

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-111/70

RESIPIENTVURDERINGER

AV

NEDRE SKIENSELVA, FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Rapport 2

Fremdriftsrapport fra undersøkelsen mars 1974-februar 1975

Saksbehandler: cand.real. Jarle Molvær

Medarbeidere : cand.real. Tor Bokn

cand.real. Jon Knutzen

cand.real. Brage Rygg

Blindern, 2. april 1975

INNHALDSFORTEGNELSE

|  | Side: |
|--|-------|
| 1. INNLEDNING                              | 4     |
| 2. VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET         | 4     |
| 2.1 Gjennomføring av feltarbeid            | 4     |
| 2.2 Foreløpig vurdering av resultatene     | 7     |
| 3. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER                | 12    |
| 3.1 Gjennomføring av feltarbeid            | 12    |
| 3.2 Foreløpige resultater og vurderinger   | 13    |
| 4. VIDEREFØRING AV PROSJEKTET              | 18    |
| 4.1 Gjenstående oppgaver på 1. års program | 18    |
| 4.2 Videreføring av prosjektet             | 18    |
| 5. PROSJEKTETS ØKONOMISKE STATUS           | 20    |
| 6. REFERANSER                              | 20    |

FIGURER

TABELLFORTEGNELSE

|   | Side: |
|---|-------|
| Tabell 1. Oversikt over NIVAs hydrokjemiske tokt til Frierfjorden og utenforliggende fjordområder i tidsrommet mars 1974 - februar 1975                                 | 5     |
| Tabell 2. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g/l}$ ) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk | 9     |
| Tabell 3. Stasjoner, dybder og antall prøver pr. stasjon ved innsamling av bløtbunnsfauna juli 1974   | 14    |

FIGURFORTEGNELSE

- Figur 1. Område for resipientundersøkelse av Skiensvassdragets fjordområder. Hydrografistasjoner
- Figur 2. Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta
- Figur 3. Område for resipientundersøkelse av Skiensvassdragets fjordområder. Benthosalgestasjoner og bunnfaunastasjoner
- Figur 4. Benthosalgestasjoner og bunnfaunastasjoner i Frierfjorden

## 1. INNLEDNING

I Norsk institutt for vannforskning (NIVAs) programforslag av 9.11.1973 er formålet med undersøkelsene definert slik:

- I. Beskrive fjordsystemet med hensyn til vannmassenes kvalitet sett i relasjon til generelle bruksinteresser, herunder å beskrive den alminnelig forurensningstilstand og spesielle, lokale forurensningsvirkninger.
- II. Gi grunnlag for å vurdere hvordan den eksisterende tilstand kan utbedres.
- III. Gi grunnlag for vurdering av fjordsystemets fremtidige utnyttelse som resipient.

Hensikten med denne rapporten er å gi oppdragsgiver, Tilsynsutvalget for resipientundersøkelser i Skiensvassdraget og fjordområdene til Skiensvassdraget, en kortfattet oversikt over fremdriften av oppdraget, samt informere om enkelte umiddelbare resultater.

Ettersom bearbeidelsen av målingene på langt nær er avsluttet, vil en på nåværende tidspunkt ikke forsøke å fremlegge noen endelige konklusjoner. En del foreløpige vurderinger av resultatene er likevel gitt.

Man henviser ellers til NIVAs brev til oppdragsgiver, datert 28.5.1974 og 18.7.1974 samt til toktrapport datert 29.7.1974 hvor foreløpige resultater fra undersøkelsene også er omtalt.

## 2. VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET

### 2.1 Gjennomføring av feltarbeid

#### Hydrokjemiske tokt

Nedenforstående tabell angir tidspunkt, varighet, fartøy og bemanning for de hydrokjemiske tokt som er gjennomført i tidsrommet mars 1974 -

februar 1975. Plasseringen av de hydrokjemiske stasjonene er vist i figur 1. I figur 2 er vist et langsgående dybdesnitt for strekningen Herrebukta - Langesundsbukta.

Tabell 1. Oversikt over NIVAs hydrokjemiske tokt til Frierfjorden og utenforliggende fjordområder i tidsrommet mars 1974 - februar 1975.

| Tidspunkt      | Type tokt |              | Båt  |       | Bemanning |       |
|----------------|-----------|--------------|------|-------|-----------|-------|
|                | Hovedtokt | Hydrografisk | NIVA | Lokal | NIVA      | Lokal |
| 12.-14.3.1974  | X         |              |      | X     | X         | X     |
| 23.-25.4.1974  |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 20.-22.5.1974  |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 19.-21.6.1974  | X         |              | X    |       | X         | X     |
| 17.-19.7.1974  |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 14.-16.8.1974  |           | X            |      | X     |           | X     |
| 24.-26.9.1974  | X         |              | X    |       | X         |       |
| 22.-24.10.1974 |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 19.-21.11.1974 |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 10.-12.12.1974 | X         |              | X    |       | X         |       |
| 14.-15.1.1975  |           | X            |      | X     | X         | X     |
| 12.-13.2.1975  |           | X            | X    |       | X         |       |

Første hovedtokt, 12.-14. mars 1974, ble gjennomført ved bruk av båt fra Porsgrunn Havnevesen. Den viste seg da å være lite egnet til bruk på hovedtoktene p.g.a. det store antall prøver som skal samles inn og den plass man dermed har behov for. Under de påfølgende tre hovedtokt har man derfor brukt NIVAs båt "H.H. Gran".

Et av formålene med NIVAs arbeid i Frierfjorden har vært opplæring av lokalt mannskap i feltarbeid og laboratorieanalyser. Dette viste seg å være mer tidkrevende enn først antatt. Som det fremgår av tabell 1 har derfor folk fra NIVA deltatt på samtlige tokt med unntak av augusttoktet. På grunn av dårlig vær og uhell med vannhenterutstyret ble dette toktet ikke helt vellykket. I september ble Luftkontrollaboratoriet trukket ut av resipientundersøkelsen, og etter avtale med fylkesingeniør

Kindberg overtok da NIVA ansvaret også for de påfølgende overvåkingstoktene. Fra lokalt hold har deltatt folk fra Luftkontrolllaboratoriet, byveterinærkontorene i Porsgrunn og Skien og Stadslegekontoret i Porsgrunn.

I NIVAs brev av 15.8.1974 til Tilsynsutvalget ble fremsatt forslag om å utvide stasjonsnettets med to stasjoner, en utenfor Rafnes og en utenfor Herøya, for dermed å få et bedre bilde av horisontale forskjeller i vannmassenes bevegelser og kjemi. Svar på dette forslaget er ikke mottatt. Man har imidlertid ansett måledata fra de to nevnte stasjonene for å være nødvendige, og stasjonene er dermed tatt på de fire siste tokt i 1974 og januartoktet 1975. Utgiftene ved dette er inntil videre dekket av NIVA.

Vannprøver fra to stasjoner i Skienselva, ved Porsgrunn bybro og ved Klosterfoss, er tatt fire ganger i forbindelse med toktene i mai, juli, september og desember.

#### Strømmålinger

Den 25.4.1974 ble en strømmåler plassert i 18 m dyp utenfor Blekebakken i Brevikstrømmen, og har siden registrert variasjoner i strømstyrke, strømretning, temperatur og fra i høst også saltholdighet. Målingene er ikke ferdig vurdert, men de ventes å gi verdifull informasjon om vannutskiftningen gjennom Brevikstrømmen sett i relasjon til vannstandsvariasjonene i fjorden og de meteorologiske forhold.

Strømmålingene i Skienselvas estuarområde ble vellykket gjennomført 22.8.1974 under en periode med lav vannføring i Skienselva. De ga verdifull informasjon om strømforholdene i nevnte område.

Den 18.11.1974 fikk man av Norsk Hydro a.s. tillatelse og hjelp med å montere en vannstandsmåler ved kaianleggene på Herøya. Denne vil være i drift til ut på våren 1975.

## 2.2 Foreløpig vurdering av resultatene

### Vannutskiftning

I overflatelaget (ca. 4-8 m tykt) synes den utgående brakkvannsstrøm å gi god vannutskiftning i hele fjordområdet. Mellom overflatelaget og ca. 30 m dyp fornyes vannmassene ved en inngående sjøvannsstrøm under sprangsjiktet og av sporadiske innstrømninger av vann fra Skagerrak.

Slike intermedieære innstrømninger av vann til Frierfjorden fant sted i juni og i november 1974. I juni ble oksygenfattige vannmasser i ca. 15-30 m dyp (nær 0 ml O<sub>2</sub>/l i 20 m) delvis erstattet av en ny vannmasse. I ca. 30 m dyp oppsto da et nytt oksygenminimum (ca. 0.1 ml O<sub>2</sub>/l) som ble fjernet ved en ny intermedieær innstrømning i november. Denne nådde ned til ca. 35 m dyp.

På det nåværende stadium av databehandlingen og vurderingen av måleresultatene kan man ikke se at det har foregått noen fornying av vannmasser under ca. 35 m dyp i Frierfjorden siden dypvannutskiftningen i mars-april 1974. Denne ble omtalt i det nevnte brev av 28.5.1974 og NIVAs toktrapport datert 29.7.1974.

I ytre fjordområder, Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesundsfjorden, tyder målingene på at vannmassene ned til 30-50 m dyp har blitt fornyet to ganger. Først i forbindelse med den allerede nevnte juli-innstrømningen til Frierfjorden, og så i tidsrommet oktober-desember. Da foregikk en delvis utskiftning av vannmassene ned til ca. 80 m dyp. Av resultatene framgår videre at terskelen (ca. 50 m dyp) i søndre del av Langesundsfjorden er til hinder for utskiftning av dypvannet i bassenget innenfor (ca. 120 m dyp).

### Vannkvalitet

Også ved vurderingen av vannkvaliteten i Frierfjorden er det hensiktsmessig å inndelegge vannmassene i et overflatelag (ned til 4-8 m dyp), under dette et intermedieært lag ned til 30-35 m dyp, og nederst fjordens dyp- og bunnvann.

Overflatelaget har under alle tokt vært preget av relativt høyt oksygeninnhold (4-8 ml O<sub>2</sub>/l) og høyt innhold av plantenæringsstoffene fosfor og særlig nitrogen. I juni ble det for eksempel funnet 37 µg P/l målt som total fosfor og 4 200 µg N/l målt som total nitrogen i 4 m dyp på st. BC-1 (se fig. 1). Det må imidlertid bemerkes at det knytter seg visse usikkerheter til bestemmelsen av nitrogeninnholdet i overflatelaget. Dette vil bli nærmere kommentert i årsrapporten.

I det midlere vannlag og i dypvannet i Frierfjorden er innholdet av både oksygen og fosfor- og nitrogenforbindelser betydelig lavere. Forholdene har gjennomgått en klar forverring siden den delvise dypvannsfornyelsen i april 1974, noe som må ses i sammenheng med at dypvannet siden da har stagnert.

I mai 1974 lå oksygeninnholdet i Frierfjordens dypvann i området 2.7-3.9 ml O<sub>2</sub>/l. Siden den tid har oksygeninnholdet avtatt gradvis og i februar 1975 var verdiene overalt mindre enn 1 ml O<sub>2</sub>/l under ca. 35 m dyp. Ved bunnen var det 0.2-0.3 ml O<sub>2</sub>/l.

På st. BB-1 i Herrebukta var også tilstanden meget dårlig. Under februar-toktet måltet der 0.7 ml O<sub>2</sub>/l i 30 m dyp og 0.21 ml O<sub>2</sub>/l i 50 m dyp.

Utenfor Brevikterskelen har forholdene vært vesentlig bedre. Etter innstrømmingene i april og juli dannet det seg oksygenminima i henholdsvis 20 m og 50 m dyp (gammelt Frierfjordvann). Den siste rest av disse ble fjernet da innstrømmingen i oktober begynte.

I bunnvannet i Eidangerfjorden - Brevikfjorden - Langesundsfjorden har oksygeninnholdet avtatt fra ca. 6 ml O<sub>2</sub>/l i april 1974 til mellom 3 og 4 ml O<sub>2</sub>/l i februar 1975.

I sammenheng med denne beskrivelsen av oksygeninnholdene i fjorden kan nevnes at i følge FAO (1969 o.a.) overlever ikke de fleste marine organismer oksygenverdier lavere enn 0.8 ml/l. Hos fisk inntreffer visse forandringer bl.a. i blodet mellom 1.7 og 2.1 ml/l. Verdier omkring 3.5-5.6 ml/l anses tilfredsstillende for de fleste arter av fisk og vekster i saltvann. En



vil dog påpeke at visse arter er mer ømfindtlige enn andre, og at grenseverdien kan variere noe.

### Tungmetaller

På hvert av hovedtoktene har det blitt tatt 20-30 vannprøver til bestemmelse av tungmetallinnhold. Måledypene har vært overflaten, 4-6 m (sprangsjiktet), 30-60 m (dypvann) og ved bunn. Prøvene ble fra først av analysert på kvikksølv, bly, kopper, kadmium, sink, krom (seksverdig) og kobolt. På grunn av en misforståelse, ble ikke kvikksølv, kadmium, krom og kobolt bestemt for juni-toktet.

Både i mars og i september lå vannprøvenes innhold av krom og kobolt over alt under deteksjonsgrensene på henholdsvis 1 µg Cr/l og 0.5 µg Co/l. For desembertoktet ble derfor disse komponentene sløffet, og man valgte i stedet å analysere på vanadium og nikkel.

I tabell 2 er gjort en sammenstilling av elementenes normale konsentrasjoner i ikke-kontaminert sjøvann (etter Riley & Chester 1971, Dyrssen et al. 1972, Horne 1969, sammenstilt i Rygg 1974) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetode.

Tabell 2. Gjennomsnittlig konsentrasjon (µg/l) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk.

| Element   | Bakgrunnsnivå | Deteksjonsgrense |
|-----------|---------------|------------------|
| Kvikksølv | 0,03 - 0,1    | 0,05             |
| Bly       | 0,02 - 0,03   | 1,0              |
| Kopper    | 1 - 3         | 0,1              |
| Kadmium   | 0,02 - 0,11   | 0,05             |
| Sink      | 2 - 10        | <1               |
| Krom      | 0,04 - 0,6    | <1               |
| Kobolt    | 0,08 - 0,5    | <0,5             |
| Vanadium  | 1,5 - 2       | <50              |
| Nikkel    | 2             | <0,5             |

I den følgende vurdering av måleresultatene bruker man hele tiden den øvre grense for tungmetallinnhold i oseanisk vann som bakgrunnsverdi.

### 1. Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet i vannmassene i Frierfjorden og de utenforliggende fjordområder varierer både i rom og i tid. Av i alt 78 prøver lå 29 stk. (37%) over bakgrunnsverdien på 0.1 µg Hg/l. Den absolutt høyeste verdi var 0.44 µg Hg/l i 30 m dyp på st. CD-1 i desember 1974.

Under mars- og septembertoktene ble de høyeste verdiene i Frierfjorden jevnt over funnet i overflatelaget (0-4 m) og ved bunn, alle verdier var i området 0.07-0.28 µg Hg/l. I desember var kvikksølvinnholdet i overflatelaget avtatt noe (0.05-0.11 µg/l), mens verdiene i dyp- og bunnvannet hadde økt (0.2-0.44 µg/l), noe som sannsynligvis kan ses i sammenheng med stagnasjonen av dypvannet.

I de ytre fjordområder er de fleste vannprøvene tatt i overflatelaget. Høyeste verdier er funnet i 4 m dyp (sprangsjiktet) hvor det i desember ble målt 0.33 µg/l på st. GH-1.

### 2. Bly

Innholdet av bly i vannmassene i Frierfjorden og utenforliggende fjordområder synes å være meget høyt. Av i alt 98 prøver lå 72 stk. (73%) over bakgrunnsverdien som er 0.03 µg/l. Under alle hovedtoktene ble det funnet en rekke verdier i området 100-1 500 x bakgrunnsverdien. Den absolutt høyest målte verdi var 45 µg/l i 4 m dyp på st. FG-1 i mars 1974.

De høyeste verdiene er jevnt over funnet i overflaten og i sprangsjiktet, særlig under september- og desembertoktene. Under mars- og junitoktene fant man også høye verdier (100-400 x bakgrunnsverdien) i dyp- og bunnvannet på stasjonene inne i Frierfjorden samt st. EE-1 og st. FG-1.

### 3. Kopper

Innholdet av kopper i vannmassene i Frierfjorden og de utenforliggende fjordområder har for en stor del ligget over bakgrunnsverdien på

3 µg/l. Av i alt 99 prøver lå 40 stk. (40%) over denne verdien. De fleste høye verdier lå i området 2-3 x bakgrunnsverdien, mens 30 m-nivået på stasjonene i Frierfjorden og Brevikfjorden i juni 1974 hadde verdier i området 4-5 x bakgrunnsverdien (11-16 µg/l). Her lå trolig rester av gammelt dypvann fra Frierfjorden. Dette var blitt hevet opp og transportert ut til de ytre fjordområdene etter dypvannsutsiftningen i mars-april 1974.

#### 4. Kadmium

Innholdet av kadmium i vannmassene i Frierfjorden og de utenforliggende fjordområder har dels ligget over bakgrunnsverdien på 0.11 µg/l. Av i alt 76 vannprøver lå 21 (28%) over dette.

De fleste høye verdier lå i området 1-2 x bakgrunnsnivået, mens st. EE-1 i september har de klart høyeste nivåer med verdier i området 0.61-1.15 µg/l (6-14 x bakgrunnsverdien).

#### 5. Sink

Av i alt 100 vannprøver fra Frierfjorden og de utenforliggende fjordområdene har 47 (47%) ligget over bakgrunnsverdien på 10 µg/l. Høyeste verdi, 146 µg/l, ble funnet i 4 m dyp på st. DF-1 i september 1974. De fleste andre høye verdier ligger i området 40-80 µg/l. Under marstoktet var laboratoriets deteksjonsgrense 50 µg/l, og man fikk derfor ingen opplysninger om lavere sinkkonsentrasjoner. For de øvrige tre tokt lå i juni 17 av 22 prøver over bakgrunnsnivået, mens tallene for september og desember var henholdsvis 12 av 22 og 10 av 26.

Under de to siste tokt fantes på alle stasjoner de klart høyeste verdiene i overflatelaget (0-4 m), mens man under junitoktet fant høye verdier i alle måledyp helt til bunn.

#### 6. Krom (seksverdig)

Alle målte verdier har ligget under deteksjonsgrensen 0,5 µg/l.

### 8. Vanadium

En prøveserie ble tatt i desember 1974. Laboratoriets analysemetode hadde imidlertid en deteksjonsgrense på 50 µg/l, og ingen verdier over dette nivå ble funnet.

### 9. Nikkel

En prøveserie ble tatt i desember 1974. Ingen av de funne verdier overskred bakgrunnsverdien på 2 µg/l. De høyeste verdier, 1,2-2 µg/l ble funnet i 0-4 m dyp i Frierfjorden. I de utenforliggende fjordområder var verdiene i samme dyp 0,5-0,9 µg/l, høyest i Eidangerfjorden.

Man har gjort et forsøk med å skille mellom oppløst og partikulært bundne metaller (bly, kopper, kadmium og sink). Resultatene kan tyde på at bly, kopper og kadmium vesentlig foreligger i partikulær form, mens dette ikke i samme grad er tilfelle for sink. Dette arbeidet vil bli videreført. Man vil også vurdere eventuelle giftvirkninger av de funne metallkonsentrasjonene.

## 3. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

De biologiske undersøkelser har sammen med studier av vannkvalitet og sedimentbeskaffenhet tatt sikte på:

- a) Dokumentasjon og beskrivelse av forurensningsvirkninger, herunder akkumulering av organiske og uorganiske miljøgifter.
- b) Redegjørelse for den relative betydning av ferskvannspåvirkning og forurensningsbelastning.
- c) Tilveiebringelse av et referansemateriale, bl.a. for senere kontroll av hvordan iverksatte vernetiltak har gitt seg utslag i resipienten.

### 3.1 Gjennomføring av feltarbeid

I løpet av 1974 er det gjennomført fire biologiske tokt. Dessuten er planteplanktonprøver samlet inn under de hydrografiske tokt. 20.-21. mai ble det utført en orienterende prøveinnsamling av bløtbunnsfaunaen fra

5 stasjoner i Frierfjordens innerste del. Et mer omfattende innsamlings- tokt ble gjennomført 2.-4. juli. Bunnfaunaprøver fra 9 stasjoner i Brevik- og Frierfjorden ble samlet inn til kvantitative studier.

Den fastsittende algevegetasjonen i strandsonen i Grenlandsfjordene ble kartlagt på ca. 20 stasjoner 8.-12. juli, og disse prøver er delvis bearbeidet. (Nærmere detaljer om toktet er beskrevet i Toktrapport oversendt Tilsynsutvalget 18.7.1974).

18.-20. september ble det ved hjelp av froskemenn gitt en beskrivelse av organismesamfunnene på 9 av stasjonene undersøkt 8.-12. juli. Spesielt ble algevegetasjonens nedre grense på de ni stasjonene kartlagt. Samtidig med dykkerundersøkelsene ble fastsittende alger i strandsonen og taske/strandkrabber på dypere vann samlet inn til analyser på miljøgifter (tungmetaller og klorerte hydrokarboner).

Blåskjell (*Mytilus edulis*) ble samlet inn fra 7 forskjellige lokaliteter i Eidanger-, Brevik-, Langesund- og Helgerofjorden 21. november til analyse på halogenerte hydrokarboner. Resultater fra analyselaboratoriet er foreløpig ikke tilsendt, men skulle foreligge i meget nær fremtid.

Kartleggingen av gruntvannssamfunn har løpt omtrent etter planen. I Brevik/Frierfjorden er det supplert med 5-6 stasjoner i forhold til det planlagte antall, for å kunne få en bedre oversikt over utbredelsen av de spesielle algesamfunnene som vokser i Frierfjorden.

Kvalitative og kvantitative analyser av bløtbunnsfaunaen er gjennomført etter planen. Imidlertid ble det funnet mest hensiktsmessig å la innsamling av bunnfauna og gruntvannsorganismer inngå i separate tokt.

Målinger av planteplanktonets primærproduksjon er utsatt inntil videre, idet slike målinger inngår i overvåkingsprogrammet til Statens biologiske stasjon i Flødvigen, Arendal. Imidlertid er det samlet inn vannprøver til klorofyllanalyser og målinger av vannets vekstpotensial på alle hydrografiske tokt.

### 3.2 Foreløpige resultater og vurderinger

I tabell 3 er det satt opp en oversikt med stasjonsbetegnelser, dybder og antall prøver pr. stasjon i forbindelse med innsamlingen av bløtbunnsfauna.

Tabell 3. Stasjoner, dybder og antall prøver pr. stasjon ved innsamling av bløtbunnsfauna juli 1974.

| Stasjon | Antall prøver | Dybde (m) |
|---------|---------------|-----------|
| E1      | 1             | 35        |
| E2      | 1             | 22        |
| E3      | 1             | 18        |
| E4      | 2             | 25        |
| E5      | 1             | 31        |
| P1      | 5             | 23        |
| P2      | 2             | 20 og 16  |
| P3      | 2             | 35 og 24  |
| P4      | 5             | 15-18     |
| P5B     | 2             | 25        |
| P6      | 5             | 22        |
| P7      | 5             | 27-29     |
| P8      | 1             | 28        |
| P9      | 1             | 57        |

Beliggenheten av benthosalgestasjoner og bunnfaunastasjoner er presentert i figurene 3 og 4.

På stasjon P5 var sedimentforholdene ekstreme. Sedimentet var meget løst (konsistens omtrent som krem) og gråfarget med lag av lysere eller mørkere farge. Den løse bunnen førte til at det var vanskeligheter med å få utløst grabben, som sank helt ned under sedimentoverflaten. Det oppsto en hinne av oljeliknende stoff på oppslemmingsvannet. En særpreget kvalmende lukt kunne registreres.

På P5B var det mørkt sediment med kremaktig konsistens og litt grå silt. Det var ingen uvanlig lukt.

På E3/P4 var det svart, mudderaktig sediment og litt silt og sand. Det ble observert oljehinne på oppslemmingsvannet.

På P3 (1) (35 m) var det svart  $H_2S$ -slam.

På P3 (2) (24 m) var sedimentet omtrent som på P4, men  $H_2S$ -lukt kunne observeres.

På P2 (både 16 og 20 m) besto sedimentet av svart mudder som grenset til  $H_2S$ .

På P1 var det svart mudder, silt og finsand. Frisk bunn.

På P6/E4 var det mørkt mudder og grå silt. Frisk bunn.

På P7 var det overveiende gråfarget silt.

På P8/E1 var bunnen til dels bratt og steinet. Sedimentet besto av silt og sand.

P9 ble hovedsakelig tatt for å sjekke oksygensituasjonen på stor dybde i ytre del av Frierfjorden. Bunnen var frisk og besto av sand, slagg og grus.

På E2 var det mørkegrått mudder og litt fin sand og silt.

På E5 var det svart mudder og sand.

Om bunnfaunaen på stasjonene (gjelder ca. 15-30 m dybde) kan man foreløpig si følgende: prøvene utenfor Brevik viste en betydelig mer variert fauna enn prøvene fra selve Frierfjorden.

Fjordens nordside mellom Skienselvas utløp og Herrebukta (st. P1) oppviste en ekstremt artsfattig fauna. De arter som fantes var også individfattige, bortsett fra muslingen *Thyasira sarsi*, en særlig tolerant art kjent fra områder som er forurenset av organisk stoff. Den nesten totale mangel på børstemark er bemerkelsesverdig, men et høyt antall tomme rør av marken *Pectinaria* tyder på at det tidligere har vært gunstigere forhold for børstemark.

Fjordens sørvest-side mellom Herre og Ringsholmene (st. P2 og P3) var omtrent like artsfattige, men oksygenforholdene var her dårligere, også på temmlig grunt vann. I begge områdene fantes et stort antall døde skall av muslinger og snegler av ganske mange arter. Faunaen har tydeligvis vært mer variert tidligere.

I fjordens sørøstlige deler (st. P6) var tilstanden en hel del bedre enn i nordvest, men var endog tydelig forurensningspreget. Den var dårligere enn f.eks. i indre del av Hvalerbassenget. I prøvene var det en hel del døde skall av forskjellige arter muslinger og snegler, til dels av arter som det ikke ble funnet levende representanter av.

Området utenfor Herøya (nordøstre del av fjorden) er egenartet pga. den sterke nedslammingen. Stasjon P5 var praktisk talt død, men tilstedeværelsen av et stort antall døde skall tyder på at det tidligere har vært relativt gode levevilkår. Skallenes alder er imidlertid ikke bestemt.

Oksygenforholdene på østsida av fjorden var tydelig bedre enn på vestsida.

Data fra analyser på miljøgifter foreligger, men er ikke tilstrekkelig bearbeidet til å kunne presenteres. Dette gjelder likeledes øvrige biologi- og klorofylldata samt analyseresultater av vannets vekstpotensial. Innsamling av planteplankton er gjort i referanseøyemed og vil bare bli bearbeidet i begrenset omfang.

Analyser av algematerialet bekrefter at Frierfjorden er påvirket av store ferskvannsmengder. Således er det bare to grønnalgeslekter med stor ferskvannstoleranse som har klart å etablere seg i strandsonen. Under  $1\frac{1}{2}$  m dyp er det ikke observert fastsittende alger, hvilket må kunne relateres til en kombinasjon mellom ellevannets turbiditet og Frierfjordens forurensningsbelastning, som sterkt reduserer algenes fotosyntesemuligheter allerede ved  $\frac{1}{2}$ -1 m dyp.

Sammensetningen av benthosalgesamfunnene både i Frierfjorden og i de tilliggende fjorder bærer preg av at vannet jevnt over er belastet med plantenæringsalter. Dette synes særlig å gjelde Frierfjorden og det undersøkte områdets vestsida, mens Helgero- og Mørjefjorden synes noe mindre utsatt.



Kjemiske analyser på algenes innhold av metaller som krom, mangan, jern, nikkel, kopper og sink har vist at fjordene i Grenland er relativt sterkt metallbelastet. Sammenliknet med resipienter i Storbritannia sterkt forurensset av industriavløpsvann (Preston et al. 1972), var konsentrasjonene av de nevnte metallene i alger fra Brevikfjorden i størrelsesorden 1-15 ganger større enn i tilsvarende alger samlet inn på vestkysten nær Liverpool.

De undersøkte arter og slekter fra farvannene rundt Storbritannia (Butterworth et al. 1972, Fuge and James 1974, Nickless et al. 1972, Preston et al. 1972) er imidlertid ikke funnet i Frierfjorden, og analyseresultatene er således ikke direkte sammenliknbare.

Imidlertid foreligger det data fra Øresund (Hägerhäll 1973), som kan sammenliknes direkte med funne verdier fra Frierfjorden. Analysedata tyder på at kromkonsentrasjonen i grønnalger ligger relativt høyt inne i Frierfjorden, og likeledes var sinkkonsentrasjonene noe høy. Nikkel og kopperverdiene lå på omtrent samme nivåer som de mest forurensede partier i Øresund. Analysene fra Øresund omfatter ikke mangan og jern. I Brevikfjorden var konsentrasjonen av mangan i alger ca. 10 ganger høyere enn de mest belastede industriområder i England. Sammenliknet med et presumptivt lite belastet område som Reine i Lofoten (Lunde 1970), var konsentrasjonen av mangan i tang fra Brevikfjorden ca. 100 ganger større. Nivåene av jern, nikkel, kopper og sink (ikke analysert på krom) i fastsittende alger lå ca. 1-6 ganger høyere i Brevikfjorden enn gjennomsnittsverdiene funnet i de mest belastede områder i Storbritannia.

Analyseresultatene av taskekrabber/strandkrabber viser høye oppkonsentreringsfaktorer fra vann til organismer for det klorerte hydrokarbonet hexaklorbenzen, og ligger i størrelsesorden 240 000-530 000. En annen gruppe klorerte hydrokarboner funnet i ikke ubetydelige konsentrasjoner er PCB (polyklorerte bifenyler). Analyser av brisling viser de samme tendenser som for krabberåstoff. Resultatene viser klart at råstoffet inneholder langt større mengder med klorerte og bromerte hydrokarboner enn det som må anses som normalt. I tillegg viser senere analyser av brisling tatt i Skienselva v/Porsgrunn bybro betydelige konsentrasjoner av PCB og hexaklorbenzen. Slike halogenerte hydrokarboner er meget fettløselige og persistente, og vil spres og akkumuleres ved transport gjennom mange forskjellige næringskjeder.

Hvorvidt de beskrevne konsentrasjoner er helsefarlige, er på det nåværende tidpunkt ikke mulig å uttale seg om.

I videreføringen av arbeidet er det aktuelt å vurdere de eventuelle hygieniske konsekvensene av de funne konsentrasjonene i spiselige sjødyr.

#### 4. VIDEREFØRING AV PROSJEKTET

##### 4.1 Gjenstående arbeidsoppgaver på 1. års program

Feltarbeidet i denne undersøkelsen ble startet i mars 1974. Av arbeidsoppgavene i NIVAs programforslag for Frierfjordundersøkelsen 1974, gjenstår nå følgende punkter:

- a) Den andre del av strømkorsmålinger i Skienselvas estuarområde (utføres våren 1975).
- b) Sedimentstudier i Frierfjorden og utenforliggende fjordområder (utføres våren 1975).
- c) Biologisk undersøkelse av Skienselva nedenfor Skotfos. Koordineres med den øvrige del av NIVAs planlagte undersøkelse i Telemarkvassdraget.
- d) Kartlegging og beregning av tilførsler av tungmetaller og organiske miljøgifter. Fullføres våren 1975.

##### 4.2 Videreføring av prosjektet

###### Vannutskiftning og vannkvalitet

Undersøkelsene fikk et meget godt utgangspunkt ved at det i løpet av våren 1974 skjedde en (delvis) fornyelse av dypvannet i både Frierfjorden og de utenforliggende fjordområdene. Ved de månedlige overvåkningstoktene har man dessuten registrert to mindre innstrømminger til fjordområdene.

I tiden fremover bør man derfor legge vekt på fortsatt å samle kunnskap om hyppigheten av vannutskiftningen i de forskjellige fjordområder og dyp. Spesielt viktige i så henseende er frekvensen av dypvannutskiftningene i Frierfjorden.

Parallelt med dette arbeidet vil man studere utviklingen i vannmassenes vannkvalitet mellom utskiftningene, og under disse. Særlig vekt bør legges på identifisering og bestemmelse av konsentrasjoner for de miljøgifter som fins i fjordområdene. Man venter her at sedimentstudiene vil være til stor hjelp.

### Biologi

I løpet av 1974 har en fått en viss oversikt over organismesamfunnenes sammensetning i undersøkelsesområdet. Imidlertid er det utilstrekkelig å gi en generell beskrivelse av organismesamfunnene i et område etter bare et års undersøkelser. Året 1974 kan ha vært et ekstremår i en eller annen retning, og bør derfor suppleres med undersøkelser og beskrivelser i ytterligere ett år. Spesielt er det aktuelt å få et bedre inntrykk av de gradienter i forurensningseffekter som vil gjøre seg gjeldende i forskjellig avstand for større utslipp.

Plantep planktonprøver vil fortsatt bli samlet inn under de hydrografiske tokt. Slike prøver er verdifulle som referanser, og er dessuten ikke forbundet med utgifter under innsamlingen. Et slikt referansemateriale vil også kunne brukes til eventuelle hovedfagsarbeider ved våre universiteter.

Analyser av så vel uorganiske som organiske miljøgifter i utvalgte indikatororganismer må på bakgrunn i de spredte analyser i 1974 utvides betraktelig i 1975. Utvilsomt er Frierfjorden og til dels de tilliggende fjorder sterkt belastet med industriavfallsvann. Det er derfor viktig å bedre kunne fastslå giftenes spredning i organismegrupper, foruten vann og sedimenter. Bare en utvidet systematisk innsamling vil kunne gi svar på hvilken måte og i hvilke medier mikroforurensningene spres. På sikt må også miljøgiftenes eventuelle virkninger på organismene testes. Dette bør utføres som orienterende forsøk i laboratoriet.

Likeledes er det viktig at klorofyllanalyser og vekstpotensialmålinger fortsetter i 1975. Ved disse målinger vil en kunne registrere hvilke stoffer i vannet fra Frierfjorden som er vekstfremmende,

Et av punktene i formålet med de biologiske undersøkelser er b) Redegjørelse for den relative betydning av ferskvannspåvirkning og forurensningsbelastning. Dette er en del av formålet som det er forbundet med store vanskeligheter å oppfylle. Organismenes biologi i estuarer er ufullstendig kjent, og således er det ingen lett oppgave å kunne relatere registrerte effekter til enten ferskvannspåvirkning eller forurensningsbelastning. Det vil derfor være av stor betydning for forståelse av de biologiske mekanismer i forurensede estuarer at en bestreber seg på å følge den biologiske utviklingen i Frierfjorden meget nøye.

#### 5. PROSJEKTETS ØKONOMISKE STATUS

Som nevnt begynte feltundersøkelsene i mars 1974. Fram til 31/12 1974 er det påløpet ca. kr. 440 000,-. Av dette har NIVAs deltakelse på de hydrografiske totkene, opplæring av lokalt mannskap (feltarbeid og analyser) samt bruk av egen båt på hovedtoktene beløpet seg til ca. 30 000,-.

Av de bevilgende midlene for 1. års undersøkelser, gjenstår dermed ca. kr. 160 000,-. Sammen med forskningsmidler vil dette være tilstrekkelig for de arbeidsoppgavene som gjenstår av første års program.

6. REFERANSER

Butterworth, J., Lester, P. & Nickless, G., 1972:

Distribution of Heavy Metals in the Seven Estuary.

Mar. Poll. Bull. 3 (5): 72-74.

Dyrssen, D., Patterson, C., Ui, J. & Veichart, G.F., 1972:

Inorganic chemicals. Chapter 3 (p. 41-58) in Goldberg E.G. (ed.).

A Guide to Marine Pollution. Gordon & Breach, New York - London - Paris, 168 s.

FAO Fishery Technical Paper no. 94.

Rome 1969.

Fuge, R. & James, K.H., 1974:

Trace Metal Concentrations in Fucus from the Bristol Channel. -

Mar. Poll. Bull. 5 (1): 9-12.

Hägerhäll, B., 1973:

Marine Botanical-hydrographical Trace Element Studies in the

Öresund Area. - Botanica Marina 16: 53-64.

Horne, R.A., 1969:

Marine Chemistry. The Structure of Water and the Chemistry of the Hydrosphere. Wiley - Interscience, 568 3.

Lunde, G., 1970:

Analysis of Trace Elements in Seaweed. - J. Sci. Fd Agric 21:

416-418.

Nickless, G., Stenner, R. & Terrille, N., 1972:

Distribution of Cadmium, Lead and Zinc in the Bristol Channel. -

Mar. Poll. Bull. 3 (12):188-190.

Norsk institutt for vannforskning, 1974:

O-177/70. Utslipp av radioaktive stoffer fra Rapport nr. 1.  
Bakgrunnsdata for elementer i oceanisk vann, og vann, organismer  
og sedimenter i Oslofjorden. (Saksbehandler: Brage Rygg).  
Stensilert 30 s. Januar 1974.

Riley, J.P. & Chester, R., 1971:

Introduction to marine Chemistry. Academic Press, London and  
New York, 465 s.

Preston, A., Jefferies, D.F., Dutton, J.W.R., Harvey, B.R. &  
Steele, A.K., 1972:

British Isles Coastal Waters: The Concentration of Selected  
Heavy Metals in Sea Water Suspended Matter and Biological  
Indicators - A Pilot Survey. - Environ.Pollut. 3: 69-82.

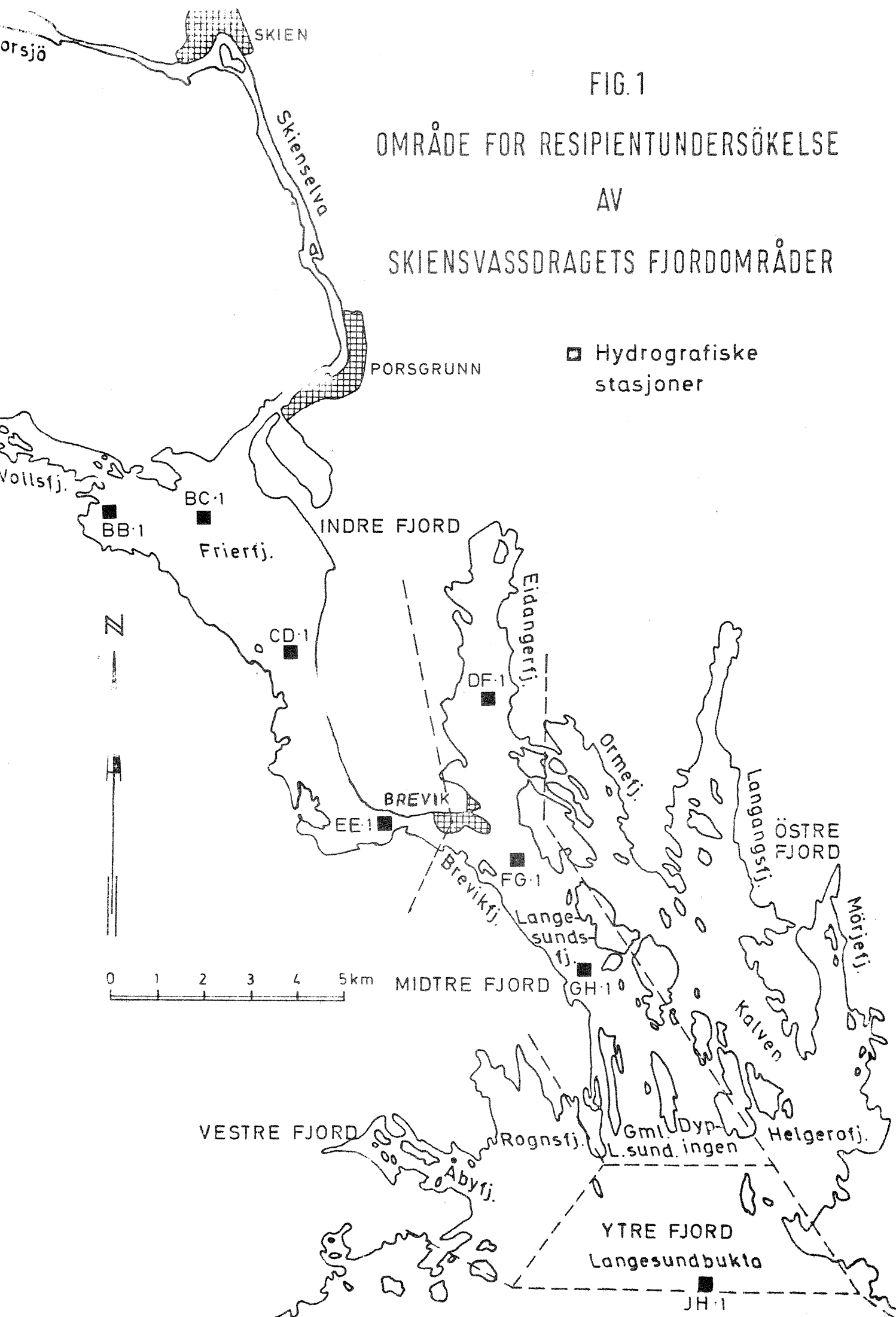


FIG. 1

OMRÅDE FOR RESIPIENTUNDERSÖKELSE  
AV  
SKIENSVASSDRAGETS FJORDOMRÅDER

■ Hydrografiske stasjoner

0 1 2 3 4 5 km

N

VESTRE FJORD

MIDTRE FJORD

INDRE FJORD

ØSTRE FJORD

YTRE FJORD

Langesundbukta

SKIEN

PORSGRUNN

BREVIK

BC-1

BB-1

Frier fj.

CD-1

DF-1

EE-1

FG-1

GH-10

JH-1

Skienselva

Eidanger fj.

Orme fj.

Langang fj.

Møri fj.

Kalven

Helgerof fj.

Brevik fj.

Langesund fj.

Rogns fj.

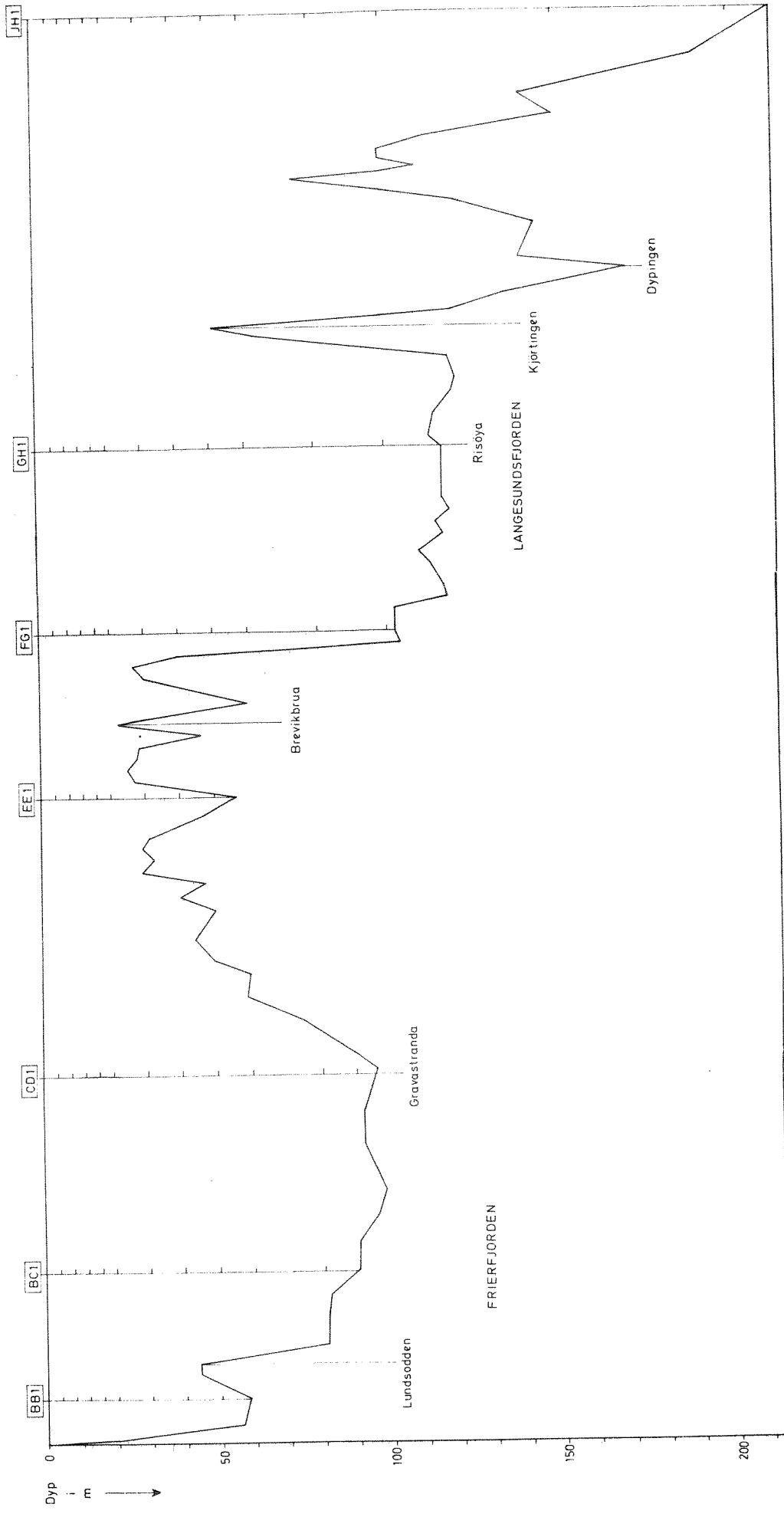
Gml. Dyp-  
L. sund ingen

Abye fj.

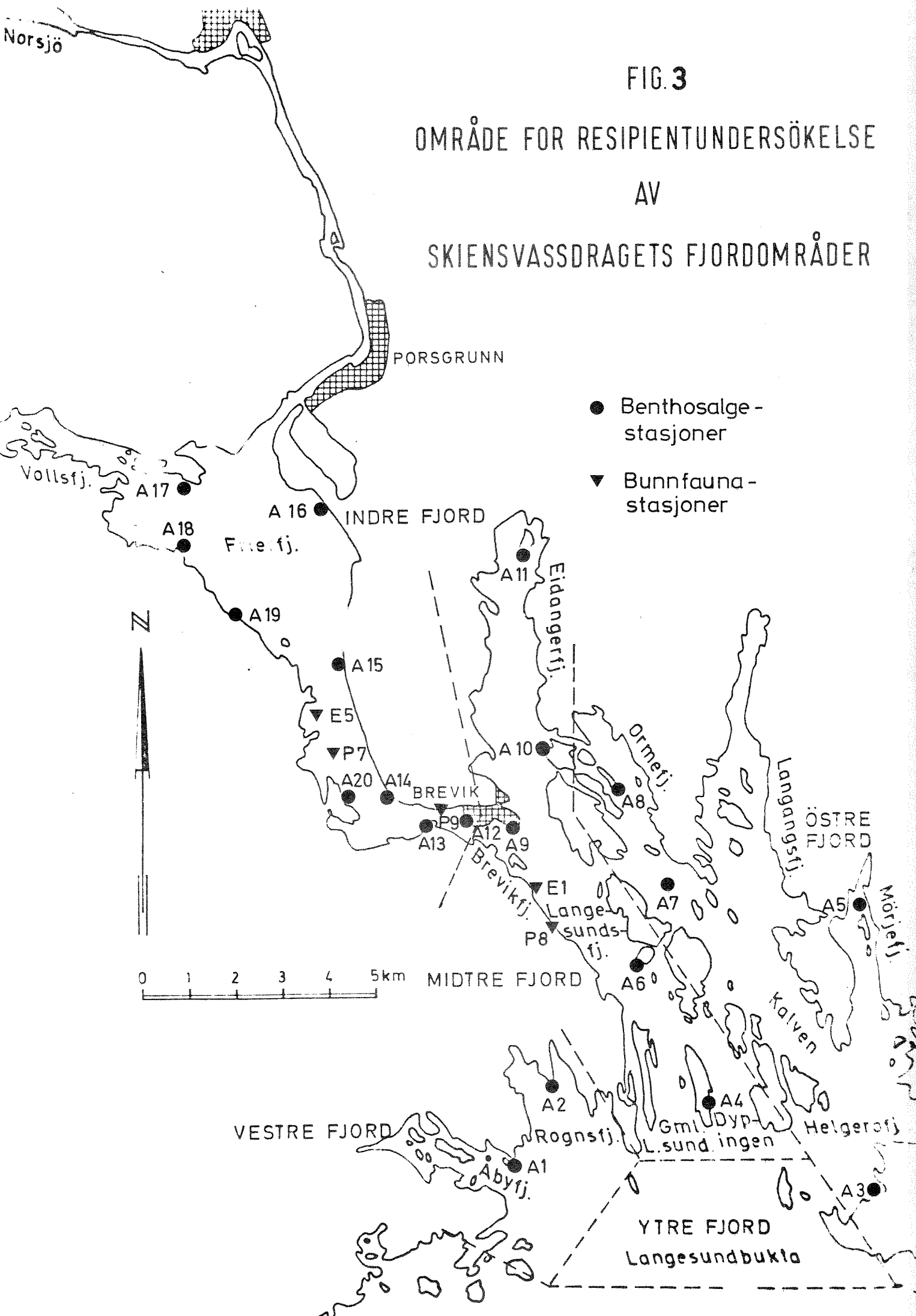
orsjö

Volls fj.

Fig. 2 Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta







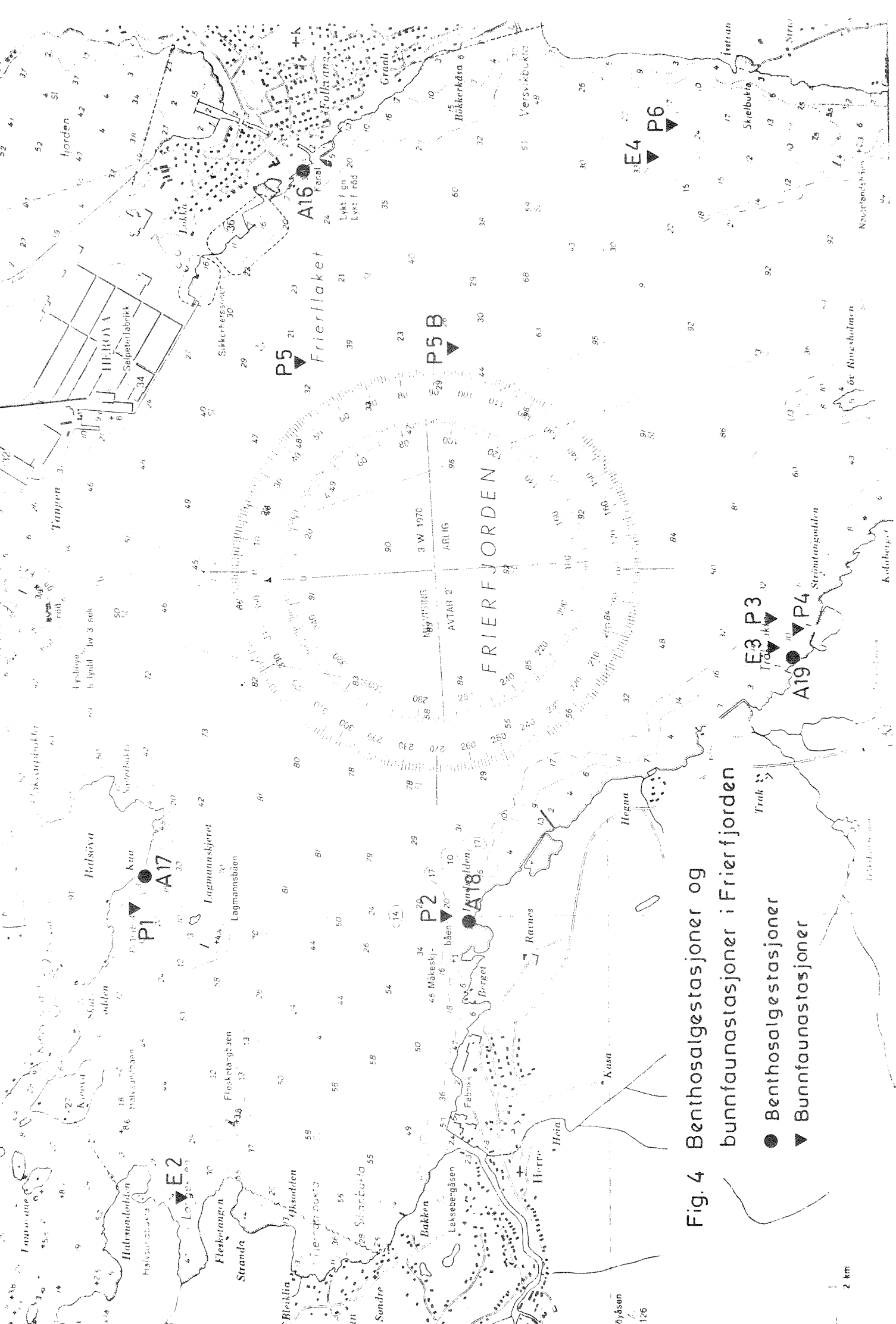


Fig. 4 Benthogestasjoner og bunnfaunastasjoner i Frierfjorden

- Benthogestasjoner
- ▼ Bunnfaunastasjoner