

660

85  
74  
II

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

II

O-85/74

REVIDERT FORSLAG TIL GENERELLE RESIPIENTUNDERSØKELSER

VED RAFNES I BAMBLE

Undersøkelserprogram

Saksbehandler: cand.real. Tor Bokn

Medarbeidere: cand.real. Jon Knutzen

cand.real. Jarle Molvær

Blindern, 14. mars 1975


## F O R O R D

Foreliggende reviderte programforslag er utarbeidet etter henvendelser 4. oktober 1974 og 25. februar 1975 fra I/S Miljøplan, som er engasjert av Borregaard A.S., Den norske stats oljeselskap a.s, Norsk Nydro a.s og Saga Petrokjemi A/S & Co.

Programmet bygger på data fra tidligere undersøkelser i Frierfjorden, søknader om utslippstillatelse etter lov om vern mot vannforurensning for petrokjemiske anlegg i Bamble fra Norsk Hydro a.s og fra Saga Petrokjemi A/S & Co. og erfaringer fra igangværende resipientundersøkelser i Frierfjorden og tiliggende fjordområder. En spesiell takk rettes til dr. philos. Gulbrand Lunde ved Sentralinstituttet for industriell forskning for interesse og hjelp under bearbeidelsen av programmet.

Etter henstilling fra oppdragsgiver er det både i programforslag og budsjett sondert mellom de analyser som direkte går på utslippskomponentene (kapittel 2) og de grunnlagsstudier som er nødvendige for å få tolkbare resultater ved senere overvåking av tilstand og utvikling i det berørte område. Det opprinnelige forslag til undersøkelsesprogram (31/1 1975) er revidert etter drøftelser med I/S Miljøplan. Ved siden av mindre tekniske forandringer er det foretatt en nærmere presisering av formålet og gitt en mer detaljert begrunnelse for nødvendigheten av grunnlagsstudiene. Det er også foretatt en oppsplitting og mer detaljert oppstilling av budsjettet ut fra ønsket om fremdriftsrapport og vurdering av materialet etter at en del av arbeidet er gjennomført.

Blindern, 14. mars 1975



Tor Bokn

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
INNHALDSFORTEGNELSE	3
1. INNLEDNING	4
1.1 Tidligere undersøkelser	4
1.2 Formål	4
2. ARBEIDSOPPGAVER	5
2.1 Litteraturstudier og studiereiser	5
2.2 Forurensningstilførsler	5
2.3 Vannutskiftning og vannkvalitet	6
2.4 Undersøkelser vedrørende utslippskomponenter	8
2.4.1 Vannanalyser	8
2.4.2 Bruk av indikatororganismer	8
2.4.3 Sedimentanalyser	9
2.5 Brukerinteresser i utslippsområdet	9
2.6 Fremdriftsplaner	10
3. NØDVENDIGE GRUNNLAGSUNDERSØKELSER	10
3.1 Analyser av øvrige miljøgifter	11
3.2 Biologiske tester i laboratoriet	12
4. LITTERATUR	14
5. BUDSJETT	15

Figur 1. Hydrografiske stasjoner i den igangværende resipientundersøkelse

Figur 2. Hydrografiske stasjoner i den planlagte resipientundersøkelse

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Tidligere undersøkelser

De tidligste data om hydrografi og biologi i Frierfjorden og tilliggende fjordområder skriver seg fra 1897-98 (Hjort & Gran, 1900 og Hjort & Dahl, 1900). Senere er det publisert ca. 30 artikler og manuskripter (se NIVA, 1973) fra dette området.

Etter oppdrag fra fylkesingeniøren i Telemark startet NIVA i mars 1974 en større resipientundersøkelse i fjordområdene i Grenland, hvori hydrofysiske, -kjemiske og biologiske parametre inngår. Likeledes har NIVA utarbeidet et programforslag for undersøkelser av vannutveksling og lagdelingsforhold ved Rafnes etter oppdrag fra I/S Miljøplan, oversendt 19. desember 1974. Disse undersøkelsene startet i februar 1975. Den igangværende resipientundersøkelsen vil fortsette også i 1975, slik at koordinering av feltarbeid og gjensidig bruk av data fra de tre undersøkelser fritt kan gjennomføres.

### 1.2 Formål

Hensikten med de foreslåtte undersøkelsene er:

- a) Dokumentasjon av eksisterende tilstand i de påtenkte utslippsområder ved beskrivelse av organismesamfunn (fastsittende alger og bunnfauna) og registrering av bakgrunnsnivåer av miljøgifter i vann, sedimenter og organismer. Vurdering av vannkvalitet og biologiske forhold i relasjon til nåværende forurensningspåvirkning.
- b) Tilveiebringelse av et referansemateriale som ved senere overvåking vil muliggjøre bedømmelse av de planlagte utslipps eventuelle virkninger på vannkvalitet og organismesamfunn.
- c) Registrering av eventuelle brukerinteresser og verneverdier i utslippsområdet.

Punkt b) nødvendiggjør en dokumentasjon av bakgrunnsnivåer av i prinsippet alle kategorier av bionegative stoffer som gjør seg gjeldende i Frierfjorden. Derved tas det også hensyn til eventuelle synergistiske (innbyrdes forsterkende) virkninger av forskjellige giftstoffer. Betydningen av dette i relasjon til videre industriutbygging og utvikling i området må understrekes.

## 2. ARBEIDSOPPGAVER

### 2.1 Litteraturstudier og studiereiser

For å kunne vurdere de forskjellige data fremkommet etter analyse på klorerte organiske forbindelser og enkelte metaller beskrevet i konsepsjonssøknaden fra Norsk Hydro a.s og Saga Petrokjemi A/S & Co., er det nødvendig å få en oversikt over eksisterende litteratur omkring nivåer i vann, organismer og sedimenter, samt stoffenes effekter på organismsamfunnene. En vil derfor først foreta et litteraturstudium og sammenstille de foreliggende informasjoner i en egen rapport.

Studiereiser til bedrifter med forskningslaboratorier og/eller universiteter/høgskoler, som driver forskning med bionedbrytning, bioakkumulering og gifttester med de aktuelle stoffer, vil være et verdifullt supplement til litteraturstudiene. Det tas sikte på reiser til Storbritannia og Vest-Tyskland eller Nederland. En regner med at de impliserte bedrifter i Bamble vil være behjelpelig med å skaffe kontakter i utlandet.

### 2.2 Forurensningstilførsler

I tillegg til allerede eksisterende sammenstilling av forurensningstilførsler til Frierfjorden og tilliggende fjordområder (NIVA, 1973) vil tilførsler av såvel tungmetaller som organiske miljøgifter bli nøyere kartlagt i forbindelse med den generelle undersøkelse som pågår i fjordområdet, og således ikke belaste dette prosjekt. Hensikten med en slik oversikt er dels å få bestemt totaltilførselen av forurensningskomponentene, dels å få fastslått de enkelte kilders relative betydning, for å kunne danne seg en begrunnet formening om grunnlaget for påstander om snikforgiftning av miljøet.

Kartleggingen av nevnte miljøgiftgrupper er en meget viktig forutsetning for å kunne bedømme analyseresultatene fra Frierfjorden, og tilsiktes å være utført før hovedundersøkelsen i utslippsområdene ved Rafnes starter.

### 2.3 Vannutskiftning og vannkvalitet

#### Den igangværende resipientundersøkelsen i Frierfjorden

Den resipientundersøkelse av Frierfjorden og tilgrensende fjordområder som NIVA nå utfører etter oppdrag fra fylkesingeniøren i Telemark, ventes å ville strekke seg over 3 år.

Hovedformålet med denne undersøkelsen er å gi en generell karakteristikk av vannutskiftning, hydrokjemiske og biologiske forhold, herunder forurensningstilstand. Forholdene rundt større utslipp vil bli dekket i den grad dette er forenlig med hovedmålsettingen.

Som et ledd i dette arbeidet tas vannprøver fra i alt 8 stasjoner i Frierfjorden og utenforliggende fjordområder (se figur 1). En gang hver måned (overvåkingstokt) bestemmes vannmassenes temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i 8-14 dyp på hver stasjon. I overflaten tas dessuten vannprøver til analyse av total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitritt + nitrat, ammonium og total organisk karbon. Hver tredje måned utføres et hovedtokt hvor overvåkingprogrammet utvides til å omfatte bestemmelse av de sistnevnte kjemiske parametre fra de fleste måledyp.

På hovedtoktene blir det også innsamlet vannprøver til bestemmelse av turbiditet, pH, suspendert tørrstoff og gløderest i 2-3 måledyp på de fleste stasjonene. Under hovedtoktene innsamles også 25-30 vannprøver for bestemmelse av tungmetallene jern, bly, kvikksølv, kopper, kadmium, sink, vanadium og nikkel.

#### Den planlagte resipientundersøkelsen

For å få et grunnlag til å vurdere virkningene av utslippene fra fabrikanleggene langs Rafneslandet, vil man utvide det igangværende måleprogram med 4 stasjoner, hvorav 3 stasjoner utenfor fabrikanleggene

og en stasjon utenfor Herøya (se figur 2). Den sistnevnte stasjonen vil gi opplysninger om utviklingen i det antatt hardest belastede området i Frierfjorden, ettersom utbyggingen på Rafneslandet gjennomføres og de planlagte reduksjoner av utslipp fra Norsk Hydro a.s på Herøya blir iverksatt.

Prøvetakingsfrekvensen på de 4 nye stasjonene bør være den samme som for de 8 stasjonene i den igangværende resipientundersøkelsen, dvs. hver måned i 1975 og trolig med noe lengre mellomrom i 1976.

Som for den pågående resipientundersøkelsen vil man skjelle mellom hovedtokt og overvåkingstokt. I det første halvår vil undersøkelsen bli drevet mer intenst enn senere, og i løpet av ett år tar man sikte på å utføre i alt 6 hovedtokt og 4 overvåkingstokt. Antall hovedtokt vil bli redusert hvis resultatene tilsier det.

Under hovedtoktene vil det bli tatt prøver til bestemmelse av vannmassenes temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i samtlige standarddyp: 0, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50 m osv. Det nederste måledyp blir tilpasset bunndypet på stedet.

I ca. 2/3 av måledypene tas prøver til bestemmelse av total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitritt + nitrat, ammonium og total organisk karbon. Hvis resultatene tilsier det, kan enkelte måledyp bli sløyfet eller nye komme i tillegg.

Under overvåkingstoktene bestemmes temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i alle standarddyp. Fra 0-2 m dyp tas en blandingsprøve til bestemmelse av de ovenfor nevnte fosfor- og nitrogenforbindelsene samt total organisk karbon.

Denne planlagte undersøkelsen av miljøpåvirkninger fra petrokjemisk industri i Bamble forutsettes koordinert med de igangværende generelle studier. Spesielt når det gjelder feltarbeidet representerer dette en rasjonalisering som det er tatt hensyn til ved budsjetteringen. Man forutsetter også at datamaterialet fra den igangværende undersøkelsen fritt vil kunne benyttes i forbindelse med Rafnes/Bamble-prosjektet.

## 2.4 Undersøkelser vedrørende utslippskomponenter

De viktigste avløpskomponentene som er nevnt i utslippstillatelsen fra Statens forurensningstilsyn omfatter: kopper, jern, aluminium, titan, nikkel, vanadium, sulfitt, olje, fenol, natriumformiat, etylenglykol og de klorerte organiske forbindelsene etylendiklorid, trikloracetaldehyd og 2-kloretanol. Samlet kan de nevnte stoffer medføre en ikke ubetydelig tilleggsbelastning på et allerede sterkt forurenset fjordsystem. Man kan ikke se bort fra mulighetene for innbyrdes forsterkende virkning av forskjellige stoffer (synergistiske effekter) og/eller dannelse av skadelige forbindelser i resipienten.

### 2.4.1 Vannanalyser

Undersøkelse av bakgrunnsnivåene for ovennevnte stoffer og andre aktuelle forbindelser (kfr. kapittel 3.1) tilsiktes gjennomført over ett år på de fire hydrografistasjoner. Vannprøver fra overflatelaget, bunnvannet og mellomliggende vannmasser vil bli innsamlet hver annen måned.

Egne prøver vil bli innsamlet fra overflatehinnen på bakgrunn av at miljøgifter ofte konsentreres her. Ytterligere data, som kan tjene til referansemateriale, vil komme inn i forbindelse med den generelle resipientstudie av Frierfjorden og tilliggende fjorder.

Det gjøres oppmerksom på at det for flere av de organiske utslippskomponentene vanskelig kan ventes registrerbare bakgrunnsnivåer. Grunnen er relativ rask nedbrytning og at det er usikkert i hvilken grad stoffene tilføres fjorden i dag. Skulle resultatene av de første analyseserier vise verdier under deteksjonsgrensen, vil analyseprogrammet bli redusert i overensstemmelse med dette.

### 2.4.2 Bruk av indikatororganismer

I marine organismer skjer det ofte en sterk oppkonsentrering av metaller fra vannet. For flere metaller med naturlig lave konsentrasjoner i vann, kan det være mest hensiktsmessig å analysere på innholdet i utvalgte organismer for å få rede på disse elementenes midlere forekomst. Noen av de vanlige tangartene er velegnet som slike indikatorarter, likeledes alminnelig forekommende arter av muslinger, snegler, fisk o.a.



Algemateriale og muslinger fra 2-3 lokaliteter på Rafneslandet, samt referansestasjoner fra en lokalitet utenfor Frierfjorden og en lokalitet nær Herøya vil bli samlet inn to ganger pr. år til henholdsvis tungmetallanalyser og analyser på organiske stoffer. Referansestasjonene vil være identiske med stasjoner brukt under den igangværende undersøkelse.

Bunndyr vil bli samlet inn samtidig med sedimentprøvetaking fra forskjellige dyp utenfor Rafneslandet, og referansepunkter velges i avtakende avstand fra Rafnes.

Prøver av både standfisk og vandrefisk samles inn med jevne mellomrom av lokale fiskere, og vil bli analysert på tungmetaller og fettløselige halogenerte hydrokarboner.

Foruten innsamling av organismer til analyser på forskjellige komponenter, vil organismesamfunnene i umiddelbar nærhet av Rafnesområdet bli nøye kartlagt. Som referansedata vil resultater fra igangværende resipientstudier i Frierfjordområdet bli brukt.

#### 2.4.3 Sedimentanalyser

Fra ulike dyp utenfor Rafneslandet vil det bli tatt 5-6 sedimentprøver til analyser på innhold av organisk stoff, nitrogen, fosfor, tungmetaller og klorerte organiske forbindelser. Dessuten vil det bli valgt ut referanseområder både utenfor Herøya og lenger ut i Frierfjorden.

Analyser på de klorerte og øvrige organiske stoffer - nevnt i utslipps-tillatelsen fra SFT - i såvel organismer som sedimenter, ventes å ville gi negative resultater. Analysene vil dog bli utført etter anmodning fra oppdragsgiver.

#### 2.5 Brukerinteresser i utslippsområdet

I forbindelse med undersøkelsene vedrørende utslippssted av avløpsvann bør eventuelle brukerinteresser i industriområdets nærsone kartlegges. Institusjoner og enkeltpersoner knyttet til fiske, friluftsinnteresser og andre miljøsider ved Frierfjorden, vil bli intervjuet i den hensikt

å få en oversikt over økonomiske og andre ressurser. I første omgang må dette bli et kortfattet, orienterende arbeid, som eventuelt bør kunne utvides dersom resultatene skulle tilsi dette.

## 2.6 Fremdriftsplaner

Undersøkelser av vannutskiftning og vannkvalitet omfatter seks hovedtokt og fire overvåkningstokt, herav er det planlagt seks tokt som skal inkludere innsamling av vannprøver til miljøgiftanalyser. Hvorvidt det er nødvendig med seks prøveserier, er umulig å forutsi. Analyseresultatene vil imidlertid være under kontinuerlig vurdering etter som de foreligger, og parametre som ligger under deteksjonsgrensen eller forekommer i normalnivå, vil bli tatt bort fra analyseprogrammet etter to måleserier. Disse parametre vil bli gjenopptatt i analyseprogrammet i femte prøveserie, for eventuelt å kunne registrere en endring med årstiden. Sannsynligheten for at Frierfjordvannet ikke vil inneholde analyserbare konsentrasjonsnivåer av flere av de aktuelle utslippskomponenter, før industrien har startet sin produksjon, anses som temmelig stor. I kapittel 5 er det således forsøkt beregnet hva en antatt reduksjon i analyseprogrammet vil beløpe seg til.

Undersøkelsesprogrammet vil bli inndelt i to faser. Fase 1 vil omfatte tre hovedtokt og to overvåkningstokt fordelt over seks måneder. Rådata vil deretter bli bearbeidet i den grad det er nødvendig for at resultatene kan bli presentert i en fremdriftsrapport. På basis av fremkomne resultater vil en ta standpunkt til hvordan fase 2, som omfatter tre hovedtokt og to overvåkningstokt, skal fullføres.

## 3. NØDVENDIGE GRUNNLAGSUNDERSØKELSER

Frierfjordens hovedvannmasser har begrenset forbindelse med åpne farvann, samtidig som de tilføres store mengder av ulike typer industrielt avløpsvann. Slike vannforekomster er særlig utsatt for akkumulering av giftstoffer og kan over tid få et vannkjemisk miljø som er uegnet for en større eller mindre del av de opprinnelige organismesamfunn. Samtidig forringes vannforekomstens verdi for en rekke brukerinteresser. I denne forbindelse er det ikke tilstrekkelig å være oppmerksom på faren ved

direkte utslipp av kjente miljøgifter som enkelte tungmetaller og halogenerte hydrokarboner. En må ta i betraktning totalbelastningen, som ikke bare forårsakes av utslipp og diffuse tilførsler av bestemte stoffer, men også kan skyldes omdannings- og synteseprodukter i ulike deler av det akvatiske miljø. At en i dag på langt nær har de nødvendige kunnskaper for å beskrive og forklare de aktuelle prosesser, gjør denne aktsomhet bare ytterligere nødvendig.

Når en står overfor oppgaven å dokumentere den eksisterende tilstand i et påtenkt utslippsområde, vil det være utilstrekkelig å innskrenke registreringene av bakgrunnsnivåer til bare å omfatte utslippskomponentene. Særlig gjelder dette når en ikke kjenner til hvilke mengder av de aktuelle stoffer som allerede tilføres resipienten. For å få meningsfylte - tolkbare - resultater, er det nødvendig at undersøkelsene omfatter alle forurensende stoffer. Uten denne informasjon vil det verken være mulig å gi en fyldestgjørende karakteristikk av dagens situasjon eller følge utviklingen.

Frierfjorden er i dag til dels sterkt belastet av enkelte miljøgifter (bl.a. halogenerte hydrokarboner), mens andre tilføres i varierende mengder. Den samlede effekt kan spores over hele fjorden, herunder området utenfor Rafnes. Dersom en ikke får en tilnærmet dokumentasjon av alle forurensningsfaktorer som kan spille en rolle for tilstanden før utslippene kommer i gang, bortfaller det vesentlige av hensikten med et overvåkingsprogram. Mulighetene for å bedømme eventuelt senere påviste effekter i relasjon til den tidligere påvirkning vil bli vesentlig forminsket. Et sannsynlig resultat vil være at skadevirkningene hovedsakelig vil bli sett i sammenheng med de nye utslippene alene, og dette sammen med betydningen av å få mest mulig grunnlagsdata fra et område der videre industriell ekspansjon må forventes, er bakgrunnen for de følgende forslag om registrering av øvrige miljøgifter og biotester. Nevnte tester er viktige fordi en med det nåværende kunnskapsnivå bare kan trekke begrensede konklusjoner ut fra feltregistreringer av giftstoffnivåer i forskjellige deler av miljøet.

### 3.1 Analyser av øvrige miljøgifter

Ved forurensning med tungmetaller regnes det med anrikningsfaktorer fra

vann til organismer på 1000-10000 ganger. Dette er likevel små verdier i forhold til anrikningsfaktorene hos eksempelvis fettløselige, halogenerte forbindelser som kan oppkonsentreres i organismene fra 1 til 10 millioner ganger verdiene funnet i vannet. Således er det svært viktig at utvalgte organismer analyseres på organiske mikroforurensninger, selv om disse ikke er påvist i vannmassene. Spesielt vil analyse av fisk være av stor interesse, siden denne dyregruppe utgjør de høyere ledd i næringskjedene.

Undersøkelserprogrammet forutsettes derfor å omfatte analyser som inkluderer større forurensningsgrupper som tungmetaller, organiske fettløselige forurensninger (halogenerte hydrokarboner) og petroleumsprodukter. Skulle noen av analysene gi høye konsentrasjonsnivåer, vil prøven bli gjort til gjenstand for mer spesifikke analyser, for å finne fram til hovedkomponenten i vedkommende forurensningsgruppe. Vannprøver vil bli samlet inn annen hver måned fra dypene 0-1 m, sprangsjiktet og bunnvannet på de fire hydrografistasjonene, samt fra referansestasjoner. Indikatororganismer og sedimentprøver vil bli samlet inn fra samme lokaliteter beskrevet i kaptitlene 2.4.2 og 2.4.3.

### 3.2 Biologiske tester i laboratoriet

Undersøkelser over forurensningers virkning på organismer ved hjelp av biologiske tester i laboratoriet - bioassay-teknikk - har vært i bruk i mange år, såvel for organiske som for uorganiske forbindelser. Hittil er imidlertid testing av organiske mikroforurensninger lite gjennomført. Ved studier av relasjonen mellom effekter og dosering har det stort sett vært enkeltkomponenter eller enkle sammensetninger av forurensninger som har vært benyttet. De fleste stoffer som er blitt testet har vært kjente miljøgifter som tungmetaller, klorerte hydrokarboner (PCB, DDT og andre pestisider), petroleumskomponenter osv. Vekselvirkninger med andre forurensningskomponenter har vært lite undersøkt.

Kartlegging av kilder og spredning, undersøkelser av akkumulering, nedbrytning og effekter av de organiske mikroforurensninger som fins i miljøet, representerer en av de største utfordringer på miljøvernsektoren i de kommende år. Bare en meget liten del av dette problemkomplekset er kjent. Å identifisere og analysere alle forbindelsene som kan tenkes å ha en effekt på levende organismer ville være en uoverkommelig oppgave. For å kunne nærme seg et slikt problemkompleks vil en mulig løsning

være å produsere naturlige ekstrakter fra større grupper av forurensninger for å teste disse på egnede organismer. Ved hjelp av en slik metode vil det også være mulig å teste de organiske miljøgifter som er til stede i resipientene i varierende konsentrasjoner. Ved siden av å studere virkningen som funksjon av doseringen, vil det også være mulig å ta ut de komponentene i blandingen som akkumuleres og eventuelt identifisere disse. Dette vil være det første skritt for å finne hvilke forurensninger som skal studeres i mer detalj; om det er et reaksjonsprodukt som dannes under spredning av miljøgifter eller om det er bionegative stoffer som kommer direkte fra en utslippskilde. Ved en slik undersøkelse kan både de komponentene som tas opp i det biologiske materialet, og de komponentene som er tilbake i kulturløsningen analyseres. Ved siden av å analysere de komponentene som tas opp, anrikes og metaboliseres i det biologiske materialet, må også de biologiske effektene registreres.

Slike bioassay-studier - spesielt over organiske mikroforurensninger - anses etter hvert å bli et av de viktigste hjelpemidlene i de innledende studier av denne typen forurensninger.

Som en del av undersøkelsene foreslås derfor bioassay-studier på laksefisk, blåskjell og encellede planktonalger. Organismene vil først bli testet i vann fra Frierfjorden, og av dette vannet vil det bli laget ekstrakter som tilsettes Frierfjordvann og nøytralt vekstmedium i forskjellige konsentrasjoner. Enkeltkomponentene i ekstraktet vil bli identifisert på forhånd. Det klorerte stoffet 2-kloretanol vil bli tilsatt næringsmediene separat, og dessuten i blanding med etylen-diklorid og trikloracetaldehyd. Formålet vil være å teste anrikningsfaktoren, nedbrytningshastigheten og eventuelt ved hvilke konsentrasjoner det kan registreres effekter på organismene.

Forskene vil starte med orienterende eksperimenter med alle tre organismegrupper, for å teste eventuelle akutte giftvirkninger. Blant annet på grunnlag av disse forsøk vil det bli tatt standpunkt til om testprogrammet skal fortsette med henblikk på langtidseffekter og eventuell akkumulering.

Medarbeiderne ved NIVA vil arbeide i nær kontakt med Sentralinstitutt for industriell forskning, som besitter den kjemisk/analytiske kompetanse på dette området.

4. LITTERATUR

HJORT, J. & DAHL, K., 1900: Fishing Experiment in Norwegian fjords.  
*Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 1(1): 1-214. Plansjer I-III.

HJORT, J. & GRAN, H.H., 1900: Hydrographicbiological investigations  
of the Skagerrak and the Christiania Fjord. *Rep. Norw. Fish. Mar.  
Invest.* 1(2): 1-56, pluss tabeller.

NIVA, 1973: O-111/70. Resipientvurderinger av Nedre Skienselva,  
Frierfjorden og tilliggende fjordområder. - Rapport 1: Tidligere  
undersøkelser - Generelle forhold - Forurensningstilførsler.  
Stensilert. 93 pp. (Saksbehandlere: Ø. Johansen, S. Kolstad, T. Bokn  
og B. Rygg.)

## 5. BUDSJETT

Under oppsetting av budsjettet er det regnet med et fullstendig innsamlings- og analyseprogram. Før industrien på Rafnes har startet anses det imidlertid ut fra vurderinger av generelle, kjemiske reaksjoner å være lite sannsynlig at analyseresultatene vil kunne oppvise noen positive konsentrasjonsnivåer av de klorerte organiske forbindelsene etylendiklorid, trikloracetaldehyd og 2-kloretanol eller de organiske stoffene natriumformiat og etylenglykol verken i vann, organismer eller sedimenter. Dersom denne teorien viser seg å stemme, vil analyse på disse stoffer bli tatt ut av analyseprogrammet etter to prøveserier, men vil bli gjenopptatt i femte prøveserie for å få en kontroll om konsentrasjonsnivåene endres med årstiden. Omfanget av analysene av de utvalgte organismer med hensyn på de nevnte organiske forbindelser vil bli redusert til én prøveserie, dersom analyseresultatene tilsier dette. På bakgrunn av en slik reduksjon i analyseprogrammet er det beregnet hva dette vil beløpe seg til, og i programforslaget opereres det derfor med to alternative budsjetter. En vil også gjøre oppmerksom på at alle arbeidsutgifter belastes oppdraget på grunnlag av timeføring. NIVA vil presisere at instituttet må kunne stå fritt til å foreta mindre endringer i programmet dersom faglige kriterier skulle nødvendiggjøre dette i løpet av feltarbeidet. Større endringer vil bare bli gjennomført etter samråd med oppdragsgiver.

I programmet er det kalkulert med at oppdragsgiver kan bidra med tilfredsstillende båt av snekke- eller cabin cruisertype til dykkerundersøkelser av organismesamfunnene.

Prisene på kjemiske analyser satt opp i 5.3, 5.4 og 5.5 er beregnet ut fra analysepriser ved Sentralinstitutt for industriell forskning, som skal utføre analysene.

Omkostningene er beregnet ut fra 1975-priser, men det tas forbehold om uforutsette utgifter som landligge forårsaket av driftsuhell eller andre uforskyldte grunner, herunder generell årlig pris- og lønnsøkning.

### 5.1 Litteraturstudier og studiereiser

Litteraturstudier + rapport

kr 20 000,-

Instituttet mener at et slikt litteraturstudium har en almen interesse, og finner således å kunne subsidiere dette studium med kr 20 000,-.

#### Programmering av studiereiser

utsettes til det foreligger mer konkrete planer. Imidlertid antydes omkostningene å bli kr 20 000 - 25 000 for oppdragsgiver. Instituttet er også villig til å subsidiere studiereisene, og vil således dekke de overskridelser reisene måtte medføre.

### 5.2 Vannutskiftning og vannkvalitet

#### a) Fire overvåkingstokt:

Feltarbeid, 8 persondager	:	kr 10 000,-	
Overnatting, diett, transport	:	" 2 000,-	
Kjemiske analyser	:	<u>" 5 000,-</u>	kr 17 000,-

#### b) Seks hovedtokt:

Feltarbeid, 36 persondager	:	kr 45 000,-	
Overnatting, diett, transport	:	" 8 000,-	
Båtleie, 12 dager á kr 1 500,-	:	" 18 000,-	
Kjemiske analyser	:	" 20 000,-	
Bearbeidelse, rapportering av a) og b)	:	<u>" 30 000,-</u>	" 121 000,-



5.3 Undersøkelser vedrørende utslippskomponenter

a) Vannanalyser:

Feltarbeid, overnatting etc.

inngår i 5.2

Kjemiske analyser	:	kr 41 000,-	
Bearbeidelse, rapportering	:	<u>12 000,-</u>	" 53 000,-

Alternativ - ved reduksjon av  
analyseprogram:

Kjemiske analyser	:	kr 35 000,-	
Bearbeidelse, rapportering	:	<u>12 000,-</u>	
		<u>kr 47 000,-</u>	

b) Indikatororganismer og sedimentanalyser:

Feltarbeid, 24 persondager : kr 30 000,-

Overnatting, diett, transport : " 5 000,-

Kjemiske analyser : " 32 000,-

Bearbeidelse, rapportering	:	<u>20 000,-</u>	" 87 000,-
----------------------------	---	-----------------	------------

Alternativ - ved reduksjon av  
analyseprogram:

Feltarbeid, 16 persondager : kr 20 000,-

Overnatting, diett, transport : " 4 000,-

Kjemiske analyser : " 18 000,-

Bearbeidelse, rapportering	:	<u>15 000,-</u>	
		<u>kr 57 000,-</u>	

5.4 Nødvendige grunnlagsundersøkelser

a) Analyser av øvrige miljøgifter:

Feltarbeid, overnatting etc.

inngår i 5.2 og 5.3

Kjemiske analyser av vann	:	kr 89 000,-	
Kjemiske analyser av organismer	:	" 26 000,-	
Kjemiske analyser av sedimenter	:	" 9 000,-	
Bearbeidelse, rapportering	:	<u>" 25 000,-</u>	kr 149 000,-

b) Biologiske tester:

Orienterende bio-assay

med planteplankton : kr 12 000,-

Orienterende bio-assay

med blåskjell : " 6 000,-

Orienterende bio-assay

med laksefisk : " 12 000,-

Langtidseffekter og akkumulering : " 36 000,-

Kjemiske analyser : " 45 000,-

Bearbeidelse, rapportering : " 35 000,- " 146 000,-

Fremdriftsrapport etter 1. fase : kr 20 000,-

Samlede kostnader : kr 613 000,-  
=====

Alternativ - ved reduksjon av  
analyseprogram:

Samlede kostnader : kr 577 000,-  
=====

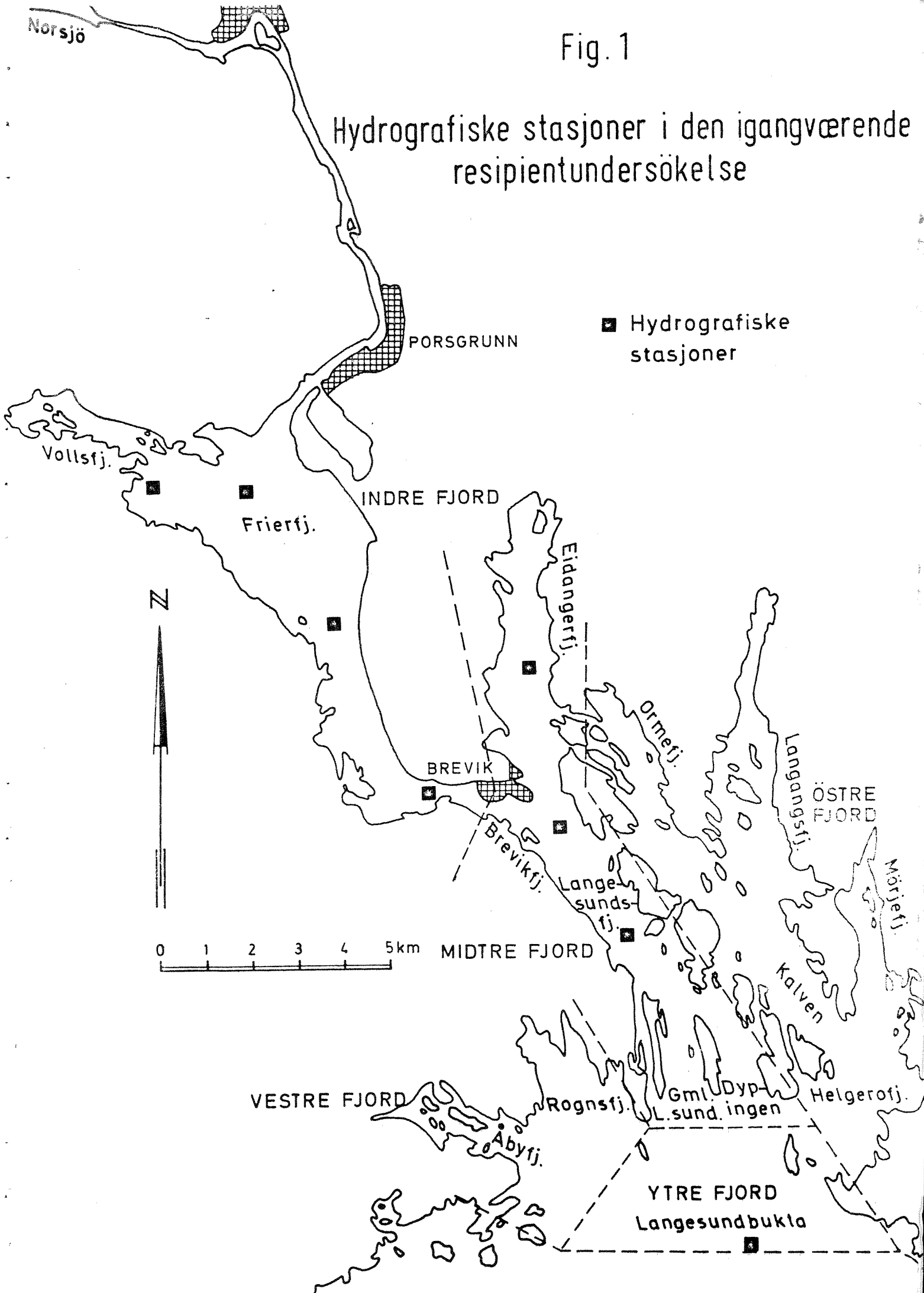
BOK/LJA

14.3.1975

Norsjö

Fig. 1

# Hydrografiske stasjoner i den igangværende resipientundersøkelse



■ Hydrografiske stasjoner

PORSGRUNN

Volls fj.

Frier fj.

INDRE FJORD

Eidanger fj.

Orne fj.

BREVIK

Brevik fj.

Langesunds fj.

Langangstj.

ØSTRE FJORD

Mörjettj.



0 1 2 3 4 5 km

MIDTRE FJORD

Kalven

VESTRE FJORD

Rognstj.

Gmt. Dyp-L. sund. ingen

Helgerof fj.

Abytj.

YTRE FJORD

Langesundbukta

Fig. 2

Hydrografiske stasjoner i den planlagte resipientundersøkelse

■ Hydrografiske stasjoner

