



Rapport

338|88

Oppdragsgiver

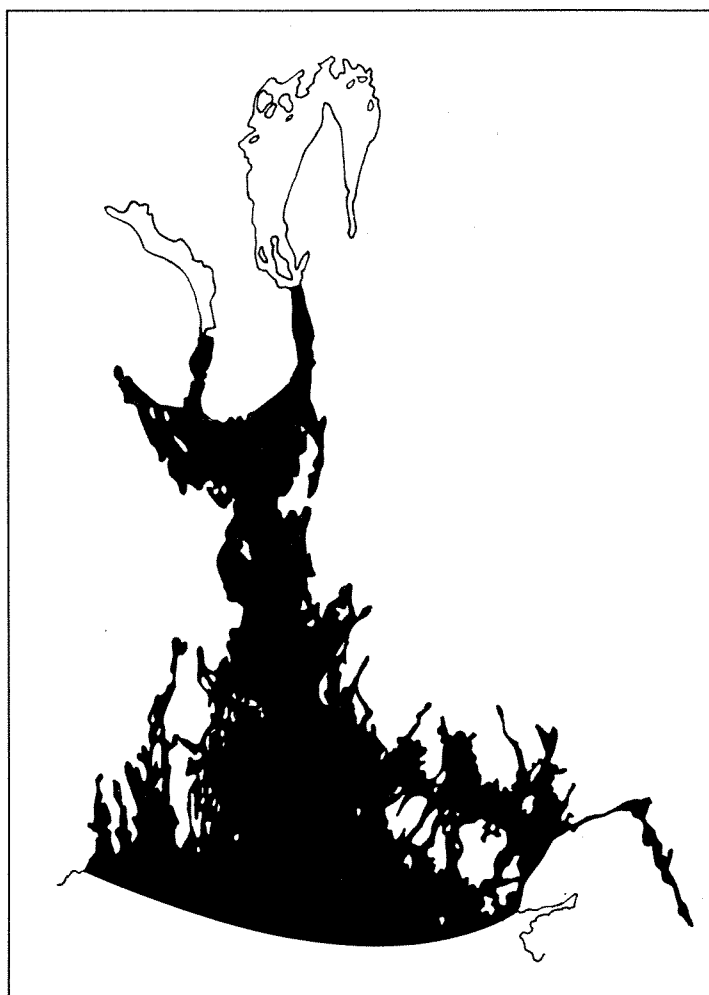
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NIVA

# Eutrofi- situasjonen i YTRE OSLOFJORD

En sammenstilling av tidligere  
forurensningsundersøkelser





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**

Postboks 33, Blindern  
0313 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 29

**Sørlandsavdelingen**

Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 42 709

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

**Vestlandsavdelingen**

Brevikven 5  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:

8801103

Undernummer:

Løpenummer:

2169

Begrenset distribusjon:

Fri

Rapportens tittel: Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. En sammenstilling av tidligere forurensningsundersøkelser. (Overvåkingsrapport nr.338/88.)	Dato: 30.10.88.
	Rapportnr. 8801103
Forfatter (e): Jan Magnusson Brage Rygg	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Ytre Oslofjord
	Antall sider (inkl. bilag): 59

Oppdragsgiver: <b>Statens forurensningstilsyn (SFT)</b> (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): B. Kvæven.
--	--

Ekstrakt: Rapporten sammenfatter resultater og konklusjoner fra forurensningsundersøkelser utført før april 1988 i Ytre Oslofjord. Det gis en kortfattet oversikt av tilførsler, største forurenserne og tilstanden i resipienten.

4 emneord, norske:

1. Ytre Oslofjord
2. Forurensning
3. Status april 1988
- 4.

4 emneord, engelske:

1. Ytre Oslofjord
2. Forurensning
3. Status april 1988
- 4.

Prosjektleder:

  
K. Baalsrud

For administrasjonen:

  
Tor Bokn

ISBN - 82-577-1457-7

Programleder, overvåking



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-88011-03

EUTROFISITUASJONEN I YTRE OSLOFJORD.

EN SAMMENSTILLING AV TIDLIGERE FORURENSNINGSUNDERSØKELSER

NIVA den 30.10.88

Prosjektleder: Kjell Baalsrud

Saksbehandler: Jan Magnusson

Medarbeider: Brage Rygg

## Forord

Denne sammenstillingen av tidligere undersøkelser i Ytre Oslofjord er et ledd i en intensivundersøkelse av dette fjordområdet. Statens forurensningstilsyn har henvendt seg til Norsk institutt for vannforskning for å få denne undersøkelsen gjennomført.

Ytre Oslofjord er geografisk definert som området mellom Drøbakterskelen og Svelvikterskelen i nord og en linje fra svenskegrensen til Frierfjorden i sør. Den åpne, ytre grensen samt områdets størrelse og topografi gjør en samlet vurdering til en betydelig faglig utfordring.

Ytre Oslofjord har ikke tidligere vært gjenstand for en samlet vurdering av tilførsler og forurensningsvirkninger, med unntak av en utredning for Miljøverndepartementet (NOU 1986:21, Ytre Oslofjord). Denne utredningen hadde som primært formål å bidra til en klarlegging av nasjonale mål, hensyn og retningslinjer for en samordnet bruk av kystsonen i Ytre Oslofjord. Forurensning og forsøpling var kun en del av utredningsarbeidet. Det overordnede målet var isteden å gi bidrag til fylkesplanlegging i Østfold og Vestfold, med samtidig adresse til Statens egen planlegging av sin virksomhet i fylkene.

Til nå har hovedvannmassene i Ytre Oslofjord vært betraktet som en tilfredstillende resipient, men med betydelige problemer i lokale områder. Utredningen fra 1986 (NOU 1986:21) pekte imidlertid på at avtakende oksygenkonsentrasjoner i Drøbaksundet, hyppige algeoppblomstringer og blåskjellforgiftninger var tegn til at en generelt uheldig utvikling kan være i gang i området. Det ble derfor anbefalt en samlet overvåking av området for å kunne følge utviklingen i vannkvalitet. Det administrative og økonomiske ansvaret skulle tillegges Staten.

Gjennom omlag 100 år er det utført en rekke målinger i Ytre Oslofjord og nærliggende havområder utenfor. Opplysningene er samlet inn med forskjellig siktepunkt, slik at valg av metoder, stasjoner, parametre og dyp varierer. Mesteparten av materialet fra eldre tid er innhentet av Universitetet i Oslo, Statens biologiske stasjon i Flødevigen og Havforskningsinstituttet i Bergen.

En samlet gjennomgang og tolking av dette materialet er en betydelig oppgave som denne intensivundersøkelse ikke gir rom for. Litteraturlisten som er presentert i denne rapport må ses på som en første sammenstilling av publikasjoner som berører området og den bør kompletteres etterhvert. Videre er det opprettet en database for hydrografiske og hydrokjemiske data, hvor relevante data etterhånd blir lagt inn.

De eldre undersøkelsene har stort sett vært utført ut fra grunnforskningsinteresser eller fiskeriinteresser. Først i senere år, i hovedsak etter 1962, er det utført undersøkelser som går direkte på miljøforholdene. Disse undersøkelser har vært utført i de områder det har vært åpenbare forurensningsymptomer. Dette materialet er for det meste samlet i oversiktlige rapporter og er summarisk omtalt. Også dette nyere materialet kommer fra forskjellige miljøer. De fleste rapporter omtaler relativt kortvarige måleserier. I noen få områder finnes observasjonsserier som strekker seg over lengre tid enn 1-2 år.

Sammenstillingen i denne rapport er gjort under forsker Jan Magnussons ledelse. I tillegg har forsker Brage Rygg deltatt i sammenstillingen og skrevet deler av rapporten.

Oslo 30.10.1988

Kjell Baalsrud  
prosjektleder

## INNHOLD

FORORD	Side
1. INNLEDNING	5
1.1 Beskrivelse av området.	5
1.2 Bakgrunnen for arbeidet	7
1.3 Formål	7
2. BESKRIVELSE AV ARBEIDET.	7
3. FORURENSNINGSITUASJONEN I ULIKE LOKALE OMRÅDER AV YTRE OSLO- FJORD.	8
3.1 Iddefjorden	8
3.2 Singlefjorden/Hvaler	10
3.3 Kysten Strømtangen til Verlebukta (Moss).	13
3.4 Mossesundet fra Moss til Son.	14
3.5 Drøbaksundet.	15
3.6 Indre Oslofjord	17
3.7 Kysten Filtvedt til Rødtangen.	17
3.8 Drammensfjorden	19
3.9 Sandebukta	21
3.10 Holmestrandsfjorden	23
3.11 Horten	24
3.12 Kysten syd Horten til Valløy.	25
3.13 Tønsbergregionen.	27
3.14 Mefjorden	29

3.15 Sandefjordsfjorden.	30
3.16 Larviksfjorden.	31
4. DE SENTRALE DELER AV YTRE OSLOFJORD.	32
5. LITTERATURLISTE	39
FIGURER	
Figur 1. Oslofjordområdet.	48
Figur 2. Stasjonsnett for Sundenes observasjoner av fastsittende alger (Sundene 1959).	49
Figur 3. Stasjonsnett for daglige observasjoner av saltholdighet i perioden 1.6.1950 til 1.6.1951 (Sundene 1953).	50
Figur 4. Hydrografiske stasjoner brukt av Statens biologiske stasjon i Flødevigen 1936-62.	51
Figur 5. Hydrografiske stasjoner brukt av VHL og NIVA 1973-74.	52
Figur 6. Hydrografiske stasjoner brukt av Statens biologiske stasjon i Flødevigen 1974-78 (Dahl 1982).	53
Figur 7. Biologiske feltobservasjoner i 1972-74 (NIVA 1974).	54
Figur 8. Undersøkelser av flora og fauna i Drøbaksundet, Breiangen og Vardåsenområdet 1971-1972 (NIVA 1973)	55
Figur 9. Strømmålerposisjoner 1973-74 (VHL 1974).	56
Figur 10. Bløtbunnsfaunastasjoner 1985 (Etter Rosenberg m.fl. 1987).	57
Figur 11. Variasjonen i total biomasse med dyp i ulike deler av Oslofjorden 1914 (grå markering) og 1985 (svart markering) (Etter Rosenberg m.fl. 1987).	58
Figur 12. Stasjoner for prøvetaking av miljøgifter i fisk og blåskjell (JMG) i Ytre Oslofjord (NIVA).	59



## 1. INNLEDNING.

Denne rapport tar for seg de seneste rapporter som foreligger inntil februar 1988 om miljøforholdene i Ytre Oslofjord. Den omhandler tilgjengelig informasjon om utførte forurensningsundersøkelser som foreligger hos Statens forurensningstilsyn og Norsk institutt for vannforskning. Kontakt er også tatt med Miljøvernavingene i Østfold og Vestfold.

Ved gjennomgangen av de ulike rapporter og dataserier som foreligger i Oslofjorden, er det slående hvor ulikt samme problem kan bli behandlet. Enkelte rapporter mangler statistisk behandling av observasjoner, slik at utsagnskraften er ukjent relativt observasjonsfrekvens, naturlige variasjoner og lignende. Valg av parametre er iblant ikke relevant i forhold til problemstillingen. Det fremgår også at i noen tilfeller er ikke konsulenten faglig skolert til å tolke innsamlede data. Med så ensartede problemer som kommunene i Oslofjordområdet har, burde det være av interesse å kunne koordinere undersøkelser både metodemessig og tidsmessig for å direkte kunne sammenligne resultater fra de ulike områder. Som et første trinn i en slik prosess burde samtlige berørte kommuner samles for en gjennomgang av utførte undersøkelser, vurdering av utsagnskraften og en sammenligning av tiltak og virkningen av disse.

### 1.1. Beskrivelse av området.

Ytre Oslofjord er definert som området mellom svenskegrensen og Frierfjorden og følger tilnærmet 59<sup>0</sup> nord med indre grense ved Drøbaks terskelen og Rødtangen, dvs. yttergrensene for Indre Oslofjord og Drammensfjorden. Området er topografisk komplisert med en rekke fjorddelområder og større arkipelager.

Topografisk er Ytre Oslofjord avgrenset mot dypvannet i Skagerrak ved de grunnområder som finnes syd for 59<sup>0</sup> nord. Her er et plataå med dyp på omkring 160 meter som gjør hele Ytre Oslofjord til en terskelfjord med største dyp på ca. 460 meter (Hvalerdypet øst for Torbjørnskjær). Innenfor Hvalerdypet ligger et dypområde med største dyp på ca. 360 meter og med en terskel mot syd på ca. 100 meters dyp. Ved Bastøy ligger et nytt, men mindre dypområde på ca. 280 meters dyp og med en terskel mot syd på ca. 225 meter. Nord for dette område grunner fjorden opp til Breiangeren med dyp på omkring 175-200 meter. Mellom Tofte og Jeløya er det en terskel på ca. 100 meters dyp som avskjærer dypvannet i Drøbaksundet (ca. 200 meters dyp) fra Breiangeren. Indre Oslofjord har en terskel ved Drøbak på ca. 20 meter og Drammensfjorden

har en terskel på ca. 10 meters dyp ved Svelvik.

Det finnes flere områder som er topografisk avgrensede fra hovedvannmassene i Ytre Oslofjord. Dit hører Iddefjorden med et terskeldyp på ca. 8 meter. Singlefjorden (med største dyp på 90 meter) har et terskeldyp på ca. 60 meters dyp mot Kosterfjorden i syd, men også Kosterfjorden (med dyp på ca. 230 meter) har et terskeldyp på ca. 100 meter mot Ytre Oslofjord og på 60 meter mot Skagerrak (syd Kosterøyene).

Innenfor Hvalerøyene ligger et avgrenset dypområde med terskler i syd (Løperen ca. 30 meter) og øst mot Singlefjorden (ca. 30 meter).

Følges kysten mot nord finnes bare noen få områder som er avgrenset mot Ytre Oslofjords vannmasser ved terskler av betydning. Derimot finnes flere områder som er avgrenset mot hovedfjorden ved trange sund og øyer. Hit hører området innenfor Hankø, Ellingårdskilen, Kurefjorden, Mossesundet (som er avstengt mot syd ved en smal kanal med et terskeldyp på ca. 5 meter) og Sanddebukta/Holmestrandsfjorden. Indre havn ved Horten har et terskeldyp på 8 meter og et største dyp på ca. 25 meter. Området er dessuten avskåret fra Breiangeren ved øyer i nord som gjør at vannutskiftningen er begrenset.

Fjordområdene omkring Tønsberg og Tjøme er delvis innelukkede og har også grunne terskler. Valløybukta har en terskel på ca. 8 meter mot øst, men har en dypere terskel mot syd på ca. 20 meter, dvs ned mot det dypeste i området (ca. 25 meter). Træla har en terskel på ca. 7 meter og et største dyp på ca. 12 meter. Vestfjorden ved Tønsberg er også et innelukket område med dypeste terskel mot syd på ca. 9 meter og største dyp innenfor terskeln på ca. 20 meter. Lengre syd blir fjorden dypere (ned mot 50 meter) med terskeldyp på ca. 20 meter.

Lahellefjorden har ingen terskel, men er delvis avskåret fra havet ved grunnområder og øyer.

Mefjorden og Sandefjordsfjorden er ikke terskelfjorder, men har små åpninger mot Skagerrak. Viksfjorden ved Larvik er et område som er topografisk avgrenset fra havet ved øyer. Larviksfjorden har største dyp på ca. 125 meter og et terskeldyp mot syd på ca. 90 meter.

## 1.2 Bakgrunnen for arbeidet.

En sammenstilling av kunnskapen om forurensnings situasjonen i Ytre Oslofjord slik vi kjenner den fra forskjellige undersøkelser har vært et ledd i planleggingen av undersøkelsen og skal samtidig gi alle prosjektets medarbeidere kjennskap til forholdene i området. Arbeidet gir bakgrunn for å kunne bedømme de enkelte områders forurensningsgrad i forhold til situasjonen i hele Ytre Oslofjord. Sammenstillingen vil forhåpentlig også være til hjelp for å gi berørte fylker og kommuner utgangspunkt til å vurdere eventuelle nye undersøkelser. En oversikt over de rapporter som foreligger, gir innblikk i metoder og opplegg, karakteren av de resultater som oppnås og viser behovet for koordinasjon og samkjøring av overvåkingsrapporter. Det vil også bli enklere å komplettere og ajourføre undersøkelser med utgangspunkt i denne sammenstillingen.

## 1.3 Formål.

Formålet med arbeidet har vært å sammenfatte eksisterende kunnskap om miljøproblemene i Ytre Oslofjord for å gi et historisk grunnlag for de øvrige delprosjektene.

## 2. BESKRIVELSE AV ARBEIDET.

Arbeidet baserer seg på de rapporter som omhandler forurensningsproblem i Ytre Oslofjord. SFT og Fylkenes miljøvern avdelinger har bidratt til å fremskaffe rapporter, i tillegg til de som finnes på NIVA. Det er lagt mest vekt på de seneste rapportene og større sammenfattende rapporter. Gjennomgangen er lagt opp geografisk med start ved svenskegrensen og avslutning ved Larviksfjorden, samt en spesiell gjennomgang av forholdene i hoveddelen av fjorden. I kapittel 5 er oppført en generell oversikt av litteratur som ikke kun berører forurensningsundersøkelser men også omfatter enkelte andre undersøkelser, først og fremst publikasjoner av forskningsresultater.

For hvert område er det brukt en hovedreferanse i begynnelsen av hvert avsnitt. Det er også tatt med utslippsdata, som baserer seg på beregninger utført i annet delprosjekt i denne rapportserien når ikke annet sies.

### 3. FORURENSNINGSSITUASJONEN I ULIKE LOKALE OMRÅDER AV YTRE OSLOFJORD.

#### 3.1. IDDEFJORDEN.

Referanse: Knutzen, J. 1986. Utredning om Iddefjordens tilstand og aktuelle tiltak ved Saugbrugsforeningen. Rapport nr. 1924. Norsk institutt for vannforskning. 88s.

Det er utført en rekke undersøkelser i Iddefjorden på flora, fauna, vannmasse, fisk og sedimenter. Enkelte observasjoner foreligger så langt tilbake som begynnelsen av 1900-tallet. En sammenstilling av eldre biologiske undersøkelser sett ut fra forurensnings situasjonen i fjorden er gjort av Afzelius (1979). I 1977 startet Statens forurensningstilsyns nasjonale overvåkingsprogram med Iddefjorden som et av pilotprosjektene. Fra 1977 til 1983 gjennomførte NIVA årlige undersøkelser av Iddefjorden i en periode med betydelige tiltak på rensesiden både fra treforedlingsindustrien og Halden kommune. Etter 1983 har overvåkingen av fjorden blitt utført av Østfold fylkes miljøvern avdeling.

- A. Hovedforurensere: Primært Saugbrugsforeningen, sekundært kommunale utslipp fra Halden kommune.
- B. Forurensende stoffer: Partikler, næringssalter, organisk stoff og miljøgifter; spesielt klororganiske stoffer fra blekeri.
- C. Beregnede tilførsler: 52 tonn fosfor, 872 tonn nitrogen og 12.750 tonn organisk stoff ( $\text{BOF}_7$ ) pr. år.
- D. Tilstand: Før utslippsreduksjoner ved treforedlingsindustrien i midten og slutten av 1970-tallet var fjordens flora og fauna stort sett utslettet. Etter utslippsreduksjonen har det skjedd en betydelig forbedring av forholdene i fjorden:
  - Konsentrasjonen av fargede ligninforbindelser har avtatt betydelig siden 1975-78. Siktedypet har økt moderat, fra 0.3-0.5 m til omkring 1 meter, men er fortsatt lavt, dvs. dårligere enn helsemyndighetenes krav til godt badevann (2-3 meter).

Innholdet av termostabile bakterier er høyt i fjordens overflatelag, og over kravet til godt badevann. Bidraget av bakterier fra treforedlingsindustrien representerer en annen og sannsynligvis mindre risiko enn tarmbakterier. Den antatte kilden til bedriftens bakterieutslipp bortfalt i 1986.

Livsgrunnlaget for planter og dyr i fjordens overflatelag har blitt forbedret. Det har skjedd en rekolonisering i fjorden siden 1977, men fortsatt mangler planter og dyr i store deler av fjorden hvor de ble observert på 1920-tallet. Ut fra tester med ulike typer av avløpsvann er det sannsynliggjort at overflatevannet i store deler av fjorden, særlig Ringdalsfjorden, er akutt giftig overfor ømfintlige organismer (pga. utslipp fra blekeriavløp).

- Oksygenkonsentrasjonen har økt etter rensetiltakene. Tidligere var fjorden i perioder helt oksygenfri og følgelig nærmest fri for alle høyere livsformer. Idag er det kun periodvis oksygenvikt i fjordens indre dyphuler. Oksygenkonsentrasjonene er fortsatt lave, men tilstrekkelig høye for en begrenset rekolonisering av faunaen.
- Sedimentene inneholder giftige stoffer som metaller (kobber o.a.) og klororganiske stoffer (nedbrytningsprodukter av klorerte ligniner). Det er ikke kjent hvilken effekt disse stoffer har på faunaen i fjorden. Videre inneholder sedimentene store mengder organisk stoff som fortsatt medvirker til dårligere oksygenforhold i de bunnære vannmassene.

Foreløpig har det ikke vært registrert klassiske eutrofi-effekter i fjorden. Dette skyldes trolig gifteffekter av blekeriutslippet. Næringsstoffsituasjonen er stor (overflatebelastningen av fosfor er omtrent det dobbelte av Indre Oslofjord). Saugbrugsforeningen bidrar med ca. 60 % av fosfortilførselen og Tista med ca. 75 % av nitrogen-tilførselen. Ved enkelte tilfeller etter utslippsreduksjonen har det vært observert store mengder plankton i fjorden (også enkelte potensielt giftige arter). Dette kan tyde på at når overflatevannets vekstbegrensende stoffer er blitt redusert vil plantenæringsstoffene bli mer utnyttet av planteplankton.

Miljøproblemene i Iddefjorden skyldes således i første rekke stor belastning av termotolerante bakterier, organisk stoff og miljøgifter. Reduksjon av utslipp av miljøgifter kan gi eutrofieringsproblemer i fjorden i fremtiden. Foreløpig transporteres næringsstoffene i hovedsak passivt ut fjorden og får først effekt i f.eks. Singlefjorden.

## 3.2. SINGLEFJORDEN/HVALER.

Referanse: Skei, J. 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden 1980-83. Konklusjonsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1688. SFT/NIVA, 43 s.

Knutzen, J. og J. Skei, 1988. Analyse og karakterisering av belegg på strender i Løperen-Hvalerområdet. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr 2107, 31 s.

Tre års undersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden i 1980-1983 omfattet observasjoner av flora og fauna i strandsonen, vannmassene, fisk, bunnfauna og sedimenter.

- A. Hovedforurensere: Industri (Kronos Titan og Borregård), jordbruk, kommunale utslipp og søppelfyllplasser.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter, organisk stoff og miljøgifter, spesielt utslipp av klororganiske stoffer fra treforedlingsindustrien, metall, syreutslipp og jernhydroksidpartikler fra Kronos Titan. Leirpartikler fra Glomma.
- C. Beregnede tilførsler: 820 tonn fosfor, 13.500 tonn nitrogen pr. år. 95 kg kvikksølv, 170.000 kg bly, 70.000 kg krom, 4.200 kg nikkel og < 2000 kg kadmium pr. år.
- D. Tilstand: Området er sterkt forurenset innenfor Hvalerøyene hvor det er konstatert forhøyede nivåer av miljøgifter og stor organisk belastning i tillegg til effektene av en stor transport av erosjonsmateriale. Det er ikke enkelt å se tilstanden i resipienten som en følge av utslipp av enkeltstoffer. Det er sannsynlig at forholdene også skyldes en samvirkning av flere forskjellige faktorer.

Observasjonene har vist:

- Artsfattig og forurensningstolerant dyreliv på bløtbunn innenfor et område på 30 km<sup>2</sup> i indre Hvalerområdet.
- Fravær av ellers vanlige planter og dyr i det samme området.
- Forhøyete konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner, særlig i blåskjell, men også i fisk, fra Øraområdet.

- Moderat forhøyete konsentrasjoner av kvikksølv i skrubbeflyndre og sedimenter.
- Overkonsentrasjoner, særlig av jern og titan, i tang, blåskjell, sedimenter og partikler i Løperen.

Da hele undersøkelsesområdet er meget stort (240 km<sup>2</sup>) og uensartet, er det ikke mulig å gi en samlet vurdering av forurensningsgrad. Med forbehold om lokale variasjoner, kan delområdene karakteriseres på følgende måte:

- Glommas munningsområde, Øraområdet og øvre del av Løperen: Sterkt forurenset.
- Midtre og nedre del av Løperen, munningen av Vesterelva, deler av Singlefjorden, samt enkelte kiler: Betydelig forurenset.
- Leira, utsiden av Hvalerøyene og Sekken: Lite til moderat forurenset.

Hovedkildene til de forhøyete konsentrasjonene av metaller og organiske miljøgifter må antas å være:

- Kronos Titan A/S: Jern, krom, titan og vanadium; i mindre grad også andre metaller.
- Borregård A/S: Kvikksølv, kobber og sink.
- Sjøpelfyllplass på Øra: PCB og evt. andre tungt nedbrytbare klororganiske forbindelser.

Produksjon av organisk materiale (plankton) i hovedvannmassene antas å bidra lite til den organiske belastningen. Hovedkildene til den organiske belastningen må antas å være:

- Treforedlingsindustri, i første rekke Borregård A/S og Saugbrugsforeningen/Halden, men også andre bedrifter i Glommas nedbørfelt.
- Kloakkvann, spesielt fra Fredrikstad by.
- Næringsmiddelindustri i Sarpsborg-Fredrikstad regionen.
- Naturlig forekommende humusstoffer i Glommavannet.

Hovedårsakene til den nedsatte sikten i overflatevannet er:

- Stor naturlig transport av silt og leire i Glomma, spesielt ved høy vannføring.
- Partikkelutslipp fra Kronos Titan A/S (avfall fra titandioksydproduksjon) og Borregård A/S (fiber), spesielt ved lav vannføring i Glomma.
- Skumdannelse og brunfarging av vannet som følge av utslipp fra treforedlingsindustrien (Borregård A/S, Saugbrugsforeningen o.a.)

Bortsett fra i Vesterelva, Østerelva og Løperen er badevannskvaliteten (bakteriemengden) funnet akseptabel.

Det er ikke funnet klare overgjødslingssymptomer, i hvertfall ikke i de åpne vannmassene.

Strendene i nedre del av Glomma og i Løperen er belagt med et rødbrunt belegg. Dette skyldes i hovedsak utslipp av jern og andre metaller (titan, krom og vanadium) fra Kronos Titan som fester seg til eller akkumuleres i diatomeer og andre organismer som vokser på strendene. Belegget er markert opp til 10-12 km fra utslippet i hovedstrømmens retning.

- En hovedsubstans i det rustbrune, ofte lodne belegget er diatomeer (kiselalger) av både marin og ferskvannsopprinnelse.
- Fargen på belegget skyldes i hovedsak jernutfellinger som fester seg til diatomeene og på fjellet.
- Den kjemiske sammensetningen av belegget viser høye konsentrasjoner av jern, titan, vanadium og krom.
- Høye konsentrasjoner av metaller i vann etter utlutning av belegget sannsynliggjør at miljøet som omgir belegget kan være giftig for ømfintlige arter. Overveiende fravær av kimstadier til grønnalger og brunalger i belegget underbygger denne antakelse. Imidlertid finnes det også livsformer som tåler disse omgivelsene. Foruten en relativt rik flora av diatomeer er det observert diverse blågrønnalger, trådformede bakterier, encellede dyr, hjuldyr og rundmark.



- Sammensetningen av slamprøver fra fiskeredskap tydet ikke på at avløpet fra Kronos Titan er noen hovedårsak til disse problemer annet enn episodisk i utslippets nærrområde. Hovedbestandelen i avsetningene var leirpartikkler, delvis med tydelige innslag av fiber og begroingsorganismer.

Miljøproblemene i området skyldes således mange ulike faktorer. Minst oppmerksomhet er blitt rettet mot eutrofiering. Dette skyldes liten lokal planteplanktonproduksjon i området. Allikevel ble det konstatert gode næringsbetingelser for fisk. Forklaringen på dette kan være: Den lave planteplanktonproduksjonen og den begrensede algeveksten i området gjør at næringssaltene i vannmassene transporteres med brakkvannet ut av området. I fronten mellom brakkvann og sjøvann er det større mengder planteplankton. Dette planktonet ligger under det utstrømmende brakkvannet og kan transporteres tilbake med reaksjonsstrømmen til området innenfor Hvalerøyene. Klassiske eutrofiproblemer som oksygensvikt i dypvann kan således oppstå ved at store mengder planteplankton tilføres området utenfra.

Siden mesteparten av næringssaltene transporteres passivt med brakkvannet ut i Ytre Oslofjord, vil dette kunne bidra til en eutrofiering av dette område. Brakkvannstransporten er avhengig av vind og generelle strømforhold i området og størrelsen avhengig av vannføringen i Glomma. Brakkvann fra Hvalerområdet/Singlefjorden har blitt observert ved Rauer, ut mot Ferder og nede i Kosterfjorden. Utbrudd mot sør skjer mest sannsynlig i flomperioder om våren, mens det er sannsynlig at den mest vanlige hovedspredningen i sommerhalvåret er mot VSV, dvs tvers over munningen av Ytre Oslofjord (Magnusson og Skei 1984). I Kosterfjorden er det observert lave saltholdigheter og siktedyp ved flom i Glomma. Også overkonsentrasjoner av lignin er observert ned mot sydlige deler av Kosterfjorden (Josefsson 1977).

### 3.3 KYSTEN STRØMTANGEN TIL VERLEBUKTA (MOSS).

Det foreligger ikke undersøkelser som behandler forurensningstilstanden for denne kyststrekningen. Enkelte deler av kysten dekkes av andre typer undersøkelser som eksempelvis forundersøkelsen til lokaliseringen av kjernekraftverk i Oslofjorden (se kap 4).

Beregnete tilførsler på strekkningen er: 32 tonn fosfor og 215 tonn nitrogen pr. år.

### 3.4. MOSSESUNDET FRA MOSS TIL SON.

Referanse: Østlandskonsult A/S, 1986. M. Peterson & Søn A/S.  
 Prosessvann til Mossesundet. Utslippsvurderinger. (O.NR. 320.002).

Det er ikke utført noen basisundersøkelse i Mossesundet. Likevel foreligger det en større hydrofysisk undersøkelse, med observasjoner av saltholdighet og temperatur over 1 år (1973-74), samt strømmålinger i Mossesundet og utslipp av farvestoff på ca. 25 meters dyp på flere steder i sundet (Samfunnsteknikk/VBB A/S, 1974). Av biologiske undersøkelser foreligger en studie av foraminiferfaunaen (hovedfagsoppgave av S.Hovind, 1983 a). For øvrig foreligger hydrografiske undersøkelser i 1983 (S.Hovind 1983 b).

- A. Hovedforurensere: Peterson & Søn A/S (sulfatcellulose), kommunale utslipp fra Moss og Son.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter og organisk stoff.  
 Miljøgiftsproblemer er ikke undersøkt.
- C. Beregnede tilførsler: 44 tonn fosfor, 1.170 tonn nitrogen. Fra treforedlingsindustrien 12.000 tonn organisk stoff (KOF).
- D. Tilstand: Mossesundet er sterkt forurensset. Overflatelaget er brunfarget (lignin) og har lavt siktedyp. Skumdannelse er vanlig (ligninforbindelser). Lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet skyldes store utslipp av organisk stoff fra industrien. I de sørlige deler av Mossesundet mangler det levende bunnorganismer. Foraminiferfaunan viser en klar (økende) gradient i artsantall fra industriutslippet i sør og mot nord.
  - Vannutskiftningen i Mossesundet er delvis begrenset. Overflatelaget (0-10 meters dyp) skiftes ut både ved transport gjennom kanalen syd i sundet og mot nord. Øvrige deler av vannmassene i sundet har kun forbindelse med Breiangeren mot nord. Vannmassene på 50/60 meters dyp til bunn har lengst oppholdstid.
  - Utslippene fra treforedlingsindustrien (sulfatcellulose) skjer i sundets overflate og gir direkte estetiske problemer ved brunfarging av vannet (ligninforbindelser), skumdannelse og lavt siktedyp. Ved bedriftstans ble sikte-

dypet forbedret fra ca. 2.6 meter til 4.5 meter. Overflatelagets uappettilighet sjenerer friluftaktivitet og hindrer bading i spesielt de søndre delene av sundet.

- Utslipp av fiber og løst organisk stoff gir lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet og fiber er også et dårlig substrat for bunnfauna.
- Undersøkelser av foraminiferfaunaen langs en forurensningsgradient i Mossesundet er utført som hovedfagsoppgave av Stein Hovind, Universitetet i Oslo 1983. Det ble ikke funnet levende organismer i bunnprøvene sør for et område mellom Kippenes og Kjellandviktangen. Årsaken til at bunnområdene i det sørlige Mossesundet er døde er overbelastning av fibre og annet organisk stoff.
- Samlet utslipp av avløpsvann fra M. Peterson & Søn A/S er 60.000 m<sup>3</sup> /døgn. Det løste organiske materialet representerer et kjemisk oksygenforbruk på 20 tonn (KOF) /døgn. Dessuten slippes det ut ca. 4 tonn fiber og 6 tonn CaCO<sub>3</sub> i døgnet.
- Det foreligger ikke undersøkelser som behandler eventuelle eutrofipoblemer i Mossesundet, eller vurderer betydningen av utslipp av næringsalter. Imidlertid viste undersøkelser av flora og fauna i 1971-72 at Sonsbukta var preget av forurensninger.

### 3.5. DRØBAKSUNDET.

Referanse: Magnusson, J., 1987. Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1986. Rapport nr 2034. 46 s.

Overvåkingen av Drøbaksundet inngår som en del av overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord. Her foreligger også godt med hydrografiske observasjoner fra ca. 1930 til idag, innsamlet av forskere ved Universitetet i Oslo, Statens biologiske stasjon i Flødevigen og NIVA. I tillegg er det utført undersøkelser fra Universitetets feltstasjon i Drøbak, samt undersøkelser utenfor NIVAs forsøkstasjon ved Solbergstrand. Andre undersøkelser av betydning er hydrografiske, hydrokjemiske og biologiske undersøkelser som ble utført i samband med vurderingen av plassering av et kjernekraftverk i Oslofjorden. Her ble det bl.a. utført en kartlegging av flora og fauna i strandsonen og på grunt vann (ned til 20-30 meters dyp).

På tross av forholdsvis rikelig med undersøkelser i Drøbaksundet foreligger det lite direkte konkluderende arbeider mht. forurensningsgrad.

Overvåkingen av Drøbaksundet utføres ved observasjoner av oksygenforholdene og fastsittende alger i strandsonen.

- A. Hovedforurensere: Kommunale utslipp fra Drøbak og Vestby.  
Indirekte fra utslipp i Indre Oslofjord, Mossesundet og Tofte.
- B. Forurensende stoffer: Næringssalter og organisk stoff fra kommunal husholdningskloakk. Lokale utslipp av miljøgifter er ikke kjent.
- C. Beregnede tilførsler: 7.4 tonn fosfor og 154 tonn nitrogen pr. år.
- D. Tilstand: Drøbaksundet har klare eutrofisymptomer. Oksygenkonsentrasjonen i de dypere vannmassene avtar over tid og strandfloraen bærer til en viss grad preg av næringssalttilførsel. Nedre voksegrense for fastsittende alger ligger høyere enn i øvrige sentrale deler av Ytre Oslofjord, hvilket skulle tyde på dårligere sikt og større planteplanktonbiomasse.
- Oksygenkonsentrasjonen mellom 20 meters dyp og bunn i oktober måned har avtatt signifikant sammenlignet med observasjoner fra 1945-60. Konsentrasjonsnivået er dog ennå ikke kritisk lavt.
  - Nedre voksegrense for fastsittende alger var 9-11 meter i 1973 sammenlignet med ca. 18 meters dyp ved Missingen i Ytre Oslofjord.. Den dårligere sikten i Drøbaksundet skyldes trolig en større planteplanktonproduksjon. Assosiasjonsbestander av Ulva lactuca tyder på en forhøyet tilførsel av næringssalter.

Drøbaksundet er således påvirket av næringssalter og organisk stoff. Det er uklart hvor alvorlig situasjonen er, men det er ikke sannsynlig at de lokale utslippene kan gi de effekter som foreløpig er observert.

### 3.6. INDRE OSLOFJORD.

Referanse: Magnusson, J., 1987. Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1986. Rapport nr 2034. 46 s.

I denne sammenheng fungerer Indre Oslofjord bare som en potensiell kilde til transport av forurensninger til Ytre Oslofjord. Her vil det kun gis stikkordsmessig gjennomgang av forholdene.

- A. Hovedforurensere: Kommunale utslipp, industriutslipp og diffus "byavrenning".
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter, organisk stoff og miljøgifter; spesielt kvikksølv og PCB.
- C. Beregnede tilførsler: 270 tonn fosfor, 3.900 tonn nitrogen og 11.400 tonn organisk stoff (TOC) pr. år.
- D. Tilstand: Fjorden er eutrof med de klassiske effektene på vannmasser og økosystem. Den negative utviklingen synes å ha stoppet opp i midtten av 1970-tallet som følge av rensetiltak. Det er observert noe forhøyede konsentrasjoner av PCB og andre klororganiske stoffer i torskelever, samt forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv.

### 3.7. KYSTEN FILTVEDT TIL RØDTANGEN.

Referanse: A/S Miljøplan, 1985. Resipientundersøkelse ved Tofte, Hurum. Marinbiologiske undersøkelser 1984. (90-84).

Det foreligger sparsomt med miljøundersøkelser på denne kyststrekningen, med unntak fra området utenfor Tofte Industrier (treforedlingsindustri). Dette er også det eneste større utslippet på denne kyststrekningen idag. Tidligere lå her også Hurum Cellulosefabrikk med utslipp til Breiangen.

- A. Hovedforurenser: Tofte Industrier A/S.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter (fosfor), organisk stoff og miljøgifter, spesielt klororganiske forbindelser.
- C. Beregnede tilførsler: 8.3 tonn fosfor, 63 tonn nitrogen og ca. 30.000 tonn organisk stoff (KOF) pr. år.

D. Tilstand: I området utenfor Tofte Industrier er det forurensingspåvirket flora og fauna i strandsonen (trolig miljøgifts-effekter), forurensingspåvirket bløtbunnsfauna (trolig påvirket av miljøgifter), hydrogensulfidholdige sedimenter. Konsentrasjoner av ekstraherbart organisk klor i fisk er klart over normalnivå for upåvirkede områder.

Tofte Industrier A/S ligger på Hurumkysten mot det åpne fjordområdet Breiangen. Bedriften produserer gjennomsnittlig 750 tonn sulfat-cellulose pr. døgn. Det går ut 55.000-60.000 m<sup>3</sup> avløpsvann pr. døgn. Det inneholder oppløst og partikulært organisk stoff samt klorforbindelser fra blekeriet. Totalavløpet har et kjemisk oksygenforbruk (KOF) på 75-90 tonn pr. døgn. Hovedutslippet går gjennom en dykket ledning til 37 m dyp. Innlagringsdyp for avløpet er 10-20 m - tidvis trolig dypere.

- Benthosalgeundersøkelsene på grunt vann viste klar tendens til økning i artsantall med økende avstand sørvest for utslippet. Hardbunnsfaunaen på grunt vann hadde trekk som tydet på miljøforstyrrelser på stasjonene sørvest for utslippet. Stasjonene bar ikke preg av unormal nedslamming, og miljøforstyrrelsene kan derfor skyldes kjemiske forhold.
- Bløtbunnsfaunaen i sørvestlig retning fra utslippet var forurensningspåvirket på en strekning på i hvert fall 1 km, i sørøstlig retning ca. 1 km og i nordøstlig retning minimum 500 m. Dette er et påvirkningsareal av lignende størrelse som rundt boreplattformer i Nordsjøen. Antall stasjoner og undersøkelsesområdet var for lite til at det kunne angis noen yttergrense for utslippets influensområde i sørvestlig og nordøstlig retning.
- Det ble ikke påvist noen klar sammenheng mellom faunasammensetningen og sedimenttypen på stasjonene. spesielt faunaen på de nærmeste stasjonene sørvest for utslippet hadde et artsantall som var markert lavere enn hva sedimenttypen skulle tilsi. Det lave artsantallet skyldes derfor sannsynligvis at det i avløpsvannet finnes toksiske stoffer som påvirker faunaen.
- Det ble registrert lukt av hydrogensulfid i grabbprøver fra flere av stasjonene i utslippets nærområde. Dette tyder på oksygensvikt i sedimentene i nærområdet.

- Analyse av ekstraherbart organisk klor (EOC1) i fisk og blåskjell fra området viste konsentrasjoner som lå klart over bakgrunnsnivåer funnet i ukontaminerte kystområder.

### 3.8. DRAMMENSFJORDEN

Referanse: Hvoslef et al. 1987. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-1984. Konklusjonsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 2045. SFT/NIVA, 38 s.

Hetland, A. 1988. Undersøkelse av kvikksølv og enkelte klorerte hydrokarboner i fisk fra Drammensfjorden. Rapport fra Byveterinæren i Drammen, Næringsmiddelkontrollen. 22 s.

Undersøkelsene har omfattet fysiske og kjemiske parametre i vannmasser og sedimenter, hygieniske forhold i overflatevann, biologiske forhold langs strender og bunn, og analyser av miljøgifter.

Flere områder langs fjordens strender anses å ha verneverdig høyere vegetasjon. Noen av disse trues av forurensninger.

- A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk fra Drammen kommune, jordbruk og industri. Vassdragsreguleringer har også påvirket forurensnings situasjonen.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter, organisk stoff, bakterier, erosjonsmateriale og miljøgifter, spesielt kvikksølv og klororganiske forbindelser som PCB og EPOCL (ekstraherbart persistent organisk bundet klor, en samlevariable for slike stoffer).
- C. Beregnede tilførsler: 185 tonn fosfor, 4.600 tonn nitrogen og ca. 19.000 tonn organisk stoff ( $\text{BOF}_7$ ) pr. år.
- D. Tilstand: Drammensfjorden har eutrofi problemer, hygieniske problemer og miljøgiftsproblemer. Overflatevannet tilfredstiller ikke kravene for friluftsbad. Vannmassene er gjennomgående oksygenfrie fra ca. 40 meters dyp. Konsentrasjonene av kvikksølv og PCB i fisk er markert forhøyede i fjorden innenfor Svelvik. Byveterinæren har angitt konsumrestriksjoner på matfisk fra indre Drammensfjord (spesielt torskelever).

- Artsfattig og veksthemmet strandflora og bunnfauna på grunne områder som følge av nedslamming, erosjon og dårlige lysforhold.
- Moderate overgjødslingseffekter på høyere vegetasjon og marine alger i de indre deler av fjorden.
- Høye konsentrasjoner av næringssalter (spesielt nitrogenforbindelser) og organisk stoff i fjordens overflatevann. Konsentrasjonene er sammenlignbare med den overgjødslende indre Oslofjord.
- Høy planteplanktonkonsentrasjon ved lav/moderat vannføring i Drammenselva sommerstid (på samme nivå som i deler av indre Oslofjord). Den lave vannføringen om sommeren skyldes senere års regulering av elva.
- Forurensningstolerant dyreliv på bunnen ned til ca. 30 m dyp i indre deler av fjorden og intet liv under ca. 40 m dyp i hele fjorden.
- Lavt oksygeninnhold dypere enn ca. 25 m og oksygenfritt (råttent) vann dypere enn ca. 40 m i hele fjorden.
- Høye konsentrasjoner av termotolerante koliforme bakterier i overflatevannet i nesten hele fjorden innenfor Svelvik. Vannet oppfyller ikke helsemyndighetenes krav til badevann.
- Forhøyede konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner, særlig polyklorerte bifenyler (PCB), i lever av torsk.
- Markert forhøyet innhold av kvikksølv i filett av særlig abbor, men også i torsk og andre arter.
- Høyt innhold av ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOC1) i fjordens overflatesedimenter; moderat til lavt innhold av metaller, PCB og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Byveterinæren i Drammen undersøkte sammen med Veterinærinstituttet et større materiale av matfisk fra Drammensfjorden i 1986-87 på kvikksølv og klorerte hydrokarboner. Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen var:



- Kvikksølvnivået i fisk fra Drammensfjorden ligger fortsatt over de grenseverdier sentrale helsemyndigheter anbefaler for fritt konsum av matfisk.
- På bakgrunn av viten om stoffenes utberedelse og toksisitet har man derfor angitt konsumrestriksjoner på matfisk fra indre Drammensfjorden. (Abbor: bare unntaksvis eller maksimalt 1 gang pr uke. Øvrige fiskeslag: torsk, hvitting, gjedde, ål, maksimalt 1-2 ggr pr uke)
- For ytre Drammensfjorden har man ikke funnet det påkrevet med slike restriksjoner.
- Innhold av kvikksølv i abbor ligger høyere enn for øvrige undersøkte fiskeslag.
- Innhold av PCB i torskelever ligger i snitt over det man ut ifra et helsemessig synspunkt vil kalle betryggende. Lever bør derfor ikke konsumeres i det hele tatt. Derimot vil kjøtt fra magre fiskeslag p.g.a. PCB's affinitet til fettvev ikke være helsemessig betenkelig. En rekke andre klororganiske stoffer med betenkelige egenskaper er ikke inkludert i undersøkelsen.
- En summering av alle stoffene kunne muligens bidra til andre tolkinger og anbefalinger.

Et transportbudsjett på næringssalter (fosfor og nitrogen) viser at største delen av tilført nitrogen passivt transporteres gjennom fjorden og ut i Breiangen, mens fosfor i høyere grad sedimenterer i fjorden.

### 3.9. SANDEBUKTA.

Referanse: A/S Miljøplan, 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del I. Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill A/S. Del II. Marinbiologiske undersøkelser.

Det foreligger flere undersøkelser av Sandebukta som tar for seg forurensningsproblemer. I Sandebukta foretar dessuten Sande Paper Mill A/S egne observasjoner av bl.a. oksygenkonsentrasjonen i utslippsområdet.

- A. Hovedforurensere: Sande Paper Mill A/S, kommunale utslipp og jordbruk.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter, organisk stoff (bl.a. fiber) og farvestoffer. Miljøgifter er ikke undersøkt.
- C. Beregnede tilførsler: 9.8 tonn fosfor, 179 tonn nitrogen og 5.400 tonn organisk stoff ( $\text{BOF}_7$ ) pr. år.
- D. Tilstand: Grumset og misfarget overflatevann, forurensningspåvirket flora og fauna i strandsonen ned til 20 meters dyp som følge av slamavsetning. Perioder med lavt oksygeninnhold i dypvann.
- Sandebukta forurenses hovedsakelig av utslipp fra Sande Paper Mill A/S (SPM) som startet produksjonen i 1962. I de første årene fram til 1966 ble utslippet ført ut i strandsonen. Senere ble dyputslipp forsøkt, med stigerør til 18 meter, senere 12 og 8 meter. Sandebukta har en markert tetthetssjiktning i sommerhalvåret med spesielt markert sjiktning på ettersommeren og høsten. Sjiktningen skyldes ferskvannstilførselen. I vinterhalvåret er sjiktningen svak.
  - Utslippet fra SPM inneholder betydelige mengder oksygenforbrukende organisk stoff. I 1964 ble oksygenforbruket ( $\text{BOF}_5$ ) beregnet til 25 tonn pr. døgn. Innlagring av avløpsvannet vil føre til periodevis uakseptabelt lave oksygenverdier. I overflatelaget er oksygentilførselen tilstrekkelig til å hindre kritisk lave verdier av oksygen. Utslipp til overflatelaget gir imidlertid uestetiske forhold med grumset og misfarget vann. Tidligere utslipp med innlagring av avløpsvann i dypet har ikke ført til nevneverdig sterke uestetiske forhold i overflatelaget.
  - I 1982 foretok A/S Miljøplan observasjoner av alger og dyr ned til 20 m dyp. Slamavsetninger, spesielt over hardbunn, påvirket både flora og fauna. Mest påfallende var dette i indre og vestre del av bukta. Dybdegrensen for bentosalgevegetasjonen lå forholdsvis grunt. Det ble ikke gjort observasjoner som tydet på oksygenmangel av dødelig omfang for fastsittende, flerårig dyreliv (grunnere enn 20 m).

### 3.10. HOLMESTRANDFJORDEN

Referanse: Rygg, B. 1986. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandfjorden. Bløtbunnfauna 1985. Rapport nr 1874. Norsk institutt for vannforskning, 32s.

Referanse: Bokn, T. 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandfjorden. Gruntvannssamfunn 1985 og 1986. Rapport nr. 1989, Norsk institutt for vannforskning, 12 s.

- A. Hovedforurensere: Kommunale utslipp.
- B. Forurensende stoffer: Næringsalter og organisk stoff. Hygieniske forhold og mulige miljøgifter er ikke undersøkt.
- C. Beregnede tilførsler: 7.4 tonn fosfor, 124 tonn nitrogen pr. år.
- D. Tilstand: Klart forurensningspåvirket strandflora. Noe påvirket bløtbunnfauna. Forurensningen skyldes næringsalter og organisk stoff. Mangel på blåskjell i deler av området kan muligens skyldes miljøgifter.
  - På bløtbunnfaunastasjonen mellom Holmestrand og Sandebukta var det ingen påvisbare forurensningsvirkninger. På stasjonen rett utenfor Holmestrand, hvor dypet var det samme som på stasjonen mellom Holmestrand og Sandebukta, var faunaen noe påvirket. Dette tyder på at forurensningen av Sandebukta neppe påvirker Holmestrandsfjordens dypparti i særlig grad. Hvis så var tilfelle skulle en ha ventet dårligere forhold på den mellomliggende stasjonen.
  - På de to dypeste stasjonene (nord og sør for Langøya) var faunaen noe påvirket.
  - For stasjonen midt i Holmestrandfjorden er det rimelig å anta at påvirkningen skyldes forurensninger fra Holmestrand. Påvirkningene på de dype stasjonene nord og sør for Langøya kan representere en generell situasjon i denne del av Ytre Oslofjord.
  - Registreringene av strandsoneorganismer i Holmestrandfjorden avslørte at vannkvaliteten i overflatelaget neppe

var tilfredsstillende på de fleste av stasjonene i undersøkelsesområdet. Artsantallet av alger var lavt. En vannkvalitetsgradient syntes å gjøre seg gjeldende fra Mulviken i sør, med dårligst overflatevann til Sjøskogen i nord, med tilnærmet tilfredsstillende forhold. Vannkvaliteten er påvirket av overgjødning og belastning med organisk stoff. Det ble ikke undersøkt om det forekom overkonsentrasjoner av miljøgifter. Blåskjell fantes praktisk talt ikke i Mulviken, til tross for at de naturlige betingelsene skulle være til stede. Muligens kan miljøgifter eller olje ha spilt en rolle for blåskjellenes fravær.

### 3.11. HORTEN.

Referanse: Sentralinstitutt for industriell forskning og A/S Miljøplan, 1983. Undersøkelse av bunnforholdene i sjøen utenfor hovedstasjon for oljevern, Horten. Rapport fra A/S Miljøplan (25-83), 60 sider.

Det foreligger flere undersøkelser fra dette område, men det er ikke foretatt noen basisundersøkelse som beskriver forurensningstilstanden ut fra eventuelle eutrofi eller miljøgiftsproblemer, untatt hydrokarboner (olje). Det er gjort relativt omfattende hydrofysiske undersøkelser av Vassdrag og havnelaboratoriet (1976). Disse inkluderer strømmålinger og hydrografi samt spredningstudier med farvestoff for å faststille gunstige utslippssteder av kommunal kloakk fra Horten.

- A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk fra Horten. Industrieforensning er ikke undersøkt.
- B. Forurensende stoffer: Næringssalter og organisk stoff.
- C. Beregnede tilførsler: 13.6 tonn fosfor, 96 tonn nitrogen og 390 tonn organisk stoff ( $BOF_7$ ) pr. år.
- D. Tilstand: Enkelte områder øst for Horten havn er bunnfaunaen påvirket av kloakkutslippet til Horten. Et begrenset område er også påvirket av utslipp av tungolje. Indre havnområde må antas spesielt følsomt for forurensninger, men tilstanden er ikke undersøkt.

Konklusjonene fra hovedreferensen var følgende:

- Observasjoner av flora og fauna i traseer på østsiden av Horten viste etter forholdene (havneområde) rikt plante- og dyreliv langs de fleste undersøkte gradienter. Eneste unntak var de to gradientene utenfor Hovedstasjon for Oljevern, hvor dyrelivet i og på bunnen var mer sparsomt der hvor de oljepåvirkede bunnområdene befant seg.
- Kjemiske analyser påviste olje (tungolje) i sedimentet inne i bukta ved Hovedstasjonen.
- På traseer ved kloakkutslipp på ca. 20 meters dyp ble det observert et bunnparti med meget bløt bunn, et tykt lag (ca. 0.5 m) svart slam under et tynt sandig toppsjikt. Slammets konsistens og farge tyder på at det kan dreie seg om kloakkslam. Dette område strekker seg ca. 120 meter ut fra land. Det ble også observert jernskrot og annet søppel i området ca. 110- 240 meter fra land. Plante- og dyrelivet nær land var ensartet. Litt ut fra land var det en strekning med hyppig sopp- og bakterivekst.

Undersøkelsen til Miljøplan (1983) var kun utført med det mål å kartlegge oljeforurensningen i området. Ut fra undersøkelsen synes det allikevel som om det er en økt organisk belastning i et begrenset område som skyldes kloakkutslipp.

### 3.12. KYSTEN SYD FOR HORTEN TIL VALLØY.

Referanse: Siljeholm, J., 1985. Vannforurensning og tiltak mot vannforurensning ved ESSO raffineriet på Slagentangen. En Miljøkjemisk analyse og "kost/nytte" vurdering. Hovedfagsoppgave i miljøkjemi, Universitetet i Oslo.

Det er ikke foretatt basisundersøkelser i dette område. To potensielle forurensende utslipp er kommunal kloakk fra Åsgårdstrand og utslipp fra Oljeraffineriet på Slagentangen. Det er analyser av ca. 30 sedimentkjerner i et tilnærmet 6 km<sup>2</sup> bunnområde utenfor Slagentangen med analyser på Totale hydrokarboner (THC) og Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (Siljeholm 1985).

A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk fra Åsgårdstrand. Utslipp fra Oljeraffineri på Slagentangen (Esso).

B. Forurensende stoffer: Næringssalter, organisk stoff og miljøgifter (hydrokarboner).

C. Beregnede tilførsler: 28 tonn fosfor, 147 tonn nitrogen og 700 tonn organisk stoff ( $\text{BOF}_7$ ) pr. år.

D. Tilstand: Ukjent utenfor Åsgårdstrand. Små men signifikante mengder av oljerelaterte hydrokarboner i et ca. 6 km<sup>2</sup> bunnområde utenfor Slagentangen. Trolig meget begrenset og liten effekt på benthosamfunnet.

Undersøkelsen av Siljeholm (1985) ved Slagentangen omfattet analyse av utslippsvann, sedimenter samt toksisitetstester av avløpsvannet. Før 1984 ble det sluppet ut mellom 20 og 60 tonn olje/år siden 1961. 1984 ble det installert renseanlegg på raffineriet.

- Utslippsvannet fra raffineriet viste høy toksisitet i en test (Microtox) og lav toksisitet i to tester (Artemia Naupuli og Ames test). Første testen var mest tilførlitlig.
- PAH-nivået i sedimentene var høyest rundt kai og nordvest for denne. Konsentrasjonsfordeling, områdets topografi, samt røyk- utslipp fra raffineri og tankbåter indikerer følgende kildeviktighet: 1. Tilførsel fra luft ved forbrenning av organisk materiale (Lokale, regionale og globale kilder). 2. Utslipp fra tankbåter og skipstrafikk i nærområdet. Tankbåter ved kai representerer et årlig tungoljeforbruk mellom 1000 og 5000 tonn. 3. Utslipp fra raffineriet.
- Den relative rangeringen av skipstrafikk og raffineri behøver ikke å bety at raffineriutslippet er mindre viktig, men at tankbåter oppfattes som en større lokal sedimentforurensner.
- Raffineriets utslippsvann innlagres mellom 1-10 meters dyp. Dykkerundersøkelser viser ingen synlig lokal nedslamming lengre enn 1-4 meter under utslippsrøret på 23 meters dyp.
- Dykkerobservasjoner tilsier at effekten på benthosorganismer er relativt liten. Lite torsk, blåskjell, o-skjell, krabbe og hummer skyldes trolig uegnet substrat (sand/silt).

Det er således sannsynlig at utslippet fra oljeraffineriet på Slagentangen har liten effekt på området, sett ut fra dagens kunnskap på feltet oljeforurensninger.

### 3.13. TØNSBERGREGIONEN

Referanse: Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL), 1987. Recipientundersøkelser ved Valløy i Sem og Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1987. IVL-rapp., 41 s.

Referanse: Bokn, T. 1986. Biologisk befaring i Vrengensundet, Tjøme, Augst 1986. NIVA 1936, 9 s.

Det er foretatt flere undersøkelser i området. Undersøkelsene omfatter bakterier, hydrografi, hydrokjemii, flora og fauna i strandsonen og bløtbunnsfauna. Tønsbergfjordens Avløpsutvalg (TAU) har i 1976-1987 latt foreta observasjoner av termotolerant koliforme bakterier, næringssalter (fosfor og nitrogen), klorofyll-a, siktedyp, saltholdighet, temperatur og oksygen på 8 stasjoner i området. Undersøkelsene som er utført i området har blitt gjennomført i samband med omlegging og bygging av renseanlegg for den kommunale kloakken.

De mest intensive recipientundersøkelsene i Tønsbergregionen er foretatt ved Valløy øst for Tønsberg og i Tønsbergfjorden sør for Tønsberg (Vårnesbassenget).

Det foreligger også en hovedfagsoppgave i marin botanikk (Badski 1971) som var en kartlegging av algevegetasjonen i Sandekilen ved Tønsberg og ut til Lille Ferder. Undersøkelsen er ikke spesielt lagt opp for studier av forurensningssituasjonen, men kan benyttes som en basisundersøkelse ved fremtidige undersøkelser.

A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk fra Tønsbergområdet. Jordbruk. Forurensning fra industri er ikke vurdert.

B. Forurensende stoffer: Bakterier, næringssalter, organisk stoff og erosjonsmateriale. Miljøgifter er ikke undersøkt.

C. Beregnede tilførsler: 39 tonn fosfor, 695 tonn nitrogen og 1.200 tonn organisk stoff ( $BOF_7$ ) pr. år.

D. Tilstand: Hygienisk utilfredstillende forhold i Byfjorden og nærområdet til Tønsberg by. De indre delene av området (Byfjorden og Vestfjorden) har forhøyede konsentrasjoner av næringssalter, lavt siktedyp og høyt klorofyllinnhold. Flora og fauna bærer preg av dette. Etter etablering av utslipp ved Valløy har strandfloraen her fått forurensning-

symptomer og bløtbunnsfaunan ved utslippet er stadig blitt mer påvirket. Ved Vårnes i Vestfjorden er utviklingen ikke like tydelig, men lokalt har forholdene blitt noe dårligere etter etableringen av kloakkutslippet.

- Utenfor Valløy slippes det ut avløpsvann på 35 m dyp fra kommunalt renseanlegg som mottar kloakk fra ca. 40.000 personer og fra industrier. Utslippet fra renseanlegget står for noe over halvparten av de totale tilførslene til sjøområdet øst for Valløy. De er på ca. 2.6 tonn BOD<sub>7</sub> pr. døgn med organisk materiale, 0.7 tonn nitrogen pr. døgn, og 0.1 tonn fosfor pr. døgn.
- Utslippet til Tønsbergfjorden fra kloakkrenseanlegget i Vårnes er ca. en tiedel av utslippet fra Valløy-anlegget. De totale tilførsler til Tønsbergfjorden er av omtrent samme størrelse som tilførslene til Valløy-området. Størst betydning for belastningen på fjorden har Aulielva og utslipp fra Tønsberg byområde.
- I nærområdet til utslippet fra Valløy (nærmere enn 200 m) har bløtbunnfaunaen blitt mer og mer påvirket fra 1981 til 1987. Dette har sammenheng med sedimentering av partikler fra utslippet. På strendene ved Valløy synes mengden av grønnalger å ha økt. Totalt fantes det færre algearter enn tidligere.
- Bløtbunnfaunaen i Vårnesbassenget er påvirket av organisk belastning. Påvirkningen er vanskelig å koble sammen med de direkte utslippene fra renseanlegget, siden store mengder næringssalter og organisk materiale kommer med Aulielva og fraktes til Tønsbergfjorden. Også belastningen fra byen og omlandet er stor. På strendene dominerte grønnalger og indikerte forhøyet innhold av næringsstoffer i vannet.
- Også i Vrengensundet tyder undersøkelser på at det har foregått en negativ utvikling de siste 25 år. Antall algearter er halvert.

Tønsbergområdet har meget følsomme resipienter som følge av områdets topografi. Observasjoner av TAU utenfor Valløy kan tyde på at området også påvirkes av vannkvaliteten i Ytre Oslofjord. Det er flere ganger observert vann med lavere saltholdighet straks nord for Bolærene enn lengre inn i Tønsbergfjordområdet. Den lavere saltholdigheten i dette område kan bety at brakkvann fra Drammensfjorden eller Hvaler (Glomma) tidvis kan ha stor innflytelse på området.



### 3.14 MEFJORDEN.

Referanse: A/S Miljøplan, 1984. Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomsten av fastsittende alger. Framdriftsrapport 1977-1983.

Fra Mefjorden foreligger det noen observasjoner av temperatur, salt- holdighet, siktedyp og turbiditet, samt omfattende kartlegging av fastsittende alger i 1977 (Iversen 1981).

- A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk, jordbruk og søppelfylling.
- B. Forurensende stoffer: Bakterier, næringssalter og organisk stoff.
- C. Beregnede tilførsler: 1.6 tonn fosfor, 23 tonn nitrogen og 50 tonn organisk stoff (BOF<sub>7</sub>) pr. år.
- D. Tilstand: Indre del av Mefjorden har fått bedre forhold etter reduksjon av kommunal kloakk mellom 1978 og 1983. Forholdene i midtre fjord er uforandret, unntatt en økt nedslamming i 1983. Fortsatt er algevegetasjonen i indre Mefjord påvirket av forurensning (eutrofi). Miljøgifter er ikke undersøkt.
  - Belastningen på Mefjorden er idag ca. 760 p.e. Sigevann fra søppelfylling kommer i tillegg. Før 1983 var Mefjorden belastet med ca. 6.000 p.e.
  - Siden 1977/78 har artsantall av fastsittende alger økt betydelig og grønnalgeprosenten avtatt i indre Mefjord. Dette tyder på redusert påvirkning fra 1977/78 til 1982/83.
  - I midtre Mefjord indikerer benthossamfunnet ingen særlig forandring i forurensningssituasjonen. En økt nedslamming i sublittoralsonen er observert i 1983.

Mefjorden er idag ikke spesielt hardt belastet med kommunal kloakk. Det foreligger ingen informasjon om forurensninger fra jordbruk, industri (miljøgifter) og søppelfyllingen. Det foreligger ingen hygienisk vurdering av forholdene i indre Mefjord.

### 3.15 SANDEFJORDSFJORDEN.

Referanse: A/S Miljøplan, 1984. Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomsten av fastsittende alger. Framdriftsrapport 1977-1983.

For Sandefjordsfjorden foreligger observasjoner av bakterier, siktedyp, temperatur, saltholdighet, oksygen, nitrogen og fosforforbindelser, turbiditet og suspendert stoff på flere stasjoner fra 1974-83 (VIAK og byveterinæren i Sandefjord). Videre foreligger temperaturdata fra 11 ulike dyp i fjorden fra februar-mars 1981 (Vassdrag og havnelaboratoriet). En omfattende undersøkelse av fastsittende alger (samme som for Mefjorden) ble gjort i 1977 (Iversen 1981).

- A. Hovedforusere: Kommunale utslipp i Sandefjord kommune. Industriutslipp er ikke kartlagt (bl.a. malingsfabrikk og mek.verksted).
- B. Forurensende stoffer: Bakterier, næringsalter og organisk stoff. Miljøgifter er ikke undersøkt.
- C. Beregnede tilførsler: 32 tonn fosfor, 220 tonn nitrogen og 90 tonn organisk stoff ( $\text{BOF}_7$ ) pr. år.
- D. Tilstand: Tidligere klare eutrofieffekter i Sandefjordsfjordens indre deler. Etter sanering og overføring av avløpsvann til renseanlegg lengre ut i fjorden har forholdene i de indre deler blitt bedre, mens forholdene i de midtre deler ikke er forandret. Fremdeles er indre del av Sandefjordsfjorden eutrof.
- En omfattende sanering av ledningsnett for utslipp av kloakk har medført en sterk reduksjon av belastningen til indre del av fjorden. Derimot har utslippet fra renseanlegget på Enga forårsaket en økt belastning fra avløpsvann til midtre deler av Sandefjordsfjorden. Kloakkvann fra 27.000 personer passerer det mekaniske renseanlegget på Enga. Den øvrige belastning av (urenset) kloakk til fjorden er 7.620 p.e.
  - Konklusjonen fra undersøkelsene av fastsittende alger er at det i de indre del av fjorden har skjedd en minskning av forurensningseffektene fra 1977 til 1983. I midtre del av Sandefjordsfjorden var det indikasjoner på økt forurensning

(nedslammning av alger og berggrund). Det er mulig at dette kan skyldes kloakkutslippet fra Enga renseanlegg.

- Ytre del av fjordene synes upåvirket av forurensning.

### 3.16. LARVIKSFJORDEN

Referanse: Hydroconsult, 1980. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking sept. 1978-sept. 1979. Sak 2107, 41 s. + 36 bilag.

Referanse: Hydroconsult, 1986. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking mai-september 1985. Sak 2107, 27 s. + 18 bilag.

Fra Larviksfjorden foreligger det en omfattende kartlegging av fastsittende alger i 1968-69 (Hovedfagsoppgave av H.J.Røsjorde 1970). Samtidig ble det også tatt enkelte observasjoner av temperatur og saltholdighet i overflatelaget. En resipientundersøkelse ble gjennomført av Instituttet for Vatten- og Luftvårdsforskning (Sverige) i 1975 i indre del av Larviksfjorden. Vannkvaliteten har vært rutinemessig overvåket i mai-august 1980-85. I 1985 gjennomførte Hydroconsult en undersøkelse som omfattet observasjoner av temperatur, saltholdighet, klorofyll-a, næringsalter (fosfor og nitrogenforbindelser), siktedyp, total organisk karbon, sedimentanalyser av nitrogen, fosfor, svovel, kvikksølv, bly, kadmium, krom, sink, tørrstoff og glødetap, samt bunnfauna. Byveterinæren i Larvik har utført bakterieanalyser (termotolerante koliforme bakterier).

- A. Hovedforurensere: Kommunal kloakk (Larvik og Stavern), tilførsler fra Numendalslågen, treforedlingsindustri.
- B. Forurensende stoffer: Bakterier, næringsalter, organisk stoff og miljøgifter.
- C. Beregnede tilførsler: 80 tonn fosfor, 1.700 tonn nitrogen og fra treforedlingsindustrien 16.800 tonn organisk stoff (KOF) og 1.500 tonn fiber pr. år.
- D. Tilstand: Betydelige effekter av stor organisk belastning i indre deler av fjorden. Bløtbunnsfaunaen viser tegn på at det har skjedd en økt organisk belastning på området i 1985. Det er ikke tilfredstillende oksygeninnhold innerst i fjorden. I øvrige deler av fjorden er forholdene til-

fredstillende. Overflatevannet tilfredstiller tidvis ikke de hygieniske kravene til godt badevann.

- Numedalslågen er den største kilden for tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor til Larviksfjorden. Treforedlingsindustrien (Treschow-Fritzøe) bidrar også med store mengder organisk materiale. Numedalslågen transporterer 21 tonn  $\text{BOF}_7$ , 122 kg fosfor, og 3.3 tonn nitrogen pr. døgn. Treforedlingsindustrien slipper ut organisk stoff tilsvarende 14 tonn  $\text{BOF}_7$  pr. døgn.
- Analyser av termotolerante bakterier viser at badevannskvaliteten er dårligst i havnebassengene i Larvik og Stavern. Totalt sett var badevannskvaliteten betydelig bedre 1985 enn tidligere år.
- Sammenlignet med upåvirkede kystsedimenter viste analyser av metaller i overflatesedimenter forhøyet kvikksølvverdi i Larviks havneområde, gjennomgående høyere verdier for bly, krom og sink.
- Bløtbunnsfaunaen i indre del av Larviksfjorden var markert påvirket og typisk for lokaliteter med sterk organisk belastning. Forholdene for faunaen var enda dårligere i 1985 enn i 1978.

#### 4. DE SENTRALE DELER AV YTRE OSLOFJORD.

Det finnes mange eldre publikasjoner som berører Ytre Oslofjord, men som ikke har tatt for seg forurensningsproblemene eksplisitt. Flere av disse utgjør et godt grunnlag for å senere studere eventuelle forandringer i systemet (se litteraturlisten). Sundene (1953) kartla samfunnene av fastsittende alger i 1940-42 og 1947-52. Hans stasjoner var konsentrert omkring Tjøme/Ferder og Torbjørnskjær/Struten, med enkelte stasjoner mellom Struten og Drøbak; flest på østsiden av fjorden (figur 2). Til idag har kun enkelte av Sundenes stasjoner blitt brukt for å se på eventuelle forandringer som kan skyldes forurensninger. Sundene studerte også saltholdighetsvariasjonen over et år i Oslofjordens overflate ved daglige observasjoner på 8 stasjoner i perioden 1.6.1950 til 1.6.1951 (se figur 3).

Regelmessige hydrografiske observasjoner fra området er utført av Statens biologiske stasjon i Flødevigen (SBSF) fra ca. 1936-1962, med unntak av 1940-45 (figur 4). I forbindelse med undersøkelser for en

eventuell lokalisering av kjernekraft til Oslofjordområdet ble det foretatt omfattende hydrografiske målinger utført av Vassdrag- og havnelaboratoriet (VHL), SBFS og NIVA, med tokt omtrent hver 14. dag i 1973-74. (figur 5). SBFS fortsatte med hydrografiske observasjoner frem til 1978 (figur 6). I kjernekraftundersøkelsen ble det også gjennomført biologiske undersøkelser i 1972-74 (figur 7-8). VHL (1974) gjorde også ca. et års strømmålinger i området (figur 9).

F. Beyer har gjennom mange år tatt sledetrek for å studere hyperbenthos i Ytre Oslofjord. Arbeidet er foreløpig ikke publisert, men vil bearbeides i de kommende år (F. Beyer pers.medd.).

I et oppdrag for SFT utviklet VHL i 1980 en tolags numerisk modell for overflatestrømmer i Ytre Oslofjord som grunnlag for å se på spredning av olje i kystvann (VHL 1980). Modellen tok ikke hensyn til tidevann eller horisontale tetthetsgradienter i overflatelaget og er i hovedsak en vinddreven modell.

Det er utført to undersøkelser som går direkte på forurensningssituasjonen i Ytre Oslofjord. Rosenberg et.al. (1987) gjenntok bunnfaunaundersøkelser på samme stasjoner som Petersen undersøkte i 1914, for å se på eventuelle utvikling ut fra en antatt eutrofiering av Ytre Oslofjord. NIVA gjorde etter oppdrag fra SFT et tokt til Drøbaksundet og Breiangeren oktober 1987 for å kartlegge oksygensituasjonen.

Her vil kun de siste undersøkelsene bli omtalt, men de ovennevnte arbeidene er satt opp i referenselisten nedenfor ettersom de kan bli aktuelle å benytte i dette prosjekt.

Referanser: Sundene, O., 1953. The algal vegetation of Oslofjord. Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Nat. K1.1953, 2:1-245.

NIVA, 1973. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1971-1972. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-177/70.

NIVA, 1974. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1973-1974. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-177/70.

VHL, 1974. Middelerverdi av data innsamlet fra Oslofjorden

fra strømmålere, termistorstrenger og tidevannsmåler for perioden oktober 1973 til februar 1974. Datarapport II. Ref. nr. 601027.

VHL, 1980. Spredning av olje i kystvann. Rapport nr. 2. Presentasjon av beregningsmodellene. Rapport nr. 2 80005.

Dahl, F-E., 1982. Hydrografi i Oslofjorden og Langesundsområdet i 1974-1978. Statens biologiske stasjon i Flødevigen. Rapport nr. 1, 1982.

Rosenberg, R., J.S.Gray, A.B. Josefson and T.H. Pearson, 1987. Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? J.Exp.Mar.Biol. Ecol., Vol. 105, pp. 219-251.

Magnusson, J., 1988. Oksygenforholdene i Ytre Oslofjord. Resultater av tokt den 19-21.10.1987. Statlig program for forurensningsovervåking (rapport 332/88). Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 1957.

Green, N., Å.Bakketun, B.Enger, H.Hovind, T.Håstein, Å.Iverfeldt, L.Kirkerud, J.Knutzen, A. Kringstad, K.Martinsen, G.Norheim, 1988. Felles overvåkingsgruppen (JMG)-Norge, overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet, Sørfjorden Hardangerfjorden og Orkdalsfjord-området 1984-85. Statlig program for forurensningsovervåking. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 2139.

Tangen, K., 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. Sarsia 68:1-7.

I 1985 ble Petersen's stasjoner fra 1914 undersøkt med samme teknik og utstyr så langt dette var praktisk. Figur 10 viser stasjonsnettets. Noen av resultatene fra undersøkelsen er (se også figur 11):

- Sammenlignes samtlige stasjoner i 1985 med 1914 har den midlere totale biomassen økt signifikant. Hovedforandringen var på de dypereliggende stasjonene.
- I 1914 var det en signifikant avtakende biomasse med dypet. I 1985 ble det ikke funnet en slik korrelasjon.

- På tre grunne stasjoner, Sandefjordsfjorden, Nevlunghavn og ved Moss, var biomassen mindre enn i 1914. Lokal forurensning er en forklaring, men det kan også være en effekt av variasjoner i temperatur og saltholdighet.
- I de sentrale deler av Oslofjorden, dvs. fra Drøbaksundet til Bastø har biomassen på de dypere liggende stasjoner (> 25 meter) økt fra 1914-1985, unntatt to stasjoner (Stasjon 3 utenfor Moss og stasjon 32 ved Jeløya). De tre dypeste stasjoner viste en biomasseøkning på mellom 7-15 ganger.
- I de ytre deler av Oslofjorden, mellom Rauer og Torbjørnskjær har biomassen økt signifikant på 7 av 8 stasjoner.
- Flere faktorer taler for at forandringene i bunnfaunaen fra 1914 til 1985 er en følge av eutrofiering. Ettersom oksygenkonsentrasjonen ikke er kritisk vil en moderat økning av næringstilførsel kunne gi positive effekter ved å stimulere veksten av bunndyr og fisk.
- Andre forklaringer til den økte biomassen kan være minsket predasjonstrykk fra fisk og andre organismer.

Observasjonene fra Drøbaksundet og Breiangen høsten 1987 (Magnusson 1988) viste at:

- Oksygenkonsentrasjonen var mindre enn 4 ml/l og på enkelte steder ned mot 3.6 ml/l mellom 25 til 50 meters dyp i hele det undersøkte området.
- I Sandebukta og Mossesundet var oksygenkonsentrasjonen lavere. I Mossesundet ned mot ca. 2 ml/l i dypvannet.
- Observasjonene i Drøbaksundets dypere vannmasser (> 20 meter) i 1987 var ikke signifikant lavere enn gjennomsnittet for oktoberobservasjoner i perioden 1973-86. Derimot var konsentrasjonene klart lavere enn gjennomsnittlige oktoberkonsentrasjoner for periodene 1936-39 og 1962-65. Dette viste seg også være situasjonen for stasjonene i de østre deler av Breiangen, hvor det foreligger eldre data å sammenligne med.
- Det er mest sannsynlig at den negative utviklingen skyldes økende lokal forurensningsbelastning, men det kan ikke utelukkes en påvirkning fra Skagerrak.

- De lave oksygenkonsentrasjonene mellom 25 og 50 meters dyp kan gi effekter på bunnfauna i disse dyp. I de dypere vannmasser er oksygenkonsentrasjonen fortsatt over 4 ml/l og har derfor nødvendigvis ikke negative effekter på bløtbunnsfaunan.

Relativt hyppige forekomster av giftige planktonarter er observert i hele Oslofjordområdet i senere tid (Tangen 1983). Tidligere var blåskjellforgiftninger bare knyttet til oppblomstringer av planktonalgen Gonyaulax excavata, men idag er det registret oppblomstringer av flere andre arter alger som har negative effekter på organismer i sjøen og som kan gi problemer ved konsum av blåskjell. Oppblomstringene synes å være vanlig forekommende ikke bare i Oslofjorden, men også i kystområdene utenfor Danmark, Sverige og langs den norske sørlandskysten. Foruten at oppblomstringene begrenser muligheten for sanking av blåskjell til konsum, er de et alvorlig problem for fiskeopprettindustrien. Også frittlevende fisk og virvelløse dyr er dødd som følge av oppblomstring av giftige alger.

Årsaken til hyppigere forekomster av toksiske alger i Skagerrak og Oslofjorden er ikke kjent. Imidlertid har noen av disse arter nå etablert seg i Oslofjordområdet (bl.a. Iddefjorden og Indre Oslofjord, men sikkert også i andre fjorddeler), og når forholdene ligger tilrette for slike oppblomstringer vil et næringsrikt område kunne gi større oppblomstringer enn et næringsfattig område. Ut fra denne situasjon vil Oslofjordområdet være et utsatt område i fremtiden.

Bløtbunnsfaunaundersøkelsene og oksygenobservasjonene tyder på at Ytre Oslofjord er inne i en eutrofiering. Foreløpig er det ikke konstatert direkte negative effekter i området, men det er for få observasjoner i området til å trekke sikre konklusjoner om dette. En begynnende eutrofiering av dette område vil imidlertid få direkte negative konsekvenser for de ulike lokale resipientene. For å kunne forstå dette må årsaken til utviklingen i ytre Oslofjord klarlegges. Denne kan bero på flere faktorer:

1. En generell klimaforandring som langsomt påvirker vannutskiftningen i området og begunstiger planteplanktonveksten. Dette vil bety strengere lokale rensekrav for å ikke få dårligere forhold i såvel lokale resipienter som i hele Oslofjordområdet.
2. En betydelig økning av transporten av næringsalter og organisk stoff fra eksempelvis Glomma, Drammenselva og Indre Oslofjord, samt via nedbør. I et slikt tilfelle vil det være nok med strengere tiltak mot tilførsel av næringsalter til de nevnte



områdene.

3. En effekt av en begynnende eutrofiering av Skagerrak. Er denne forårsaket av økte tilførsler fra kyststatene omkring Kattegat og Skagerrak vil det være vesentlig å få satt igang samtidige tiltak i disse land. Alternativt må tilførslene i Oslofjordområdet begrenses langt utover det som et ikke eutroft Skagerrak skulle nødvendiggjøre.

Det foreligger ikke helt entydige tegn som viser en eutrofiering av Skagerrak. Ut fra dette er det mest sannsynlig at utviklingen i Ytre Oslofjord vesentlig skyldes lokalt økende tilførsel av forurensninger eller naturlige variasjoner i vannutskifting og planteplanktonvekst, eventuelt en kombinasjon av disse faktorer.

Observasjoner av miljøgifter gjennomføres årlig i Oslofjordområdet (Green m.fl.) (se figur 12). Analyser utføres på PCB, DDE, kvikksølv og kadmium i skalldyr og fisk samt på kvikksølv og kadmium i vann. Resultatene i Oslofjordområdet viser:

- Nivåene av PCB, kvikksølv og kadmium i vann, blåskjell og fisk fra Oslofjordområdet ligger innenfor "normal-intervallet" for diffust belastede kystområder eller bare svakt over.
- De laveste verdier av miljøgiftene ble registrert ved Ferder.
- De høyeste kadmium og kvikksølvkonsentrasjonene ble registrert i blåskjell fra Hvaler/Singlefjordområdet og Langesundsfjorden, mens PCB- og DDE- innholdet var høyest i blåskjell og torskelever fra Indre Oslofjord. PCB innholdet i torskelever i Indre Oslofjord overskred i svak/moderat grad anbefalte grenseverdier.
- Blåskjellmaterialet fra Oslofjordområdet kunne skilles i fire stasjonsgrupper basert på innhold av kvikksølv, kadmium, PCB og DDE: Indre Oslofjord, Midtre Oslofjord (Breiangen)j, Ytre Oslofjord og tilgrensende områder (Langesundsfjorden, Singlefjorden og Hvalerområdet). Blåskjellene fra tilgrensende områder hadde høyere kvikksølv- og kadmiumnivåer enn de tre andre stasjonsgruppene.

- Det er ikke funnet noen bestemt utvikling over tid mht. miljøgiftinnholdet i blåskjell fra Oslofjordområdet i perioden 1981-85 og det er for få data fra de nærliggende områder til å analysere utviklingen. Miljøgiftinnholdet i torskelever fra Oslofjorden viste heller ikke bestemte tendenser for hele undersøkelsesperioden, men en nedgang i kadmium og kvikksølvinnholdet fra 1983-85.

## 5. LITTERATURLISTE.

Litteratur som er henvist til i denne rapport. For enkelte områder er det også nevnt arbeider av generell interesse (-----).

### Iddefjorden:

- Afzelius, Lars., 1979. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Utvikling og status i Iddefjordens biologi. NIVA-rapport 0-38/75 VII, 25/1 1979, 52s.
- Knutzen, J., 1986. Utredning om Iddefjordens tilstand og aktuelle tiltak ved Saugbrugsforeningen. NIVA-rapport 0-86055, 88 s,

### Singlefjorden/Hvaler:

- Josefsson, B., 1977. Tracing of discharges from pulp and paper industries in recipient water bodies. In: Proceedings, IV Soviet-Swedish Symposium on Protection of the Baltic from pollution, Riga 1977.
- Knutzen, J. og J.Skei, 1988. Analyse og karakterisering av belegg på strender i Løperen- Hvalerområdet. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr 2107, 31 s.
- Magnusson, J og J. Skei, 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemi. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr 170/84. 103 s. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 1684.
- Skei, Jens., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden 1980-83. Konklusjonsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 171/84. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 1688.

### Mossesundet:

- Bjørkman, F og C.G.Gøransson 1974. Resipientundersøkelse i Mossesundet. Samfunnsteknikk VBB A/S, 1974. 14 s og 19 bilag.

Hovind, Stein., 1983. Foraminiferfaunaen langs en forurensingsgradient i Mossesundet. Hovedfagsoppgave ved institutt for marinbiologi avdeling for marin zoologi og kjemi, Universitetet i Oslo, våren 1983, 162 s.

Hovind, Stein., 1983. Hydrografiske undersøkelser i Mossesundet i perioden 11.5 til 15.9 1983. Stensil 81 s.

Johansen, Ø., 1986. M. Peterson & Søn A/S. Prosessvann til Mossesundet. Utslippsvurderinger. Rapport nr 320.002 fra Østlandskonsult.

#### Drøbaksundet:

Haugen, I og G.Nilsen., 1973. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1971-1972. Norsk institutt for vannforskning, 0-177/70, 181 s.

Magnusson, J., 1987. Overvåking av forurensnings situasjonen i Indre Oslofjord 1986. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr 286/87. Niva-rapport nr 2034, 46 s.

Nilsen, G., 1974. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1973-1974. Norsk institutt for vannforskning, 0-177/70, 181 s.

#### Indre Oslofjord:

Magnusson, J., 1987. Overvåking av forurensnings situasjonen i Indre Oslofjord 1986. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr 286/87. Niva-rapport nr 2034, 46 s.

#### Kysten Filtvedt til Rødtangen:

Aarefjord, F og P. Liseth., 1979. Marin-biologiske undersøkelser. Tofte. En fotodokumentasjon. I/S Miljøplan. Høvik.

A/S Miljøplan., 1979. Hydrografiske undersøkelser og strømmålinger ved Tofte, Oslofjorden.

A/S Miljøplan., 1981. Marinbiologiske overvåkingsundersøkelser -  
Tofte 1981.

A/S Miljøplan., 1985. Resipientundersøkelse ved Tofte, Hurum.  
Marinbiologiske undersøkelser 1984. Rapport 90-84.

#### Drammensfjorden:

Hetland, A. 1988. Undersøkelse av kvikksølv og enkelte klorerte  
hydrokarboner i fisk fra Drammensfjorden. Rapport fra  
Byveterinæren i Drammen, Næringsmiddelkontrollen. 22 s.

Hvoslef, S., Kirkerud, L., Knutzen, J., Kvalvågnes, K., Magnusson, J.,  
Mjelde, M., Næs, K., Pedersen, A., Rygg, B. og Ø. Wiik, 1987.  
Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Konklusjons-  
rapport. (Overvåkingsrapport nr. 266/86), Statlig program for  
forurensningsundersøkelser. Niva-rapport nr 2045.

-----

Beyer, F., 1954. Studies of a threshold fjord-Dramsfjord-in southern  
Norway. I. Hydrography and II Zoology. Masters Thesis.  
University of Oslo.

#### Sandebukta.

A/S Miljøplan., 1982. Resipientundersøkelser i Sandebukta. Del I  
vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill A/S og Del II  
Marinbiologiske undersøkelser.

A/S Miljøplan., 1982. Resipientundersøkelser i Sandebukta. Del III  
Missfarging av sjøen ved overflateutslipp.

-----

Steensrud, E., Rueness, J og P. Liseth., 1971. Forurensnings-  
forholdene i Sandebukta. Norsk institutt for vannforskning.  
Rapport 0-59/69.

#### Holmestrandfjorden.

Bokn, T., 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til  
Holmestrandfjorden. Gruntvannsamfunn 1985 og 1986.  
Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 1989.

Rygg, B., 1986. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandfjorden. Bløtbunnfauna 1985. Norsk institutt for Vannforskning, rapport 0-85127.

#### Horten.

Liseth, P., Aarefjord, F. og P.E.Iversen, 1983. Undersøkelse av bunnforholdene i sjøen utenfor hovedstasjonen for oljevern, Horten. Rapport 25-83. Sentralinstitutt for industriell forskning og A/S Miljøplan.

VHL., 1976. Lokalisering av utslipp v. Horten. Forf: T. McClimans, S. Tryggestad og A. Nitve. Rapport STF 60 F. Vassdrag og Havnelaboratoriet, Trondheim.

#### Kysten syd for Horten til Valløy.

Siljeholm, J., 1985. Vannforurensning og tiltak mot vannforurensning ved ESSO raffinieriet på Slagentangen. En Miljøkjemisk analyse og "kost/nytte" vurdering. Hovedfagsoppgave i miljøkjemi, Universitetet i Oslo.

#### Tønsbergregionen.

A/S Miljøplan., 1085/22-84. Resipientundersøkelser ved Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1984.

Badski, T., 1971. Algevegetasjonen i Ytre Oslofjord øst for Tønsberg. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo.

Bakke, T., Knutzen, J. og K. Kvalvågnæs., 1986. Syrebek-deponi ved raffinieriet på Valløy. Effekter av deponiet på sjøområdet utenfor og vurdering av aktuelle tiltak. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr 1840, 23s.

Bokn, T., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., og B. Rygg., 1979. Resipientundersøkelser ved Valløy i Sem og Vårnes i Stokke. Rapport nr 1. Biologiske undersøkelser i juli-august 1975. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 0-95/74.

- Bokn, T., Kvalvågnæs, K., og B. Rygg., 1982. Resipientundersøkelser ved Valløy i Sem og Vårnes i Stokke. Rapport nr 3. Biologiske undersøkelser i 1981. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 0-74095.
- Bokn, T., 1986. Biologisk befarung i Vrengensundet, Tjøme, August 1986. Norsk institutt for vannforskning.
- Carlsson, P., Henriksson, J. og M. Enell., 1987. Resipientundersøkelser ved Valløy i Sem og Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1987. Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL), Stockholm, Sverige.
- Johansen, Ø., 1976. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden -1976. Rapport fra Østlandskonsult A/S.
- Johansen, Ø., 1980. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden -1978 og 1979. Rapport fra Østlandskonsult A/S.
- Kvalvågnæs, K., og B. Rygg., 1979. Resipientundersøkelser ved Valløy i Sem og Vårnes i Stokke. Rapport nr 2. Biologiske undersøkelser i juli 1978. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 0-74095.
- Siljeholm, J., 1985. Rapport om olje, syrebeck og undervannsbiologi utenfor raffinieriet på Valløy. ESSO NORGE A.S.
- Tønsbergfjordens avløpsutvalg, 1975-1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Årlige rapporter fra 1975 til 1987.
- Tønsbergfjordens avløpsutvalg., 1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Utvikling av vannkvaliteten i overflatelaget i målestasjonene beregnet som årsmiddel. Stencil.
- 
- Gran, H.H., 1893. Algevegetasjonen i Tønsbergfjorden. Forh. Vidensk.-Selsk. Krist. 7:1-38.
- Rom, A.M., 1957. En undersøkelse av fytoplanktonet i fjordarmen rundt Tønsberg fra september 1955 til september 1956. Manuskript. Universitetet i Oslo.

Mefjorden og Sandefjordsfjorden

- Iversen, P.E., 1981. Benthosalgevegetasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold. Del I og II. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo.
- Iversen, P.E., 1984. Forurensnings situasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomsten av fastsittende alger. Fremdriftsrapport 1977-1983. A/S Miljøplan.
- VIAK. 1970. Sandefjordsfjorden. En hydrografisk undersøkelse for utslipp av avløpsvann. Rapport fra A/S Viak. 46 s.
- VIAK. 1972. Sandefjord kommune. Avløp fra industrien. Rapport fra A/S VIAK. 63s.
- VIAK. 1974-83. Bakteriologiske og fysikalsk/kjemiske prøver fra Sandefjordsfjorden 1974-1983. Observasjonsdata. Stensil.

Larviksfjorden.

- Bjønnes, T., 1986. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking mai-september 1985. Rapport fra Hydroconsult A/S.
- Larvik kommune 1978-1985. Årlige resipientundersøkelser. Ikke publ.
- Røsjarde, H.J., 1970. Algevegetasjonen i Larviksdistriktet., Vestfold. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo. 127s.

Sentrale deler av Ytre Oslofjord.

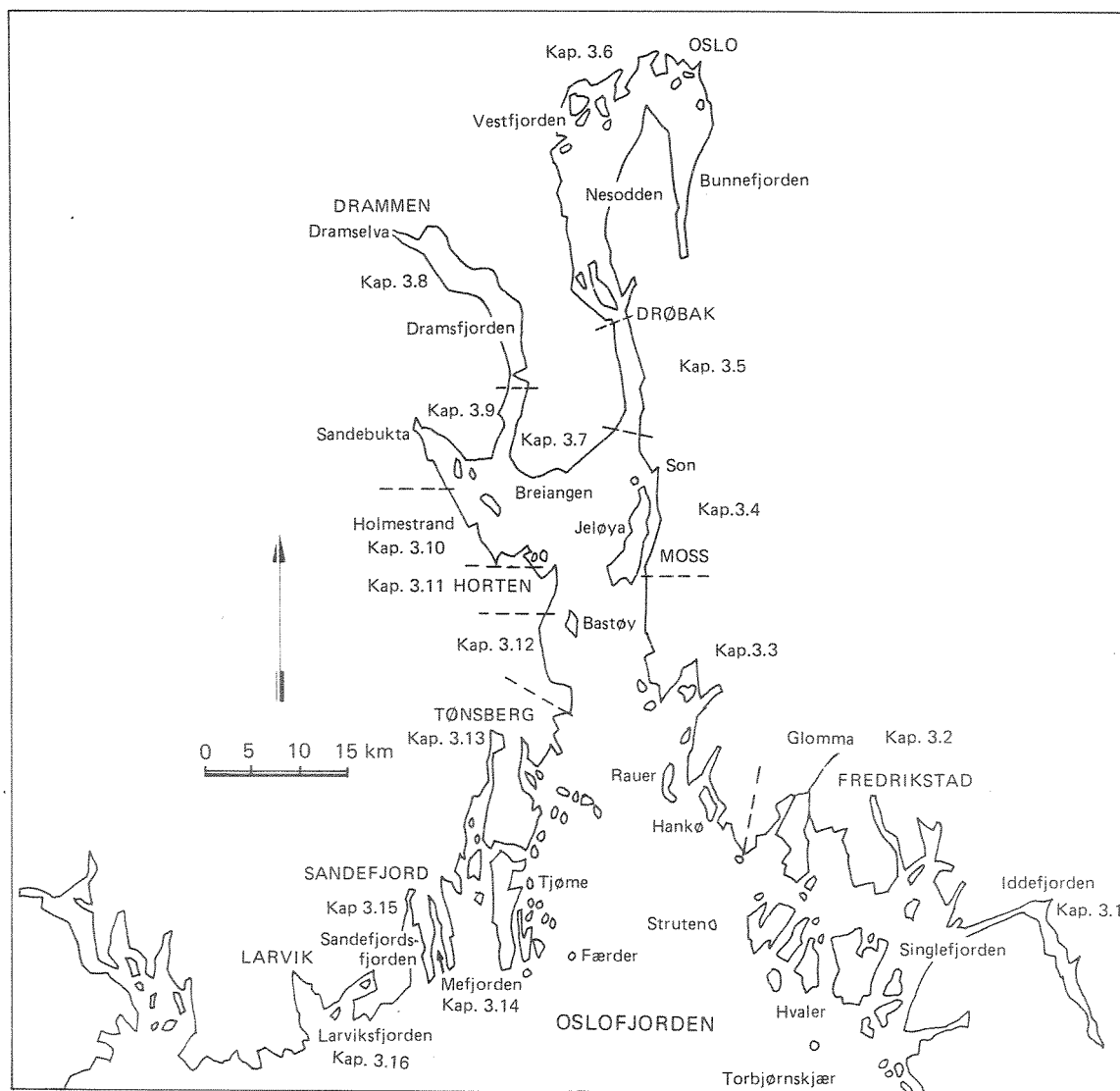
- Dahl, F-E., 1982. Hydrografi i Oslofjorden og Langesunds- området i 1974-1978. Statens biologiske stasjon i Flødevigen. Rapport nr. 1, 1982.
- Green, N., Å. Bakketun, B. Enger, H. Hovind, T. Håstein, Å. Iverfeldt, L. Kirkerud, J. Knutzen, A. Kringstad, K. Martinsen, G. Norheim, 1988. Felles overvåkingsgruppen (JMG)-Norge, overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet, Sørfjorden Hardangerfjorden og Orkdalsfjord-området 1984-85. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 308/88. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 2139.



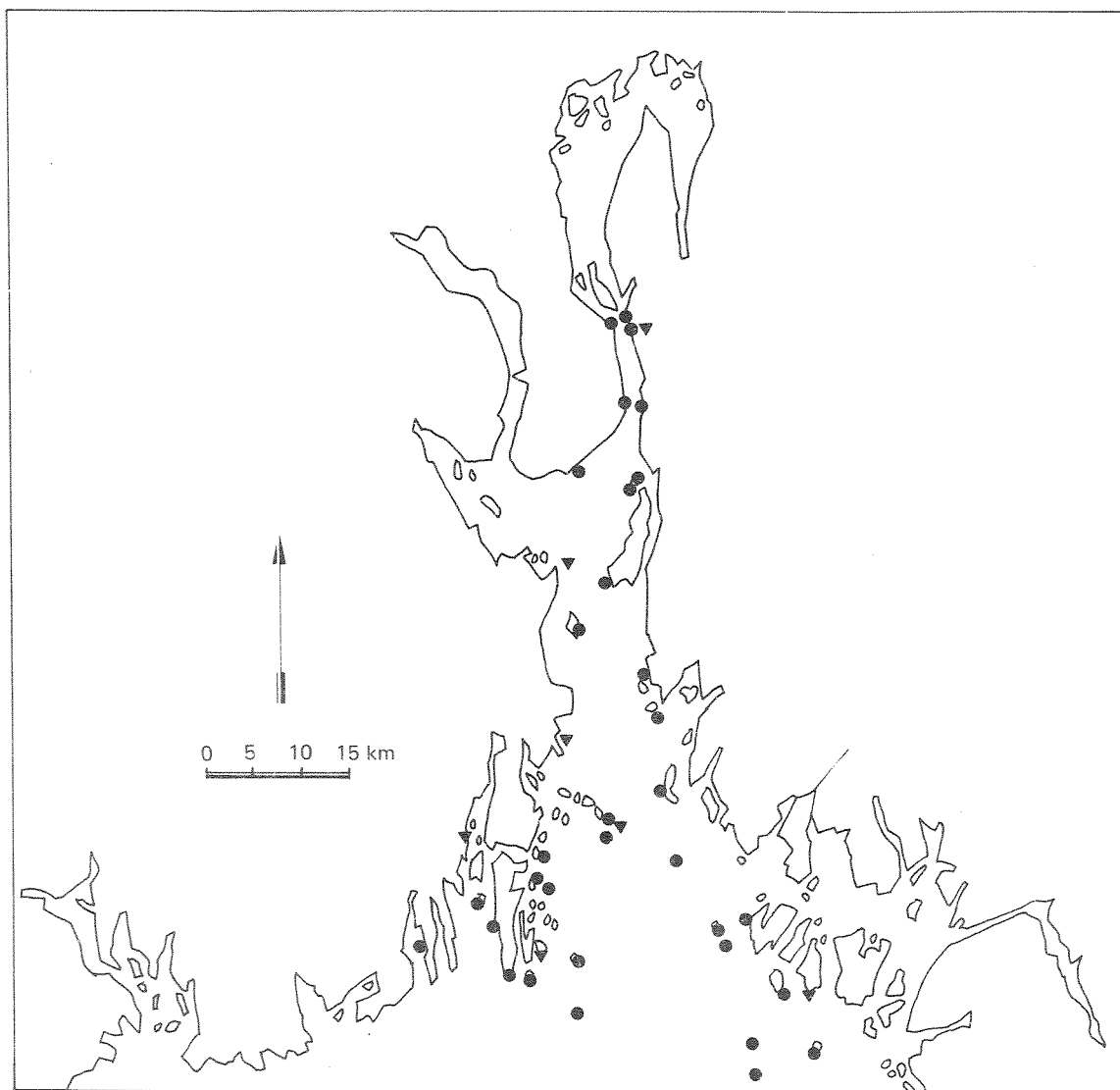
- Magnusson, J., 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Forprosjekt. Oksygenforholdene i Ytre Oslofjord. Resultater av tokt den 19-21.10.1987. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 332/88. Norsk institutt for vannforskning, rapport nr 1957.
- NIVA, 1973. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1971-1972. Red: I Haugen og G. Nilsen. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-177/70.
- NIVA, 1974. Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1973-1974. Red: G. Nilsen. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-177/70.
- Petersen, C.G.J., 1915. Om havbundens dyresamfund i Skagerak, Kristianiafjord og de danske farvande. Beret. minist. Landbr. Fisk. Dan. Biol. Stn., Vol. 23, pp 5-26.
- Rosenberg, R., J.S. Gray, A.B. Josefson and T.H. Pearson, 1987. Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 105, pp. 219-251.
- Statens biologiske stasjon i Flødevigen. Hydrografiske observasjoner 1936-40 og 1945-62. (ubpubliserte data).
- Sundene, O., 1953. The algal vegetation of Oslofjord. Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Nat. Kl. 1953, 2:1-245.
- Tangen, K., 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. Sarsia 68:1-7.
- VHL, 1974. Middelvei av data innsamlet fra Oslofjorden fra strømmålere, termistorstrenger og tidevannsmåler for perioden oktober 1973 til februar 1974. Datarapport II. Ref. nr. 601027.
- VHL, 1980. Spredning av olje i kysvann. Rapport nr. 2. Presentasjon av beregningsmodellene. Rapport nr. 2 80005.
-

- Beyer, F., 1967. Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-66. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer I. Undersøkelsen 1962-65. Norsk institutt for vannforskning.
- Braarud, T. & J.T.Ruud, 1937. The hydrografic conditions and aeration of the Oslofjord 1933-34. Hvalrd. Skr. Nr 15.
- Broch, Hj., 1936. Die bedeutung der Drøbak-Schwelle fur die Bodenfauna der Garnelen-Felder. Avh. norske VidenskAkad. I. Mat.-Nat.kl. 1935, 5:1-32
- Bøhle, B., 1965. Undersøkelse av blåskjell (Mytilus edulis L.) i Oslofjorden. Fisker og Havet, 1965. 1: 19-25.
- Doff, D.H., 1970. The geochemistry of recent oxic and anoxic sediments of Oslofjord, Norway. Ph.D. Thesis. University of Edingburgh. 212 p.
- Dannevig, A., 1945. Undersøkelser i Oslofjorden 1936-40. Fiskeridirektoratets Skr. Serie Havundersøkelser 8 no. 4.
- Gade, H., 1970. Hydrographic investigations in the Oslofjord, a study of water circulation and exchange processes. Rep. no 24. University of Bergen.
- Gran, H.H., 1897. Kristianiafjordens algeflora. I. Rhodophyceæ og Phaeophyceæ. Skr. udg. af Videnskabssekskabet i Christiania 1896. I. Math.-naturv. Kl., Kristiania.
- Hjort, J., 1900. The deep sea fauna in the fjords that have been investigated. Ch IV (pp.75-95) in: J.Hjort and K.Dahl (1900). Experiments in Norwegian fjords. Rep. Norw. Fishery mar. invest. 1 (12): 1-215.
- Hjort, J. and H.H.Gran., 1900. Hydrografic-Biological Investigations of the Skagerrak and the Christiania Fiord. Rep. norw. Fish. and Marine Invest. I no. 2.
- Pederstad, K., 1982. Sedimentologiske, mineralogiske og geokjemiske undersøkelser av sedimenter fra Oslofjorden og Skagerrak. Thesis. Institutt for geologi. universitetet i Oslo.

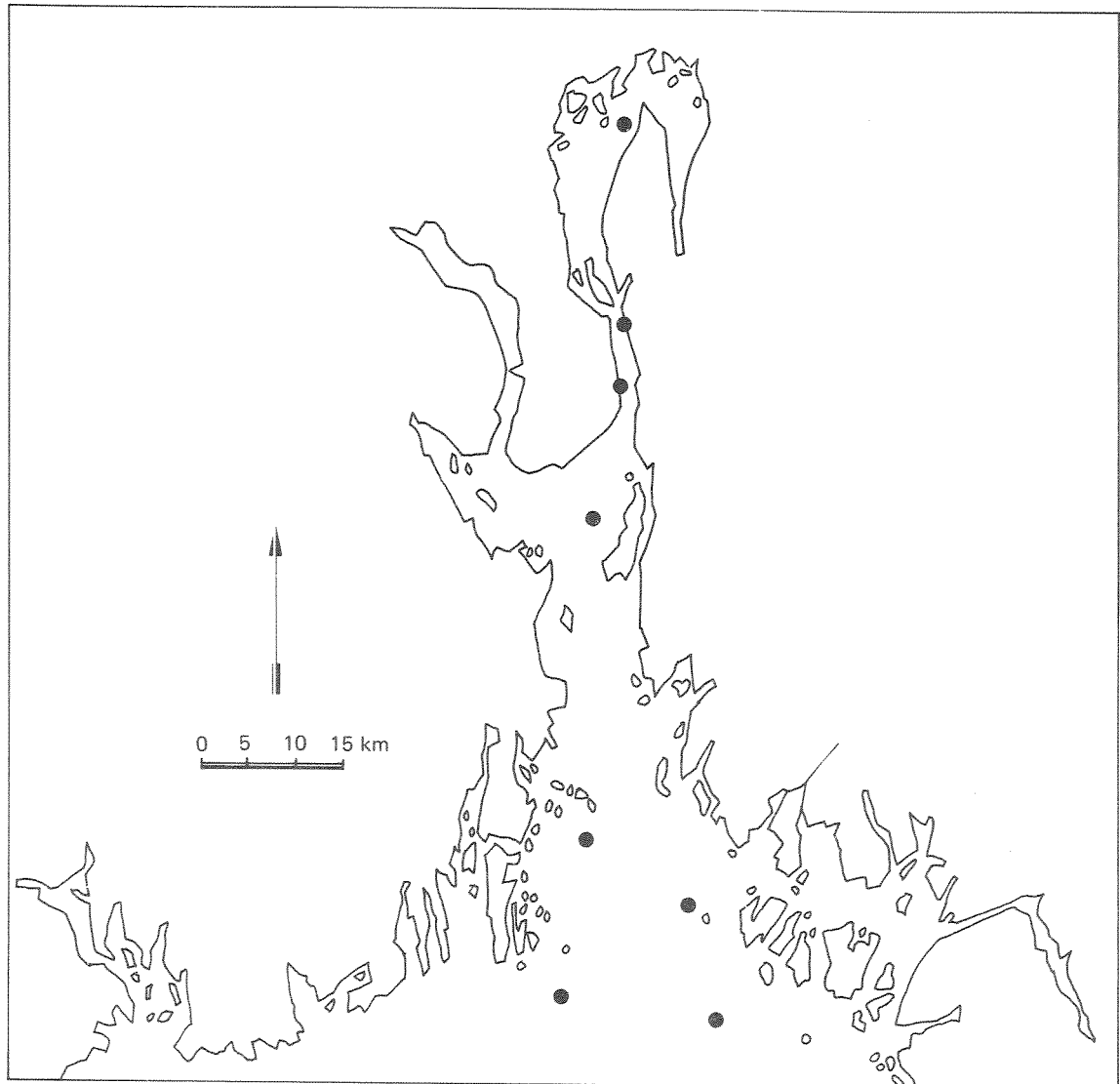
- Strøm, K.M., 1936. Land-locked waters. Hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords, with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions. Skr. norske VidenskAkad. I. Mat.-Naturv. Kl. 18936 (7): 1-85.
- Stålesen, G., 1963. Fisken på rekefeltene i Oslofjorden. En undersøkelse av de forandringer som har funnet sted de siste 30 år. Hovefagsoppgave i marin zoologi. Universitetet i Oslo.
- Wiborg, K.F., 1940. The production of zooplankton in the Oslo Fjord in 1933-34 with special reference to the copepods. Hvalr. Skr. 21:1-87.



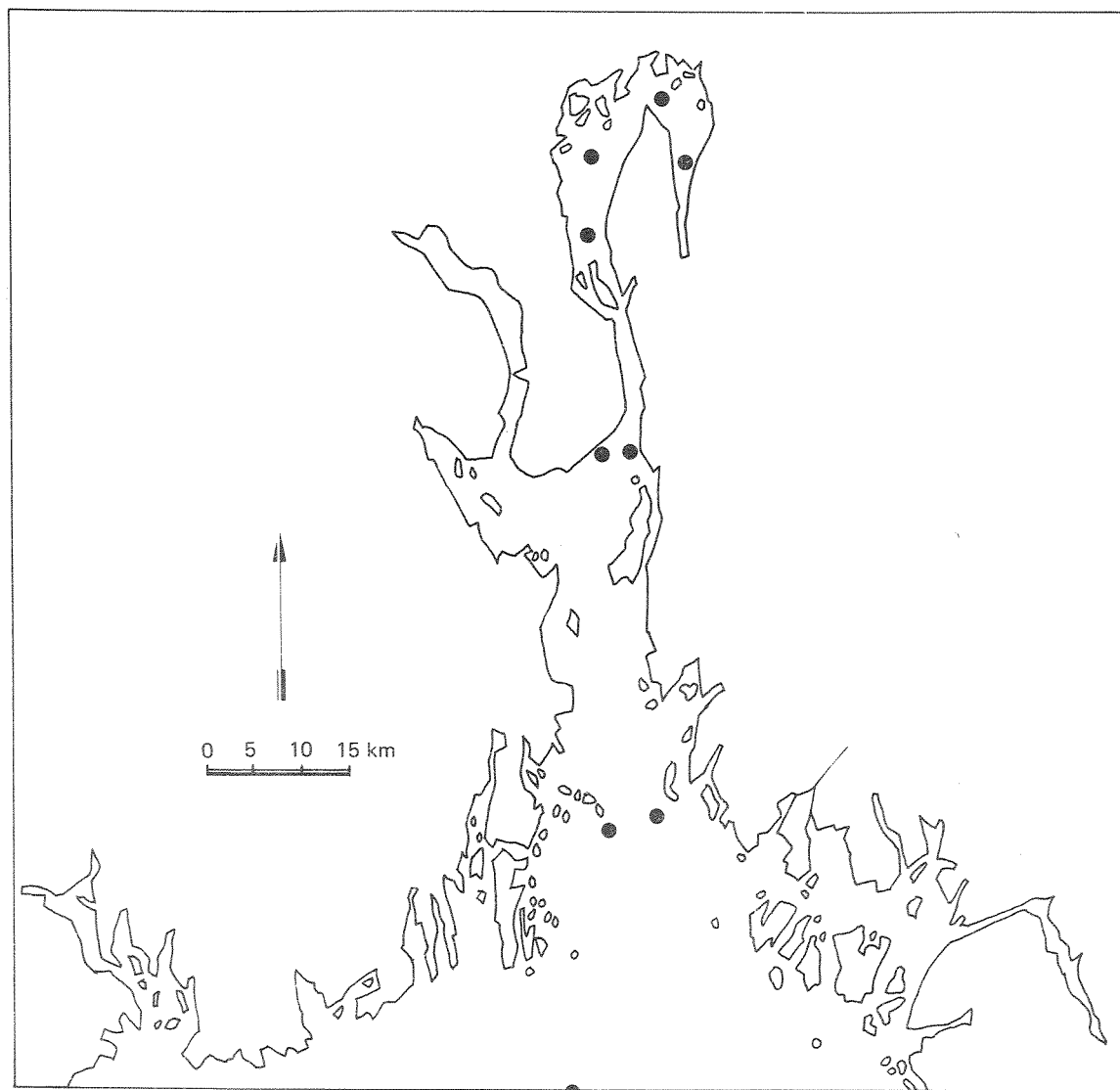
Figur 1. Oslofjordområdet.



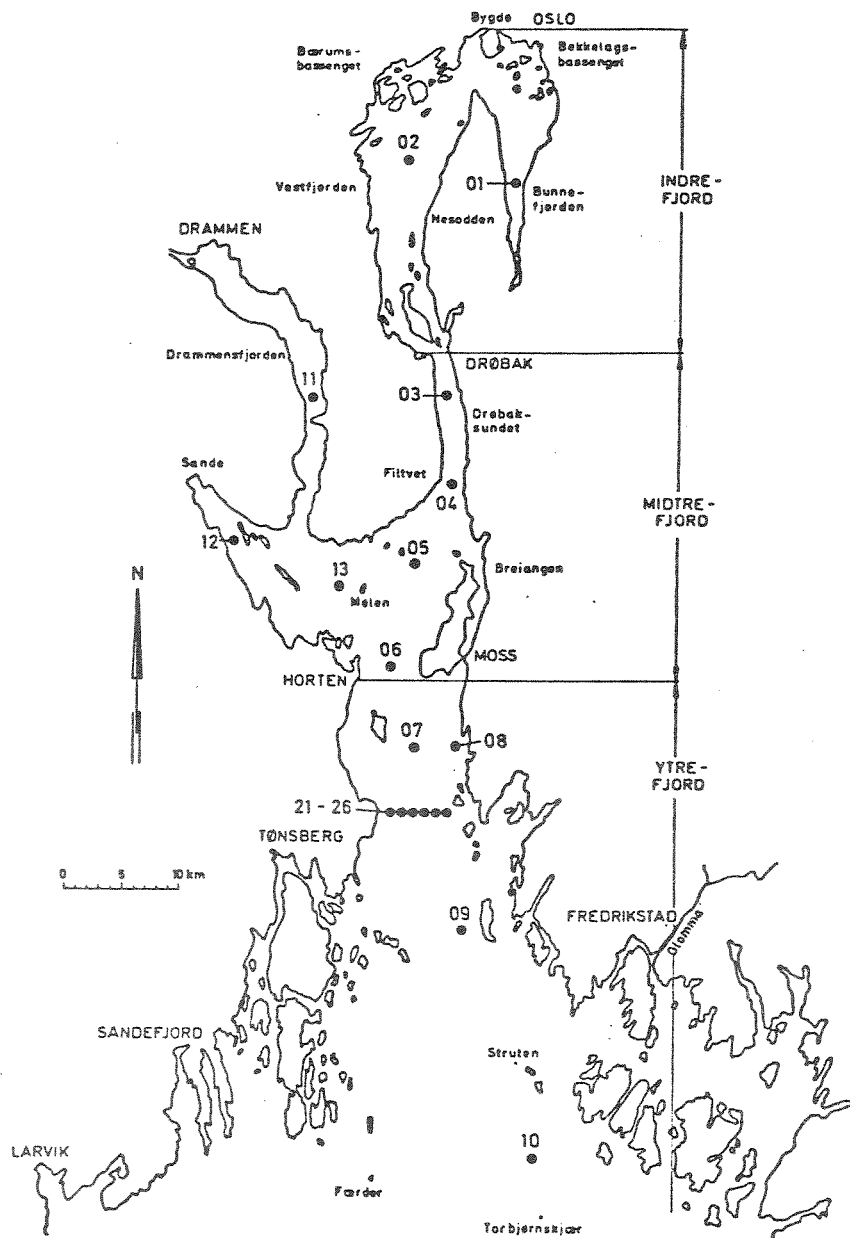
Figur 2. Stasjonsnett for Sundenes observasjoner av fastsittende alger (Sundene 1959).



Figur 3. Stasjonsnett for daglige observasjoner av saltholdighet i perioden 1.6.1950 til 1.6.1951 (Sundene 1953).

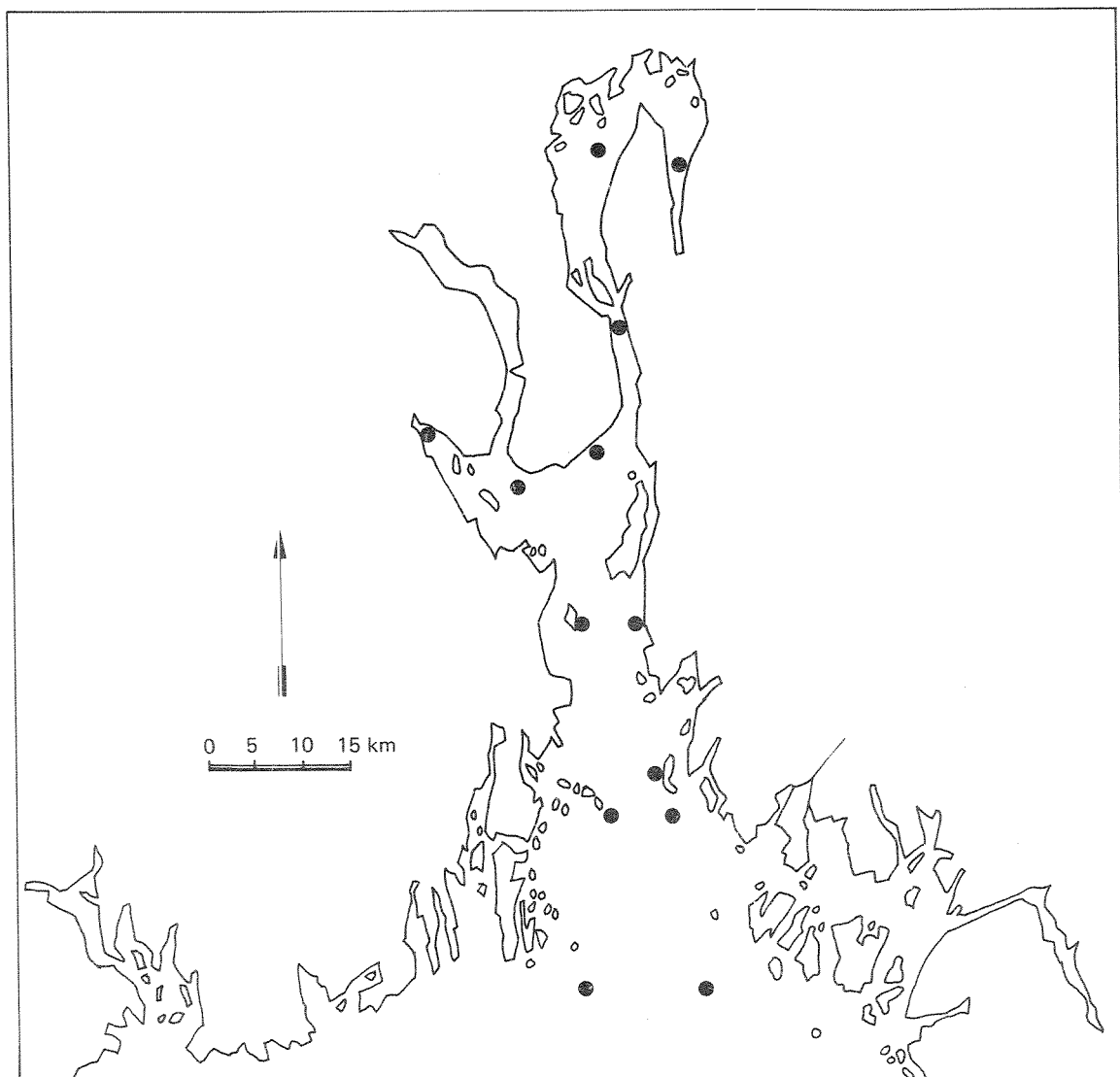


Figur 4. Hydrografiske stasjoner brukt av Statens biologiske stasjon i Flødevigen 1936-62.

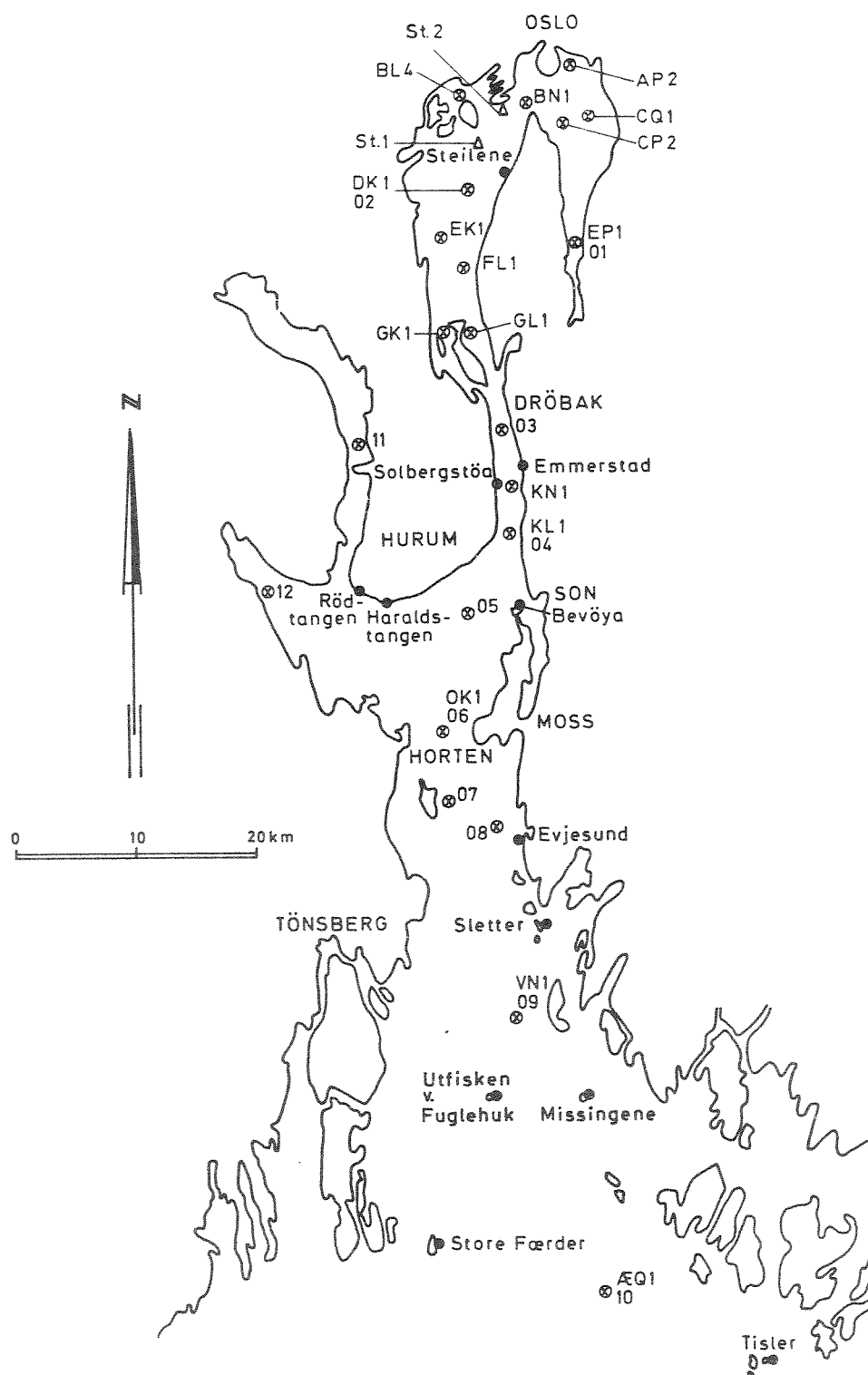


Figur 5. Hydrografiske stasjoner brukt av VHL og NIVA 1973-74.





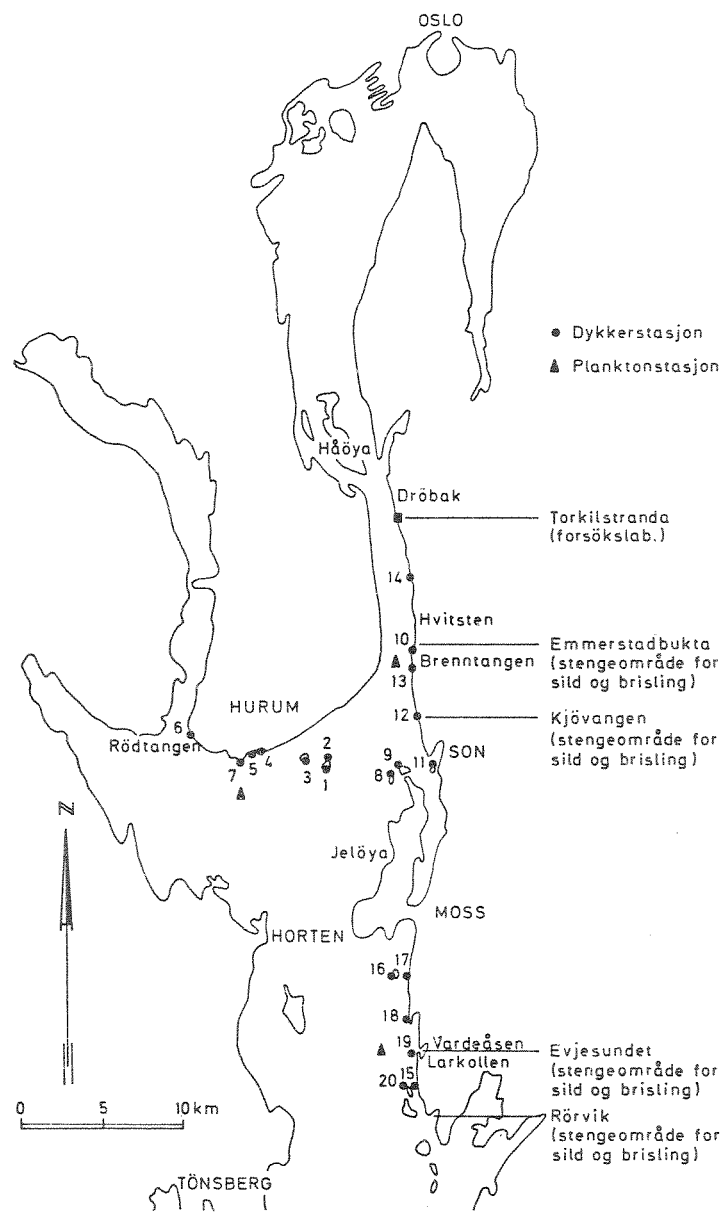
Figur 6. Hydrografiske stasjoner brukt av Statens biologiske stasjon i Flødevigen 1974-78 (Dahl 1982).



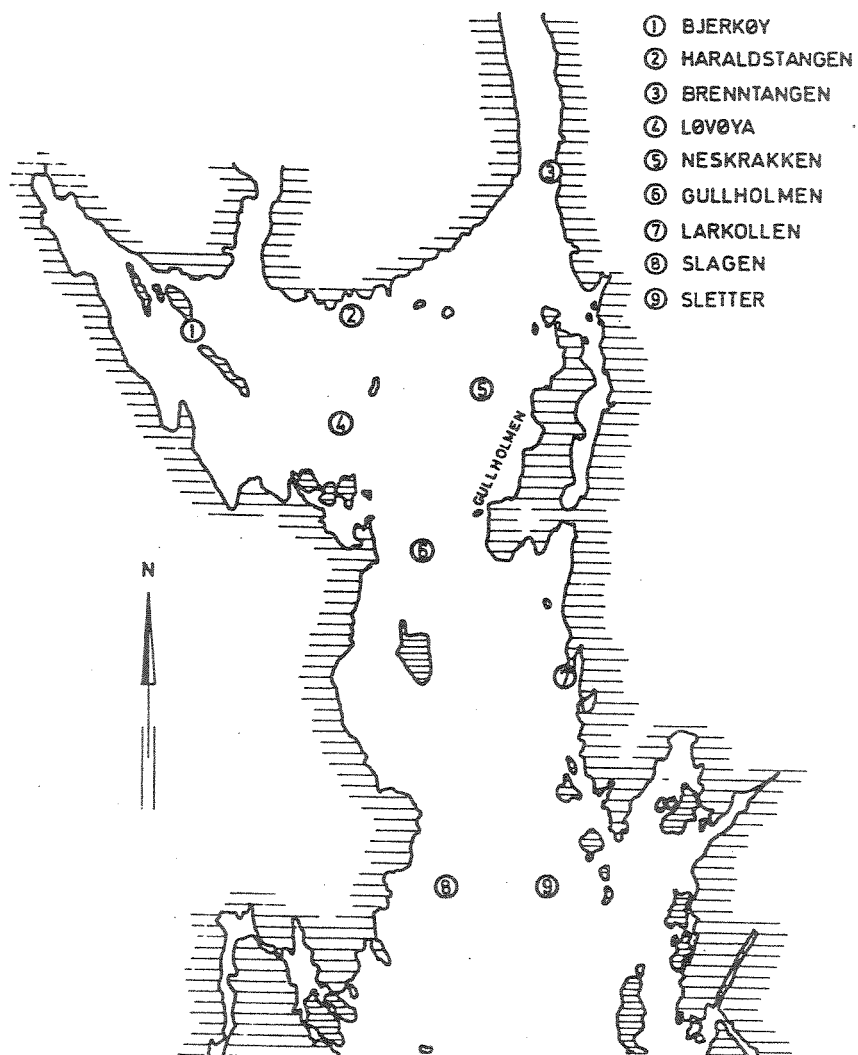
Kart over Oslofjorden med stasjonsnett

- ▲ Stasjoner for innsamling av sedimentkjerner
- Stasjoner for undersøkelse av grunnvannsorganismer
- ⊗ Hydrokjemiske stasjoner

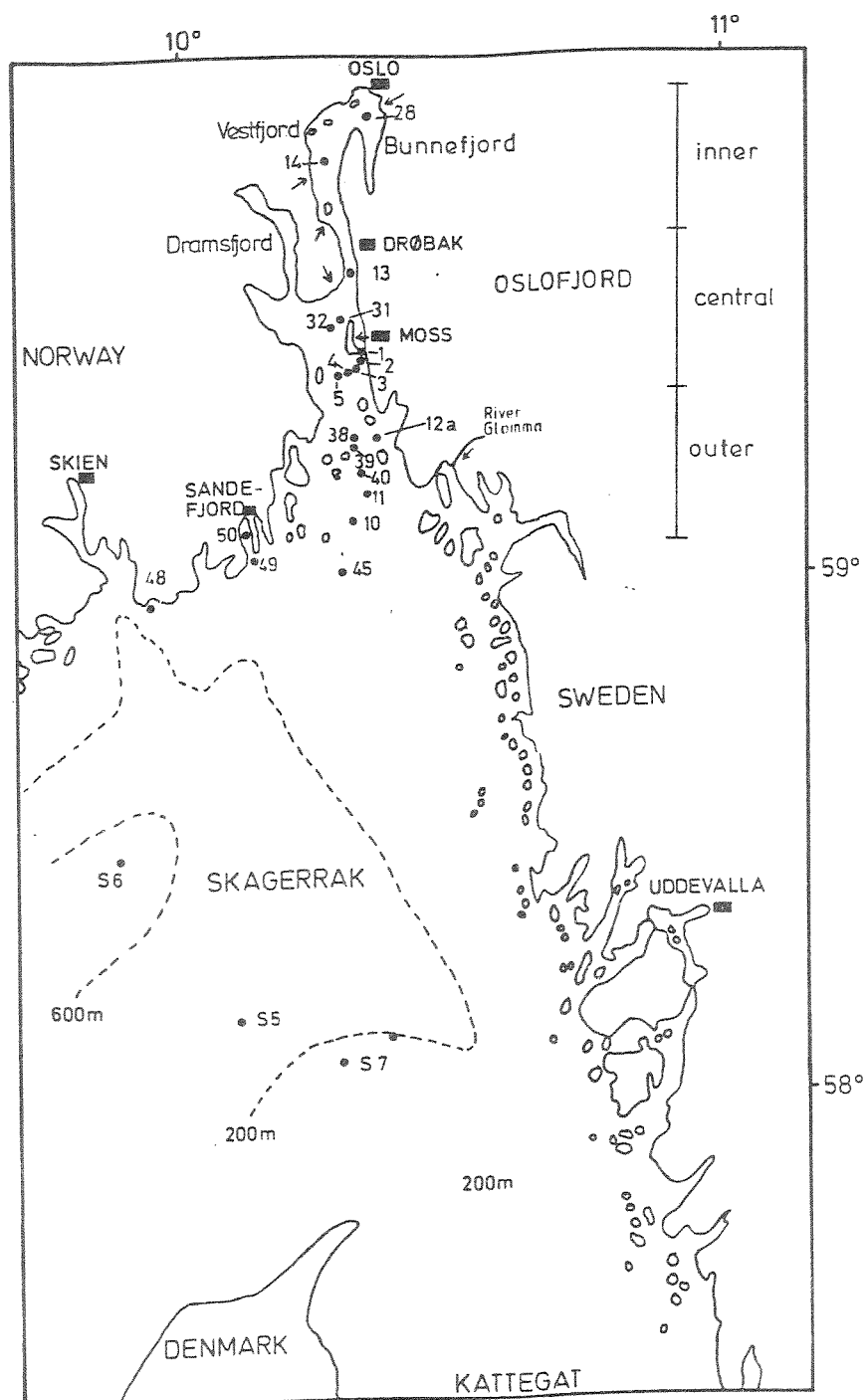
Figur 7. Biologiske feltobservasjoner i 1972-74 (NIVA 1974).



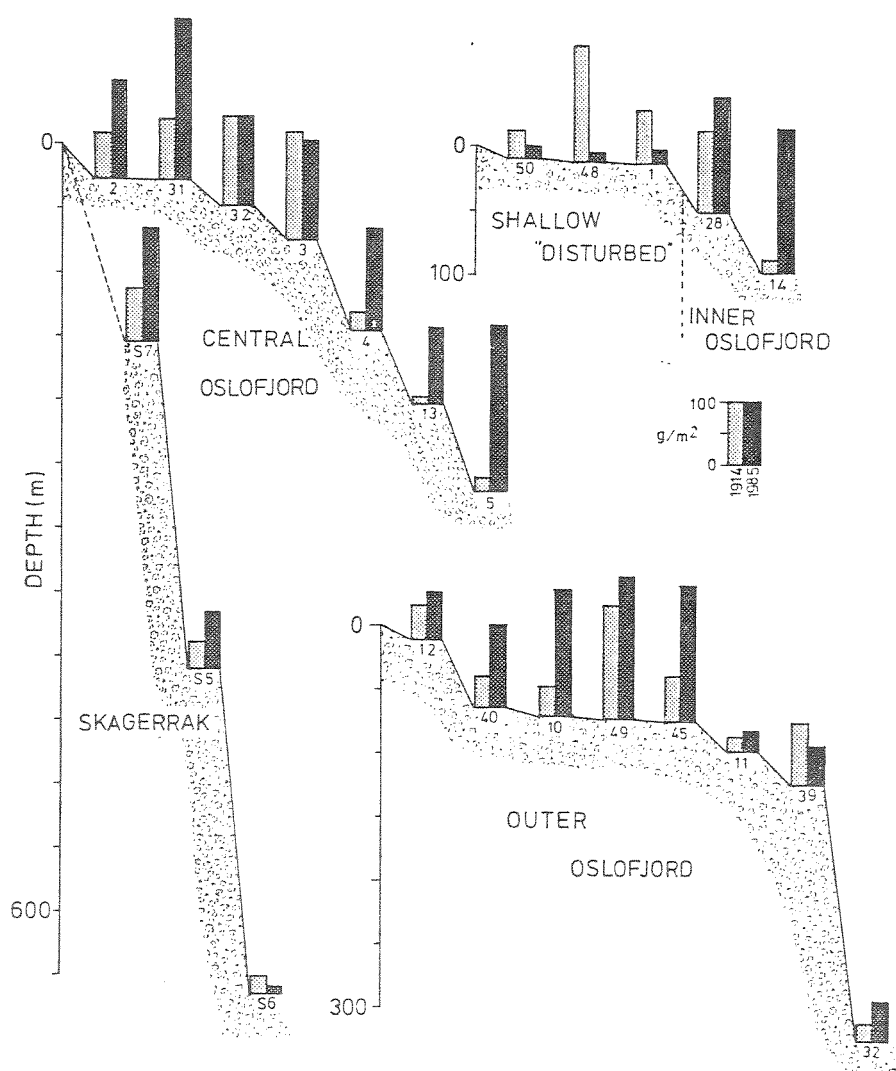
Figur 8. Undersøkelser av flora og fauna i Drøbaksundet, Breiangen og Vardåsenområdet 1971-1972 (NIVA 1973)



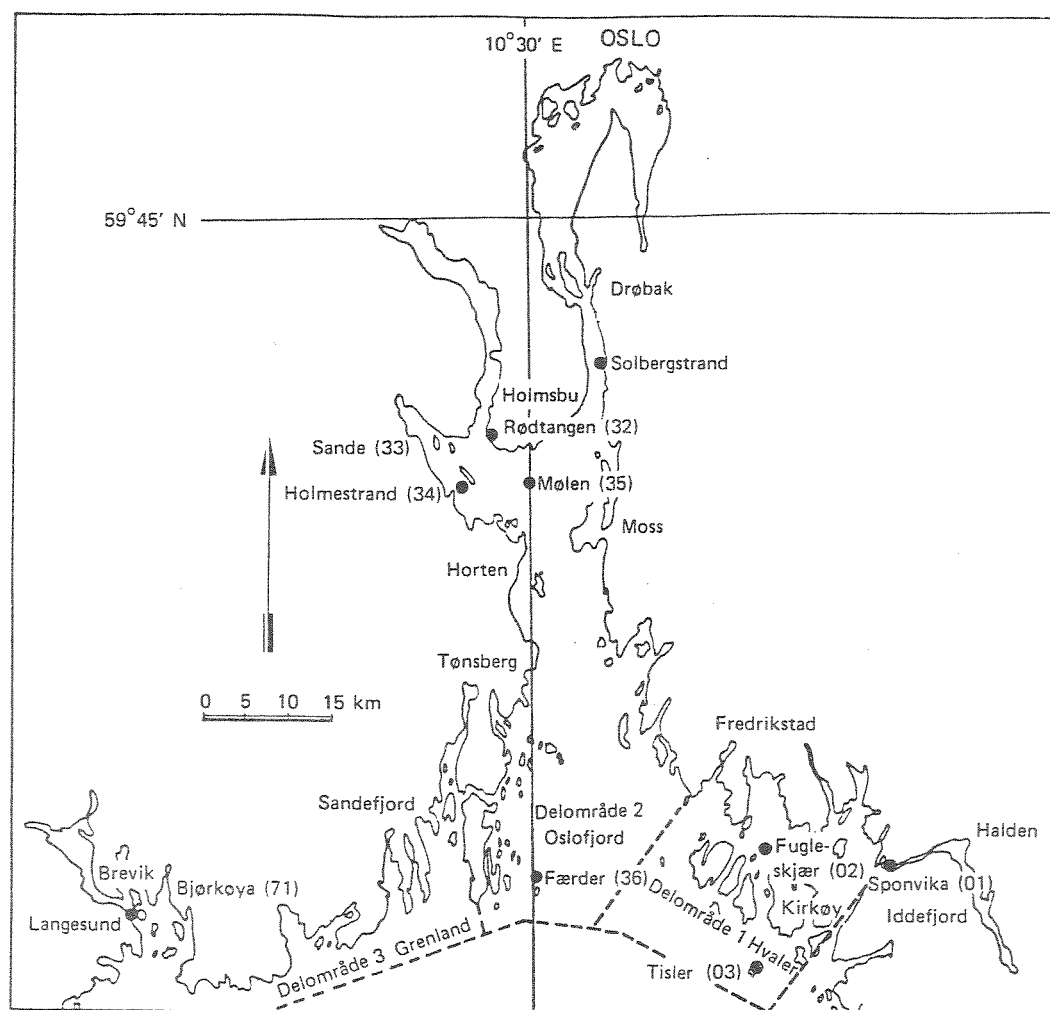
Figur 9. Strømmålerposisjoner 1973-74 (VHL 1974).



Figur 10. Bløtbunnsfaunastasjoner 1985 (Etter Rosenberg m.fl. 1987).



Figur 11. Variasjonen i total biomasse med dyp i ulike deler av Oslofjorden 1914 (grå markering) og 1985 (svart markering) (Etter Rosenberg m.fl. 1987).



Figur 12. Stasjoner for prøvetaking av miljøgifter i fisk og blåskjell (JMG) i Ytre Oslofjord (NIVA).