

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 197/71

RESIPIENTUNDERSØKELSE I SJØMRÅDENE I STAVANGERREGIONEN

Forslag til plan for undersøkelser

Omkostningsoverslag

Saksbehandler: cand.real. Erik Andreassen

Blindern, 10. mars 1974

## F O R O R D

Regionplanrådet for Jæren tilskrev Norsk insitutt for vannforskning (NIVA) den 8. desember 1971 med tanke på en fornyet undersøkelse av sjøområdene i Stavangerregionen. Det er senere foretatt befarings til området, og i samtaler med Regionplanrådet og representanter for distriktets kommuner har en fått det nødvendige kjennskap til de lokale forhold som er av betydning for utarbeidelse av rammeforslag for en resipientundersøkelse i området.

Programforslaget bygger også på en rapport nr. 1: Resipientundersøkelse i Stavangerområdet. Tidligere undersøkelser, forurensningstilførsler og generelle forhold som nu er under avslutning.

Som det fremgår av programutkastet m/omkostningsoverslag er det regnet med lokal bistand til enkelte arbeidsoppgaver.

Blindern, 10. mars 1974

Erik Andreassen  
Erik Andreassen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
1. UNDERSØKELSE SOMRÅDET	4
2. FORMÅL	6
3. GJENNOMFØRING AV OPPDRAGET	7
3.1 Forarbeid og planlegging	7
3.2 Lokale medarbeidere	7
3.3 Toktprogram	7
3.4 Topografi - strømmingstverrsnitt	9
3.5 Hydrokjemiske målinger	9
3.6 Biologiske undersøkelser	10
4. OMKOSTNINGSOVERSLAG	12

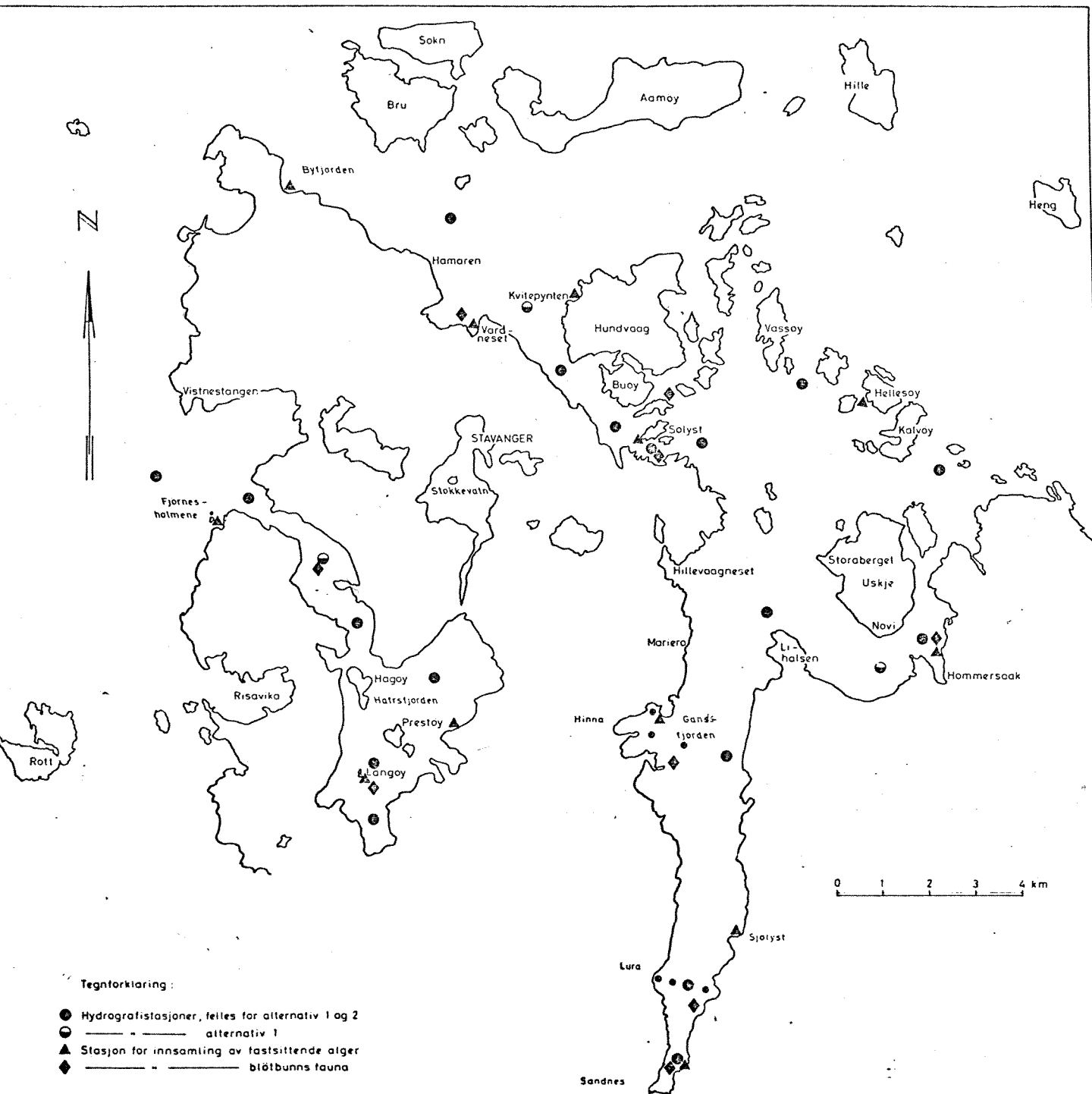
## 1. UNDERSØKELSESOMRÅDET

I programforslaget er følgende sjøområder inkludert:

Hafrsfjorden, avgrenset mot arkipelet utenfor ved en linje fra Vistenestangen lykt til Fjørestenholmene. Fjordpartiet er inndelt i et ytre område som går inn til Tanangerbroen, et midtre parti fra Tanangerbroen til Hagøy og et indre parti. Det indre fjordparti er igjen inndelt i et grunnvannsområde (syd for Hagøy-Prestøy) og et dypvannsområde nord for nevnte avgrensning. Ved denne inndeling har en i valg av observasjonsstasjoner søkt å innpasse lokaliteter som har blitt undersøkt tidligere, og inndelingen er hensiktsmessig i forhold til nedslagfeltet. Dog er ytre området noe utvidet i forhold til undersøkelser av 1964/65.

Byfjorden. Dette fjordavsnitt ble ikke tatt med i NIVA-undersøkelsen av 1964/65. Siden 1964/65 har det funnet sted såvidt store endringer i synet på og forståelse for forurensningsproblemer i kyst- og kystnære farvann at det er ønskelig å inkludere Byfjorden i undersøkelsene. Forholdene er også endret ved at en i kloakkrammeplanen for Stavanger-Sola-Sandnes har festet seg ved Byfjorden som aktuelt resipientalternativ til Hafrsfjorden-Gandsfjorden. I herværende programforslag er Byfjorden avgrenset av en tenkt linje mellom kommunegrense Randaberg/Stavanger og Kvitodden på Hundvåg, med vannmassene utenfor Randaberg som referanseområde. Mot Gandsfjorden er en grense satt ved øyrekken Hundvåg-Buøy-Engøy-Sjølyst-Grasholmen. Byfjordens indre område utgjøres av havnepartiet (Østre Havn).

Gandsfjorden avgrenses mot Høgsfjorden ved øyrekken Hundvåg - Vassøya - Lindøya - Hellesøya - Kalvøya - Teistholmen - Tingholmen. Avgrensningen er således utvidet i forhold til undersøkelsen i 1964/65. Fjordområdet er videre inndelt i et indre avsnitt fra Sandnes til området ved Lura, et midtre parti fra Lura til Lihalsen, mens det ytre område omfatter vannavsnittet mot Byfjorden - Høgsfjorden. Riskafjorden danner en avbøyning i dette området.



Stavangerområdet med angivelse av stasjonsnett for hydrofysiske, hydrokjemiske og biologiske undersøkelser

## 2. FORMÅL

Programforslaget er utarbeidet med tanke på følgende formål:

- 2.1. Beskrive fjordsystemenes nåværende tilstand i relasjon til bruksinteresser i området, herunder beskrive den alminnelige forurensningstilstand og vannutskiftning.
- 2.2. Gi grunnlag for en vurdering av mulige endringer sammenholdt med tidligere undersøkelser.
- 2.3. Gi bedre grunnlag for vurderinger av fjordområdenes evne til å motta - omsette de forurensningstilførsler som kan ventes tilført i relasjon til alternative avløpsplaner. Kartlegge naturforholdene og gi vurderingsgrunnlag for disposisjoner i forbindelse med en eventuell utledning av avløpsvann til Byfjorden, spesielt med tanke på avløpsvannets fordeling i vannmassene.
- 2.4. Etablere en bedre basis for å bedømme betydningen av diffuse forurensningstilførsler til sjøområdene i distriktet.

For at ovennevnte målsetting skal kunne oppfylles, er det nødvendig at det i undersøkelsene inngår omfattende målinger av hydrofysiske og hydrokjemiske parametre over et lengre tidsrom enn ett år, slik at en kan få dannet seg et bilde av sesongmessig og årlig variasjon. En rent ettårlig undersøkelse vil vanskelig kunne gi sikre antydninger om måleperiodens representativitet i forhold til et "normalår." Etter det en har grunn til å tro er variasjonene store i Stavangerområdet. Stavanger kommune har utført saltholdighets-, temperatur- og siktedypsmålinger som danner et verdifullt supplement til NIVAs program, og ved programforslagets utarbeidelse har en tatt hensyn til de informasjoner disse målingene har gitt.

Pålitelige data for fjordområdenes fysiske og kjemiske karakterer danner et fundament for vurderinger av biologiske undersøkelser (fastsittende alger, bunndyr og plankton) og målinger av vannmassens produksjonspotensial.

Innsamling og bearbeidelse av biologisk materiale vil foruten å danne dokumentasjon av nåværende tilstand også utgjøre en meget viktig referanse med tanke på vurdering av eventuell forurensningsvirkning ved økt utslipp og/eller endring som følge av avlastningstiltak.

### 3. GJENNOMFØRING AV OPPDRAGET

#### 3.1 Forarbeid og planlegging

En del av forarbeidet og planleggingen er utført i forbindelse med innsamling og bearbeidelse av data om topografiske og geografiske forhold, forurensningstilførsler og studier av tidligere undersøkelser. Imidlertid vil denne del av arbeidet også fortsette frem til og under de tidligste faser av feltarbeidet.

Posten forarbeid og planlegging omfatter også en kontinuerlig vurdering av det løpende feltprogram. I den utstrekning en finner det faglig nødvendig og/eller ønskelig for oppdragsgiver vil det kunne komme på tale med visse endringer f.eks. forenklinger i opplegget, omprioritering av arbeidsoppgaver. Det er også regnet med at oppdragsgiver finner det naturlig og ønskelig med god kontakt med instituttets medarbeidere. Videre vil en til stadighet vurdere behovet for lokal bistand for innsamling og delvis bearbeidelse av f.eks. vind, strøm, nedbørdata, plankton m.v.

#### 3.2 Lokale medarbeidere

NIVA finner det ønskelig at oppdragsgiver oppnevner en ansvarlig kontaktperson som en koordinator for den del av arbeidet som skal utføres lokalt (feltarbeid, fortsatt innsamling av data, bearbeidelse av meteorologiske data (vind, nedbør, vannstandsobservasjoner) og om mulig visse biologiske og hydrokjemiske data).

#### 3.3 Toktprogram

##### Hydrofysiske målinger

De hydrofysiske målinger danner sammen med de hydrokjemiske målingene grunnlaget for å vurdere vannutskiftning, strømforhold, oppholdstid og

lagdeling i de enkelte fjordavsnitt. Pålitelige hydrofysiske målinger er nødvendig også for å kunne vurdere resultatene for de hydrokjemiske og biologiske målingene. Ved stasjonsvalg og tokthypighet har en tatt hensyn til at det ved lokal hjelp kan innsamles månedlige verdier for saltholdighet, temperatur og siktedyp, eventuelt også prøver til oksygenbestemmelse. Derved kan NIVAs nødvendige tokthypighet reduseres til 4 pr. år i 1½-2 år, avhengig av når undersøkelsen kan påbegynnes. Stasjonsvalg og tokthypighet er også planlagt slik at en skal kunne utnytte eksisterende data som referanse.

Det er forutsatt at oppdragsgiver stiller båt m/skipper og en lokal medarbeider til disposisjon. Under de første hovedtoktene vil den lokale medarbeider bli opplært. Båten må være utstyrt med god vinsj, ca. 300 m 4-5 mm wire, et godt echolodd og helst radar. Båten må også ha god arbeidsplass (overdekket og/eller skjermet mot vind og regn) og den må være egnet til arbeid både i Hafrsfjorden og mer åpne farvann. Dersom det ikke kan skaffes en egnet båt vil en eventuelt overveie å benytte instituttets forskningsfartøy "H.H. Gran". Dette vil imidlertid medføre visse merkostnader (ca. 1 500 kr. døgn).

Hafrsfjorden er tenkt dekket med 7, alternativt 6 stasjoner. Byfjorden med 5, alternativt 4 stasjoner. Gandsfjorden kan vanskelig dekkes med mindre enn 9, alternativt 8 stasjoner hvorav 2 stasjoner er snittstasjonen med tanke på å kartlegge strømningsbildet i Gandsfjordens midtre parti. (Ved Forus og Hinna).

Spørsmålet om direkte strømming i Byfjorden, med tanke på å kartlegge overflatetransporten av vann mellom Byfjorden og Gandsfjorden kan det mest hensiktsmessig tas standpunkt til etter at en del av det hydrografiske feltarbeid er unnagjort. I forbindelse med en eventuell utledning av større avløpsvannmengder i Byfjorden vil dette kunne være av betydning jfr. kapittel 2.3 og 3.1.

Beregning av omkostningene i forbindelse med strømundersøkelser i Byfjorden vil måtte utestå inntil behovet for slike undersøkelser er klarlagt.



De hydrofysiske målingene omfatter innsamling av saltholdighet-, temperatur- (og oksygen-) data samt måling av siktedyp, bølgebevegelser og vinddata.

### 3.4 Topografi - strømmingstverrsnitt

Gandsfjordens topografi - spesielt kjennskapet til tverrsnittsarealer og terskeldyp ved de mange sund mot Byfjorden og Høgsfjord/Horgefjord, er mangelfullt dekket i de eksisterende sjøkart. NIVA har vært i forbindelse med Sjøkartverket i Stavanger om en slik kartlegging. Kostnadene i forbindelse med slike undersøkelser kan meget vanskelig anslås i dag og eventuelle mer-kostnader (utover det som fremgår av kostnadsoverslaget) vil bli diskutert nærmere med oppdragsgiver.

Ved vurderinger av de hydrofysiske og hydrokjemiske måledata er det behov for et meget godt kjennskap til terskeldyp og strømmingstverrsnitt i de områder en har slike strømningsbegrensende formasjoner.

### 3.5 Hydrokjemiske målinger

omfatter måling av vannmassens innhold av oksygen, næringssalter og organisk karbon, og dessuten utvalgte tungmetaller på enkelte stasjoner. Bearbeidelsen av materialet i forbindelse med rapport nr. 1 (Tidligere undersøkelser og belastningsanalyser) har vist at regionens fjordområder har utslipp i betydelige mengder.

Oksygen, organisk carbon og næringssaltanalyser må anses å være nødvendig for vurderingen av eutrofieringstilstanden. Kombinert med måling av vannets evne til å underholde algevekst og vurderingen av vannmassenes oppholdstid samt fjordområdenes tilførsler, kan en belyse forholdet mellom fosfor og nitrogen, og mulige produksjonsbegrensninger.

Tungmetallene er naturlig forekommende i sjøvann, men ved høyere konsentrasjon vil de kunne opptre som miljøgifter. Fjordområdene Sørfjorden i Hardanger, Iddefjorden i Østfold og Orkangerfjorden er eksempler på steder der tungmetallinnholdet er utillatelig høyt. Innledningsvis vil det bli foretatt orienterende analyser av sedimentprøver fra utvalgte områder,

samt måling av jern (Fe), kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), nikkel (Ni), muligens kvikksølv (Hg og krom (Cr).

På bakgrunn av slike innledede målinger vil det bli overveiet om det er nødvendig og hensiktsmessig å innsamle analysene biologisk materiale for innhold av tungmetaller.

I kostnadsoverslaget er det, så langt som mulig på nåværende tidspunkt, gitt antydninger om påregnelige kostnader for de hydrokjemiske, biokjemiske og sedimentkjemiske analysene. Eventuelle budsjettavvikelser vil bli diskutert med oppdragsgiver. Således kan det tenkes at det ikke blir behov for så mange analyser som oppført, og det eksisterer muligheter for at en ved oppsiktsvekkende tungmetallinnhold enkelte steder finner det faglig og administrativt berettiget med mer omfattende prøvetaking.

### 3.6 Biologiske undersøkelser

Innsamling av biologisk materiale er av omkostningsmessige hensyn sterkt begrenset, og programforslaget lar seg meget vanskelig redusere.

#### Beskrivelse av fastsittende alger i gruntvannsområder

Registrering av den horisontale og vertikale utbredelse av fastsittende alger er et viktig ledd i beskrivelsen av naturtilstanden i et område, og tjener som referanse. Med et godt kjennskap til naturforholdene (lys, temperatur, saltholdighet) og et godt kjennskap til de enkelte arters miljøkrav, vil en ved endringer i artssammensetningen kunne få informasjon om sivilisatorisk påvirkning.

Ved valg av undersøkelsesstasjoner (antall og beliggenhet), har en tatt hensyn til tidligere registreringer i området. Hafrsfjord er tenkt dekket med 2, eventuelt 3 stasjoner i indre, 1 i midtre og 1 i ytre fjord. I Gandsfjorden har en planlagt stasjoner ved Rovik, Sjølyst, Vaulen, Hommersåk og ved en av øyene i mer åpent farvann. I Byfjorden vil det bli innsamlet materiale fra havneområdet, Kvitepynten (Hundvåg), Vardeneset og Randaberg. En vesentlig del av arbeidet er tenkt utført ved dykkerundersøkelser.

### Beskrivelse - kartlegging av dyr fra gruntvann

Disse undersøkelsene vil på grunn av få tidligere registreringer få karakter av innsamling og beskrivelse for referanseformål. I den utstrekning et slikt arbeid kan la seg innpasse i det øvrige arbeidsprogram, vil en preferere de samme områdene som nevnt under beskrivelse av fastsittende alger. Arbeidet krever dykkerundersøkelser og noe undervannsfotografering.

### Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfaunaen er i mange henseende godt egnet til å karakterisere vannmasser, og bunndyrsamfunnene vil ofte oppvise spesielle sammensetninger avhengig av forskjellige miljøfaktorer.

Kvalitative og kvantitative innsamlinger av bløtbunnsfauna krever bruk av flere ulike redskaper (bunnskrape, trål og grabb). Såvel innsamling som bearbeidelse (artsbestemmelse) er tidkrevende. Stasjonsantall og dyp er derfor begrunnet til: Hafrsfjord: 1 i indre og 1 i midtre fjord (20-30 m dyp). Gandsfjord: Rovik, Aspervika, Hommersåk og Gausel (20 - 30 m dyp). Byfjorden: Østre Havn, Dusavika og muligens åpent vann utenfor Randaberg.

Innsamlet biologisk materiale kan eventuelt senere analyseres m.h.t. innhold av tungmetaller.

### Plante- og dyreplankton

Plante- og dyreplankton kan forenklet sies å være "sjøens groe", og er næringsgrunnlag for dyr i området. Videre har mange bunndyr og fiskearter egg og yngel som fins i planktonet. Planktonet består av små organismer som er meget følsomme overfor miljøendring. Arts- og mengdefordelingen av planktonorganismer vil derfor kunne gi beskjed om utviklingen i området. (Eutrofiering, usedvanlig høyt tungmetallinnhold m.v.).

Innsamling av plante- og dyreplankton vil bli foretatt på utvalgte stasjoner i Hafrsfjord (indre og ytre), Gandsfjord (Lura - Forus og Lihalsen) i forbindelse med hovedtoktene. Eventuelt kan slike prøver innsamles i overvåkingsøyemed også av lokale medarbeidere. På grunn

av at bearbeidelsen av materialet er tidkrevende, vil det bare bli bearbeidet i den utstrekning det anses nødvendig og arbeidet kan innpasses i det øvrige program.

Selv om alt det innsamlede materialet ikke kan bli bearbeidet i første omgang vil det bli oppbevart ved NIVA for eventuelt senere bearbeidelse og som referansedata for området.

#### Måling av vannmassens vekstpotensiale

Ved slike målinger bestemmes vannmassens restinnhold av tilgjengelige plantenæringsstoffer i dyrkingsforsøk i laboratoriet. Dersom det utføres vekstforsøk i flere parallelle flasker som er tilsatt forskjellige stoffer (stoffer som kan tenkes å være minimumsfaktorer for planteplanktonet), kan en ved å sammenlikne disse måleresultatene med de hydrokjemiske målingene få kjennskap til om det foreligger vekstbegrensning og eventuelt giftvirkninger i vannmassen.

I forbindelse med hovedtoktene vil det bli innsamlet og filtrert vann fra 0 og 4 m dyp fra alle stasjoner. Den lokale medarbeider kan innsamle vannprøver i tidsrommet mellom hovedtoktene (vår og sommer).

#### 4. OMKOSTNINGSOVERSLAG

Som det fremgår av foranstående kapitler foreslås det omfattende undersøkelser. Undersøkelsesområdet er stort og undersøkelsens formål medfører at antall stasjoner og parametre blir høyt. For de hydrofysiske og hydrokjemiske målinger er det utarbeidet alternative programforslag ved å redusere det ønskelige stasjonsantall til det som kan anses som et faglig forsvarlig minimum. Videre er det lagt opp til å foreta innledende målinger av tungmetaller fremfor å investere i et fullt program på det nåværende tidspunkt. Ved vurdering av prosjektets omfang vil den understreke at flere av postene er beheftet med visse kostnadsmessige usikkerheter og NIVA må stå fritt til - etter samråd med oppdragsgiver - å kunne omdisponere midler og reformulere enkelte programposter dersom det er faglig behov for dette. Programforslaget forutsetter betydelig innsats fra lokalt hold. (Båt m/mannskap, prøvetaking i

tiden mellom hovedtoktene, innsamling og bearbeidelse av vind- og nedbørdata, formulering av brukerinteresser i resipienten arealplanlegging i distriktet m.v.).

NIVA vil anmode om at oppdragsgiver oppnevner en kontaktperson på det lokale plan for at den faglige og administrative kontakt kan bli så god som mulig.

Omkostningene er beregnet på grunnlag av en 2-års undersøkelse av de hydrografiske forhold, alternativ 1½ år.

1. Forarbeid og planlegging

Denne post omfatter videre innsamling av data om nedbørfelt, interesser knyttet til resipienten, reise og befaring i forbindelse med detaljplanlegging, besiktigelse av båt, opplæring av lokale(e) medarbeider(e). Likeså fremdriftsrapporter, møter og informasjonsvirksomhet.

kr. 40 000

2. Hydrofysiske målinger 2 års observasjoner

2.1 feltarbeid, inkl. reise, diett, overnatting og transport. 8 tokt, 3 pers. i 8 dgr.

kr. 265 000

2.2 Analyser og korreksjonsberegninger

" 31 000

2.3 Kartlegging og opplodding av terskelområder

" 50 000

2.4 Bearbeidelse, isoplettegning, regnemaskintid

" 90 000

kr. 436 000

Alternativt 1½ års observasjoner med færre målestasjoner

kr. 340 000

3. Hydrokjemiske målinger 2 års observasjoner

3.1 Feltarbeidet er dekket av kap. 2.1.

3.2	Analysekostnader (ortofosfat total fosfor, nitrat + nitritt, total nitrogen, organisk karbon, jern, oksygen og ammonium hvis praktis mulig)	kr. 265 000
3.3	Innledende undersøkelse av tungmetaller, 25 prøver, 5-6 analyser av hver prøve	" 8 000
3.4	Bearbeidelse, isoplettegning m.v.	" 95 000
		<u>kr. 368 000</u>
	Alternativ 1½ års observasjoner med færre målestasjoner	<u>kr. 280 000</u>
4.	<u>Tungmetallanalyse av sedimenter</u>	
4.1	Innsamling av materiale delvis koordinert med hydrografiske tokt, merkostnader inkl. transport av prøver m.v.	kr. 12 000
4.2	Analyser 75-100 stk.	" 23 000
4.3	Bearbeidelse	" 15 000
		<u>kr. 50 000</u>
5.	<u>Beskrivelse og kartlegging av fastsittende alger</u>	
5.1	Innsamling av materiale 3 pers. i 8 dgr. inkl. reise, diett, overnatting og dykkertillegg	kr. 35 000
5.2	Bearbeidelse av materialet	" 50 000
		<u>kr. 85 000</u>
6.	<u>Beskrivelse av gruntvannsfaunaen</u>	
6.1	Innsamling av materiale samordnes med pkt. 5.	
6.2	Bearbeidelse av materialet	<u>kr. 35 000</u>

7.	<u>Bløtbunnsfauna</u> (oppdragsgiver stiller egnet båt til disposisjon)	
7.1	Innsamling av materiale 2 pers. i 10 dgr.	kr. 27 000
7.2	Bearbeidelse, artsbestemmelser av materialet	" 55 000
		<u>kr. 82 000</u>
8.	<u>Dyre- og planteplankton</u>	
8.1	Innsamling av materiale skjer samtidig med hydrografiske observasjoner	
8.2	Bearbeidelse, minimum	<u>kr. 15 000</u>
9.	<u>Måling av vannmassens vekstpotensiale</u>	
9.1	Innsamling av vannprøver dekkes ved hydrografisk tokt og/eller av lokal medarbeider	
9.2	Laboratoriearbeid	" 8 000
9.3	Bearbeidelse	" 22 000
		<u>kr. 30 000</u>
10.	Sammenfattende rapportering, herunder spesialtrykk av plansjer, tabeller m.v.	<u>kr. 35 000</u>

Samlede kostnader

Alternativ 1: Tilfredsstillende stasjons- og måledyp dekning i alle fjordområder	kr. 1 176 000 =====
Alternativ 2: Snau dekning med stasjoner, men tilfredsstillende med hensyn til måledyp	kr. 992 000 =====

LJA

14.3.1974