

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O - 111/70

Forslag til resipientundersøkelse
for Skiensvassdragets fjordområder.

Saksbehandler: Siv.ing. Paul Liseth, Ph.D.

Rapporten avsluttet: 5. mars 1971

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
1.1 Generelt	3
1.2 Foreløpig målsetting for vannets kvalitet i Skienselva og tilstøtende fjordområder	3
1.3 Område for resipientundersøkelsen	5
1.4 Tidligere undersøkelser	5
2. FORMÅL MED UNDERSØKELSEN	6
3. OPPLEGG AV UNDERSØKELSEN	
3.1 Generelt	6
3.2 Program for første undersøkelsesperiode	8
3.3 Annen undersøkelsesperiode	13
3.4 Tredje undersøkelsesperiode	14
4. SAMMENFATTENDE KOSTNADSOVERSLAG	14

1. INNLEDNING

1.1 Generelt

Skienselvas nedre del med utenforliggende fjordområder, Frierfjorden, Breviksfjorden, Langesundsfjorden og tilstøtende forgreninger, representerer et komplisert fjordsystem som i dag mottar betydelige forurensningsmengder fra mange forskjellige kilder. Spesielt er den indre del av fjordsystemet belastet med avløpsvann fra industri.

I de senere år har forurensningsulemper av varierende art, styrke og utbredelse gjort seg gjeldende. I denne sammenheng ble det 30. juni 1970 holdt et møte på NIVA, der representanter for myndigheter i Telemark samt representanter for Norsk Hydro var til stede. På møtet ble NIVA anmodet om å utarbeide et program for en resipientundersøkelse av nedre del av Skienselva og utenforliggende fjordområder.

1.2 Målsetting for fjordområdene

I notat av 21.10.1970 fra fylkesingeniøren i Telemark ble følgende foreløpige målsetting gitt etter tilråding fra Teknisk utvalg.

"Skienselva og tilstøtende, nære fjordområder brukes inntil videre som resipient for spillvann, men på en slik måte at generelle, almene interesser, fiskeinteresser, naturmiljø m.v. ikke blir skadelidende og at Eidangerfjorden og de øvrige ytre fjordområder samt Frierfjorden, eventuelt deler av denne, kan nyttes og bevares for badeliv og andre rekreasjonsinteresser. Det tas ikke sikte på å nytte Skienselva som drikkevannskilde eller til bading.

Av hensyn til miljøvern, almene interesser, jordbruksinteresser etc. bør bekker og mindre bielver søkes bevart mest mulig i sin naturlige tilstand."

Videre ble følgende krav til vannkvalitet i hovedvassdraget og Frierfjorden spesifisert:

- "1. Vannmassene, vannoverflaten og breddene bør være fri for synlige forurensninger eller avsetninger.
2. Slamansamlinger som følge av tilførte forurensninger bør ikke forekomme.
3. Utvikling av organismer må ikke være så stor at den skaper ulemper ved vannets bruk eller virker sjenerende på annen måte.
4. Belastningen av vannmassene må ikke være slik at det virker nedsettende på vekst og trivsel til de nåværende fiskearter.
5. Vassdraget må ikke tilføres giftige stoffer i slike mengder at det på kort eller lang sikt virker skadelig eller endrende på de biologiske forhold eller virker nedsettende på vannets anvendbarhet forøvrig."

Kvalitetskravene til vannet bør revurderes i løpet av undersøkelsen når bedre kjennskap til fjordsystemet foreligger.

1.3 Område for resipientundersøkelsen

Fjordsystemet som resipientundersøkelsen skal omfatte, er vist på fig. 1. Området strekker seg fra Norsjø ved Skienselva i nord til en ytre grense mot Skagerak i syd, fra Mørjefjorden i øst til Frierfjorden i vest. Tabellen nedenfor viser en foreløpig inndeling av fjordsystemet i hovedområder med tilhørende fjorder.

Områder	Omfatter
Elv og indre fjord	Skienselva nedenfor Norsjø Frierfjorden Vollsfjorden
Midtre fjord	Eidangerfjorden Breviksfjorden Langesundsfjorden Dypningen Gamle Langesund
Østre fjord	Ornefjorden Langangsfjorden Kalven Mørjefjorden Helgerofjorden
Vestre fjord	Åbyfjorden Rognsfjorden
Fjordmunning	Langesundsbukten

1.4 Tidligere undersøkelser

Undersøkelser av forskjellig type og omfang er tidligere blitt foretatt på ulike steder i fjordsystemet. Spesielt er de indre fjordområder blitt viet stor interesse. Oversikt over tidligere undersøkelser er vist i tabell 1. Sammenstilling og bearbeiding av materiale fra tidligere undersøkelser er påbegynt ved NIVA, og vil fortsette over en innledende undersøkelsesperiode på ca. ett år.

For tiden utføres og planlegges varierende typer undersøkelser av blant andre Havforskningsinstituttet i Bergen, Biologisk stasjon i Arendal, og Vassdrags- og Havnelaboratoriet ved Norges tekniske høgskole. Disse undersøkelser vil utvilsomt bidra med verdifulle informasjoner om fjordsystemets egenskaper som resipient. Det forutsettes at resipientundersøkelsen beskrevet i dette forslag, skal samordnes med andre pågående og planlagte undersøkelser.

2. FORMÅL MED UNDERSØKELSEN

1. Beskrive fjordsystemet med hensyn til vannmassenes kvalitet og kvantitet sett i relasjon til generelle bruksinteresser som knytter seg til fjordsystemet.
 - a) Beskrive den alminnelige forurensningstilstand som følge av fjordsystemets bruk som resipient.
 - b) Kartlegge og beskrive spesielle lokale forurensningstilstander.
2. Gi grunnlag for å vurdere hvordan nåværende forurensningstilstander kan utbedres.
3. Gi grunnlag for vurdering av fjordsystemet som resipient i fremtiden.

3. OPPLÈGG AV UNDERSØKELSEN

3.1 Generelt

Resipientundersøkelsen er tenkt utført i tre perioder, hver av ett års varighet. I første periode skal avgjørende parametre for å forstå fjordsystemets egenskaper som resipient, måles. Videre skal ulike typer opplysninger innsamles og bearbeides for å gi en generell beskrivelse av forurensningssituasjonen i dag. Undersøkelser i annen periode skal

forberedes og de nødvendige kontakter og samarbeidsformer med andre institusjoner utredes.

Den første periode skal danne grunnlag for, og bygge opp til, en mer omfattende undersøkelse i annen periode. Gjennom målinger av forureningsparametre i resipienten såvel som i det tilførte avløpsvann skal resipientens utskiftningsmekanismer samt forureningskomponenters spredning, transport og deponering i fjordsystemet kartlegges og i størst mulig grad kvantifiseres. Videre skal forureningskomponentens innvirkning på vannets kvalitet og ulike bruksformål studeres. Lokale forurensninger fra utslipp vil kreve spesialundersøkelser som vil bli utført i løpet av annen og tredje undersøkelsesperiode.

Resipientundersøkelsen er tenkt avsluttet ved tredje periode. For å studere langtidsvariasjoner av avgjørende parametre for fjordområdets egenskaper som resipient, vil målinger bli utført på ulike steder i fjordsystemet gjennom alle tre undersøkelsesperioder.

Feltmålinger skal utføres ved regelmessige tokt til fjordområdene. Enklere målinger og observasjoner vil kunne utføres på stedet. Imidlertid må det regnes med at en betydelig mengde vannprøver og data må analyseres og bearbeides ved NIVA. I tillegg til de regelmessige hovedtokt av NIVA's forskningsbåt, er det ønskelig at mindre tokt kan utføres av båt og mannskap på lokalt hold. Også her vil målinger og analyser måtte utføres på stedet og senere i lokale laboratorier. Disse tokt er tenkt planlagt av NIVA, som også stiller spesielt utstyr til disposisjon.

De generelle forureningsforhold vil bli utredet gjennom alle tre undersøkelsesperioder. Industrieforurensninger vil kreve spesialundersøkelser. I første undersøkelsesperiode skal kommunale utslipp og industriutslipp kartlegges og nødvendig spesialstudier for industriforurensninger forberedes. Avhengig av problemstillingene kan disse undersøkelser bli utført i samarbeid med andre institusjoner. Imidlertid

bør disse studier planlegges i tilknytning til den større resipientundersøkelse for å sikre en rasjonell behandling.

NIVA vil oversende korte statusrapporter med fremdriftsrapport etter første og annen undersøkelsesperiode. Etter tredje periode vil hele resipientundersøkelsen sluttet med en hovedrapport som vil inneholde observasjonsresultater, en vurdering av disse og praktiske konklusjoner.

I det følgende legges frem et program for første undersøkelsesperiode. Undersøkelsesprogram for annen og tredje periode kan på dette tidspunkt bare gis ved generelle retningslinjer, og vil senere settes opp på bakgrunn av erfaringer fremkommet under foregående periode.

3.2 Program for første undersøkelsesperiode

Nedenfor gis en kort oversikt over arbeider som skal utføres i første periode:

- a. Bearbeiding av data fra tidligere studier. Innsamling av rapporter og data fra tidligere studier er allerede for det meste utført. Sammenstilling og bearbeiding av dette materialet er under utførelse.
- b. Generell beskrivelse av bathygrafiske, hydrologiske og meteorologiske forhold. Beliggenhet og dybdeforhold i ulike fjordområder sett i relasjon til ferskvannstilførsel og det åpne sjøområdet i Skagerak, er bestemmende for utskiftningsmekanismene. Særlig betydningsfullt er et godt kjennskap til terskler og trange sund som reduserer utskiftningen og som kan forårsake en akkumulering av forurensninger

i de innenforliggende bassenger. En detaljert kartlegging av dybdeforhold over enkelte terskler vil muligens måtte utføres. Tilstrømmende ferskvann vil blandes inn i de øvre lag i fjordvannet og danne et utstrømmende brakkvannssjikt. Denne bevegelse tar gradvis med sjøvann fra dypereliggende lag og bevirker en kontinuerlig utvasking av forurensninger.

Vannføringer i elver, større bekker og utslipp samt andre tilførsler fra nedbørfeltene til fjordsystemet, må kartlegges. Vind, temperatur, trykk og andre meteorologiske forhold er også betydningsfulle for utskiftning såvel som for vannmassenes reaksjon på ulike forurensninger.

- c. Kartlegging og beskrivelse av utslipp av forurensninger til fjordsystemet. Det tas her sikte på en innsamling av opplysninger om eksisterende utslipp. Av særlig interesse er å kvantifisere mengdetransport av ulike forurensninger til resipienten. Kunnskap om den samlede forurensningstilførsel til resipienten er et nødvendig ledd i en materialbalanse over hele eller deler av fjordsystemet. Slike materialbalanser vil kunne gi verdifulle opplysninger om resipientens evne til å motta og transportere forurensninger. Opplysninger om de enkelte utslippenes avløpsmengde og innhold av forurensninger vil bli innsamlet ved hjelp av spørreskjema til de berørte kommuner og industribedrifter. Det forutsettes at de berørte kommuner kan bidra med innsamling og bearbeiding av opplysninger om utslipp i samarbeid med NIVA. Befaring til enkelte utslippssteder vil sannsynligvis være nødvendig. Spesielle målinger og analyser på utslipp vil bli utført i annen undersøkelsesperiode, men bør forberedes allerede i første periode.

d. Feltmålinger med beskrivelse av spesielle fysiske, kjemiske og biologiske forhold i fjordsystemet. Feltmålinger, som er tenkt utført ved 10 regelmessige tokt til et utvalg stasjoner i fjordsystemet, skal gi opplysninger om den generelle forurensningstilstand i resipienten, sett som et større system. Videre vil avgjørende parametre som beskriver utskiftningen med de utenforliggende fjordområder, registreres for å forstå omfang og hyppighet av ulike utskiftningsmekanismer. Fig. 1 viser hovedstasjonene i fjordsystemet. Det regnes med bruk av forskningsbåten "H.H. Gran", bemannet med fire personer. Hvert tokt vil trenge tre døgn på feltmålinger samt ett døgn i transporttid. Tabellen nedenfor gir en oversikt over måleobservasjoner og analyser.

Analyse	Stasjonstype A	Stasjonstype B
	Antall måledyp	Antall måledyp
Temperatur	15	15
Salinitet	15	15
Oksygen	15	15
pH	1	0
Siktedyp	1	0
Planktontrekk	1	1
Suspendert stoff:		
gløderest	2	0
tørrstoff	2	0
Løst stoff:		
org. carbon	2	0
Total fosfor	2	0
Ortofosfat	2	0
Total nitrogen	2	0
Nitrat	2	0

Målinger av stasjonstype A vil foregå på 3 stasjoner, mens stasjonstype B utgjør 19 stasjoner.

Ved enkelte tokt vil det være ønskelig å ta prøver for å analysere på varierende typer av forurensninger, f.eks. syntetiske organiske kjemikalier, ammonium, tungmetaller etc.

De innsamlede måleobservasjoner og data vil bli kontinuerlig bearbeidet ved NIVA. Det antas at omfattende bruk av EDB vil være nødvendig.

- e. Feltmålinger og analyser utført med båt og mannskap på lokalt hold. Disse tokt som skal foregå i Skiensselvas nedre del og Frierfjorden, er tenkt utført ca. 20 ganger i løpet av første periode. Målingene vil omfatte temperatur, salinitet, oksygen, siktedyp og seston-filterprøver. Målingene vil kunne utføres for det meste på stasjonene og bare kreve enkle laboratorieanalyser. Spesielt utstyr vil bli stilt til disposisjon av NIVA. Kostnadene til feltarbeide foreslås dekket lokalt.

For å kunne bedømme mengden av frafiltrerbar substans i overflatevannet, er det ønskelig at det opprettes tre stasjoner for seston-filterprøver. Disse stasjoner, med tilnærmet daglig prøvetaking, vil være plassert ved utløpet av Norsjø, i Skiensselva og i Frierfjorden. Det antas at disse observasjoner kan utføres av folk på stedet.

Måleobservasjonene må innsamles for videre bearbeiding ved NIVA.

f. Generell beskrivelse av den nåværende forurensningstilstand.

Nødvendige opplysninger vil her gradvis bli innsamlet gjennom befaringer og regelmessige tokt med forskningsbåt. (Se pkt. d) De biologiske feltundersøkelser vil bli konsentrert om forholdene i de bentiske organismsamfunn i gruntvanns- og strand-områdene. Det vil også bli samlet inn prøver som kan belyse organismelivet i de frie vannmasser. Materialet vil bli bearbeidet etter behov, vurdert ut fra resultatene fra seston-observasjoner (se pkt. e).

Detaljerte faunistiske undersøkelser av bunnfauna og zooplankton vil kunne gi nyttige opplysninger. Likeledes bør de fiskeribiologiske forhold undersøkes. Studier av fauna, zooplankton og fiskeribiologiske forhold bør utføres i samarbeid med andre institusjoner og bør påbegynnes i første periode.

De biologiske befaringer vil kreve assistanse fra båt og mannskap på lokalt hold.

g. Inventering av vassdragsforhold og vegetasjon ved bruk av infrarød fargefilm. Klorofyllholdige planter er gode infrarød-reflektorer. Dette faktum gjør det mulig å fotografere vegetasjon i det øvre vannlag med god separasjon fra omgivelsene. I første periode planlegges fotografering av deler av fjordområdet.

h. Laboratorieundersøkelser. Eksperimentelle metoder for å vurdere vannkvaliteten ved hjelp av vekstreaksjoner i algekulturer vil bli utført for å belyse eutrofieringspåvirkninger og giftpåvirkninger. Studier av giftvirkninger på fisk vil bli planlagt i samarbeid med andre institusjoner.

- i. Skaffe oversikt over nåværende og fremtidige tekniske tiltak som knytter seg til bruk av fjordsystemet som resipient.

Dette må skaffes til veie av lokale tekniske etater. Denne oversikt vil eventuelt danne grunnlag for spesielle undersøkelser i annen periode.

- j. Bearbeiding av datamateriale, planlegging av annen undersøkelsesperiode samt utarbeidelse av fremdriftsrapport.

3.3 Annen undersøkelsesperiode

Innsamling av opplysninger av generell karakter vil være av mindre omfang i annen periode sammenliknet med første. Imidlertid vil innsamling av spesielle opplysninger knyttet til lokale forurensningssituasjoner, få større betydning. Måling og beskrivelse av spesielle fysiske, kjemiske og biologiske parametre i resipienten såvel som i utslippene, vil sannsynligvis kreve både økt toktvirksomhet såvel som mer omfattende analysearbeid. Kartlegging av transport og spredning av enkelte forurensninger i fjordsystemet er videre planlagt. Bearbeiding og beregninger i forbindelse med innsamlet datamateriale vil være av stor betydning i annen periode.

I annen periode er det planlagt egne undersøkelser i tilknytning til spesielle forurensningsforhold. Nødvendighet og omfang av slike spesialundersøkelser kan ikke angis på nåværende tidspunkt. Blant mulige spesialstudier kan nevnes

- Undersøkelse av strømforhold i Skienselva, trange sund og lokale områder i fjorder etc.
- Studier av bunnsedimenter, sedimenttransport og avlagring.
- Studier av spesielle forurensningskomponenter, deres transport, spredning og akkumulering i fjordsystemet samt innvirkning på bruksinteresser.
- Videreføring av biologiske undersøkelser.

3.4 Tredje undersøkelsesperiode

Feltmålinger og analyser er tenkt utført i omtrent samme omfang som i første periode. I tillegg til bearbeiding og beregninger i forbindelse med datamaterialet, vil utarbeiding av sluttrapport spille en dominerende rolle i tredje periode.

4. SAMMENFATTENDE KOSTNADSOVERSLAG

Nedenfor sammenstilte omkostninger er for første periode beregnet etter kostnadsnivå mars 1971. Kostnadene gitt for annen og tredje periode, er basert på antagelser og må beregnes nærmere etter henholdsvis første og andre periode.

Første periode (1 år):

a.	Bearbeide data fra tidligere studier	kr.	15.000,-
b.	Generell beskrivelse av bathygrafiske, hydrologiske og meteorologiske forhold	"	10.000,-
c.	Kartlegge og beskrive utslipp av forurensninger til fjordsystemet	"	20.000,-
d.	Feltmålinger med beskrivelse av spesielle fysiske, kjemiske og biologiske forhold i fjordsystemet: Utgifter ved båt, måleutstyr og mannskap	kr.	212.000,-
	Utgifter ved analyser	"	<u>50.000,-</u>
		"	262.000,-
e.	Feltmålinger og analyser utført av båt og mannskap på lokalt hold	"	
f.	Gi generell beskrivelse av den nåværende forurensningstilstand	"	40.000,-
g.	Studier av forurensningsvirkninger på høyere akvatisk vegetasjon ved bruk av infrarødfargefilm	"	5.000,-
h.	Laboratoricundersøkelser	"	25.000,-
i.	Skaffe oversikt over nåværende og fremtidige tekniske tiltak som knytter seg til bruk av fjordsystemet som resipient	"	5.000,-
j.	Bearbeiding av datamateriale, planlegging av annen undersøkelsesperiode samt utarbeiding av fremdriftsrapport	"	<u>30.000,-</u>

Totale kostnader: Kr. 412.000,-

Annen periode (1 år):

Antatte omkostninger

ca. Kr. 500.000,- - Kr. 600.000,-
=====

De spesialstudier som er antydnet i programmet, hvor på nåværende tidspunkt nødvendighet og omfang ikke kan angis, er ikke tatt med i ovenfor antatte kostnader.

Tredje periode (1 år):

Antatte kostnader

ca. Kr. 400.000,- - Kr. 500.000,-
=====

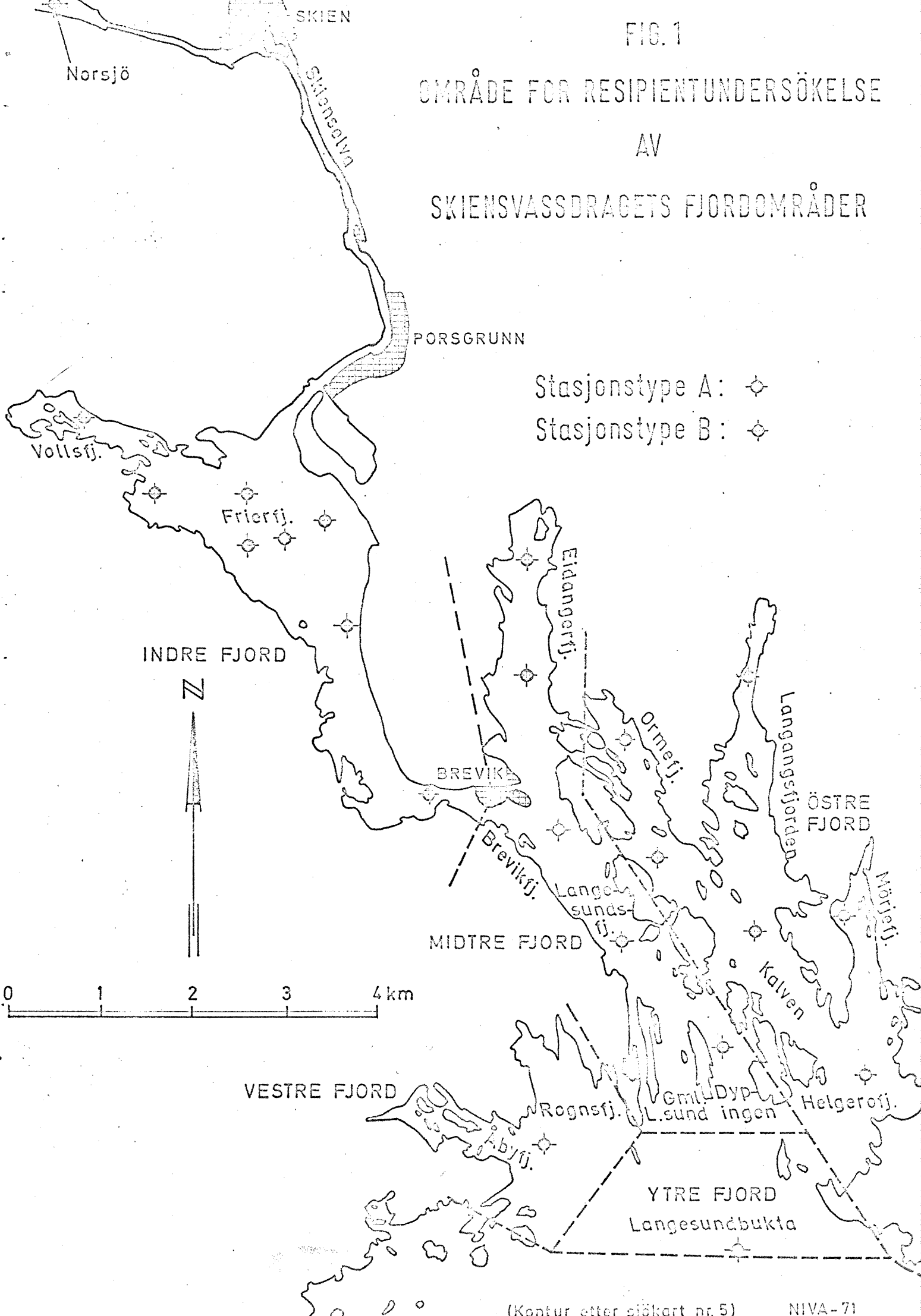
Omkostninger over tre undersøkelsesperioder anslås til

1.3 - 1,5 millioner kroner.
=====

Spesialstudier i annen periode vil kunne øke de totale utgifter noe.

FIG. 1

OMRÅDE FOR RESIPIENTUNDERSØKELSE
AV
SKIENSVASSDRAGETS FJORDOMRÅDER



Tabell 1. Oversikt over tidligere undersøkelser.

Målinger utført:

HJORT, Johan, and Gran, E.H.: Hydrographic-Biological Investigations of the Skagerak and the Christiania Fiord. Christiania 1900. Rep.Norw.Fishery Mar. Invest. I 1900 No. 2.	1898
HJORT, Johan, and Dahl, Knut: Fishing Experiments in Norwegian Fjords. Christiania 1900. Rep.Norw. Fishery Mar.Invest. I 1900.	1897
DANNEVIG, Alf: The Propagation of our Common Fishes during the Cold Winter 1924. Oslo 1930. Rep. Norw.Fishery Mar.Invest. III No. 9/10.	1924
STRØM, K.M.: Landlocked Waters. Oslo 1936. Skr. Norske Vidensk.-Akad.Mat.Natv.klasse No. 7.	1933
KIELLAND, J.: Momenter vedrørende plassering av anlegg for utvinning av kali fra sjøvann belyst ved alternativet Frierfjorden. Herøya 1952.	1952
NORSK HYDRO: Vannprøver fra Frierfjorden. Norsk Hydro 1963.	1956 - 1963
NORSK INSTITUTE FOR VANNFORSKNING: Undersøkelse av forurensning av Skienselva, Frierfjorden og Eidangerfjorden 1960. NIVA 0 - 190. Blindern 1961.	1960
NORSK HYDRO: Vannprøver fra Gunneklevfjorden. Herøya 1961.	1961
BRÆKKEN, Arild: Hydrografiske undersøkelser i Frierfjorden. Hovedfagoppgave i geografi (limnologi). Univ. i Oslo 1966 II.	1961 - 1962

- NORSK HYDRO: Vannprøver fra Frierfjorden. 1962 -
Norsk Hydro 1965. 1965
- NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Utslipp av sotvann
i Frierfjorden. -
NIVA 0 - 122/64. Blindern, 1965.
- NORSK HYDRO: Undersøkelse av cyanidforurensninger i 1964
Frierfjorden 1964.
Herøya 1964.
- NORSK HYDRO: Undersøkelse av sotavleiring, Frierfjorden. 1965
Herøya 1965.
- VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET VED NTH: Hydrografiske 1965
undersøkelser i Frier- og Langesundsfjorden.
Trondheim 1965, Oppdragsnr.: 600235.
- NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Giftighet av PVC- -
produkter overfor fisk. Del I.
NIVA 0 - 85/66. Blindern 1966.
- NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Giftighet av PVC- -
produkter overfor fisk. Del II.
NIVA 0 - 85/66. Blindern 1970.
- VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET VED NTH: Data fra 1966 -
Frierfjorden. 1967
Trondheim 1967.
- VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET VED NTH: Utvidelse av 1966
skipsleden i Frier- og Langesundsfjorden.
Trondheim 1966. Oppdragsnr.: 600262.
- NORSK HYDRO: Vannprøver i Frierfjorden. 1966 -
Norsk Hydro 1967. 1967
- VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET VED NTH: Kjølevannsanlegg. 1967
Delrapport nr. 1. Hydrografiske undersøkelser
i Frierfjorden 22. - 26. mai 1967.
Trondheim 1967. Oppdragsnr.: 600306.

- VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIE VED NTH: Kjølevannsanlegg. Delrapport nr. 2. Hydrografiske undersøkelser i Frierfjorden og Langesundsfjorden 16. - 18. aug. 1967. 1967
Trondheim 1967. Oppdragsnr.: 600306.
- NORSK HYDRO: Oversikt over utslipp. 1969
Norsk Hydro 1969.
- NÆRINGSMIDDELMONTROLLEN, PORSGRUNN: Undersøkelse av 1969
Eidangerfjorden. Sommeren 1969.
Porsgrunn 1969.
- NORSK HYDRO: pH i Frierfjorden - Gunneklevfjorden og 1970
Porsgrunnselven.
Herøya 1970.