

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O - 105/70

DEL 2

AULIVASSDRAGET OG TØNSBERGFJORDEN

Forslag til undersøkelsesplan

Saksbehandler: Cand.real. E.T. Gjessing

Medarbeider: Siv.ing. Hans Munthe-Kaas (Fjordundersøkelsene)

Rapporten avsluttet: Oktober 1970

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	3
1. INNLEDNING	5
1.1 Bakgrunn, mål og muligheter	5
1.2 De fremlagte forslag	5
2. AULIVASSDRAGET OG ØVRIGE TILLØP	7
2.1 Generelt	7
2.2 Registrerende undersøkelser	8
2.2.1 Oversikt over produksjons- og driftsmetoder for den del av jord- og skogbruket som grenser til vassdraget	8
2.2.2 Oversikt over disponering av kloakkvann og avfall fra husholdning	8
2.2.3 Oversikt over alle typer industri og servicevirksomheter	9
2.3 Feltundersøkelser	9
2.3.1 Omkostningsoverslag - undersøkelser av Aulivassdraget og øvrige tilløp	10
3. TØNSBERGFJORDEN	11
3.1 Generelt	11
3.2 Fjordområdet tilstand	13
3.3 De bestemmende faktorer	13
3.4 Undersøkelsene	14
3.4.1 Omfang	14
3.4.2 Opplegg og omkostningsoverslag	14
4. SAMMENDRAG	17
	Side:
BILAG 1. FJORDENS TILSTAND	1 - 4
BILAG 2. DE BESTEMMENDE FAKTORER FOR FJORDENS TILSTAND	1 - 3
BILAG 3. ORIENTERING OM ARBEIDSPROGRAMMENE FOR FJORD- UNDERSØKELSENE	1 - 4
FIGUR 1. KARTSKISSE OVER TØNSBERGFJORDEN	12
TABELL 1. SAMMENFATNING AV HOVEDPLAN FOR FJORDUNDERSØKELSENE	15
TABELL 2. UTKAST TIL HOVEDPLAN FOR FJORDUNDERSØKELSENE	16

## F O R O R D

Å gjennomføre en resipientundersøkelse av Tønsbergfjorden og vassdragene i fjordens nedbørfelt er en stor og vanskelig oppgave. Ved behandling av forurensningsproblemer er det nødvendig å ha helheten for øye. Vassdrag og fjord utgjør sammenhengende ressurser, og bør forvaltes og brukes i overensstemmelse med dette.

Metodene vi har i dag, er forholdsvis gode når det gjelder analyser og beskrivelse av forurensningsvirkninger. Men ennå mangler vi i stor utstrekning forutsetninger for kvantitativt å uttrykke sammenhengen mellom virkning i resipienten og belastningens mengde og variasjon. Det er en forskningsmessig oppgave å bringe dette problem nærmere sin løsning.

Forslaget til resipientundersøkelse som her legges frem, må sees på en slik bakgrunn. Det er nødvendig å komme igang med omfattende undersøkelser for etter hvert å kunne forstå situasjonen, følge utviklingen og bedømme virkningen av tiltak som settes ut i livet. Undersøkelsen må til enhver tid sees i sammenheng med de problemer man tar sikte på å løse; det er derfor nødvendig med en bred kontakt mellom de instanser som kan peke ut kortsiktige og langsiktige mål for arbeidet med forurensningsproblemene i denne del av Vestfold fylke.

Omfanget av undersøkelsen bør avpasses etter de utnyttelsesmåter som kan være aktuelle for vannforekomstene, og forslaget til undersøkelsesprogram bør i sin nåværende form først og fremst betraktes som et diskusjonsgrunnlag.

Ved en eventuell undersøkelse av Aulivassdraget og Tønsbergfjorden kan NIVA derfor ikke binde seg til å gjennomføre arbeidet helt etter dette programforslag. Likeledes er det i dag vanskelig å sette en konkret tidsramme for gjennomføring av undersøkelsen, da det er bestemt av en rekke praktiske forhold - ikke minst i forbindelse med feltarbeidet - og samtidig at arbeidet må innpasses i vår øvrige virksomhet.

I forbindelse med dette forslag om relativt omfattende feltundersøkelser, vil vi gjerne nevne at en rekke praktiske tiltak allerede i dag kan påbegynnes med utgangspunkt i den foreliggende kjennskap til resipientforholdene. Mange tiltak kan gi en betydelig bedring i vassdrag og fjord, og det vil ikke være riktig å utsette dem i påvente av en ny undersøkelse.

Blindern, 16. november 1970

Kjell Baalsrud  
Instituttssjef

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn, mål og muligheter

I notat av 8. juni 1970 har Auliprosjektets sekretær, siv.ing. N. Kaltenborn, gitt en beskrivelse av bruksinteresser i Aulivassdraget og Tønsbergfjorden og formulert en del spørsmål om disse vannforekomster som NIVA ble bedt om å gi svar på.

I vår rapport O-105/70, Del 1: "Aulivassdraget og Tønsbergfjorden. En vurdering av forholdene på grunnlag av eksisterende informasjon", har vi gitt svar på en del av disse spørsmål. For enkelte av spørsmålenes vedkommende er imidlertid den eksisterende informasjon mangelfull, og i vår rapport har vi fremhevet nødvendigheten av betydelig mer kunnskap om de hydrologiske, hydrografiske og biologiske forhold i Tønsbergfjorden og Aulivassdraget for å tilrettelegge en hensiktsmessig utnyttelse i fremtiden. Selv om vi har foreslått en del konkrete tiltak som allerede på det nåværende tidspunkt kan igangsettes, er det mange forhold som det er nødvendig å få belyst, slik at man med så små investeringer som mulig kan beskytte disse vannforekomster mot eutrofiering og andre forurensningsvirkninger.

Forslagene til undersøkelsesplaner for Aulivassdraget og Tønsbergfjorden, som gitt nedenfor, tar sikte på å skissere hva vi mener bør bringes frem av kunnskaper om disse vannforekomstene for på best mulig måte å kunne styre utviklingen. Dessuten antydes det hva en slik undersøkelse vil koste.

### 1.2 De fremlagte forslag

I Del 1 er det gjort klart at Aulivassdraget på flere strekninger har nådd uakseptable tilstander. Både av hensyn til Tønsbergfjorden og av hensyn til vassdraget selv er det nødvendig å prøve å redusere tilførselen av plantenæringsstoffer, som er en forurensningspåvirkning med avgjørende betydning for forholdene.

De undersøkelser som er foreslått, tar sikte på å bedømme de ulike forurensningsfaktorer og å vurdere tiltak som kan bedre tilstandene i vassdraget.

Selv om Aulivassdraget ikke antas å ha noen betydelig rekreasjonsinteresse, bør, etter vår oppfatning, siktepunktet være å bestrebe seg mot en tilstand som er minst mulig preget av sivilisatoriske virksomheter.

Siktepunktet bør være å prøve å lokalisere flest mulig av forurensningsbidragene, idet vi antar at jordbruket og virksomheten som følger med, spiller en vesentlig rolle i denne sammenheng. Vi regner med at disse undersøkelser vil strekke seg over ett år og koste ca. kr. 142.000,-, forutsatt at oppdragsgiver kan fremskaffe opplysninger om aktivitetene i nedbørfeltet.

Undersøkellesplanen tar ikke sikte på å være et detaljert arbeidsprogram. Hensikten har vært å angi i hovedtrekkene hvilken informasjon som er ønskelig og nødvendig, hvordan vi mener den best kan fremskaffes og omkostningene forbundet med dette arbeidet.

En mer differensiert arbeidsplan vil måtte baseres på en forundersøkelse som i hovedsaken vil omfatte inngående befaringer av vassdraget. Et slikt forprosjekt er innarbeidet i omkostningsoverslaget.

Vi vil fremheve at forurensningssituasjonen i Aulivassdraget er komplisert og på mange måter skiller seg ut fra forholdene andre steder i landet. Det er derfor ikke mulig på det nåværende tidspunkt å forutsi om de resultatene som oppnås, vil være fullgode for praktiske konklusjoner.

Tønsbergfjorden er lite undersøkt. Man vet at forholdene i deler av indre fjord er utilfredsstillende, og ettersom fritids- og rekreasjonsinteressene anses å være av stor betydning i området, er det nødvendig med økt kunnskap om fjordsystemet for på best mulig måte å utnytte Tønsbergfjorden som ressurs-, trivsels- og naturelement.

Den informasjon som er tilgjengelig om fjorden, er på enkelte punkter mindre mangelfull enn for Aulivassdraget. Det har derfor vært mulig å utarbeide et noe mer detaljert undersøkelsesprogram for disse vannforekomster. Siktepunktet for denne undersøkelse er, gjennom informasjonsinnsamling og vurderinger, å gi en oversikt over hvilke tiltak som må treffes for å sikre en tilfredsstillende tilstand i fjorden på kortere og lengre sikt.

Den kunnskap som foreligger om Tønsbergfjorden, er likevel ikke tilstrekkelig til å lage en endelig undersøkelsesplan - og følgelig et konkret

kostnadsoverslag. I den plan som er gitt, har vi foreslått en undersøkelsesperiode på to år. Omkostningene vil til dels være avhengige av fjordsystemets kompleksitet med hensyn til visse fenomener, men også i stor grad av hvor presise informasjoner man etter nærmere drøftelser finner nødvendige. Etter vår oppfatning bør undersøkelsene minst være såpass omfattende at et investeringsnivå på nærmere en halv million kroner blir nødvendig. En innsats utover dette minimum bør imidlertid også vurderes nøye.

I dette omkostningsoverslag er ikke inkludert utgiftene forbundet med teknisk-økonomiske vurderinger av aktuelle tiltak.

## 2. AULIVASSDRAGET OG ØVRIGE TILLØP

### 2.1 Generelt

Aulivassdraget er sterkt belastet med forurensninger, og, som fremholdt i vår rapport, er ytterligere tilførsel av næringssalter og andre forurensninger uønsket. Videre undersøkelser bør ta sikte på å:

- 1) Lokalisere flest mulige av forurensningskildene til vassdraget.
- 2) Vurdere betydningen av de ulike forurensningsbidrag.
- 3) På grunnlag av disse opplysninger foreslå konkrete tiltak som kan redusere ulempene.

Som tidligere nevnt (Rapport 0-105/70, Del 1), er det høye innhold av plantenæringsstoffer dels betinget av den intensive jordbruksdrift i nedbørfeltet og dels av andre og naturlige årsaker. Store deler av området er dekket av marin leire og glasimarine israndavsetninger. Hensikten med undersøkelsene vil i første rekke bli å vurdere jordbrukets rolle i denne sammenheng, men vil også omfatte vurdering av andre forurensningskilder.

En betydelig del av undersøkelsesprogrammet omfatter en kartlegging av de aktiviteter som er skissert i Del 1 (side 5 - 9). Det meste av denne informasjon er allerede tilgjengelig, og det program som er foreslått nedenfor, er basert på oppdragsgivers assistanse når det gjelder denne kartlegging. Videre er det behov for en omfattende kjennskap til vassdraget

som biologisk system. Dette kan bare skaffes tilveie gjennom direkte undersøkelser.

Undersøkelsene bør, foruten hovedelvene i Aulivassdraget med de tilløp som kan tenkes å være av betydning, omfatte Vellebekken og andre mindre tilløp til Tønsbergfjorden. Dessuten er det, av hensyn til bedømmelsen av fjordens situasjon, nødvendig med en kartlegging av kloakk og industriavfallsvann som føres direkte ut i fjorden fra Tønsberg by og de andre tettbebyggelser.

## 2.2 Registrerende undersøkelser

Vi vil foreslå at oppdragsgiver skaffer til veie følgende informasjoner:

### 2.2.1 Oversikt over produksjons- og driftsmetoder for den del av jord- og skogbruket som grenser til vassdraget

- a) Antall siloer og plassering av disse i forhold til vassdraget. Mengde av fôr.
- b) Mengde natur- og kunstgjødsel.
- c) Mengde og type plantevernmidler.
- d) Forbruk av lut i forbindelse med halmluting.
- e) Disponering av barkavfall.
- f) Disponering av sagbrukavfall.
- g) Forbruk av beiset korn.
- h) Antall dyr (storfe, småfe, fjærkre).
- i) Kvantum lagret olje.

### 2.2.2 Oversikt over disponering av kloakkvann og avfall fra husholdning

- a) Plassering av søppelfyllinger.
- b) Kapasitet og plassering av septiktanker.
- c) Husholdninger uten septiktanker.
- d) Leiligheter/personer i ulike deler av nedbørfeltet.

Det er viktig at disse opplysninger ikke gis summarisk, men er mest mulig detaljert.



### 2.2.3 Oversikt over alle typer industri og servicevirksomheter

Særlig viktig i denne sammenheng er f.eks. meieri, slakteri, treforedling, galvanisk industri, vaskeri, møllevirksomheter og reguleringen av vassdraget. Stedsangivelse av alle industribedrifter med produksjonsprogram, antall ansatte og eventuelt vannforbruk, er ønskelig.

### 2.3 Feltundersøkelser

For å få en oversikt over direkte utslipp til vassdraget, vil det være nødvendig med en inngående befaring av områdene. Dette vil for deler av vassdraget best kunne gjøres fra båt. En slik kartlegging av synlige utslipp av forurenset vann bør foretas av en kjemiker og en biolog i fellesskap, og vi vil anta at et fire-dagers tokt vil være tilstrekkelig.

Basert på denne oversikt over utslipp til vassdraget og på grunnlag av de opplysninger som oppdragsgiver forutsettes å fremskaffe, bør det gjennomføres et prøvetakingsprogram som tar sikte på å vurdere betydningen av de ulike forurensningsbidrag. Et slikt prøvetakingsprogram bør omfatte både biologiske og kjemiske prøver. Biologiske prøver bør innsamles minst to ganger i løpet av undersøkelsesperioden som vi antar vil ta ca. ett år. I løpet av denne tiden bør det innsamles minimum 16 prøveserier for kjemisk analyse. Fire av disse prøveinnsamlinger bør foretas som såkalte "døgntokt". Dette går ut på at man i løpet av 24 timer samler inn prøver så ofte som praktisk mulig, og analyserer prøvene i et mobilt feltlaboratorium. En slik fremgangsmåte har den fordel at man kan få et inntrykk av døgnvariasjonene, og dessuten at man gis en mulighet til å vurdere resultatene etterhvert. Derved kan opplegget justeres etter erfaringene som blir høstet.

De undersøkelsene som skal klarlegge de biologiske forhold i vassdraget, bør i tillegg til det som er nevnt ovenfor, omfatte vegetasjonsundersøkelser, fiskeribiologiske undersøkelser og eksperimentelle biologiske undersøkelser.

De hydrologiske forhold må kartlegges. Vannføringen måles i undersøkelsesperioden. I tillegg til den målestasjon som allerede er i drift i vassdragets nederste del, vil det være ønskelig med to målestasjoner for vannføring; én i Storelva og én i Merkedamselva.

Vi antar at det ikke vil være nødvendig med en egen stasjon for måling av nedbøren i nedbørfeltet, idet de nedbørstasjoner som Det norske meteorologiske institutt har ved Råve (vest for Holmestrand) og ved Håkavik (ved Eikern), vil gi tilstrekkelige informasjoner.

2.3.1 Om kostningsoverslag - undersøkelse av Aulivassdrage  
og øvrige tilløp

Vi vil anta at omkostningene kommer til å fordele seg hovedsakelig slik:

4 dagers befaring (kjemiker og biolog)	Ca. kr.	5.000,-
4 "døgntokt" med analysering i feltlab.	" "	22.000,-
12 rutinetokt	" "	15.000,-
Analyseutgifter ved NIVA's sentrallab.	" "	25.000,-
Vurdering av problemet med giftstoffer	" "	5.000,-
Fiskeribiologiske undersøkelser	" "	10.000,-
Vegetasjonsundersøkelser	" "	5.000,-
Eksperimentelle biologiske undersøkelser	" "	18.000,-
Bearbeiding av biologiske prøver	" "	5.000,-
Bearbeiding av data, rapport- og trykningsutg.	" "	25.000,-
Undersøkelse av kloakkvann	" "	4.000,-
Undersøkelse av industriavløp	" "	<u>3.000,-</u>
Til sammen:	Ca. kr.	142.000,- =====

Alle tall er basert på omkostningsnivået i 1970.

Som tidligere nevnt (O - 105/70, Del 1), er jordbrukets rolle når det gjelder forurensning av vassdrag lite undersøkt her i landet. Det pågår for tiden en del prosjekter som vil øke vår kunnskap på dette felt. Vi kan imidlertid ikke på det nåværende tidspunkt forutsi i hvilken grad det undersøkelsesprogram som er antydnet ovenfor, vil kunne gi sikre konklusive resultater om alle aktuelle forurensningsproblemer i området.

Vi forbeholder oss retten til å justere dette program dersom det skulle vise seg fruktbart for undersøkelsen.

### 3. TØNSBERGFJORDEN

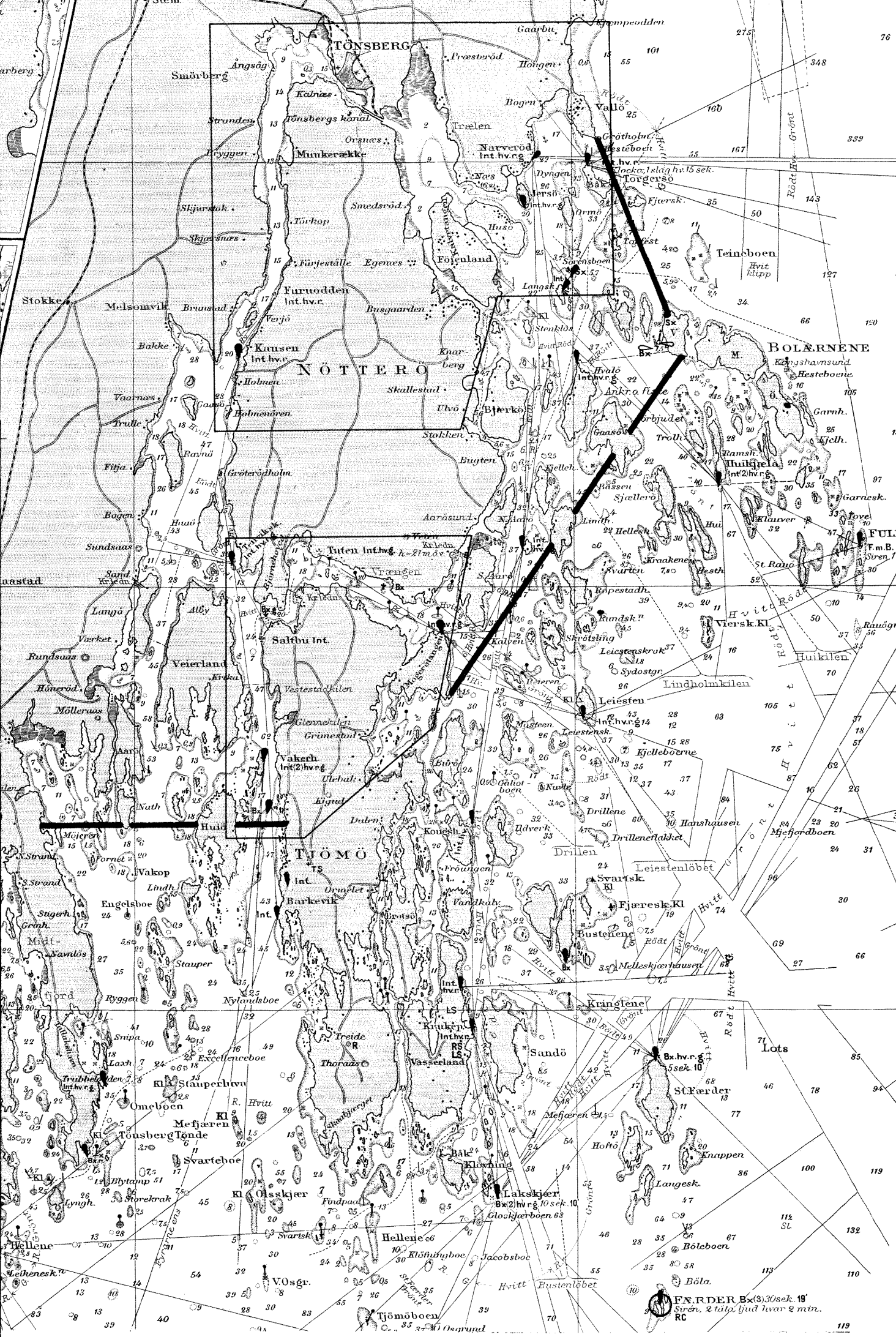
#### 3.1 Generelt

Følgende formål er satt opp for fjordundersøkelsene:

1. Å kartlegge fjordområdets nåværende forurensningsstilstand.
2. Å finne frem til de naturlige og sivilisatoriske faktorer som i første rekke er bestemmende for fjordområdets forurensnings-situasjon.
3. Å utvikle, så langt det lar seg gjøre, et beregningsopplegg som kvantitativt kan vise hvordan de enkelte faktorer innvirker på fjordområdets tilstand.
4. Å gi en oversikt over hvordan de enkelte faktorer i praksis kan forandres - og på denne basis fremlegge alternative forslag med hensyn til praktiske enkelttiltak og kombinasjoner av slike for å sikre fjordområdets kvalitet på kortere og lengre sikt.
5. Å vurdere og beregne disse alternativer med hensyn til tekniske aspekter, økonomi, virkning i fjorden og nytteverdi/omkostningsrelasjoner.

Det geografiske begrep "Tønsbergfjorden" som finnes i oppdragets tittel, synes ikke nærmere definert tidligere, og fremgår ikke av de offisielle kart. Vi foreslår at hele det fjordområde som i forurensningsmessig henseende kan ventes å være mer eller mindre påvirket av tilførselene fra Tønsbergs byområder - vist i figur 1 -, blir inkludert i utredningsområdet. En vesentlig begrunnelse for denne vide ramme er, at selv om utredningsområdet blir begrenset til de sterkest belastede og mest sårbare fjordpartier (strekningen Verjøsundet - Husø), vil måleområdet likevel måtte strekke seg fra området sør for Natholmen i sørvest til Bolærne i øst.

I de etterfølgende avsnitt er "fjorden" brukt som betegnelse for hele dette område, mens "indre fjord" betegner strekningen Verjøsundet - Husø og "ytre fjord" resten av området.



TJØNSBERG

NÖTTERØ

BOLÆRNE

TJØMØ

FARNERDE Bx(3)30sek. 19'  
Stræk. 2 til 1/2 lund hvor 2 min.  
RC

### 3.2 Fjordområdetets tilstand

I indre fjord er det i tidens løp foretatt noen undersøkelser som bidrar til å gi et bilde av forholdene. 1)

Det er ingen tvil om at den rådende tilstand i indre fjord er lite tilfredsstillende. I de nevnte skrifter gis det beskrivelser av forurensningsvirkninger som er meget fremtredende. Noen samlet oversikt over hvilke uheldige forhold som gjør seg gjeldende, finnes ikke.

Nedenfor er det gitt en liste over de uønskede forurensningsvirkninger som er omtalt, eller som man må vente å finne i indre fjord - og til dels også i ytre fjord. En nærmere omtale av disse er gitt i Bilag 1.

- Redusert siktedyp i vannet.
- Flytematerialer.
- Slam- og gjørmedannelse.
- Sedimentdannelse.
- Luktpåvirkning.
- Saprobiering.
- Eutrofiering.
- Oksygenmangel
- Fiskeribiologiske konsekvenser.
- Hygieniske konsekvenser.

### 3.3 De bestemmende faktorer

En rekke naturlige og sivilisatoriske faktorer har innflytelse på fjordens forurensningssituasjon. Noen av de viktigste er oppført i nedstående liste og nærmere omtalt i Bilag 2.

---

#### Fotnote 1)

Bl.a.: ROM, Anne-Marie, 1957: En undersøkelse av fytoplanktonet i fjordarmen rundt Tønsberg fra september 1955 til september 1956.

Hovedfagsoppgave i Marin botanikk ved Universitetet i Oslo, våren 1957.

NIVA O - 38/62: Hydrobiologiske undersøkelser i resipienter ved Tønsberg. Norsk institutt for vannforskning 1966.

Topografiske forhold.  
Hydrologiske forhold.  
Meteorologiske forhold.  
Vannstandsendringer.  
Vannutskiftning.  
Tilførsel av forurensningskomponenter.  
Sedimentering.

### 3.4 Undersøkelsene

#### 3.4.1 Omfang

Formålet med fjordundersøkelsene er angitt i kapittel 1. Mange enkeltundersøkelser må gjennomføres for å nå dette mål. Det er i dag ikke mulig med sikkerhet å si hvor mange - og hvor omfattende - de enkelte undersøkelser bør bli, hvor lang tid de må ta eller hvor meget de vil koste.

Hva tidsfaktoren angår, er vår foreløpige antakelse at en aktiv undersøkelsesperiode på et par år vil være nødvendig og tilstrekkelig.

Hvor mange undersøkelser som må til, og hvor grundige disse skal være, er innen visse grenser et skjønsspørsmål. Generelt gjelder det selvfølgelig at jo mer omfattende og grundig undersøkelsene legges opp, desto mer vil de koste i penger og kanskje også i tid. Men samtidig - desto sikrere konklusjoner vil man få - med de bedre muligheter dette innebærer til optimalisering av tiltakenes nytteverdi/omkostnings-relasjoner. Og dessuten - desto mindre er risikoen for at fordyrende og forsinkende tilleggundersøkelser skal bli nødvendige.

Vi har valgt å sette opp en hovedplan for undersøkelsene som innebærer valgmuligheter innen vide rammer. Innenfor disse rammer vil undersøkelsene kunne føre frem til de angitte mål. Hvor stor innsatsen skal være, bør i størst mulig grad være klarlagt før undersøkelsene kommer i gang, men kan i en viss utstrekning også vurderes etterhvert. Det antas i denne forbindelse hensiktsmessig å fastsette rammen for ett år i første omfang.

#### 3.4.2 Opplegg og omkostningsoverslag

En oversikt over de undersøkelser som vi pr. i dag mener bør inngå i et hovedopplegg for fjorden, er gitt i tabell 2 i form av en tentativ tids- og omkostningsoppstilling. En inndeling er her foretatt mellom de undersøkelser som vi foreløpig anser nødvendige og de som vi mener er ønskelige.

For hver undersøkelse er en omkostningsramme angitt, hvor laveste tall representerer en minimumsinnsats og høyeste tall den innsats vi ut fra dagens forutsetninger vil anbefale. Både tids- og omkostningsrammen forutsettes revurdert etter erfaringer fra første års undersøkelse.

Den samlede omkostning er kalkulert til å beløpe seg til minimum kr. 375.000 - 540.000, avhengig av om visse angitte spesialundersøkelser er nødvendige. I dette beløp er ikke inkludert omkostninger forbundet med teknisk-økonomiske vurderinger av aktuelle tiltak, som vi foreløpig ikke kan kalkulere.

En innsats ut over dette minimum bør likevel vurderes. Vår foreløpige anbefaling er en innsats på ca. kr. 725.000 eller kr. 990.000, såfremt visse spesialundersøkelser blir nødvendige. Grunnlaget for disse angivelser kan sammenfattes slik:

Tabell 1. Sammenfatning av hovedplanen for fjordundersøkelsene.

	1. år 1000 kr.	2. år 1000 kr.
Sikre nødvendige undersøkelser	175 - 355	200 - 310
Mulige " "		165 - 265
Ønskelige tilleggsundersøkelser	20 - 20	30 - 40
Ukalkulerte sikkert nødvendige unders.	Teknisk-økonomiske vurd.tiltak	

Alle tall er basert på omkostningsnivået i 1970. De nominelle beløp vil kunne reduseres en del hvis kommunene/fylket stiller båt og arbeidshjelp til disposisjon i betydelig utstrekning, men dette vil på grunn av arbeidets spesielle art, neppe representere en rasjonell ressursutnyttelse. Det bør spesielt vurderes hvordan et samarbeid mellom institusjonen og personer (f.eks. ved universitetene) som arbeider med de aktuelle fagområder, kan utvikles for å gi en eventuell undersøkelse det beste innhold og gjennomføring.

Opplegget antas å være gjennomført i løpet av en toårs-periode. Ett år etter avsluttet feltarbeid vil medgå til bearbeiding og rapportutarbeidelse. Kalkylene må anses å være relativt pålitelige for første år, mens de for annet år er beheftet med mange usikkerhetsmomenter.

Tabell 2. UTKAST TIL HOVEDPLAN FOR FJORDUNDERSØKELSENE

Gruppe	Post	ENKELTUNDERSØKELSE	BESKRIVELSE	Behovsangivelse		Omkostningsanslag i 1000 kr.	
				1. år	2. år	1. år	2. år
				1. år	2. år	1. år	2. år
1.	1.1	Generell fysisk hydrografi	HYPPIGE måletokt. Få parametre  Sjeldne måletokt. Mange parametre.  Få måletokt. Få parametre Analyseprogram, spesielt med henblikk på toksiske komponenter: av Befaringer, Feltstasjoner, Analyser Fastsettende alger og planteplankton Bunnfauna og dyreplankton Planlegges særskilt Planlegges særskilt  Dybdemålinger Utnyttelse av data fra andre kilder Utnyttelse av data fra andre kilder Faste målestasjoner opprettes Data fra Auliprosjektets vassdragsdel Beregninger Feltmålestasjoner og sediment-dateringer	N	N	25 -	90 - 15 - 50
	1.2	Generell kjemisk hydrografi		N	N	90 -	180 - 60 - 90
	1.3	Overflatematerialer		N	-	15 -	30 -
	1.4	Optiske forhold		-	N	-	10 - 15
	1.5	Sedimentkartlegging		Ø	Ø	-	20 - 30
	1.6	Spesiell kjemi i vann og sedimenter		Ø	N	10	15 - 20
	1.7	Spesialstudium begroing og gjørmedannelse		Ø	N	10	15 - 20
	1.8	Generelle botaniske forhold		Ø	N	10	15 - 20
	1.9	Generelle zoologiske forhold		?	?	?	?
	1.10	Spesielt om fiskeforholdene		?	?	?	?
	1.11	Hygieniske forhold		?	?	?	?
2.	2.1	Topografiske forhold	N	-	10	-	
	2.2	Hydrologiske forhold	N	N	-	-	
	2.3	Meteorologiske forhold	N	N	-	-	
	2.4	Vannstand	N	N	5	15(?)	
	2.5	Tilførsel av forureningskomponenter	-	N	-	5	
	2.6	Vannutskifting	N	N(?)	20	150 - 250(?)	
	2.7	Sedimentering	-	Ø	-	10	
3.	3.1	Forureningskomponentenes materialbalanser	-	-	-	-	
	3.2	Forureningskomponentenes effekter i fjordene	-	N	-	15 - 20	
	3.3	Ekperimentelle undersøkelser	-	N	-	20	
4.	4.1	Overføring av tilførsler til ytre eller åpen fjord	-	-	-	-	
	4.2	Avløpsreduksjonen ved interne tiltak i industrien	-	-	-	-	
	4.3	Avløpsreduksjonen ved tiltak langs vassdragene	-	-	-	-	
	4.4	Rensetiltak for de offentlige kloakknett	-	-	-	-	
	4.5	Redre resipient-utnyttelse av fjordens vannmasser	-	-	-	-	
	4.6	Øking av fjordens vannutskifting	-	-	-	-	
	4.7	Oversikt over alternative aktuelle tiltak og tiltakskombinasjoner	-	-	-	-	
5.	5.1	Tekniske vurderinger	-	-	-	-	
	5.2	Økonomiske vurderinger	-	N	-	?	
	5.3	Relasjonen nytteverdi/omkostning	-	-	-	-	
6.	6.1	Samlet vurdering. Hovedrapport om fjordundersøkelsene	-	N	-	10	
	6.2	Rapporttekniske utgifter alle grupper	-	N	-	5 - 10	
	6.3	Møte-/reiseutgifter m.v. alle grupper	-	N	-	5 - 10	

1) N=Nødvendig Ø=Ønskelig

NIVA 0-105/70 September 1970

Kalkyle-sammendrag (i 1000 kr)	Sikre nødvendige Mulige -"Ønskelige	Første år		Annet år		Uten kalkyle ( ): Tillegg
		175 -	355 -	200 -	310 -	
		-	-	165 -	265 -	Vurdering aktuelle tiltak
		20	20	30 -	40 -	Fiske. Hygiene



Samtlige foreslåtte enkeltundersøkelser er for oversiktens skyld satt opp i tabellform (tabell 2). De er her inndelt i fem grupper i henhold til de angitte formåls punkter i avsnitt 3.1. Nærmere informasjon om de enkelte grupper og enkeltundersøkelsene finnes i Bilag 3.

#### 4. SAMMENDRAG

##### Aulivassdraget

1. Hensikten med undersøkelsene er å lokalisere og vurdere forurensningsbidragene fra de ulike virksomheter i nedbørfeltet.
2. Store deler av vassdraget er sterkt belastet med plantenæringsstoffer.

Forurensning fra jordbruksvirksomhet antas å spille en betydelig rolle i denne sammenheng, men belastningen har også andre og naturlige årsaker.

3. Resultatene bør gi grunnlag for å foreslå konkrete tiltak som tar sikte på å bedre tilstanden i vassdraget.
4. Omkostningene for undersøkelsene antas å beløpe seg til ca. kr. 142.000,- og vil strekke seg over ett år.
5. Det forutsettes at oppdragsgiver skaffer til veie informasjon om aktiviteter i nedbørfeltet som har betydning for vurderingen.
6. Bidragene av kloakkvann samt industriavløpsvann fra Tønsberg by og øvrige tettbebyggelser, karakteriseres og måles.

##### Tønsbergfjorden

1. Forslaget til undersøkelsesplan er laget for å finne frem til tiltak som på hensiktsmessig måte vil sikre Tønsbergfjordens kvalitet på kortere og lengre sikt.
2. Det er foreløpig antatt at en aktiv undersøkelsesperiode på et par år vil være nødvendig og tilstrekkelig.

3. Planen er lagt opp for en toårs-periode med undersøkelser, men under forutsetning av en grundig revurdering etter første år.
4. Planen innbefatter de enkeltundersøkelser som anses nødvendige eller ønskelige for å nå det oppsatte mål. Hvor omfattende og grundig gjennomføringen skal være, er imidlertid stilt åpent, idet valgbare innsatsnivåer er angitt for de enkelte undersøkelser. Dessuten er et par at de oppførte undersøkelser å betrakte som reserveposter, fordi deres nødvendighet er avhengig av resultater underveis.
5. Omkostningsnivået ved laveste innsats er anslått til kr. 375.000,- (uten reservepostene) eller kr. 540.000,- (med reservepostene). I tillegg kommer tre undersøkelser som ikke er kalkulert nå; fiske, hygiene og tekniske/økonomiske vurderinger av tiltak.
6. Omkostningsnivået ved den anbefalte innsats er anslått til henholdsvis kr. 725.000,- eller kr. 990.000,- under samme forutsetninger.
7. Omkostningsnivået vil være avhengig av hvor sikre og presise konklusjoner man ønsker å oppnå. Dette spørsmål bør drøftes i sammenheng med detaljplanleggingen ved en eventuell gjennomføring av det foreslåtte arbeid.

## BILAG 1. FJORDENS TILSTAND

De forurensningsulemper som er observert eller som man må vente å finne i indre fjord, er kort omtalt nedenfor. Enkelte av disse kan man i svakere grad også vente å finne i ytre fjord. I tillegg til disse forhold kommer, når fjordens tilstand skal bedømmes, estetiske og naturvernmessige momenter naturlig nok inn med stor tyngde.

### Vannets gjennomskinnelighet (siktedyp)

er en viktig parameter. Denne egenskap ved vannet lar seg karakterisere på en enkel måte ved siktedypmåling, som består i at det måles hvor dypt en hvit skive kan senkes ned i vannet før den tapes av syne.

Vannets siktedyp påvirkes både av oppløste fargestoffer og av partikler (plankton, kloakkslam, leire m.v.).

Ingen systematiske målinger av denne viktige parameter synes å være foretatt i Tønsbergfjorden. Det er grunn til å tro at indre fjord vil vise lave verdier. Siktedypmålinger er gitt bred plass i måleprogrammet.

### Flytematerialer

er et samlebegrep for alle typer av materialer som flyter på overflaten av sjøen (søppel, industriavfall, olje, løsrevne planterester m.v.). Måleprogrammet inkluderer en systematisk registrering av denne ulempe.

### Slam og gjørmedannelse

i grunne områder er et fenomen som setter sitt preg på indre fjord. Årsaken til denne ulempe kan være både primærutslipp av organisk materiale og produksjon av organisk materiale (ved plantevekst) i sjøen. En registrering av hvor dannelse av slamavsetninger finner sted, vil være av interesse og vil bli forsøkt.

### Sedimentdannelse

på større dyp er ingen direkte ulempe, unntatt i områder hvor oppgrunning er til hinder for skipstrafikken, slik at mudring blir nødvendig. Indirekte

kan sedimentdannelse føre til ulemper på flere måter. Bl.a. representerer den en akkumulering av forurensningskomponenter (organisk stoff, næringsstoffer, toksiske komponenter, partikulært materiale m.v.) i fjordområdet som til dels tilbakeføres vannmassene ved kontinuerlige prosesser (diffusjon, opphvirvling), og til dels ligger som et latent forråd som kan frigjøres i større mengder under spesielle omstendigheter. Dessuten vil det antakelig i Tønsbergfjorden, som i mange andre forurensningsbelastede fjorder, finnes lokale områder med anaerobt bunnslam hvor gassdannelsen fører til at gjørmeklumper flotteres og flyter omkring i overflaten. Videre kommer påvirkninger av biologiske forhold i disse bunnområdene inn.

### Luktpåvirkning

er et ikke uvanlig fenomen i grunne områder med stor slamavsetning eller direkte kloakkutslipp. Dette er velkjent i Tønsbergområdet.

### Saprobiering

gjør seg gjeldende lokalt ved en del større kloakkutslipp. Slik forurensningsvirkning gir lokalitetene et uestetisk preg.

### Eutrofiering

Plantelivet i indre fjord er i henhold til NIVA's rapport av 1966 preget av forurensningseffekter - i første rekke gjennom en utpreget eutrofiering.

"Forurensningens gjødslingseffekt på fjordvannet viser seg ved utvikling av en frodig vegetasjon i de fri vannmasser og på strender og grunne områder. Både alger og arter av frøplanter inngår i plantesamfunnene. Det er karakteristisk for området at en betydelig del av det produserte, organiske stoff er i form av benthiske arter (organismer knyttet til et underlag). Disse plantene river seg løs og driver sammen i flytende masser som ligger og råtner. Denne nedbrytning av organisk stoff produsert i fjorden, er en vesentlig årsak til de praktiske ulemper som forurensningen gir opphav til. Primær saprobiering gjør seg gjeldende lokalt ved de fleste større kloakkvannsutslipp som er ledet ut i fjorden på en tilfeldig måte."

Plantep planktonforholdene i indre fjord ble undersøkt (se fotnote, side 13 i rapporten) i 1955 - 1956. Høye planktonkonsentrasjoner ble påvist. Årsaken til de høye konsentrasjoner ble antatt å være store næringsstofftilførsler samt tilbakeføring av næringsstoffer fra bunnmaterialet til produksjonssystemet.

Faunaen viste en stor mengdemessig utvikling i Tønsbergfjorden (NIVA's rapport av 1966). Zoologiske undersøkelser bør inngå i karakteriseringen av Tønsbergfjordens tilstand.

I rapporten fra plantep planktonundersøkelsen i 1955 - 1956 er en rik zooplanktonbestand bemerket.

### Oksygenmangel

Oksygenmangel i vannmassene og de øverste bunnlag av sedimentene har store konsekvenser i mange forurensningsbelastede fjorder.

Oksygenmangelen skyldes at det organiske stoff som tilføres eller dannes i fjorden, forbruker oksygen når det brytes ned, og at dette forbruk er større enn den erstattende oksygentilførsel gjennom diffusjon fra luften og utskiftning av vannmasser. Når alt oppløst oksygen i vannet er oppbrukt, blir en del oksygen tilveiebragt ved at visse mikroorganismer begynner å redusere nitrat til ammonium. Når så nitratforrådet tar slutt, blir sjøens forråd av sulfationer utnyttet under dannelse av det illeluktende og giftige di-hydrogensulfid. Mengden av ammonium og di-hydrogensulfid kan derfor brukes som et mål for hvor stort underskudd på oksygen som råder i vannet.

Den viktigste praktiske konsekvens av at oksygen mangler helt (eller i betydelig grad), er at det vanlige planteliv og dyreliv på det nærmeste forsvinner. Råttent vann kan finnes helt opp mot overflaten, og luktulempen vil kunne opptre under visse værforhold.

Undersøkelsene i 1955 - 1956 (jfr. fotnote, side 13), som omfattet månedlige målinger gjennom ett år i indre fjord, viste relativt gode oksygenforhold i alle dyp gjennom hele perioden. Med den store tilførselsbelastning som indre fjord også den gang utvilsomt hadde, gir dette en indikasjon på at vannmassene i indre fjord undergår en relativt god utskiftning med ytre fjord. Hvorvidt

oksygenforholdene har endret seg siden, vites ikke. I alle fall er det grunn til å gjøre observasjoner av oksygenforholdene i indre fjord, idet vannmassene her neppe kan antas å ha noen betydelig reserve å gå på om belastningen skulle øke.

### Fiskeribiologiske konsekvenser

Fiskemulighetene i Tønsbergfjorden antas å være av stor betydning. Undersøkelsene av fiskeribiologiske forhold bør planlegges i samråd med de næringsdrivende og organisasjoner som ivaretar fisket. Noen mulige konsekvenser av forurensningssituasjonen kan nevnes:

hygieniske effekter: Forgiftningsfare ved konsum;  
redusert holdbarhet av ilandført fisk,

usmak på fisk på grunn av olje, kjemikalier m.v.,

at fisk forsvinner på grunn av konkurranseforhold, utvikelsesreaksjoner eller oksygenmangel,

at fisk, yngel eller egg tar skade på grunn av toksiske stoffer eller sykdom,

at fisket blir vanskeliggjort på grunn av drivtang, olje m.v.

### De hygieniske konsekvenser

er et vesentlig moment ved bedømmelsen av fjordens kvalitet som friluft- og rekreasjonsområde. Den almenhygieniske verdi av gode og innbydende bademuligheter gjør det rimelig å ofre de hygieniske forhold oppmerksomhet. Undersøkelser av de hygieniske forhold må planlegges i samråd med helsemyndighetene.

## BILAG 2. DE BESTEMMENDE FAKTORER FOR FJORDENS TILSTAND

En rekke naturlige og sivilisatoriske faktorer har innflytelse på fjordens forurensningssituasjon. Noen av de viktigste er kort omtalt nedenfor med hensyn til hvordan de virker, hva vi vet om dem og/eller hva vi trenger å vite om dem.

### Topografiske forhold

De topografiske forhold spiller stor rolle for fjordens reaksjon på forurensningsbelastning. I vesentlige trekk er de selvfølgelig kjent gjennom sjøkartene, men når det gjelder terskelovergangene, er detaljangivelsene her ikke fylldige nok. Et beskjedent opplegg for dybdemålinger vil derfor være nødvendig.

### Hydrologiske forhold

Ferskvannstilførselen er en faktor av stor betydning for fjordens vannutskiftningsforhold. Både totalmengden, den geografiske fordeling og årstidsfordelingen, er viktige momenter i denne forbindelse. Det antas at tilstrekkelige data av denne art finnes i Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, slik at egne målinger ikke blir nødvendig ut over det som er nevnt under behandlingen av Aulivassdraget.

### Meteorologiske forhold

For fjordens vannutskiftning spiller også vinden stor rolle, og videre er barometriske data av en viss interesse. For biologiske vurderinger er sol, temperatur og værdato av betydning. Ingen målinger utover hva som kan skaffes fra Det norske meteorologiske institutt, antas å bli nødvendige.

### Vannstandsendringer

En generell oversikt over vannstandsendringene i indre fjord er påkrevet. Observasjoner fra et målested gjennom ett år vil trenge i denne forbindelse. Hvis strømmålinger (se under posten "Vannutskiftning" nedenfor) skulle bli nødvendige, vil et utvidet måleprogram måtte gjennomføres.

### Vannutskiftning

Intensiteten av vannutskiftningen mellom indre fjord, ytre fjord og selve Oslofjorden er et sentralt moment for bedømmelse av fjordens respons på tilførsler fra landsiden. Flere naturprosesser er medvirkende i utskiftningen, hvorav de viktigste er vindstrømmer, tidevannsmekanismen, estuarvirkningen (ferskvannets virkning) og gravitasjonsstrømmer (som følge av veksellende egenvektsforhold i vannmassene ute i åpen fjord).

I en forgrenet ringfjord som Tønsbergfjorden er det spesielt vanskelig å beregne vannutskiftningen på teoretisk grunnlag. Et relativt omfattende måleprogram vil derfor være nødvendig. Et program i to trinn er foreslått: Et første trinn med hyppige målinger av fysiske parametre på mange stasjoner som i beste fall kan gi det ønskede resultat, og et tilleggstrinn i reserve med strøm og/eller tracermålinger.

Observasjonene fra planktonundersøkelsen i 1955 - 1956 (se fotnote side 13) har dannet en god bakgrunn for de her gitte vurderinger.

### Tilførsel av forurensningskomponenter

En oversikt over hvilke kategorier og mengder av forurensende stoffer som tilføres fjorden fra landsiden i dag - og tilsvarende prognoser for fremtiden - vil danne et viktig grunnlag for bedømmelsen av fjordens situasjon og muligheter.

### Sedimentering

I bedømmelsen av fjordens respons på forurensningsbelastning inngår kvalitative vurderinger og kvantitative beregninger med hensyn til de tilførte komponenters videre fordeling etter at de er kommet til fjorden. Sedimenteringen er i denne forbindelse et viktig, men vanskelig beregnbart ledd. Det er her spørsmål både om sedimenteringshastighet, og om oppløsning og opphvirvling av stoffer og partikler fra bunnmateriale. Et relativt beskjedent program er satt opp.

Det første ledd i arbeidet med å fremskaffe en slik oversikt må være å sette opp liste over samtlige kjente stoffkomponenter som kan tenkes å komme til fjorden og som kan tenkes å bety noe for fjordens tilstand. Ut fra denne liste må det så diskuteres hvilke av komponentene som det kan



være aktuelt å kartlegge nærmere. På grunn av den rådende usikkerhet med hensyn til betydningen for organismelivet i sjøen av en rekke toksiske komponenter, er det viktig at biologer kommer med i denne diskusjon.

Et viktig moment er at det i oversikten skilles mellom stoffer tilført fra boliger, fra industri, fra jordbruksområder og fra naturområder. Behovet for slik differensiering ligger i at muligheten for tilførselsreducerende tiltak er forskjellig for disse kategorier.

Fordi tilførselsreducerende tiltak som regel må være langsiktige - og dessuten som regel er kostbare - er pålitelige prognoser om utviklingen med hensyn til økning av tilførsler et vesentlig informasjonsgrunnlag når valg av tekniske tiltak skal treffes.

## BILAG 3. ORIENTERING OM ARBEIDSPROGRAMMENE FOR FJORDUNDERSØKELSENE

Arbeidsprogrammene for de enkelte undersøkelser kan ikke fastlegges i detalj i dag, idet det først må treffes valg med hensyn til deres omkostningsnivåer. For noen av dem må programmene for øvrig legges opp suksessivt etter hvert som måleresultatene kommer inn. De angitte omkostninger er omtrentlige og basert på prisnivået i 1970. Nedenstående informasjoner, som i første rekke gjelder 1. års undersøkelser, kan gis som en foreløpig orientering. Nummerering av grupper og enkeltundersøkelser er i samsvar med tabell 2.

## GRUPPE 1 - FJORDENS TILSTAND

Med denne gruppe av undersøkelser tas det sikte på å karakterisere fjordens tilstand ut fra en rekke kriterier - og videre på å fremskaffe et datagrunnlag for beregningene i gruppene 2, 3 og 4.

Undersøkelse 1.1. Generell fysisk hydrografi

Varighet : 2 år  
 Toktantall : 6 - 18 det 1. år. Antakelig 4 - 8 det 2. år.  
 Stasjonsantall : 15 - 20  
 Parametre, overflate: Siktedyp, overflatematerialer, meteorologi.  
 " , dypet : Temperatur og salinitet, på noen stasjoner også transmisjon og oksygen.  
 Omkostning pr. tokt : 4.000 - 5.000 kroner.

Undersøkelsene 1.2 - 1.4. Generell kjemisk og optisk hydrografi og overflatematerialer

Varighet : 2 år  
 Toktantall : 6 - 12 det 1. år. 4 - 6 det 2. år.  
 Stasjonsantall : 5 - 10  
 Parametre, overflate: Siktedyp, overflatematerialer, meteorologi.  
 " , dypet : Temperatur, salinitet, oksygen, fosfor, nitrogen, karbon, farge, turbiditet, lystransmisjon.  
 Omkostning pr. tokt : 15.000 - 17.000 kroner.

Undersøkelse 1.5. Sedimentkartlegging

Opplegg bestemmes etter prøvetokt. I alt planlegges 2 - 3 tokt, antakelig bare 1. år.

Undersøkelse 1.6. Spesiell kjemi i vann og sedimenter

Arbeidsprogram settes opp etter at oversikt over spesielle komponenter fra undersøkelse 2.5 foreligger. Toktomkostninger vil bli små, men analyseomkostningene er foreløpig vanskelig å forutsi. Det blir antakelig tokt bare 2. år.

Undersøkelse 1.7. Spesialstudium begroing og gjørmedannelse

Arbeidsprogram settes opp etter prøvetokt. Det forutsetter forutgående forskningsprosjekt ved NIVA, idet arbeidsteknikk ennå ikke er fastlagt. Undersøkelsen vil omfatte befaringer, permanente feltstasjoner og laboratorieanalyser. Den vil passe best 2. år.

Undersøkelse 1.8. Generelle botaniske forhold

En undersøkelse av fastsittende vegetasjon er nødvendig. Den foreslås henlagt til 2. år. Feltprogrammet anslås foreløpig til 2 mann med båt i ti dager.

Anslått omkostning kr. 5.000,- - 20.000,-.

Planktonstudier ble utført 1955 - 1956. Et program er ønskelig for å sammenlikne forholdene da og nå. Prøveinnsamling i forbindelse med undersøkelse 1.2 krever små omkostninger. Bearbeidelse av slikt materiale er kostbart og vil bli holdt innen en relativt beskjeden ramme (1 person i 1 måned). Prøvene vil imidlertid bli oppbevart for eventuell senere bearbeidelse. Samlet omkostning ca. kr. 10.000,-.

Undersøkelse 1.9. Generelle zoologiske forhold

En undersøkelse av bunnfaunaen er ansett nødvendig. Samme opplegg og omkostningsnivå som for fastsittende vegetasjon ovenfor ansees passende og plasseres som denne i 2. år.

En orienterende undersøkelse av zooplankton bør komme med i programmet. Prøvetaking kan gjennomføres i forbindelse med andre tokt. Et relativt beskjedent opplegg (1 person i 1 måned som for planteplankton) er foreslått. Prøvene vil bli oppbevart for eventuell senere bearbeidelse.

### Undersøkelsene 1.10 og 1.11. Spesielt om fiskeforholdene og hygieniske forhold

Disse undersøkelser planlegges særskilt.

## GRUPPE 2 - BESTEMMENDE FAKTORER

### Undersøkelse 2.1. Topografiske forhold

Beregninger under undersøkelsene 2.6, 4.5 og 4.6 krever presise informasjoner om fjordens topografi - spesielt i forbindelse med terskelgjennomløp. De eksisterende sjøkart gir ikke tilstrekkelige informasjoner. Et mindre opploddingsprogram må derfor gjennomføres. 3 mann med båt i 3 dager antas nødvendig.

### Undersøkelsene 2.2 og 2.3. Hydrologiske og meteorologiske forhold

En del data av disse kategorier er nødvendig - først og fremst i forbindelse med undersøkelsene 2.5 og 2.6. Det antas at det som trenges, stort sett finnes hos Norges vassdrags- og elektrisitetvesen og Det norske meteorologiske institutt. De beskjedne bearbeidelsesomkostninger som må komme i denne forbindelse, taes med under undersøkelsene 2.5 og 2.6.

### Undersøkelse 2.4. Vannstand

Som grunnlag for undersøkelsene 2.5 og 2.6 trenges det presise vannstandsmaalinger i én posisjon i fjorden gjennom det første år - og, hvis strøm- og/eller tracermaalinger (undersøkelse 2.6) blir nødvendige - i tre posisjoner i 2. år. Omkostning pr. måler og år inklusive dataregistrering på EDB er ca. kr. 5.000,-. Det forutsettes her bistand lokalt til utsetting, nivellering og tilsyn av målerene.

### Undersøkelse 2.5. Vannutveksling

Opplegget for beregning av fjordens vannutskiftning er nærmere omtalt i bilag 2. Det primære beregningsopplegg som vil bli forsøkt, er basert på data innhentet gjennom en rekke av undersøkelsene i gruppene 1 og 2

(i første rekke undersøkelsene 1.1, 1.2, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4). Beregningsopplegget her er komplisert og vil kreve en del både med hensyn til arbeidstid og regnemaskintid. Det forutsettes gjennomført i slutten av 1. år og kalkuleres til ca. kr. 20.000,-.

Hvis dette beregningsopplegg ikke gir tilstrekkelig sikre konklusjoner, må de 2. år suppleres med strøm- og/eller tracermålinger. Hvordan disse eventuelt må legges opp, avhenger av resultatene fra ovennevnte beregninger i 1. år. Slike målinger er kostbare. Vårt foreløpige anslag er kr. 150.000,- til 250.000,-.

#### Undersøkelse 2.6. Tilførsler av forureningskomponenter

Som nevnt i kapittel 1, antas det at alle nødvendige informasjoner tilveiebringes gjennom Auliprosjektets vassdragsdel. 5.000 kroner bør imidlertid reserveres for bearbeidelse ut fra fjordvurderingens spesielle behov.

#### Undersøkelse 2.7. Sedimentering

Undersøkelse 1.5 vil gi en grovere oversikt over sedimenttypene og deres utbredelse i fjorden. Et visst kjennskap til sedimenteringshastighet, reopplosning og opphvirvling vil være et verdifullt tilleggsgrunnlag for beregningene under undersøkelse 3.1. Arbeidsmetodikken er imidlertid ennå lite utviklet. En undersøkelse under denne post vil bare bli gjennomført såfremt tilfredsstillende metodikk foreligger. Et begrenset måleopplegg for indre fjord settes opp som ønskelig i 2. år.

### GRUPPE 3 - FAKTORENES BETYDNING

To poster i denne gruppe omfatter rene beregninger som bygger på informasjoner fra gruppene ovenfor. De må gjennomføres i 2. år og kan foreløpig kalkuleres til kr. 15.000 - 20.000. Det er videre regnet med å gjennomføre eksperimentelle undersøkelser, fortrinnsvis i 2 år.

### GRUPPE 4 - MULIGHETER FOR ENDRINGER AV FAKTORENE OG OVERSIKT OVER AKTUELLE TILTAK

Undersøkelsene i denne gruppe skal i første rekke bestå i prinsipielle vurderinger understøttet av overslagsberegninger på basis av data fra gruppene ovenfor. Det er vanskelig å angi hvilket omfang dette arbeid vil få.

Vårt foreløpige overslag er 20 - 50 dagsverk = kr. 15.000,- - 30.000,-. Alt arbeid må falle i 2. år.

#### GRUPPE 5 - VURDERING AV AKTUELLE TILTAK

Disse 3 undersøkelser vil bestå av mer presise beregninger og en del bruk av EDB-utstyr. Omkostningene vil være helt avhengige av hvilke tiltak som blir regnet som aktuelle og lar seg ikke kalkulere i dag. Alt arbeid vil måtte gjøres etter at feltundersøkelsene er avsluttet og resultatene er samlet.