

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Brekke

0 - 76129

OVERVÅKING AV FORURENSNINGER I  
GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA

SAMMENFATTENDE ÅRSRAPPORT FOR 1978

Brekke, 17. juli 1980

Saksbehandler: Cand.real. Brage Rygg

Medarbeidere : Cand.mag. Norman Green

Cand.real. Lars Kirkerud

Cand.real. Jarle Molvær

Jens Skei, Ph.D.

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

# 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: 0 - 76129
Undernummer: VIII
Løpenummer: 1213
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  OVERVÅKING AV FORURENSNINGER I GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA.  SAMMENFATTENDE ÅRSRAPPORT FOR 1978.	Dato:  17. juli 1980
Forfatter(e):  Norman Green Lars Kirkerud Jarle Molvær Brage Rygg Jens Skei	Prosjektnummer:  0 - 7612904
	Faggruppe:
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag):  26

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

Ekstrakt:  I februar-mars 1978 ble storparten av Frierfjordens dypvann skiftet ut med nytt og oksygenrikt vann. Det er påvist en viss bedring av vannkvaliteten, antagelig som følge av reduserte fosforutslipp. Ved utløpet av kanalen fra Gunnekleivfjorden var kvikksølvinholdet i alger svært høyt.
---

4 emneord, norske:
1. Grenlandsfjordene
2. Forurensningsovervåking
3. Hydrokjemi
4. Biologi
5. Miljøgifter

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

  
Prosjektleders sign.:

  
Seksjonsleders sign.:

  
Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0285-4

FORORD

Overvåkingen av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva etterfølger den generelle resipientundersøkelsen (hovedundersøkelsen) som NIVA og samarbeidende institusjoner gjennomførte i tidsrommet mars 1974 - februar 1977. Overvåkingen startet i 1977.

Sluttrapporten for hovedundersøkelsen og årsrapporten for 1977 (NIVA 1979 a,b) beskriver undersøkelsene i 1974-1977.

Resultatene fra NIVA's undersøkelser i 1978 er rapportert i fem delrapporter (se omslagets 2. side). De dekker hvert sitt fagfelt. Foreliggende årsrapport gir en sammenfatning av resultatene fra 1978 og de viktigste utviklingstendensene. Mer utførlige beskrivelser finnes i delrapportene.

Brekke, 17. juli 1980

  
Brage Rygg

## 1. INNLEDNING

De innerste delene av området, nedre Skienselva, Gunnekleivfjorden og indre Frierfjord er blant de hardest forurensningsbelastede i landet. De siste tre-fire årene har det for visse forurensningstyper skjedd en forandring mot det bedre.

Ni faste stasjoner for vannprøver inngår i overvåkingsprogrammet (figur 1). Den langsgående bunnprofil av strekningen Frierfjorden - Langesundsbukta med inntegnet stasjonsplassering er vist på figur 2.

Analyser av miljøgifter foretas på biologisk materiale fra et antall stasjoner i området. Figur 11 viser prøvetakingssteder i 1978. Senere er stasjonsantallet redusert noe (NIVA 1979 c).

I 1976-1978 er hardbunnsfaunaen registrert ved stereofotografering på fire stasjoner (figur 17).

Undersøkelser av sedimenter, bløtbunnsfauna og fastsittende alger er også viktige deler i overvåkingsprogrammet. De utføres med flere års mellomrom og inngikk ikke i arbeidet i 1978.

## 2. VANNUTSKIFTNING

Overflatelagets oppholdstid i fjordområdene, og dets saltholdighet og tykkelse er for en stor del dominert av ferskvannstilførselen fra Skienselva. I særlig grad gjelder dette for Frierfjorden. Under stor flom kan sjøvannslaget i Skienselva, som normalt går helt opp til Skien, bli presset nedover til Porsgrunn. Dette skjedde bl.a. under vårflommen i 1978. Overflatelagets saltholdighet i Frierfjorden var da så lav som 0.3 - 1.0 ‰. Tykkelsen av overflatelaget var ca. 7.5 m, mot 3-4 m ved normal vannføring.

I begynnelsen av 1978 hadde Frierfjordens dypvann vært stagnant siden april 1977. I februar-mars ble storparten av dette dypvannet utskiftet med nytt og ganske oksygenrikt vann, mens den gamle oksygenfattige vannmassen ble presset unna og befant seg på høyere nivå lenger inne i fjorden (figur 2-3).

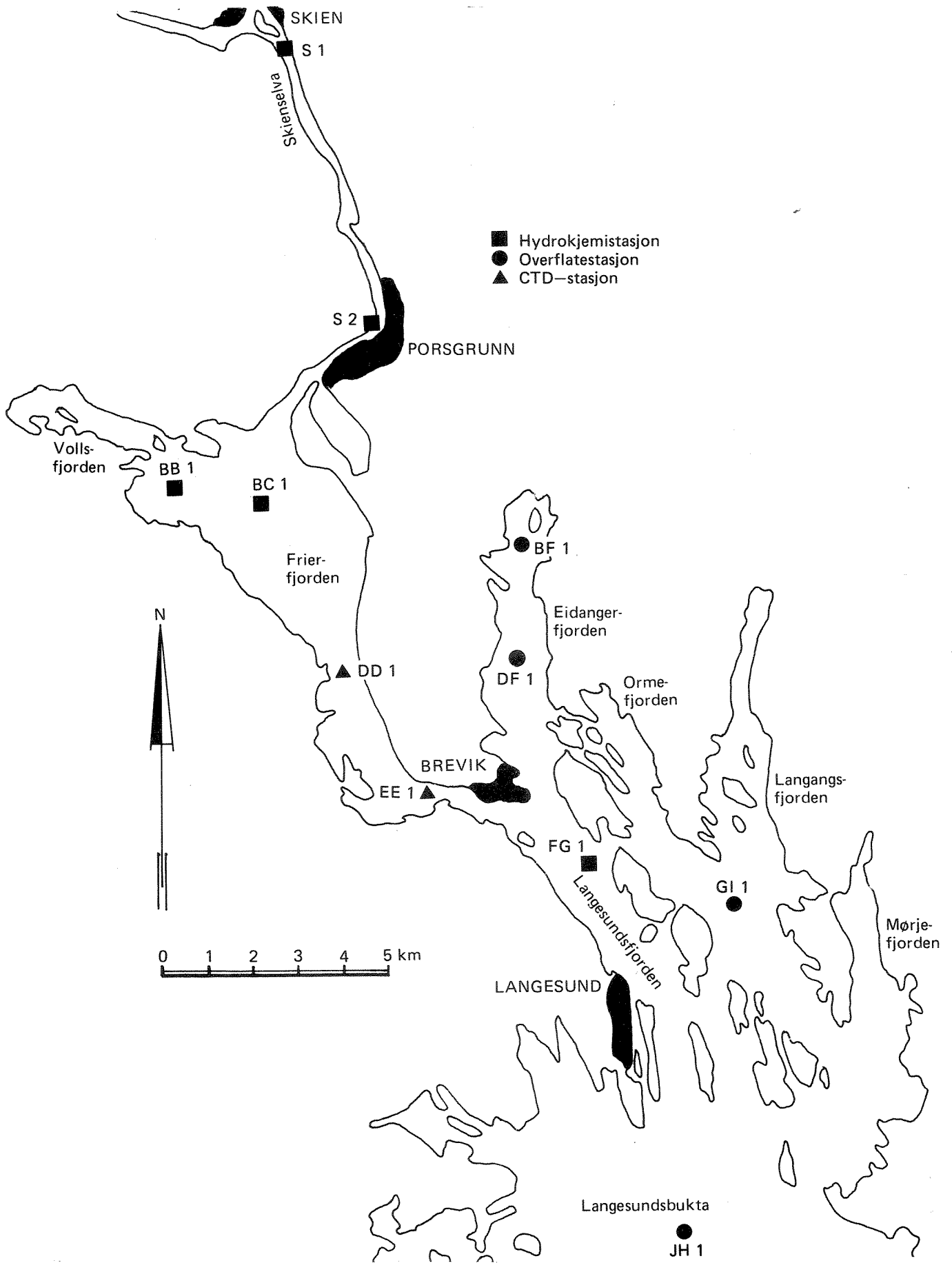


Fig. 1. Stasjoner for undersøkelser av vannutskifting og vannkvalitet.

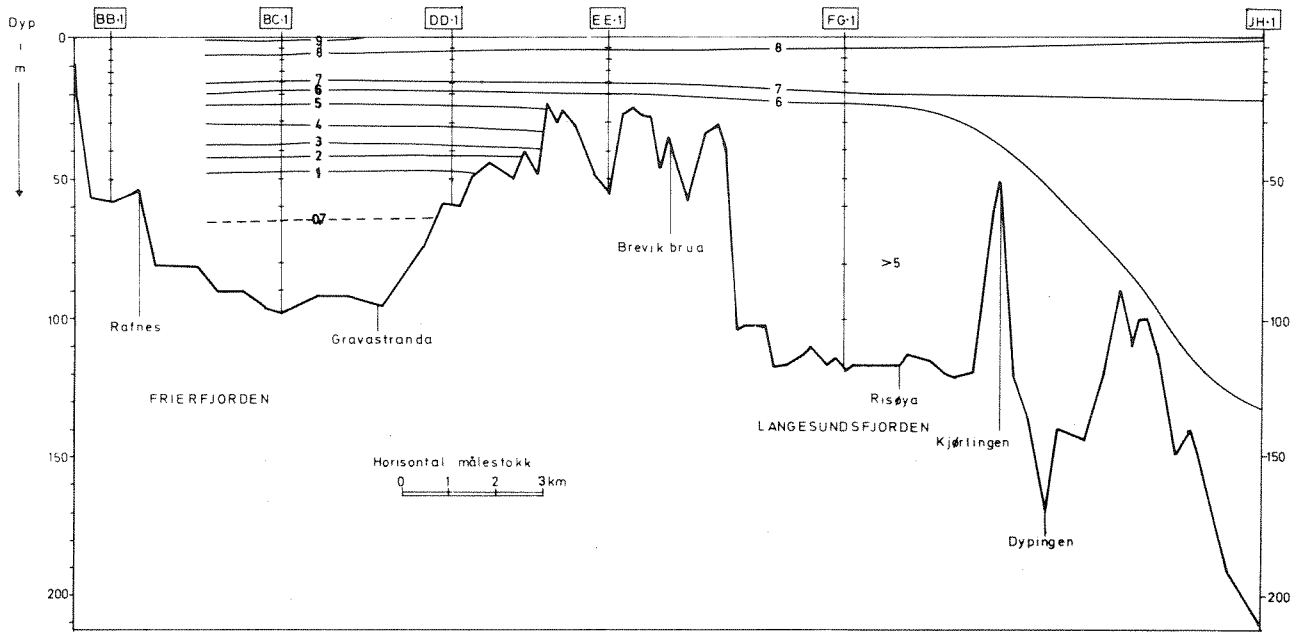


Fig. 2. Oksygenforhold (ml O<sub>2</sub>/l), 7.-8.2.1978.

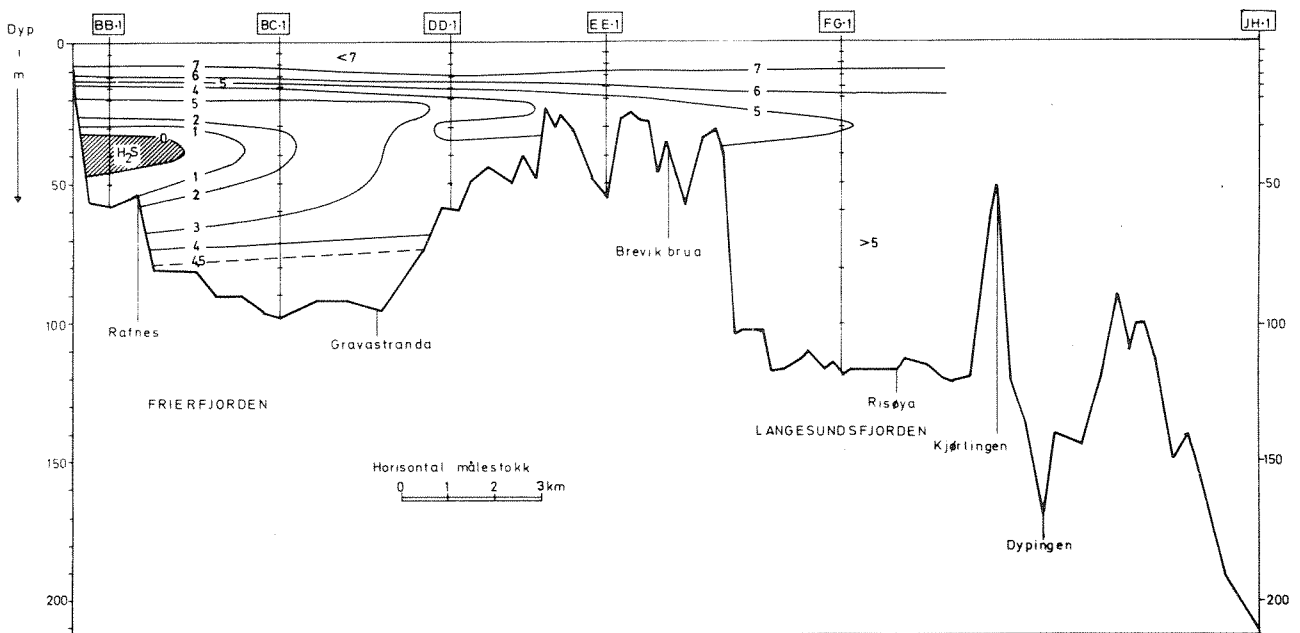


Fig. 3. Oksygenforhold (ml O<sub>2</sub>/l), 7.-8.3.1978.

Både 1977 og 1978 har vært år med relativt god dypvannsfornyelse (tabell 1). De neste års målinger vil vise om oppholdstiden i Frierfjordens dypvann gjennomgående er kortere enn de 1.5-2.5 år som den tidligere er anslått til (NIVA 1979a).

Tabell 1. De større dypvannsutskiftningene i Frierfjorden siden 1974.

Mars-april	1974:	70-80 % fornyelse	
Mars-april	1975:	15-20 %	"
Januar-februar	1976:	ca. 10%	"
Februar-april	1977:	75-80 %	"
Februar-mars	1978:	60-80 %	"

### 3. OKSYGENPROBLEMER

Lange perioder med råttent dypvann er vanlig i Frierfjorden, og skyldes en kombinasjon av de store forurensningstilførslene og dårlig vannutskiftning. Dette utelukker oppvekst av organismesamfunn dypere enn 30-40 m.

Utviklingen i oksygenforholdene i Frierfjorden i tidsrommet 1974-78 er vist på figur 4.

I februar 1978 var det dårlige oksygenforhold under ca. 35 m dyp, og under ca. 50 m dyp var oksygenforholdene kritiske med ca. 0.6 ml/l. Den store dypvannsutskiftningen i mars endret imidlertid på dette (figur 2-3). Oksygenkonsentrasjonene steg til 4.5-4.8 ml/l i 80-90 m dyp.

Utviklingen resten av året var preget av stagnasjon og raskt avtakende oksygenkonsentrasjoner i dypvannet.

Beregninger tyder på at oksygenforbruket i 1977-1978 var lavere enn i foregående år (tabell 2).

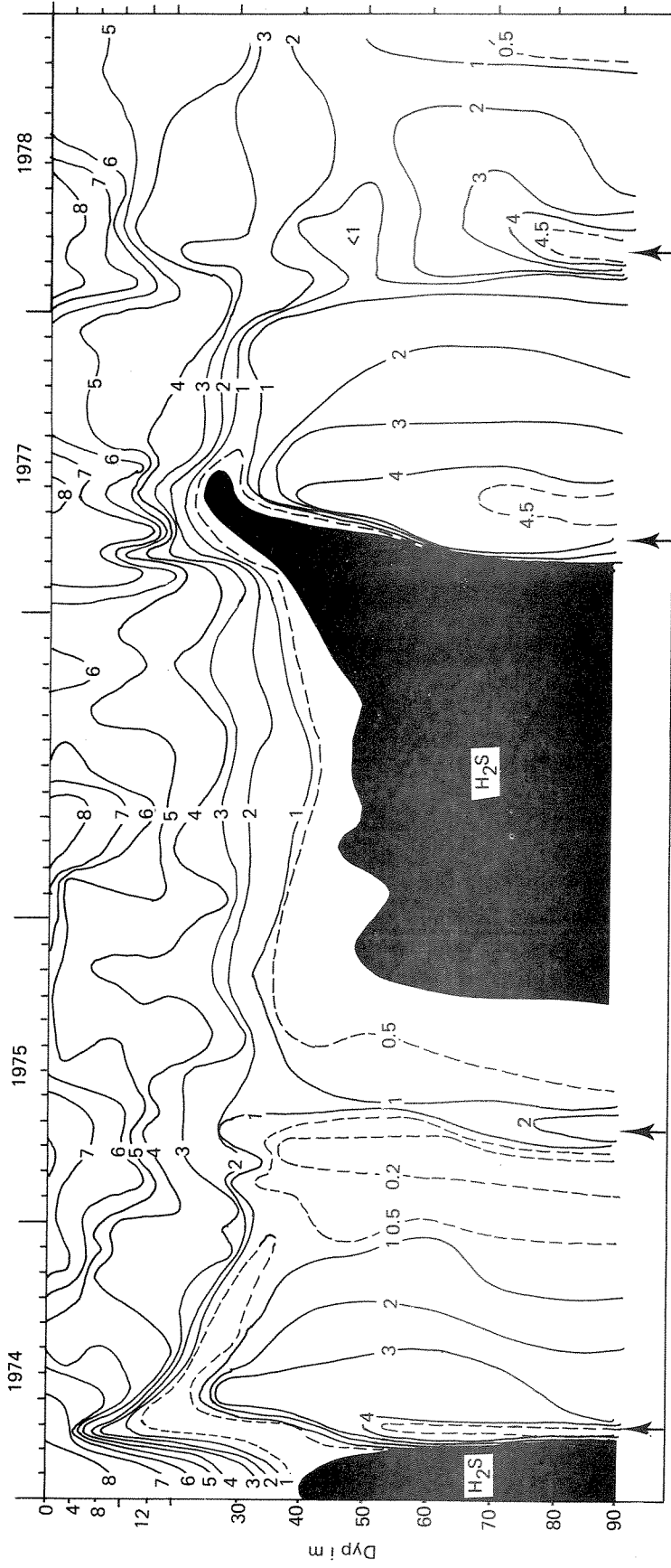


Fig. 4. Stasjon BC1, Frierfjorden. Variasjoner i oksygeninnhold (ml O<sub>2</sub>/l) februar 1974 - desember 1978. Piler angir tidspunkt for større dypvannsfornyelser.



Tabell 2. Oksygenforbruket i 60-80 m dyp i Frierfjorden for tidsintervaller med høy startkonsentrasjon (3.5-4.5 ml O<sub>2</sub>/l).

27.9.1954-28.1.1955:	21 l/s
26.4.1972-6.10.1972:	32 "
24.4.1974-20.6.1974:	23 "
9.5.1977-28.7.1977 :	14 "
7.3.1978-30.5.1978 :	15 "

Årsaken kan være at reduserte fosforutslipp har gitt lavere produksjon av planteplankton, og dermed mindre belastning av organisk materiale på Frierfjordens dypvann (figur 5).

Lavere oksygenforbruk i Frierfjordens dypvann vil gi utslag på to måter:

- Periodene med dårlige-kritiske oksygenforhold blir kortere enn før
- Den delen av dypvannet der oksygensvikt i perioder kan oppstå, vil bli mindre.

Dette vil så gi gunstigere livsvilkår for organismesamfunnene. Resultater fra overvåkingsprogrammet de neste to-tre år vil gi et sikrere grunnlag for å avgjøre om en slik forbedring av oksygenforholdene i Frierfjorden er i ferd med å skje.

#### 4. OVERGJØDSLING

For 1977 og 1978 har det blitt påvist en viss forbedring i vannkvaliteten i Skienselva og fjordområdene.

Utviklingen for plantenæringsstoffer, total organisk karbon i overflaten og siktedyp siden 1974 er vist på figur 6. Tidsisopleter for totalfosfor i overflaten er vist på figur 7. I 1978 var innholdet av totalfosfor og ortofosfat i Skienselva redusert i forhold til tidligere år. Konsentrasjonen av ortofosfat på stasjon S1 syntes halvert i løpet av perioden 1974-78.

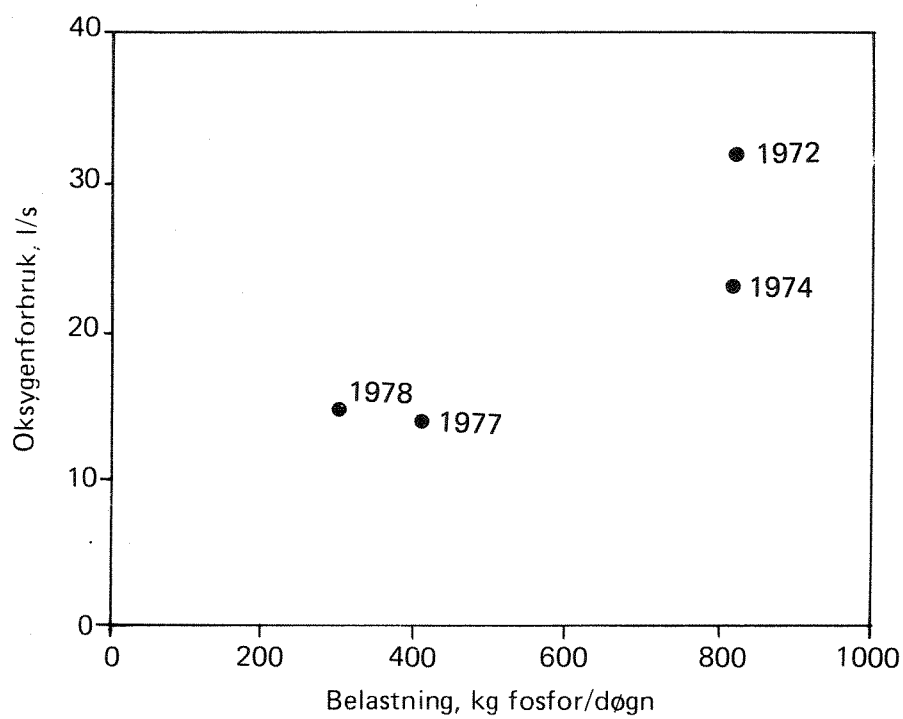


Fig. 5 . Sammenheng mellom fosforbelastning på Frierfjorden og oksygenforbruk i dypvannet.

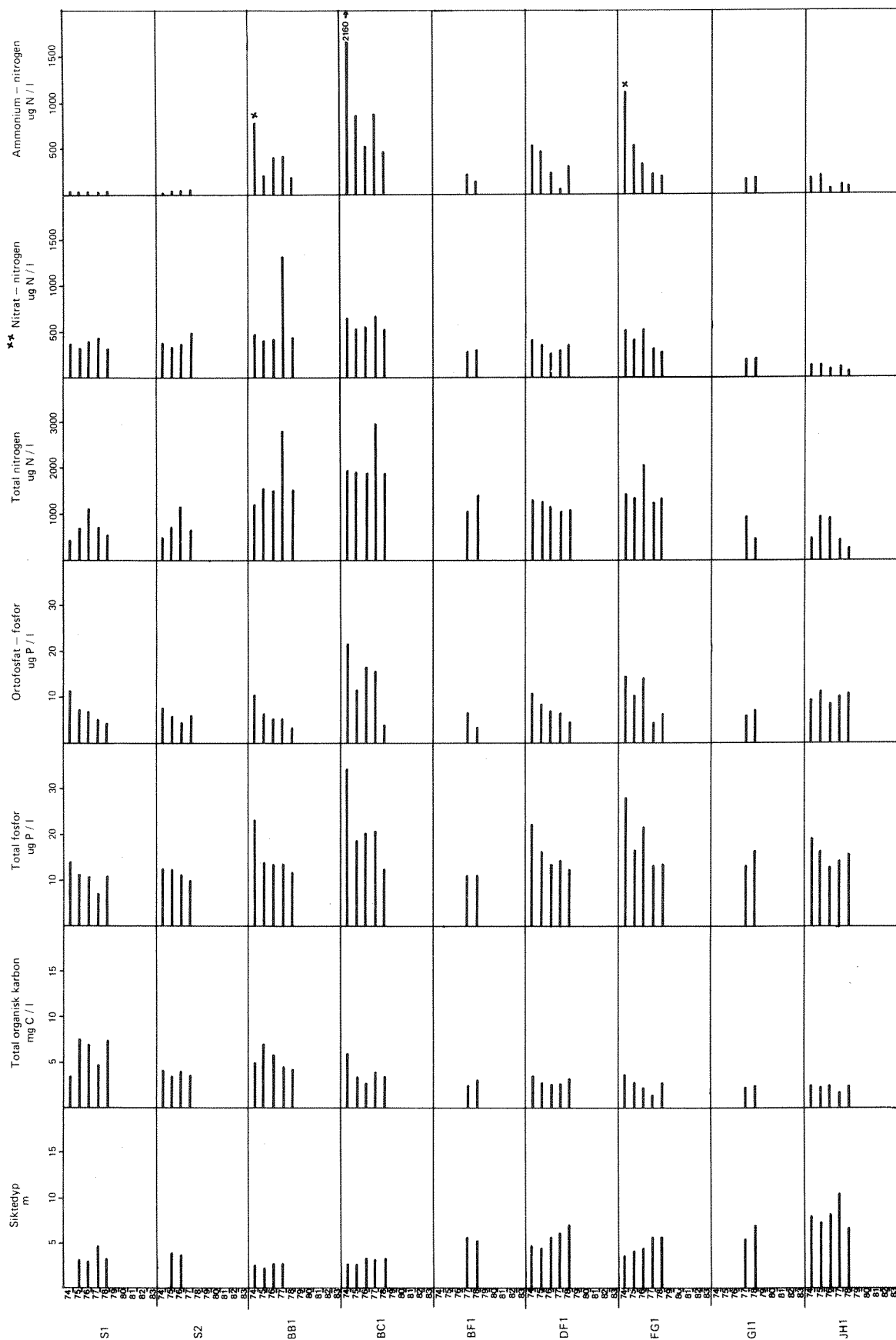


Fig. 6. Utviklingen i parametrene for vannkvalitet i overflatelaget (0-2 m), beregnet som årsmiddel.

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

\*\* Omfatter også nitrit

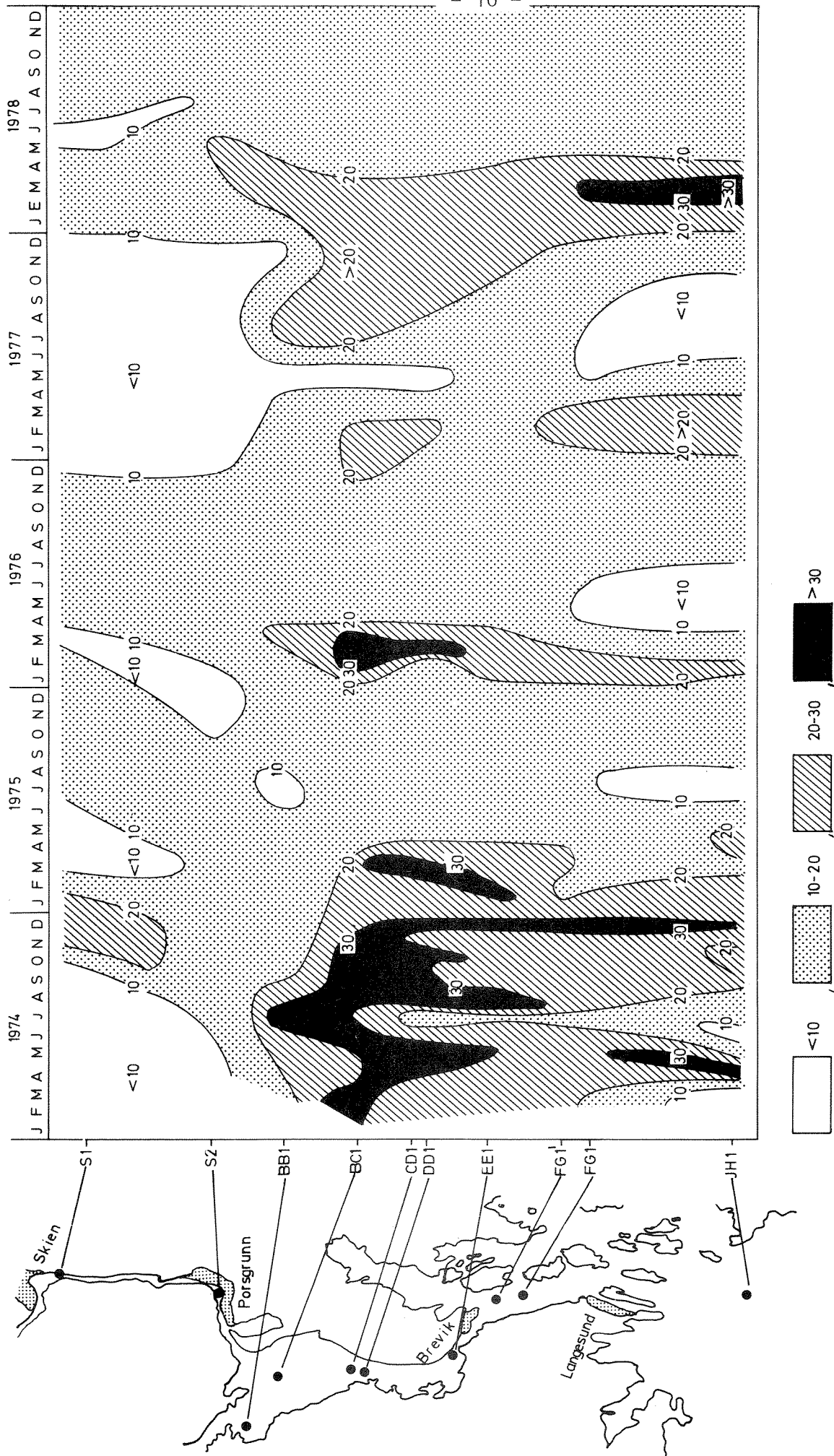


Fig. 7. Tidsisopleter for totalfosfor i overflaten (0-2 m) langs en linje fra Skien (S1) til Langesundbukta (JH1).

Også i Frierfjorden har innholdet av fosforforbindelser gått tilbake. I 1976-77 skjedde det en liten, men tydelig bedring av siktedypet.

Sosialdepartementets kvalitetskrav til sjøvann for bading angir en minste grense på 2-3 m for siktedypet. Forholdene i Frierfjorden sommerstid har jevnt over ligget på denne grensen.

I Eidangerfjorden og Langesundsfjorden ble det også registrert en bedring av siktedypet i 1974-78, samtidig som innholdet av fosforforbindelser var redusert.

I Håøyfjorden og Langesundsbukta var det ingen klar tendens i noen retning.

Variasjonene i totalfosfor i dypvannet i 1978 viste et typisk forløp både i Frierfjorden (BC1) og Brevikfjorden (FG1). Etter dypvannsutskiftningen i februar-mars (1978) lå konsentrasjonene på et relativt lavt nivå. I hele resten av året var dypvannet i Frierfjorden stagnant med en sterk akkumulering av fosfor. I Brevikfjorden foregikk en viss dypvannsfornyning også i mai, men resten av året økte fosforkonsentrasjonene noenlunde jevnt. Økningen skjedde mye raskere i Frierfjorden enn i Brevikfjorden (figur 8).

I tidsrommet 1974-78 har tilførslene av fosfor til Frierfjorden avtatt fra ca. 200 tonn/år til ca. 120 tonn/år, dvs. en reduksjon på 40%. I det intermediære vannlag i Frierfjorden har det i samme tidsrom vært en nedgang i fosforkonsentrasjonene målt i november-desember (tabell 3). Sammenhørende belastningstall og fosforkonsentrasjoner er plottet på figur 9. I det nevnte tidsrommet er det i første rekke Norsk Hydro som har redusert sine utslipp fra Herøya. Dyputslippene av store mengder kjølevann fra petrokjemianleggene i Bamble kan ha medført økt vannutskiftning i det intermediære lag fra våren 1978. Også dette kan ha bidratt til reduserte fosforkonsentrasjoner i Frierfjorden.

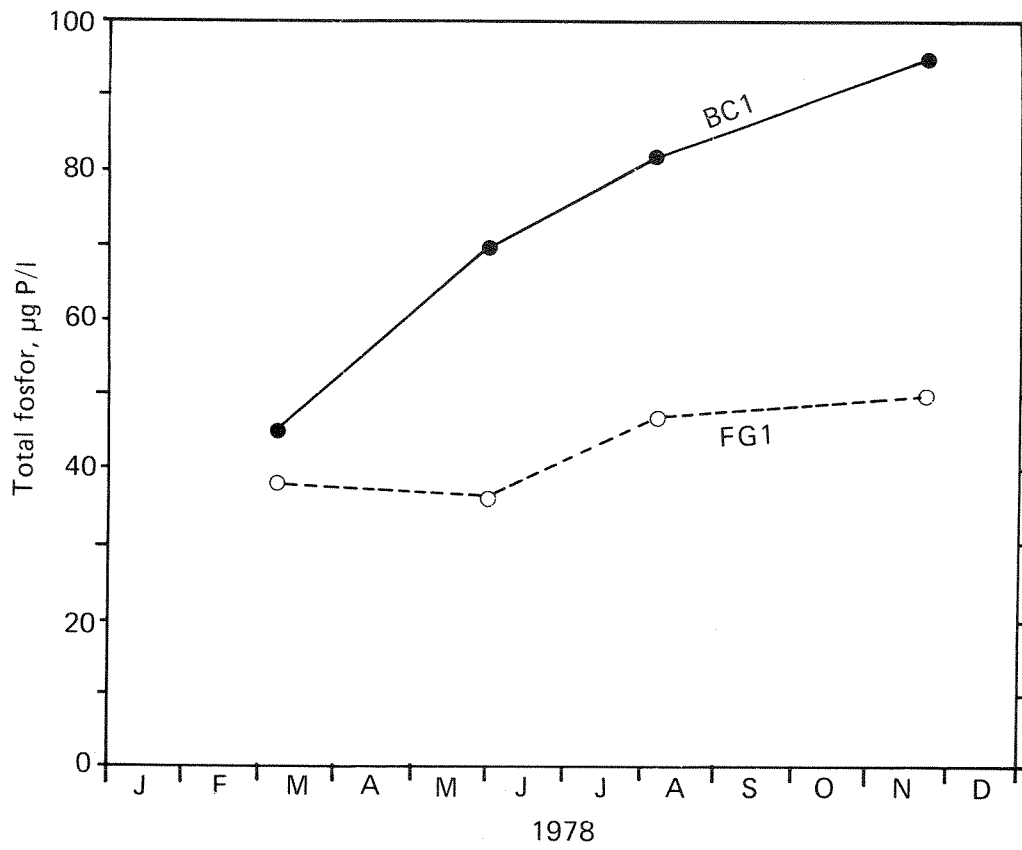


Fig. 8. Konsentrasjoner av total fosfor ved bunnen i Frierfjorden (st. BC1) og i Brevikfjorden (st. FG1).

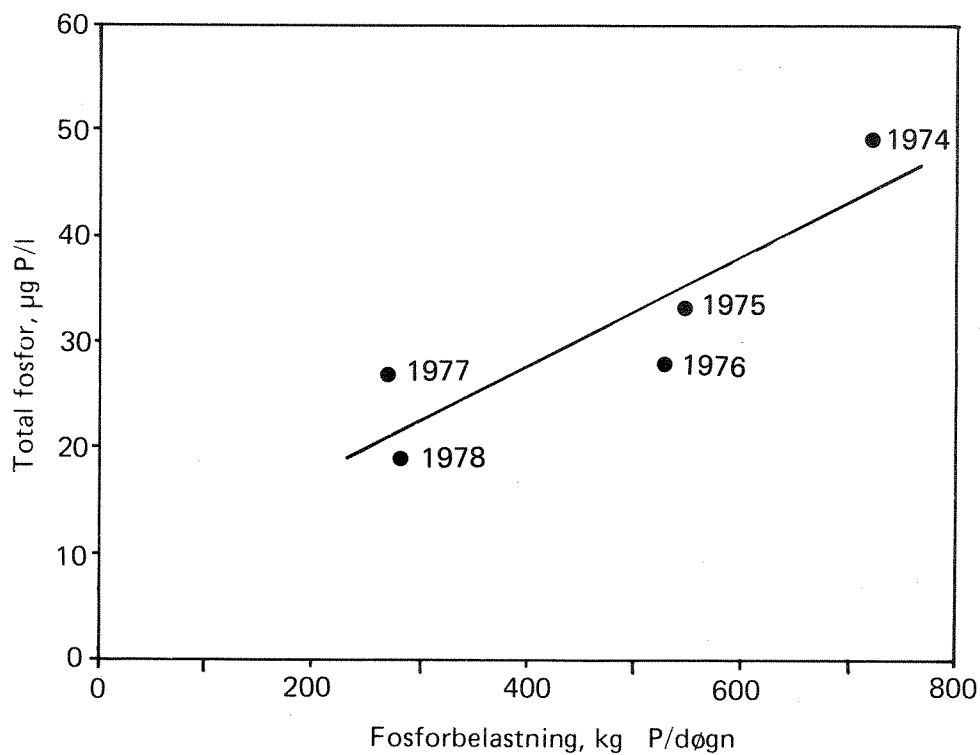


Fig. 9. Sammenheng mellom fosforbelastning på Frierfjorden og midlere konsentrasjon av totalfosfor i Frierfjordens intermediære vannlag, målt i november-desember 1974-78.

Tabell 3. Konsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) av totalfosfor i 12-20 m dyp på st. BC1, Frierfjorden.

Dyp	Dato				
	16.12.74	16.12.75	7.12.76	30.11.77	22.11.78
12 m	48	30	27	28	20
16 m	49		29	27	19
20 m	49	36	29	25	19
Middelverdi:	49	33	28	27	19

## 5. METALLER I VANN

Undersøkelsene siden 1974 har vist at innholdet av metaller i vannmassene er moderat, med unntak av kvikksølv som periodevis har vist høye nivåer.

På figur 10 og 15 er vist kvikksølvkonsentrasjonene i vannet i fjordområdene i perioden 1974-78. Verdiene for 1974-76 kan være noe for høye på grunn av mulig kontaminering av de plastflaskene som da ble brukt (NIVA 1979 a). Videre kan verdiene fra 1977-78 ikke direkte sammenlignes med tidligere verdier på grunn av at prøvene fra 1977-78 ble filtrert før analysen. Kvikksølv bundet til partikler ble dermed ikke inkludert. Til tross for disse usikkerhetsfaktorene er det klart at resultatene i det vesentlige gir et riktig bilde av konsentrasjonsendringene i vannet. Den store økningen i kvikksølvnivåene høsten 1975 og 1976 er nærmere diskutert i rapporten fra hovedundersøkelsen (NIVA, 1979a), og en mulig forklaring er gitt i neste kapittel. Etter 1975-76 har nivået jevnt over vært avtakende og overskred i 1977-78 stort sett ikke det antatt maksimale bakgrunnsnivå i sjøvann på  $0.2 \mu\text{g}/\text{l}$ .

## 6. METALLER I ORGANISMER

I overvåkingen benytter NIVA alger, blåskjell og taskekrabbe som biologisk analysemateriale. Fisk undersøkes av Veterinærinstituttet og av Fiskeridirektoratets laboratorier (se Fiskeridirektoratet 1979, Norheim & al. 1978). Til tross for en tydelig nedgang i innholdet av kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk fra Frierfjorden og utenforliggende fjordområder siden 1975-76, var det i 1978 fortsatt en betydelig forurensning med disse forbindelsene av fisken i området.



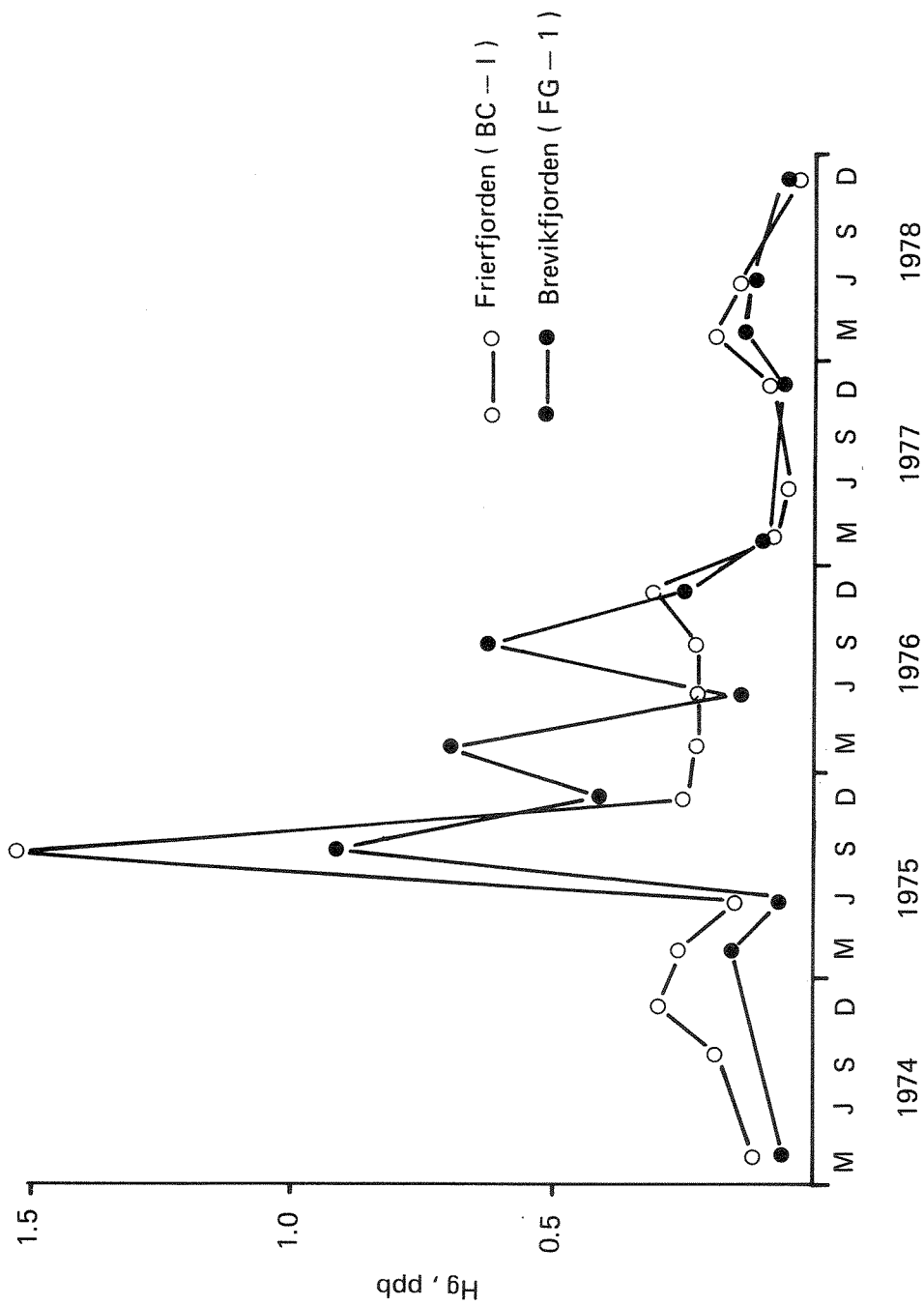


Fig. 10. Kvikksølvinnhold i vann dypere enn 16 m i Frierfjorden og Brevikfjorden i 1974-78.

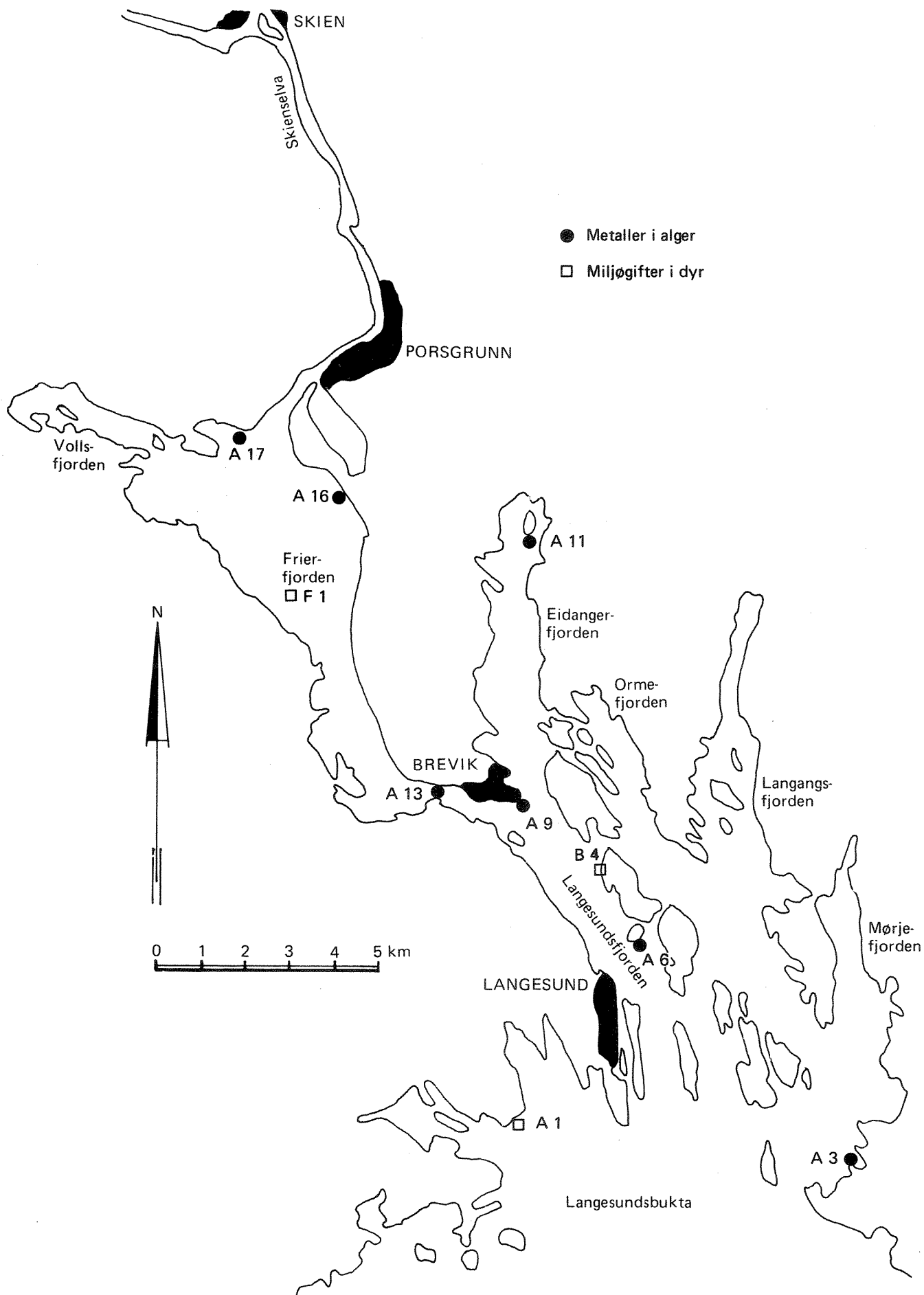
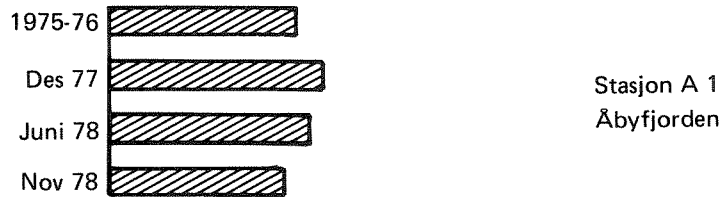
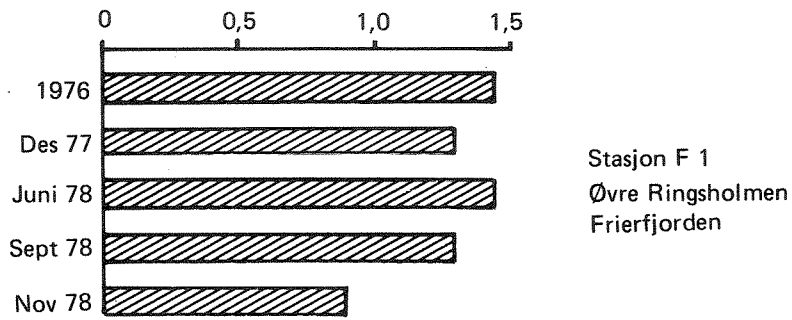


Fig. 11. Stasjoner for miljøgifter i biologisk materiale.

Kvikksølv i taskekrabbe , ppm tørrvekt



Kvikksølv i blæretang. ppm tørrvekt

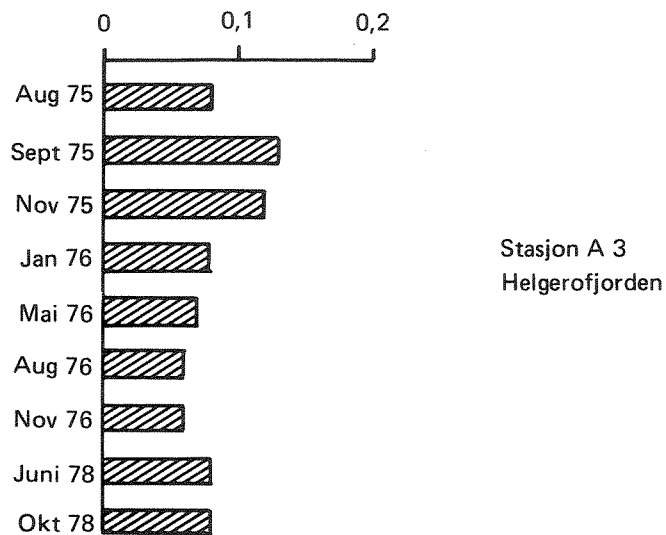


Fig. 12. Kvikksølv i taskekrabbe fra Frierfjorden og Åbyfjorden, og i blæretang fra Helgerofjorden.

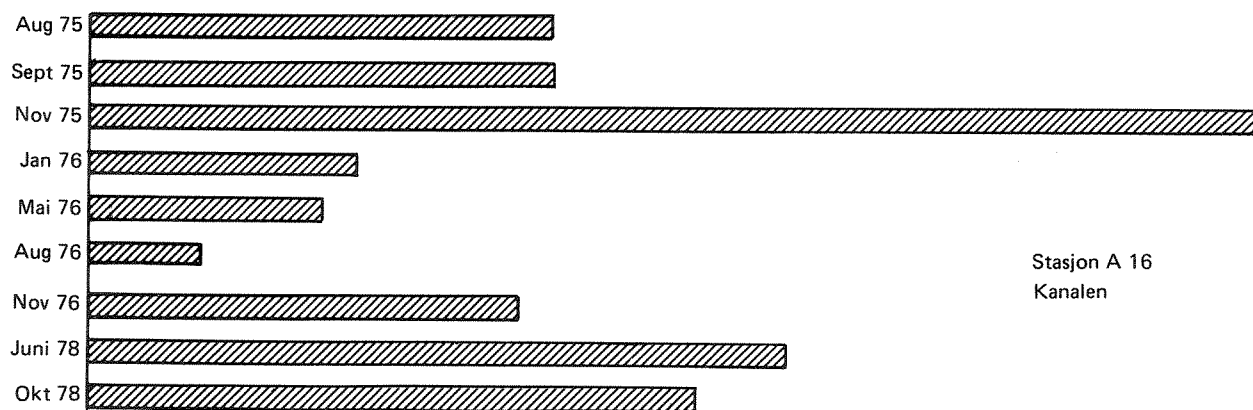
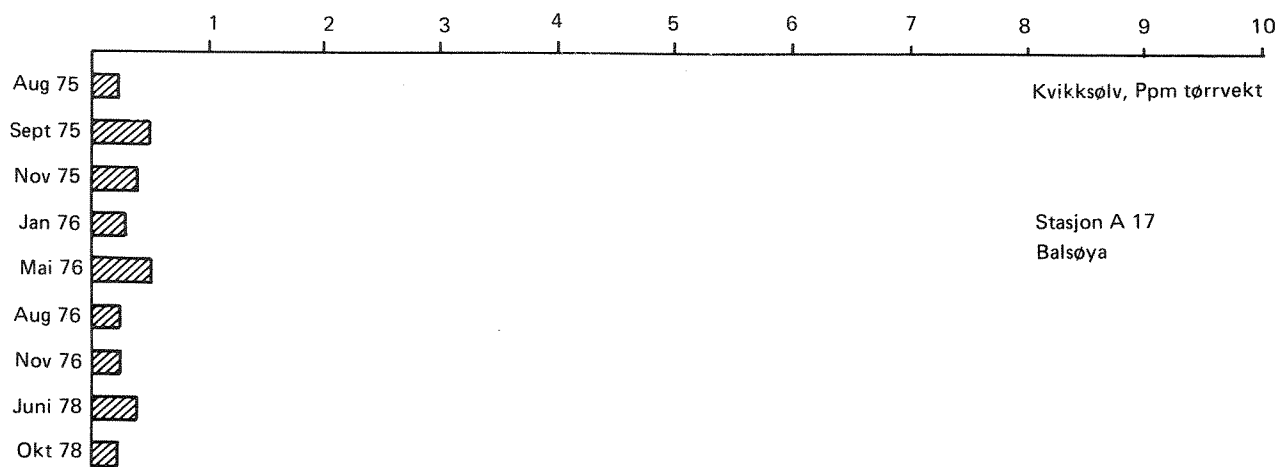


Fig. 13. Kvikksølv i grønn dusk (*Cladophora* sp.) fra Frierfjorden.



Blant de undersøkte metaller er kvikksølv det som har pekt seg ut som det alvorligste. Bare dette metallet blir derfor behandlet her. Resultatene for andre metaller er framlagt i delrapport nr. 1 for 1978.

På figur 12-13 er kvikksølvkonsentrasjonene i biologisk materiale vist fra noen utvalgte stasjoner, (figur 11) i 1975-78. Innholdet i taskekrabbe har vist en synkende tendens i Frierfjorden. I krabbe fra Åbyfjorden har kvikksølvverdiene vært lave og stabile. Innholdet i blæretang fra Helgerofjorden har holdt seg stabilt bortsett fra en topp høsten 1975.

En vanlig brukt grense for kvikksølvinnhold i fisk til konsum er 0.5 mg/kg våtvekt (tilsvarer ca. 2 mg/kg tørrvekt). Kvikksølvinnholdet i krabbe fra Grenlandsfjordene ligger under dette nivået.

Analysene av grønn-dusk fra Frierfjorden viser store forskjeller mellom stasjonene. Ved Balsøya (A17) og i Breviksundet (A13) var innholdet forholdsvis lavt og varierte ikke mye. På stasjonen ved utløpet av kanalen fra Gunnekleivfjorden (A16, figur 14) har innholdet av kvikksølv i grønn-dusk variert svært mye og har i perioder vært meget høyt. Dette må bero på en sterk kvikksølvforurensning i Herøya-Gunnekleivområdet.

Det viser seg at kvikksølvinnholdet i vannmassene både i og utenfor Frierfjorden har variert i takt med kvikksølvinnholdet i grønn-dusk på stasjon A16 (figur 15). Spesielt høsten 1975 var verdiene høye både i grønn-dusk på stasjon A16 og i vannmassene i de ytre fjordområder så vel som i Frierfjorden. Kvikksølvinnholdet i alger på stasjon A17 (Balsøya) har hele tiden holdt seg lavt. Kvikksølvforurensningen kan derfor neppe stamme fra Skienselva. Dette tyder på at den periodevis sterke kvikksølvforurensningen av fjordområdene stammer fra Herøya-Gunnekleivområdet. Også torsk hadde spesielt høyt kvikksølvinnhold høsten 1975. De eksakte kildene er hittil ikke oppklart, men de store og hurtige variasjonene tyder på støt-vise utslipp eller akutt mobilisering av kvikksølv fra sedimenter eller deponier. Problemet vil forhåpentligvis komme nærmere sin løsning ved en hyppig prøvetaking i Herøya-Gunnekleivområdet som gjennomføres i 1980 (NIVA, 1979c).

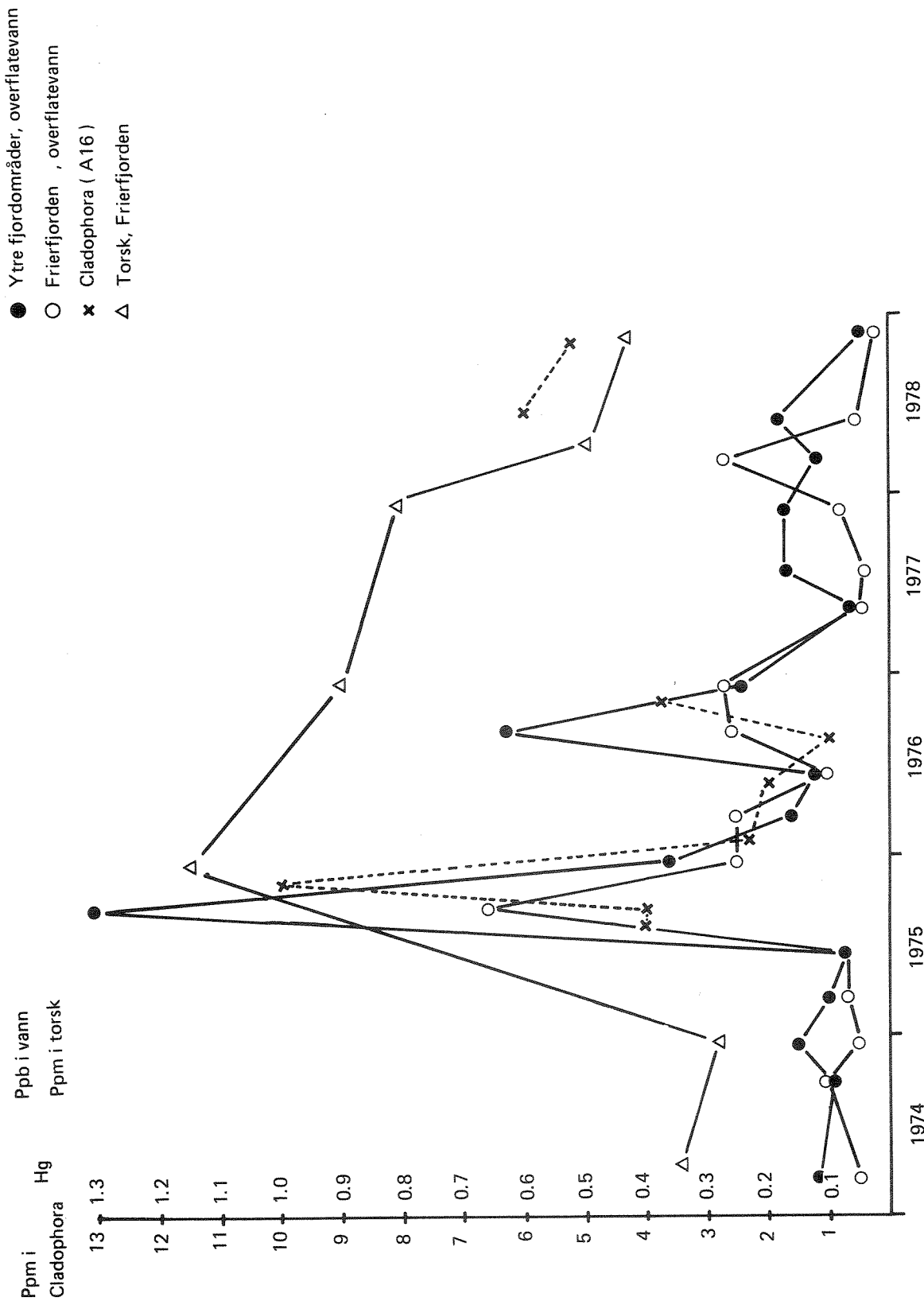


Fig. 15. Kvikksølv i overflatevann, grønnalv og torsk i 1974-78 (data for torsk fra Underdal (pers.medd.) og Norheim & al., 1978).

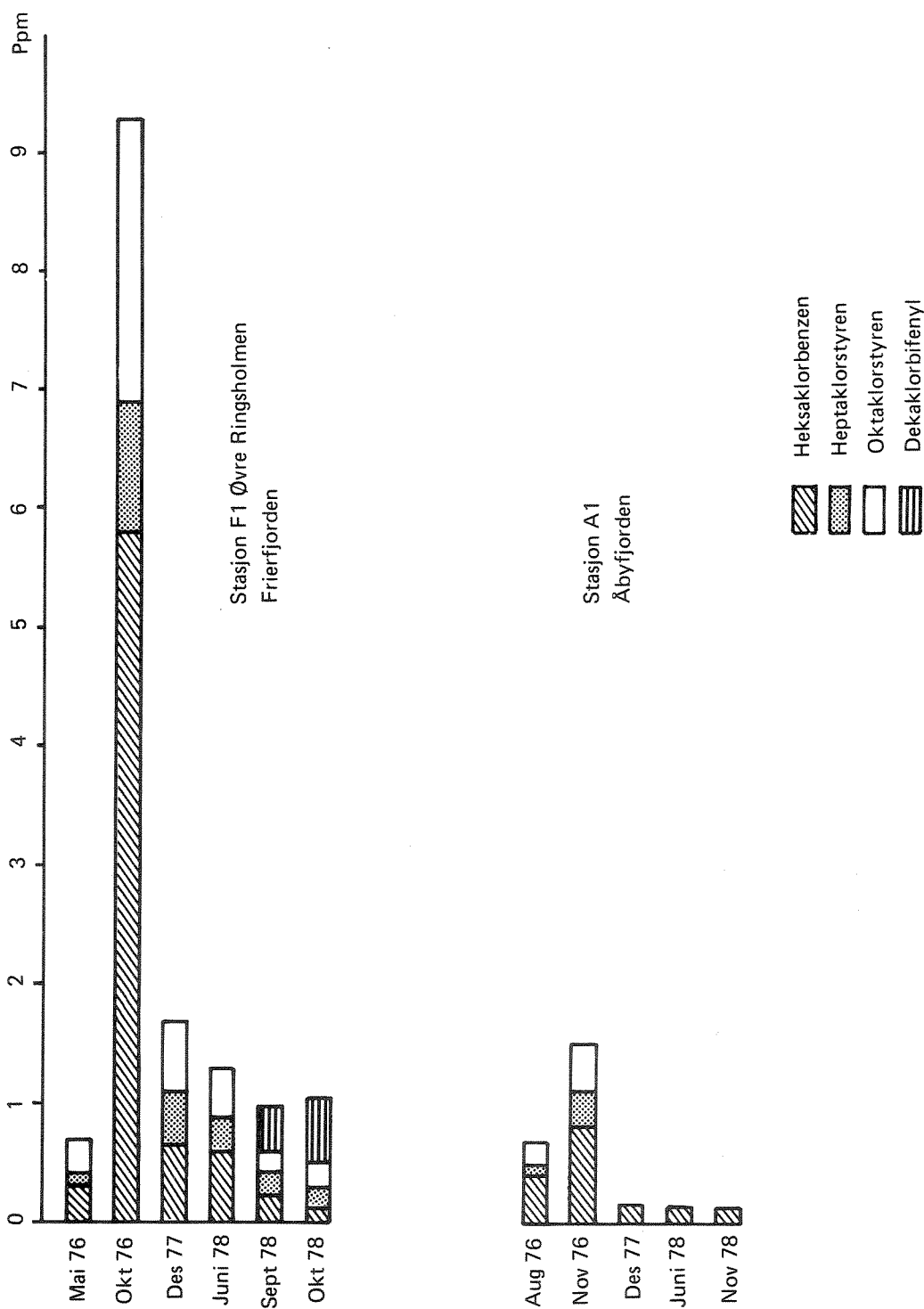


Fig. 16. Klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Frierfjorden og Åbyfjorden. Dekaklorbifenyli ble ikke analysert i tidsrommet mai 1976-juni 1978. På A1 fantes bare ubetydelige mengder HCS og OCS i desember 1977 og senere.



## 7. KLOERTE HYDROKARBONER I ORGANISMER

De klorerte hydrokarbonene pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), heptaklorstyren (HCS), oktaklorstyren (OCS) og dekaklorbifenyl (DCB) stammer fra utslippene fra magnesiumfabrikken på Herøya.

I overvåkingen av disse stoffene benytter NIVA nå taskekrabbe som analysemateriale. Fisk undersøkes av Veterinærinstituttet og av Fiskeridirektoratets laboratorier (se Fiskeridirektoratet 1979, Norheim & al., 1978).

Etter 1976 har innholdet i fisken vært synkende på grunn av utslippsreduksjoner. Fiskeridirektoratet har likevel advart mot å spise lever av all fisk fanget i Grenlandsfjordene, og mot å spise fileten av fisk fanget i Frierfjorden mer enn to-tre ganger i uka.

På figur 16 er vist innholdet av klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Frierfjorden og Åbyfjorden. Høsten 1976 var det en markert topp i nivåene. Dette kan skyldes de ekstraordinært store utslipp i september det året. Nivåene var betydelig lavere i Åbyfjorden enn i Frierfjorden. I Frierfjorden var innholdet i krabbe noe lavere enn i torsk.

Utslippskomponenter fra de petrokjemiske anleggene i Bamble ble ikke analysert i biologisk materiale i 1978. Slike undersøkelser vil bli tatt opp senere.

## 8. HARDBUNNSFAUNA

Formålet med denne delen av overvåkingen er å klarlegge om det i tidens løp skjer forandringer i organismsamfunnene på hardbunn som kan knyttes til endret forurensningspåvirkning. Fra 1976 er det tatt i bruk stereofotografering av faste bunnfelter som registreringsmetode, som er spesielt egnet til å følge med i en slik tidsutvikling (Figur 17).

Ingen vesentlige endringer i organismsamfunnene kunne registreres i perioden 1976-1978. I indre Frierfjord har virkninger av oksygenmangel gjort seg gjeldende på 20-30 m dyp. For øvrig kan forekomst eller mangel av de forskjellige arter på stasjonene forklares ut fra blant annet brakkvannspåvirkning, næringstilgang og nedslamming. Disse faktorene økte fra ytre mot indre fjordområde. Den vanligste arten på hardbunn i Frierfjorden er sjøpungen *Ciona intestinalis*. Ved stor næringstilgang i form av organiske partikler kan den utkonkurrere andre dyr og oppta nesten all plass selv.

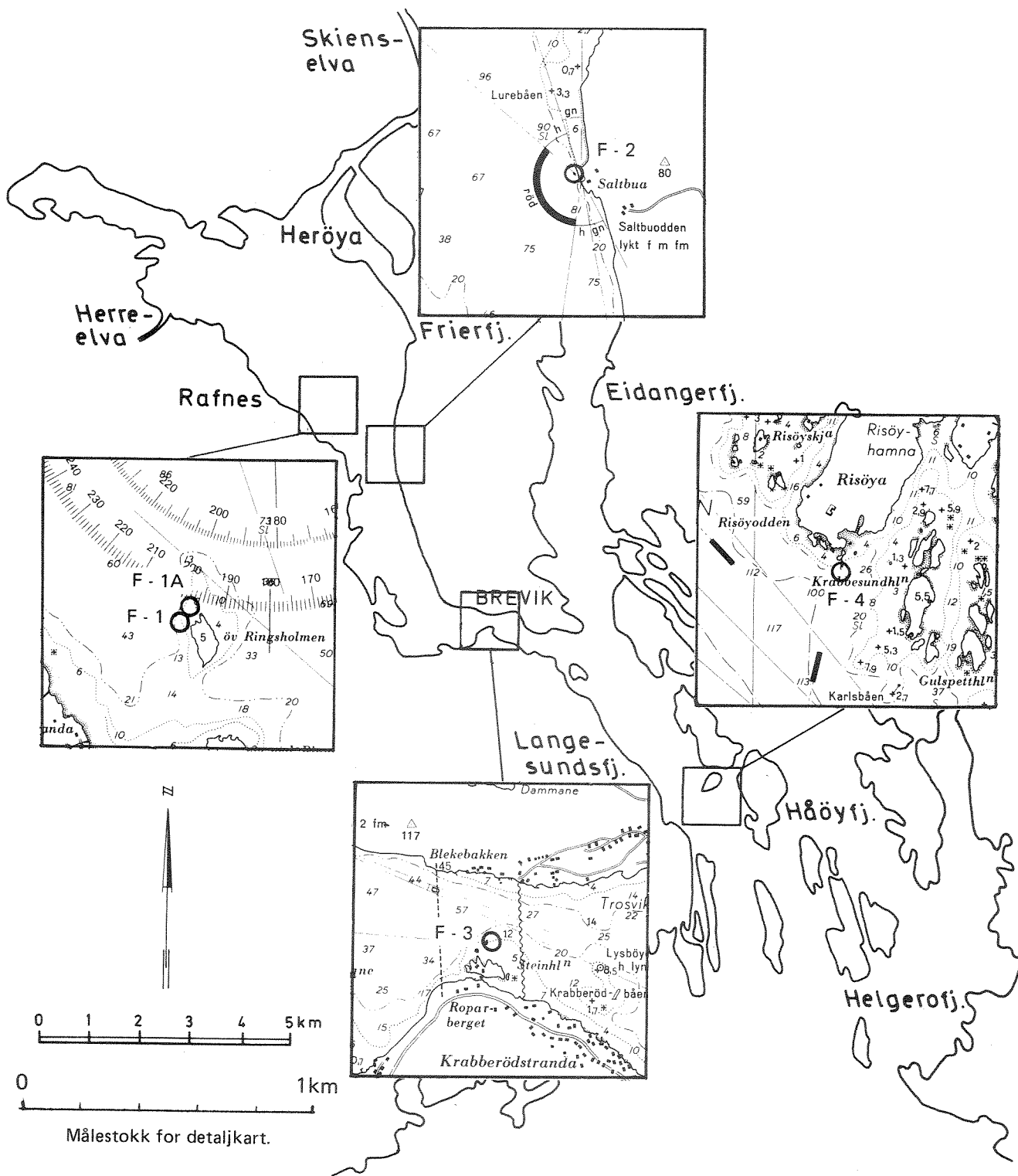


Fig. 17. Stereofotostasjonene i Grenlandsfjordområdene.

## 9. REFERANSER

Fiskeridirektoratet, 1979:

Rapporter og meldinger, 4/79. Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1978. 9 s. Bjarne Bøe.

NIVA, 1979 a:

O-70111 Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 8. Sluttrapport. 9.2.1979. 253 s.

NIVA, 1979 b:

O-76129 Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva. Årsrapport for 1977. 25.5.1979. 152 s.

NIVA, 1979 c:

O-76129 Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva. Program for 1980. 15.11.1979. 17 s.

Norheim, G., Frøslie, A., Hoff, H. & Underdal, B., 1978:

Klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Grenlandsområdet 1975-1978. Notat, 5 s.