

733

II

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-95/74

II

RESIPIENTUNDERSØKELSER VED VALLØ I SEM OG VÅRNES I STOKKE

0-38/75

NASJONALT RESIPIENTUNDERSØKELSESPROGRAM

Forslag til program for referanseundersøkelse

og overvåking i Tønsbergområdet

Blindern, 24/11 1975

Saksbehandler: cand.real. Jon Knutzen

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FIGURFORTEGNELSE	3
1. PROBLEMSTILLING - FORMÅL	4
2. UNDERSØKELSESONRÅDET	5
3. UNDERSØKELSENS INNHOLD - AKTUELLE OBSERVASJONER	6
3.1 Generelt	6
3.2 Forslag til rammeprogram for referanseundersøkelser	8
3.2.1 Kartlegging av forurensningstilførsler og vannføringsmålinger	8
3.2.2 Vannstand, saltholdighet, temperatur, oksygeninnhold og siktedyp	8
3.2.3 Vannkjemiske undersøkelser	10
3.2.4 Klorofyll og planteplankton	12
3.2.5 Vekstpotensialundersøkelser med alger	13
3.2.6 Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna	14
3.2.6.1 Høyere vegetasjon	14
3.2.6.2 Fastsittende alger	14
3.2.6.3 Hardbunnsfauna	15
3.2.6.4 Bløtbunnsfauna	15
3.2.7 Organiske miljøgifter og metaller i organismer og sedimenter	16
3.2.8 Tarmbakterier i vann og organismer	17
3.3 Omkostningsoverslag for referanseundersøkelser	18
3.4 Forslag til overvåkingsprogram	20
3.4.1 Generelt	20
3.4.2 Forurensningstilførsler	21
3.4.3 Hydrofysiske og hydrokjemiske observasjoner	21
3.4.4 Klorofyll og planteplankton	22
3.4.5 Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna	23
3.4.6 Organiske miljøgifter og metaller	23
3.4.7 Tarmbakterier i vann og sedimenter	23
3.4.8 Organiske miljøgifter og metaller i organismer og sedimenter	24
3.4.9 Tarmbakterier i vann og organismer	24
3.5 Budsjett for overvåkingsundersøkelser	24

FIGURFORTEGNELSE

- Figur nr. 1 Stasjonsnett for referanseundersøkelser i Tønsbergs fjordområder. Lokalteter for observasjoner av hydrofysiske og hydrokjemiske forhold, klorofyll og planteplankton
- Figur nr. 2 Stasjonsnett for referanseundersøkelser i Tønsbergs fjordområder. Lokalteter for observasjoner av fastsittende alger og gruntvannsfauna ▲ og bløtbunnsfauna ○
- Figur nr. 3 Stasjonsnett for overvåking av Tønsbergfjorden. Lokalteter for undersøkelse av algevegetasjon og hardbunnsfauna (B1-B8) og bløtbunnsfauna (Z1-Z8)
- Figur nr. 4 Stasjonsnett for overvåking av Tønsbergfjorden. Lokalteter for siktedyp, klorofyll, planteplankton, algevekstpotensial, saltholdighet og eventuelle andre fysisk/kjemiske parametre

## 1. PROBLEMSTILLING - FORMÅL

Det avskjærende system av kloakkvannsledninger som er under bygging i kommunene Nøtterøy, Sem, Stokke og Tønsberg har til hensikt å avlaste de indre deler av fjordområdene for avløpsvann fra husholdninger og den industri som kan ledes inn på nettet. Kloakksystemet leder frem til to renseanlegg ved Vårnes i Stokke og Vallø i Sem, beregnet henholdsvis for ca. 7 000 og ca. 50 000 personer. Renseanlegget ved Vårnes vil etter planen være i virksomhet fra 1976. Vallø renseanlegg vil først komme i drift i 1978. I mellomtiden vil det her gå ut økende mengder urensset kloakkvann, etter hvert som kloakkeringsnettene blir ferdig. I varierende avstand fra disse utslippsstedene er det gjort biologiske referansestudier av NIVA for eventuelt å kunne påvise effekter av den økte belastning. En hovedhensikt med disse undersøkelser er å bistå forvaltningsmyndighetene med å vurdere behovet for vernetiltak utover mekanisk rensing.

Samtidig har Tønsbergfjordens Avløpsutvalg (TAU) ønsket å følge utviklingen i de områder som vil bli avlastet ved det avskjærende kloakknettet. På et møte i Tønsberg 20/10 1975 med deltakelse av ordføreren i Sem kommune, byveterinæren i Tønsberg og representanter for TAU, Østlandskonsult A/S, fylkets utbyggingsavdeling og instituttet, var man enige om at formålet med undersøkelsene i de indre områder kunne oppsummeres i følgende punkter:

- A. Karakterisere den nåværende tilstand (før avlastning) i relasjon til forurensningspåvirkningen.
- B. Følge utviklingen i resipienten etter at kloakkvannsbelastningen var blitt redusert, dvs. beskrive virkningen av rensingstiltakene.
- C. Gi informasjon til lokalbefolkningen og myndighetene.
- D. Bedre beslutningsgrunnlaget ved myndighetenes vurdering av f.eks. behovet for ytterligere vernetiltak.

Fra instituttets side ble det dessuten fremhevet behovet for å se alle

slike programmer i sammenheng med den nasjonale forvaltning av vannforekomstene og den planlagte landsovervåking av vannressursenes tilstand. I denne forbindelse er det også riktig å sikre referansedata som i noen tilfeller først vil komme til nytte på noe lengre sikt. En viss standardisering av undersøkelsesoppleggene vil tjene hensikten ved å gi sammenliknbare resultater fra forskjellige områder.

## 2. UNDERSØKELSESOMRÅDET

Stort sett er det i farvannene rundt Nøtterøy at de planlagte tiltak må forventes å få virkninger på vannkvalitet og biologiske forhold, særlig da de indre deler mot Tønsberg by (figur 1). Det er imidlertid verd å understreke at undersøkelsesens geografiske begrensning i noen grad må bli skjønnsmessig på grunn av den intime sammenheng man har med ytre deler av Oslofjorden, og dermed også med påvirkningen fra f.eks. Glåma og med forholdene i Skagerrak.

Området er preget av mange mindre øyer, smale sund og relativt små dyp. Det er ingen utpregede terskler som stenger for forbindelsen med åpnere farvann, men rikeligheten av øyer og grunne vikar og poller gir omfattende arealer med beskyttede lokaliteter. Betydelige områder er så grunne at de blottlegges ved lavvann. Forholdene vil imidlertid kunne være svært skiftende over korte strekninger, og særlig på østsiden vil den lokale topografi være avgjørende. Bunnen består for en stor del av løsavsetninger. Fra et slikt "lappeteppe" eller mosaikk av ulike lokalmiljøer er det ikke enkelt å velge ut stasjoner som er fullt sammenliknbare, slik at det med rimelig sikkerhet kan trekkes konklusjoner om graden av forurensningsbelastning.

Tidligere undersøkelser (NIVA 1966, 0-38/62) i de indre deler av Vestfjorden, Kanalen og innenfor Husøy (figur 1) har vist til dels iøynefallende primære og sekundære forurensningsvirkninger. Disse har i hovedsaken vært sett i sammenheng med en rekke mindre utslipp av avløpsvann fra tettbebyggelse og næringsmiddelindustri, foruten som et resultat av de betydelige mengder med organisk materiale og særlig gjødsesstoffer som fraktes ut med Aulielven og Vellebekken. Begge disse vassdrag renner gjennom arealer med intensivt jordbruk. De registrerte

forurensningsvirkningene har tatt form av grumsing av vannet, tilslamming og nedsøpling rundt kloakkvannsutslipp og i havneområdene (primærvirkninger). Imidlertid er det kanskje fremfor alt gjengroing med høyere vegetasjon og trådformede alger langs stranden og på grunt vann, dertil rik forekomst av drivende algematter (sekundærvirkninger) som har vært iøynefallende. Overgjødsling av de indre områder har også gjenspeilt seg i sammenstningen av de marine organismesamfunn.

På grunnlag av skjønnsmessige overslag (NIVA 1966, O-38/62) er det tidligere antatt at tilførselen av plantenæringsstoffer via landavrenning er en betydelig faktor ved utviklingen av eutrofieringssymptomer i området. For å bedømme resultatene fra en resipientovervåking vil det være nødvendig å få mer nøyaktige beregninger av tilførslene av forurensningskomponenter fra forskjellige kilder. Dette gjelder ikke bare forholdet mellom kloakkvannsbelastning og påvirkning fra nedbørsfeltet, men også belastningen fra forskjellig industriell virksomhet. For Tønsbergområdet foreligger det i dag ingen systematiserte data for tilførsel av metaller og eventuelle organiske miljøgifter.

### 3. UNDERSØKELSENS INNHOLD - AKTUELLE OBSERVASJONER

#### 3.1 Generelt

Av ovenstående har det fremgått at man står overfor en sammensatt forurensnings situasjon, som man ikke har tilstrekkelig oversikt over, bl.a. fordi beregninger av forurensningstilførsler mangler. Det er imidlertid klart at belastning med plantenæringsstoffer er ett av problemene. Av dette følger at undersøkelsesprogrammet for det første bør omfatte en kartlegging av ulike forurensende tilførsler, for å få grundigere kjennskap til hva det er som påvirker fjordresipienten, og dernest at programmet under alle omstendigheter må ha en hovedvekt på observasjoner egnet til å beskrive konsekvensene av overgjødsling, henholdsvis redusert tilførsel av gjødselstoffer. I denne forbindelse er det viktig at man tar i betraktning et vidt spektrum av marine organismesamfunn, idet disses sammensetning gir bedre basis for bedømmelse av både tilstand og utvikling enn de øyeblikksbilder man til dels får ved vannkjemiske og hydrofysiske undersøkelser.

For å skjønne hvilken innflytelse andre forurensningskomponenter øver på vannkvalitet og biologiske forhold, bør man ha en kartlegging av i hvilke mengder utvalgte metaller og organiske giftstoffer fins i ulike deler av miljøet.

Før økende sivilisatorisk påvirkning gjorde det umulig, var det knyttet betydelige rekreasjonsinteresser, bl.a. i form av bading, til deler av det området som nå vil bli avlastet. I hvert fall i nærområdene til de tidligere utslipp vil målinger av vannets tarmbakterieinnhold kunne illustrere reduksjonen i den direkte kloakkvannsbelastning.

Opplysninger om variasjonen i vannets saltholdighet og gjennomskinnelighet vil være essensielle for tolkningen av data vedrørende forurensningsvirkninger fordi disse naturlige faktorer kan være like avgjørende for organismesamfunnets utforming som kunstige påkjenninger. Det samme kan gjelde vannets oksygeninnhold og flere andre forhold. I en situasjon med overgjødsling kan oksygenkonsentrasjon og siktedyp samtidig være tjenlig som symptombeskrivende karakterer.

Instituttet er av den oppfatning at man står overfor en situasjon som er kompleks med hensyn til både naturforhold og forurensningspåvirkninger. For å rette på forholdene er det foreløpig gjort investeringer i størrelsesorden 50-60 mill. kr. I fremtiden vil det bli behov for å bedømme hensiktsmessigheten av ytterligere vernetiltak, bl.a. på grunnlag av de erfaringer man kan vise til fra de steder som nå delvis avlastes. Å få dokumentert dette på en betryggende og tilstrekkelig utførlig måte vil innebære omkostninger som er små i forhold til investeringene i saneringstiltak, og bagatellmessige i relasjon til de verdier som skal beskyttes. I det følgende er det derfor laget et rammeprogram med et omkostningsanslag for en relativt omfattende dokumentasjonsstudie, mens det er formulert et mer detaljert forslag til etterfølgende overvåkingsundersøkelser.

### 3.2 Forslag til rammeprogram for referanseundersøkelser

#### 3.2.1 Kartlegging av forurensningstilførsler og vannføringsmålinger

I tillegg til at tolkningen av undersøkelsesresultatene delvis vil avhenge av en slik oversikt, er mer eksakt viten om de enkelte kilders størrelse av vesentlig interesse for lokale og sentrale forvaltningsmyndigheter. I samarbeid med Statens forurensningstilsyn har instituttet utarbeidet et opplegg for kartlegging av industriforurensninger, samtidig som man i de senere år har vunnet vesentlig erkjennelse når det gjelder beregningen av næringssalttilførsel ved avrenning fra ulike typer av landarealer. Kartleggingen av tilførsler bør gjelde nedbørfeltene som drenerer til kyststrekningen mellom Karlvikodden i nordøst og innenfor sydspissen av Veierland i sydvest (se figur 1), dessuten Nøtterøy og muligens også anleggene på Slagentangen. I prinsippet bør alle forurensningskategorier dekkes.

Et delvis grunnlag for dette har man allerede gjennom datamaterialet innsamlet fra Aulielven under den Internasjonale Hydrologiske Dekade (IHD). Fra en stasjon få km fra munningen foreligger månedlige analyser av bl.a. total nitrogen, total fosfor, ammonium, nitrat og ortofofat, samt vannføringstall. Det er ikke usannsynlig at Aulielven, som er det største vassdraget, kan betraktes som representativ for hele nedbørfeltet. I så fall vil det være formålstjenlig å begrense prøvetaking og vannføringsmålinger til denne elven (samme lokalitet som under IHD, men med hyppigere analyser). Det foreslås ukentlig prøveinnsamling og analyse på de ovennevnte komponenter. Blant disse er total fosfor og total nitrogen viktigst. For eventuelt å spare analysearbeid, kan prøvene konserveres og slås sammen til månedsblandprøver. Delprøvenes volum bør være proporsjonal med vannføringen på prøvetakingstidspunktet. De kjemiske analysene kan gjøres ved lokale analyselaboratorier etter innledende kontroll av analysenes pålitelighet.

#### 3.2.2 Vannstand, saltholdighet, temperatur, oksygeninnhold og siktedyp

Strømforholdene og de storstilte vannbevegelser må antas å være kompliserte, og det samme gjelder vannutskiftningen i delområder og avgrensede bassenger. Informasjon om disse forhold vil kreve et omfattende



stasjonsnett som også inkluderte stasjoner i de åpne farvannene utenfor og på begge sider av Tjøme. Det er også noe usikkert hva de oppnådde resultater ville ha kunnet gi i relasjon til undersøkelsenes målsetting, som er av mer lokal enn regional karakter. Det hydrografiske stasjonsnettet sikter derfor primært mot å tilveiebringe opplysninger om de marine organismesamfunns livsbetingelser. For disse formål vil det også være tilstrekkelig med registreringer av salt, temperatur og oksygen med feltinstrumenter. Selv med disse begrensninger i stasjonsnettet og nøyaktigheten vil programmet kunne gi verdifulle opplysninger om vannbevegelsen, hvis dataene ønskes behandlet med dette for øyet.

Forslag til stasjonsnett for de fire parametre fremgår av figur 1. Stasjonene er plassert under hensyntagen til:

- a) biologiske stasjoner for fjæresamfunn, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna,
- b) stasjoner for innsamling av prøver til karakteristikk av kjemisk vannkvalitet.

For temperatur og saltholdighet foreslås registreringsdypene 0, 1, 2, 4, 8, 12, 20 m og nær bunnen. For oksygen er det viktigst at man får opplysninger om tilstanden nær bunnen i områdene Træla, Kanalen og Byfjorden, og ellers på de steder der det er observasjoner av bløtbunnsfauna. For øvrig kan det være aktuelt å registrere oksygen i overflatelaget under vegetasjonsperioden på steder med høy tetthet av planktonalger eller mye drivende algeklaser. (F.eks. Byfjorden og Træla).

Å gi en tilfredsstillende beskrivelse av gruntvannsorganismers vekstbetingelser med hensyn til saltholdighet, temperatur og siktedyp, krever svært hyppige observasjoner. Opplegget kan til en viss grad rasjonaliseres ved å konsentrere seg om antatt kritiske periode, som f.eks. tider med stor ferskvannstilførsel (saltholdighet, siktedyp) eller planktonvekst (siktedyp). I tillegg må det imidlertid også tas hensyn til behovet for observasjoner av den kjemiske vannkvalitet, idet stasjonene for fysiske og kjemiske observasjoner (se nedenfor) som regel kan være

de samme. Ut fra hensynet til disse faktorer og arbeidsmessige/økonomiske begrensninger foreslås tre observasjoner i perioden februar-april (før og under våroppblomstringen), tre observasjoner i mai-august, og én høstobservasjon (november). Hvis siktedypet skal brukes som indikator for forbedrede forhold i de indre bassenger må det være tettere observasjoner i månedene mai-august, f.eks. ukentlige eller 14.-daglige på de tre innerste stasjoner. Det samme gjelder hvis siktedyp tilsiktes benyttet som en fremtidig kvalitetsparameter i de ytre områdene. Det er videre klart at den foreslåtte frekvens for saltholdighetsobservasjoner vil gi utilstrekkelige opplysninger for mange biologiske formål. Dersom man velger å satse på hyppigere siktedypsmålinger på enkelte stasjoner, bør det derfor samtidig gjøres salinotermobservasjoner i overflaten (dvs. ned til sprangsjiktet). Bedømmelse av siktedypsobservasjonene vil ofte styrkes ved observasjon av vindforhold i dagene før observasjon er gjort.

Vannstandsobservasjoner har primært interesse for utbredelsen og sammensetningen av flora og fauna i fjærebeltet, og da særlig i den varme årstid. Skal målingene gi data som det har noen hensikt å bearbeide, må de gjøres to ganger daglig (tilnærmet ved høyvann og lavvann om dagen) i perioden mai-august. Det må imidlertid understrekes at vannstandsobservasjoner ikke kan rangeres blant viktigere observasjoner.

Alle de ovennevnte observasjoner gjøres av lokale laboratorier eller av andre lokale medarbeidere, eventuelt et konsulentfirma, etter opplæring av personalet.

### 3.2.3 Vannkjemiske undersøkelser

Undersøkelsen av plantenæringsstoffer bør primært ta sikte på å belyse hvordan vannet er som vekstmedium for alger. Det er derfor i særlig grad viktig å få pålitelige opplysninger om konsentrasjoner av plantenæringsstoffer i overflatelaget før våroppblomstringen av planteplankton starter. Det vil likeledes gi en illustrasjon av forholdene å registrere konsentrasjonsnivående etter at våroppblomstringen er over, dvs. i sommermånedene. Det må samtidig fremheves som viktig for tolkingen av de innkomne vannkjemiske data, at det utføres algetester med vann fra et mindre antall stasjoner til representative tider av året

(se punkt 3.2.5).

Følgende parametre foreslås:

Total fosfor (ufiltrerte og filtrerte prøver), total nitrogen (ufiltrert og filtrert), jern (ufiltrert og filtrert), nitrat (filtrert), ammonium (filtrert), ortofosfat (filtrert). Av de nevnte er muligens jern minst viktig, men dette kan først bedømmes etter å ha fått innledende resultater. (Muligens vil det da også bli aktuelt å gjøre analyse på andre løslige nitrogenfraksjoner enn nitrat og ammonium.)

Videre foreslås analyse av total organisk karbon, fortrinnsvis både på ufiltrerte og filtrerte prøver. Denne parameter vil, sammen med klorofyllobservasjoner, gi en del opplysninger om belastningsgrad og karakteren av organisk stoff, samt næringsomsetningen i vannet.

Orienterende metallanalyser bør gjøres av flere grunner. Den ene er å få rede på om det i noen del av undersøkelsesområdet finnes nivåer som er vesentlig over det normale, eventuelt skadelige, og i så fall om det kan registreres avstandsgradienter i relasjon til f.eks. påvirkningen fra Tønsberg by. Det andre formålet er å dokumentere den eksisterende tilstand for fremtidig bruk. Endelig vil metallanalysene på vannprøver støtte de undersøkelser som til dels allerede gjøres i forbindelse med overvåkingen rundt utslippsstedene ved Vårnes og Vallø (se punkt 3.2.7). Følgende metaller foreslås (med understrekning av de viktigste): bly, jern, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, mangan, nikkel, sink, vanadium.

For næringssaltene og organisk karbon foreslås som et utgangspunkt de samme stasjoner, prøvetakingsdyp og innsamlingsfrekvens som nevnt for de hydrofysiske parametre (punkt 3.2.2).

Innskrenkninger kan imidlertid vurderes i betraktning av at det må anses særlig viktig å få data fra overflatelaget i perioden før og i begynnelsen av planktonalgenes våroppblomstring (februar/mars) og fra et tidsrom da det eventuelt er næringssaltbegrensning av fytoplanktonproduksjonen. Reduksjoner i prøvetakingsprogrammet er imidlertid vanskelig å vurdere uten bedre forhåndskunnskaper om de aktuelle vannforekomster.

Analysene på bly, jern, kadmium, kobber, mangan og kvikksølv bør i første omgang bare gjøres på omkring seks av stasjonene i februar/mars, og en gang under sommerperioden. Prøver kan innsamles fra to dyp over sprangsjiktet og ett dyp under. Imidlertid bør det gjøres parallellanalyser på i hvert fall hele den første prøveserien. De øvrige metaller kan innledningsvis bare bli analysert på prøver fra overflaten (0,5 m), én gang om vinteren og én om sommeren (samme seks stasjoner som ovenfor).

#### 3.2.4 Klorofyll og planteplankton

Selv om periodisk høye konsentrasjoner av fytoplankton, og resulterende grumsing og farging av overflatelaget, er et overgjødslingssymptom, vil vanligvis ikke tettheten av planteplankton gi sikre opplysninger om vannkvalitet og tilstand uten etter hyppige observasjoner gjennom flere år. Grunnen er bl.a. at høye konsentrasjoner av planktonalger fra tid til annen også opptrer i uberørte eller bare svakt belastede områder. Algene er dertil som oftest flekkvis fordelt innen selv mindre områder og kan vise hurtige mengdemessige vekslinger på ett og samme sted, avhengig av f.eks. vannbevegelse og beiting. Alt dette gjør at man ofte ikke kan trekke slutninger av kvantitative data med mindre det dreier seg om forskjeller på en størrelsesorden eller mer. Klorofyll- og planteplanktondata er likevel av interesse for å følge planktonsamfunnenes utvikling og få en alminnelig forståelse av stoffomsetningen i ulike deler av de fjordområder som skal karakteriseres. F.eks. vil slike observasjoner ha verdi i forbindelse med vurdering av siktedypsvariasjoner og spørsmålet om hvorvidt, når og hvor lenge næringsbegrensning gjør seg gjeldende.

I overensstemmelse med ovenstående foreslås at det innsamles blandprøver fra overflatelaget (øvre to meter) fra alle hydrografiske stasjoner og med samme hyppighet som næringssaltobservasjonene. Blandprøvene analyseres på klorofyll a, og det tas ut en kvantitativ fytoplanktonprøve. Fra vannprøvene i 1, 4 og 8 m som innsamles til hydrokjemisk analyse, tas det også ut kvantitative planteplanktonprøver. Tidkrevende som bearbeidelsen av slike prøver er, bør den kvantitative analyse bare skje etter anledning eller behov. (Arbeidet er egnet som hovedfagsstudium.) Planteplanktonhåvtrekk fra overflaten tas rutinemessig på alle hydrografiske stasjoner.

Undersøkelser ved Institutt for marin biokjemi i Trondheim har nylig sannsynliggjort at planteplanktonets kjemiske sammensetning vil kunne bli et nyttig overvåkingsparameter. Visse forholdstall mellom elementer som nitrogen, fosfor og karbon, samt forbindelser som spiller en nøkkelrolle i energiomsetningen, synes å reflektere det næringsmiljøet som planktonbestandene har vokst frem ved. Spesielt har dette relevans for bedømmelsen av hvilke plantenæringsstoffer som eventuelt virker begrensende for veksten. Det foreslås derfor at de aktuelle analyser gjennomføres på naturlige planteplanktonbestander en tid etter at våroppblomstringen er over og til andre tider man kan mistenke at næringssaltbegrensning gjør seg gjeldende.

Innsamling av ovennevnte prøver kan i hovedsaken finne sted ved lokale laboratorier eller medarbeidere etter opplæring. Videre kan analysene av klorofyll a gjøres lokalt, forutsatt benyttelse av en vanlig brukt metode og innledende dobbeltanalyser ved et sentralt laboratorium. Bearbeidelse av planktonprøver og innsamling av planteplankton til biokjemiske analyser må derimot gjøres av en forskningsinstitusjon, eventuelt som ett eller flere hovedfagsstudier.

### 3.2.5 Vekstpotensialundersøkelser med alger

Vannets evne til å underholde algevekst kan testes i laboratoriet ved poding av naturlig fjordvann med en standard testalge og etterfølgende måling av veksten under standardiserte betingelser. Utbyttet av alger vil være et mål for tilgjengelig plantenæringsstoffer. Videre kan testvannet tilsettes salter av plantenæringsstoffene fosfor, nitrogen og jern med henblikk på å vurdere om noen av disse elementer virker som minimumsfaktorer. For eksempel skulle man forvente at mindre tilførsel av gjødselsstoffer i Byfjorden og Kilen ville slå ut i form av minsket algevekstpotensial og hurtigere oppbruk av næringssalter. Det foreslås at man gjør forsøk med resipientvann henholdsvis fra Byfjorden, Kilen, Vallø, Vårnes og en mindre berørt referansestasjon tre ganger i året. Testene bør gjøres henholdsvis før våroppblomstringen (februar) og to ganger under sommerperioden da man må anta at næringstilgangen er dårligst. Sommervannet bør også underkastes tilsetningsforsøk for å se på spørsmålet om begrensende næringsstoffer.

### 3.2.6 Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna

Hovedtrekkene i dyre- og plantesamfunnene er tidligere gjort til gjenstand for orienterende undersøkelser i de indre deler av området (NIVA 1966, 0-38/62). I forbindelse med avlastningen for husholdningskloakkvann er det aktuelt å observere hvilke forandringer som eventuelt har funnet sted i løpet av siste 10-årsperiode, samt å følge utviklingen etter iverksettelsen av vernetiltakene.

Presterødkilen er et verneverdig våtmarkområde med utilstrekkelig undersøkt vegetasjon. I de ytre deler av området (omkring Vallø og Vårnes) er det foretatt biologiske referanseundersøkelser. Det må anses som viktig at man har undersøkelser av de samme miljøelementer over hele området, slik at sammenlikninger blir mulige.

Organismer som er knyttet til underlaget, og mer eller mindre oppholder seg på samme sted gjennom et lengre tidsrom, vil generelt sett gjenspeile de miljøforhold som gjør seg gjeldende over tid. De vil derfor i mange sammenhenger utgjøre de best egnede overvåkingsobjekter etter forutgående dokumentasjonsstudier. Undersøkelser av denne typen må gjøres av en forskningsinstitusjon. I begynnelsen må observasjonene gjøres årlig for å dekke årsvariasjonene. Siden kan det gjøres med lengre mellomrom.

3.2.6.1 Høyere vegetasjon. Etter markstudier kombinert med flyfotografering med infrarød film lar det seg gjøre å utarbeide nøkler til identifikasjon av karakteristiske arter og bestander i "sivvegetasjonen" langs land og undervannsvegetasjon av høyere planter. Senere kan utviklingen følges ved f.eks. årlig flyfotografering. Det foreslås at slike undersøkelser gjøres i henholdsvis Aulielven og Vellebekkens munningsområder.

3.2.6.2 Fastsittende alger. Majoriteten av fastsittende eller benthiske alger foretrekker fjell eller stein som voksested. En del iøynefallende former kan imidlertid også finnes på løsavsetninger i rolige bukter. Masseforekomst av slike arter (tarmgrønske, sjøsalat og andre grønnalger) kan bære vitnesbyrd om overgjødning. Slike fenomener er konstatert i fjordområdene nær Tønsberg (Byfjorden, Kanalen, Kilen, Træla). For å kunne etterspore konsekvensene av redusert kloakktilførsel

vil det derfor være naturlig å dokumentere utbredelsen av denne begroingstypen (som også ofte løsrives og danner utstrakte flytende algematter). Undersøkelsene kan ikke knyttes til avgrensede stasjoner, men må ha befaringskarakter og omfatte større arealer. I denne forbindelse er det likeledes gode muligheter for flyovervåking. Noe i motsetning til den høyere vegetasjonen vil man imidlertid også kunne få markerte vekslinger gjennom sesongen og fra år til år, beroende på klimatiske faktorer, særlig temperatur og vind. Dette gjør det ønskelig med visse tilleggsobservasjoner, som imidlertid kan gjøres av lokale institusjoner eller etater.

For øvrig foreslås det et stasjonsnett for observasjon av alger på fjellgrunn som vist i figur 2. I forhold til overvåkingsprogrammet ved områdene rundt Vallø og Vårnes er nettet utvidet med et par stasjoner innover mot Tønsberg. Det bør legges en hovedvekt på kartleggingen av floraen i fjærebeltet og de 3-4 øverste metrene, men også tas med beskrivelse av de viktigste samfunnselementene på dypere vann og bestemmelse av nedre grense for vekst av makroskopiske alger. (Nedre grense for bladformede alger reflekterer - under ellers like forhold - de gjennomsnittlige lysforhold og nedslammingstendens på stedet. Lysforholdene og nedslammingen er i sin tur avhengig av primære og sekundære forurensningsvirkninger.)

3.2.6.3 Hardbunnsfauna. Dykkerundersøkelsene for å kartlegge tilstand og utvikling hos bentiske algesamfunn bør ledsages av tilsvarende overvåkingsstudier for hardbunnsfauna. Også denne organisme-gruppe omfatter arter og samfunn som utgjør anvendelige indikatorer, f.eks. på rikeligheten av partikulært organisk materiale, nedslamming etc. I de senere år er det også utviklet kvantitative metoder som muliggjør mer eksakt forståelse av naturbetingede svingninger i bestanden fra år til år, slik at det blir større muligheter for å skille ut forurensningssymptomer. Stasjonsnettet kan være det samme som for algeundersøkelsen (figur 2).

3.2.6.4 Bløtbunnsfauna. Dyr på bløtbunn utgjør sannsynligvis den gruppe som er best egnet som grunnlag for en indirekte karakteristikk av det omgivende miljø. Årsaken er at på dypere vann er enkelte domi-

nerende miljøfaktorer som saltholdighet og temperatur temmelig konstante, slik at andre og stort sett mer varierende faktorer blir utslagsgivende for det samfunn som etablerer seg. Eksempler på slike faktorer er bunnens beskaffenhet (sand, silt, leire), tilgang på næring, nedslammingshastighet og forskjellige følger av sivilisatoriske påvirkninger (høyt innhold av organisk stoff i vann og sedimenter, giftvirkninger, lite oksygen, råttent vann pga. overgjødning etc.). I forhold til det igangværende overvåkingsprogrammet rundt Vallø og Vårnes foreslås en utvidelse med en stasjon i Træla og to stasjoner innover Vestfjorden/Byfjorden. Stasjonsnettets er inntegnet på figur 2.

### 3.2.7 Organiske miljøgifter og metaller i organismer og sedimenter

Akvatiske organismer akkumulerer ofte metaller og miljøfremmede forbindelser til vesentlig større konsentrasjoner enn disse fins i vannet. Det kan her dreie seg om mange størrelsesordners forskjell. Betydningen av dette ligger i at:

- a) stoffene/elementene kan ha tilsynelatende ubetydelige eller upåvisbare konsentrasjoner i vannet, mens de lett lar seg registrere i organismer, og
- b) stoffene oppkonsentreres over tid til nivåer som er skadelige enten for vedkommende arter selv eller for dyr de er næring for.

Særlig alvorlig blir ovennevnte forhold hvis det er spiselige organismer som akkumulerer giftstoffene.

Sedimentene virker på mange måter som det endelige lagringssted for tungt nedbrytbare eller bestandige forurensningskomponenter. Sedimentanalyser vil følgelig kunne utfylle informasjonene fra analysene på biologisk materiale.

Det foreslås analyse av følgende metaller på bløretang og/eller grisetang og/eller sjøsalat (avhengig av hva som fins): bly, jern, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, mangan, nikkel, sink og vanadium. (De viktigste er understreket.) Materiale bør innsamles én gang i året fra følgende stasjoner (kfr. figur 2): B1, B2, B5, B9, B10, B12.



De samme metallene bør analyseres på blåskjell og børstemark (fortinnsvi *Capitella capitata*) fra bløtbunnsstasjonene Z2, Z3, Z4, Z7 og Z8 (kfr. figur 2); i første omgang årlig og siden etter vurdering av resultatene.

Organiske miljøgifter (her polyklorerte bifenyler og andre halogenerte hydrokarboner) bør analyseres på børstemark og blåskjell fra de to innerste bløtbunnsstasjonene (Z7 og Z8), dessuten på materiale fra Z1 (referanse).

Stasjonene for sedimentprøvetaking kan være de samme som for innsamling av bløtbunnsfauna. For samtlige av stasjonene bør det gjøres orienterende analyser på ovennevnte metaller, mens konsentrasjonen av organiske mikroforurensninger i første omgang kan bli registrert på de to stasjonene innerst i fjorden samt på en lokalitet i åpnere farvann.

Ovennevnte analyser må foregå ved sentrale forskningsinstitusjoner eller analyselaboratorier.

### 2.3.8 Tarmbakterier i vann og organismer

Coliforme bakterier kan benyttes som indikatorer på graden av fækal forurensning i nærområdene til kloakkvannsutslipp eller andre kilder for denne type påvirkning (f.eks. søppelfyllplasser der det tømmes slam fra septiktanker eller kloakkrenseanlegg). Ved særlig høye konsentrasjoner av coliforme bakterier er det rimelig å anta økt risiko for smittsomme sykdommer, men for øvrig er det et meget usikkert grunnlag for slutninger om badevanns hygieniske kvalitet ut fra tarmbakteriekonsentrasjoner. En av årsakene til dette er at man vet at coliforme bakterier hurtig dør i saltvann, mens avdødningshastigheten er lite kjent for de eventuelle sykdomsfremkallende organismer i kloakkvannet. Overvåking basert på denne parameter må derfor vesentlig begrunnes med at metoden kan egne seg for dokumentasjon av redusert belastning i de indre områder. Det forelås i dette øyemed ukentlige observasjoner i månedene juni-august på stasjonene H1, H2, og H3 (figur 1), og til orientering samme frekvens på stasjonene H5 og H8 i juli-august.

Vel så aktuelt kan det være å overvåke innholdet av tarmbakterier i blåskjell på steder man må anta at disse høstes for å bli spist.

Overensstemmende med dette foreslås at man foretar orienterende analyser på blåskjell innsamlet i nærheten av henholdsvis de gamle og de nye kloakkvannsutslipp. I denne forbindelse påpekes at det på Ravnø nær Vårnes drives forsøksdrift med dyrking av blåskjell på flytende rammer.

Analysene av coliforme bakterier utføres og vurderes av de lokale helsemyndigheter.

### 3.3 Omkostningsanslag for referanseundersøkelser

Nedenstående beregninger angir størrelsesordnene av de omkostninger som vil påløpe ved de enkelte deler av undersøkelsene som er foreslått foran. Mer eksakte beregninger lar seg først gjennomføre etter at programmets innhold og arbeidsfordelingen mellom ulike instanser er blitt bestemt. Alt arbeid ved lokale laboratorier, konsulentfirmaer eller andre medarbeidere i kommunale eller fylkeskommunale etater er holdt utenfor beregningene. Det er imidlertid bemerket for hver enkelt post når en slik deltakelse er forutsatt eller mulig. Postene tilsvarende den punktvisse oppdelingen i programforslaget.

Programmet er tenkt utført over ett år og bli etterfulgt av et overvåkingsprogram (kfr. pkt. 3.4) når de endrede belastningsforhold har eksistert i minst ett år.

Ia	<u>Kartlegging av forurensningstilførsler</u> (inklusive rapportering)	kr 30 000 00
Ib	<u>Vannføringsmålinger i Aulielven, eventuelt Vellebekken o.a.</u> Utføres lokalt eller av konsulentfirma.	
II	<u>Hydrografiske undersøkelser</u> Feltarbeid, sammenstilling av data og innledende bearbeidelse gjøres lokalt eller av konsulentfirma. Utførelsen betinger kjøp/leie av salinoterm, dessuten leie av båt. Utgifter til vurdering/rapportering: se under pkt. III.	
	Overføres	kr 30 000 00

Overført kr 30 000 00

III Vannkjemiske undersøkelser

Feltarbeidet kan gjøres av lokale medarbeidere eller konsulentfirma, men under ledelse av en erfaren oseanograf. Forutsetter leie av båt, fortrinnsvis fartøy utrustet for formålet. Analysene kan delvis gjøres på lokalt analyselaboratorium etter innledende kontroll. Innledende sammenstilling av næringsaltdata kan gjøres lokalt, men sannsynligvis urasjonelt.

Kjemiske analyseutgifter, kontrollanalyser av næringsalter

kr 1 000 00

Kjemiske analyseutgifter, metaller

" 3 000 00

Båtleie med skipper, toktleder, 7 tokt á 3 dager

" 60 000 00

Samlede utgifter til opplæring, interkalibrering av analysemetoder, bearbeidelse og rapportering av kjemiske og fysiske analysedata under pkt. 3.2.2 og 4.3

" 35 000 00

IV Klorofyll og planteplankton

Feltarbeid gjøres i forbindelse med de hydrofysiske og hydrokjemiske undersøkelsene.

Analysene på klorofyll utføres lokalt etter kontroll. Eventuelle omfattende analyse av planteplankton gjøres som hovedfagsstudium. Spesiell undersøkelse av planteplanktonets kjemiske sammensetning, bearbeidelse og rapportering

" 20 000 00

Innledende klorofyllanalyser, vurdering av klorofyllldata, kvalitativ analyse og

vurdering av planteplanktonprøver, rapportering

" 20 000 00

V Vekspotensialundersøkelser med alger

" 19 000 00

IV Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna

Undersøkelse av høyere vegetasjon og flytende algematter, etablering av grunnlag for flyovervåking med infrarød film

" 35 000 00

kr 223 000 00

Øvrige undersøkelser av fastsittende alger, hardbunns- og bløtbunnsfauna	" 110 000 00
VII <u>Innhold av organiske miljøgifter og metaller</u> <u>i organismer og sedimenter</u>	
Kjemiske analyser	" 30 000 00
Bearbeidelse, rapportering	" 25 000 00
VIII <u>Analyse av tarmbakterier i vann og organismer</u> Feltarbeid, analyser og vurdering ved lokale helsemyndigheter	
IX <u>Diverse utgifter i forbindelse med planlegging,</u> <u>møter etc.</u>	" <u>10 000 00</u>
Omkostningsanslag, eksklusive utgifter til anskaffelser og arbeid ved lokale laboratorier/ etater eller konsultfirmaer, ca.	kr 398 000 00 =====

### 3.4 Forslag til overvåkingsprogram

#### 3.4.1 Generelt

Det følgende foreslåtte overvåkingsprogram forutsetter ikke utførelse av mer omfattende resipientstudier. Imidlertid er det et klart behov for en dokumentasjon av tilstanden i hele området. En slik basis vil lette tolkningen av resultatene fra overvåkingen og gjøre konklusjonen sikrere. Egentlig burde også et overvåkingsprogram springe ut fra de resultater mer omfattende studier har gitt, idet innholdet av programmet best kan baseres på gode forhåndskunnskaper om de aktuelle vannforekomster. Overvåkingsprogrammet foreslås derfor med forbehold om endringer som kan bli aktualisert ved resultatene fra en innledende referanseundersøkelse.

Det må videre bemerkes at det i alle tilfeller vil være en betydelig fordel at i hvert fall noen undersøkelser er gjort før omfattende avlastningstiltak blir iverksatt. Det er således viktig at det ene året man har til disposisjon (1976) blir utnyttet. (Noe avhengig av hvor stor

avlastningen blir, kan muligens 1977 også utnyttas som referanseår.)

I samsvar med disse momenter er det i overvåkingsprogrammet lagt vekt på å få en så vidt mulig god karakteristikk av biologiske forhold, som utgjør mer "integrerende" karakterer enn vannmassenes fysiske og kjemiske egenskaper. Dette ligger også til grunn for at det i forslagene til undersøkelse av fysiske og kjemiske forhold er forsøkt å konsentrere seg om tette observasjoner av et mindre antall egenskaper til antatt viktige eller kritiske tidspunkter.

#### 3.4.2 Forurensningstilførsler

På basis av tilgjengelige utslippsdata fra industri og befolkning, samt teoretiske verdier for nitrogen- og fosfortilførsel fra ulike arealtyper i nedbørfeltet, gjøres en sammenstilling som viser mengden av nedbrytbart organisk stoff, plantenæringsstoffer, metaller og mulige giftstoffer som tilføres fjordvannet. Av sammenstillingen vil også den relative betydning av de ulike kilder fremgå.

#### 3.4.3 Måling av nitrogen- og fosforbelastning fra Aulielven

Det samles inn ukentlige prøver til analyse på total nitrogen og total fosfor. Prøvene kan enten analyseres for seg eller slås sammen til måneds- eller kvartalsprøver etter konservering. Blandingen bør fortrinnsvis være proporsjonal med vannføringen på prøvetakingstidspunktet. Det benyttes samme stasjon for prøvetaking og vannstandsmåling som ved undersøkelsene innen Den Internasjonale Hydrologiske Dekade (1965-1974).

Prøvetakingen finner sted gjennom ett år. Om mulig gjøres analyse både på filtrert og ufiltrert vann (alternativt bare på ufiltrert). Det er også ønskelig å få med målinger av nitrat, ammonium og ortofosfat (alle de tre sistnevnte fortrinnsvis på filtrerte prøver).

Beregningsresultatene jevnføres med de belastningstall som kan anslås ut fra dekadematerialet.

2.4.4 Klorofyll, planteplankton, siktedyp, saltholdighet, temperatur, oksygen og vannstand

Klorofyll kan måles for å følge planteplanktonmengdens variasjon med tiden og/eller sammen med siktedyp til karakteristik av vannets utseende. Det foreslås ukentlig innsamling av blandprøver fra øvre to meter på stasjonene H1-H5 (figur 3) før, under og etter våroppblomstringen (i alt 6-7 uker fra begynnelsen av mars), samt 14-daglige prøver fra de samme stasjoner i månedene juni-august. H5 er ment som referansestasjon og kan, om nødvendig, sløyfes. Det samme kan gjøres med den indre stasjonen H1 ut fra den mulighet at H2, som ligger lenger fra munningen av Aulielven, vil være mer representativ. (Minimumsprogrammet er følgende observasjoner fra H2, H3 og H4.) Håvtrekkplankton og kvantitative planteplanktonprøver (blandprøve fra øvre 2 meter) innsamles samtidig med klorofyllprøvene, og det gjøres parallelle observasjoner av siktedyp. Saltholdighet og temperatur registreres med salinoterm i 0, 1, 2, 4, 8, 12, 20 meters dyp og nær bunnen (hvis dypere). Kvantitative planteplanktonprøver innsamles også fra 4 til 8 meter. Planktonprøvene bearbeides bare etter behov (eventuelt som et hovedfagsarbeid), men oppbevares i referanseøyemed.

For å være et pålitelig mål på en eventuell bedring eller forverring av vannets utseende i løpet av en årrekke bør siktedypet egentlig observeres oftere enn nevnt ovenfor. Det foreslås derfor så vidt mulig daglige observasjoner over én eller flere måneder om sommeren på én eller to indre stasjoner (H1 og H2). Om praktisk gjennomførbart, måles samtidig overflatesaltholdighet med salinoterm.

Daglige vannstandsmålinger vil kunne gi verdifulle holdepunkter for bedømmelsen av fjærebeltets algesamfunn. Viktigst er det å få observasjoner fra perioden april-august.

Behovet for oksygenmålinger nær bunnen vurderes etter orienterende analyser på prøver fra de indre bassenger i tiden juni-august, fortrinnsvis etter periode med stille, varmt vær.

#### 3.4.5 Vekstpotensialundersøkelser med planktonalger

Vannprøver (fra 0,5-1 meters dyp) innsamles på stasjon H2, pluss eventuelt H4, før og etter planktonalgenes våroppblomstring; dvs. minimum to, helst fire ganger i februar og april (1-2 ganger i hver av disse månedene). Foruten vekstpotensialmålinger gjøres det tilsetningsforsøk med plantenæringsstoffer (nitrogen-, fosfor- og jernsalter) for å bedømme mulige vekstbegrensende substanser.

#### 3.4.6 Hydrokjemiske observasjoner

Vannprøvene som innsamles til vekstpotensialmålinger analyseres på total fosfor, total nitrogen, total organisk karbon og jern (alle på både filtrerte og ufiltrerte prøver), videre på nitrat, ammonium og ortofosfat (filtrerte prøver).

Om praktisk gjennomførbart ved lokalt laboratorium uten vesentlige omkostninger kan vannkvaliteten karakteriseres nærmere ved tre observasjonsserier før, under og etter våroppblomstring, tre tokt i mai-august og ett om høsten (oktober-november). Det analyseres på de samme parametre som nevnt ovenfor, og innsamles minimum to prøver over og to prøver under sprangsjiktet. Behovet for analyser på metaller og/eller organiske miljøgifter vurderes på grunnlag av resultatene fra mer omfattende resipientundersøkelser (referansestudier) eller ut fra analyser på slike stoffer i organismer og sedimenter (se pkt. 3.4.8).

#### 3.4.7 Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna

Avhengig av om innledende markstudier kombinert med flyfotografier med infrarød film er utført, slik at identifikasjonsnøkler har latt seg utarbeide, overvåkes forholdene med hensyn på gjengroing med høyere vegetasjon og grønnalgeenger omkring stasjon H2 og H2 ved årlig flyfotografering på sensommeren.

De biologiske forhold følges for øvrig ved undersøkelser av algesamfunnene ned til nedre grense for vekst av bladformede alger og samtidige dykkerobservasjoner av hardbunnsfauna (stasjonene B1-B8, figur 2). Samfunnene på bløtbunn observeres på stasjonene Z1-Z8 (figur 2). På B-stasjonene legges det en hovedvekt på forholdene i fjæra.

#### 3.4.8 Organiske miljøgifter og metaller i organismer og sedimenter

Før det er gjort mer omfattende dokumentasjonsstudier foreslås bare analyser på metaller i alger (fortrinnsvis grisetang eller blæretang på prøver fra stasjonene B1, B2, B4, B5 og B8). Prøvene analyseres på følgende metaller: bly, jern, kadmium, kobber, kvikksølv, mangan og sink. De samme analyser utføres på sedimenter fra stasjonene Z2, Z4, Z5 og Z7. Polyklorerte bifenyler og andre halogenerte hydrokarboner bør analyseres på børstemark (fortrinnsvis *Capitella capitata*) fra de Z-stasjonene der sedimentprøvene blir innsamlet.

#### 3.4.9 Tarmbakterier i vann og organismer

Termostabile coliforme bakterier er usikker som hygienisk parameter i saltvann, men kan sannsynligvis være egnet for å dokumentere betydelige endringer i den direkte belastning med husholdningskloakkvann. Det foreslås ukentlig eller 14-daglig prøvetaking av overflatevann fra stasjon H1 eller H2 i badesesongen. Ved eventuell mistanke om bruk av kloakkvannsinfiserte blåskjell til mat bør det foretas orienterende analyser av termostabile coliforme bakterier.

#### 3.5 Budsjett for overvåkingsundersøkelser

Omkostningsanslagene nedenfor er basert på utstrakt medvirkning av lokale laboratorier/medarbeidere. Utgifter til denne del av arbeidet har ikke latt seg beregne fordi det bl.a. avhenger av om man kan utnytte eksisterende arbeids- og analysekapasitet, eller om det blir nødvendig med nyansettelse. Eventuelle anskaffelser er ikke tatt med. Budsjettet er forsøkt satt opp slik at det fremkommer en del alternative muligheter, resulterende i et maksimums- og et minimumsoverslag. Postene følger i samme rekkefølge som ovenstående gjennomgåelse av arbeidsoppgavene. Tallene baserer seg på dagens analysepriser og lønninger ved oppdragsinstitutter.

Programmet er tenkt utført ett år før utslippsendringene (dvs. i 1976 eventuelt 1977) og i de to etterfølgende år, for deretter å bli revurdert.



	<u>Minimum</u>	<u>Maksimum</u>
I Kartlegging av forurensningstilførsler. (Minimum hvis gjort i forbindelse med referansestudium eller hvis arbeidet utføres av SFT eller lokal forvaltningsetat.)	4 000,-	25 000,-
II Måling av N- og P-transport i Aulielva. (Minimum hvis bare beregning basert på IHD-materiale. Analyser og innledende bearbeidelse gjøres lokalt.)	3 000,-	6 000,-
IIIa Feltarbeid, siktedyp, klorofyll, planteplankton, hydrokjemi etc. ca. 12 hovedtokt á 2 dager pluss diverse enkeltobservasjoner. (Bare regnet med veiledning og deltakelse av én forsker på to eller tre tokt, ikke båt og lokalt mannskap.)	10 000,-	15 000,-
IIIb Veiledning i analysemetoder, kjemiske kontrollanalyser, analyser av organisk karbon, grovvurdering av planteplankton, bearbeidelse og rapportering. (Analyser og innledende databehandling skjer lokalt. Minimum ved hydrokjemiprogram bare i forbindelse med vekstpotensialundersøkelsene.)	35 000,-	45 000,-
IV Vekstpotensialundersøkelser. (Minimum ved bare en prøvetakingsstasjon.)	7 000,-	13 000,-
V Gruntvannsorganismer og bløtbunnsfauna. (Minimum ved at flyovervåking av indre områder faller bort hvis det ikke er gjort innledende referansestudium. En slik vil koste ca. kr 30 000,-.)	90 000,-	105 000,-
VI Metaller og organiske miljøgifter i organismer og sedimenter. (Minimum ved bare å gjøre metallanalyser i alger.)	6 000,-	15 000,-
VII Tarmbakterier i vann og organismer. (Utføres i sin helhet av lokale helsemyndigheter.)	-	-
	<hr/>	<hr/>
	155 000,-	224 000,-
	=====	=====

Fig. 1 Stasjonsnett for referanseundersøkelser i Tønsbergs fjordområder for observasjoner av hydrofysiske og hydrokjemiske forhold, klorofyll og planteplankton.

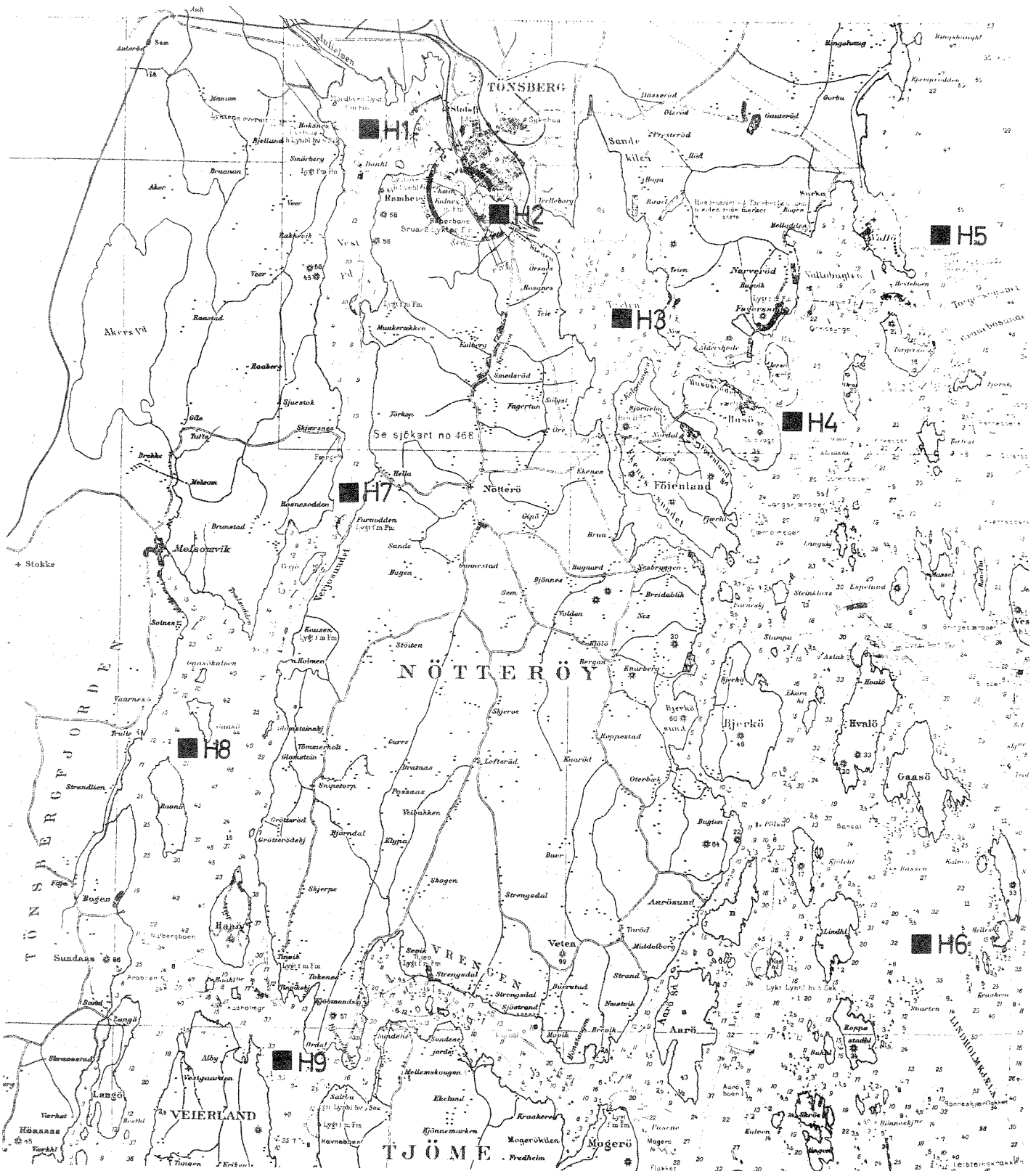


Fig. 2 Stasjonsnett for referanseundersøkelser i Tønsbergs fjordområder for observasjoner av fastsittende alger og gruntvannsfauna ▲ og bløtbunnsfauna ○.

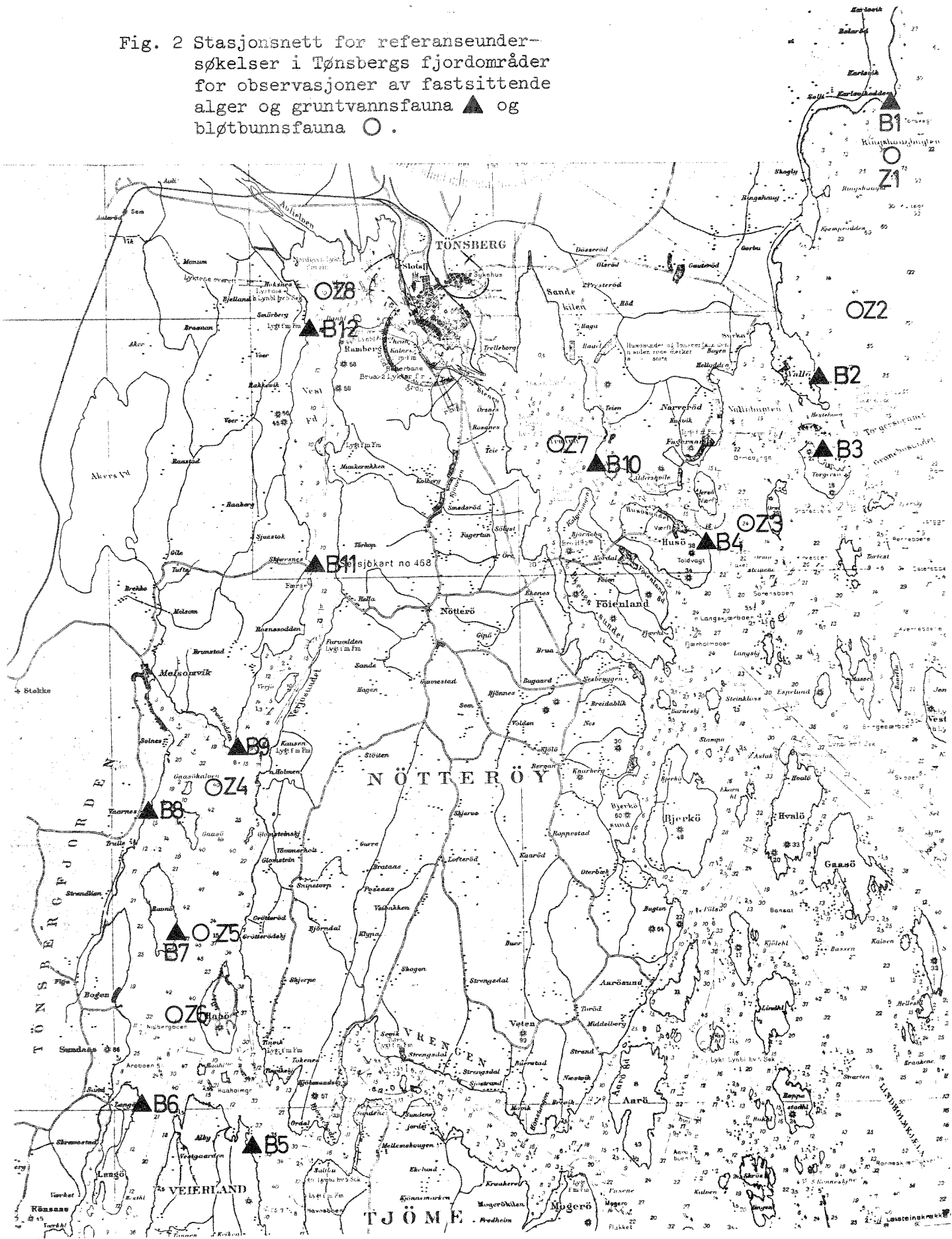


Fig. 3 Stasjonsnett for overvåking av Tønsbergfjorden.  
 Lokalteter for undersøkelse av algevegetasjon  
 og hardbunnsfauna (B1-B8) og bløtbunnsfauna (Z1-Z8).

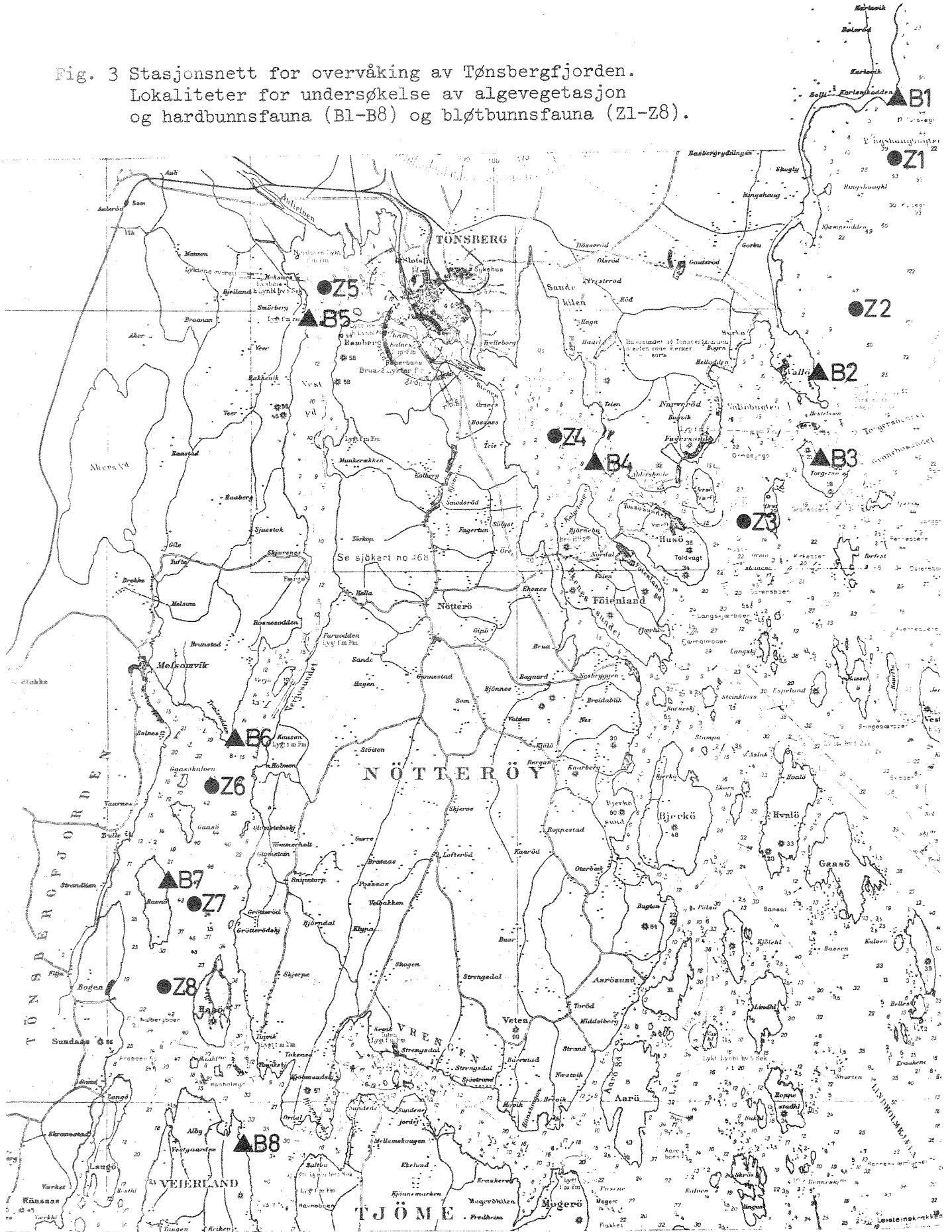


Fig. 4 Stasjonsnett for overvåking av Tønsbergfjorden. Lokaltiteter for siktedyp, klorofyll, planteplankton, algevekstpotensial, saltholdighet og eventuelle andre fysisk/kjemiske parametre.

