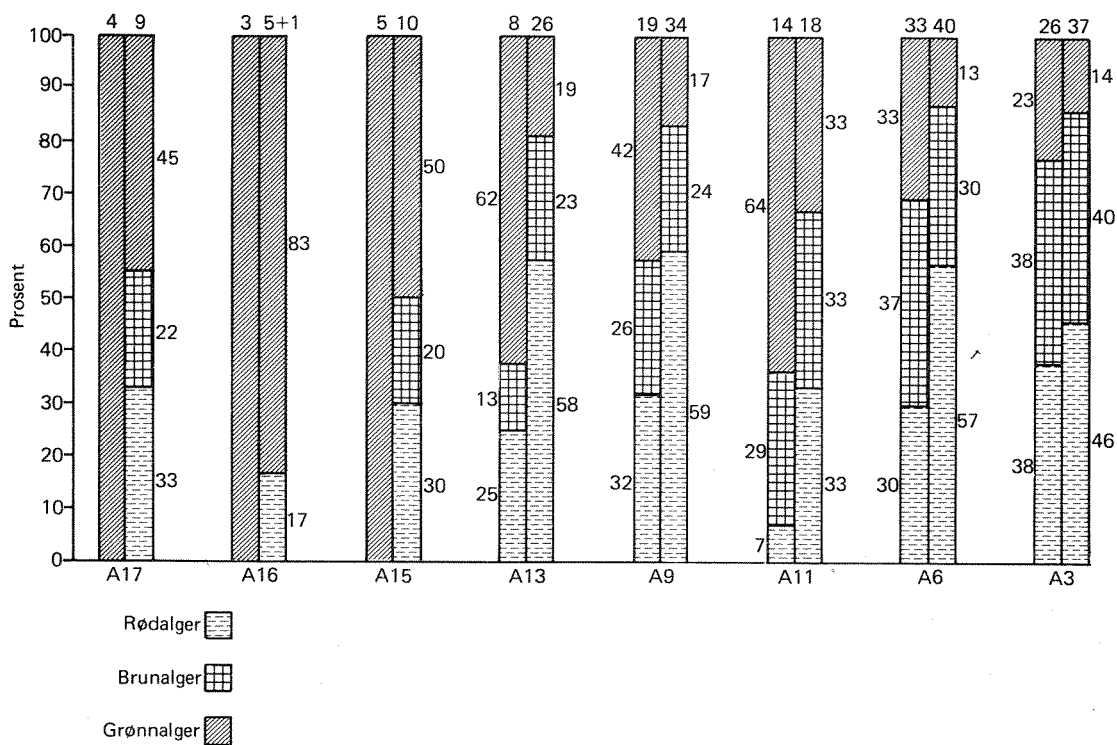
I figur 21 viser den prosentvise fordeling mellom klassene rødalger, brunalger og grønnalger. For mer detaljerte opplysninger vises til appendikstabell A13. Ved sammenligningen mellom de to tidsrom er vårregistreringene av 2-3 grønnalger i 1974-76 ikke tatt med. (Disse arter har bare tydelig forekomst om våren.) En usikker feltobservasjon av tynne, trådformede rødalger i sparsomme mengder er markert med ? i 1980-81 søylen for st. A16.

Bortsett fra sistnevnte lokalitet er det alle steder en tydelig forandring fra 1974-76 til 1980-81: den relative forekomst av rødalger og brunalger har økt, med en tilsvarende mindre andel av grønnalger.

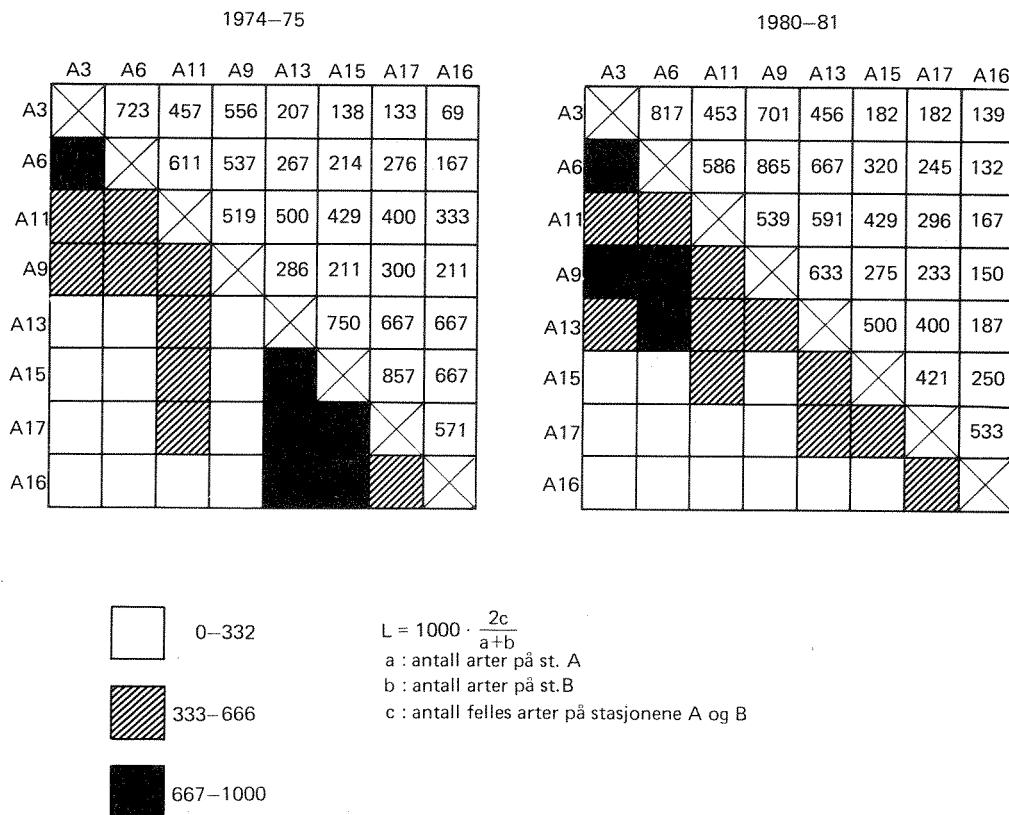
Forholdstallet mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger kan under visse forutsetninger benyttes til å anskueliggjøre forurensningseffekter på sammensetningen av benthosalgesamfunn. Disse forutsetninger omfatter rimelig grad av likhet m.h.t. naturbetingede fysiske og kjemiske betingelser (næringstilgang, lys, vannbevegelse etc.). Ved en gjennomgang av algologisk litteratur for Norge og den svenske vestkysten har Bokn (1979) funnet at prosentforholdet rødalger:brunalger:grønnalger i ikke altfor brakkvannspregede områder varierer omkring 45 ± 10 , 35 ± 10 og 15 ± 5 .

Betydelige avvik fra dette skulle bety et stresspreget miljø, idet en del ettårige grønnalger favoriseres relativt til de to andre gruppene ved belastning med lett nedbrytbart organisk stoff og/eller næringssalter. Sterkt sammentrukket er årsakene til dette dels grønnalgenes større evne til å utnytte næringsrikelighet, større formeringspotensial og veksthastighet, dels deres større toleranse overfor nedslamming og mindre utsatthet for dårlige lysforhold (vokser mest på grunt vann).

Forskjellen i naturlige betingelser (ferskvannsandel, elvevannspartikler, lys, vannbevegelse) gjør at de nevnte forholdstall kan være mindre egnet som bedømmelsesgrunnlag for stasjoner i indre og midtre Frierfjord, og noe tvilsomt selv for Brevikområdet, særlig st. A13, men også st. A9. Mer konkret



Figur 21. Prosentvis fordeling av rødalger, brunalger og grønnalger i 1974-76 (v. søyler) og 1980-81. Totalt antall arter er avmerket over søylene og prosenttallene for hver gruppe ved siden.



Figur 22. Stasjonenes innbyrdes likhet med hensyn til artssammensetning i vegetasjonen av fastsittende alger, målt ved en similaritetsindeks (L).

betyr dette at man særlig i indre/midtre Frierfjorden må vente noe avvik fra referanseforholdet uavhengig av forurensningsbelastning. Det må også bemerkes at resultatet kan bli temmelig tilfeldig ved lave totale artsantall.

Med disse forbehold ses at forholdet mellom algegruppene på stasjonene A13 og A9 var betydelig nærmere det siterte referanseforholdet i 1980-81 enn i 1974-76. Utviklingen er særlig slående for st. A13, som ligger innenfor Brevik-terskelen. For disse stasjonene kan man også merke seg den relative underrepresentasjonen av brunalger jevnført med rødalger.

På stasjonene A6 og A3 var det å dømme etter forholdstallkriteriet ingen merkbare forurensningseffekter i 1980-81, mens det i 1974-76 var et tydelig grønnalgeoverskudd på st. A6 og et mindre tydelig utslag på st. A3.

St. A11 har særegen og fattig algevegetasjon, som det ikke er noen enkel forklaring på, men må betraktes som et eksempel på det man ofte betegner "fjordeffekten", dvs. at man fra ytterst til innerst i fjorden får en samtidig utarming av samfunnene og en heving av nedre grense for algevekst. Årsaken er et kompleks av faktorer som i vekslende grad bidrar til forringede vekstbetingelser: Nedsatt saltholdighet, større partikkelinnhold resulterende i økt nedslamming, mindre egnede voksesteder og mindre lys, mindre vannbevegelse og næringstilgang, dessuten hemmet rekruttering.

Nedre grense for algevekst

Et tredje vitnesbyrd om generelt forbedrede forhold er at nedre grense for vekst av fastsittende alger har økt betydelig på alle lokaliteter siden 1974-76 (figur 23). Den relative økningen er størst i Frierfjorden, men også i Brevikfjorden og Langesundsfjorden er det observert en utvilsom økning.

Fra den ledsagende fremstilling av midlere siktedyp (figur 23) ses at utviklingen vanskelig kan tydes bare som resultat av bedre lysforhold. Blant andre faktorer er det sannsynligvis redusert nedslamming p.g.a. mindre forurensningsbelastning fra bl.a. treforedlingsindustri som kan ha bidratt mest. En viss rolle kan det også ha spilt at det i 1980/81 muligens ble brukt mer tid på å få observert de som oftest sparsomme algefore-

komstene som finnes nedover mot utbredelsesgrensen. Under alle omstendigheter er det liten tvil om at det har funnet sted en reell forbedring i algenes vekstvilkår.

På de respektive stasjoner var det følgende arter som utgjorde nedre grense:

- St. A16, Kanalen: Tynn trådformet rødalge på tilslammet bunn. (Feltobservasjon som ikke ble bekreftet ved innsamlet materiale.)
- St. A17, Balsøya: Antithamnion plumula (vanlig i 3-5 meters dyp)
- St. A15, Saltbua: 1980: Delesseria sanguinea/Phyllophora pseudoceranoides
1981: Phycodrys rubens/Laminaria saccharina/Phyllophora pseudoceranoides
- St. A13, Steinholmene: 1980: Delesseria sanguinea/Phycodrys rubens/Polysiphonia urceolata
1981: Phycodrys rubens
- St. A9, Øya/Brevik: Delesseria sanguinea/Phycodrys rubens
- St. A6, Risøyodden, Langesundsfjorden: 1980: Polysiphonia sp. (P. nigrescens og/eller P. urceolata)
1981: Delesseria sanguinea
- St. A11, Kattøya, Eidangerfjorden: 1980: Laminaria saccharina
1981: Delesseria sanguinea/Laminaria saccharina

Forurensningsindeks basert på enkeltarters indikatoregenskaper

De beregnede forurensningsindekser (beregnet slik som redegjort for i pkt. 4.1.) fremgår av figur 24. Også denne betraktningssmåte gir som resultat at det nå er mindre forurensningseffekter å se på algevegetasjonen enn det var 6-8 år tilbake. Forskjellen er minst for de innerste stasjonene, derimot betydelig for st. A15 og utover. For st. A3 var det liten forandring, hvilket er rimelig fordi lokaliteten også før ble bedømt som lite påvirket (NIVA, 1977, 1979).

Den benyttede forurensningsindeks har en del svakheter, som bl. a. illustreres av den tilsynelatende store forandringen på st. A15, Saltbua. I realiteten var ikke samfunnene så forskjellige på de to tidspunkter, men de sparsomme forekomstene i 1980-81 av 3 arter med antatt negativ reaksjon på forurensningsbelastning, har gjort et stort utslag fordi det totale antallet av indikatorarter var lavt (7). For to av de tre utslagsgivende artene (Phyllophora pseudoceranoides og særlig Delesseria sanguinea) er det også grunn til å vurdere reaksjonsindeksene nærmere. En annen svakhet fremtrer ved å betrakte resultatene for stasjonene fra og med A13 og utover. Forurensningsindeksen gir her ikke det samme bilde som de øvrige bedømmelsesgrunnlag, og resultatene stemmer heller ikke med det generelle inntrykk fra feltarbeidet. Ikke bare har st. A13 fått best "karakter", men de minst påvirkede lokalitetene, st. A6 og st. A3, har kommet dårligst ut, henholdsvis i 1974-76 og 1980-81. Forurensningsindeksen har i dette tilfellet ikke vært brukbar til å anskueliggjøre mindre forskjeller i forurensningsvirkninger, bare de store forskjeller mellom Indre Frierfjord og stasjoner ved fjordmunningen og utenfor.

Ved det videre arbeid med bruk av forurensningsindekser synes det bl.a. viktig å:

- ta større hensyn til artenes saltholdighetstoleranse og/eller innskrenke jevnføringer til stasjoner med noenlunde samme saltholdighetsmiljø,
- trekke inn et bredere erfaringsgrunnlag ved fastsettelse av de enkelte arters reaksjonsindeks,
- i større grad få inn det totale artsantall i beregningsgrunnlaget, enten direkte eller ved å søke å få antallet av indikatorarter utvidet.

Jevnføring av algesamfunnene ved en likhetsindeks

Etter undersøkelsene i 1974-75 ble det bl.a. konkludert at man på basis av algevegetasjonen kunne dele undersøkelsesområdet inn i 4 underområder (NIVA, 1977, 1979, Bøkn, 1979):

Underområde I: (Ytre fjord, ingen av stasjonene observert i 1980-81)

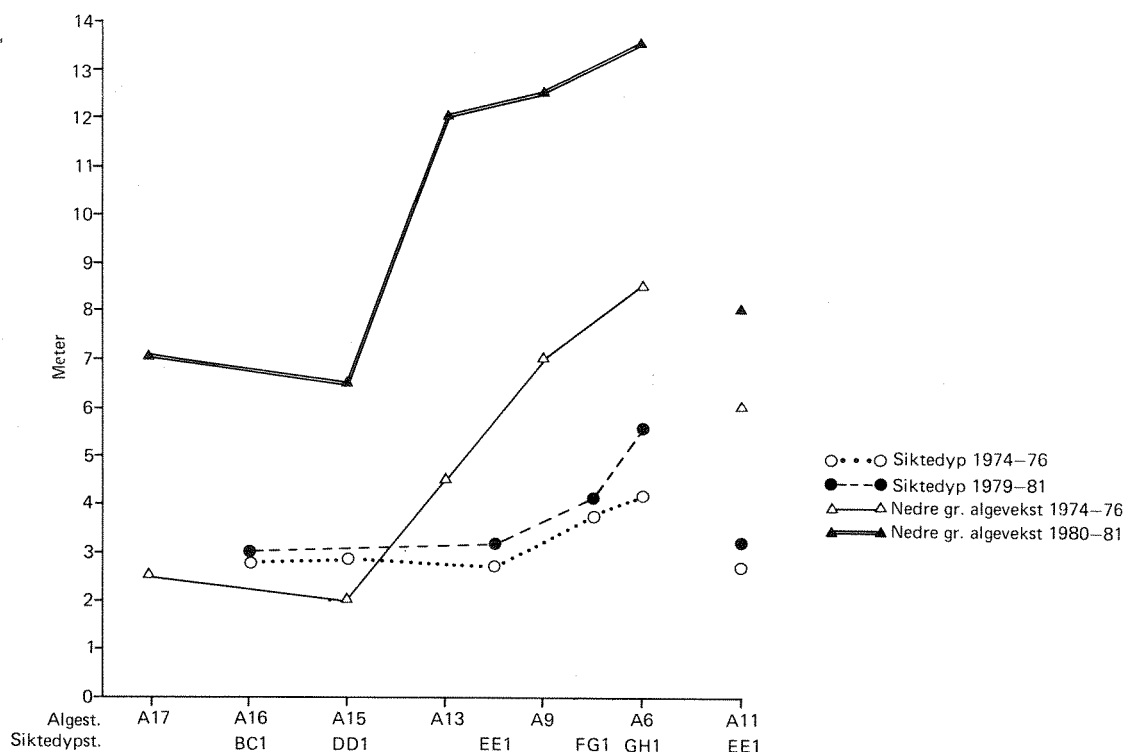
- " - II: Bl.a. med stasjonene A3 og A6
- " - III: Bl.a. med stasjonene A9 og A11
- " - IV: Bl.a. med stasjonene A13, A15, A16, A17

Av figur 22, som viser grader av likhet i algesamfunnenes sammensetning på stasjonene fra 1980-81, ses at situasjonen har forandret seg, slik at oppdelingen fra 1974-76 ikke lenger gir en fullt gyldig beskrivelse av situasjonen. Dette er grunnlaget for de nye delområder som fremgår av appendikstabellene A9-A12.

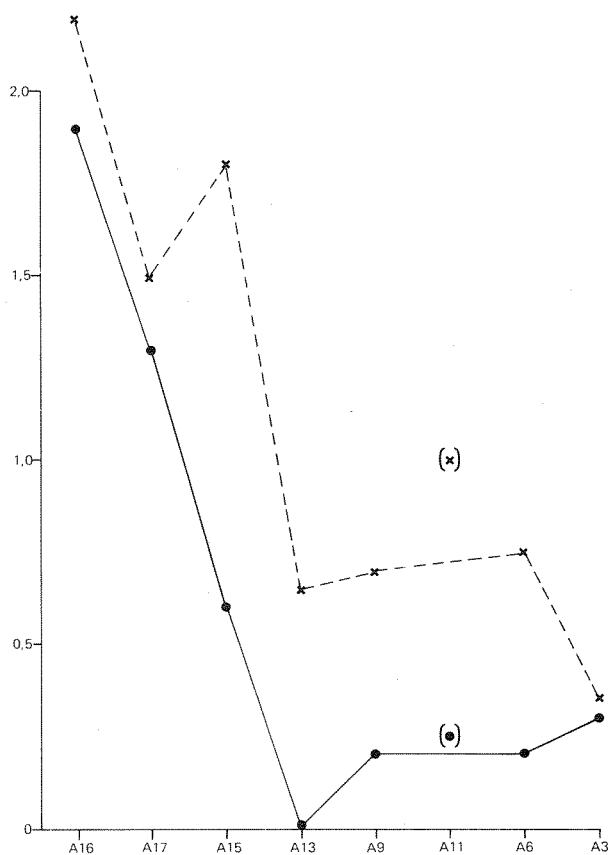
Mens det forrige gang var naturlig å plassere st. A13 i gruppe sammen med de øvrige Frierfjord stasjonene, viser denne lokalitetens algesamfunn nå større grad av likhet med stasjonene i Breviksfjorden og Langesundsfjorden. Dette er et uttrykk for den positive utvikling som stemmer overens med det som er nevnt ovenfor. På samme måte viser st. A9 i Brevik-området økt likhet med de ytre lokalitetene, st. A6 og st. A3. Forbedringen kan også spores på st. A15, som viser større likhet med stasjonene utenfor Brevik enn tidligere. At likhetsgraden for st. A15 er blitt mindre enn før i forhold til st. A13 må bare tolkes som et uttrykk for at den positive utviklingen har vært mer markert på sistnevnte lokalitet. (Forøvrig må det av naturlige årsaker ventes at algevegetasjonen på lokalitetene i indre/midtre Frierfjorden må forbli temmelig forskjellig fra de ytre fjordområders samfunn. Dette utelukker imidlertid ikke muligheten for ytterligere en viss tilnærming i de kommende år.)

Om figur 22 må det avslutningsvis advares mot å bygge resonnementer på forskjeller i similaritet som er mindre enn 20-30 %. Grensen er noe avhengig av totalt artsantall og mengdemessig forekomst av artene som er med i beregningen. Særlig ved lavt antall arter kan sporadisk opptreden/registrering av sparsomt forekommende alger slå uforholdsmessig sterkt ut. Grunnlaget for å trekke slutninger kan bli bedre hvis man i similaritetsindeksen også innfører vektall for om artene har vært dominerende, vanlige eller sjeldne.

Fremdeles er Frierfjorden sterkt belastet, både med industriutslipp og husholdningskloakkvann. For sistnevntes vedkommende er det planlagt betydelige reduksjoner i belastningen i de nærmeste år (1985-86). Hvis man ønsker å få dokumentert virkningen av disse tiltak, synes det fruktbart å følge utviklingen i algevegetasjonen. Selv uten belastningsreduksjoner er det mulig at man vil få en ytterligere forbedring i form av artsrikere samfunn. Dette skyldes at det er en ikke ubetydelig treghet i et restaureringsforløp. Her skal bare nevnes to viktige faktorer:



Figur 23. Midlere nedre grense for vekst av opprette benthosalger i 1974-76 og 1980-81 samt midlere siktedyp mars-oktober på utvalgte hydrografistasjoner 1974-76 og 1979-80.



Figur 24. Forurensningsindeks etter Iversen (1981) for benthosalgestasjonene i Grenlandsområdet 1974-76 (X --- X) og 1980-81 (●—●).

- Forurensningstolerante/-stimulerte arter har "okkupert" området og tenderer til å beholde plassen de en gang har inntatt (konkurransmessig forsprang).
- Ved at rentvannsformene er blitt fortrent, er også deres praktiske koloniseringsmuligheter redusert. Færre kim produseres innen området eller de må bringes inn fra fjerne lokaliteter. En av forurensningsvirkningene er m.a.o. at det er skapt en mer eller mindre effektiv geografisk barriere.

4.3. Observasjoner av dyr

Innen overvåkingsprogrammet for Grenlandsfjordene er observasjoner av dyrelivet på hardbunn begrenset til stereofotograferingsstasjonene ved st. A15 Saltbua og st. A6 Risøyodden (figur 20). Det er således ikke foretatt noen gjentagelse av profilstudiene av dyrelivet fra strandlinjen og ned til 20-30 m, slik som ved basisundersøkelsen i 1974-76 (NIVA, 1977).

Imidlertid er det under dykkerundersøkelsene av alger også gjort sporadiske observasjoner av dyr med større forekomst. Nedenfor gjengis disse observasjoner fra Frierfjordlokalitetene. Resultatene fra den faste stereofotostasjonen ved Saltbua, som blir presentert i en senere rapport, vil gi bedre holdepunkter for å bedømme fluktuasjoner og eventuell utvikling i hardbunnsfaunaens sammensetning.

St. A16, Kanalen

På denne lokaliteten ble det ikke dykket ved basisundersøkelsen, slik at det mangler et sammenligningsgrunnlag. Lokaliteten består ned til 2-3 m av rullestein fra molofundament. Disse steinene var overgrodd med grønnalger (mest Cladophora) og det var sparsomt med makroskopiske dyr, bortsett fra spredt med rur (Balanus improvisus). I 3-4 m var det et tett belte med rur på rullestein som lå på bløtbunn. Mye korstroll (sjøstjerne) beitet på ruren. Fra 3 m ble det i økende grad bløtbunn eller sterk tilslammet fjell. Fra 4 m flatet bunnen ut og hadde mange hull etter sandmusling,

dessuten enkelte ekskrementhauger av fjæremark. På 6-7 m ble det observert enkelte eksemplarer av sjøanemonen Cerianthus lloydi, korstroll og slangestjerner.

St. A17, Spissen av Balsøya

De mest fremtredende dyr ned til 6-7 m var korstroll, slangestjerner, skipsrur (Balanus improvisus), Cerianthus lloydi og andre sjøanemoner, trekantmark, eremittkreps og sjøpungen Styela rustica. Disse er alle observert tidligere. Det er også blåskjell, som det ble funnet noen få og små eksemplarer av i 1980, derimot ikke i 1981. Det ble også observert enkelt-eksemplarer av ål og flyndre. Det har ikke skjedd noen åpenbare endringer siden basisundersøkelsen.

St. A15, Saltbua

Med ett unntak - sjøpungen Corella parallellogramma - ble det ikke gjort andre dyreobservasjoner enn fra 1974-76. En masseforekomst av små (1-2 cm) blåskjell i 1980 ble det ikke funnet spor av i 1981, utover et par store individer på dypere vann (10 m). I likhet med på Balsøya synes derfor blåskjell å ha et periodisk sviktende livsgrunnlag også lenger ut i fjorden.

St. A13 Steinholmene

Inntrykket av dyrelivet ned til ca. 18 m var i godt samsvar med de tidligere observasjoner. Både i 1980 og 1981 ble det observert et tett teppe av små blåskjell i omkring 2-3 meters dyp, mens det bare var få større eksemplarer, og da lenger ned (5-6 m).

5. REFERANSER

- Bjørseth, A., Knutzen, J. og Skei, J., 1979. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels from Saudafjorden, W. Norway, by glass capillary gas chromatography. *Sci. Total. Environ.* 13: 71-86.
- Bokn, T., 1979. Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Estuarine and Marine Waters, s. 138-146 in *The Use of Ecological Variables in Environmental Monitoring*. Rapport PM 1151 (1979) Sveriges Naturvårdsverk.
- Haver, E., 1982. Kvikksølvforurensning i Grenlandsfjordene. Norsk Hydro/Forskningscenteret, 16/2 1982, 32 s + 4 bilag.
- Holt, G., 1976. Den littorale algevegetasjonen i Grenland, nedre Telemark. Hovedfagsarbeide i Marin Botanikk. Høstsemesteret 1976. Univ. i Oslo. 196 s. Upublisert.
- Holt, G., 1979. Om algevegetasjonen i Grenland, nedre Telemark, og fylkets planer om resipientkontroll. *Blyttia* 37: 51-56.
- Iversen, P.E. 1981. Benthosalgevegetasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, Søndre Vestfold. Del I Generell Del, 157 s. og Del II Systematisk og floristisk del, 173 s. Hovedfagsarbeide i marin botanikk. Vårsemesteret 1981. Univ. i Oslo. Upublisert.
- Knutzen, J. og Svetland, B., 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. *Water Res.* 16(4): 421-428.
- National Academy of Science (NAS), 1972. Particulate polycyclic organic matter. 361 s. NAS., Washington, DC.
- NIVA 1973, 0-70111. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - generelle forhold - forurensningstilførsler. 93 s.

- NIVA 1977, 0-7011. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 6. Fremdriftsrapport for de biologiske undersøkelsene mars 1974 - mai 1976. 234 s.
- NIVA 1979, 0-70111. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 8. Sluttrapport. 252 s.
- NIVA 1980, 0-76129. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. Delrapport nr. 5. Vannkvalitet i overflate- lag og dypvann. 24 s.
- NIVA 1981, 0-8000312. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 1. Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger. Rapp. 4/81 i Statlig program for forurensningsovervåking, 35 s.
- NIVA 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 2. Vannutskiftning og vannkvalitet. Rapp. 5/81 i Statlig program for forurensningsovervåking, 27 s.
- Underdal, B., Norheim, G., Hoff, H. & Håstein, T., 1981. Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk fra Skiensvassdraget og fjordene i Grenlandsområdet. Oslo/Skien. 29 s. + bilag.
- Wallentinus, I., 1979. Environmental influences on benthic macrovegetation in the Trosa - Askö area, Northern Balthic proper. II The ecology of macroalgae and submersed phanerogams. Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm, 25: 1-210.

APPENDIKS

Tabell A1. METALLER I GRUNNDJSK (*Cladophora* sp.) (ppm tørrvekt)

			Snitt 1974 - mai 1976	Snitt aug. 1976-1979	April 1980	Juli 1980	August 1980	Mars 1981	Sept. 1981
Kvikksølv	Brevik (A9)		0,73	0,52					0,10
	Steinholmen (A13)		0,60	0,58	0,15		0,27	0,35	0,18
	Saltbua (A15)								0,16
	Kanalen øst (A16ø)				0,25		0,24		0,28
	Kanalen vest (A16v)		4,46	3,5	11,0	12,8	0,95	7,2	0,33
Kopper	Brevik (A9)		35,4	23,0					5,7
	Steinholmen (A13)		19,8	22,0	18,0		16,0		10,0
	Saltbua (A15)								8,2
	Kanalen øst (A16ø)								8,8
	Kanalen vest (A16v)		27,0	29,0	40,0		5,5		4,7
Kadmium	Brevik (A9)								0,78
	Steinholmen (A13)						0,8		0,91
	Saltbua (A15)								0,53
	Kanalen øst (A16ø)								0,36
	Kanalen vest (A16v)						0,5		0,49
Bly	Brevik (A9)		51,0	< 33,0					20,0
	Steinholmen (A13)		32,0	< 40,0	40,0		20,0		70,5
	Saltbua (A15)								27,6
	Kanalen øst (A16ø)								8,4
	Kanalen vest (A16v)		32,0	< 40,0	80,0		4,0		21,3
Sink	Brevik (A9)								103,0
	Steinholmen (A13)								74,0
	Saltbua (A15)								125,0
	Kanalen øst (A16ø)								133,0
	Kanalen vest (A16v)								60,0
Mangan	Brevik (A9)		7000,0	4443,0					621,0
	Steinholmen (A13)		3613,0	6833,0					2243,0
	Saltbua (A15)								1699,0
	Kanalen øst (A16ø)								3077,0
	Kanalen vest (A16v)		6420,0	4575,0					610,0

Tabell A2. METALLER I BLÆRETANG (*Fucus vesiculosus*) (ppm tørrvekt)

			Snitt 1974 - mai 1976	Snitt aug. 1976 - aug. 1979	April 1980	August 1980	Mars 1981	Sept. 1981
Kvikksølv	Helgerofjorden (A3)		0,10	0,10	0,05	0,05	0,08	0,04
	Risøyodden (A6)		0,21	0,18				0,36
	Brevik (A9)		0,32	0,29				0,18
Kopper	Helgerofjorden (A3)		5,1	5,2	2,0	3,0		4,9
	Risøyodden (A6)		0,5	6,8				5,1
	Brevik (A9)		15,7	15,0				12,1
Kadmium	Helgerofjorden (A3)				< 1,0	1,3		1,66
	Risøyodden (A6)							1,36
	Brevik (A9)							0,91
Bly	Helgerofjorden (A3)		< 10,0	< 10,0	<10,0	17,0		4,3
	Risøyodden (A6)		< 10,0	< 10,0				9,6
	Brevik (A9)		< 10,0	< 10,0				20,0
Sink	Helgerofjorden (A3)							95,0
	Risøyodden (A6)							189,0
	Brevik (A9)							144,0
Mangan	Helgerofjorden (A3)		313,0	234,0				482,0
	Risøyodden (A6)		1475,0	528,0				204,0
	Brevik (A9)		1187,0	721,0				137,0

Tabell A3. KVIKKSØLV OG KADMIUM I BLASKJELL (*Mytilus edulis*) (ppm tørrvekt)

			Snitt 1975-76	Snitt 1977-79	Aug. 1980	Mars 1981
Kvikksølv	Helgerofjorden (A3)					0,25
	Langesundsfjorden (B4)		0,6	0,91	0,29	0,67
Kadmium	Helgerofjorden (A3)					4,2
	Langesundsfjorden (B4)		1,9	2,4	1,5	8,7

Tabell A4. KONSENTRASJONER AV PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) OG PCB (mg/kg våtvekt)
I BLÅSKJELL FRA GRENLANDSFJORDENE 17. MARS 1981.
(Analysert ved SI.)

KOMPONENT	STASJON			
	A3	A9	B4*	A15
Naphtalene	88	37	157	40
2-metylnaphtalene	11	14	42	5
1-metylnaphtalene	3	5	25	5
Bifenyl	6	13	58	4
Acenaphtylene	3	25	21	2
Acenaphtene	19	86	79	8
4-metylbifenyl	23	7	17	3
Dibenzofuran	11	40	20	3
Fluoren	17	22	27	20
2-metylfluoren	2	2	6	< 2
1-metylfluoren	2	12	3	< 2
Dibenzothiophen	19	28	35	5
Phenanthrene	432	507	670	49
Anthracene	14	40	58	5
Me-phenanthrene/Me-anthracene	32	74	70	3
Me-phenanthrene/Me-anthracene	52	90	202	40
2-metylene phenanthrene	8	17	67	15
4,5-metylene phenanthrene	25	32	44	12
Me-phenanthrene/Me-anthracene	20	47	41	7
1-metylphenanthrene	21	42	28	11
Fluoranthene	1167	1487	1968	176
Benz(e)acenaphtylene "?"	58	70	100	11
Benz(def)dibenzothiophene "?"	21	38	46	< 2
Pyrene	515	1159	1494	165
Etylmetylenephenanthrene "?"	100	183	24	17
Benzo(a)fluorene	17	36	50	4
Benzo(b)fluorene	16	31	44	5
4-metylpyrene	8	10	63	5
metylpyrene/metylfluoranthene	15	39	51	7
1-metylpyrene	18	34	42	5

forts. Tabell A4. - side 2 -

KOMPONENT	STASJON			
	A3	A9	B4*	A15
Benzothionaphtene "?"	87	164	242	32
Benzo(c)phenanthrene + benzo(g,h,i)fluoranthene	54	93	120	16
Benzophenanthidin "?"	17	28	41	3
Benzo(ghi)fluoranthene	63	123	145	35
Benz(a)anthracene	189	475	737	83
Chrysene/triphenylene	629	791	1217	174
Benzo(b,j,k)fluoranthene	104	334	423	87
Benzo(e)pyrene	142	406	443	114
Benzo(a)pyrene	25	158	201	44
Perylene	53	88	95	53
Indene(1,2,3-cd)pyrene (o-phenylenepyrene)	14	53	70	17
Dibenz(a/c, a/h)anthracene	7	14	19	4
Benzo(b)chrysene	4	13	19	3
Anthanthene	18	76	86	31
Totalt PAH identifisert (ppb)	4149	7043	9410	1328
PCB (ppm)	0,03		0,03	

Verdier angitt i < 2 er ikke tatt med i sum PAH.

* B4 ligger like ved A6 (figur 20).

Omregning til tørrvektbasis:

Materialet er analysert vått, men hvis tørrvektsprosenten som et gjennomsnitt settes til 15, fås følgende ca. konsentrasjoner av total-PAH og utvalgte komponenter (µg/kg tørrvekt):

	A3	A9	B4 (~A6)	A15
Total-PAH	~ 27800	~ 47200	~ 63000	~ 8900
KPAH 1) (%)	~ 850(3,1)	~ 2900(6,1)	~ 3700(5,9)	~ 750(8,4)
Benzo(a)- pyrene (%)	~ 170(0,6)	~ 1060(2,2)	~ 1350(2,1)	~ 300(3,3)

1) KPAH er summen av et utvalg potensielt kreftfremkallende stoffer. Se nærmere forklaring i tekst. Når det i analyseresultatene ikke er skilt mellom kreftfremkallende og inaktive stoffer er det regnet med at en forholdsmessig andel er kreftfremkallende (f.eks. 2/3 av sumkonsentrasjonen for benzo(b,j,k)fluoranthene, der den siste av de tre isomere ikke er aktiv).

Tabell A5. KONSENTRASJON AV PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt) I BLASKJELL (*Mytilus edulis*) FRA GRENLANDSFJORDENE 17-20. AUGUST 1981. (Analysert ved NIVA.)

Komponenter	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrstoff				
	A3	A6*	A9	A11	A13
Naftalen					
2-Metylnaftalen					
1-Metylnaftalen					
Bifenyl					
Acenaftalen					
Acenaften					
4-Metylbifenyl					
Dibenzofuran					
Fluoren					
9-Metylfluoren					
9.10-Dihydroantracen					
2-Metylfluoren					
1-Metylfluoren					
Dibenzothiophen					
Fenantren	20	163	213	143	270
Antracen	2	21	10	7	14
Acridine					
Carbazole					
2-Metylantracen		53	88	57	95
1-Metylfenantren	4	36	34	54	
9-Metylantracen		26			
Fluoranten	247	1001	1886	1089	1815
Pyren	53	354	954	280	1042
Benzo(a)fluoren		43	104	19	118
Benzo(b)fluoren			25		
1-Metylpyren		15			19
Benzo(c)fenantren	22	88	149	65	151
Benzo(a)antracen	37	151	333	125	405
Trifenylen/Chrysen	83	396	850	361	1025
Benzo(b)fluoranten	29	164	601	120	529
Benzo(j,k)fluoranten	7	50	214	81	297
Benzo(e)pyren	31	156	401	135	520
Benzo(a)pyren	7	22	139	25	151
Perylen		15	30		
0-Phenylene-pyren				71	
Dibenz(a,h)antracen					
Picen					
Benzo(ghi)perylene	15	43	185	118	208
Anthanthrene					
Coronen					
Sum	557	2797	6216	2750	6659
Derav KPAH ¹⁾ (%)	61 (10,9)	299 (10,6)	996 (16,0)	250 (9,1)	979 (14,7)
Tørrvektsprosent	15,0	13,3	15,9	10,7	9,0

1) KPAH er summen av potensielt kreftfremkallende stoffer. Se nærmere forklaring i tekst.

* A6 ligger like ved B4 (figur 20).

Tabell A6. Miljøgifter i fisk fra Frierfjorden, august 1981 (ppm våtvekt).

Fisk nr.	Fangststed	Fiskeart	Vekt (g)	6-Cl-Bz	L e v e r 8-Cl-St	10-Cl-Bf	Muskel Hg
1	Frierfjorden	Torsk	520	4,2	3,8	0,55	0,42
2	"	"	290	1,6	5,5	2,4	0,17
3	"	"	340	2,6	10.	6,3	0,20
4	"	"	830	8,5	39.	12.	0,55
5	"	"	380	0,78	5,3	3,9	0,32
6	"	"	630	9,2	7,9	3,0	0,40
7	"	"	1130	7,4	27.	6,9	0,62
8	"	"	470	3,4	7,3	2,3	0,18
9	Voldsfjorden	"	530	8,8	10.	3,4	0,23
10	"	"	510	2,0	15.	7,7	0,45
11	"	"	800	6,6	29.	11.	0,65
12	"	"	895	4,9	18.	6,7	0,51*
13	"	"	870	4,5	21.	9,6	0,47
14	"	"	410	6,9	13.	4,9	0,21
15	"	"	470	0,36	1,6	1,1	0,16
16	"	"	1040	4,3	21.	8,8	0,49
17	"	"	650	5,5	11.	6,8	0,27
18	"	"	650	7,8	7,7	1,8	0,27
19	"	"	910	5,5	23.	3,9	0,63
20	"	"	950	12.	19.	5,2	0,22

6-Cl-Bz = heksaklorbenzen

8-Cl-St = oktaklorstyren

10-Cl-Bf = dekaloribifeny1

Tabell A7. Miljøgifter i fisk fra Eidangerfjorden, august 1981 (ppm våtvekt)

Fisk nr.	Fangststed	Fiskeart	Vekt (g)	6-Cl-Bz	L e v e r 8-Cl-St	10-Cl-Bf	Muskel Hg
1	Eidangerfjorden	Torsk	250	0,015	0,057	0,061	0,15
2	"	"	300	0,082	0,11	0,18	0,18
3	"	"	220	0,18	0,30	0,21	0,17
4	"	"	310	0,53	0,35	0,21	0,25
5	"	"	240	0,062	0,18	0,15	0,10
6	"	"	260	0,073	0,26	0,19	0,12
7	"	"	1260	0,12	0,18	0,57	0,19
8	"	"	300	0,013	0,077	0,16	0,24
9	"	"	1430	0,18	0,26	0,73	0,25

Tabell 8A. Miljøgifter i fisk fra Langesundsfjorden, august 1981 (ppm våtvekt)

Fisk nr.	Fangststed	Fiskeart	Vekt (g)	6-Cl-Bz	L e v e r 8-Cl-St	10-Cl-Bf	Muskel Hg
1	Langesundsfjorden	Torsk	1190	0,21	0,30	0,43	0,15
2	"	"	1420	0,13	0,37	0,89	0,23
3	"	"	1680	0,86	0,68	0,58	0,29
4	"	"	600	0,24	0,31	0,10	0,07
5	"	"	430	0,099	0,65	0,35	0,16

Tabell A9. ALGEREGISTRERINGER FRA YTRE FRIERFJORDEN OG BREVIKFJORDEN
(DELOMRADE I) AUGUST 1980 OG AUGUST 1981

Mengdeangivelser:

1: Sjelden/sparsom 2: Vanlig 3: Hyppig/dominerende

ALGER	Stasjoner Ar Dyp 1 m	A15 Saltbua						A16 Kanal-en		A17 Balsøya					
		22/8-80			19/8-81			19/8-81		21/8-80			19/8-81		
		0-2	2-5	5-7	0-2	2-5	5-9	0-2	2-7	0-2	2-5	5-7	0-2	2-5	5-7
RHODOPHYCEAE (Rødalger)															
Antithamnion boreale														1	
A. plumula								?			1-2		2	2	
Delesseria sanguinea			1												
Phycodrys rubens						1									
Phyllophora pseudoceranoides					1	1-2				1					
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)															
Laminaria saccharina						1									
Pilayella littoralis										1-2					
Sphacelaria plumosa		1			1										
Sphacelaria sp.											1				
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)															
Blidingia minima				1-2											
Cladophora rupestris					1	1							1		
C. cf. sericea	3	2		3	2	1	3	2-3	3	2		3	2		
Enteromorpha flexuosa gr.							2								
E. intestinalis gr.				2				2	1	1-2					
E. prolifera gr.								1-2				1-2	1-2		
Rhizoclonium riparium		2		1-2											
Urospora penicilliformis							1-2								
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)															
Lyngbya cf. lutea							1-2		1-2						
Spirulina subsalsa		1-2			1-2		1	2		2	2		2	2	

Tabell A10. ALGEREGISTRERINGER FRA YTRE FRIERFJORDEN OG BREVIKFJORDEN
(DELOMRÅDE II) AUGUST 1980 OG AUGUST 1981

Mengdeangivelser:

1: Sjelden/sparsom 2: Vanlig 3: Hyppig/dominerende

ALGER	Stasjoner Ar Dyp i m	A13 Steinholmen						A9, Oya, Brevik						
		21/8-80				18/8-81		21/8-80			18/8-81			
		0-2	2-5	5-10	10-13	0-2	2-5	5-13	0-2	2-5	5-12	0-2	2-5	5-10
RHODOPHYCEAE (Rødalger)														
<i>Antithamnion plumula</i>		1-2	1-2			1-2	1-2		1-2	2		1-2	1-2	
<i>Audouinella virgatula</i>											1-2			
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (T.i.)									1				1	
<i>Callithamnion byssoides</i>						1-2								
<i>C. corymbosum</i>									1-2		1	2	1-2	
<i>Ceramium rubrum</i>								2	2		2	1-2		
<i>C. strictum</i>		2						1-2	2	2	2	2	2	1
<i>Delesseria sanguinea</i>			1-2	1		1-2			2	2		1-2	2	1-2
<i>Dilsea carnosa</i>			1											
<i>Erythrotrichia carnea</i>								1	2			1		
<i>Furcellaria lumbricalis</i>						1								
<i>Gontotrichum alsidii</i>									1					
<i>Hildenbrandia rubra</i>								1	1					
<i>Lomentaria clavellosa</i>										1				
<i>Phycodrys rubens</i>		1-2	2	1		1-2	2		1	2		2	2	1-2
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>						1-2			1	1-2			1-2	
<i>P. truncata</i>		1-2					1			1				
<i>Phymatolithon lenormandi</i>			2				1-2					1	1	
<i>Polysiphonia elongata</i>							1					1		
<i>P. nigrescens</i>		1-2						1-2	1				1-2	
<i>P. urceolata</i>		1	1	1		1	1-2		1	1		1	1	
<i>P. violacea</i>	1								1-2		1-2	1-2		
<i>Rhodomela convervoides</i>			1			1-2				1				
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)														
<i>Desmarestia aculeata</i>		1-2	1-2											
<i>Ectocarpus fasciculaten</i>									2		1-2	1-2		
<i>E. siliculosus</i>												1-2		
<i>Elachista fucicola</i>								2			1			
<i>Fucus serratus</i>								2	1-2		1-2			
<i>F. vesiculosus</i>								1-2			1			
<i>Laminaria digitata</i>		2	1			1-2	1-2				1			1
<i>L. saccharina</i>			2			1	2		2-3	2-3	1	2-3	2-3	
<i>Pilayella littoralis</i>					1-2				2		2			
<i>Sphacellaria cirrosa</i>							1							
<i>S. plumosa</i>						1	1							
CHLOPOPHYCEAE (Grønnalger)														
<i>Blidingia minima</i>								1-2						
<i>Cladophora rupestris</i>						1								
<i>C. sericea</i>	2-3				2-3	1-2		2-3	2	1	2-3	1-2	1	1
<i>Enteromorpha intestinalis</i> gr.	1-2	1			1-2			1-2	1		1-2	1		
<i>Rhizoclonium riparium</i>	1							1	1					
<i>Ulva lactuca</i>						1		1-2	1-2		1-2	1-2		
<i>Ulvaria obscura</i>												1-2		
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)														
<i>Lyngbya aestuarii</i>		1												
<i>Spirulina subsalsa</i>	2	2			2	2				1-2	2	1-2	2	

Tabell A11. ALGEREGISTRERINGER FRA LANGESUNDSFJORDEN OG HELGEROFJORDEN
(DELOMRADE III) AUGUST 1980 OG AUGUST 1981

Mengdeangivelser:

1: Sjelden/sparsom 2: Vanlig 3: Hyppig/dominerende

ALGER	Stasjoner Ar Dyp i m	A3 Båteberget, Helgerofj.				A6 Risøyodden, Langesundsfj.							
		20/8-80		17/8-81		20/8-80				17/8-81			
		0-2	2-3	0-2	2-3	0-2	2-5	5-10	10-14	0-2	2-5	5-10	10-14
RHODOPHYCEAE (Rødalger)													
Ahnfeltia plicata			1-2	1							2	1-2	
Antithamnion plumula							1			2	1	1-2	
Audouinella virgatula	2	2	2	2					2	1			
Bonnemaïsonia hamifera (T.l.)						2	2			2	1-2		
Callithamnion corymbosum	1-2	1		1-2		1	1			1			
Ceramium rubrum	2	2	2	2		2	1-2	1	1-2	2	2		
C. strictum	1-2	1	1	1	1	1			2	1		1	
Chondrus crispus	1	1	1	2						1	1		
Delesseria sanguinea							1-2	1-2			2	2	
Erythrotrichia carnea	2	2	2	2	1-2	1-2	1		2	2			
Furcellaria lumbricalis	1	1		1-2		1-2	1-2						
Goniotrichum alsidii				1						1			
Hildenbrandia rubra	2		2						1				
Lomentaria clavellosa							1-2	1		1	1-2		
Phycodrys rubens		2		2		1	1-2	2					2
Phyllophora pseudoceranoides		1-2		2		1	1-2	1-2					
P. truncata							2	1-2					
Phymatolithon lenormandi	2	2	2	2						1-2			1-2
Polyides rotundus	1	2					1						
Polysiphonia elongata												1	
P. nigrescens	1-2	1-2		1-2		1	1-2	1-2	2	1			
P. urceolata								1				1	1
P. violacea	1	1			2	2	1		1				
Rhodomela confervoides				2			1						
PHAEOPHYCEAE (Brunnalger)													
Ascophyllum nodosum	1-2												
Chorda filum							1-2						
Chordaria flagelliformis	1												
Dictyosiphon foeniculaceus			1-2	1-2									
Ectocarpus fasciculatus	1-2	2					1-2						
E. siliculosus				2	1-2		1		1				
Elachista fuciola	1-2		2		1-2				1-2				
Fucus serratus	2-3	2	2-3	2	2	1			2				
F. vesiculosus	2-3		2		2				1-2				
Halidrys siliquosa		1		2		1-2	2			2	1		
Laminaria digitata				2		2			1	2			
L. saccharina	2	2	2	2-3		1-2	2-3		1-2	1-2	2		1
Pilayella littoralis	2		2	2					2	1-2			
Ralfsia borneti				1	1				1				
Sphacellaria bipinnata				2									
S. cirrosa	1	1		1		1	1			1			
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)													
Cladophora rupestris								1-2		1			
C. cf. sericea	2	2	2	1-2	2	1-2	1-2		2				
Enteromorpha flexuosa gr.	1	1-2											
E. intestinalis gr.	2	2	2	2	1-2	2			1-2				
Rhizolonium riparium			1-2	1-2		1							
Ulva lactuca	2		1-2		1-2	2			2				
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)													
Spirulina subsalsa	2	2	2	2	2				2	2	1-2		
Lyngbya cf. lutea	1-2	1	1-2										
L. aestuarii					1					1			

Tabell A12. ALGEREGISTRERINGER FRA ST. A11 KATTØYA, EIDANGERFJORDEN
20. AUGUST 1980 OG 18. AUGUST 1981.

Mengdeangivelser:

1: Sjelden/sparsom 2: Vanlig 3: Hyppig/dominerende

ALGER	År, dyp i m		1980			1981		
	0-2	2-5	5-8	0-2	2-5	5-9		
<u>RHODOPHYCEAE (Rødalger)</u>								
<i>Ceramium strictum</i>	1	1-2		1-2	1-2	1		
<i>Chondrus crispus</i>	1-2	1-2		1-2	1-2			
<i>Delesseria sanguinea</i>					1-2	1		
<i>Furcellaria lumbricalis</i>					1-2			
<i>Phymatolithon lenormandii</i>			1-2			1-2		
<i>Polysiphonia urceolata</i>					1	1		
<u>PHAEOPHYCEAE (Brunalger)</u>								
<i>Elachista fuciola</i>	1-2			1-2				
<i>Fucus vesiculosus</i>	1-2			1-2				
<i>Laminaria digitata</i>		1						
<i>L. saccharina</i>		1-2	1-2		2	1-2		
<i>Pilayella littoralis</i>	1			1				
<i>Ralfsia borneti</i>				1				
<u>CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)</u>								
<i>Cladophora rupestris</i>	1							
<i>C. cf. sericea</i>	2			1-2	1			
<i>Enteromorpha intestinalis</i> gr.	2	2		2	2			
<i>Rhizoclonium riparium</i>						1		
<i>Ulva lactuca</i>	2	1		2	1			
<i>Ulvaria obscura</i>	1-2	1-2		1				
<u>CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)</u>								
<i>Lyngbya cf. lutea</i>				2				
<i>L. aestuarii</i>						1		
<i>Oscillatoria bonnemaisonii</i>					1			
<i>Spirulina subsalsa</i>	2	2		2	2	2		

Tabell A13 Fastsittende algers fordeling på rødalger, brunalger og grønnalger i delområde I av Grenlandsfjordene.
(st. A15 Saltbua, st. A16 Kanalen og st. A17 Balsøya, alle i indre Frierfjorden)
1980-81 jevnført med 1974-76

	St. A15				St. A16				St. A17				Delområde I			
	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76
RØDALGER	1	2	3	0	-	1(?)	1(?)	0	2	2	3	0	3	4	5	0
BRUNALGER	1	2	2	0	-	0		0	2	0	2	0	3	2	4	0
GRØNNALGER	2	5	5	5	-	5	5	3	2	3	4	4	3	8	8	6*
Totalt	4	9	10	5	-	5+1(?)	5+1(?)	3	6	5	9	4	9	14	17	6

- Ikke observert

* Blant grønnalgene fra 1974-76 er 2 våralger som ikke er registrert i 1980-81

? Usikker registrering

Tabell A14 Fastsittende algers fordeling på rødalger, brunalger og grønnalger i delområde II av Grenlandsfjordene.
(st. A9 Øya, Brevik og st. A13 Steinholmen, Frierfjorden) samt på st. A11 Kattøya, Eidangerfjorden.
1980-81 jevnført med 1974-76

	St. A9				St. A13				Delområde II				St. A11			
	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76
RØDALGER	17	15	20	6	11	11	15	2	19	19	23	8	3	6	6	1
BRUNALGER	7	8	8	5	3	5	6	1	8	10	11	5	5	5	6	4
GRØNNALGER	5	4	6	8	3	4	5	5	5	5	7	9*	5	5	6	9
Totalt	29	27	34	19	17	20	26	8	32	34	41	22	13	16	18	14

* Blant grønnalgene fra 1974-76 er 3 våralger som ikke er registrert i 1980-81

Tabell A15 Fastsittende algers fordeling på rødalger, brunalger og grønnalger i delområde III av Grenlandsfjordene.
(st. A6 Risøyodden, Langesundsfjorden og st. A3 Båteberget, Helgerofjorden)
1980-81 jevnført med 1974-76

	St. A3 Båteberget				St. A6 Risøyodden				Delområde III			
	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76	1980	1981	1980 - 81	1974 - 76
RØDALGER	14	15	17	10	17	17	23	10	21	22	24	15
BRUNALGER	10	12	15	10	11	10	12	12	14	12	16	15
GRØNNALGER	4	4	5	6	5	4	5	11*	6	5	6	11*
Totalt	28	31	37	26	33	31	40	33	41	39	46	41

* Blant 1974-76 observasjonene er en alge fra supralittoralsonen og to våralger som ikke er registrert i 1980-81



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT).**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

**Tidligere NIVA-rapporter i serien :
Overvåkning av Grenlandsfjordene og Skienselva**

Overvåkingsår	Rapporttittel
1977	Årsrapport for 1977 25.5. 1979.
1978	Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger 14.5. 1979. Metaller og partikulært materiale i vannmassene 20.8. 1979. Undersøkelse av vannutskiftingsforholdene 10.8. 1979. Hardbunnsfauna undersøkt ved stereofotografering 15.11. 1979. Vannkvalitet i overflatelag og dypvann 3.1. 1980. Sammenfattende årsrapport for 1978 17.7. 1980
1979	Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger 14.8. 1980. Vannutskiftning og vannkvalitet 18.9. 1980. Metaller og partikulært materiale i vannmassene 29.10. 1980. Bløtbunnsfauna 7.11. 1980.
1977-79	Hydrokjemiske data 18.9. 1980.
1980	Delrapport I Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger 4.9. 1981.
1980	Delrapport II Vannutskiftning og vannkvalitet 1.10. 1981.
1980	Delrapport III Sedimenter 21.10. 1981
1980	Sammenfatning 20.11. 1981