

750

NIVA's
siste exemplar
UTLÅN

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

0-26/76

RESIPIENTUNDERSØKELSER
i
SINGLEFJORDEN - HVALEROMRÅDET

Ramneforslag

Blindern, 19. februar 1976

Saksbehandler: Jens Skei, Ph.D.

Medarbeidere : cand.real. Tor Bokn

cand.real. Jon Knutzen

fil.kand. Jan Magnusson

cand.real. Brage Rygg

Instituttetsjef Kjell Baalsrud

F O R O R D

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk henvendelse i brev av juli 1975 fra Fylkesmannen i Østfold, Utbyggingsavdelingen, om å foreta en omfattende undersøkelse i sjøområdet mellom Glåma og Iddefjorden. I svarbrev av 19. september 1975 stilte NIVA seg positivt til den planlagte undersøkelsen og det ble foreslått et møte mellom de interesserte parter.

Dette rammeforslaget er utarbeidet for å skissere de retningslinjer instituttet velger å arbeide ut ifra. Det skal dessuten danne et diskusjonsgrunnlag for de videre drøftelser mellom oppdragsgiver og NIVA.

Det er lagt vekt på å utdype vår målsetting for undersøkelsen og hvilke midler NIVA vil bruke for å angripe problemene. Instituttet har valgt å skissere de enkelte delundersøkelser noe detaljert, uten at det må oppfattes som et fastlåst program. Instituttet forbeholder seg en viss fleksibilitet i opplegget, ettersom enkelte arbeidsoppgaver ikke lar seg programmere i detalj før undersøkelsen er i gang.

Budsjetteringen av undersøkelsen er komplisert, i og med at den omfatter et meget vidt spekter av arbeidsoppgaver. Omkostningene vil også være avhengig av i hvilken utstrekning lokale medarbeidere og Universitetet i Oslo kan delta i prosjektene. Under planleggingen av plankton- og brislingundersøkelsene er det søkt faglig bistand fra Universitetet i Oslo. Det er antatt at universitetets institutt for marin biologi og limnologi i det vesentligste vil stå for denne delundersøkelsen. Det bør påpekes at budsjettet er en ramme og at bare fakturerte omkostninger blir belastet budsjettet.

Blindern, 19. februar 1976


Jens Skei

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING - FORMÅL	4
2. OMRÅDETS TILSTAND	5
3. DOKUMENTASJON - ARBEIDSOPPGAVER	6
3.1 Forurensningstilførsler	6
3.2 Undersøkelse av strøm- og vannbevegelse	7
3.2.1 Faktorer av betydning for vannbevegelsene i området	8
3.2.2 Undersøkelser av Glåmavannets spredning i området	8
3.2.3 Tidevannsstudier	9
3.2.4 Hydrografi	9
3.3 Transport og spredning av forurensninger i vannmassene	9
3.4 Akkumulering av metaller og organiske miljøgifter i sedimentene	11
3.5 Biologi	12
3.5.1 Utbredelsen av fastsittende alger og blåskjell	14
3.5.2 Dyreliv på hardbunn	15
3.5.3 Dyreliv på bløtbunn	16
3.5.4 Plankton og brislingundersøkelse	17
3.5.4.1 Planteplanktonsamfunnet i overflatelaget	20
3.5.4.2 Planteplankton og dødt partikulært materiale i dypere vannlag	22
3.5.4.3 Zooplankton	22
3.5.4.4 Brisling	22
3.6 Overvåking av området	22
4. BUDSJETT FOR FØRSTE UNDERSØKELSEÅR	24
5. BIBLIOGRAFI	28

1. INNLEDNING - FORMÅL

Det ble ytret ønske om en undersøkelse som skulle gå over 2-3 år og i første rekke omfatte:

1. Strøm og vannbevegelser i området
2. Spredning av forurensede stoffer fra Iddefjorden og Glåma
3. Nåværende forurensningssituasjon
4. Virkninger av rensetiltak i undersøkelsesperioden
5. Utarbeidelse av et overvåkingsprogram

Rammeforslaget omfatter et utkast til program for en dokumentasjonsundersøkelse som har til siktemål å besvare de tre første av de ovennevnte punkter. Det vil være nødvendig å foreta en grundig kartlegging av forurensningstilførsler for å vurdere punkt 4. Her håper instituttet på et nært samarbeid med kommunale og fylkeskommunale myndigheter og de enkelte industribedrifter i det aktuelle området.

Resultater fra undersøkelsen i Iddefjorden under bedriftsstansen ved Saugbrugsforeningen i Halden sommeren 1975, vil gi et visst grunnlag for å bedømme hvilke endringer i vannkvalitet som kan forventes og hvor raskt slike endringer vil skje når rensetiltakene ved treforedlingsindustrien trer i kraft. Eventuelle bedriftsstansperioder ved treforedlingsindustrien og andre større industribedrifter i Glåmaregionen bør bli nøye oppfulgt i undersøkelsesperioden.

Sammen med opplegget for dokumentasjonsundersøkelsen fremmes det forslag til et overvåkingsprogram (punkt 5, se ovenfor). Dette vil midlertid bli å betrakte som foreløpig, ettersom justeringer og omprioriteringer kan bli nødvendig på bakgrunn av resultatene fra første undersøkelsesår. Det er lagt stor vekt på at den fysisk-kjemiske delen av overvåkingsprogrammet kan utføres av lokale medarbeidere.

2. OMRÅDETS TILSTAND

En sentral oppgave i forbindelse med denne undersøkelsen er å stille en diagnose på området, for å finne ut hva som er i veien med resipienten. De symptomer som er fremkommet via tidligere undersøkelser (NIVA, 1969, 0-229; NIVA, 1972, 0-128/71; NIVA, 1974, 0-229/60) gir ingen entydige svar på årsaksforholdene. Det kan nevnes at undersøkelsen om fastsittende alger i området (NIVA, 1974, 0-229/60), konkluderte med at det er en synlig reduksjon i forekomsten av de vanligste tangarter. Videre er det fremkommet opplysninger om symptomer via den lokale befolkningen, fiskere og Skjeberg Friluftsnemnd og blant disse kan nevnes:

1. Dårlig lukt av vannet
2. Reduksjon i forekomst av strandreker og fisk, samt fiskedød
3. Redusert forekomst av morild
4. Mindre med skjell, men en økning i forekomsten av grønske

Disse symptomene gir heller ingen sikre svar på hva årsaken(e) er. Dårlig lukt av vannet kan tyde på lokal mangel på oksygen, som følge av organisk belastning. Det kan derfor komme på tale å undersøke oksygenforholdene og mengden av næringssalter på de mest utsatte lokalitetene. Når det gjelder reduksjon i forekomst av fisk, reker og morild, er det vanskelig å si noe bestemt, uten at dette er dokumentert over en lengre tidsperiode. Svingninger fra år til år i bestanden av marine organismer er et vanlig fenomen. Imidlertid er det grunn til å være på vakt overfor en generell forringelse av organisme-samfunnene, da dette kan ha sin årsak i en forverring av vannkvaliteten i området. Påvist fiskedød skulle tyde på at det i hvert fall lokalt forekommer giftstoffer eller oksygenmangel i vannet. I undersøkelsen bør det derfor inngå en omfattende analyse av miljøgifter i vannmassene.

Det er også blitt registrert en økende begroing med grønske, som kan indikere en viss gjødslingseffekt på vannet (eutrofiering). Målinger av næringssalter og gjennomføring av vekstforsøk kan gi visse opplysninger om vannet er sterkt gjødslet.

Det bør påpekes at omfanget av de observerte, negative effektene i området ikke er kjent og det er uklart om de skisserte forholdene er representative for hele det området som inngår i undersøkelsen. Målinger av siktedyp foretatt av Skjeberg Friluftsnemnds overvåkingsutvalg 19.9.1975 i området Kråkerøy-Løperen-Singløy-Skjebergkilen-Sandøy, viste dårlig siktedyp i hele området (<3,75 m). Spesielt dårlig var det i Glåma-estuariet.

3. DOKUMENTASJON - ARBEIDSOPPGAVER

Det legges vekt på å foreta et omfattende studium første undersøkelsesår, for så tidlig som mulig å avgrense problemstillingen, samt foreta prioriteringer. En dokumentasjon av hovedtrekkene i vannbevegelsene i området og hvordan disse bevirker spredning og transport av forurensninger, bør spille en sentral rolle. Dette gjelder særlig en kartlegging av utbredelsen av Glåma-vann og Iddefjord-vann.

Den nåværende forurensningssituasjon vil bli vurdert både fra en kjemisk, biologisk og estetisk synsvinkel.

En registrering og kartlegging av forurensningstilførsler til Singlefjorden - Hvaler-området foretas på et tidlig tidspunkt i undersøkelsen. Dette forsøkes kombinert med direkte målinger av forurensningstilførsler via Glåma og Tista.

3.1 Forurensningstilførsler

Det er viktig for undersøkelsen å få et godt bilde av hvor forurensninger slippes ut og i hvilke mengder. Det antas at forurensninger tilføres området via to kilder; Glåma og Tista og at andre forurensningstilførsler sammenlikningsvis er av mindre betydning. Det bør derfor foretas en direkte kartlegging av utslippssteder og en registrering av utslippstall i området mellom Øyeren og Glåmas munning og mellom Femsjøen og Tistas munning. Det må legges særlig vekt på miljøgifter (tungmetaller og organiske mikroforurensninger). Disse undersøkelsene bør foregå i nært samarbeid med de kommunale etater.

I tillegg til denne kartleggingen av forurensningstilførsler, må det gjøres forsøk på å måle direkte hvor mye forurensninger som tilføres fjordområdet via Glåma og Tista. Vannprøver bør tas ukentlig ved Glåmas og Tistas utløp i en måned under flomperiode, når vannføringen er middels og når den er meget lav. De prøvene som blir innsamlet i løpet av en måned vil bli blandet og analysert for å finne gjennomsnittsverdiene for de enkelte parametrene for hver av elvene. Vi håper dermed å kunne estimere de mengdene av forurensninger som tilføres fjordområdet og dessuten sammenlikne disse med de teoretiske tallene. En del av denne undersøkelsen vil muligens kunne bli finansiert ved forskningsmidler, da disse er problemer av generell interesse. En del av feltarbeidet (prøveinnsamling) kunne utføres av lokale medarbeidere.

3.2 Undersøkelse av strøm- og vannbevegelser

Ved tolkning av biologiske og kjemiske observasjoner er kjennskap til vannbevegelser viktig. Spredning av forurensninger er generelt bundet til vannbevegelser og kjennskap til disse er således av stor betydning ved valg av målesteder for forskjellige observasjoner.

Visse transportmekanismer forårsaker spredning av forurensninger, mens andre forårsaker sedimentering. På grunn av variasjoner i strømmønsteret kan visse områder utsettes for kortvarige eksponeringer av forurensninger, mens andre områder stadig blir påvirket av forurenset vann. Slike faktorer og deres effekter kan beskrives i en samlet vurdering av hydrofysiske, hydrokjemiske og biologiske observasjoner.

Hvaler/Singlefjord-området areal er 10x7 nautiske mil, og har en meget varierende topografi. Å få et fullstendig bilde av vannbevegelsene i dette området, ville kreve meget store ressurser og kan ikke motiveres ut i fra denne undersøkelsens hovedmålsetting. Det nedenfor skisserte undersøkelsesprogram innretter seg derfor i første rekke på en studie av Glåma-vannets spredning i området under forskjellige forhold. Andre faktorer studeres bare i mindre omfang.

3.2.1 Faktorer av betydning for vannbevegelsene i området

Den stadige tilførselen av ferskvann til Glåma-området vil dominere strømbildet i området. Spredningen av dette vannet vil variere med vannføring, vind og tidevannsbevegelser. Den lavere egenvekten på ferskvannet sammenliknet med saltvannet medfører at ferskvannet spres på overflaten i området og ut mot Oslofjorden. Samtidig skjer det en innblanding av underliggende saltvann. Denne transport av saltvann (såkalt medrivningseffekt) kompenseres av en motstrøm under overflatelaget.

Mellom fjære og flo (inngående strøm) vil tidevannet forsterke innstrømmen under overflatelaget og svekke utstrømmen i overflatelaget. Den motsatte effekt får man i fasea flo - fjære. Dette vil gjenta seg to ganger pr. døgn. Også vinden vil forandre transportsystemet, men i motsetning til tidevannet, aperiodisk. Endelig vil lufttrykksvariasjoner medføre vannstandsforandringer som vil ha samme effekt på strømmønsteret som tidevannet, men med betydelig lavere frekvens.

Vannkvaliteten inne i Hvalerbassenget og Singlefjorden er også avhengig av bevegelser utenfor Hvalerøyene. Fra sør strømmes den Baltiske strømmen opp forbi Kosterøyene og forener seg med Oslofjordvann utenfor Hvaler-området. Denne strømmen vil forsterkes av sydlige vinder og presse Glåma-vann opp mot Fredrikstad og Oslofjorden, mens en svekking av strømmen kan få Glåma-vann til å spre seg over mot Kosterøyene.

Til denne siste faktor, og delvis av denne, kommer de generelle hydrografiske og meteorologiske forhold i Skagerrak og Kattegat. Disse vil først og fremst gi en variasjon som strekker seg fra år til år, dvs. over lengre perioder enn for de øvrige nevnte faktorer.

3.2.2 Undersøkelser av Glåma-vannets spredning i området

Vi bør i den forestående undersøkelsen først og fremst konsentrere oss om forholdene utenfor selve elvemunningen. Ved målinger av salinitet og temperatur på en rekke stasjoner i Hvalerbassenget og Singlefjorden ved forskjellige vannføringer i Glåma og under varierende vindforhold, vil en kunne få et bilde av transporten i området. Dette må dog kompletteres med strømmålinger. Det foreslås 6-10 overflatetokter, hvor det er

ønskelig med deltakelse av lokale medarbeidere.

3.2.3 Tidevannsstudier

Tidevannet vil kunne studeres fra vannstandsregistreringer i Fredrikstad og det vil bli vurdert om kompletterende strømmålinger skal utføres etter første undersøkelsesår.

3.2.4 Hydrografi

De ytre forholds innvirkning på Hvalerarkipelet studeres best ved hydrografiske tokt, hvor det måles temperatur, salinitet og oksygeninnhold på stasjoner innenfor og utenfor Hvaler og ved innløpet til Iddefjorden. Det vil bli foretatt minimum 4 tokt første undersøkelsesår. Disse toktene vil bli samkjørt med hydrokjemiske tokt og andre tokter i området.

3.3 Transport og spredning av forurensninger i vannmassene

Det er i overflatelaget de største transporter foregår, hvor primærproduksjonen er virksom og hvor estetiske problemer kan oppstå. Denne del av undersøkelsen bør derfor få høy prioritet. Overflatetransporten av forurensninger kan være bestemmende for tilstanden i hele resipienten. Dette gjelder også sedimentene, da akkumuleringen av forurensningskomponenter på bunnen i stor grad vil være avhengig av overflatestrømmene.

Hva man ønsker å få greie på ved denne delundersøkelsen er:

1. Spredning og transport av stoffer fra kjente utslippssteder
2. Oppspore eventuelle kilder for "snik-forurensning"
3. Undersøke totalbelastningen av miljøgifter og andre forurensninger i overflatelaget

Det er rimelig å anta at det er to vannmasser som er særlig viktige mht. tilstanden i dette fjordområdet. Den ene er Glåma-vann og den andre Iddefjord-vann. Begge transporterer forurensninger. Disse vannmassene vil interferere med hverandre og dessuten blandes med Oslofjord-vann og Baltisk vann (strømmer nordover langs svenske-kysten). Det er derfor en kompleks situasjon, hvor en rekke vannmasser av forskjellig opprinnelse

Og kjemisk sammensetning møtes. Det gjelder derfor å skille best mulig mellom de forskjellige vanntypene, f.eks. ved å klassifisere dem ut fra kjemiske kriterier. Vi kan bruke en forurensningskomponent som vi vet karakteriserer en bestemt vanntype til å spore dens utbredelse. Tidligere målinger av jern i Glåma og Singlefjorden har vist unormalt høye konsentrasjoner, noe som skyldes det generelt høye jerninnholdet i Glåma-vann, samt utslipp av jern fra Kronos Titan A/S (NIVA, 1969, 0-229). Utbredelsen av partikulært jern vil derfor bli brukt til å kartlegge transportveien til Glåma. Denne problemstillingen er tidligere brukt ved en annen fjordundersøkelse (Sørfjorden i Hardanger) til å kartlegge utbredelsen av en vannmasse kontaminert med store mengder jern-avfall fra industri (Skei, 1975). I dette tilfellet kunne det partikulære materialet med høyt jerninnhold spores 4 mil fra utslippsstedet.

Det foreslås derfor at partikulært materiale analyseres i vannprøver fra 23 overflatestasjoner i området. I tillegg til jern analyseres prøvene for aluminium, titan, mangan, kobber, bly og sink. I de samme vannprøvene bestemmes mengdene av løst jern, kobber, bly sink, krom og kvikksølv. Dette skulle gi grunnlag for å bedømme tungmetallbelastningen i overflatelaget.

Utbredelsen av Iddefjord-vann kan muligens spores ved dets innhold av lignin (NIVA, 1976, 0-67/75). Selv om Glåma-vann også inneholder lignin pga. utslipp fra treforedlingsindustri, skulle det være mulig å spore Iddefjordvannet i de sørlige deler av Singlefjorden. Lignin analyseres på alle de 23 overflatestasjonene. Sammen med lignin faller det naturlig å analysere på humus i prøvene.

Vi har omtalt behovet for analyser av metaller og lignin, som tjener to formål:

1. Kartlegge transportveier
2. Vurdere tungmetallbelastningen i miljøgiftsammenheng

Av andre miljøgifter som kan være aktuelle å registrere, er organiske persistente forbindelser. Her er det særlig PCB (polyklorerte bifenyler) og HCB (heksaklorbenzen) som peker seg ut. Målinger av HCB i torsk tatt

Ved Hvaler-øyene viser tydelig spor av dette naturfremmede stoffet (Norsk Hydro, 1974). Da slike klorerte forbindelser har en tendens til å oppkonsentreres i det øverste mikrosjiktet av overflatevannet, vil prøvene bli tatt derfra. I den innledende fasen vil det bli tatt prøver på 10 av stasjonene.

For å registrere en eventuell organisk belastning og en overgjødsling i området, vil total organisk karbon, næringssalter og oksygen analyseres fra overflaten til bunnen på 5 stasjoner som antas å være sterkt utsatt. Fra de samme dypene analyseres også på metaller. Disse analysene er også av orienterende art og kan muligens utvides eller innskrenkes, avhengig av resultatene.

På alle stasjoner hvor vannprøver tas, måles saltinnhold, temperatur og siktedyp. Etter planen vil det bli gjennomført 3 tokt første undersøkelsesår, under perioder med forskjellig vannføring. Disse toktene vil best mulig bli samkjørt med de hydrofysiske toktene.

3.4 Akkumulering av metaller og organiske miljøgifter i bunnsedimentene

Sedimentundersøkelsen tar sikte på å kunne besvare følgende spørsmål:

1. Hvor forurensninger akkumuleres i området
2. Om forurensningen av sedimentene er så betydelig at den kan ha innflytelse på vannkvaliteten.
3. Om sedimentene er så forurenset at de kan ventes å ha en negativ effekt på bunnorganismer
4. Registrering av eventuell anoksisk (oksygenfri) bunn
5. Om det har foregått en økning i forurensningen av metaller og organiske miljøgifter i nyere tid pga. sivilisatorisk påvirkning (historisk perspektiv)

Sedimentundersøkelser inngår nå i en rekke resipientundersøkelser i fjorder, særlig hvor det forekommer større industriutslipp. De prosesser som foregår i sedimenter går mye saktere enn de som skjer i vannmassene. Derfor representerer sedimentene et mye mer stabilt, kjemisk system over en tidsperiode. Det gjør at det er nødvendig med bare en undersøkelse over en periode på 3 år.

Sedimentkjerner tas på minst 20 stasjoner, og det kan da være hensiktsmessig å benytte de samme stasjonene hvor vannprøvene tas. Hvis det viser seg at det er et lite område som peker seg ut som akkumuleringssted for de enkelte forurensninger, kan det bli nødvendig med supplerende stasjoner for å detaljkartlegge utbredelsen av det forurensede området.

Sedimentkjernene analyseres for jern, mangan, titan, kopper, bly, sink, kvikksølv, krom og organisk innhold. Kopper, bly, sink og kvikksølv er tidligere blitt funnet i til dels store mengder i sedimenter i Iddefjorden og i de sørlige deler av Singlefjorden (Olausson, 1972). Jern er også påvist i relativt høye konsentrasjoner i sedimenter fra Glåma-estuaret og Hvaler-området (NIVA, 1969, 0-229).

Sedimentkjernene analyseres i 2 cm eller 5 cm seksjoner nedover i kjernen. Det totale antall prøver vil være ca. 100.

På noen av stasjonene analyseres overflatesedimentene (0-5 cm) for klorerte hydrokarboner (PCB, HCB og total persistent klor).

Noen referanseprøver tas dypt nede i kjernene.

De kjemiske analysene av sedimentene kan i stor grad legges til 2. undersøkelsesår.

3.5 Biologi

For å kunne vurdere vannkvaliteten i en fjord eller estuarområde, vil det foruten kjemiske analyser være fornuftig å registrere hvilke organismesamfunn som finnes der.

Ved vurderingen av forurensningsbelastninger er skadevirkningene på planter og dyr kanskje det aller viktigste punkt. Hvilke arter som forekommer i et område, hvordan deres antall (bestandstetthet) og utbredelsesmønster innen området er, og hvordan forekomsten svinger fra tid til annen, gir verdifulle opplysninger om type og omfang av forurensningspåkjenningsene og deres utvikling. Hver enkelt art har sine egne spesielle krav til ernæring og kjemisk og fysisk miljø, men er også en brikke i et sammenhengende økologisk system der mange andre organismer inngår. Det kan således være både fysiske, kjemiske og biologiske forhold som bestemmer en arts forekomst og oppvekstbetingelser. Ett viktig moment er at et områdes biologiske tilstand gjenspeiler den totale belastning av forskjellige kjente og ukjente stressfaktorer. Antallet fysiske og kjemiske faktorer som kan analyseres er tross alt temmlig begrenset og kan alene ikke gi noen fullgod beskrivelse av områdets tilstand.

For i det hele tatt å kunne bruke organismer som indikatorer på forurensningsbelastning, må en ha kunnskaper om organismenes krav til miljøet og deres respons på endringer i dette. Ved å studere utvalgte organismer over lengre tid, vil en kunne få økede kunnskaper og således lettere kunne relatere virkninger tilbake til årsaken. Undersøkelsen må derfor konsentrere seg om organismer som er undersøkt tidligere. Samtidig må det velges ut deler av organismesamfunnene antas å gi de beste indikasjonene på biologiske endringer som kan tilskrives forurensningssituasjonen.

Mange miljøgifter har en høy grad av anrikning i biologisk materiale. Dette betyr at forgiftning av organismer kan oppstå, selv ved svært lave konsentrasjoner av giftstoffet i vannet. En annen konsekvens av anrikningen av miljøgifter er at de lettere kan analyseres i biomateriale enn i vann. En del slike analyser bør derfor inngå i undersøkelsene.

3.5 Biologi

For å kunne vurdere vannkvaliteten i fjord eller estuarområde, vil det foruten kjemiske analyser være fornuftig å registrere hvilke organisme-

3.5.1 Utbredelsen av fastsittende alger og blåskjell

Fastsittende alger er en velegnet organismegruppe til forurensningsbiologiske studier. Algene sitter festet til underlaget og kan ikke unnvike de forskjellige påvirkninger forårsaket av mangeartede utslipp til fjordområdene. Således vil flerårige fastsittende alger i fjærebeltet kunne gjenspeile hvordan tilstanden i overflatevannet har vært over en årrekke.

For å få en oversikt over hvordan vannkvaliteten har vært i Hvalerarkipelet og tilstøtende områder de siste årene, kan en støtte seg til forekomsten av en gruppe av flerårige, littoralalger (alger knyttet til fjæresonen). Disse algene, som tilhører gruppen fucaceer (vanlig brun tang), foreslås kartlagt på 130-150 stasjoner i hele undersøkelsesområdet. Med en så stor tetthet på stasjonsnettets vil utbredelsesmønsteret til hver enkelt art kunne tegnes med større sikkerhet. Hver art har sine spesifikke krav til miljøet, og tilgjengelige kunnskaper på dette felt sammenholdt med utbredelsesmønsteret kan i store trekk gi svar på hvordan vannkvaliteten har vært de siste år.

På ca. 12 av de ovennevnte stasjoner bør det utføres en fullstendig registrering og beskrivelse av alle algesamfunn ned til algevegetasjonens nedre grense. Undersøkelsen inkluderer forekomsten av ettårige grønnalger (grønske). Registreringen gjennomføres av froskemenn. Ved å undersøke hvor dypt de fastsittende alger vokser, vil en kunne få en oversikt over vannmassenes gjennomskinnelighet (klarhet).

Resultater fra en algeundersøkelse i Hvalerområdet høsten 1973 (NIVA, 1974, 0-229/60) viste at algesamfunnene i området nærmest kunne karakteriseres som fattige. Det ble konkludert med at det jernholdige belegg på fjell og stein kunne være en av årsakene. For å forsøke å få verifisert denne teorien, bør steiner fra Kjøkkøy-området overføres til et område med god algevekst, samtidig som ubevokste steiner fra et ikke-kontaminert område overføres til samme området (referansesteiner).

Samtidig med registreringen av utbredelsen til brunalgene i strandsonen vil også blåskjellutbredelsen i hele undersøkelsesområdet bli registrert.

Denne del av undersøkelsen foreslås gjennomført på grunnlag av utsagn fra lokale fiskere om reduksjon av blåskjellforekomstene. Registreringen av skjell vil eventuelt bli etterfulgt av en transplantasjon (overføring) av blåskjell fra ytre området og inn i indre områder for en eventuell påvisning av direkte eller indirekte forurensningspåvirkninger.

Alger og blåskjell foreslås samlet inn fra ca. 12 stasjoner til kjemiske analyser. Begge organismegrupper bør analyseres på metallene: Krom (Cr), mangan (Mn), jern (Fe), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb). Blåskjell bør dessuten analyseres på organiske mikroforurensninger som polyklorerte bifenyler (PCB) og hexaklorbenzen (HCB), samt innhold av totalt persistente (lite nedbrytbare) halogenerte forbindelser. Tidligere erfaringer har vist at flerårige, faststittende alger gir et godt mål på metalltilførslene til resipienten, og analyse-resultater fra Hvalerområdet vil kunne sammenliknes med resultater fra tidligere undersøkelser både på Norskekysten og i andre farvann. Blåskjell er en organisme som filtrerer partikler fra vannet ("filter-feeder"), og således vil metaller og organiske mikroforurensninger, som ofte er festet til partikler, kunne akkumuleres i blåskjellet.

Både tang og blåskjell tjener som føde for andre organismer og inngår således i næringskjeder som via fisk kan ende opp i både fugl og mennesker.

Som en begynnelse vil de skisserte analyser være en foreløpig orientering. Dersom nivåene i de forskjellige organismer skulle vise seg å ligge betenkelig høyt, bør miljøgiftanalyser av organismer bli intensivert de påfølgende år.

3.5.2 Dyreliv på hardbunn

På hardbunn lever en rekke arter som det meste av sitt liv er fastsittende og således til enhver tid er prisgitt miljøet på lokaliteten. Forekomst av fastsittende arter betyr derfor at det har vært levelige vilkår for arten i minimum en tidsperiode som tilsvarer de eldste individenes alder.

Forskjeller i artssammensetningen fra sted til sted kan tyde på forskjellige livsvilkår. Undersøkelser av dette vil være til hjelp når stedsgradienter i forurensningsbelastningen skal bedømmes. Dybdeutbredelsen av hardbunnsarter er en god indikator på bl.a. brakkvannsbelastning og virkninger av eventuelle partikkelavsetninger.

Undersøkelsene kan best utføres ved hjelp av dykking og undervannsfotografering. Vi vil foreslå at det 1. år utføres undersøkelser på 12 stasjoner, fra overflaten og ned til omkring 30 m dyp. Dette vil koordineres med dykkerundersøkelsene av alger på de samme stasjoner og gjøres en gang i løpet av året.

Etter at denne kartleggingen er foretatt og resultatene vurdert, velges 4 av stasjonene ut for videre overvåkning. På 2-4 forskjellige dyp på hver stasjon merkes det ut prøveflater som stereofotograferes. Fotografiene kan senere studeres i detalj i stereolupe på laboratoriet. På denne måten kan mye feltarbeidstid spares inn, og en skaffer seg dessuten et dokumentasjonsmateriale med tanke på å overvåke utviklingen i forurensningseffektene. Det er da viktig å besøke de fast oppmerkede prøveflatene med jevne mellomrom. Oppmerking av prøveflater og første stereofotograferingsrunde foretas i siste halvdel av 1. undersøkelsesår.

3.5.3 Dyreliv på bløtbunn

Den alt overveiende del av bunnen i området er bløtbunn, dvs. sedimenter av finere eller grovere sammensetning. Området er også ganske grunt i forhold til arealet. Bløtbunnsfaunaen utgjør derfor en vesentlig del av området økosystem, og det er svært ønskelig å få gjort registreringer av den.

En stor del av forurensningene i vann tilføres med tiden sedimentene, og kan medføre påkjenninger for de dyr som lever på sedimentoverflaten eller i sedimentet. Bløtbunnsfaunaen er også en god indikator på surstoff-forholdene i bunnvannet. En rik krepsdyrfauna f. eks. betyr at det vanligvis ikke er surstoff-fattig bunnvann på lokaliteten.

Mange arter i bløtbunnsfaunaen er en viktig næringskilde for flere

fiskearter. En må derfor regne med at påvirkninger av denne faunaen vil slå ut i fiskepopulasjonen. Det må dog sies at det er meget vanskelig å måle dette.

Til innsamlingen brukes en Petersen-grabb, som tar en 0,1 m² prøve av bunnen. En foreslår at det tas grabbprøver på i alt 10 stasjoner. Under arbeidets gang kan det bli aktuelt å flytte på enkelte av stasjonene, f.eks. med grunnlag i nye opplysninger om bunnforhold. Av hensyn til den statistiske holdbarheten av resultatene tilrås det minst 5 grabbprøver pr. stasjon. Grabbprøvene vaskes gjennom sikter som holder tilbake alt materiale større enn 1 mm. Fra dette materialet sorteres alle dyr ut og artsbestemmes og telles. Arbeidet er tidkrevende, men resultatene vil gi god informasjon om den biologiske tilstanden på lokaliteten.

3.5.4 Plankton og brislingundersøkelse

Plankton er organismer - ikke nødvendigvis små - som driver i de frie vannmasser og har liten mulighet til å velge oppholdssted selv. Således omfatter planktonet, foruten encellede alger, også små krepsdyr og andre dyreformer, maneter, samt egg og larver av bunndyr og fisk. På grunn av store tidsvariasjoner i mengde og sammensetning, er det ønskelig at planktonsamfunnet undersøkes relativt mange ganger i løpet av en årssyklus.

I et såvidt åpent område som Singlefjordområdet, vil planktonsamfunnet i stor grad være et resultat av planktonet i områdene utenfor, og de naturlige vannbevegelser.

Planteplanktonet med sine encellede alger og høye formeringshastighet har vist seg å reagere raskt på økt næringstilgang. Dette resulterer både i økt planteplanktonproduksjon og i endring av artssammensetningen.

Tilsvarende vil planteplanktonet også reagere raskt på giftstoffer i vannet. I nærheten av en forurensningskilde vil en derfor kunne påvise gradienter i planteplanktonsamfunnet, både når det gjelder celletetthet, sammensetning og vannets klorofyllinnhold, avhengig av vannutskiftningsforholdene.

Celletettheten har betydning for vannets klarhet og farge.

Sammensetningen har bl.a. betydning for farge, næringsforhold, forekomst av muslinggift (mytilotoxin) og forekomst av morild (ves. *Noctiluca*). Klorofyllinnholdet gir et uttrykk for planteplanktonmengden per liter vann.

Vannets egenskaper som vekstmedium for planteplankton kan undersøkes ved kjemisk analyse av næringssalter kombinert med vekstpotensialmålinger i laboratoriet.

Planteplanktonproduksjonen foregår vesentlig i de øverste 10-20 meter av vannsøylen; der vannet er svært uklart, kanskje bare i de 5-10 øverste meter.

Zooplanktonet (eller dyreplanktonet) er mer uavhengig av lyset og er fordelt fra overflate til bunn i våre kystfarvann.

De enkelte arter har stor evne til å velge sitt dyp, og noen foretar regelmessige vertikale vandring i løpet av døgnet.

I Oslofjorden har raudåta (*Calanus finmarchicus*) vist en unormal tendens til å sky overflatelaget enkelte perioder (Beyer et al. 1967.) Siden overflatesjiktet trolig er det mest påvirkede av forurensning i Singlefjordområdet kan det være av betydning å studere fordelingen av zooplankton mellom dypvann og overflatevann i fjorden. Ved siden av å gi en mulig indikasjon på forurensning har zooplanktonet stor betydning som næring for fiskelarver -yngel og pelagisk fisk.

Brislingen har stor interesse som matfisk. Singlefjorden - Hvalerområdet ligger nær hovedgytefeltet for brisling i Skagerrak, og slik at egg og larver med stor sannsynlighet vil føres til området med kyststrømmen (jfr. Ljøen, 1962). Det er uvisst hvilken rolle lokal gyting spiller for rekruttering av egg og larver til området, da dette vil avhenge av strømforholdene i de øvre vannlag.

Når yngelen blir stor nok til å velge oppvekstplass, holder den seg gjerne på grunt vann nær land utover sommeren og høsten. Mot vinteren

søker brislingyngelen midlere dyp i fjorden. I løpet av vinteren spiser brislingen lite. Om våren øker spiseaktiviteten og i juni kan brislingen ha nådd en lengde på 10 cm og være fangstmoden. Fettinnholdet øker gjerne utover sommer og høst avhengig av næringsforholdene.

Med sin sterkt innskårne og dels avskjermede kystlinje og store bunnareal på midlere dyp, må Singlefjord-Hvalerområdet betraktes som et ideelt oppvekstområde for brisling, forutsatt at næringstilgang og øvrige miljøforhold er gode. Som oppvekstområde kan fjordområdet ha betydning ikke bare for sin egen bestand av fangstmodne individer, men også for bestanden i tilliggende deler av Oslofjorden. Det er derfor spesielt interessant å undersøke oppvekst av brisling i Singlefjord-Hvalerområdet fram til 1-årsalder, sett i forhold til tilførslene av egg og yngel, næringstilgang og øvrige miljøforhold.

Flere sider av forurensningen i området kan tenkes å påvirke oppvekst og forekomst av brisling og annen fisk direkte (f.eks. giftstoffer, organisk materiale). Men forekomster av brisling i det sterkt forurensede Bekkelagsbassenget i indre Oslofjord tyder på at fisken er ganske tolerant overfor forurensning med såvel kommunalt som industrielt avløpsvann.

I Østersjøen er det registrert en økning i Brisling-bestanden de senere år, noe som forklares med eutrofiering og økt næringstilgang for fisken. (B.O. Jansson, pers. komm.).

Når det gjelder oppvekst og vekst av fisk generelt, er det mye som tyder på at ernæringsforholdene har stor betydning.

Dette gjør det formålstjenlig å samordne undersøkelsen av brisling med brislingens næringsorganismer og deres miljøforhold. Næringsorganismene antas i det vesentlige å være zooplankton, dels hoppekreps (raudåte) og andre små krepssdyr, dels bunndyrklarver (Mankowski, 1947). På tidligste larvestadium kan også planteplankton (kiselalger, flagellater) ha betydning (Ellingsen, 1974). Det er uvisst om dødt organisk materiale også kan spille en rolle.

En viktig del av zooplanktonets miljøforhold er igjen næringstilgangen.

Denne bør derfor vies stor oppmerksomhet ved undersøkelse av planteplankton og dødt partikulært materiale, spesielt i overflatelaget, men også dypere. Brislingens ernæring i Oslofjorden undersøkes for tiden ved Universitetets institutt for marin biologi og limnologi av hovedfagsstudenten Frode Brunvold med veileder F. Beyer. Beyer har sagt seg interessert i å forestå en undersøkelse av zooplanktonet i området som veileder ved eventuell hovedfagsoppgave. Videre diskuteres samarbeid om brislingundersøkelsen og evt. registrering av annen fisk i strandsonen med strandnottrekk.

For gjennomføring av planteplankton/sestonundersøkelsen søkes kontakt med dosent G.R. Hasle ved avdeling for marin botanikk, Universitetet i Oslo, for samarbeid med hovedfagsstudent.

På grunnlag av det som er nevnt ovenfor kan plankton-brislingundersøkelsen grovt skisseres (se figur 1).

3.5.4.1 Planteplanktonsamfunnet i overflatelaget

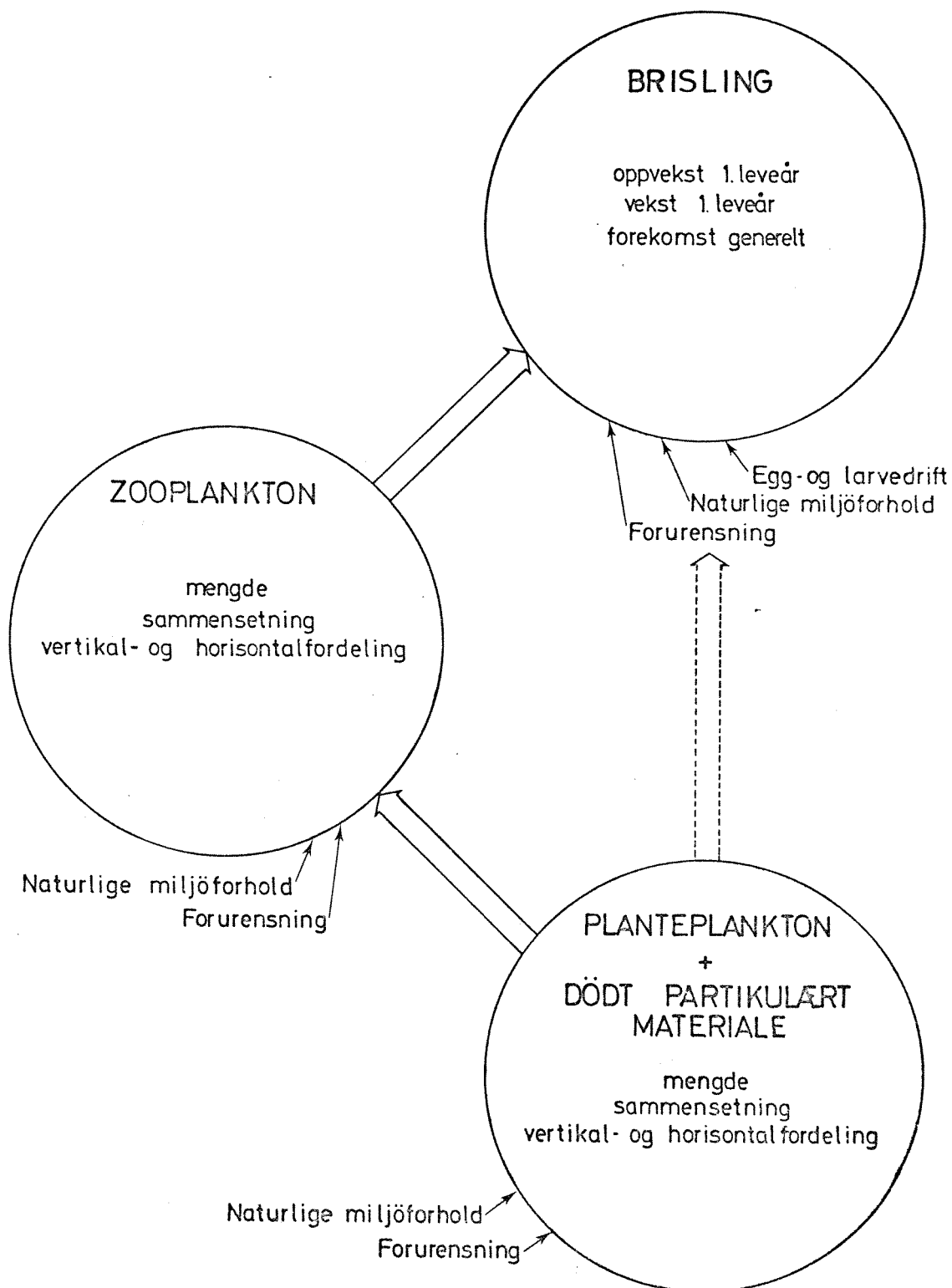
Celletall og artssammensetning undersøkes ved opptelling av kvantitative prøver. Dødt partikulært materiale karakteriseres og mengdebedømmes. Resultatene sammenholdes med siktedyp og farge.

Måling av klorofyll gir et uttrykk for det totale innhold av planteplankton per liter vann.

Overflatevannet som vekstmedium undersøkes ved måling av siktedyp, saltholdighet, temperatur, nitrat, nitrit, ammonium, total nitrogen, ortofosfat, total fosfor og totalt organisk karbon som sammenholdes med vekstpotensial-målinger i laboratoriet. Under enkelte tokt måles også innholdet av metaller. Disse tokt er felles med hydrokjemitoktene.

Det vil bli valgt ut ca. 7 stasjoner som besøkes ca. 12 ganger i løpet av 1-2 år.

Fig. 1. Skisse av årsak/virkningsforhold som foreslås undersøkt.
(Virkninger inne i sirklene, miljøforhold utenfor.)



3.5.4.2 Planteplankton og dødt partikulært materiale i dypere vannlag

Kvantitative planteplanktonprøver innsamles i forbindelse med zooplankton/brislingtoktene og undersøkes ved opptelling av planteplankton samt karakterisering og mengdebedømmelse av dødt partikulært materiale.

3.5.4.3 Zooplankton

Det tas håvtrekk som gir representative prøver av overflatelaget og de dypere vannlag. Salt og temperatur bestemmes på stedet med salinoterm.

Det tas vannprøver for kvantitativt planteplankton (+ dødt part. materiale) samt oksygenbestemmelse.

Det kan også bli aktuelt å måle vannets turbiditet som funksjon av dypet ved hjelp av feltinstrument. Det velges ut ca. 7 stasjoner som besøkes 8-12 ganger i løpet av 1-2 år. Stasjoner og tokt samordnes i størst mulig utstrekning med de øvrige deler av undersøkelsen.

3.5.4.4 Brisling

Forekomst av egg og larver undersøkes ved håvtrekk. (Egg- og larveforekomst i de øvrige deler av Oslofjorden dekkes av undersøkelser ved Statens biologiske stasjon, Flødevigen).

Oppvekst og vekst av brislingyngel i strandsonen undersøkes med finmasket strandnot. Her registreres også annen gruntvannsfisk.

Overvintring i fjordens dypere vannlag undersøkes med ekkolodd kombinert med flytetråltrekk. En undersøker spesielt horisontal- og vertikalfordeling, vekst og fettinnhold.

3.6 Overvåking av området

Med overvåking menes undersøkelser som gjentas med visse mellomrom over lengre tid, og som har som formål å registrere og beskrive områdets tilstand og utvikling.

Det kan være hensiktsmessig å skille mellom et biologisk og et kjemisk overvåkingsprogram. Begge har til hensikt å registrere signifikante forandringer i miljøet over et langt tidsrom. Mens marine organismer (f.eks. fastsittende alger) ofte viser en relativ langsom respons på en miljøendring, vil vannkvaliteten svinge i takt med påvirkningen. Dette tilsier at en biologisk overvåking innebærer registrering f.eks. en eller to ganger pr. år, mens overvåkingen av vannmassene må skje med mye større hyppighet. Vi skal her ta for oss det siste, ettersom den biologiske overvåkingen ikke er aktuell i første omgang.

Av de krav som bør settes til en overvåking av vannkvaliteten, er:

1. at de parametre som overvåkes best mulig karakteriserer tilstanden i resipienten,
2. at parametrene fra et analytisk synspunkt er hensiktsmessig å overvåke (god analytisk presisjon og følsomhet),
3. at prøvetakingsmetodikken er enkel og at alle prøver lar seg innsamle av lokale medarbeidere.

Det bør være en selvfølge at de parametrene som overvåkes inngår i hovedundersøkelsen og at resultatene er lett tolkbare. Dette tilsier at overvåkingen egentlig først skulle starte etter at første undersøkelsesår er ferdig. Imidlertid er det såpass viktig at overvåkingen av området foregår over en lang tidsperiode, at det tilrådes at et foreløpig overvåkingsprogram settes i verk umiddelbart.

Overvåkingen vil i første omgang kunne bygge på den planen som Skjeberg Friluftsnemnd allerede har laget (brev til NIVA av 2.11.75). I denne planen inngår en registrering av 20 stasjoner i det aktuelle området, hvor siktedyp, vannets farve, og de meteorologiske forhold observeres. I tillegg til de stasjoner som er avmerket på kartet (bilag til brev av 2.11.75) foreslås et tillegg på 4 stasjoner, en ved Sponvika, en litt lengere opp i Glåmas estuar og to stasjoner utenfor Glåmas vestløp. Siktedyp bør måles på samtlige stasjoner. På utvalgte stasjoner bør

salinotermmålinger utføres og planteplankton innsamles kvantitativt og muligens med håvtrekk. Hyppigheten av observasjonene bør tas opp til diskusjon. Hyppigheten bør være størst under perioder med flom i Glåma og under perioder med planktonoppblomstring.

Gjennomføringen av et slikt overvåkingsprogram vil avhenge av lokale medarbeidere, som må utføre alt feltarbeidet. Det er derfor ikke gjort noe forsøk på å budsjettere denne undersøkelsen.

4. BUDSJETT FOR FØRSTE UNDERSØKELSEÅR

Budsjettet er satt opp med tanke på en undersøkelse som skal gå over 3 år. De største utgiftene vil falle på første undersøkelsesår, da mye feltarbeid og analyser av innsamlet prøvemateriale vil påløpe dette året. Andre undersøkelsesår vil hovedsakelig omfatte avslutning av en del av feltarbeidet og bearbeidelse av data og rapportering. Tredje år vil bli brukt til å fullføre feltarbeidet for alle delundersøkelsene og til å skrive sluttrapportene. Budsjettmessig vil det bety at den største belastningen vil falle på første år, mens omkostningen vil gå noe ned andre og tredje år.

Det budsjett som er satt opp representerer en øvre ramme og bare fakturerte utgifter vil bli belastet budsjettet. Vi må derfor ta det forbehold at midler som står igjen fra et undersøkelsesår er overførbare til neste.

I budsjettet har vi ikke beregnet utgifter som påløper i tilknytning til deltakelse av lokale medarbeidere. Det foreslås at det inngås en spesiell avtale mellom disse medarbeidere og oppdragsgiver.

Det nedenforstående omkostningsoverslag er beregnet etter prisnivået i 1976. Det må tas forbehold om reguleringer av lønninger, analysepriser og annen generell prisstigning i undersøkelsesperioden.

Kartlegging av forurensningstilførsler

kr 40 000

Undersøkelser av strøm- og vannbevegelser

Feltarbeid, 60 persondøgn	kr 90 000	
Båtleie, H.H.Gran, 10 dgr. á kr. 1500	" 15 000	
Leie av mindre båt til øvrige tokt	" 10 000	
Diett, overnatting og transport	" 18 000	
Kjemiske analyser	" 16 000	
Primær databehandling	<u>" 30 000</u>	" 179 000

Transport og spredning av kjemiske stoffer
i vannmassene

Feltarbeid, 9 persondøgn	kr 13 500	
Båtleie, H.H. Gran, 3 dager á kr 1500	" 4 500	
Diett, overnatting og transport	" 2 000	
Kjemiske analyser	" 70 000	
Bearbeidelse av data	<u>" 10 000</u>	" 100 000

Akkumulering av kjemiske stoffer i
bunnsedimentene

Feltarbeid, 9 persondøgn	kr 13 500	
Båtleie, H.H. Gran, 3 dgr. á kr 1500	" 4 500	
Diett, overnatting, transport	" 2 500	
Assuransse av prøvetaker	" 500	
Kjemiske analyser (resten 2.året)	" 10 000	
Bearbeidelse av data	<u>" 10 000</u>	" 41 000

Utbredelsen av fastsittende alger
og blåskjell

Feltarbeid, dykkerst. 1, tokt á 15 persondøgn	kr	27 000	
Feltarbeid, algest. 1, tokt á 12 persondøgn	"	18 000	
Toktforberedelser	"	3 000	
Diett, overnatting, transport	"	7 600	
Båtleie, 11 dgr. á kr 400	"	4 400	
Metallanalyser av alger	"	9 000	
Kjemiske analyser av blåskjell	"	10 000	
Bearbeidelse av prøver og data	"	<u>24 000</u>	kr 103 000

Dyreliv på hardbunn

Feltarbeid, 12 dykkerprofiler	kr	21 000	
Dykkertillegg	"	2 000	
Diett, overnatting, transport	"	7 200	
Båtleie, 120 dgr. á kr 400	"	4 800	
^x Oppmerking av prøveflater for steorofotografering	"	12 600	
^x Steorofotografering	"	8 400	
Databearbeidelse	"	<u>20 000</u>	" 76 000

Dyreliv på bløtbunn

Feltarbeid (ekkoloddmålinger og prøvesamling)	kr	25 000	
Båtleie	"	7 500	
Diett, overnatting, transport	"	<u>5 500</u>	" 38 000

Plankton og brislingundersøkelse

Feltarbeid, plante- og dyreplankton	kr	30 000	
Feltarbeid, brisling	"	20 000	
Klorofyll-analyser	"	15 000	
Vekstpotensialmålinger	"	9 000	
Databearbeidelse	"	<u>10 000</u>	" 84 000

^xKan subsidieres med forskningsmidler.

Generelt

Møter, administrasjon, innledende arbeid

kr 35 000

SUM

kr 696 000

=====

5. BIBLIOGRAFI

Beyer, F., Dybvad, A. & Versvik, J., 1967:

Zooplankton. Delrapport nr. 5 i Oslofjorden og dens forurensningsproblemer, NIVA, Oslo.

Ellingsen, E., 1974:

Brisling i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning. Fisken og Havet. Ser. B nr. 12. 66 sider.

Ljøen, R., 1962:

Om hydrografiske forhold i Skagerrak og den nordøstlige del av Nordsjøen, og deres betydning for fordelingen av brislingegg og yngel. Fiskets Gang, nr. 12, 179-181.

Mankowski, W., 1947:

Feeding and food of the sprat (*Clupea sprattus L*) in the middle Baltic. Archiwum Hydrobiologii J. Rybactwa, 13, 37-90.

NIVA, 1969, 0-229:

Vurdering av Glåma som resipient for avløpsvann fra Titan Co. A.S. Undersøkelser 1969-69. Stensilert, 23 sider. Saksbehandler: R.T. Arnesen.

NIVA, 1972, 0-128/71:

Forurensningseffekter ved utslipp eller dumping av avfall fra titandioksydproduksjon. Stensilert, 47 sider. Saksbehandler: J. Knutzen.

NIVA, 1974, 0-229/60:

Undersøkelse av bløtbunnsfauna og fastsittende alger i Hvalerområdet 18-20/9-1973. Stensilert, 38 sider. Saksbehandler: J. Knutzen.

NIVA, 1976, O-67/75:

Endringer i sammensetningen av overflatevannet i Iddefjorden sommeren og høsten 1975, i forbindelse med produksjonsstopp ved Saugbrugsforeningen, Halden. Saksbehandler: J. Skei.

Norsk Hydro, 1974:

Hexaklorbenzen i fisk fra Frierfjorden. Notat v/J.G. Johansen.

Olausson, E, 1972:

Sedimentundersøkingar på Västskusten: förändringar och konstans. Meddelande från näringsgeologiska laboratoriet, Gøteborg. Nr. 4, 25 sider.

SKE/LJA

19.2.1976