

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0 - 7612904

OVERVÅKING AV FORURENSNINGER I  
GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA I 1979

Delrapport nr. 2

VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET

Brekke, 18. september 1980

Prosjektleder: Cand.real Brage Rygg

Saksbehandler: Cand.real Jarle Molvær

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:            |
| XI                      |
| Løpenummer:             |
| 1231                    |
| Begrenset distribusjon: |

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Rapportens tittel:<br>Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1979.<br>Delrapport nr. 2.<br>Vannutskiftning og vannkvalitet. | Dato:<br>18.9.1980                |
|   | Prosjektnummer:<br>0 - 7612904    |
| Forfatter(e):<br><br>Jarle Molvær   | Faggruppe:<br>Fjordseksjon        |
|   | Geografisk område:<br>Telemark    |
|   | Antall sider (inkl. bilag):<br>24 |


|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Fylkesmannen i Telemark | Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.): |
|---|----------------------------------|

Ekstrakt:

Tilstanden øverst i Skienselva viste i 1979 tegn til forverring, mens det i Herrebukta var tegn til forbedring. Forøvrig synes overflatelagets vannkvalitet i 1979 i hovedtrekkene å være som i 1978. I Frierfjordens intermediære lag understøttet fosformålinger en sammenheng mellom reduserte fosforutslipp og lavere fosforkonsentrasjoner. Oksygenkonsentrasjonene i Brevikfjorden viste et normalt variasjonsmønster, mens oksygenforholdene i Frierfjordens dypvann mot slutten av 1979 var de dårligste siden våren 1977.

|                        |
|------------------------|
| 4 emneord, norske:     |
| 1. Grenlandsfjordene   |
| 2. Miljøovervåking     |
| 3. Vannforurensning    |
| 4. Oksygen             |
| 5. Plantenæringsalter. |

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

  
Prosjektleders sign.

  
Seksjonsleders sign.

  
Instituttetsjefs sign.

ISBN 82-577-0307-9

F O R O R D

Rapporteringen av resultatene av overvåkingen i Grenlandsfjordene og Skienselva skjer i form av delrapporter.

Resultater fra undersøkelsene i 1979 er tidligere rapportert i delrapport nr. 1 (Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger). I tillegg til foreliggende rapporter vil det bli utarbeidet delrapporter fra undersøkelser av metaller og partikulært materiale i vannmassene og bløtbunnsfauna. Det vil også bli utgitt en datarapport fra hydrokjemiske undersøkelser i tidsrommet 1977-79.

Prøveinnsamlingen har foregått i samarbeid med laboratorieleder Peter P. Rosmanith og ingeniør Arne Kjellsen ved det fylkeskommunale analyselaboratorium i Porsgrunn. Disse takkes for godt samarbeid.

Vi takker også havneassistent Leif Viken og driftsoperatørene ved Heistad renseanlegg, Porsgrunn, for velvillig å utføre siktedypmålinger i henholdsvis Frierfjorden og Eidangerfjorden.

Brekke, 18. september 1980

Jarle Molvær

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

---

|  | Side: |
|--|-------|
| FORORD .....   | 1     |
| 1. INNLEDNING .....                                    | 5     |
| 2. METEOROLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD I 1979 ..... | 8     |
| 3. VANNUTSKIFTNINGEN I 1979 .....                      | 11    |
| 4. VANNKVALITETEN I 1979 .....                         | 15    |
| 4.1 <u>Overflatelaget</u> .....                        | 15    |
| 4.2 <u>Intermediært lag og dypvann</u> .....           | 17    |
| 5. LITTERATUR .....                                    | 24    |

TABELLFORTEGNELSE

|   | Side: |
|---|-------|
| Tabell 1. Stasjoner, prøvetaking og analyseprogram for hydrokjemitoktene til Skienselva og Grenlandsfjordene i 1979 ..... | 7     |
| Tabell 2. Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) på st. S1 og st. S2 under toktene i 1979 .....                    | 20    |
| Tabell 3. Konsentrasjoner av totalfosfor (µg P/l) i 12-20 m dyp på st. BC1, Frierfjorden .....                            | 22    |

FIGURFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1. Stasjoner for undersøkelser av vannutskiftning og vannkvalitet .....                       | 5  |
| Fig. 2. Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsfjorden                                    | 6  |
| Fig. 3. Generell vertikal inndeling av Frierfjordens vannmasser etter saltholdighet .....          | 7  |
| Fig. 4. Månedlig middeltemperatur ved Jomfruland fyr i 1979 framstilt som avvik fra normalen ..... | 9  |
| Fig. 5. Månedlig nedbør ved Jomfruland fyr i 1979 framstilt som prosent av normalen .....          | 9  |
| Fig. 6. Vindforholdene på Langøytangen i 1979 .....  | 10 |
| Fig. 7. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i temperatur (°C) i 1978 og 1979 .....                 | 12 |
| Fig. 8. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i saltholdighet (°/oo) i 1978 og 1979 .....            | 12 |

Figurfortegnelse forts. ...

|   | Side: |
|---|-------|
| Fig. 9. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) i 1978 og 1979 .....   | 14    |
| Fig. 10. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i saltholdighet ( $^{\circ}/\text{oo}$ ) i 1978 og 1979 .....                                       | 14    |
| Fig. 11. Utviklingen i parameterne for vannkvalitet i overflatelaget (0-2 m), beregnet som årsmiddel .....                                      | 16    |
| Fig. 12. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) i 1978 og 1979 .....                         | 18    |
| Fig. 13. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) i 1978 og 1979 .....                          | 18    |
| Fig. 14. Oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) 27-28.11.79.....   | 19    |
| Fig. 15. St. AB1, Vollsfjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) i 1979 .....                                  | 19    |
| Fig. 16. Sammenheng mellom fosforbelastning på Frierfjorden og midlere konsentrasjon av total fosfor i Frierfjordens intermediære vannlag ..... | 21    |
| Fig. 17. Konsentrasjoner av total fosfor nær bunnen i Frierfjorden (st. BC1) og Brevikfjorden (st. FG1) i 1978 og 1979 .....                    | 23    |
| Fig. 18. Konsentrasjoner av total nitrogen nær bunnen i Frierfjorden (st. BC1) og Brevikfjorden (st. FG1) i 1978 og 1979 .....                  | 23    |

## 1. INNLEDNING

I 1979 ble det gjennomført i alt fire hydrokjemi-tokt i overvåkingsprogrammet. Tidspunktene var: 13.-14. mars, 19.-20. juni, 21.-22. august og 27.-28. november. I tillegg var det planlagt at det fylkeskommunale analyselaboratoriet skulle samle inn minimum én prøveserie fra stasjonene BC1 og FG1 mellom hvert hydrokjemi-tokt. Av forskjellige årsaker ble ikke dette utført. Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen utførte ett tokt til Grenlandsfjordene 28.-29. september 1979 (Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen, upublisert).

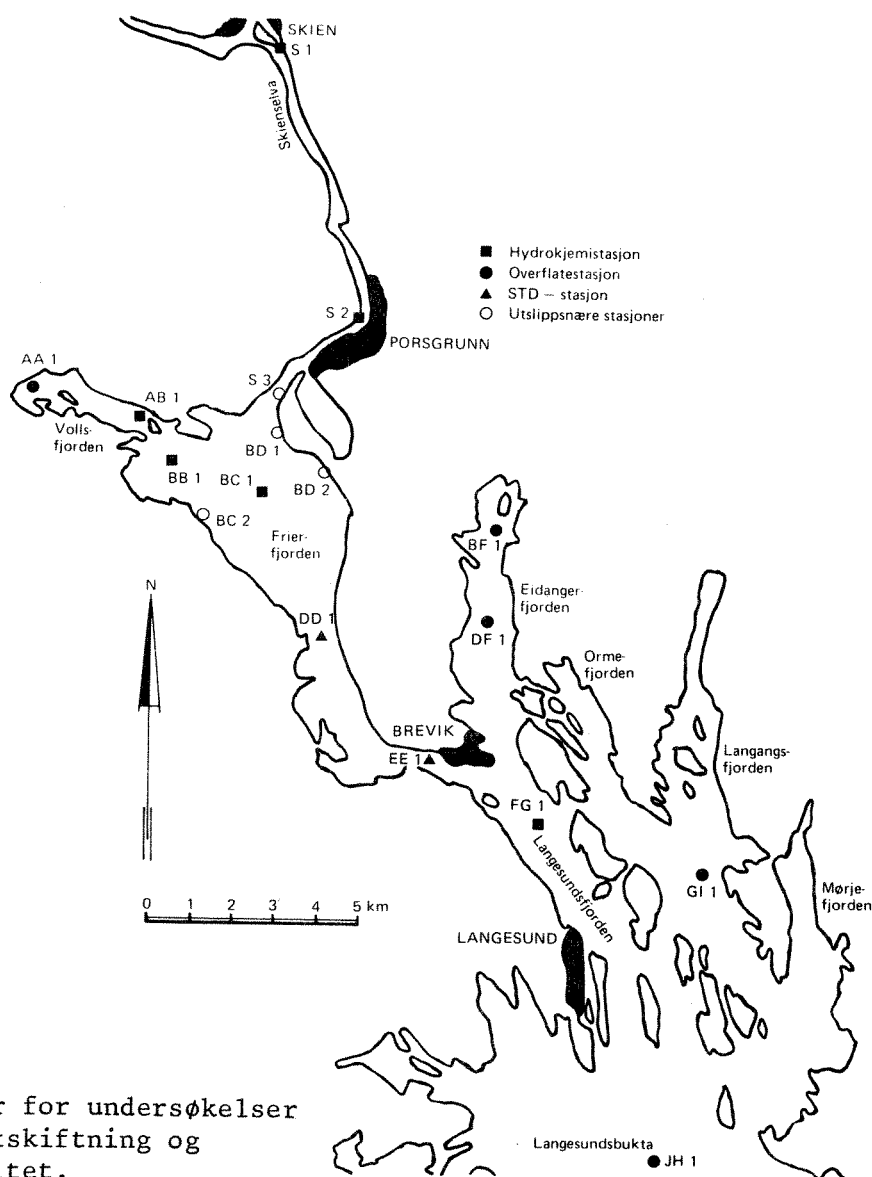


Fig. 1. Stasjoner for undersøkelser av vannutskiftning og vannkvalitet.

Ni faste stasjoner inngår i overvåkingsprogrammet. Prøvetaking, analyseprogram og posisjon for disse fremgår av tabell 1 og figur 1.

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

Som i 1978 har Porsgrunn havnevesen og driftsoperatørene ved Heistad renseanlegg med 1-2 ukers mellomrom gjort siktedypmålinger i henholdsvis Frierfjorden og Eidangerfjorden.

En langsgående bunnprofil av strekningen Frierfjorden - Langesundsbukta med inntegnet stasjonsplassering er vist på Fig. 2. Vi merker oss tersklene ved Brevik (23 m dyp) og ved Kjørtingen (50 m dyp). Disse tersklene er vesentlige hinder for utskiftningen av dypvannet i bassengene innenfor.

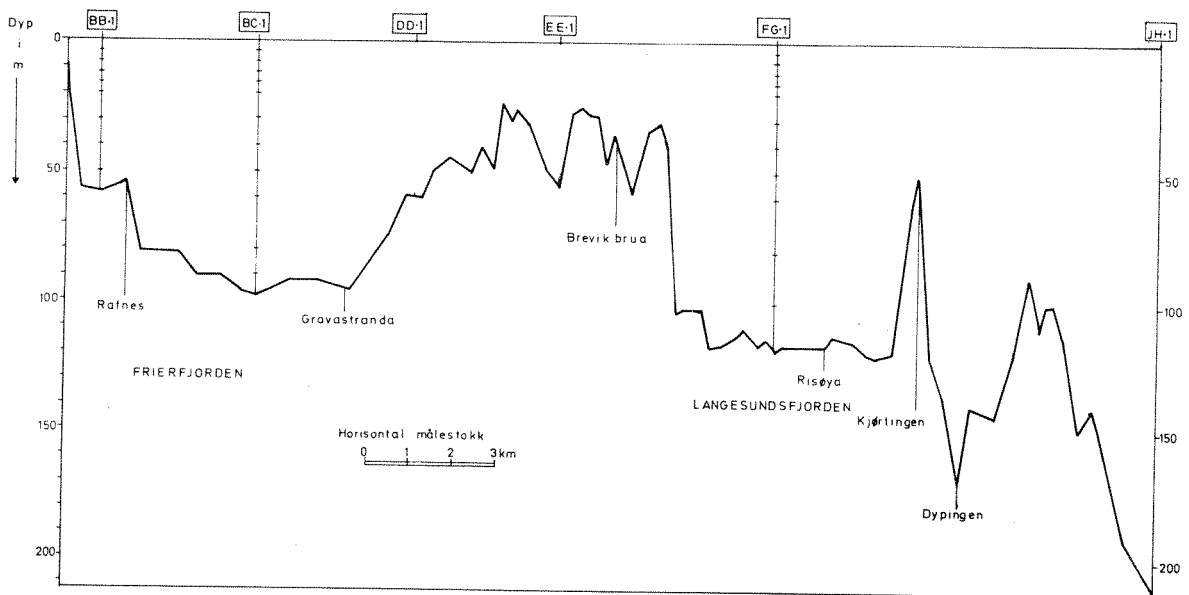


Fig. 2. Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsfjorden.

Vannmassene i fjordområdene kan generelt inndeles i tre lag (Fig. 3): Ett overflatelag av brakkvann, ett intermediært lag, som strekker seg ned til terskeldypet eller noe under, og dypvannet som ligger mellom det intermediære vannlag og bunnen. Overgangen fra brakkvannslag til sjøvannslag er markert av en sterk økning i saltholdigheten, og det omtales oftest som



et sprangsjikt. Overflatelagets saltholdighet i Frierfjorden varierer stort sett innenfor området 0.5-8<sup>o</sup>/oo, i hovedsaken som følge av vekslende ferskvannstilførsel.

Tabell 1. Stasjoner, prøvetaking og analyseprogram for hydrokjemitoktene til Skienselva og Grenlandsfjordene i 1979.

| Stasjon | Obs. av vind, vær, bølgehøyde og siktedyp | Temperatur, Saltholdighet <sup>1)</sup> | Tot-N, NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub><br>Tot-P, PO <sub>4</sub> ,<br>O <sub>2</sub> | Tot. org. karbon | Susp. tørrstoff, Gløderest | Hg, Pb, Cu og Mn |
|---------|---|---|---|------------------|----------------------------|------------------|
| S1      | Alle stasjoner                            | A                                       | A   | B                | C                          | B                |
| S2      |   | A                                       | A   | B                | C                          | B                |
| BB1     |   | A                                       | A   | B                |                            | C                |
| BC1     |   | A                                       | A   | B                |                            | A                |
| BF1     |   | A                                       | B   | B                |                            |                  |
| DF1     |   | A                                       | A   | B                |                            | C                |
| FG1     |   | A                                       | A   | B                |                            | C                |
| GI1     |   | A                                       | B   | B                |                            |                  |
| GH1     |   | A                                       | B   | B                |                            | C                |

A: Prøver fra alle standard-dyp

B: Prøver bare fra 0-2 m dyp

C: Prøver fra 0-2 m, sprangsjikt og nær bunnen

1) Temperatur og saltholdighet målt med STD-sonde.

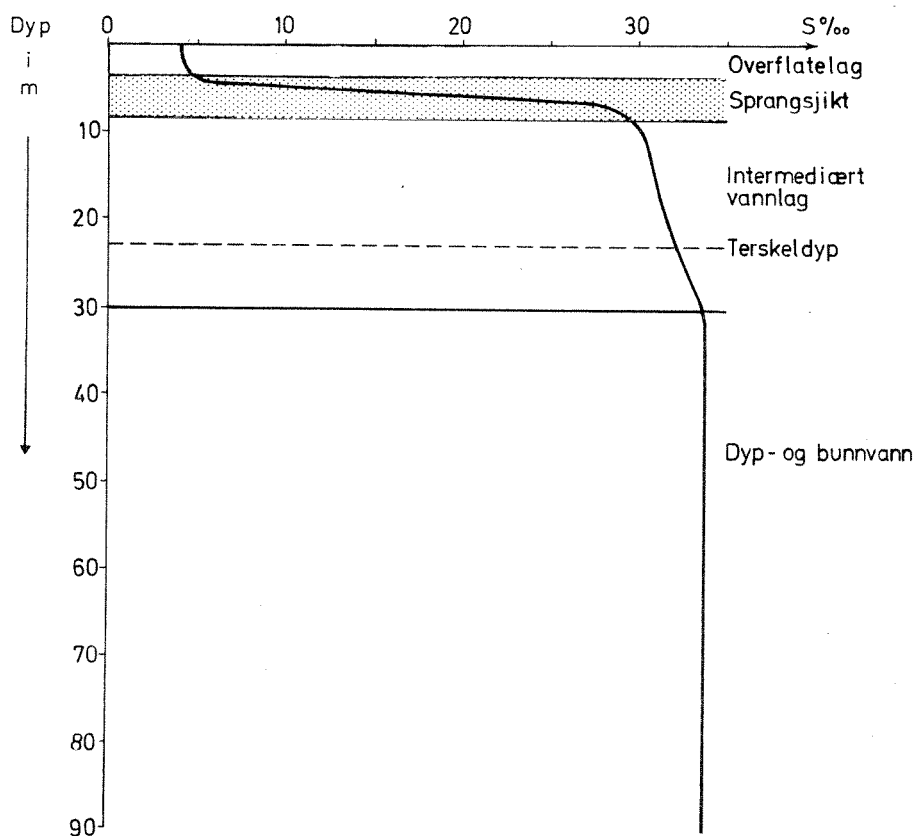


Fig. 3. Generell vertikal inndeling av Frierfjordens vannmasser etter saltholdighet.

## 2. METEOROLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD I 1979

Opplysninger om temperatur og nedbør er hentet fra klimatiske månedsoversikter for 1979 utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt i Oslo (MI 1979, MI 1980). Resultatene av vindmålinger for 1979 stammer også fra samme institutt.

Temperaturforhold og nedbør i nedre del av Telemark i 1979 er beskrevet ved den månedlige middeltemperaturs avvik fra normalen (middel for 1931 - 1960) og månedlige nedbør i prosent av normalen. Fig. 4 og 5 viser resultater fra Jomfruland fyr. Hele året lå lufttemperaturen gjennomgående under normalen. Mens vinteren (januar-februar) var kald og nedbørsfattig, var månedene deretter (mars-april-mai) kalde og nedbørsrike.

For å beskrive vindforholdene i 1979, anvender vi størrelsen vindmengde for de enkelte måneder. Vindmengden er beregnet for 30<sup>o</sup>-sektorer og defineres her som produktet av månedlig midlere vindstyrke (i Beaufort) i en gitt sektor og antall observasjoner innenfor denne sektoren, Fig. 6. Vindforholdene har fulgt det normale forløp med overveiende nord-nordøstlig vind i vinterhalvåret og sør-sørvestlig vind i sommerhalvåret.

Døgnverdier av vannføringen i Skienselva for 1979 mangler, ettersom de ved rapportens avslutning ikke var ferdig bearbeidet ved Skotfoss bruk. Vi har imidlertid fått oppgitt vannføringen under de fire toktene i 1979:

|                  |   |                             |
|------------------|---|-----------------------------|
| 13.-14. mars     | : | 209 - 223 m <sup>3</sup> /s |
| 19.-20. juni     | : | 264 - 245 "                 |
| 21.-22. august   | : | 554 - 536 "                 |
| 27.-28. november | : | 274 - 271 "                 |

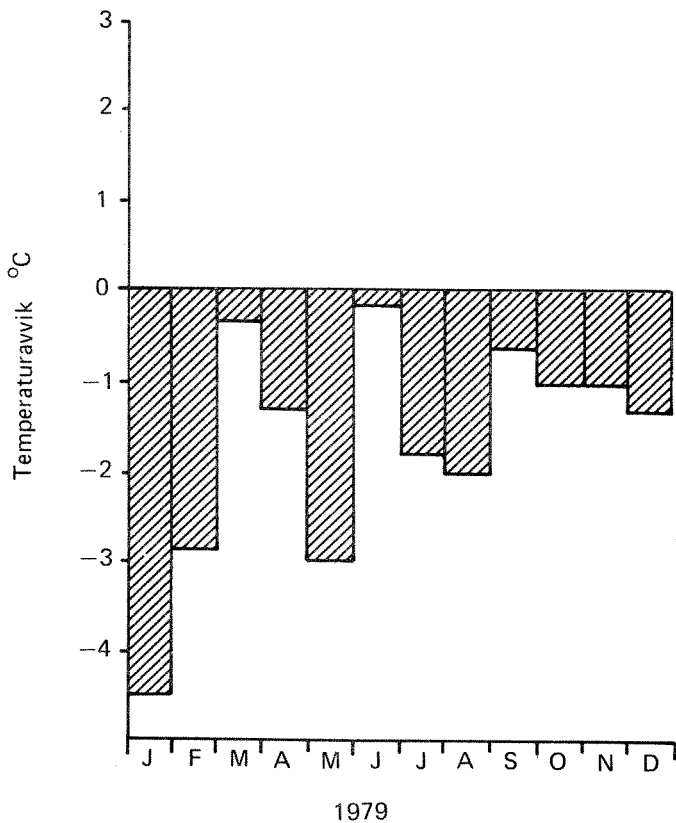


Fig. 4. Månedlig middeltemperatur ved Jomfruland fyr i 1979 framstilt som avvik fra normalen.

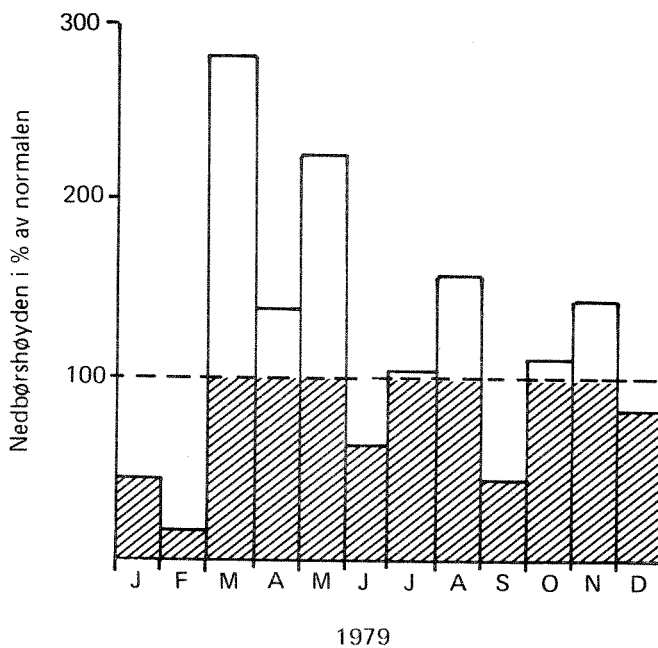


Fig. 5. Månedlig nedbør ved Jomfruland fyr i 1979 framstilt som prosent av normalen.

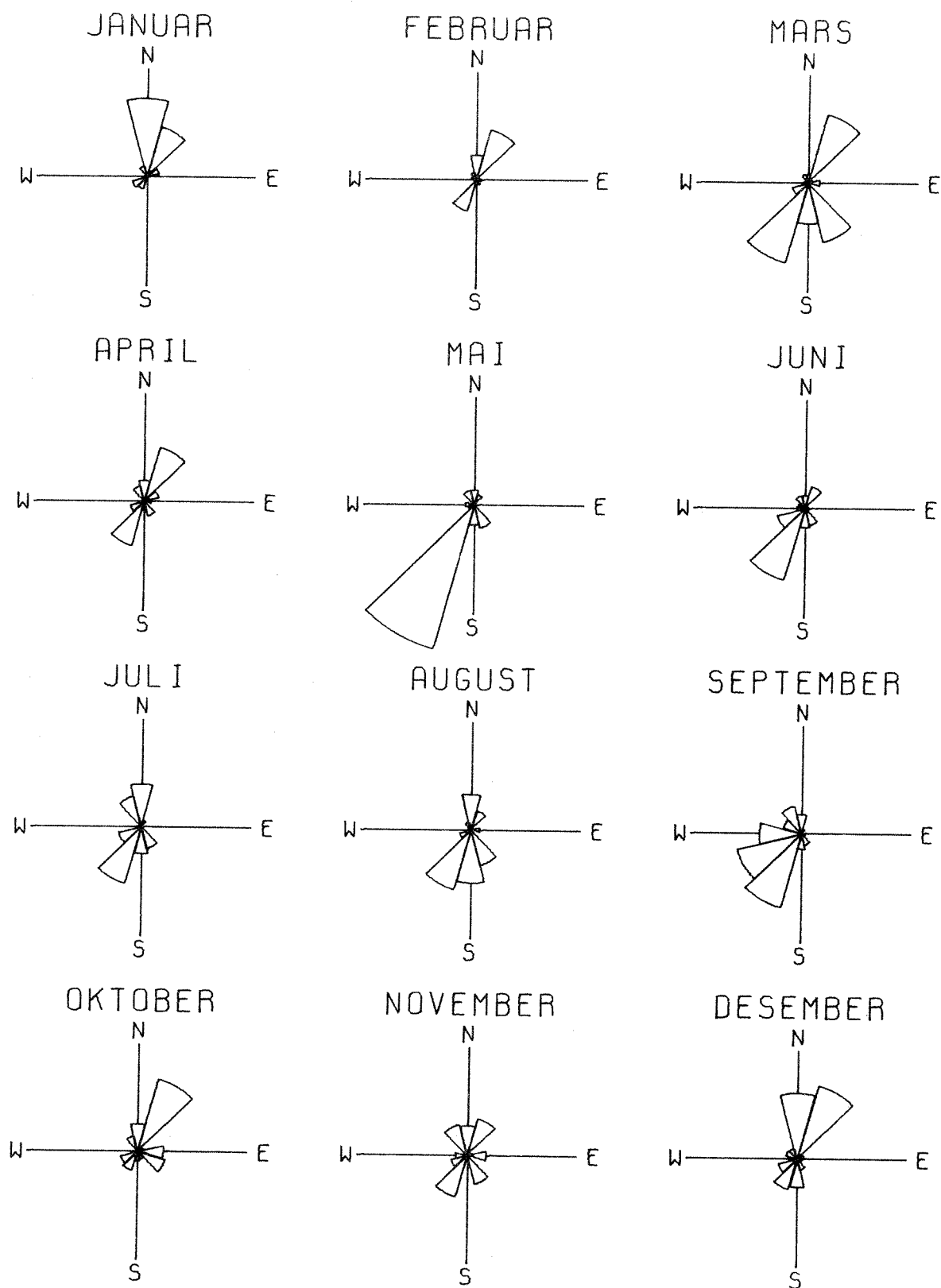


Fig. 6. Vindforholdene på Langøytangen i 1979.

### 3. VANNUTSKIFTNINGEN I 1979

Innledningsvis må det nevnes at det reduserte toktprogrammet gir et noe spinkelt grunnlag for å vurdere vannutskiftningen. Spesielt gjelder dette Brevikfjorden, men også materialet fra Frierfjorden er for lite.

I det følgende skal det gis en kort omtale av hovedtrekkene i dypvannet i Frierfjorden og Brevikfjorden. Datamaterialet (temperatur, saltholdighet og oksygen) er fremstilt som tidsisopleter på fig. 7-10, 12-13, hvor også 1978-dataene er tatt med for sammenhengens skyld. Med det lave toktantall blir kurvene i større grad enn vanlig trukket opp etter skjønn.

#### *Brevikfjorden*

Stasjon FG1 i Brevikfjorden regnes for å gi et noenlunde representativt bilde av tilstanden i dypvannet i fjordbassenget som omfattes av Eidangerfjorden-Brevikfjorden-Langesundsfjorden.

I tidsrommet januar-februar foregikk en eller flere omfattende innstrømninger av kaldt og salt vann til Brevikfjorden. Innstrømningen medførte en omfattende utskiftning av dypvannet i fjordområdene utenfor Brevik. Dette fremgår av både fig. 7 og fig. 8, men sees tydeligst på fig. 12 som viser at det gamle bunnvannet med oksygeninnhold mindre enn 3.5 ml O<sub>2</sub>/l i mars var blitt utskiftet med nytt oksygenrikt vann.

I tidsrommet mars-juni har det videre foregått en innstrømning av kaldt vann til fjordområdene. Den resulterende utskiftning har nådd helt til bunn, men har vært mest omfattende over ca. 90 m dyp.

I løpet av sommeren (juni-august) har det tydeligvis opptrådt vannmasser med relativ lav tetthet i Langesundsbukta. Dette har medført en utstrømming av tungt (kaldt, salt) vann fra Brevikfjorden til Langesundsbukta samt en returstrøm av varmere og mindre salt kystvann høyere oppe i vannmassen. Resultatet har vært en omfattende utskiftning av vannmassene i dette fjordbassenget. Turbulente blandingsprosesser medførte en betydelig fornyelse av vannmassen helt til bunn, særlig ned til 80-90 m dyp.

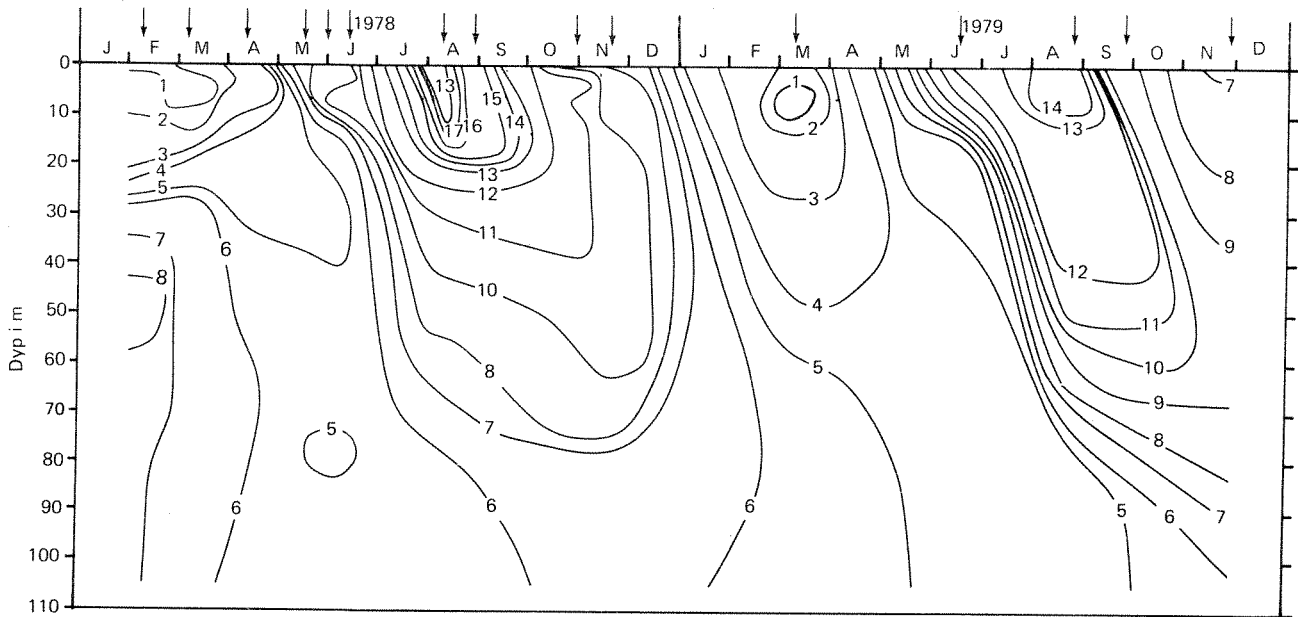


Fig. 7. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) i 1978 og 1979.

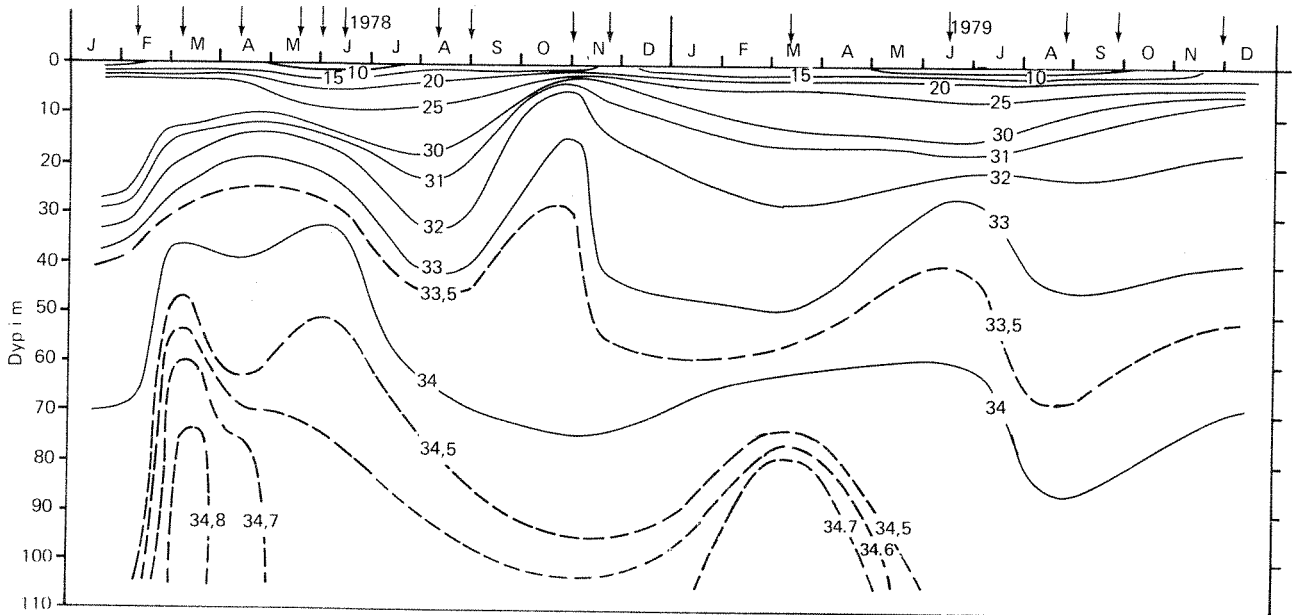


Fig. 8. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i saltholdighet ( $^{\circ}/\text{oo}$ ) i 1978 og 1979.

I tidsrommet august-november har så oppvarmingen av dypvannet fortsatt, sannsynligvis primært ved innstrømmingen av kystvann. Dataene tyder videre på at det mot slutten av tidsrommet har foregått innstrømminger av tyngre (kaldere, saltere) kystvann. I likhet med foregående tidsrom har de resulterende dypvannsutskiftninger vært mest omfattende over ca. 80-90 m dyp.

### *Frierfjorden*

Den forannevnte innstrømming til fjordområdene i januar-februar medførte også en viss utskiftning av dypvannet i Frierfjorden. Dette fremgår dårlig på diagrammet av temperatur og saltholdighet (fig. 9-10), noe som antakelig delvis skyldes at det gikk ca. 3½ måned mellom toktet i november 1978 og toktet i mars 1979. Derimot viser fig. 13 ganske klart at en mindre dypvannsfornyelse har funnet sted. I 80 m dyp målte man for eksempel i november 1978 0.3 ml O<sub>2</sub>/l (4% metning) mot ca. 0.8 ml O<sub>2</sub>/l (11%) i mars 1979. Uten tilførsel av nytt vann ville man ha ventet å finne hydrogen-sulfid i dypvannet under marstoktet.

Dypvannet i Frierfjorden var overveiende stagnant resten av 1979.

Datamaterialet gir ikke noe grunnlag for betraktninger omkring utskiftningsforholdene i fjordens intermediære vannlag (ca. 10-20 m dyp). Her vil imidlertid vannutskiftningen være relativt stor, dels som følge av noenlunde regelmessige utskiftningsmekanismer som estuarin kompensasjonsstrøm og tidevannsstrøm og dels som følge av mer spontane inn- og utstrømminger pga. tetthetsvariasjoner i vannmassene utenfor fjordmunningen og meteorologisk (vind og lufttrykk) genererte strømmer.

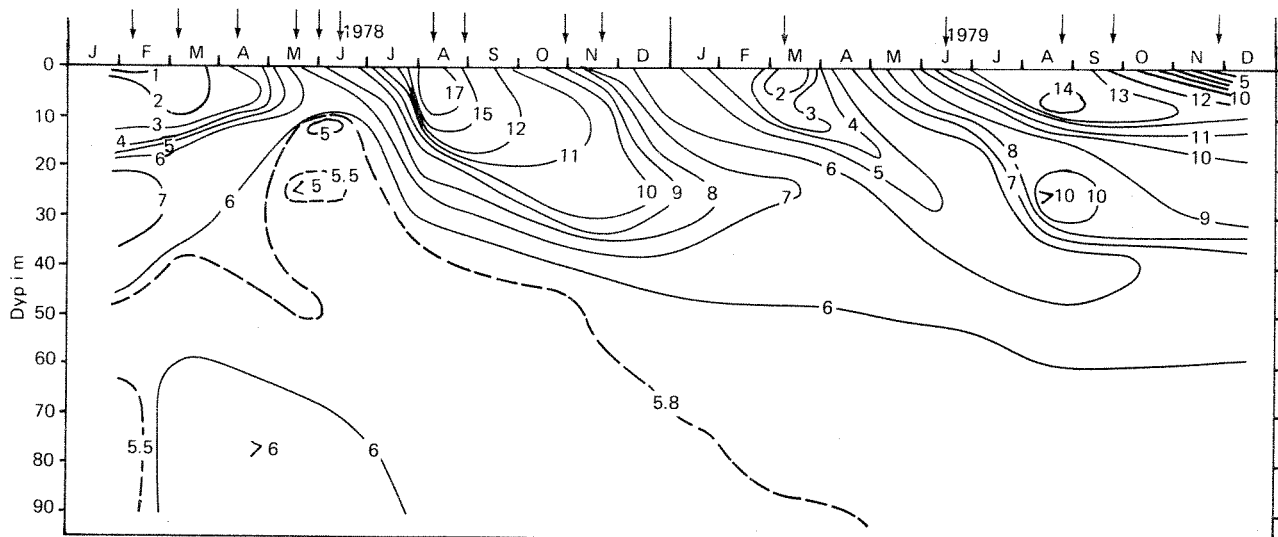


Fig. 9. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) i 1978 og 1979.

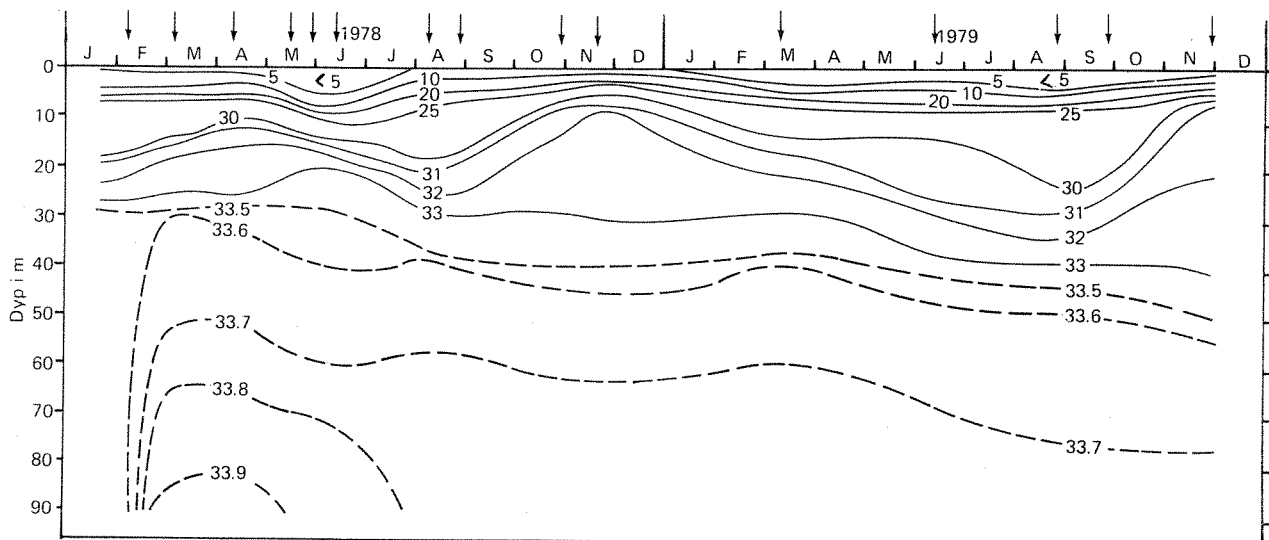


Fig. 10. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i saltholdighet ( $^{\circ}/\text{oo}$ ) i 1978 og 1979.



#### 4. VANNKVALITETEN I 1979

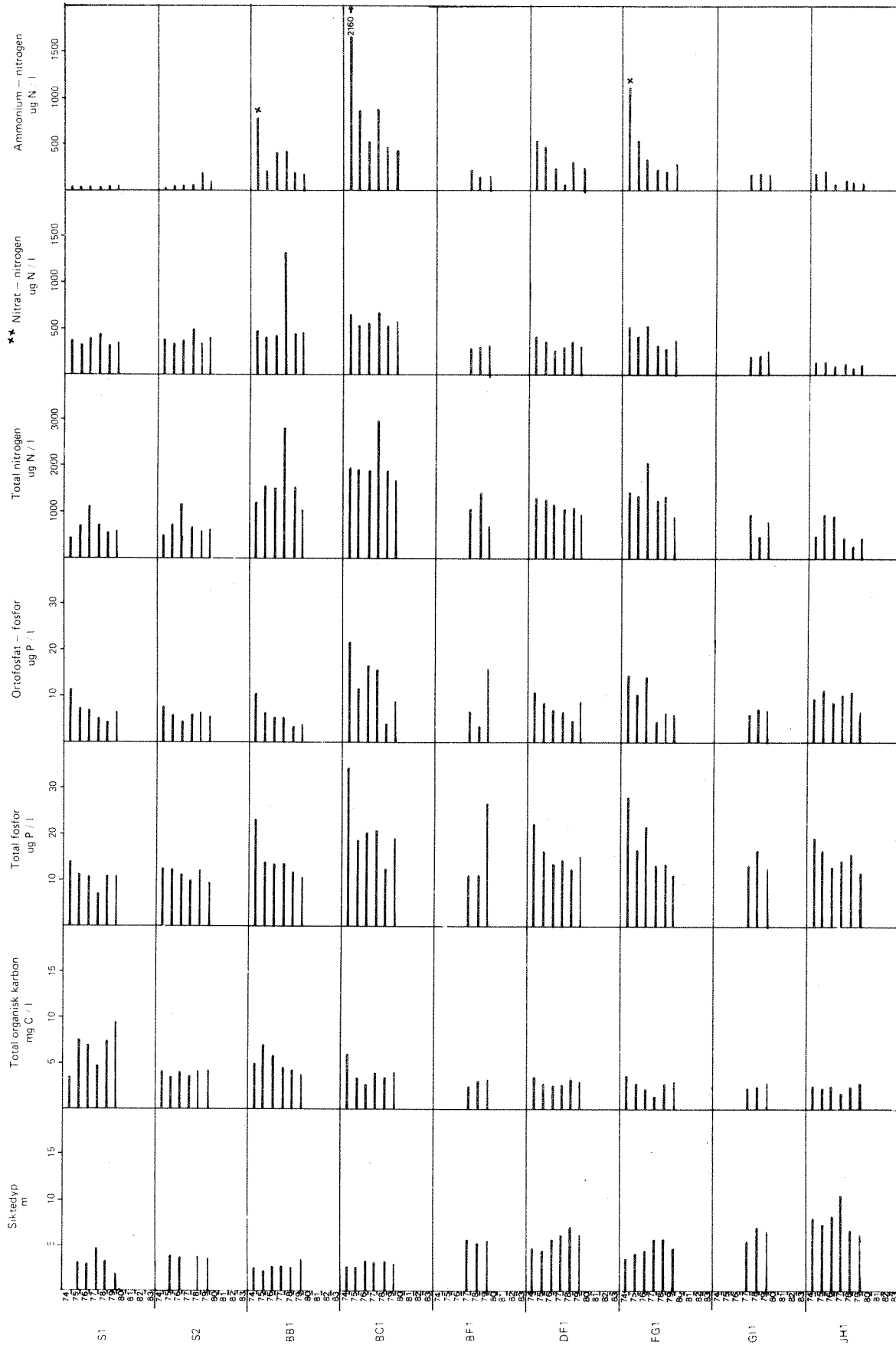
##### 4.1 Overflatelaget

Som for fjorårets rapport er parametrene for vannkvalitet, beregnet som årsmidler, framstilt i fig. 11. Dette er delvis gjort med sikte på å få fram forskjeller mellom stasjonene og delvis for å få fram eventuelle utviklingstendenser. Gjennomsnittene for de kjemiske målingene i 1979 er basert på fire prøveserier. Dette er betydelig mindre enn ønskelig for beregning av årsmidler. For siktedypet er det utført 51 målinger i Frierfjorden (st. BC1) og 12 målinger i Eidangerfjorden (st. DF1). Særlig for Frierfjorden vil en da få et godt estimat av årsmidlet. På de øvrige stasjoner er utført 4-5 målinger.

Det lave prøvetallet gjør det nytteløst å forsøke med noen detaljert vurdering av materialet. Materialet viser klare forskjeller mellom stasjonene, f.eks. ved gjennomgående økende siktedyp sørover mot Langesundsbukta og avtakende konsentrasjoner av total organisk karbon og nitrogenforbindelser.

Sett i forhold til 1978 synes tilstanden på st. S1 å ha forverret seg, mens det på st. BB1 har vært en viss forbedring. Det sistnevnte kan ha sammenheng med nedleggelsen av Bamble Cellulose høsten 1978.

De to stasjonene i Volls fjorden ble først tatt med i overvåkingsprogrammet under junitoktet 1979, og vil inngå i figuren fra og med rapporten fra 1980-undersøkelsene. En undersøkelse som NIVA utførte for Skien kommune i tidsrommet mai 1977 - mai 1978 viste imidlertid at konsentrasjonene av fosfor, nitrogen, total organisk karbon og klorofyll a lå på samme nivåer som i Frierfjorden (NIVA 1980b). Siktedypet var som på st. BB1 eller dårligere. En hovedkonklusjon var at Volls fjorden er sterkt påvirket av overflatevann fra Frierfjorden.



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

Fig. 11. Utvikling i parametrene for vannkvalitet i overflatelaget (0-2 m), beregnet som årsmiddel.

#### 4.2 Intermediært lag og dypvann

##### *Oksygenforholdene i 1979*

I Brevikfjorden er det vannmassene under ca. 80 m dyp som gjennomgår stagnasjonsperioder da oksygeninnholdet reduseres. Stagnasjonsperiodene skyldes terskelen i ca. 50 m dyp ved Kjørtingen (fig. 2 ).

Fig. 12 gir en oversikt over oksygenforholdene i 1978 og 1979. Vi ser at dypvannsutsiftningen i januar-februar 1979 radikalt bedret oksygenforholdene, fra mindre enn 3.5 ml O<sub>2</sub>/l (3.3 ml O<sub>2</sub>/l dvs. 48% metning i 105 m dyp) i november 1978 til ca. 5.6 ml O<sub>2</sub>/l (80% metning) i mars 1979.

Oksygenforholdene var gode helt til ut på høsten som følge av mindre fornyelse av bunnvannet. I likhet med foregående år begynte så oksygenkonsentrasjonene nær bunnen å avta relativt raskt fra september av og var under 3.5 ml O<sub>2</sub>/l i november. Konsentrasjonene lå da således i det intervallet på 2-3.5 ml O<sub>2</sub>/l hvor oksygenforholdene vanligvis omtales som dårlige.

Mot slutten av 1978 var oksygenforholdene kritiske (< 2 ml O<sub>2</sub>/l) i Frierfjordens dypvann, og det ble som før nevnt målt konsentrasjoner ned til 0.3 ml O<sub>2</sub>/l (4% metning) i november 1978. Dypvannsfornyelsen i januar-februar 1979 brakte en mindre bedring i forholdene, men som det fremgår av fig. 13 var det kritiske oksygenforhold under ca. 40 m dyp i hele 1979. I november/desember 1979 var det hydrogensulfid helt opp til 55 m, se også fig. 14 . Det har ikke vært registrert så dårlige oksygenforhold i Frierfjorden siden våren 1977. Nevnes må også at det i 55 m dyp på st. BB1 i Herrebukta har blitt målt hydrogensulfid under alle tokt siden mai 1978.

I fjorårets rapport (NIVA 1980a) ble det presentert beregninger som tydet på at oksygenforbruket i 60-80 m dyp i Frierfjorden var lavere i 1977-78 enn i de foregående år. Man så da på oksygenforbruket i tidsrom med høy startkonsentrasjon 3.5 - 4.5 ml O<sub>2</sub>/l. I 1979 var konsentrasjonene i 60-80 m dyp hele tiden under 1.5 ml O<sub>2</sub>/l, og gir dermed ikke grunnlag for en tilsvarende sammenligning med tidligere år.

Oksygenforholdene i Vollsfjorden ble undersøkt av NIVA i tidsrommet mai 1978 - mai 1979 etter oppdrag fra Skien kommune (NIVA 1980b). Forholdene i dypvannet var for en stor del dårlige. I fig. 15 er resultatene for 1979

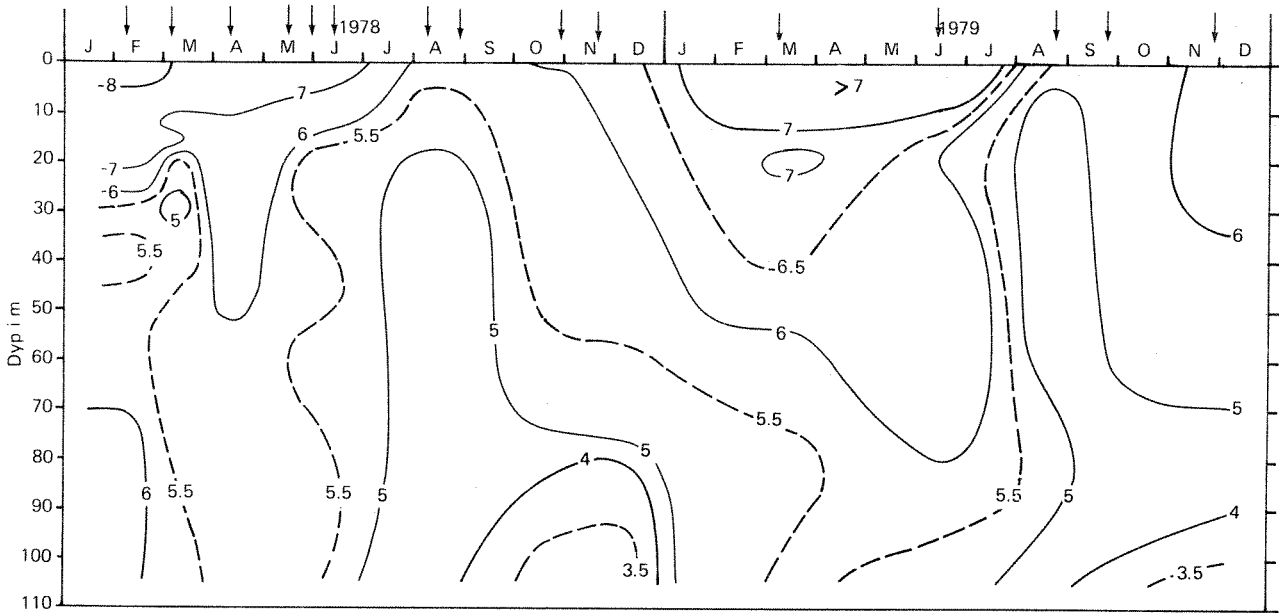


Fig. 12. St. FG1, Brevikfjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) i 1978 og 1979.

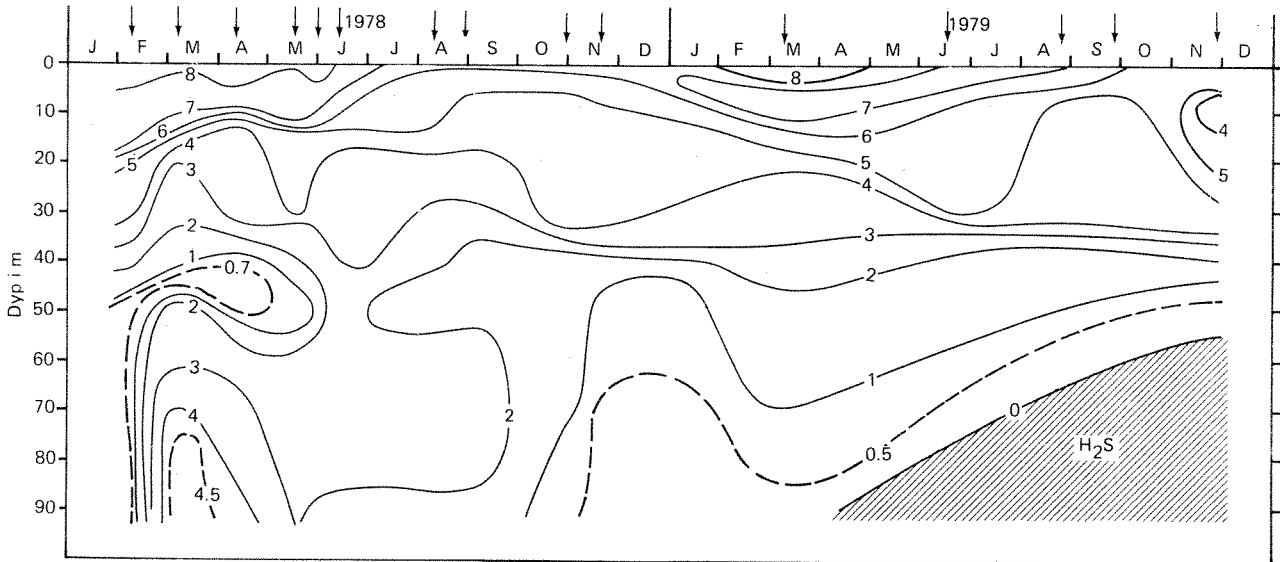


Fig. 13. St. BC1, Frierfjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) i 1978 og 1979.

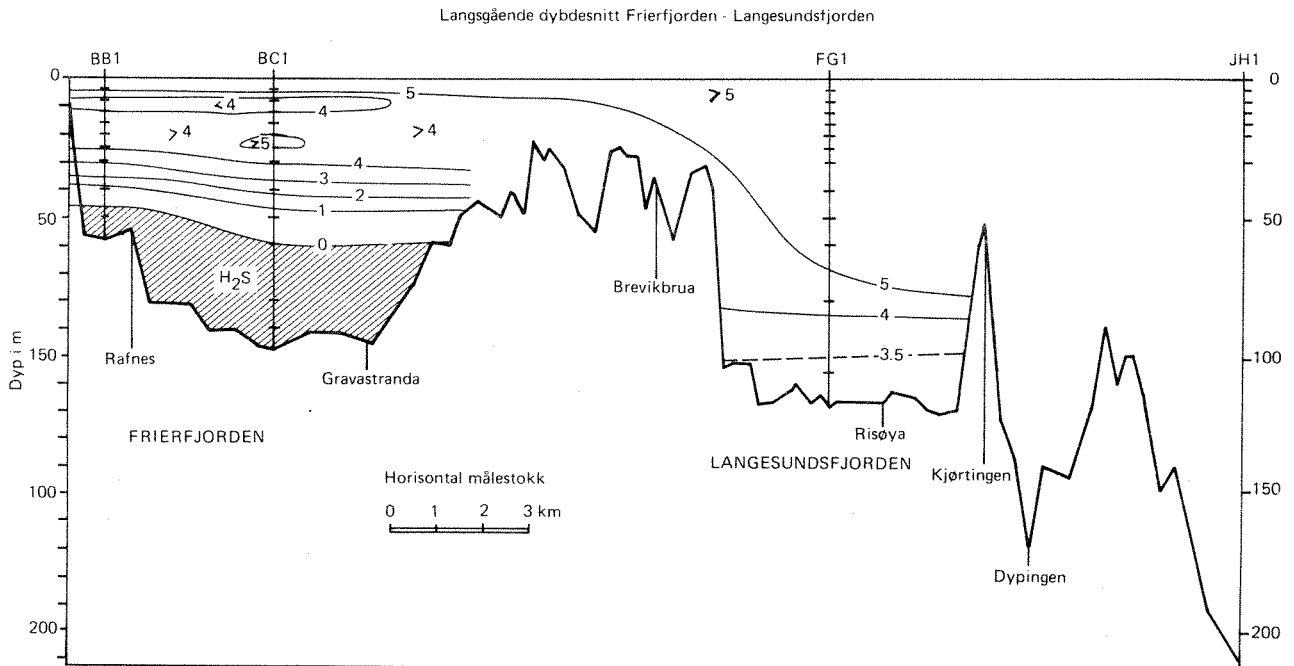


Fig. 14. Oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) 27.-28.11.1979.

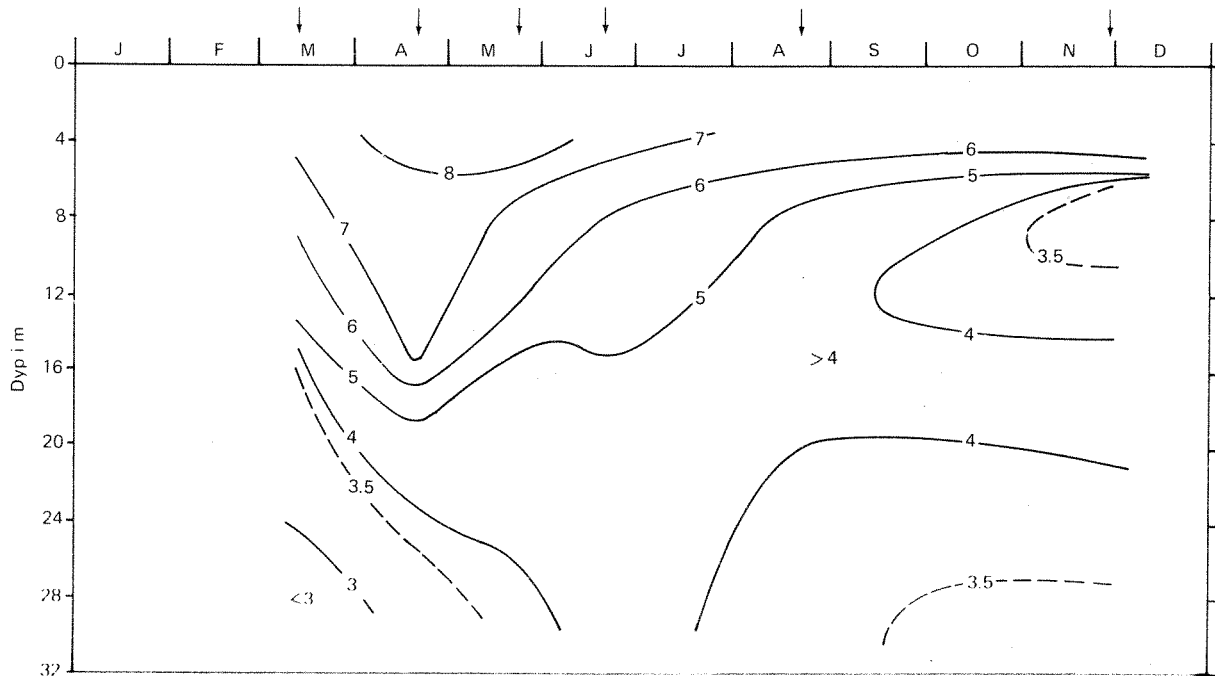


Fig. 15. St. AB1, Volls fjorden. Variasjoner i oksygenkonsentrasjoner ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ ) i 1979.

fra denne undersøkelsen sammenstilt med resultatene fra overvåkingsprogrammet (juni-november 1979). Resultatene bekrefter hovedinntrykket fra den tidligere undersøkelsen. Oksygenminimumet i ca. 6-14 m dyp i november skyldes trolig stor nedbrytning av organisk materiale i en periode med relativt høy temperatur (ca. 10.5-11.5°C) i vannmassen og liten vannutskiftning.

Resultatene av oksygenmålingene i Skienselva på st. S1 (utenfor Klosterfoss) og st. S2 (ved Porsgrunn bybro) er vist i tabell 2.

Tabell 2. Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) på st. S1 og st. S2 under toktene i 1979.

| Dyp<br>m | 13.3.-79         |      | 30.5.-79 |      | 20.6.-79 |      | 22.8.-79 |      | 28.11.-79 |      |
|----------|------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
|          | S1               | S2   | S1       | S2   | S1       | S2   | S1       | S2   | S1        | S2   |
| 0        |                  |      | -        | -    |          |      |          |      |           |      |
| 4        | 8.28             | 7.71 | 9.18     | 9.91 | 7.74     | 7.61 | 6.99     | 6.92 | 7.02      | 5.48 |
| 8        | 8.14             | 6.71 | 9.49     | 9.13 | 7.83     | 5.66 | 6.92     | 6.87 | 7.30      | 3.25 |
| 12       | 4.86             | 5.85 | 9.85     | 8.57 | 7.76     | 4.93 | 7.07     | 6.38 | 6.38      | 2.32 |
| 16       | H <sub>2</sub> S | 0.71 | 9.13     | 9.83 | 7.76     | 1.38 | 7.04     | 4.42 | 0.28      | 2.25 |
| 20       | H <sub>2</sub> S | 0.14 | 9.17     | 9.05 | 7.03     | 1.45 | 6.99     | 4.07 | 0.19      | 2.17 |

Målingene den 30.5. (av det fylkeskommunale analyselaboratoriet), og 22.8. ble utført ved høy vannføring i Skienselva (717 m<sup>3</sup>/s og 536 m<sup>3</sup>/s), og bassenget ved st. S1 og delvis også st. S2 var i begge tilfeller nærmest tømt for sjøvann. Dette var årsaken til de høye oksygenverdiene på denne stasjonen ved disse anledningene.

Ellers samsvarer dataene med tidligere års resultater, ved at oksygenforholdene i bassengene periodevis er kritiske, mens det jevnt over er bra oksygenforhold i selve sjøvannsstrømmen som oftest går oppover i elva i ca. 4-8 m dyp.

### Fosfor og nitrogen i 1979

I årsrapporten for 1978 (NIVA 1980a) viste vi at innholdet av totalfosfor i Frierfjordens intermediære lag i vinterhalvåret (november–desember) var nærmest blitt halvert i tidsrommet 1974–78. Dette kunne sees i sammenheng med en tilsvarende reduksjon av fosfortilførselene til Frierfjorden over samme tidsrom.

Tabell 3 og fig. 16 gjengir resultatene for tidsrommet 1974–79. Belastningstallene for 1979 stammer dels fra SFTs kontrollseksjons årsrapport for 1979 (SFT 1980) og dels fra Norsk Hydro. I forhold til 1978-rapporten (NIVA 1980a) er belastningstallene noe endret, bl.a. ved at man har benyttet Norsk Hydros midlere fosforutslipp for november hvert år, og ikke middelutslippet for hvert år.

Korrelasjonen mellom belastning og konsentrasjon er 0.95. Signifikansen av korrelasjonskoeffisienten er over 95% ifølge Students t-test. Resultatene for 1979 styrker således vurderingene i fjorårets rapport.

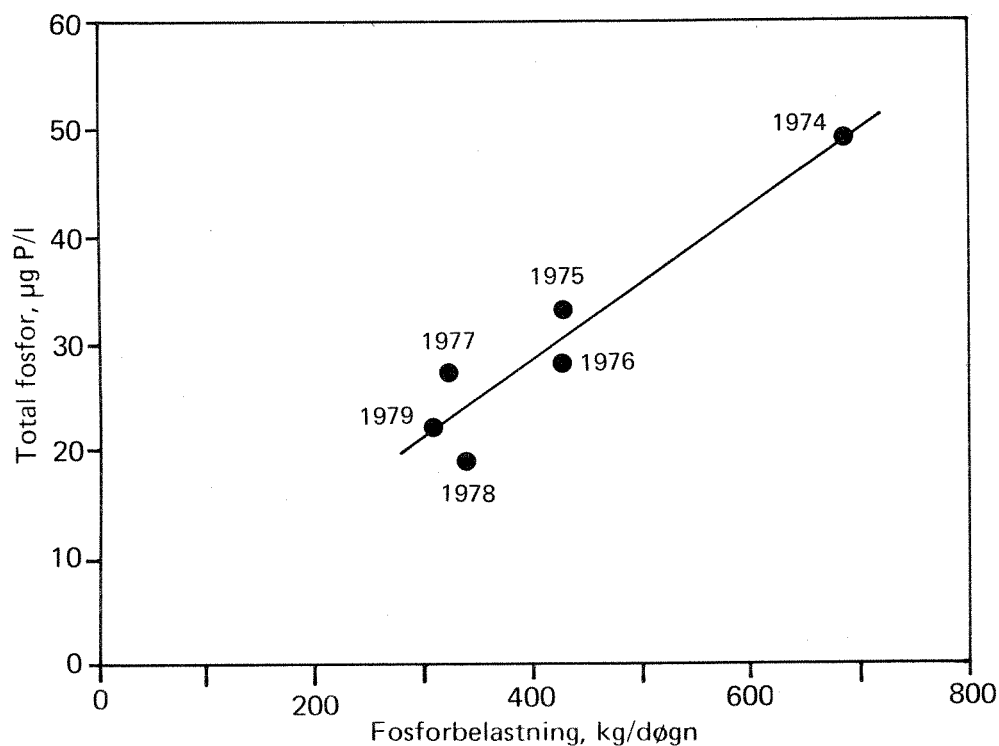


Fig. 16. Sammenheng mellom fosforbelastning på Frierfjorden og midlere konsentrasjon av total fosfor i Frierfjordens intermediære vannlag.

Tabell 3. Konsentrasjoner av totalfosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) 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 | 28.11.79 |
| 12 m         | 48       | 30       | 27      | 28       | 20       | 23       |
| 16 m         | 49       |          | 29      | 27       | 19       | 22       |
| 20 m         | 49       | 36       | 29      | 25       | 19       | 21       |
| Middelverdi: | 49       | 33       | 28      | 27       | 19       | 22       |

Tall for midlere fosforbelastning på Frierfjorden for årene 1974-78 er hentet fra fjorårets NIVA-rapport (NIVA, 1980a) og fra SFT (1980).

Fig. 17 viser konsentrasjonen av total fosfor nær bunnen av Brevikfjorden og Frierfjorden i tidsrommet 1978-79. Man ser hvordan dårligere vannutskiftning og høyere belastning i Frierfjorden resulterer i en sterk akkumulering av fosfor i dypvannet. Økningen er spesielt stor ved opptreden av hydrogensulfid, noe som kan skyldes utløsning av ortofosfat fra sedimentene. Det alt vesentlige av fosforet foreligger som ortofosfat (oppløst fosfor).

Konsentrasjonene av total nitrogen i Brevikfjordens og Frierfjordens dypvann (fig. 18) avviker fra det forløpet som er vist for total fosfor ved at konsentrasjonene i 1979 var lavest i Frierfjorden. Dette skyldes trolig at denitrifisering (reduksjon av bl.a. nitritt og nitrat til fritt nitrogen) har spilt en viss rolle ved så lave oksygenverdier som det i 1979 var i Frierfjordens dypvann. Økningen i tidsrommet mars-november kan i hovedsaken forklares som en økning av ammoniumkonsentrasjoner, fra  $65 \mu\text{g N/l}$  til  $175 \mu\text{g N/l}$ . Slik økning av ammonium under perioden med hydrogensulfid er også påvist tidligere (NIVA, 1976).



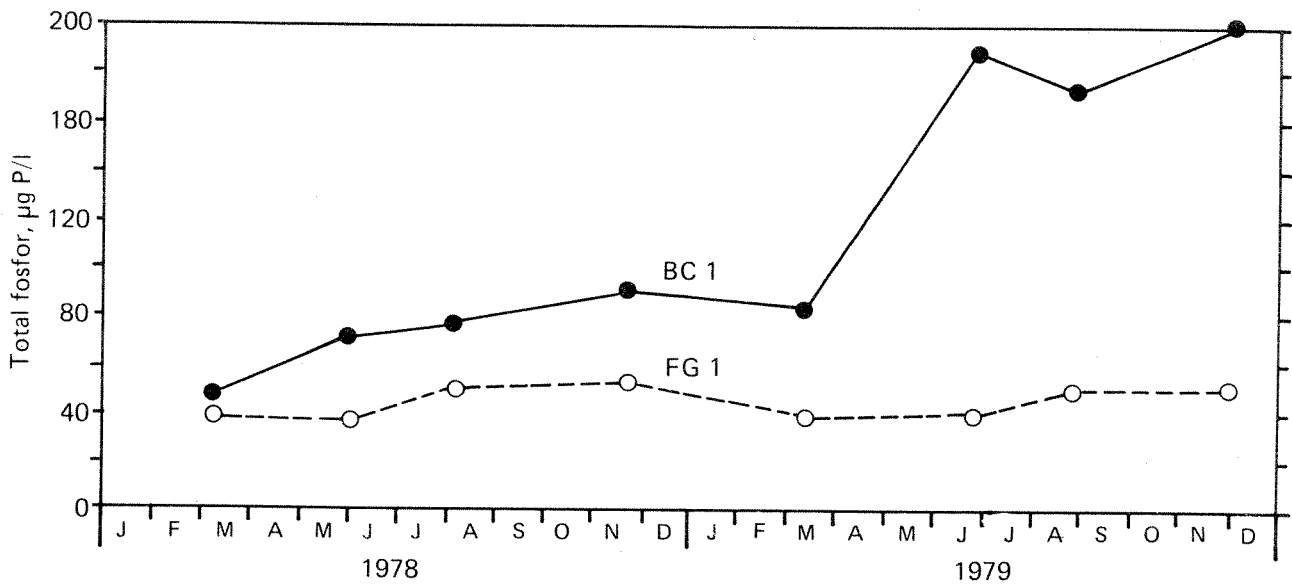


Fig. 17. Konsentrasjoner av total fosfor nær bunnen i Frierfjorden (st. BC1) og Brevikfjorden (st. FG1) i 1978 og 1979.

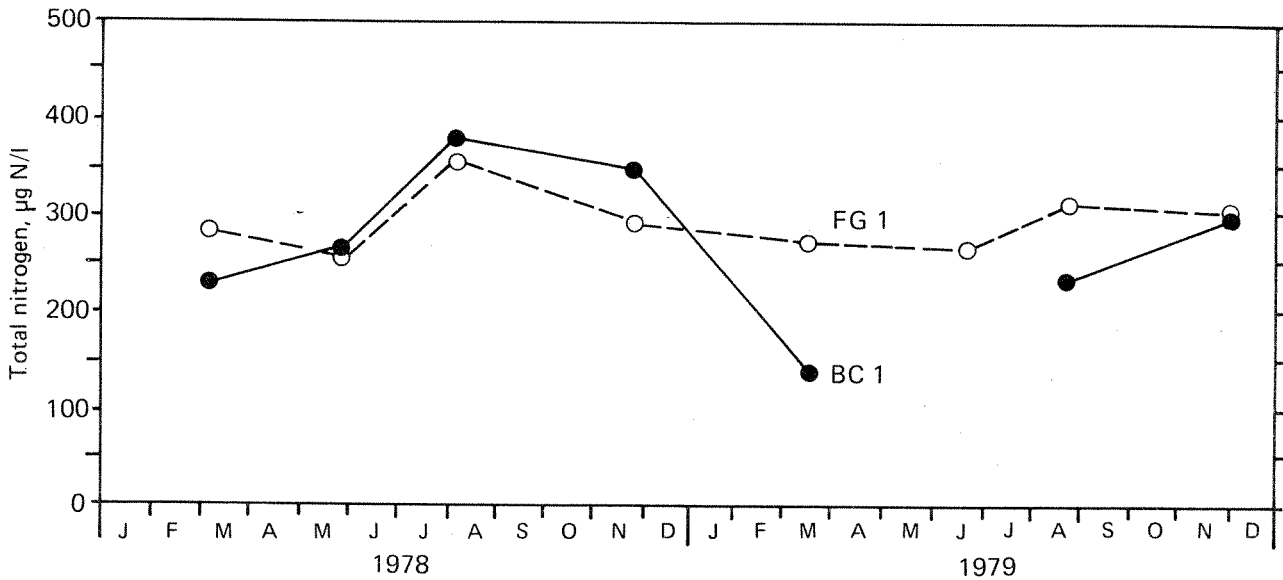


Fig. 18. Konsentrasjoner av total nitrogen nær bunnen i Frierfjorden (st. BC1) og Brevikfjorden (st. FG1) i 1978 og 1979.

## 5. LITTERATUR

Det norske meteorologiske institutt (MI), 1979:

Klimatologiske månedsoversikter for månedene januar-september 1979.  
Blindern, Oslo.

Det norske meteorologiske institutt (MI), 1980:

Klimatologiske månedsoversikter for månedene oktober-desember 1979.  
Blindern, Oslo.

NIVA 1976:

O - 70111. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 5. Fremdriftsrapport fra de hydrokjemiske undersøkelserne mars 1974 - desember 1975.  
Saksbehandler: Jarle Molvær. 143 sider. 25.11.1976.

NIVA 1980a:

O - 76129. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. Delrapport nr. 5. Vannkvalitet i overflatelag og dypvann. Saksbehandlere: Lars Kirkerud og Jarle Molvær.  
24 sider. 3.1.1980.

NIVA 1980b:

O - 77114. Resipientundersøkelse av Volls fjorden, Skien kommune.  
Saksbehandler: Jarle Molvær. 44 sider. 18.1.1980.

SFT 1980:

Årsrapport 1979 for industriforurensning i nedre Telemark.  
Statens forurensningstilsyn, Kontrollseksjonen. Under forberedelse.