

857

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

0-129/76

FORSLAG TIL OVERVÅKING AV  
FORURENSNINGER I GRENLANDSFJORDENE OG  
NEDRE DEL AV SKIENSELVA

Blindern, 24. november 1976

Saksbehandler: Cand.real. Jarle Molvær

Medarbeidere : Cand.real. Tor Bokn

Cand.real. Lars Kirkerud

Cand.real. Jon Knutzen

Cand.real. Brage Rygg

Jens Skei, Ph.D.

## F O R O R D

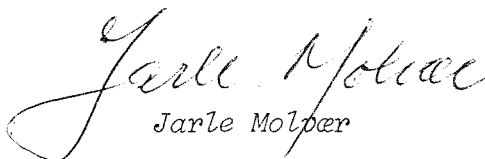
Foreliggende forslag til overvåkingsprogram for nedre del av Skienselva og Grenlandsfjordene er utarbeidet etter oppdrag fra Tilsynsutvalget for resipientundersøkelser i Skiensvassdraget og Skiensvassdragets fjordområder. Overvåkingsprogrammet er ment å etterfølge den generelle resipientundersøkelsen som Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og samarbeidende institusjoner har gjennomført i samme område siden mars 1974, og som skal avsluttes i februar-mars 1977.

Programforslaget bygger på den kunnskap om forurensningsproblemene i Grenlandsfjordene som er fremskaffet ved en rekke undersøkelser av forskjellige institusjoner, og da spesielt resultatene fra den resipientundersøkelsen NIVA for tiden utfører. Programforslaget er å betrakte som et rammeforslag da den generelle resipientundersøkelsen ikke er avsluttet, og nye resultater fra denne eller synspunkter fra oppdragsgiver kan aktualisere endringer i opplegget.

I programmet er også inkorporert en overvåking med hensyn på et utvalg av utslippskomponentene fra de petrokjemiske anlegg som nå etableres i Bamble. En undersøkelse av bakgrunnsnivåene av disse komponentene i fjorden er allerede utført som et eget oppdrag for de petrokjemiske industriselskapene. Den videre oppfølging forutsettes administrativt og budsjettmessig innlemmet i den øvrige overvåking, slik det er lagt opp til i dette programmet.

Det foreslåtte undersøkelsesprogram forutsetter medvirkning fra en rekke institusjoner som Telemark fylkes utbyggingsavdeling, de lokale helsemyndigheter, Statens Forurensningstilsyn og Sentralinstitutt for industriell forskning.

Blindern, 23. november 1976

  
Jarle Molpær

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. INNLEDNING	5
1.1 Generelt om overvåkning av vannressurser	5
1.2 Prinsipper for overvåkning av Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva	5
2. HVA OVERVÅKNINGEN BØR OMFATTE	8
2.1 Ajourføring av forurensningstilførsler	8
2.2 Vannmassenes oksygeninnhold - vannutskiftning	8
2.3 Kjemiske undersøkelser	9
2.3.1 Organisk stoff og næringssalter	9
2.3.1.1 Vann	9
2.3.1.2 Sedimenter	10
2.3.2 Metaller	10
2.3.2.1 Vann	10
2.3.2.2 Partikulært materiale	11
2.3.2.3 Sedimenter	11
2.3.2.4 Biologisk materiale	12
2.3.2.5 Matnyttige fisk og skalldyr	12
2.3.3 Organiske miljøgifter	13
2.3.3.1 Vann	14
2.3.3.2 Sedimenter	15
2.3.3.3 Biologisk materiale	15
2.3.3.4 Matnyttige fisk og skalldyr	16
2.4 Biologiske undersøkelser	16
2.4.1 Planteplankton	17
2.4.2 Vannets vekstpotensial	17
2.4.3 Benthosalger	18
2.4.4 Hardbunnsfauna	18
2.4.5 Bløtbunnsfauna	18
2.5 Bakteriologiske undersøkelser	18
3. TOKT- OG ARBEIDSPROGRAM	19
3.1 Hydrografi, hydrokjemi og planteplankton	19
3.2 Sedimentundersøkelser	20
3.3 Biologiske undersøkelser	20

	Side:
3.3.1 Benthosalgeregistreringer	20
3.3.2 Hardbunnsfauna	22
3.3.3 Bløtbunnsfauna	22
3.3.4 Miljøgifter i biologisk materiale	22
3.3.5 Miljøgifter i matnyttige fisk og skalldyr	23
3.4 Aktivitetsoversikt for ti-årsperioden 1977-1986	23
4. RAPPORTERING	25
5. LOKAL DELTAKELSE I OVERVÅKNINGSPROGRAMMET	26
5.1 Den lokale deltakelsen i undersøkelsene til nå	26
5.2 Den lokale deltakelsen i overvåkingsprogrammet	26
6. BUDSJETT	29
7. REFERANSER	31
FIGURER	

ooo

#### TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Arbeids- og analyseprogram på de enkelte hydrokjemi-stasjoner	21
Tabell 2. Planlagt arbeidsprogram for en ti-års overvåkningsundersøkelse	24
Tabell 3. Årlige kostnader ved overvåkningsprogrammet regnet etter 1976 priser (x 1000 kr)	30

ooo

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Generelt om overvåkning av vannressurser

Med overvåkning av vannressursene menes et rutineprogram av relativt begrenset omfang som tar sikte på å påvise utviklingstendenser i forurensningstilstanden i et langsiktig perspektiv. Ved varierte og betydelige forurensningsbelastninger vil det være nødvendig å dekke mange felter, og arbeidsinnsatsen må være tilsvarende. Det er en slik situasjon man står overfor i Frierfjorden og tilgrensende fjorder.

Før et overvåkningsprogram settes i gang bør det fortrinnsvis ha blitt gjennomført en generell resipientundersøkelse av det aktuelle området. Resultatene fra denne undersøkelsen vil gi grunnlag for valg av de parametre overvåkningen skal bygge på og vil samtidig tjene som referansedata ved dokumentasjon av kommende forandringer i resipientens tilstand.

Såvel vannutskiftningen, vannkvaliteten og de biologiske forhold vil av naturlige årsaker variere med årstidene og fra år til år. Prøvetakingsprogrammet for de forskjellige overvåkningsparametre må derfor ha en frekvens og en varighet som er tilstrekkelig for å kunne skille eventuelle utviklingstendenser i forurensningstilstanden fra naturbetingede variasjoner.

Foreliggende forslag til overvåkning av vannressursene i Grenlandsfjordene og i nedre del av Skienselva omfatter en ti-års periode med start i 1977. I dette tidsrommet vil det sannsynligvis skje forandringer i områdets forurensningstilstand på grunn av de nye industrietableringer i Bamble og de skjerpede krav om begrensninger i kommunale og eldre industrielle utslipp i Grenlandsområdet. Antakelig kan det bli aktuelt med en overvåkning også etter ti-årsperiodens slutt, med et innhold og omfang tilpasset den daværende situasjon. Også i den første 10-års perioden bør overvåkingsundersøkelsenes innhold med mellomrom være gjenstand for revurdering.

### 1.2 Prinsipper for overvåkning av Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva

Skienselva og Grenlandsfjordene mottar i dag store mengder kommunalt og industrielt avløpsvann. Derved tilføres elva og fjordområdene bl.a. store mengder plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser), nedbrytbart organisk materiale samt metaller og organiske miljøgifter (NIVA 1973b).

Undersøkelser av vannkvalitet, biologiske forhold og sedimenter i området har vist at utslippene har medført en rekke uheldige virkninger som bl.a. store algeoppblomstringer i overflatelaget, oksygenvinn og til dels dannelse av hydrogensulfid i Skienselva og i enkelte av Grenlandsfjordenes dypvannsmasser, og dessuten betenkelig høye konsentrasjoner av enkelte metaller og klorerte hydrokarboner i sedimenter, fisk og skalldyr (NIVA 1973a, 1975, 1976a, 1976b, 1976c, 1976d).

Fra annet halvår 1975 har utslippene av kvikksølv og klorerte hydrokarboner blitt vesentlig redusert. I følge opplysninger fra Statens Forurensnings- tilsyn skal også industriens utslipp av organisk stoff, fosfor og nitrogen reduseres vesentlig fram til 1980. Utslippene av organisk materiale regnet som BOF<sub>7</sub> fra Union Bruk skal reduseres med ca. 40%, og utslippene fra de øvrige treforedlingsbedriftene i området vil også bli redusert. Utslippene av fosfor og nitrogen fra Norsk Hydro a.s. skal reduseres med henholdsvis 95% og 55%.

Fram til 1985-90 vil også de kommunale utslippene bli betydelig redusert gjennom bygging av en rekke renseanlegg. De fleste vil ventelig bli bygd for mekanisk/kjemisk rensing. Dette tilsvarer en rensegrad på ca. 80-90% for fosfor og ca. 70% for organisk stoff.

På den annen side kommer nye utslipp til fra den petrokjemiske industrien i Bamble.

Totalt sett er det å vente at disse endringene i forurensningsbelastningen vil medføre betydelige forbedringer i vannkvalitet og biologiske forhold.

Overvåkingsprogrammet skal gi fortløpende opplysninger om resipientens tilstand og utvikling som resultat av rensetekniske og andre forholdsregler i nedbørfeltene. Det blir et viktig mål å finne ut når og i hvilken grad tiltakene gir den tilsiktede forbedring. Likeledes må forbindelsen mellom belastning og vannressursenes tilstand belyses. Begge deler er av vesentlig betydning for miljøvern og fysisk planlegging. En særlig viktig oppgave vil det være å overvåke konsentrasjonene av miljøgifter i fisk og andre spiselige organismer.

Overvåkingens formål kan derved kort sammenfattes på følgende måte:

1. Gi løpende informasjon om vannforekomstenes tilstand og utvikling til myndigheter og almenheten.
2. Knytte forbindelsen mellom resipientforholdene og aktivitetene på land, spesielt virkningen av vernetiltak og eventuelle andre endringer i forurensningsbelastningen.
3. Skaffe grunnlagsmateriale for vurdering av eventuelle "episoder" som fiskedød, oljeutslipp etc.
4. Tilveiebringe en stadig ajourført basis for vannressursenes forvaltning.

Resultatene av overvåkingen bør tilrettelegges for almenheten, slik at denne i større grad blir gjort kjent med vannressursenes tilstand.

## 2. HVA OVERVÅKNINGEN BØR OMFATTE

### 2.1 Ajourføring av forurensningstilførsler

En fortløpende ajourføring av utslippstall for kommuner og industri vil være et viktig grunnlag for planleggingen av overvåkningsundersøkelsen og bedømmelsen av resultatene. Pålitelige data om belastningens størrelse, karakter og fordeling på ulike kilder er dessuten nødvendig for bl.a. prioriteringen av ulike tiltak. Denne registreringen bør omfatte såvel rutinemessige som ukontrollerte og uforutsette utslipp.

Det vesentlig av dette arbeidet bør utføres av fylket, kommunene i området og av Statens Forurensningstilsyn, men også NIVA er interessert i et samarbeide om å få løst denne viktige oppgaven.

### 2.2 Vannmassenes oksygenforhold - vannutskiftning

Flere av Grenlandsfjordene har grunne og oftest smale terskelområder ved munningen av dype bassenger innenfor. Til eksempel har Frierfjorden (maks. dyp ca. 98 m) en terskel på 23 m og Langesund - Eidangerfjorden (maks. dyp ca. 129 m) en terskel på ca. 50 m.

Disse tersklene er et vesentlig hinder for utskiftning av dypvannet i fjordene.

Utførte målinger (se NIVA 1973b og 1976b) viser at vannmassene i Grenlandsfjordene fornyes i varierende grad fra år til år og indikerer videre at dypvannet i Frierfjorden kan være stagnant 2-3 år om gangen. I fjordområdene utenfor Brevik tyder måleresultater på at dypvannet vanligvis fornyes 1-2 ganger pr. år.

I de stagnante periodene medfører stor tilførsel av nedbrytbart organisk stoff gjennom direkte utslipp og fra algeproduksjonen i overflatelaget at oksygenet i dypvannet i disse terskelfjordene helt eller delvis forbrukes. Dette er alvorlig da oksygen er grunnlaget for alle høyere livsformer. Likeledes vil det i stagnasjonsperiodene foregå en opphopning av visse typer forurensninger - bl.a. løste næringssalter i dypvannet. Ved store dypvannsutskiftninger vil dypvannet bli ført opp i de høyere-liggende vannmasser og gjødsle disse. Overvåkingen av vannutskiftningen i fjordområdene vil dermed ha til hovedformål å gi et nødvendig grunnlag for tolkningen av resultatene fra de hydrokjemiske og biologiske undersøkelser.



En vil foreslå 4 tokt pr. år med innsamling av vannprøver til bestemmelse av vannmassenes temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold. Prøvene tas på stasjoner i Skienselva, Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden (se fig. 1).

Fire tokt pr. år er et minimumsprogram, og en vil forsøke å legge dem til tidspunkt som vil gi mest mulig informasjon om eventuelle større vannutskiftninger og lengden av stagnasjonsperiodene.

De undersøkelser som Statens Biologiske stasjon, Flødevigen, etter oppdrag for Statskraftverkene utfører i Oslofjord-området - inkludert Grenlandsfjordene - ventes å fortsette i minst to år til. Overvåkningsprogrammet vil bli koordinert med disse undersøkelsene som foruten å gi meget verdifull informasjon om vannutskiftningsforholdene i Grenlandsfjordene, også inkluderer planktonproduksjon og fiskeribiologiske forhold.

### 2.3 Kjemiske undersøkelser

De kjemiske undersøkelsene omfatter analyser av organisk stoff og nærings-salter i vann og sedimenter, samt analyser av metaller og organiske miljøgifter i vann, organismer og sedimenter. Parametervalget er stort sett det samme som under hovedundersøkelsen, men analysene utføres i et mindre omfang. Det kan bli aktuelt å endre parametervalget og analyseantall senere i overvåkingen hvis resultatene tilsier det.

#### 2.3.1 Organisk stoff og næringssalter

##### 2.3.1.1 Vann

Frierfjorden blir som nevnt tilført store mengder organisk stoff og nærings-salter. Dette har vist seg å gi eutrofieringsproblemer og redusert oksygeninnhold i dypvannmassene. Da området står overfor store rensetiltak både for kommunalt og industrielt avløpsvann, vil det være viktig å overvåke de endringer som forventes å skje i resipienten. Dette gjelder ikke bare totalnivået av organisk stoff og de enkelte næringssalter, men også de relative endringene i konsentrasjonene.

Målingene av næringssalter og organisk stoff gjøres derfor ut fra to hovedhensyn:

1. Følge utviklingen i overflatelaget som tilføres store mengder nærings-  
salter og organisk materiale fra industri og kommunal kloakk.
2. Følge utviklingen i dypvannet hvor næringssaltene stort sett er  
influert av vannutskiftningen.

Det foreslås at prøver til næringssaltanalyse (total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat og ammonium) innsamles på alle fire toktene og i alle prøvedyp hvor hydrografiske målinger utføres (2.2).

Dessuten tas vannprøver fra overflatelaget på 3 stasjoner. Overflateprøvene på alle stasjoner analyseres for total organisk karbon i tillegg til nærings-  
salter.

#### 2.3.1.2 Sedimenter

Sedimentundersøkelsen i 1975 viste at bunnsedimentene i Frierfjordområdet inneholder store mengder organisk materiale. Dette materialet legger beslag på mye av oksygenet i vannmassen og er således en medvirkende årsak til anoksisk dypvann.

Hvis mengdene av tilført organisk materiale reduseres sterkt, vil man vente en gradvis nedgang i sedimentenes organiske innhold. Det er dette forløpet man ønsker å overvåke, ved å foreta en sedimentundersøkelse hvert 5. år (se ellers 2.3.2.3 for detaljer).

#### 2.3.2 Metaller

##### 2.3.2.1 Vann

Resultater fra hovedundersøkelsen i Frierfjordområdet har vist at enkelte metaller er oppkonsentrert i sedimenter og biologisk materiale. I vannmassene opptrer konsentrasjoner av kvikksølv som til dels ligger langt over de nivåer en skulle vente å finne ut fra størrelsen av de kjente utslipp. Da enkelte metaller (f.eks. bly og kvikksølv) betraktes som miljøgifter, er det viktig å overvåke nivåene av disse i resipienten.

Det foreslås analyser av kvikksølv, bly, kopper og mangan, da det er disse metallene som har vist høye verdier. Valget er også gjort ut fra hensynet til at disse metallene opptrer i høye konsentrasjoner i organismer og delvis i sedimenter i området.

Metaller analyseres i vannprøver fra de samme stasjonene som for hydrografi og næringssalter, men fra færre måledyp. Det foreslås at vannprøvene membranfiltreres og at det analyseres på løste metaller.

#### 2.3.2.2 Partikulært materiale

Kjemiske analyser av partikulært materiale er nyttige for å forestå spredningen og transport av forurensning og naturlige sedimenter. Det foreslås at partikler som holdes tilbake på membranfiltre analyseres for jern, mangan, sink og aluminium. Partikulært aluminium illustrerer godt fordelingen av leirpartikler i vannmassen og analyseres for å lette toktningen av de øvrige kjemiske parametre. Disse analysene utføres etter behov, men minst halvparten av filtrene analyseres hvert år.

#### 2.3.2.3 Sedimenter

Sedimentundersøkelser ble utført sommeren 1975 og vil bli komplettert i 1976. Analyser av metaller illustrerer den horisontale og vertikale fordelingen av metaller i fjordområdene. For fortsatt å overvåke situasjonen på bunnen i fjordene i årene som kommer, foreslås en sedimentundersøkelse hvert 5. år. Hvis sedimenteringshastigheten i fjordene er av størrelsesorden 2 mm pr. år, vil det m.a.o. avsettes et sedimentlag som er ca. 1 cm tykt i løpet av en 5-års periode. Den første undersøkelsen vil bli aktuell i 1980.

Det foreslås tre stasjoner i området (Frierfjorden, Herrebukta og Eidangerfjorden). Sedimentene analyseres for kvikksølv, bly, kadmium og sink. I tillegg foreslås en sedimentstasjon i Cunnekleivfjorden for analyse av kvikksølv.

#### 2.3.2.4 Biologisk materiale

En rekke metaller akkumuleres i organismene til konsentrasjoner som er mye høyere enn hva som finnes i vannmassene. Organismens innhold av metaller er også mindre variabelt og er en bedre indikator på de gjennomsnittlige forhold. Til overvåking av langtidstendenser i metallbelastningen av et område er organismer derfor godt egnet som analysemateriale.

I benthosalger (*Cladophora* og *Fucus*) fra stasjoner i og utenfor Frierfjorden foreslås analyser på innholdet av mangan, sink, kopper, bly og kvikksølv.

I blåskjell analyseres kopper, kadmium, bly, kvikksølv og sink.

I sjøpung analyseres kopper, kadmium, bly, kvikksølv, nikkel og vanadium. Nikkel og vanadium er tatt med fordi disse elementene opptrer i forholdsvis betydelige mengder i avløpsvann fra vasking av forbrenningsgasser. En regner med at Rafnesanleggene kan komme til å bidra med slike utslipp. Sjøpung har evne til høy oppkonsentrering av vanadium, som er lite kjent i miljømessig sammenheng.

#### 2.3.2.5 Matnyttige fisk og skalldyr

Analyser av miljøgifter i fisk og skalldyr har et noe annet siktemål enn analysene av miljøgifter i andre organismer (jfr. punkt 2.3.2.4). Det vesentlige er ikke bare å påvise langsiktige utviklingstendenser i forekomsten av disse stoffene, men kanskje særlig å følge med i de absolutte nivåer ut fra helsemessig synspunkt. Prøvene av fisk og skalldyr bør derfor tas med kortere mellomrom. På den annen side kan utvalget av stoffer som det analyseres på begrenses til dem som primært kan tenkes å ha helsemessig betydning. Blant metallene er det derfor bare aktuelt å analysere på kvikksølv (total-Hg og metyll-Hg), kadmium og bly.

I prinsippet bør analysene omfatte flest mulig av de matnyttige fiske- og skalldyr, f.eks. sild, brisling, torsk, sei, lyr, hyse, hvitting, skrubbeflyndre, ål, reke, taskekrabbe og blåskjell. Viktigst er kvikksølv i brisling, torskefisk, ål og skrubbeflyndre.

Man er kjent med at Byveterinæren i Skien og Norges Veterinærhøyskole samarbeider om en undersøkelse av kvikksølv i fisk fra Grenlandsfjordene. En tar sikte på en koordinering og samarbeid om disse undersøkelsene.

### 2.3.3 Organiske miljøgifter

Organiske miljøgifter har vært tilført Frierfjorden fra forskjellige kilder. De største mengdene kom i 1967-70 i form av EDC-tjæreutslipp fra vinylkloridproduksjonen på Herøya. I alt ble mellom 3000 og 4000 tonn ledet ut i fjorden på 40 meters dyp, hvor massen antas å ha sedimentert. Det er i 1976 tatt vannprøver, sedimentprøver og biologiske prøver for analyse m.h.p. dikloretan, som er EDC-tjærens hovedkomponent. Etter som dette er et stoff som man også venter vil finnes i avløpsvannet fra den petrokjemiske industrien i Bamble, bør det tas med som en av de kjemiske parametrene i overvåkningsprogrammet.

Magnesiumproduksjonen på Herøya har medført betydelige utslipp av klorerte organiske forbindelser, bl.a. har de årlige utslipp av heksaklorbenzen fram til sommeren 1975 vært på omkring 5 tonn. Stoffet er funnet igjen i fisk i konsentrasjoner som er foruroligende høye, sett fra et helsemessig synspunkt (NIVA 1976a). Utslippene er nå redusert, og som en følge av dette vil sikkert også konsentrasjonene i vann og organismer stadig synke, men hvor raskt dette vil gå er uvisst. Registrering av forekomsten av heksaklorbenzen og andre utslippskomponenter fra magnesiumfabrikken bør derfor bli et viktig punkt i overvåkingen.

I utslippene fra den petrokjemiske industrien i Bamble vil det sannsynligvis finnes et stort antall forskjellige kjemiske komponenter. De rens tiltak som gjennomføres vil bringe stoffene ned i lave konsentrasjoner i avløpsvannet. Fabrikkanleggenes dimensjoner tilsier likevel at det bør gjennomføres en grundig resipientovervåking m.h.p. et utvalg av utslippskomponenter. Dette har også sammenheng med at Frierfjorden i en årrekke fremover stadig vil være forurensningspåvirket, dels ved omsetning og sirkulasjon av stoffer som nå er lagret i ulike deler av fjordmiljøet, og dels ved at det til tross for reduksjoner fortsatt vil være et bredt spekter av forskjelligartede utslipp.

### 2.3.3.1 Vann

Blant organiske miljøgifter skiller man gjerne mellom vannløselige og lite eller ikke vannløselige (hydrofobe) stoffer. Hydrofobe stoffer vil ikke forbli i vannmassen annet enn i svært lave konsentrasjoner, men istedet bindes til partikler eller biologisk materiale og akkumuleres i organismer og sedimenter. Slike stoffers forekomst i en resipient kan derfor best studeres ved å analysere organismer og sedimenter, mens analyser av vannprøver er å foretrekke når forekomsten av de mer vannløselige stoffer skal studeres. For enkelte forbindelser kan det være aktuelt med analyser av både vannprøver, organismer og sedimenter.

Konsentrasjonene av halogenerte fenoler i vann er ikke blitt undersøkt ved den generelle fjordundersøkelsen. Årsaken er at en tilfredsstillende analyse m.h.p. disse stoffene ikke har latt seg gjennomføre. Analysemetodikken er nå under utvikling ved Sentralinstitutt for industriell forskning, og en undersøkelse av konsentrasjonene av halogenerte fenoler, og fenoler er viktig ettersom det er grunn til å tro at disse stoffene kan sette uønsket lukt og smak på fisk i området (jfr. fangstforbudet for brisling).

Det foreslås at vannprøver analyseres m.h.p. følgende organiske forbindelser:

- Halogenerte fenoler
- Fenoler (fenol, kresol, xylenol)
- 2-kloretanol
- 1,2-dikloretan (= etylendiklorid)
- Trikloracetaldehyd (= kloral)

Med unntak av halogenerte fenoler, som hovedsakelig er knyttet til utslippene fra magnesiumfabrikken, er dette stoffer som man venter vil opptre i avløpsvannet fra den petrokjemiske industrien. De vil i fortsettelsen bli omtalt som "Rafneskomponenter". Det er i 1976 innsamlet prøver av vann, sedimenter og organismer til analyse av Rafneskomponenter for å få en dokumentasjon av bakgrunnsnivåene fra tiden før oppstartingen av anleggene. Neste prøveserie tas da i 1978.

### 2.3.3.2 Sedimenter

Akkumulering av miljøgifter i sedimentene kan skyldes sedimentering av forurensede partikler, utledning eller dumping av masse, eller at oppløste stoffer i vannmassen adsorberes til sedimentoverflaten.

Naturlig nok er det de lite vannløselige stoffene som i størst grad vil bindes til sedimentene. Det kan f.eks. nevnes at de klorerte hydrokarbonene i utslippet fra magnesiumfabrikken er funnet igjen i Frierfjordens sedimenter i  $10^4$ - $10^6$  ganger høyere konsentrasjoner enn i vannet. I overvåkingen av slike stoffers forekomst i resipienten bør analyser av sedimentprøver derfor inngå.

Det foreslås at sedimentprøver analyseres m.h.p. følgende organiske forbindelser:

- Pentaklorbenzen
- Heksaklorbenzen
- Heptaklorstyren
- Oktaklorstyren
- Polycykliske aromatiske hydrokarboner
- Halogenerte fenoler
- Fenoler
- Total persistent klor
- 1,2-dikloretan
- (2-kloretanol)
- (Trikloracetaldehyd)

Stoffene som er nevnt i parentes anses mindre aktuelle enn de øvrige.

### 2.3.3.3 Biologisk materiale

Visse organiske miljøgifter, spesielt de som har en lav løselighet i vann og er lite nedbrytbare, vil akkumuleres i fettvev og annet biologisk materiale. Hvis stoffet også har høy giftighet, kan det medføre skader for organismen selv, eller for de dyr som spiser den.

I likhet med i sedimentene er det i ulike organismer fra Frierfjorden funnet betydelige konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner. Et utvalg av disse artene vil være velegnet for å overvåke langtidstendenser i forekomsten av organiske miljøgifter. Følgende arter foreslås som analysemateriale:

Blåskjell, sjøpung, strandkrabbe og taskekrabbe.

Artene bør analyseres på innholdet av følgende organiske forbindelser:

- Pentaklorbenzen
- Heksaklorbenzen
- Heptaklorstyren
- Oktaklorstyren
- PCB (bare i taskekrabbe)
- 1,2-dikloretan
- Total persistent klor

#### 2.3.3.4 Matnyttige fisk og skalldyr

På bakgrunn av at det i fisk er påvist konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner mange ganger høyere enn hva som aksepteres i menneskeføde, bør kontroll av matnyttige fiskeslag og reker bli en viktig post på overvåkningsprogrammet. I prinsippet bør analysene omfatte flest mulig av de matnyttige fiskeslag og skalldyr (se pkt. 2.3.2.5), men viktigst er brisling, ål og torskefisk (kjøtt og lever). Prøvene bør analyseres m.h.p. følgende stoffer:

- Pentaklorbenzen
- Heksaklorbenzen
- Heptaklorstyren
- Oktaklorstyren
- Halogenerte fenoler

#### 2.4 Biologiske undersøkelser (Forurensningens virkninger på de marine organismesamfunn)

De forskjellige fysiske og kjemiske forurensnings- og stressfaktorer i et område utøver en samlet virkning på plante- og dyrelivet, og det er ofte



vanskelig å knytte eventuelle forringelser av de biologiske forhold til bestemte miljøfaktorer. Viktige faktorer kan ikke dekkes ved de fysisk/kjemiske målingene: Et dekkende bilde av forurensningssituasjonen kan derfor bare oppnås ved også å se på den biologiske tilstanden i resipienten.

#### 2.4.1 Planteplankton

Overproduksjon av alger i overflatelagene er i dag et utpreget forurensningsproblem i Frierfjorden. Algene bidrar til å gi vannet en brunlig eller grønnlig farge med et grumset og uestetisk utseende. Ved algeoppblomstringer dannes organisk materiale som senere synker ned i de dypere vannlag og forbruker oksygen.

Karakterisering av planteplanktonet foreslås gjort ved:

- Siktedyp
- Håvtrekk (kvalitative prøver)
- Kvantitative prøver

Bearbeidelse av kvantitative fytoplanktonprøver er tidskrevende og kostbart. Materialet foreslås derfor innsamlet i referanseøyemed, og at man tar sikte på å få materialet bearbeidet innen rammen av en eller flere hovedfagsoppgaver ved Universitetet i Oslo.

#### 2.4.2 Vannets vekstpotensial

De utførte vekstpotensialmålinger i fjorden synes etter en foreløpig undersøkelse av materialet ikke å ha gitt de forventede resultater i form av sammenhenger med næringssaltinnhold og avstand fra forurensningskildene. Det mistenkes at sporadisk relativ høy saltholdighet og mulige veksthemmende faktorer spiller inn på en måte som gjør den anvendte metode mindre egnet ved rutineovervåking. I betraktning av at det også kreves forholdsvis hyppige tester, finner man ikke å foreslå at vekstpotensialmålinger inngår i programmet.

#### 2.4.3 Benthosalger

Det tas sikte på to former for overvåking: Beskrivelse av fjærebeltets algesamfunn, samt registrering av nedre grense for algevekst. På den måten vil man få fulgt utviklingen i strandsonen, der forurensningsvirkningene er mest iøynefallende. Dertil vil en få et visst inntrykk av en eventuell forandring i de gjennomsnittlige lys- og øvrige miljøforhold for alger på dypere vann. Det vil bli lagt stor vekt på dokumentasjon gjennom fotografier.

#### 2.4.4 Hardbunnsfauna

Organismene i bunndyrsamfunnene er i stor grad stedbundne og derfor tilpasset de rådende forhold på lokaliteten. Samfunnenes artssammensetning er således bestemt av miljøbetingelsene på stedet og må anses som en utsagnskraftig indikator på den totale forurensningsbelastningen.

En kvantitativ metode for registrering av marin hardbunnsfauna ved dykking og stereofotografering av faste prøveflater er en lovende overvåkingmetode som er tatt i bruk ved NIVA. Med denne metoden kan utviklingen følges ved observasjoner med relativt lange mellomrom.

#### 2.4.5 Bløtbunnsfauna

Dyrelivet på bløtbunn, både samfunnet generelt og bestemte arter, kan anses som den mest pålitelige indikator på de gjennomsnittlige oksygenforhold og på eventuell anrikning med organisk stoff på bunnen. Observasjonene gjøres med lange mellomrom i likhet med alge- og hardbunnsfaunaundersøkelsene.

#### 2.5 Bakteriologiske undersøkelser

Veterinærkontorene i Porsgrunn, Skien og Bamble har egne program for innsamling av vannprøver for bestemmelse av coliforme bakterier og total kimtall fra Skienselva og Grenlandsfjordene. Det forutsettes at kommunene vil fortsette med prøvetakingen, og bakteriologiske undersøkelser blir derfor ikke tatt med i dette programforslaget.

### 3. TOKT- OG ARBEIDSPROGRAM

#### 3.1 Hydrografi og hydrokjem

Det gjennomføres 4 tokt pr. år til i alt 9 stasjoner hver gang, hvorav 6 dypstasjoner og 3 overflatestasjoner, figur 1. På dypstasjonene vil en benytte måledypene 0-2, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80 og 100 m. Nederste måledyp vil på hver stasjon bli tilpasset bunndypet. På de fleste dypstasjoner vil en gjøre detaljmålinger av vannmassenes vertikale lagdeling fra 0-30 meters dyp. På overflatestasjonene tas blandingsprøver fra 0-2 meters dyp.

Næringssalter vil bli analysert på de samme stasjonene og de samme prøvedypene (totalt 53 dyp) som hydrografiske målinger foretas. Med en toktfrekvens på 4 pr. år tilsvarer dette 212 prøver. Enkelte prøver vil bli filtrert for å se på forholdet mellom partikkelbundet og oppløste fosfor- og nitrogenforbindelser.

Totalt organisk karbon vil bare bli analysert på blandingsprøver av overflatevannet (0-2 m) på samtlige stasjoner.

Metaller analyseres på de samme stasjonene som næringssalter, men i færre måledyp (total 28 dyp). Med en tokt-frekvens på 4 pr. år tilsvarer dette 112 prøver.

I motsetning til tidligere skal alle metallprøvene filtreres. Filtrene vil bli analysert for parametre nevnt under 2.3.2.2 etter behov, da det ikke eksisterer noen lagringsproblemer med slike prøver.

Vannprøver til analyse på halogenerte fenoler og Rafneskomponenter (se pkt. 2.3.3.1) innsamles to ganger pr. år. Prøvene for halogenerte fenoler tas fra overflatelag og sprangsjikt på st. BC-1 og st. FG-1 samt fra overflatelaget på st. JH-1.

Rafneskomponentene innsamles fra 5 m og 25 m dyp på stasjonene BC-2 , CD-2 og JH-1. På stasjonene BC-1, DF-1 og JH-1 innsamles planteplanktonprøver fra 0-2 m, 4 m og 8 m dyp. Vannprøvene på st. S-1 og S-2 analyseres også for suspendert tørrstoff og gløderest.

På alle stasjoner måles siktedypet og det gjøres meteorologiske observasjoner. Arbeids- og analyseprogrammet for de enkelte stasjonene er vist i tabell 1.

### 3.2 Sedimentundersøkelser

Disse utføres hvert 5. år (i 1980 og 1985).

På de tre stasjonene i Frierfjorden, Herrebukta og Eidangerfjorden analyseres sedimentkjernene ved 0-1, 1-2 og 2-3 cm dyp. Disse prøvene analyseres for kvikksølv, bly, kadmium, sink og organisk materiale. På en parallellkjerne analyseres sedimentene i de samme dybdeintervallene for pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, heptaklorstyren og oktaklorstyren. Sedimentprøver fra Gunnekleivfjorden vil bli analysert for kvikksølv og klorerte hydrokarboner.

I forbindelse med utbyggingen på Rafnes kan det bli aktuelt å innlemme andre utslippskomponenter. Disse er polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og en rekke organiske forbindelser som her har fått betegnelsen Rafneskomponenter. Prøvene vil til dels bli tatt på andre stasjoner enn de som er valgt for de andre komponentene. Rafneskomponentene analyseres ved 0-1 cm og 1-2 cm dyp i sedimentkjernen.

Den nøyaktige stasjonsplasseringen for sedimentundersøkelsene vil bli avgjort senere, ettersom arbeidet ikke vil bli utført før 1980.

### 3.3 Biologiske undersøkelser

#### 3.3.1 Benthosalgeregistreringer

Etter hovedundersøkelsens avslutning (1976/77) vil det neppe ha noen hensikt å overvåke fjærebeltets algesamfunn før etter et par år. Det foreslås at programmet gjennomføres første gang i 1979 og 1980, deretter 1983 og 1984. Hensikten med å ta to år etter hverandre er bl.a. å dekke de naturlige variasjonene som kan være fra år til år p.g.a. ulike forhold med hensyn til islegging, ferskvannstilførsel, temperatur o.a.

Registreringen av nedre dybdegrense for algevekst utføres samtidig med innsamlingen av biologisk materiale til miljøgiftanalyser.

Tabell 1. Arbeids- og analyseprogram på de enkelte hydrokjemistasjoner

Stasjon	Parametre									
	Temperatur, saltholdighet, oksygen	Tot. nitrogen, nitrat+ nitritt, ammonium, tot. fosfor, ortofosfat, tot. org. karbon 1)	Metaller	Kvant. planteplankton	Håvtrekk	Susp. tørrstoff gløderest	Hal. fenoler	Rafneskomponenter		
S-1	A	A	B	-	-	A				
S-2	A	A	B	-	-	A				
BB-1	A	A	B	-	-	-				
BC-1	A	A	B	x	y	-	D			
BC-2	-	-	-	-	-	-	-	E		
CD-2	A	-	-	-	-	-	-	E		
DF-1	A	A	B	x	y	-				
FG-1	A	A	B	-	-	-	D			
JH-1	C	C	C	x	y	-	C	E		
BF-1	C	C	-	-	-	-				
GI-1	C	C	-	-	-	-				

A: Fra alle standarddyp.

B: Fra 3-5 måledyp

C: Fra 0-2 m

D: Fra 0-2 m og sprangsjikt

E: Fra 5 m og 25 m dyp

1) Totalt organisk karbon tas bare fra overflatelaget.

x = fra 0-2 m, 4 m og 8 m dyp

y = fra overflaten.

For algeregistreringer og innsamling av biologiske prøver til miljøgift-analyser foreslås fem stasjoner i Frierfjorden og fem stasjoner i de utenforliggende fjordområder (fig. 2).

### 3.3.2 Hardbunnsfauna

Hardbunnsfaunaregistreringene foretas ved å stereofotografere fast oppmerkete flater på 5, 10, 20 og (evt.) 30 m dyp på 4 stasjoner: Ringsholmen, Saltbua, Steinholmen og Risøyodden (fig. 3). Stasjonene er merket opp og fotografert en gang (september 1976) i forbindelse med den pågående hovedundersøkelsen. Stasjonene bør fotograferes to ganger pr. år i to påfølgende år hvert 5. år:

- Høst 1976 (allerede utført)
- Vår og høst 1977
- " " 1978
- " " 1983
- " " 1984

Dykking med stereofotografering på fire stasjoner vil normalt ta to dager. Aktuelle tidspunkter er april/mai og september.

### 3.3.3 Bløtbunnsfauna

Undersøkelser av bløtbunnsfaunaen utføres hvert 5. år (i 1979 og 1984) på to stasjoner i indre Frierfjord (fig. 3). På hver stasjon tas 5 parallellprøver med en 0,1 m<sup>2</sup> bunngrabb. Prøvene vaskes gjennom 1 mm sikter og det resterende materiale konserveres for senere gjennomgåelse under lupe eller mikroskop. Innsamlingen tar en dag og gjøres om sommeren.

### 3.3.4 Miljøgifter i biologisk materiale

Prøver av organismer til kjemiske analyser vil bli innsamlet en gang pr. år (om høsten) i årene 1978, 1980, 1982, 1984 og 1986.

Alger og dyr samles fra i alt 8-10 lokaliteter, hvorav 4 i Frierfjorden (fig. 3).

Det vil bli et maksimalt prøveantall på ca. 20 for dyr og 12 for alger pr. innsamlingsår.

### 3.3.5 Miljøgifter i matnyttige fisk og skalldyr

Fisk og skalldyr foreslås innsamlet hvert halvår, fortrinnsvis i april og september. En forutsetter at prøvene kan skaffes tilveie ved faste avtaler med lokale fiskere, fiskesalgslag eller privatpersoner.

Det bør samles prøver fra følgende områder:

- 1) Gunnekleivfjorden
- 2) Frierfjorden
- 3) Eidangerfjorden
- 4) Langesundsfjorden
- 5) Ytre fjordområde

I budsjettet er det regnet med et maksimalt prøveantall på 60-70.

### 3.4 Oversikt over arbeidsprogrammet for ti-års perioden

Som nevnt innledningsvis er dette overvåkningsprogrammet ment å dekke en ti-års periode. Arbeidsoppgavene vil i noen grad variere fra år til år. I tabell 2 er gjort en sammenstilling av de arbeidsoppgaver en tar sikte på å gjennomføre de enkelte år.

Tabell 2. Planlagt arbeidsprogram for en ti-års overvåkningsundersøkelse

Arbeidsprogrammet bør være gjenstand for en årlig vurdering, og må kunne modifiseres hvis resultatene tilsier det. En mer omfattende gjennomgåelse med tanke på revidering av overvåkningsprogrammet kan være aktuelt etter 5 år (1981-1982), siden industriens rensetiltak i det alt vesentlige da vil være gjennomført og byggingen av kommunale renseanlegg kommet godt i gang.

År	Vannutskiftning og vannkjemi	Sedimenter	Miljøgifter i div. organismer	Miljøgifter i fisk og skalldyr	Algeregistrering	Stereo-foto av hardbunnsorganismer	Bløtbunnsfauna	Fyto-plankton	Bearbeidelse, rapportering, div. admin.
1977	4			2		2		4	
1978	4		1	2		2		4	
1979	4			2	1		1	4	
1980	4	1	1	2	1			4	
1981	4			2				4	
1982	4		1	2				4	
1983	4			2	1	2		4	
1984	4		1	2	1	2	1	4	
1985	4	1		2				4	
1986	4		1	2				4	

Tallene angir antall tokt eller innsamlingsserier i aktivitetsåret.



#### 4. RAPPORTERING

Etter hvert år bør det utarbeides en årsrapport. I denne vil det innsamlede datamaterialet bli presentert i sin helhet og det gis en kortfattet vurdering av det. I årsrapportene vil en videre forsøke å trekke frem utviklingstendenser for tilstanden i fjordområdene med grunnlag i den utførte 3-års undersøkelsen (tidsrommet 1974-1977, 0-111/70) og dataene fra de foregående år i overvåkningsundersøkelsen.

I de tilfeller hvor spesielle forhold oppstår i fjordområdene (f.eks. større vannutskiftninger, høye konsentrasjoner av miljøgifter i vann og organismer osv.), vil oppdragsgiver bli underrettet umiddelbart ved toktrapport eller tilsvarende.

## 5. LOKAL DELTAKELSE I OVERVÅKNINGSPROGRAMMET

### 5.1 Den lokale deltakelsen i undersøkelsene til nå

Den lokale deltakelsen i den 3-årige generelle resipientundersøkelsen har i hovedsaken foregått som feltarbeid. I oppstartingsfasen deltok folk fra Luftkontrollaboratoriet ved Telemark Tekniske Skole i de hydrokjemiske undersøkelsene og siden har ansatte ved Byveterinærkontoret i Porsgrunn deltatt på de aller fleste hydrografi- og hydrokjemitokt.

I oppstartingsfasen forsøkte en også å opparbeide lokal kompetanse på analyser av vannprøvenes oksygeninnhold. Dette arbeidet ble ikke fullført fordi Luftkontrollaboratoriet ble trukket ut av fjordundersøkelsene høsten 1974.

Porsgrunn Havnevesen har bidratt ved å stille båt med skipper til rådighet.

Videre må nevnes at NIVA har hatt god hjelp av lokal froskemann ved de biologiske undersøkelsene. Den lokale prosjektadministrasjon har vært utført av Tilsynsutvalget for resipientundersøkelser i Skiensvassdraget og Skiensvassdragets fjordområder.

### 5.2 Den lokale deltakelsen i overvåkingsprogrammet

Generelt kan man tenke seg lokal deltakelse på følgende områder:

1. Ved innsamling av opplysninger om lokale forhold: Kartlegging av forurensningstilførsler, lokale episoder angående utslipp etc.
2. Ved prøvetaking og annet feltarbeid.
3. Ved analyser av prøver.
4. Ved vurdering av analyseresultatene og rapportering til oppdragsgiver.
5. Tilsyn med undersøkelsenes gang og lokal prosjektledelse.

Det er hensiktsmessig at innsamling om opplysninger angående lokale forhold i det alt vesentlige bør utføres av lokale krefter.

Som allerede nevnt har lokale deltakere ved feltarbeid og prøvetaking gitt verdifulle bidrag til undersøkelsene. En må ta sikte på en økning av den lokale innsatsen på dette området. På hydrokjemitoktene vil enkelte av

arbeidsoppgavene kreve deltakelse av minst en forsker, og en vil foreslå et feltarbeidet på de 4 årlige hydrokjemiske tokt inntil videre utføres som tidligere, med deltakere fra NIVA og fra lokalt hold. I sommerhalvåret (2 tokt) bør lokal båt kunne brukes, men i vinterhalvåret tilsier værforholdene at en tar sikte på bruk av NIVAs båt.

Hvis mindre omfattende og mer spesielle undersøkelser i forbindelse med episoder (fiskedød, større planktonoppblomstringer o.a.) skulle bli aktuelt, bør prøvene kunne innsamles av lokalt mannskap, eventuelt med veiledning fra NIVA etter behov i det enkelte tilfelle.

Sedimentundersøkelser gjennomføres hvert 5. år. De krever en relativt stor båt og en faglig vurdering av prøvematerialet på stedet. En bør ta sikte på at disse undersøkelsene i sin helhet utføres av NIVA.

Ved undersøkelsene av hardbunnsorganismer ved stereofotografering tar en sikte på deltakelse av samme lokale medarbeider som har deltatt i dykkerarbeidet under den 3-årige fjordundersøkelsen.

Undersøkelsene av bløtbunnsfaunaen i fjordområdet utføres hvert 5. år, og som for sedimentundersøkelsene må disse utføres av NIVA.

Ved benthosregistreringene tar en sikte på deltakelse av samme lokale medarbeider som for stereoundersøkelsene. Det samme gjelder innsamling av krabbe, blåskjell og sjøpung til analyse av miljøgifter.

Innsamling av algeprøver til kjemisk analyse vil kunne utføres av lokale medarbeidere etter instruksjon.

Innsamling av fiskeprøver til analyse av miljøgifter kan utføres lokalt.

Analyser av prøver på en rekke av de vanligste komponenter kan i prinsippet også gjøres lokalt, forutsatt at en disponerer den nødvendige apparatur og analysekompetanse. Det vil i så fall kreve en nøye interkalibrering mellom NIVAs laboratorium og det lokale laboratorium.

Det må være en forutsetning at resultater fra analyser som utføres lokalt muliggjør en direkte sammenlikning med materialet fra den 3-årige generelle resipientundersøkelsen. Dette er nødvendig for å kunne påvise eventuelle utviklingstendenser i områdets forurensningstilstand.

Deltakelse i vurdering av resultatene og utarbeidelse av rapportene vil kreve kompetanse på fagområdene forurensningstilførsler, fysisk oseanografi, hydrokjemi, sedimentgeokjemi, marin botanikk og marin zoologi, foruten det som kan betegnes generell vannressursforvaltning. I hvilken grad slikt arbeide bør og kan utføres av lokale medarbeidere må være gjenstand for drøftelse mellom oppdragsgiver, NIVA og de lokale institusjoner som ønsker å engasjere seg i overvåkingsprogrammet.

En vil foreslå at det opprettes et lokalt utvalg som har tilsyn med undersøkelsenes gang og som har den lokale prosjektledelsen.

Overvåkingsprogrammet for Grenlandsfjordene må ellers ses i sammenheng med det nasjonale resipientundersøkelsesprogram og overvåkingsopplegg som er under utforming i Miljøverndepartementet. NIVA er engasjert i forbindelse med dette arbeidet og kan ivareta denne side av saken i samarbeid med de lokale og sentrale forvaltningsorganer. Herunder spørsmålet om en enkel og til en viss grad standardisert rapporteringsform.

## 6. BUDSJETT

Som nevnt er det funnet hensiktsmessig å basere overvåkingsprogrammet på en ti-års periode. Alle kostnader er beregnet fra 1976-priser for dermed å få frem den relative størrelsen av kostnadene. På grunn av forventet årlig prisstigning må hvert års budsjett justeres på det aktuelle tidspunkt.

Den lokale deltakelsen i overvåkingsprogrammet er omtalt i kapittel 5. Budsjettet er basert på lokalt engasjement på en rekke felter, men med unntak av dykkerundersøkelsene er utgiftene ved dette ikke inkludert i NIVAs budsjett for ti-års perioden. En vil påpeke at på de felter hvor en fra lokalt hold ikke har deltatt tidligere vil det påløpe ekstra utgifter til opplæring og innarbeidelse av prøvetakings- og analysemetodikk. Disse er ikke forsøkt beregnet da omfanget av den lokale deltakelse ikke er avklart. På den annen side er det mulig at utgiftene ved feltarbeid og kjemiske analyser vil bli noe redusert ved økende lokalt engasjement.

Som utgangspunkt for en fordeling av kostnadene over 10-års perioden er brukt den diskusjonen av lokal deltakelse som ble gjort i kapittel 5, og at ingen analyser utføres lokalt. Dette skulle da gi en høy ramme for årskostnadene (tabell 3).

Kostnadene ved administrasjon og møtevirksomhet kan vanskelig beregnes på forhånd, men er forsøksvis satt til 7% av de samlede årlige kostnader ved feltarbeid, analyse og rapportering.

I ti-års perioden bør undersøkelsenes faglige innhold og budsjett vurderes hvert år, med en større revurdering etter 5 år.

Tabell 3. Årlige kostnader ved overvåkningsprogrammet regnet etter 1976 priser (x 1000 kr)

Arbeids- program År	Vannut- skiftning og vannkjemi	Sedimenter	Miljø- gifter i div. organ- ismer	Miljø- gifter i fisk og skall- dyr	Alge- regi- streringer	Stereo- foto av hardbunns- organismer	Bløtbunns- fauna	Administra- sjon og møtevirksom- het	Årlig sum
1977	190			75		50		70 <sup>x</sup>	385
1978	190		50	75		50		25	390
1979	190			75	45		40	25	375
1980	190	80	50	75	45			31	471
1981	190			75				38 <sup>xx</sup>	303
1982	190		50	75				22	337
1983	190			75	45	50		25	385
1984	190		50	75	45	50	40	31	481
1985	190	80		75				24	369
1986	190		50	75				22	337
Totalt for ti-års perioden	1900	160	250	750	180	200	80	313	3833

x Inkluderer utarbeidelsen av programforslag.

xx Inkluderer revurdering av programmet.

7. REFERANSER

NIVA, 1973a

O-162/71 En undersøkelse av gjødselpåvirkning i Frierfjorden.  
Saksbehandlere: S.T. K. Källqvist, P. Brettum og O.M. Skulberg.  
Stensilert 39 sider, April 1973.

NIVA, 1973b

O-111-70 Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og  
tilliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser -  
Generelle forhold - Forurensningstilførsler. Saksbehandlere: Ø. Johansen,  
S. Kolstad, T. Bokn og B. Rygg. Stensilert 93 sider. Juli 1973.

NIVA, 1975

O-111/70 Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og  
tilliggende fjordområder. Rapport 2. Fremdriftsrapport fra under-  
søkelsen mars 1974 - februar 1975. Saksbehandler: J. Molvær.  
Stensilert 22 sider + figurer, 2. april 1975.

NIVA, 1976a

O-111/70 Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og  
tilliggende fjordområder. Klorerte hydrokarboner i sedimenter og  
biologisk materiale. Foreløpig rapport om heksaklorbenzen, pentaklor-  
benzen og oktaklorstyren. Forfatter: B. Rygg. Stensilert 20 sider,  
25. februar 1976.

NIVA, 1976b

O-111/70 Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og  
tilliggende fjordområder. Rapport nr. 3. Fremdriftsrapport fra de  
sedimentgeokjemiske undersøkelsene i juli 1975. Forfatter: J. Skei.  
Stensilert 60 sider, 19. mai 1976.

NIVA, 1976c

O-111/70 Resipientvurdering av nedre Skienselva, Frierfjorden og  
tilliggende fjordområder. Rapport nr. 4. Fremdriftsrapport fra  
undersøkelser av vannutskiftning i fjordområdene mars 1974 - desember  
1975. Saksbehandler: J. Molvær. Stensilert 49 sider, 18. mai 1976.

NIVA, 1976d

0-111/70 Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 5. Fremdriftsrapport fra de hydrokjemiske undersøkelsene mars 1974 - desember 1975. Saksbehandlere: L. Kirkerud, J. Molvær, J. Skei. Stensilert 138 sider. November 1976.

MOL/UHI  
23.11.1976



Fig. 1

Oversiktskart over Skienselva og Grenlandsfjordene

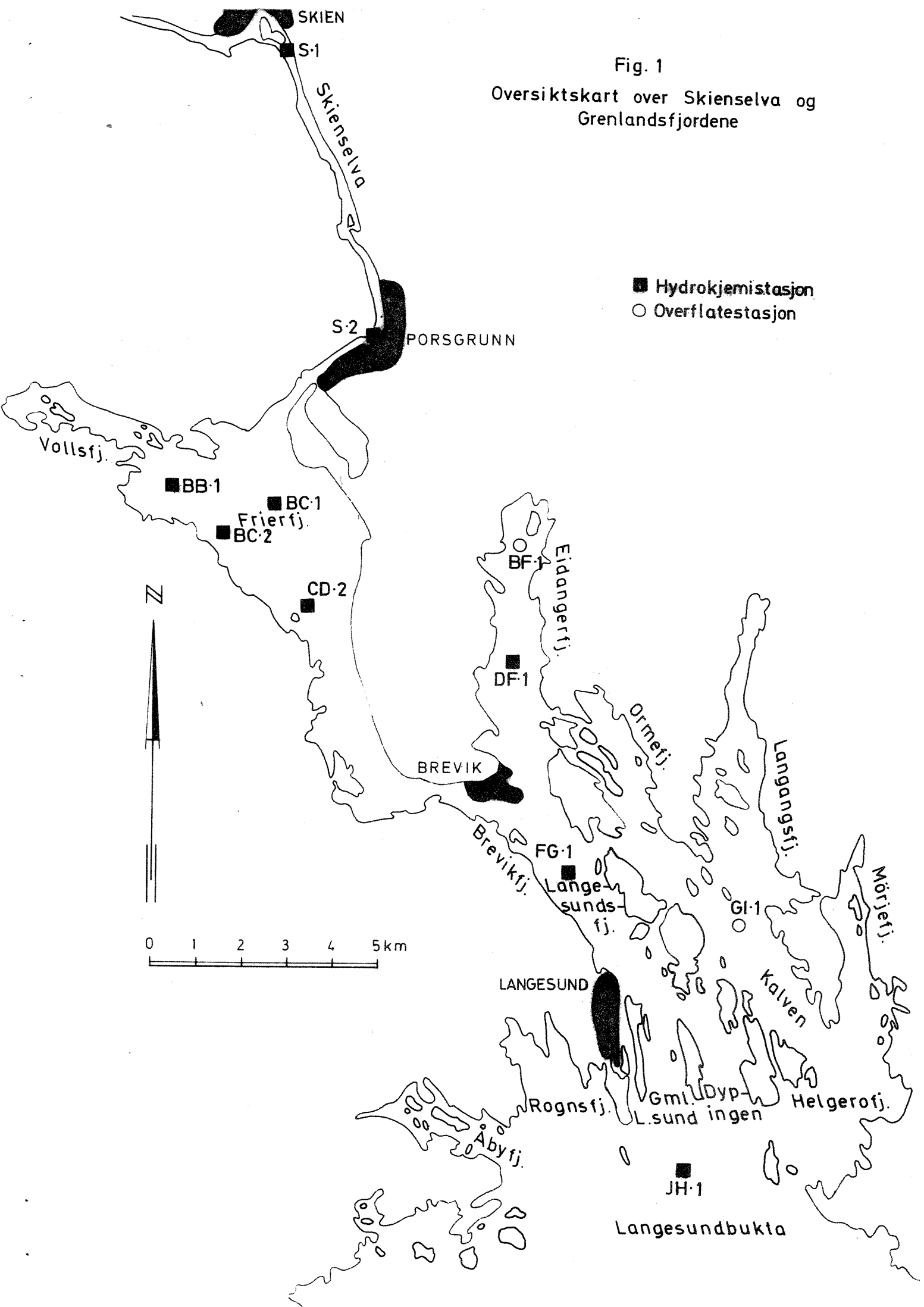


Fig. 2  
Oversiktskart over Skienselva og  
Grenlandsfjordene

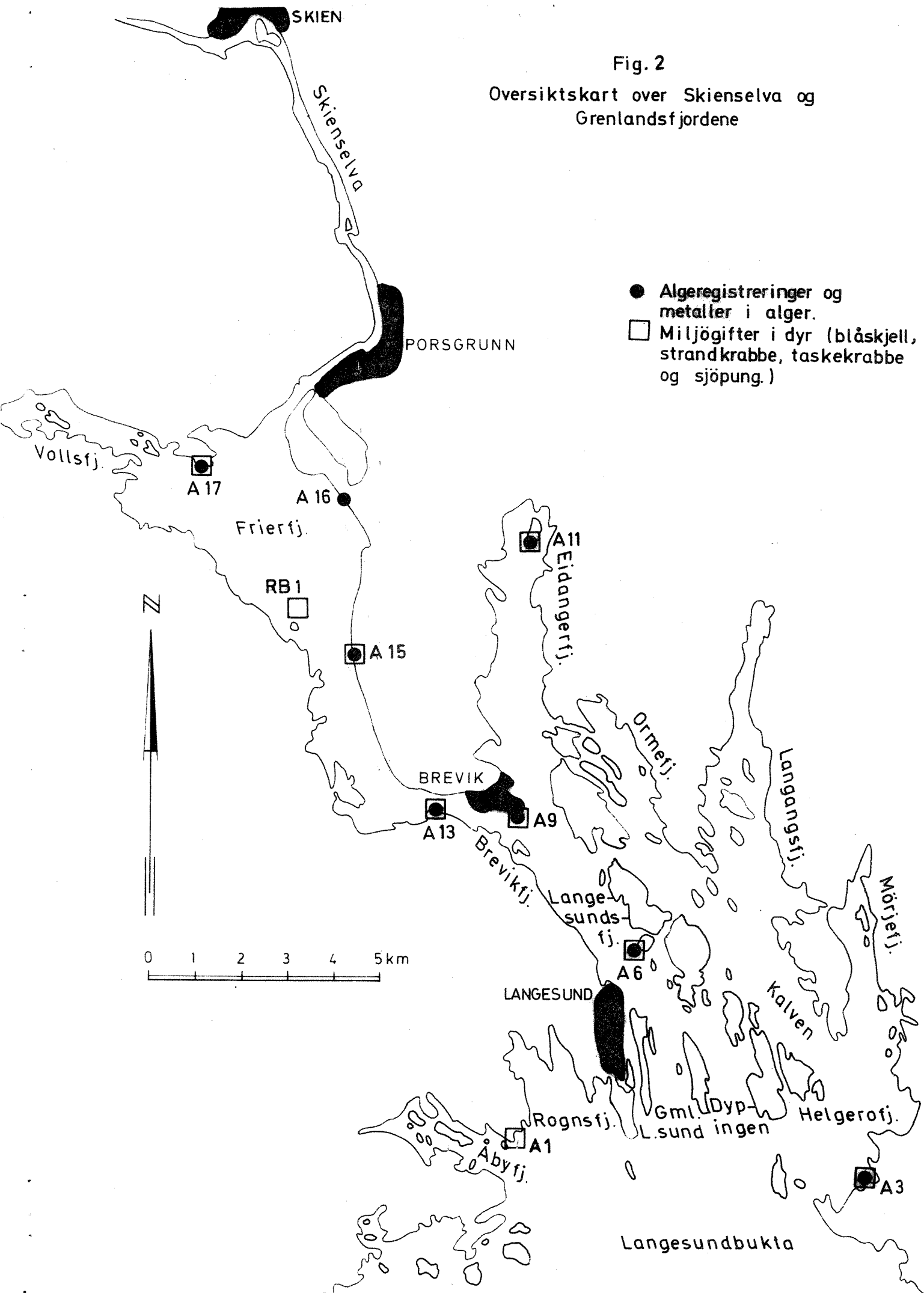


Fig. 3

Oversiktskart over Skienselva og Grenlandsfjordene

