

Fagrådet

for vann- og avløpsteknisk
samarbeid i indre Oslofjord



Statlig program for
forurensningsovervåkning

Rapport nr. 626/95

Overvåkning av forurensnings- situasjonen i indre Oslofjord 1994



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-71095	Undernr.:
Løpenr.: 3341:95	Begr. distrib.: Fri

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Overvåking av forurensnings situasjonen i indre Oslofjord 1994. (Overvåkningsrapport nr. 626/95, TA-nr. 1270/1995)	Dato: 15.10.1995	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Jan Magnusson Evy R. Lømsland Torbjørn Johnsen	Geografisk område: Oslo, Akershus, Buskerud	
	Antall sider: 46	Opplag: 160

Oppdragsgiver: Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord	Oppdragsg. ref.: A. Rosendahl
---	----------------------------------

Ekstrakt: Observasjoner fra 1994 (siktedyb og klorofyll-a) viste at forholdene i overflatelaget var dårligere enn nærmeste foregående år som følge av oppblomstringen av planteplanktonartene *Emiliana huxleyi* (tildels også *Skeletonema costatum*) på sensommeren. Imidlertid var de gjennomsnittlige forholdene sett over tidsrommet 1990-94 fortsatt bedre enn i tidligere perioder (f.eks. 1973-82). Den svakt positive oksygenutviklingen i Vestfjordens dypvann fortsetter, men skyldes de senere årenes tidlig dypvannsfornyelse. Oppsatte laveste mål for oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden har vært nådd de siste tre åren. I Bunnefjorden var dypvannsfornyelsen dårlig i 1994, og det ble registrert "råttent vann" i dypet hele året og meget lave konsentrasjoner i hele vannmassen fra ca 16 meters dyp til bunn. De oppsatte laveste mål for oksygen i Bunnefjorden er ikke nådd. De forbedringer som er blitt registrert de senere år skyldes ikke bare renetekniske tiltak, men sannsynligvis også gunstige klimaforhold.

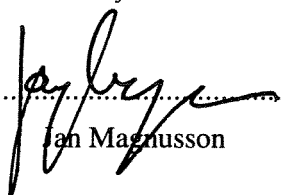
4 emneord, norske

1. Forurensningsovervåking
2. Indre Oslofjord
3. Hydrografi
4. Planteplankton

4 emneord, engelske

1. Pollution monitoring
2. Inner Oslofjord
3. Hydrography
4. Phytoplankton

Prosjektleder


Jan Magnusson

For administrasjonen


Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2870-5

FAGRÅDET FOR VANN- OG AVLØPSTEKNISK SAMARBEID I INDRE OSLOFJORD

**OVERVÅKING AV FORURENSNINGSITUASJONEN I
INDRE OSLOFJORD
ÅRSRAPPORT 1994**

Oktober 1995

Prosjektleder: Jan Magnusson

Medarbeider: Evy R. Lømsland
Torbjørn Johnsen
Erik Bjerknes
Unni Efraimsen
Frank Kjellberg

Norsk institutt for vannforskning

Forord

På oppdrag av *Fagrådet for vann - og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord* utfører Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) i samarbeide med Biologisk institutt,; UiO, overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. Statens forurensningstilsyn (SFT) bidrar økonomisk til undersøkelsen via Fylkesmannen i Oslo og Akershus, som ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. Den faglige styringen av overvåkingsundersøkelsene er delegert til Styringsgruppe I, opprettet den 30.5.1978. Medlemmer i styringsgruppen var i 1994:

Fylkesmannen Oslo og Akershus:	<i>L.Nilsen</i> (formann)
Biologisk Institutt:	<i>T.Andersen</i>
Bærum vann- og kloakkvesen:	<i>H.K.Hoff</i>
Statens forurensningstilsyn:	<i>I. Marthinsen</i>
Oslo vann- og avløpsverk	<i>T.Wold</i>
Norsk institutt for vannforskning:	<i>J.Magnusson</i> (sekretær)

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport fremlegger resultater fra 1994.

På de hydrografiske toktene er Universitetet i Oslos forskningsfartøy "Trygve Braarud" blitt brukt, og vi vil takke skipperne for godt samarbeid.

Innsamling av overflatedata i Vestfjorden og Bærumsbassenget samt enkelte analyser av materialet er utført av Vestfjordens avløpsselskap (VEAS) og Bærum vann- og kloakkvesen i samarbeide med Oslo vann- og avløpsverk (OVA), seksjon for miljøtilsyn, som også deltok i innsamling og analyse av overflatedata fra Bunnefjorden og Havnebassenget.

I 1994 har også VEAS finansiert prøvetaking fra en stasjon ved renseanleggets utslipp. Observasjonene inngår som en del av forundersøkelsen til den planlagte nitrogenrensingen ved anlegget. Rapporteringen skjer sammen med den øvrige overvåkingen.

Ved NIVA har Unni Efraimsen og Frank Kjellberg deltatt på de hydrografiske toker og i bearbeidelsen av data. Erik Bjerknæs har hatt ansvaret for gjennomføringen av overflatetoktene sommerstid. Torbjørn Johnsen og Evy R. Lømsland har analysert planteplankton og skrevet kap. 2.5 .

Oslo den 15.10.1995

Jan Magnusson

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.	4
1. INNLEDNING	6
1.1. Forurensningstilførsler	6
1.2. Observasjoner og undersøkelser i 1994.	8
1.2.1. Overflateobservasjoner	9
1.2.2. Fastsittende alger	11
1.2.3. Miljøgiftsundersøkelser i 1992/93	11
1.2.4. Bløtbunnsfaunaundersøkelser.	12
1.2.5. Hyperbenthosundersøkelser.	12
2. RESULTATER OG DISKUSJON.	12
2.1 Klima.	12
2.1. Dypvannsfornyelser.	14
2.2. Oksygenforhold.	18
2.4. Overflatelagets vannkvalitet.	29
2.5. Planteplankton.	37
3. LITTERATUR.	40
Appendiks A. Planteplanktontellinger indre Oslofjord 1994. Resultater av kvantitative planktonalgeanalyser fra stasjon DK1 i Vestfjorden. Tallene angir celler pr. liter.	42

Sammendrag og konklusjoner.

Overvåkingsprogrammet har som mål å følge forurensningsutviklingen i fjorden. I 1994 ble dypvannsutskifningen og oksygenforhold fulgt opp. Overflatelagets vannkvalitet ble observert ved ukentlige registreringer av siktedyp, måling av planteplanktonbiomasse (klorofyll-a), analyse av planteplankton og næringssalter i tidsrommet juni-august. Av undersøkelser som ikke skal rapporteres i denne årsrapport, men som det er arbeidet med i perioden skal nevnes hydrokjemiske observasjoner, hyperbenthosundersøkelser, enklere observasjoner av fastsittende alger på utvalgte stasjoner i Bunnefjorden (beittingsundersøkelser) samt bløtbunnsfaunaundersøkelser. For samtlige undersøkelser er feltarbeidet gjennomført.

Konklusjoner.

Overflatelaget i indre Oslofjord har siden begynnelsen av 1980-tallet blitt bedre. Siktedypet sommerstid har økt. Planteplanktonbiomassen (målt som klorofyll-a) har avtatt i fjordens overflate (0-2m). Resultatene fra 1994 var i denne sammenheng dårligere enn de foregående årene, med bl.a en stor algeoppblomstring (*Emiliana huxleyi* og tildels *Skeletonema*) i august som ga meget lavt siktedyp og høy konsentrasjon av klorofyll-a. Gjennomsnittlige verdier fra 1991-94 er allikevel klart bedre enn tidligere. Konklusjonene fra tidligere årsrapporter gjelder fortsatt, dvs. at det har skjedd en forbedring av forurensningssituasjonen i fjordens overflatelag som følge av rensetekniske tiltak, men et forbehold må tas for de spesielle klimatiske forhold de senere år. Dette gjelder de meget gode forholdene i 1991-93.

Sammenlignet med Statens Forurensningstilsyns klassifiseringsystem for miljøkvalitet, varierte forholdene i fjordens overflatelag sommeren 1994 mellom dårlig tilstand til god avhengig av de ulike variable som inngår i klassifiseringsystemet. Dårligst tilstand ga siktedyp, planteplanktonbiomasse og nitrogen, mens tilstanden var bedre bedømt ut fra fosfor. Den beste tilstanden ble registrert i Vestfjorden, Bunnefjorden og Bærumsbassenget, mens de dårligste områdene var Havnebassenget og Bekkelagsbassenget.

Forholdene i Oslofjordens dypvann har siden 1930-tallet blitt stadig dårligere. Utviklingen synes å ha kulminert på 1970-tallet. I Vestfjorden er det en liten, men signifikant økning av oksygenkonsentrasjonen over tidsrommet 1973-94, men i de senere år skyldes dette ikke bare rensetiltak, men delvis at dypvannsfornyelsen vært ekstra tidlig om høsten. På mellomnivåer (ca. 30 meters dyp) har oksygenkonsentrasjonen vært avtakende siden begynnelsen av 1980-tallet, men de siste års tidlige dypvannsfornyelse har også her fått positive effekter. I Bunnefjorden har de siste årenes dårlige dypvannsfornyelse stoppet en liten positiv utvikling. En meget dårlig dypvannsfornyelse i 1994 har ikke gjort forholdene gunstigere. De senere årenes milde vintre kan ha bidratt til den dårlige dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden, men i 1994 var vinteren omtrent normal uten at dette ga noen bedre dypvannsfornyelse.

Tilførselen av plantenæringsstoffer er idag ca. 3 og 6 ganger større for h.h.v. fosfor og nitrogen, sammenlignet med estimerte tilførsler i 1910. Forskjellen mellom nitrogen og fosfor skyldes gjennomførte rensetiltak i tidsrommet 1970-90. "Ukontrollerte" overløp utgjorde i 1994 et vesentlig bidrag av tilførselen til fjordens overflatelag. Kværneroverløpet (et overløp til Bekkelags r.a.) bidro med anslagsvis 20 % ekstra fosfor- og 8 % nitrogenbelastning. Observasjoner fra nærområdet tyder også på at denne ekstra belastning har hatt en effekt på fjorden.

Oksygenforholdene i Drøbaksundet var gjennomgående dårligere i dypvannet i 1994, sammenlignet med forholdene 1973-82. Dette ga også en mindre oksygentransport til indre Oslofjord ved dypvannsfornyelsen høsten 1993, men ved etterpåfølgene fornyelser vinteren 1994, var

oksygenkonsentrasjonen igjen "normal". Som konstatert i forrige årsrapport er det ikke noen signifikant negativ trend i oktoberverdiene i tidsrommet 1973-94.

Tilrådinge

De tilrådinge som her fremstilles er omtrent de samme som i forrige årsrapport.

Oppmerksomhet bør rettes mot:

- De ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjoner på mellomdyp i Vestfjorden.
- Siste års meget lave oksygenkonsentrasjoner nær overflaten om høsten i Bunnefjorden.
- Oksygenforholdene i Drøbaksundet som tidvis kan gi lavere oksygentransport til indre Oslofjord.
- klimaeffekters innflytelse på dypvannsfornyelsen i fjorden.
- forekomsten av miljøgifter i organismer og sediment.
- "ukontrollerte" utslipp via overløp og elver.

For å øke kunnskapen om forholdene i indre Oslofjord har det blitt utviklet en modell som i fremtiden bør brukes for å simulere ulike hypoteser, f.eks. klimavariasjonenes potensielle innflytelse på forholdene, samt Kvæneroverløpets egentlige effekt. Det er fortsatt av betydning å få bedre kjennskap til spredning og fordeling av restutslippene av innlagret avløpsvann i fjorden, samt det innlagrede vannets kjemiske egenskaper.

En forbedring av oksygenforholdene krever en ytterligere avlastning i den totale organiske belastningen på fjordens dypvann. Den dårlige vannutskiftningen i Bunnefjorden, sammenlignet med de senere års vannutskiftning i Vestfjorden aktualiserer ønsket om ad. kunstig vei å øke dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden. Dette anbefales konkret å bli vurdert. Et slikt tiltak vil ikke kunne erstatte en reduksjon i de antropogene tilførselene, men kunne påskynde en forventet naturlig forbedring av forholdene som følge av rensetiltak, samt bli brukt for å unngå ekstremtilstand i enkelte år med spesielt dårlig dypvannsfornyelse.

1. Innledning

Overvåkingsprogrammet er fokusert på forholdene i indre Oslofjord, begrenset i sør av sørlige delen av Drøbaksundet (Filtvedt).

Formålet med overvåkingen er:

- følge utvikling og tilstand i fjorden over tid
- gi løpende informasjon om forurensningstilstanden
- utvide kjennskap til prosesser i fjorden ved sammenligning av observasjoner i nåtid og fortid
- vurdere effekten av rensetiltak og det eventuelle behovet for ytterligere reduksjoner av tilførsler

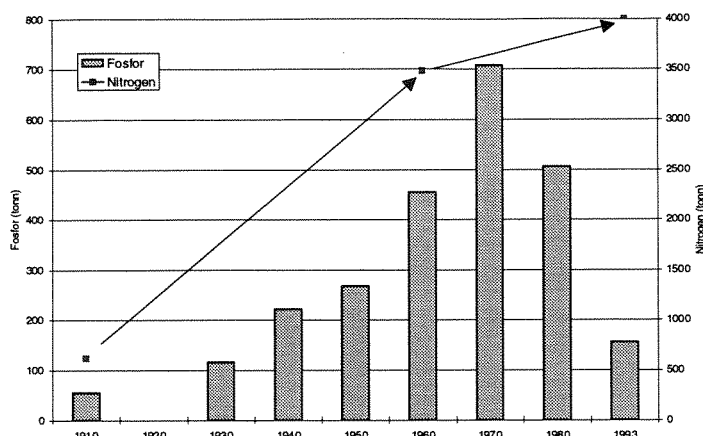
I 1994 bestod overvåkingsprogrammet av seks deler: Overvåking av oksygenforholdene og overvåking av dypvannsfornyelsen, hydrokjemiske undersøkelser (forundersøkelser til planlagt nitrogenrensing på renseanleggene), overflatelagets vannkvalitet målt ved siktedyp og klorofyll a (planteplanktonbiomasse), undersøkelse av horisontalutbredelsen av fastsittende alger i enkelte deler av Bunnefjorden (beitingsundersøkelser), samt bløtbunnsfaunaundersøkelser. Bløtbunnsfaunaundersøkelsene gjennomføres av John Gray og Frode Olsgard ved Biologisk institutt, UiO og vil bli rapportert i 1995.

Fjorden er foruten resipient for ca. 670 000 personer også et attraktivt friluftsområde for befolkningen og har også et betydelig yrkesfiske. Det er klare konflikter mellom de ulike brukerinteressene.

1.1. Forurensningstilførsler

Den dominerende forurensningstilførslen til indre Oslofjord er kommunalt og industrielt spillvann. Dagens tilførsler (1993) er ca. 170 tonn fosfor, 4000 tonn nitrogen og ca. 12 000 tonn organisk stoff (TOC) pr. år. Sammenlignet med beregnede utslipp for året 1910 (Holtan 1989) er fosfortilførslen ca. 3 ganger større og nitrogentilførslen ca 6.5 ganger større. Renseanleggene ved fjorden fjerner i hovedsak fosfor og en del organisk stoff, men lite nitrogen. Utbyggingen av renseanlegg startet i begynnelsen av 1970-tallet, og det siste store renseanlegget ble tatt i full drift år 1983 (Sentralrenseanlegg Vest).

Figur 1 viser en enkel beregning av fosfor-og nitrogentilførslen fra 1930-90 (Bergstøl m.fl 1981, Baalsrud m.fl. 1986, Holtan, 1989 og Wivestad, 1995). Figuren viser i store trekk utviklingen gjennom årene med en topp rundt 1970 for fosfortilførslen og at nitrogentilførslen ikke har avtatt.



Figur 1. Landbasert fosfor- og nitrogentilførsel til indre Oslofjord 1930-1988. (Fra Bergstøl m.fl.,1981, Baalsrud m.fl. 1986, Holtan, 1990 og Wivestad, 1995).

I 1994 ble det foretatt målinger på Kværneroverløpet (OVA, 1995). Kværneroverløpet er et overløp for Bekkelaget r.a. Målingene startet den 15.4.1994 og ble avsluttet den 14.4.1995. Ca. $15.5 \cdot 10^6$ kbm vann gikk i overløpet i perioden av totalt $54.2 \cdot 10^6$ kbm til Bekkelagets tunnelsystem, dvs nesten 30 %. Nitrogen og fosfortransporten i overløpet ble beregnet til 308 resp. 37 tonn. Av totale utslipp til fjorden utgjør således Kværneroverløpet ca. 20 % ekstra fosforbelastning og ca. 8 % nitrogenbelastning. Disse utslipp tilføres også direkte fjordens overflatelag via Loelva. Sammenlignet med transporten i Osloelvene (Wold, 1995) var Kværneroverløpet på 85 % for nitrogen og 142 % for fosfor.

1.1.1. Effekten av forurensningstilførslene.

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg i første rekke om eutrofi-effektene i fjorden, men i 1992-93 ble også miljøgiftsituasjonen i fjorden kartlagt (miljøgifter i sedimenter og organismer).

Den store næringsalttilførselen gir en økt primærproduksjon og en større planteplanktonbiomasse enn naturlig. Gjennomskinneligheten i vannet avtar (litet siktedyp). Den organiske belastningen på fjordens dypere vannmasser blir stor når planteplankton synker ut av fotosyntesesonen. Planteplanktonet nedbrytes av bakterier ved oksygenforbrukende prosesser og det livsviktige oksygenet i fjordens dypvann kan til tider (spesielt om høsten) bli så lavt at det får negative følger for fjordens dyreliv. Enkelte ganger blir oksygenet helt brukt opp og det dannes hydrogensulfid (råttent vann), en dødelig gift for nesten alt marint liv.

I Bårumsbassenget og til dels Bekkelagsbassenget har det hittil blitt dannet hydrogen-sulfidholdige vannmasser hvert år. I Bunnefjorden og Lysakerfjorden kan det enkelte år bli registrert til dels store mengder råttent vann. I Vestfjorden blir oksygenkonsentrasjonen normalt lav om høsten, men foreløpig er det her ikke registrert hydrogensulfid unntatt i enkelte lokale dyphull. De store variasjonene gjennom året og variasjonene fra år til år skyldes i all vesentlighet variasjonen i dypvannsfornyelsene vinterstid som tilfører fjorden oksygenrikt vann fra ytre Oslofjord. I den senere tid er det også registrert periodevis noe reduserte oksygenkonsentrasjoner i Drøbaksundet, noe som tildels kan gi mindre tilførsel av oksygen til indre Oslofjord.

Overgjødningen av fjorden forandrer fjordens økosystem. Den begunstiger arter som har evne til å dra nytte av det forandrede miljøet, som eksempelvis hurtigvoksende grønnalger langs strendene i fjorden. Konkurransforholdet mellom de fastsittende alger er blitt forandret (Bokn 1979) og det er registrert færre arter av zooplankton, og store bunnområder er uten liv (Beyer 1967). Lokalt har dessuten industriutslipp forringet fjordmiljøet f.eks. ved Slemmestad (støvutslipp og miljøgifter som dekker fjordbunnen) og ved Sætre (nedsatt pH, høye nitrogen-konsentrasjoner i vann samt forhøyde konsentrasjoner av PCB i sediment). I tillegg er den diffuse tilførsel av miljøgifter fra industri og andre kilder et problem for fjorden. Høsten 1991 ble det observert store miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentene i havnebassenget i Oslo (Koniczny 1992). I undersøkelsene fra 1993 er det vist at problemet ikke bare er begrenset til Oslo havnebasseng, selv om det bare unntaksvis er registrert like høye konsentrasjoner av miljøgifter i andre deler av fjorden (Koniczny, 1994). Observasjoner av enkelte miljøgifter i organismer i 1992 (Green og Knutzen, 1993), førte til at Statens næringsmiddelstilsyn advarte mot konsum av torskelever i fjorden innenfor Drøbak, som følge av forhøyd PCB-konsentrasjon. Miljøgiftproblemet må sies å være et betydelig problem i indre Oslofjord (Magnusson. m. fl., 1995).

1.1.2. Gjennomføring av prosjektet

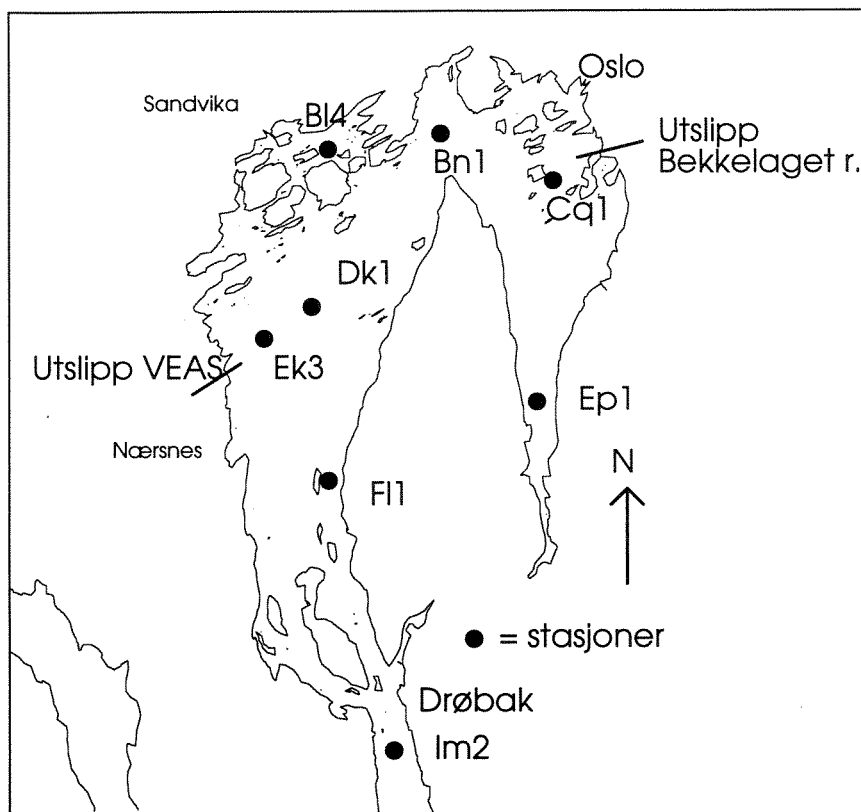
Prosjektet gjennomføres etter en langtidsplan for overvåkingen av fjorden (1984-94). Den praktiske utførelsen deles mellom ulike institusjoner, først og fremst mellom Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo og NIVA. Av undersøkelser utført i 1994 har Biologisk institutt ved Fredrik Beyer ansvar for hyperbenthosundersøkelser og John Gray og Frode Olsgard for bløtbunnsfaunaundersøkelser.

1.2. Observasjoner og undersøkelser i 1994.

Toktvirksomheten fremgår av tabell 1 og stasjonsnett av figur 2. Stasjon Ek 3 ble finansiert av VEAS i 1994.

Tabell 1. Hydrografiske tokt og observasjoner i Oslofjorden 1994.

Dato Stasjoner	Dato Stasjoner
14.2 & 22.2.1994 Bn1,Cq1,Cp2,Dk1,Fl1, Im2	15.8.1994 Bl4,Bn1,Cq1,Dk1, Ek3,Ep1, Fl1, Im2
12.4.1994 Bl4,Bn1,Cq1,Dk1,Ep1,Fl1, Im2	26.10.1994 Bl4,Bn1,Cq1,Dk1, Ek3,Ep1, Fl1, Im2
30.5.1994 Bl4,Bn1, Cq1,Dk1, Ep1, Fl1, Im2	12.12.1993 Bl4,Bn1,Cq1,Dk1, Ek3,Ep1, Fl1, Im2



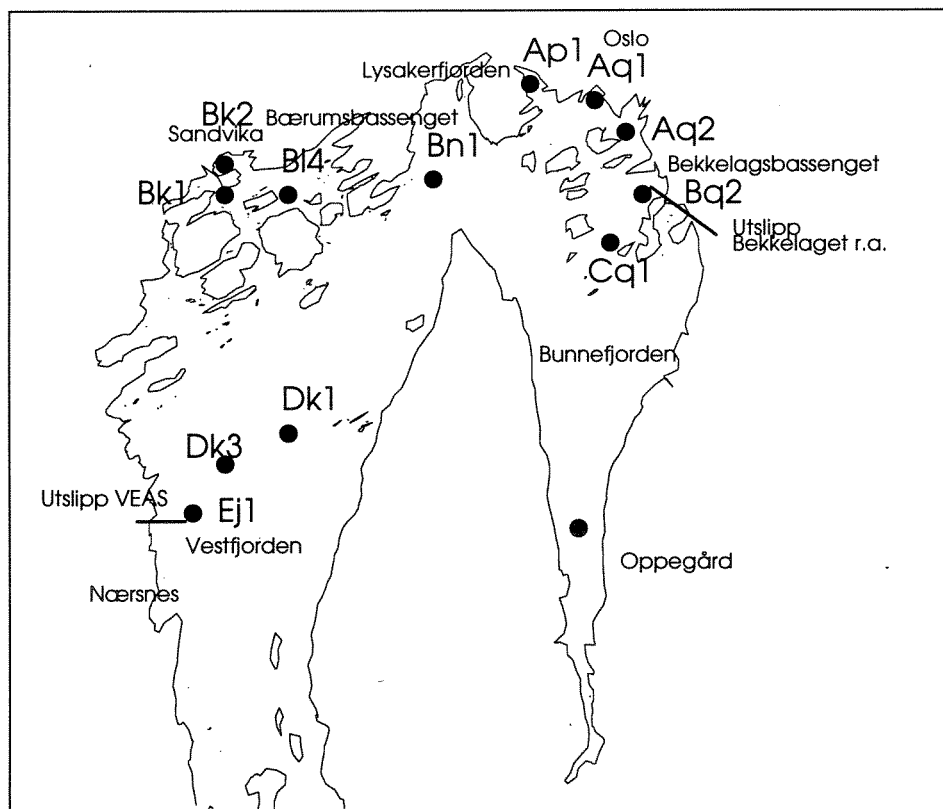
Figur 2. Hydrografiske stasjoner i 1994.

Samtlige hydrografiske tokt ble gjennomført med F/F Trygve Braarud, UiO. Vannprøver ble innsamlet fra overflaten og i 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125 og 150 meters dyp. På enkelte stasjoner ble det tatt ytterligere et par dyp. Temperatur og saltholdighet ble observert med Neil Brown CTD (Mark IIIb). På noen stasjoner i de dypeste områdene ble også vannprøver innsamlet til analyse på laboratoriet for å kontrollere CTD-observasjonene. Videre ble siktedypet observert og klorofyll-a analysert på vann fra 0-2 meters dyp, samt oksygen fra samtlige standarddyp. Fra overflaten på samtlige stasjoner og på standarddyp på tre stasjoner (Ep1, Dk1 og Im2) ble vannet analysert på næringssaltinnhold (Tot-P, PO₄-P, Tot-N, NO₃+NO₂-N, NH₄-N og SiO₂). Analysemetodene er beskrevet i tidligere rapporter. I tillegg ble det tatt observasjoner som ved stasjon Dk1 også ved utslippet til VEAS (Ek3) på tre tokt (august-, oktober- og desembertoktene).

1.2.1. Overflateobservasjoner

Det er gjennomført et mindre tokt i februar 1994, hvor det ble tatt overflateprøver av næringssalter. Toktet ble gjennomført for å innsamle opplysninger om vinterkonsentrasjoner av næringssalter i overflaten før planlagte nitrogenreduksjoner. Overflateobservasjoner fra flere stasjoner i fjorden ble også innsamlet desember 1994.

I tidsrommet juni-august ble det gjennomført omtrent ukentlige tokter til 14 stasjoner i indre Oslofjord (fig. 3). Det ble tatt prøver til analyse av planteplankton og klorofyll-a (0-2m), observert siktedyp, samt foretatt analyser av næringssalter (Tot-P, PO₄-P, Tot-N, NO₃+NO₂-N, NH₄-N og SiO₂). Kvantitative planteplanktonprøver ble tatt fra 0-2 meters dyp og konserveret med formalin. Kvalitative overflateprøver av planteplankton ble tatt med håv (10 µ) og konserveret med formalin. Vannprøver og observasjoner ble tatt av Vestfjordens avløpsselskap (VEAS) og Bærums vann- og kloakkvesen (BVK) (Vestfjorden og Bærumsbassenget) samt av Oslo vann- og avløpsverk (OVA) og NIVA (Lysakerfjorden, havnebassenget, Bekkelagsbassenget og Bunnefjorden). Tabell 2 viser gjennomførte tokt i 1994. Planteplanktonprøver ble kun innsamlet på stasjonene Ap2, B14, Bn1, Bq2, Dk1 og Ep1. Analyser er gjennomført på kvantitative prøver fra stasjon Dk1



Figur 3. Stasjonsnett for overflateobservasjoner, juni-august 1994.

Tabell 2. Overflateobservasjoner juni til august i 1994 (Næringsalter, siktedyp og klorofyll-a).

Stasjoner: Ap1,Ap2,Bn1,Bq2,Cq1, Ep1,Aq1 og Aq2.	Stasjoner: Bk1,Bk2,BI4,Ej1, Dk1,Dk3.
Observatør: OVA og NIVA	Observatør: BVK og VEAS
DATO: 1994: 8.6,14.6,20.6,28.6,4.7,11.7,18.7, 25.7,2.8,8.8,15.8,23.8	DATO: 1994: 17.6,23.6,29.6,6.7,13.7,20.7,28.7, 3.8,10.8,17.8,24.8, 31.8

1.2.2. Fastsittende alger

Undersøkelsen er en oppfølging av enkelte stasjoner i Bunnefjorden, hvor det er blitt registrert en reduksjon i mengden av fastsittende alger. Reduksjonen kan forårsakes av isskuring. For å få avklart dette problem har det derfor vært et mindre program for registrering av fastsittende alger før islegging og etter isløsning i 1991-93. Undersøkelsene ble gjort på et utvalg av stasjoner.

Observasjonene de første to år med milde vintrer uten isskuring førte ikke til nyetablering av tang. Sommeren 1993 ble tangplanter flyttet fra Vestfjorden til Bunnefjorden. Forsøkene viste at sterk sneglebeiting kan være en mulig forklaring på manglende tangvekst.

For å få avklart den manglende tangveksten skyldes sneglebeiting, ble det for 1994 studert gjenvekst av tang transplantert til Bunnefjorden og beskyttet for beiting. Det er også foretatt utsetting av unge planter. Undersøkelsen vil finansieres av NIVA med støtte fra Fagrådet og vil avsluttes i 1995.

1.2.3. Miljøgiftsundersøkelser i 1992/93

Parallelt med at Fagrådet etter langtidsprogrammet skulle foreta en undersøkelse av miljøgiftsituasjonen i fjorden i 1992/93, kom det et ønske fra Miljøverndepartementet og SFT om tilsvarende undersøkelser. Det var avsløringen av høye konsentrasjoner av PCB og tjærestoffer og noen tungmetaller i sedimentet i Bispevika som var grunnen til statens interesse. De to undersøkelsene ble samordnet for å få mest mulig ut av arbeidet.

Rapporteringen av undersøkelsene er avsluttet. Det foreligger tilsammen 8 rapporter fra prosjektet.

Resultatene viser at indre Oslofjord har et betydelig miljøgiftsproblem, spesielt i Oslo havneområde, men også i områder som Frognerkilen, Bekklagsbassenget, Bestumkilen, Holtekilen Viernbukta, Vollen og Blakstad, Slemmestad, Svestad Marina og Sætre. Her er det forhøyde miljøgiftskonsentrasjoner i sediment. Undersøkelsene viser et behov for å få klarlagt hvor forurensede spiselige organismer er i disse områder, samt å følge opp eventuelle skader på fisk. En overvåking av miljøgiftsituasjonen i fjorden er nødvendig.

1.2.4. Bløtbunnsfaunaundersøkelser.

Undersøkelsen gjennomføres under ledelse av John Gray og Frode Olsgard ved Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo. Innsamling av prøver ble utført i mars 1993. Bearbeidelse av materialet vil bli utført i 1993/94 og rapport vil foreligge i 1995.

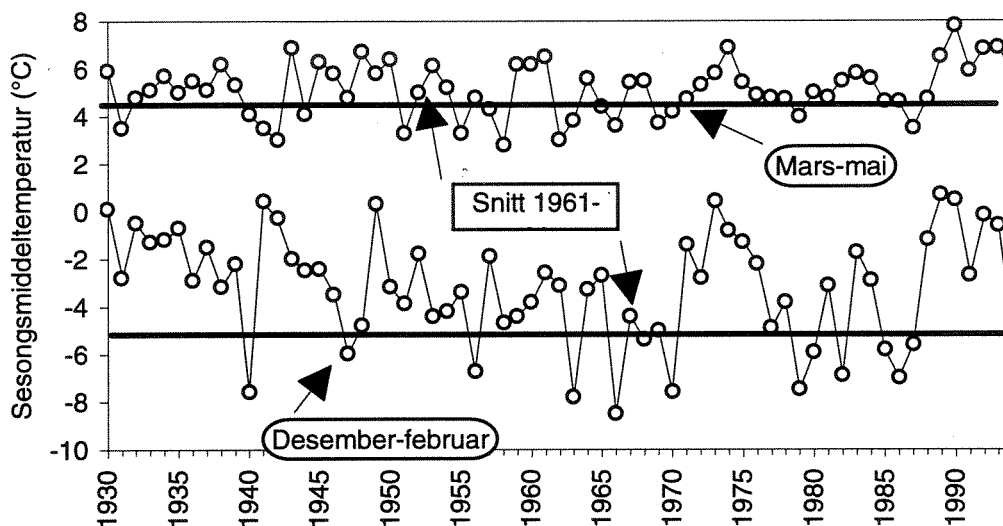
1.2.5. Hyperbenthosundersøkelser.

Hyperbenthosundersøkelser mellom 1952-1994 er bearbeidet av F. Beyer, UiO og rapporten vil bli trykket høsten 1995.

2. Resultater og diskusjon.

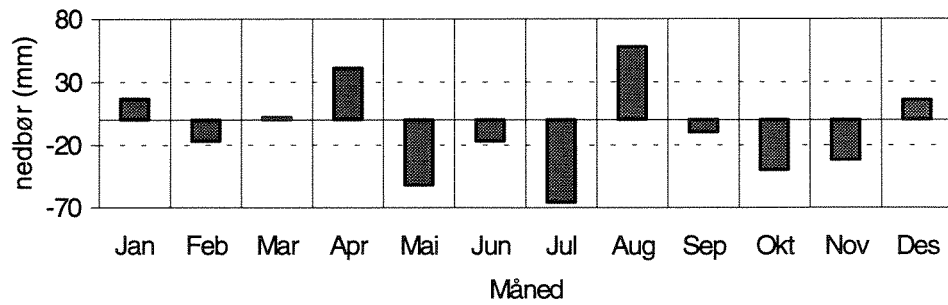
2.1 Klima.

De klimatiske forhold har vært ekstreme i deler av perioden 1988-93. Lufttemperaturen vinter og vår har vært klart over det normale sammenlignet med observasjoner fra 1930-90 (fig. 4), mens 1994 har vært mer normal. Sommertemperaturen har vært mer normal, men med en noe varmere sommer i 1994. Høsttemperaturen var normal i 1994. Nedbøren var større enn normal i april måned 1994, men klart mindre enn normal i mai-juli. August var relativt nedbørrik, mens resten av høsten var relativt nedbørfattig (fig. 5). 1994 var det første året siden 1987 med en normal vinter, men med en tørr og relativt varm sommer.



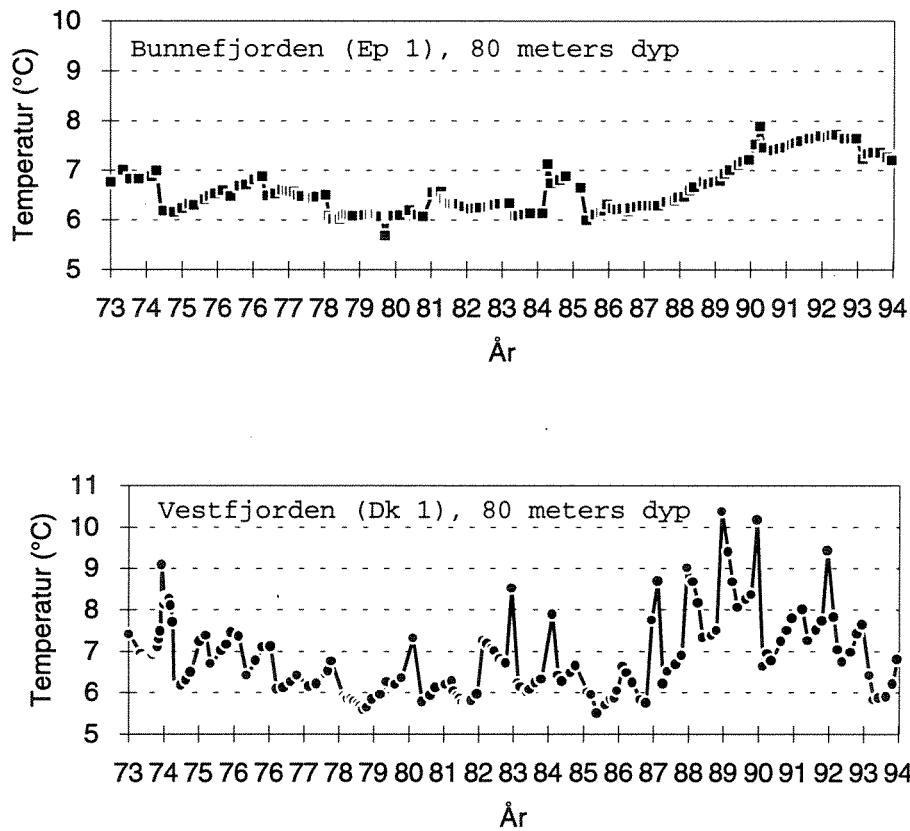
Figur 4. Sesongtemperaturen ved Blindern, Oslo 1930-94 (Data fra meteorologisk institutt).

Nedbør 1994 som avvik fra normalåret 1961-90



Figur 5. Nedbør ved Blindern, Oslo. Avvik fra normalen 1960-90 (Data fra meteorologisk institutt).

I årsrapporten for 1993 ble det vist at temperaturen i dypvannet vært stigende i indre Oslofjord siden 1987. I 1994 var temperaturen omtrent normal i Vestfjorden, mens den fortsatt var noe høyere enn normalt i Bunnefjorden, på tross av noe lavere verdier i 1994 (fig. 6). De milde vintrene (1988-93) har fortsatt betydning for forholdene i deler av indre Oslofjords dypvann.



Figur 6. Temperaturen på 80 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1) og Vestfjorden (Dk1), 1973-94.

2.1. Dypvannsfornyelser.

Vannkvaliteten i indre Oslofjord er avhengig av tilførte forurensninger fra land i området og tilført mengde og kvalitet på "nytt" vann fra ytre Oslofjord/Skagerrak. Kloakkutslippene fra renseanleggene, som dominerer tilførslene av plantenæringsstoffer og organisk stoff fra land, er tilnærmet konstante over året, unntatt ved stor nedbør og vårflo. Bruk av overløp til renseanleggene følger imidlertid nedbør eller flom i samband med snøsmelting.

Dypvannsfornyelsene er normalt begrenset til november-juni og mest vanlig i januar-april. Vannkvaliteten i Oslofjorden vil derfor variere over året med de "beste" forhold i tiden etter en dypvannsfornyelse vinterstid og de dårligste forhold på senhøsten. Imidlertid er det bare i Vestfjorden det normalt er årlige dypvannsfornyelser. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større vannutskiftning, men årlig vil alltid litt vann også tilføres Bunnefjorden på mellomnivåer og gjennom diffusive prosesser også i noen grad til dypvannet.

Det innstrømmende vannet fra ytre Oslofjord har normalt et betydelig høyere oksygeninnhold og lavere næringssaltkonsentrasjoner enn det gamle dypvannet inne i fjorden. Når det nye dypvannet strømmer inn over Drøbakerskelen blandes det med gammelt fjordvann. Stor tetthetsforskjell og i tid lange, sammenhengende, innstrømninger er gunstige i det en da får liten innblanding og effektiv utskiftning. Variasjoner fra år til år i selve utskiftningsprosessen kan således gi forskjellig utgangskvalitet på dypvannet i fjorden. Slik vil naturlige variasjoner gi årlige variasjoner i Oslofjordens vannkvalitet uten at forurensningsbelastningen i vesentlig grad forandres.

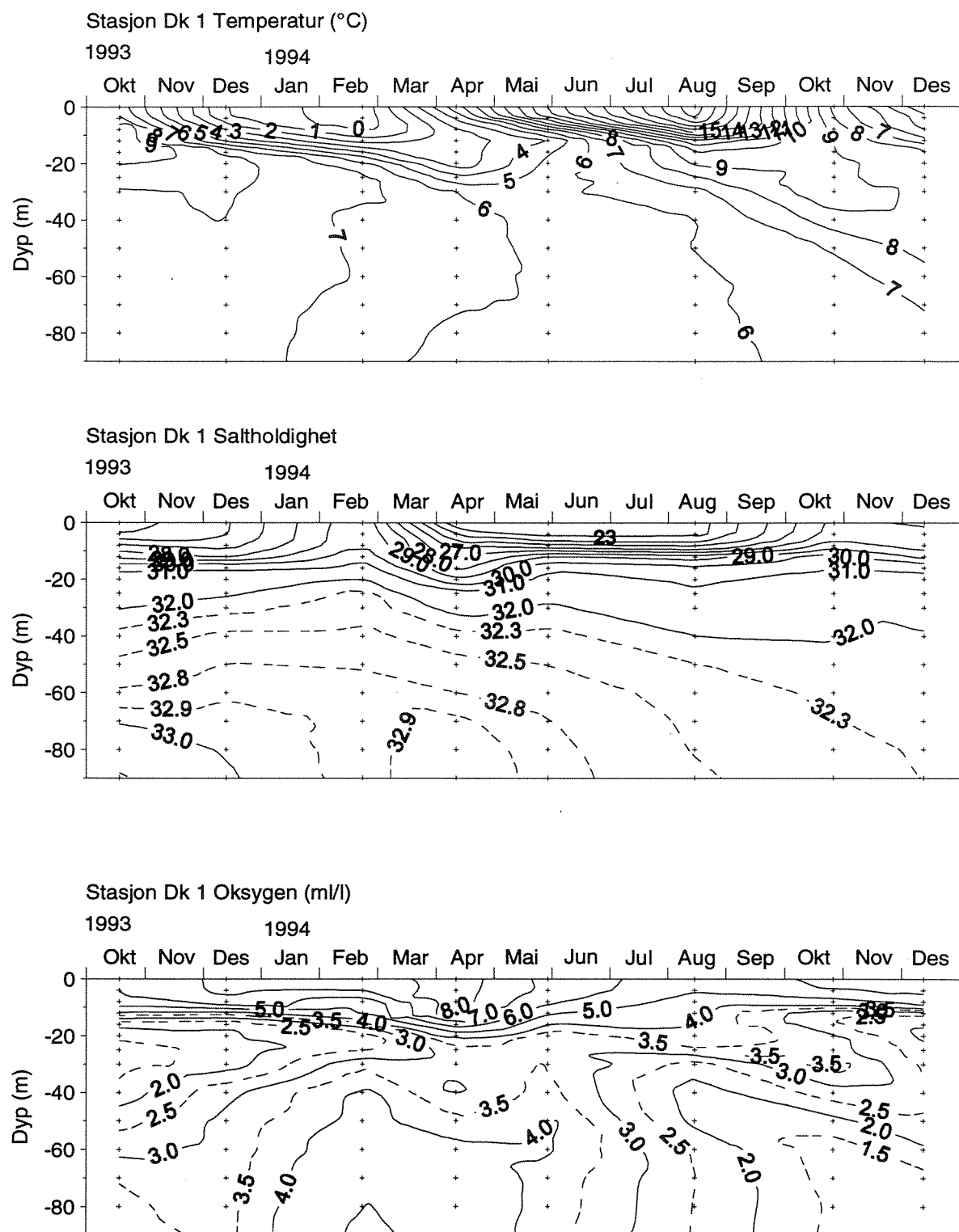
Dessverre har det vist seg at oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet om høsten har avtatt noe gjennom de siste 50 årene. På tross av at den midlere reduksjonen er relativt beskjeden, vil den være av betydning for tilførselen av oksygen til indre Oslofjord. Også ved normal dypvannsfornyelse vil derfor fjorden idag tidvis tilføres mindre oksygen fra ytre Oslofjord enn tidligere.

Den årlige dypvannsfornyelsen, dvs. vannfornyelsen på dyp større enn 20 meter, er beregnet ut fra hydrografiske observasjoner i Bunnefjorden (Ep1), Vestfjorden (Dk1 og Fl1) og Drøbaksundet (Im2), (se figur 2). Beregningen bygger på sporing av vannmasser i temperatur/saltholdighetsdiagrammer (T/S-diagrammer). Som følge av relativt store vertikale gradienter i saltholdighet og temperatur er totalfosfor også brukt ved beregningene (små vertikale gradienter), og resultatet kontrollert mot oksygen. Ettersom totalfosfor og oksygen ikke er konservative variable vil det ikke oppnås fullstendig overensstemmelse. Dessuten er vannutskiftningen basert på enkelte stasjoner som Fl1 og Dk1 for hele Vestfjorden og vil derfor gi lavere volumer enn reelt. Således er de beregnede dypvannsfornyelsene å betrakte som *relative* tall.

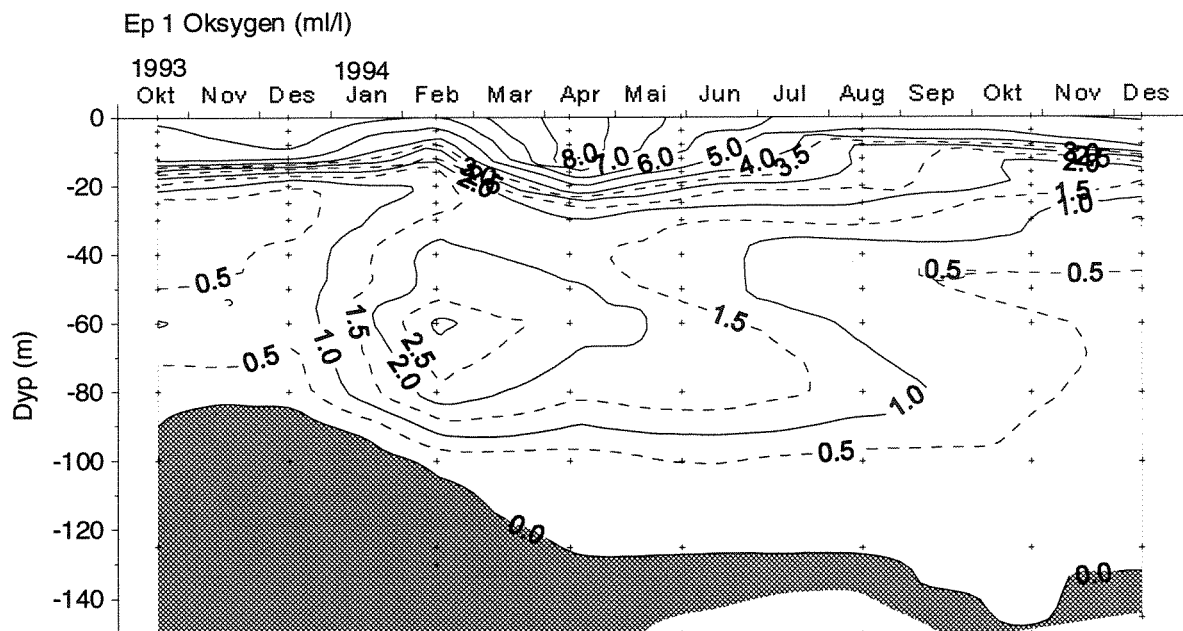
Beregningene av dypvannsfornyelsen følger ikke kalenderår. Isteden brukes tidsrommet 1.10 - 30.9. Den hydrografiske utviklingen er vist i figurene 7 - 9 for oktober 1993 til desember 1994.

Dypvannsfornyelsen i Vestfjorden startet i oktober 1993, da nytt oksygenrikt vann ble tilført fjorden. Vannutskiftningen fortsatte i desember 1993 og en ny større dypvannsfornyelse ble registrert i februar 1994 med noe mindre vannutskiftninger i april og i mai. Deretter var det ingen ny vannutskiftning før i oktober 1994, men denne var begrenset til mellom 20-30 meters dyp. I Bunnefjorden var det bare i februar det ble registrert en større dypvannsfornyelse (fig. 8) Men diffusive prosesser ga avtakende hydrogensulfidmengde i fjorden utover våren.

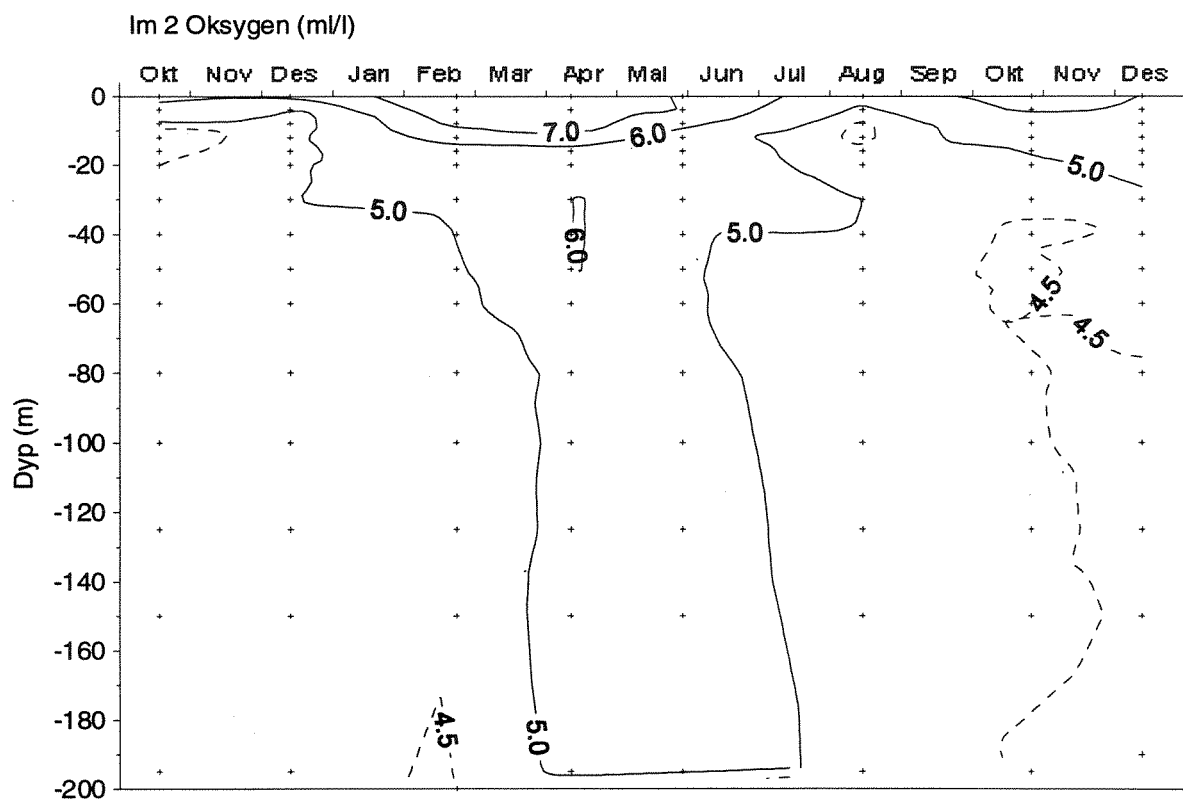
Som vanlig var temperaturen på innstrømmende vann høsten 1993 noe høyere, enn de senere vinterinnstrømmingene. Oksygenkonsentrasjonen var også noe lav (4.3-4.5 ml/l) i det innstrømmende vannet i oktober, men noe bedre i desember (4.8 ml/l) og bra i februar - mai 1994 (5.7 ml/l).



Figur 7. Temperatur, saltholdighet og oksygen i Vestfjorden (Dk1) oktober 1993- desember 1994.



Figur 8. Oksygen (ml/l) i Bunnefjorden oktober 1993 - desember 1994.



Figur 9. Oksygen (ml/l) i Drøbaksundet (Im 2) oktober 1993 - desember 1994.

Imidlertid ble ikke den vannmasse som fornyet fjorden i februar funnet i Drøbaksobservasjonene, slik at beregningen av dypvannsfornyelsen måtte antas å bestå av vann som ble observert ved bunn av stasjon Fl 1 i Vestfjorden i februar. Videre måtte det antas at totalfosfor i innstrømmende vann var ca. 30 µg/l.

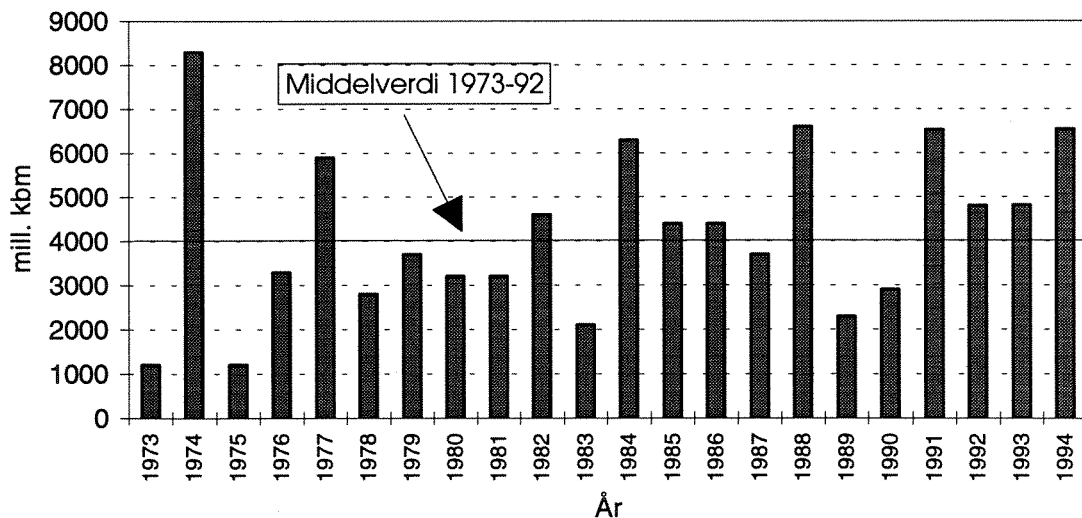
Beregnet dypvannsfornyelse er vist i tabell 3 og figur 10. For Bunnefjorden ble bare ca. 15 % av vannet fra 20 meters dyp til bunn skiftet ut (februar 1994), mens for Vestfjorden var dypvannsfornyelsen stor (ca. 160 %). Totalt for fjorden ble ca. 110 % av vannmassen skiftet ut, men da flere ganger i Vestfjorden. Som vanlig er ikke bassengene (Bærumsbassenget og Bekkelagsbassenget) i fjorden medregnet.

Dypvannsfornyelsen i Vestfjorden har således vært god i 1994, mens fornyelsen i Bunnefjorden har vært beskjeden.

Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse (20 meters dyp til bunn) for hele indre Oslofjord, 1973-1994.

År	Dypvannsfornyelse (*10 ⁶ m ³)	Dypvannsf. (% av vol. 20 - 150 m dyp)	År	Dypvannsfornyelse (*10 ⁶ m ³)	Dypvannsf. (% av vol. 20 - 150 m dyp)
1973	1200	20	1984	6300	106
1974	8300	140	1985	4400	74
1975	1200	20	1986	4400	74
1976	3300	55	1987	3700	62
1977	5900	100	1988	6600	110
1978	2800	45	1989	2300	39
1979	3700	60	1990	2900	50
1980	3200	54	1991	6530	110
1981	3200	54	1992	4800	80
1982	4600	77	1993	4810	80
1983	2100	35	1994	6500	109

Gjennomsnittlig fornyelse 1973-92: ca. 4000*10⁶ m³



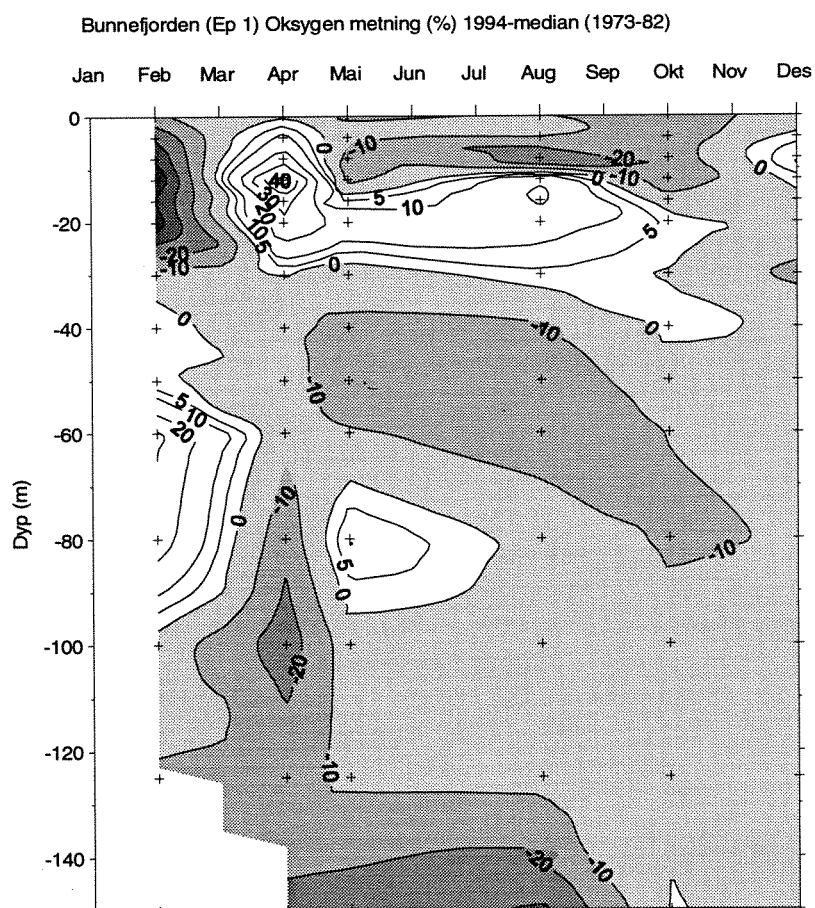
Figur 10. Beregnet dypvannsfornyelsen i hele indre Oslofjord 1973-94.

2.2. Oksygenforhold.

Bunnefjorden.

Den beskjedne dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden forbedret oksygensituasjonen noe våren og sommeren 1994, ved at noe av det hydrogensulfidholdige dypvannet ble borte. Allikevel ble det registrert hydrogensulfidholdig vann hele 1994 (fig. 8). Figur 11 viser oksygenmetning i 1994 som avvik fra medianverdier 1973-82. Observasjoner er bare tatt ut fra de 6 måneder som det idag blir gjennomført tokt. Antall observasjoner i 1973-82 varierer mellom månedene (tabell 4). De fleste observasjoner foreligger fra mai, august og oktober måned.

Figur 11 viser at våroppblomstringen var noe senere i 1994 enn i 1973-82, men at fra mai til oktober var forholdene dårligere enn tidligere, spesielt mellom 8-12 meters dyp. Forholdene var noe bedre mellom 16-30 meters dyp, mens i vannlaget under var forholdene gjennomgående dårligere, unntatt i februar ved dypvannsfornyelsen og i mai. Således var 1994 et dårlig år for Bunnefjorden, med mindre oksygen enn i en periode hvor belastningen på fjorden var betydelig større. Dette skyldes i stor grad den dårlige vannutskiftningen i 1994.

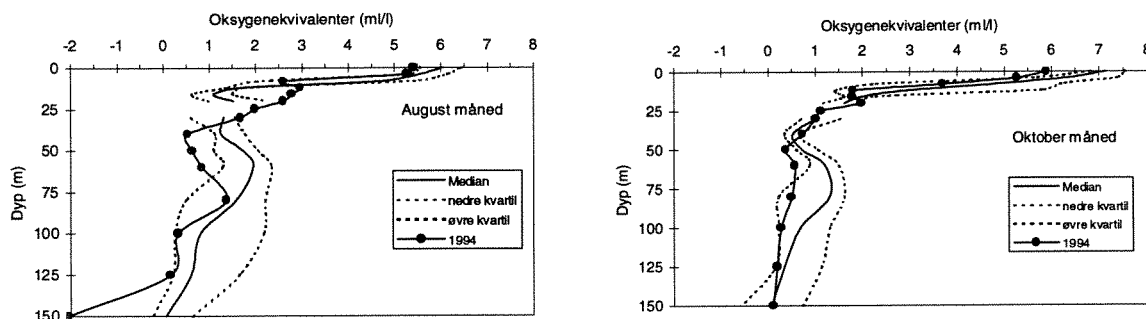


Figur 11. Oksygenmetning (%) i Bunnefjorden (Ep 1). Observasjoner 1994 minus medianverdi 1973-82.

Tabell 4. Antall observasjoner av oksygen i Bunnefjorden (Ep 1) på standarddyp i de ulike måneder 1973-82.

Måned	Febru ar	Apri l	Mai	Aug ust	Oktob er	Desem ber
Antall obs.i 1973-82	4-5	4-11	7-12	8-9	9-10	4-6

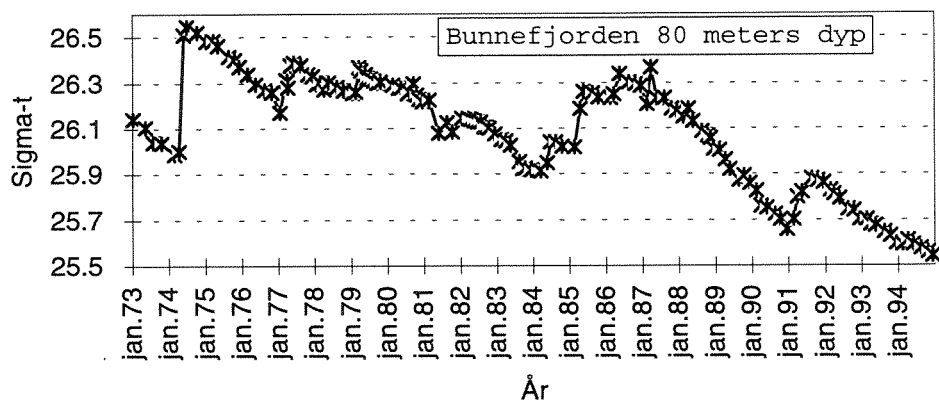
Figur 12 viser at oksygenkonsentrasjonen var klart lavere enn i 1973-82 i august måned mellom 40-60 meters dyp og 100-150 meters dyp, mens forholdene ikke var like ekstreme i oktober måned. Imidlertid var konsentrasjonen mellom 50-125 meters dyp til bunn lavere i 1994 sammenlignet med 1973-82.



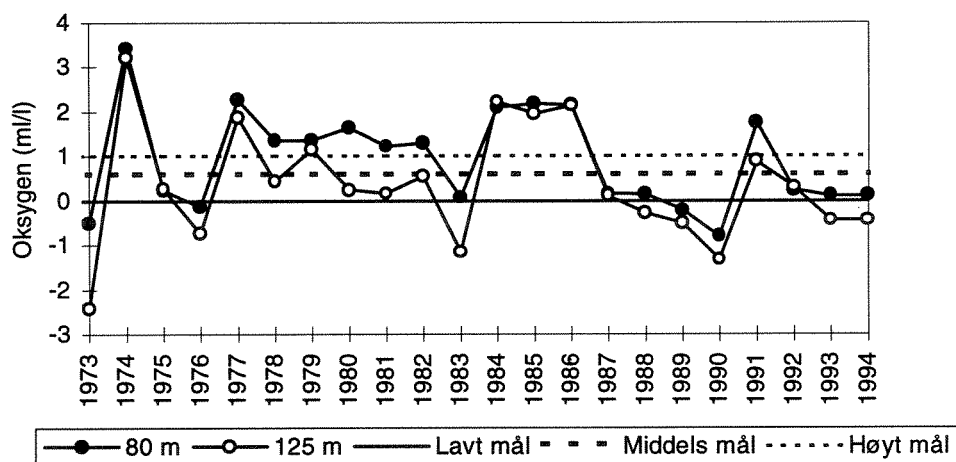
Figur 12. Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden august og oktober 1994, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82 (tidsrommet innen VEAS ble tatt i bruk).

I årsrapporten fra 1993 ble de dårlige forholdene i Bunnefjorden forklart med de spesielle klimaforholdene vinterstid siden 1988. Temperaturen på dypvannet har økt i perioden og egenvekten avtatt. Figur 13 viser at egenvekten også i 1994 avtok og at den fra midten av 1989 var lavere enn i hele den foregående perioden. De dårlige oksygenforholdene i Bunnefjorden skyldes således den dårlige vannutskiftningen og at den organiske belastningen derved får større effekt.

Sammenlignet med de tentative mål som er foreslått for oksygenforholdene i Bunnefjorden (Baalsrud m. fl. 1986), viser figur 14 at det laveste målet foreløpig ikke er nådd. Målene er definert som oksygenkonsentrasjonen om høsten over tid. Konklusjonen fra tidligere årsrapporter er derfor fortsatt gyldig, dvs. at belastningen i Bunnefjorden er for stor i relasjon til oppsatte mål.



Figur 13. Egenvekten (Sigma-t) på 80 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1 1) 1973-94.



Figur 14. Oksygenkonsentrasjonen på 80 og 125 meters dyp i Bunnefjorden (Ep 1) oktober måned 1973-94, samt tentative mål for oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden.

Vestfjorden

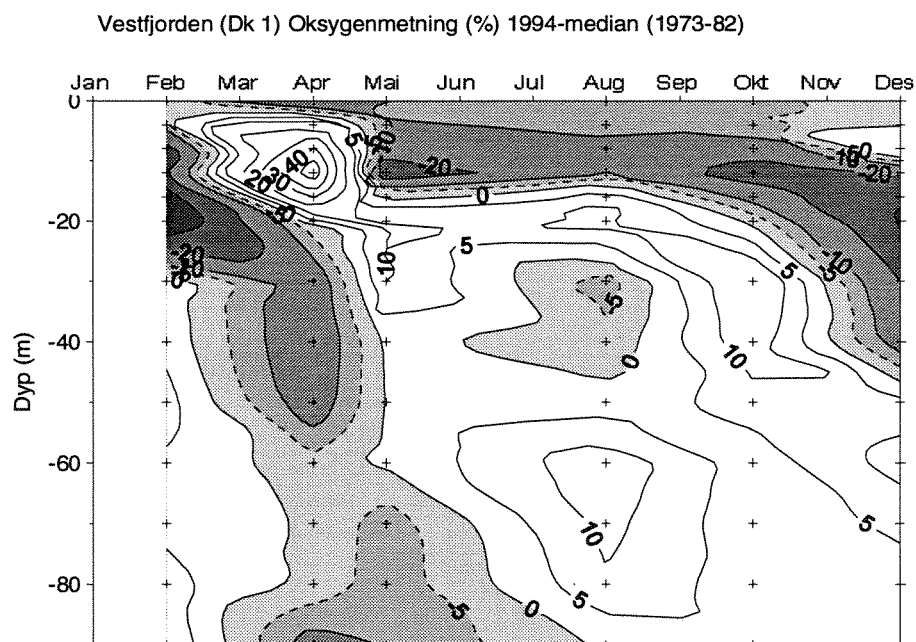
I Vestfjorden var dypvannsfornyelsen i 1994 meget bra. Figur 15 viser at våroppblomstringen i april var større enn i 1973-82, men resten av året var oksygenmetningen lavere mellom overflaten og ca. 16 meters dyp. I dypvannet var den noe lavere i april/mai 1994, men resten av året bedre enn i 1973-82. Et unntak fra dette var i 30-40 meters dyp i august, med noe lavere oksygenmetning. Oksygenkonsentrasjonen i august og oktober, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82, viser at oksygenforholdene i Vestfjorden var klart bedre enn tidligere, unntatt 0-12 meters dyp og 30-40 meters dyp (fig. 16). I oktober var oksygenkonsentrasjonen mellom overflaten og 16 meters dyp klart lavere enn mediankonsentrasjonen 1973-82, men i resten av vannmassen bedre, tildels klart bedre.

Således var oksygenforholdene i Vestfjordens dypvann noe bedre i 1994, på tross av en tidlig vannutskiftning.

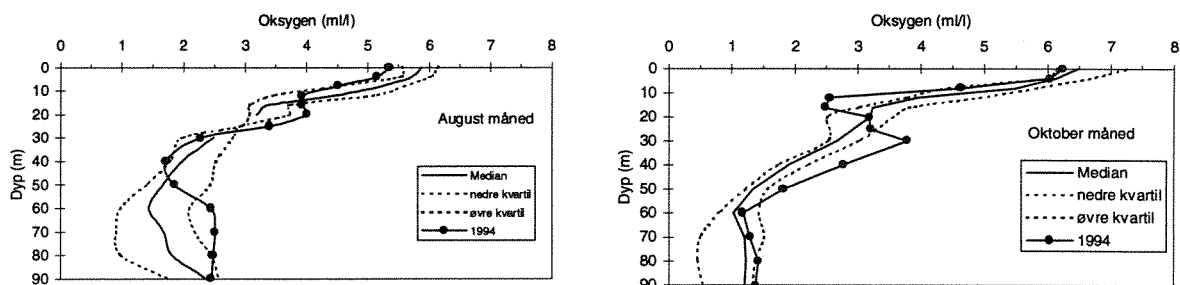
Som de foregående årene startet dypvannsfornyelsen tidlig i oktober, men i 1994 var det bare en intermediær fornyelse som ikke berørte dypvannet. Figur 17-19 viser også at konsentrasjonen i dypvannet har hatt en positiv utvikling i tidsrommet 1973-94. Utviklingen skyldes til stor del (men ikke helt) at dypvannsfornyelsene startet tidlig i oktober i 1993 og 1994.

Utviklingen på 30 meters dyp viser at oksygenkonsentrasjonen i 1994 vært høyere enn i perioden 1981 - 88 (fig. 19). Dette skyldes også den tidlige vannutskiftningen i 1994.

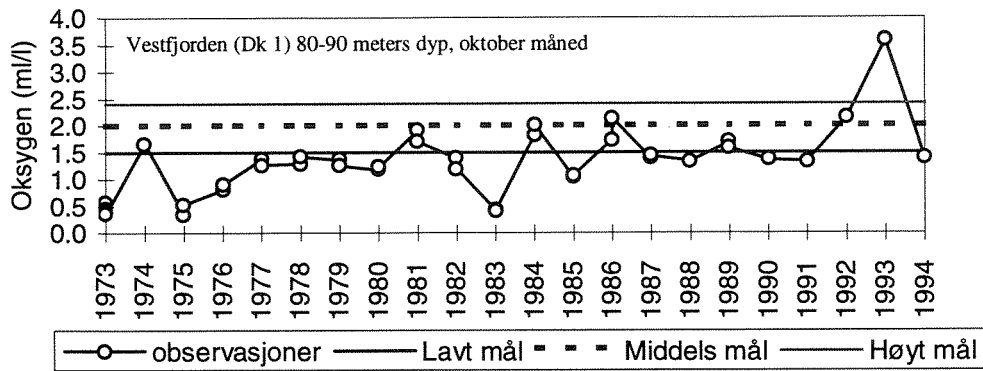
Sammenlignet med de tentative mål for oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden var 1994 omtrent lik lavt mål (fig. 17).



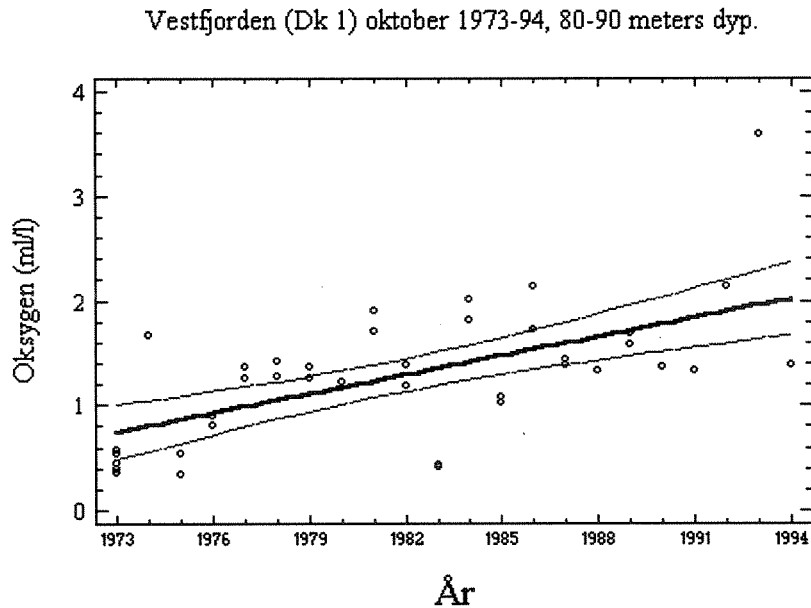
Figur 15. Oksygenmetning (%) i Vestfjorden 1994 som avvik fra median for 1973-82.



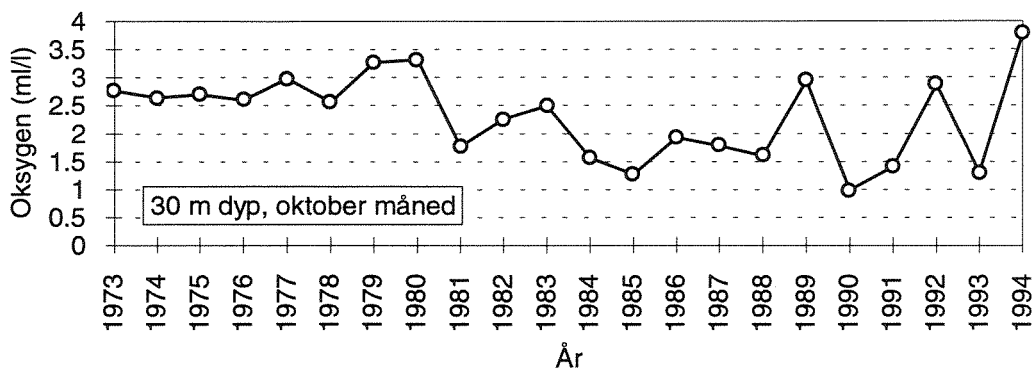
Figur 16. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden i august og oktober 1994, sammenlignet med mediankonsentrasjonen 1973-82.



Figur 17. Oksygenkonsentrasjonen på 80-90 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1) i oktober måned 1973-94, sammenlignet med tentative mål.

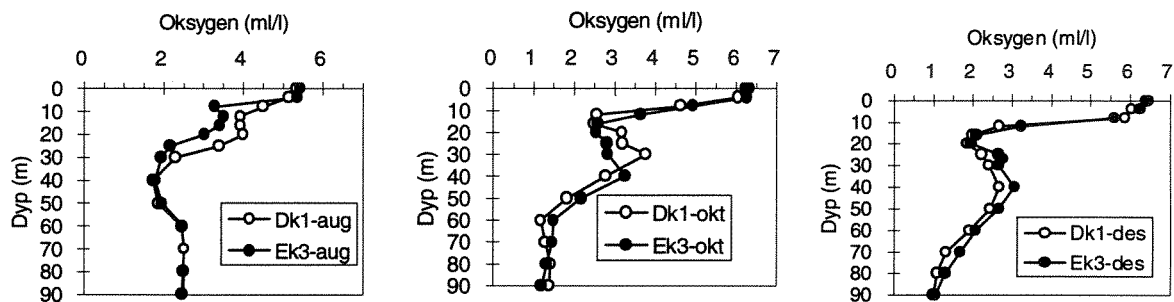


Figur 18. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) på 80-90 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1)- lineær regresjon.

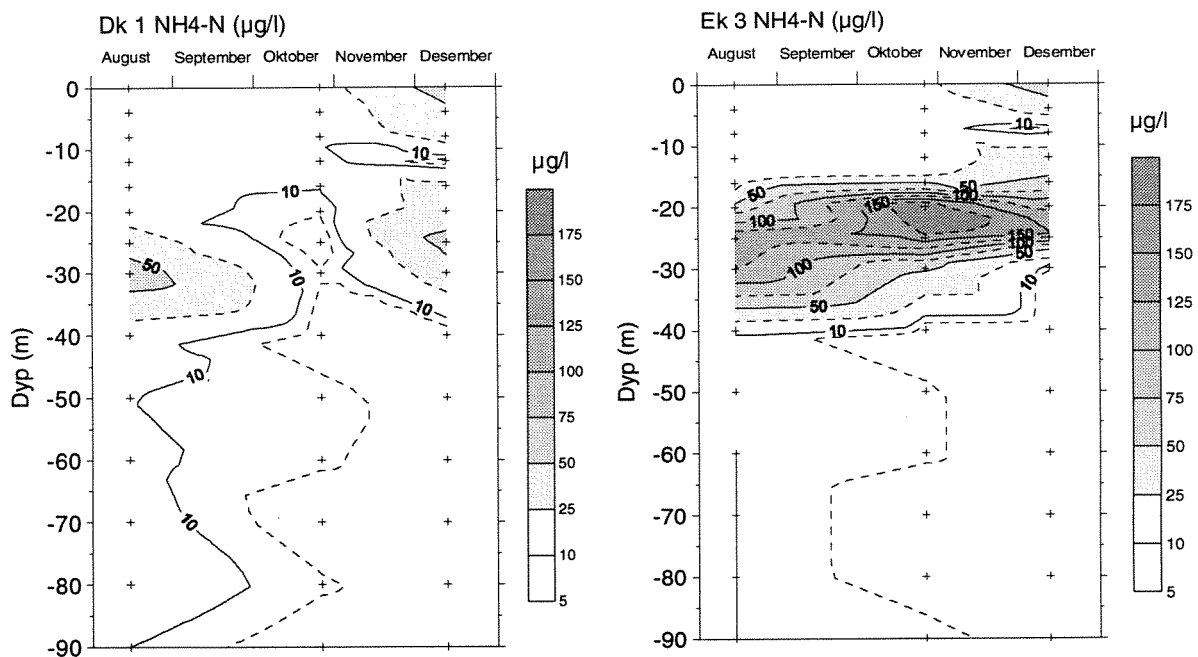


Figur 19. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (Dk 1) på 30 meters dyp, oktober måned 1973-94.

Tidligere har årsaken til den avtakende oksygenkonsentrasjonen på 20-30 meters dyp blitt tillagt utslipp av oksygenforbrukende materiale fra VEAS. I 1994 ble det foretatt ekstra observasjoner ved VEAS utslipp (stasjon Ek 3), og figur 20 viser at oksygenkonsentrasjonen i 1994 var lavere ved utslippet (Ek 3) enn ved Steilene (Dk 1) i Vestfjorden for august og oktober måned. Innlagingsdypet til utslippet lå mellom 20-30 meters dyp, hvilket fremgår av figur 21, som viser ammoniumkonsentrasjonen ved Ek 3 og Dk 1. Det er en klar forskjell mellom Ek 3 og Dk 1 i august. Det er samme forskjell i oktober og desember, men her påvirkes også forholdene av dypvannsfornyelser.

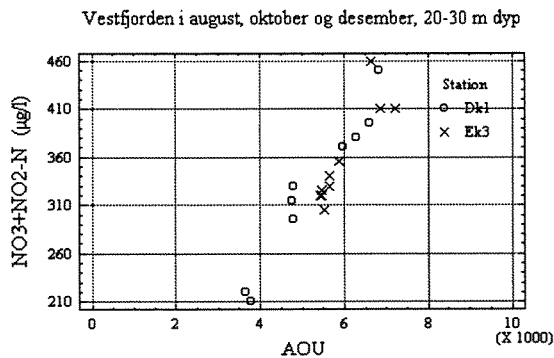
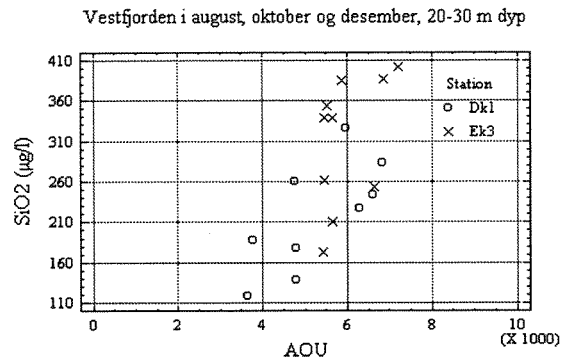
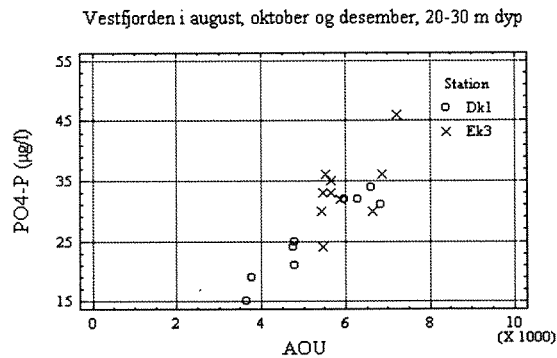


Figur 20. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i august, oktober og desember 1994 ved utslippet til VEAS (Ek 3) og ved Steilene (Dk 1).



Figur 21. Ammoniumkonsentrasjonen ved Steilene (Dk 1) og ved utslippet til VEAS (Ek 3) høsten 1994.

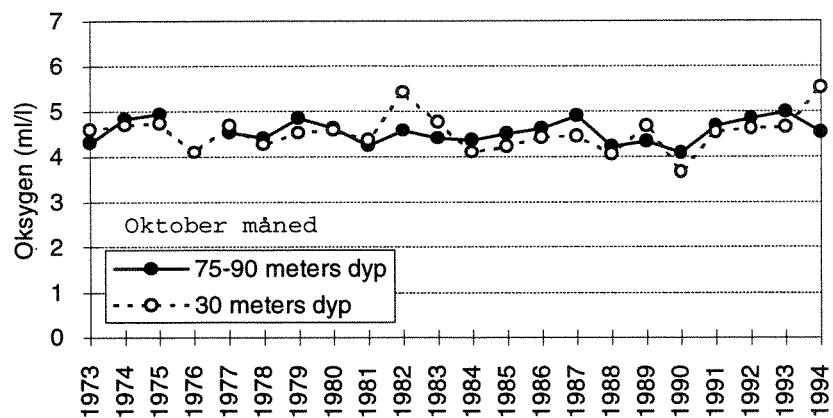
I figur 22 er næringssaltene plottet mot (AOU). AOU (apparent oksygen utilization, kan oversettes med tilsynelatende oksygenforbruk) er forskjellen mellom 100 % oksygenmetning i vannmassen og observert metning. Mens det er et sammenheng mellom nitrat, fosfat og tildels silikat og AOU ved Dk 1 er det ikke noe tilsvarende godt sammenheng ved Ek 3. Dette viser også en tilførsel av silikat og nitrat fra VEAS utslipp, som registreres ved Ek 3, men at det innlagrede avløpsvannet ikke lengre er tydelig ved Dk 1.



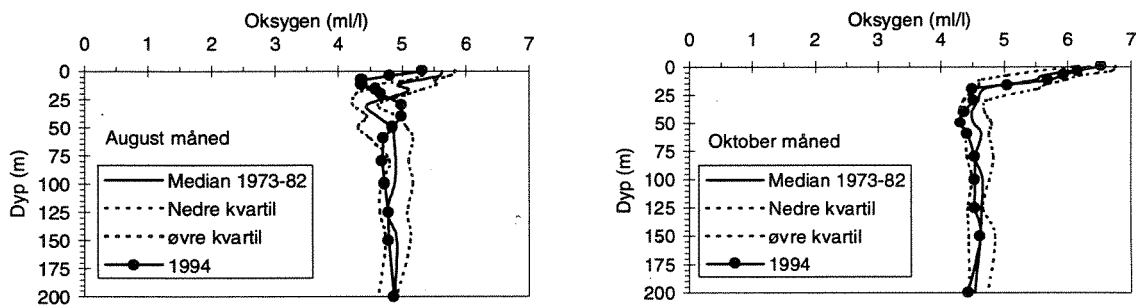
Figur 22. Næringsalter på 20-30 meters dyp på Ek 3 (VEAS) og Dk 1 (Steilene) høsten 1994 plottet mot AOU.

Drøbaksundet.

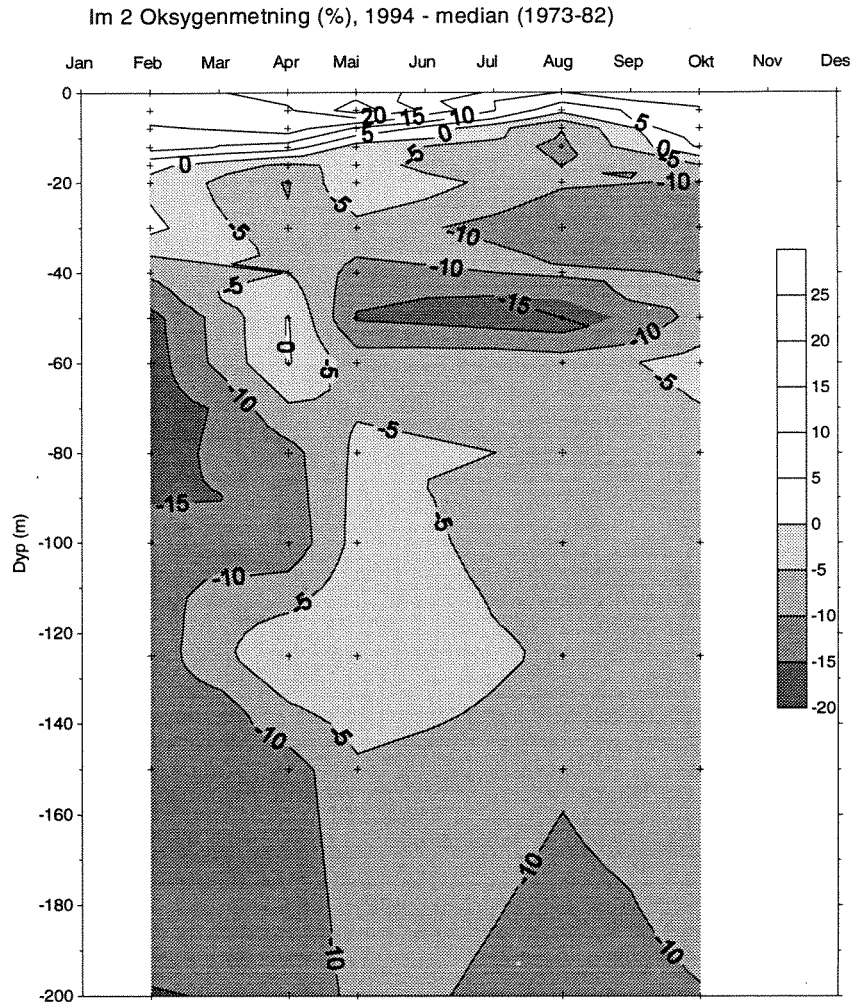
I årsrapport for 1993 ble det påvist at den svakt negative oksygenutviklingen i oktober måned ikke lengre var signifikant for perioden 1973-93. Resultatene fra 1994 bekrefter dette (fig. 23). I august og oktober 1994 var imidlertid oksygenkonsentrasjonen lavere enn gjennomsnittet for 1973-82 fra 60 meters dyp til bunn, men ikke ekstremt mye lavere (fig. 24), unntatt på 40-60 meters dyp i oktober 1994, hvor oksygenkonsentrasjonen lå omtrent lik nedre kvartil for perioden 1973-82. Oksygenmetningen i 1994 (fig. 29) var dog gjennomgående lavere enn medianen for 1973-82 i de dypere vannmasser. Således har oksygenforholdene i 1994 vært noe dårligere enn "normalt".



Figur 23. Oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet (Im 2) oktober måned 1973-94 på 30 og 75-90 meters dyp.



Figur 24. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (Im 2) august og oktober 1994, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

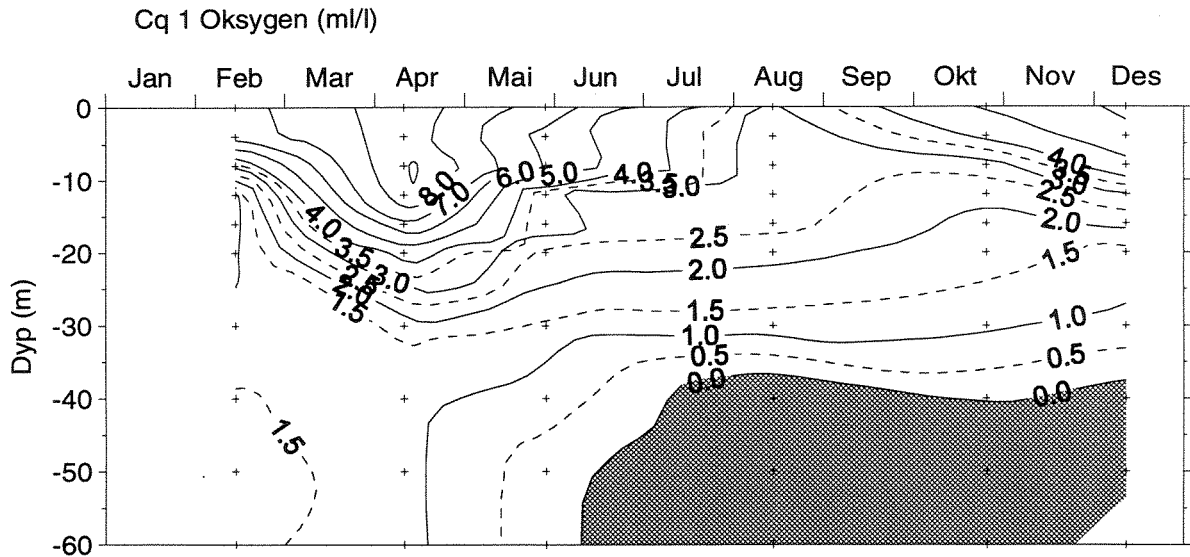


Figur 25. Oksygenmetning (%) i Drøbaksundet 1994 som avvik fra medianverdi for periode 1973-82.

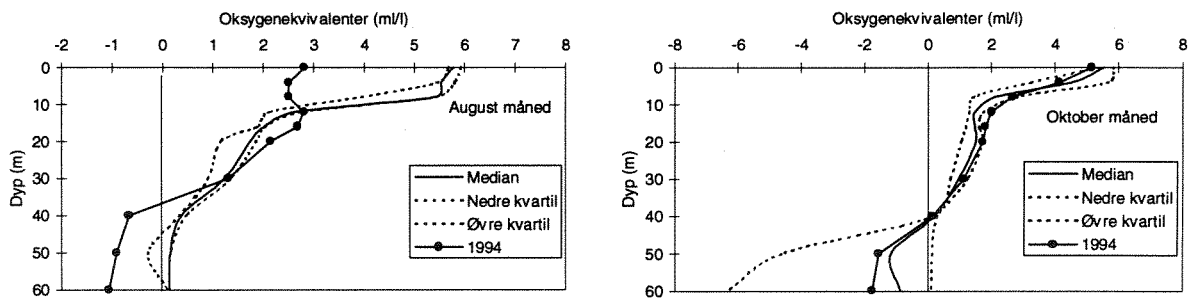
Bekkelagsbassenget.

Oksygenforholdene i Bekklagsbassenget i 1994 er vist i figur 26. Det ble registrert hydrogenulfidholdig vann fra august og ut året. I august måned 1994 var dessuten oksygenkonsentrasjonen meget lav i overflatelaget (0-8 m). Sammenlignet med tidligere observasjoner (fig. 27) var oksygenkonsentrasjonen klart lavere i 0-8 meters dyp i august måned, og dessuten i dypvannet (40 meters dyp til bunn). I oktober måned var ikke avviket fra tidligere observasjoner like markert. Både i august og oktober måned var konsentrasjonen på mellomnivåer (16-20 m dyp i august og 16-30 meters dyp i oktober) klart bedre enn tidligere.

Antall observasjoner i perioden 1973-90 er få, sammenlignet med de som finnes for andre stasjoner i indre Oslofjord. Imidlertid var forholdene i dypvannet i Bekkelagsbassenget (40 m til bunn) dårligere i 1994, og spesielt var de lave oksygenkonsentrasjonene i 0-8 meters dyp i august bemerkelsesverdige.



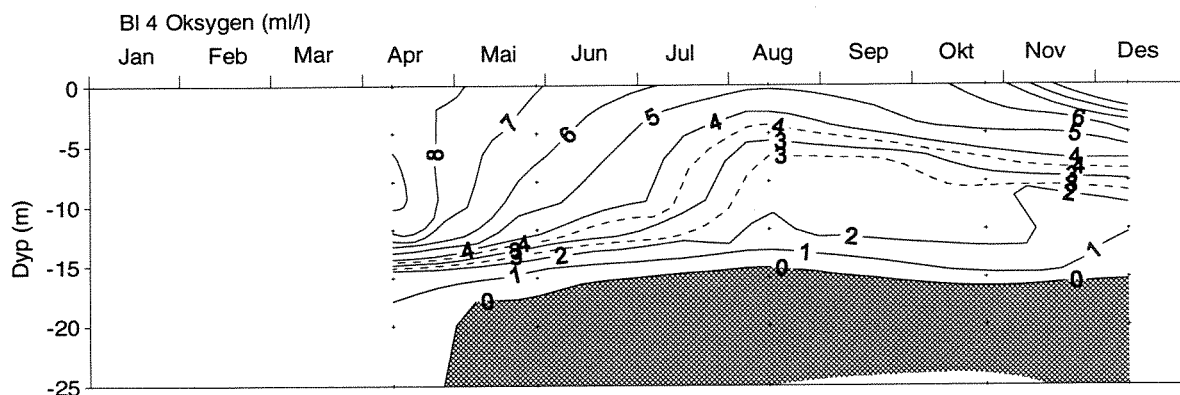
Figur 26. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bekklagsbassenget (Cq 1) 1994.



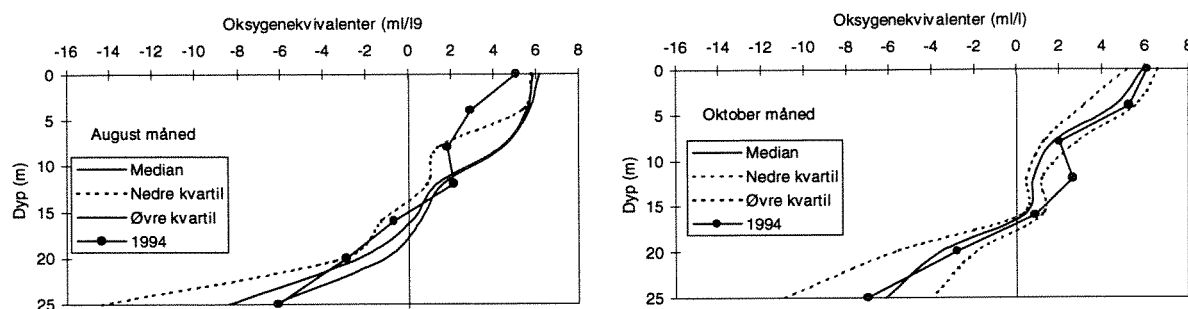
Figur 27. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i august og oktober 1994, sammenlignet med observasjoner fra 1973, 82-83 og 88-90.

Bærumsbassenget.

Oksygenforholdene i Bærumsbassenget i 1994 fremgår av figurene 28-29. Manglende observasjoner i februar 1994 skyldes isforhold. Hydrogensulfidholdig dypvann ble registrert fra mai og ut året fra 15-20 meters dyp. Sammenlignet med de observasjoner som foreligger fra bassenget i perioden 1973-90 var oksygenkonsentrasjonen i dypvannet (16 meters dyp til bunn) innenfor normalvariasjonen, litt bedre på 12 meters dyp og i august måned klart lavere i 0-8 meters dyp. De lave oksygenkonsentrasjonene i overflatelaget var ikke like lave som i Bekkelagsbassenget, men slike nivåer ble dog ikke registrert på øvrige stasjoner.



Figur 28. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bærumssassenget 1994.



Figur 29. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bærumssassenget august og oktober 1994, sammenlignet med observasjoner for 1973, 82-83 og 88-90.

2.4. Overflatelagets vannkvalitet.

I 1994 ble det innsamlet næringssalter fra overflatevannet (0-2 m) på et utvalg av stasjoner i indre Oslofjord (se fig. 3). Hensikten med å analysere på næringssalter i fjordens overflatevann var å få kartlagt situasjonen før nitrogenrensning blir gjennomført (forundersøkelse). Resultatene fra 1993 ble presentert i forhold til SFTs klassifiseringsystem for fjorder (Rygg og Thélin, 1993).

2.4.1. Tilstanden bedømt ut fra siktedyp, klorofyll-*a* og næringssalter i 1994.

I 1994 varierte tilstanden i fjorden mellom klasse IV (dårlig) og I (god) (tabell 5). Den dårligste tilstandsklassen ble gjennomgående registrert for siktedyp (nokså dårlig - dårlig). Sammenlignet med 1993 var forholdene dårligere i Bærumssassenget, Lysakerfjorden og Vestfjorden. Mens fosfat ga tilstandsklasse I (god) for hele fjorden, varierte øvrige næringssalter mellom fjorddelene og årene. Strengt tolket var forholdene i 1994, sammenlignet med 1993, noe dårligere i Bekklagsbassenget, Lysakerfjorden, Bunnefjorden og Vestfjorden, men for enkelte variable var også Havnebassenget og Bærumssassenget i en høyere tilstandsklasse i 1994. En variabel ($\text{NH}_4\text{-N}$) var i en lavere tilstandsklasse i 1994 (Havnebassenget og Lysakerfjorden). Resultatene i 1994 er naturlig nok for siktedyp, avhengig av oppblomstringen av *Emiliana huxleyi* (tildels *Skeletonema*) på sensommeren.

Observasjoner fra vintersituasjonen er foreløpig for få til å analysere nå. Her må flere års verdier samles inn.

Tabell 5. Klassifisering av tilstand etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder. Det finnes totalt 5 klasser: I = god, II = mindre god, III = nokså dårlig, IV = dårlig, V = meget dårlig. Resultater fra 1993 er vist i *kursiv*.

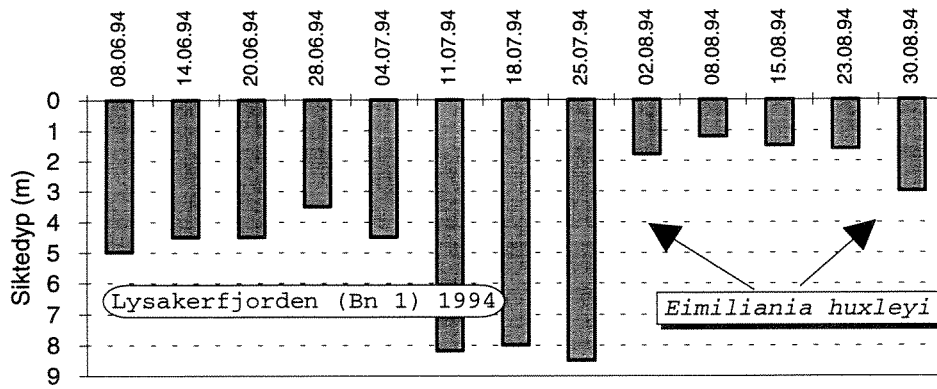
Stasjon	Område	Siktedyp	Kl-a	Tot-P	Po4-P	Tot-N	NO3-N	NH4-N
Ap 2	Havne- basseng	IV <i>IV</i>	IV <i>III</i>	III <i>II</i>	I <i>I</i>	III <i>III</i>	I <i>I</i>	II <i>III</i>
Cq 1	Bekkelags- bassenget	IV <i>IV</i>	III <i>III</i>	III <i>II</i>	I <i>I</i>	III <i>II</i>	III <i>I</i>	III <i>III</i>
Bl 4	Bærums- bassenget	IV <i>III</i>	II <i>II</i>	I <i>I</i>	I <i>I</i>	II <i>II</i>	II <i>II</i>	II <i>I</i>
Bn 1	Lysaker- fjorden	IV <i>III</i>	III <i>II</i>	II <i>I</i>	I <i>I</i>	II <i>II</i>	II <i>I</i>	II <i>III</i>
Ep 1	Bunne- fjorden	III <i>III</i>	III <i>II</i>	II <i>I</i>	I <i>I</i>	II <i>II</i>	II <i>I</i>	II <i>II</i>
Dk 1	Vest- fjorden	IV <i>III</i>	II <i>I</i>	II <i>I</i>	I <i>I</i>	I <i>I</i>	II <i>I</i>	II <i>I</i>

Siktedypet, som gir informasjon om planteplankton og andre partikler i overflatevannet, vil normalt være mest avhengig av planteplanktonmengden, men også påvirkes av partikler, spesielt i nærheten av elveutløp og ved stor nedbør. Nedbøren var mindre enn normalt i mai-juli 1994, men i august var den større enn normal (fig. 5). Figur 30 viser siktedypet gjennom sommeren 1994 fra en stasjon i Lysakerfjorden. Variasjonen gjennom sommeren følger det som har vært vanlig i de senere år, men i august ble siktedypet redusert, som følge av oppblomstringen av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* (tildels også *Skeletonema costatum* i slutten av august). Sammenligner vi 1994 med observasjoner fra 1991-93, år med meget bra siktedyp, ser vi at gjennomsnittlig siktedyp i 1994 var klart mindre (fig. 34).

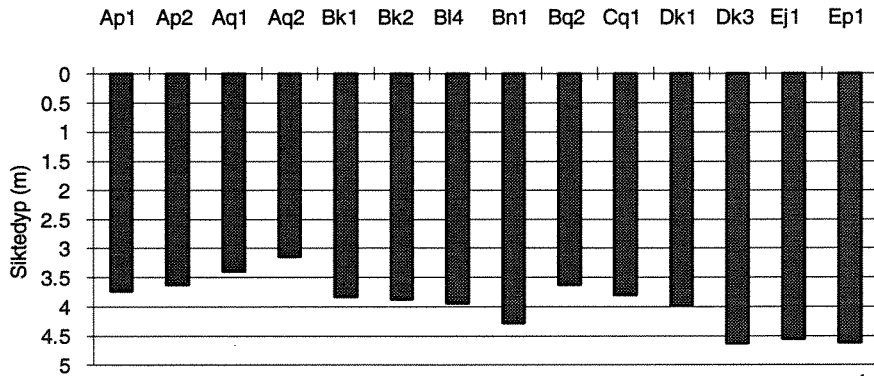
Det var relativt liten forskjell mellom de ulike stasjonene i fjorden i 1994 (fig. 31). Sammenlignes samtlige stasjoner over hele perioden 1991-94 (fig. 32), var imidlertid siktedypet i Oslo havnebasseng klart minst (Aq 2) og omtrent på samme nivå som siktedypet i Bærumsbassenget. I Bekkelagsbassenget var siktedypet noe bedre, både ved selve utslippet til Bekkelaget r.a. (Bq2) og lenger ut (Cq1), mens de største siktedypene ble observert i Vestfjorden og Bunnefjorden. Stasjonen ved utslippet til VEAS (Ej 1) skiller seg ikke fra øvrige stasjoner i Vestfjorden (f.eks. Dk 1) og er klart bedre enn ved utslippet til Bekkelaget r.a. Planteplanktonbiomassen (målt som klorofyll-a) var klart størst i overflaten (0-2m) i Oslo havnebasseng og minst i Vestfjorden (fig. 33). Her skilte seg også Bærumsbassenget ut med lavere verdier.

Siktedypet var spesielt stort i 1991-92 og konsentrasjonen av klorofyll-a liten, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82, men også sammenlignet med observasjoner fra 1983-90. Figur 34 viser siktedyp og klorofyll-a for årene 1991-94, og her fremgår at sommeren 1994 var siktedypet lavere enn tidligere år og konsentrasjonen av klorofyll-a høyere. Størst forskjell ble registrert i Oslo havnebasseng og ved utslippet til Bekkelaget r.a.

Sammenlignes hele perioden 1991-94 med 1973-82 og 1983-90 ligger gjennomsnittlig siktedyp fortsatt klart over de tidligere perioder og klorofyll-a konsentrasjonen var lavere (fig. 35).

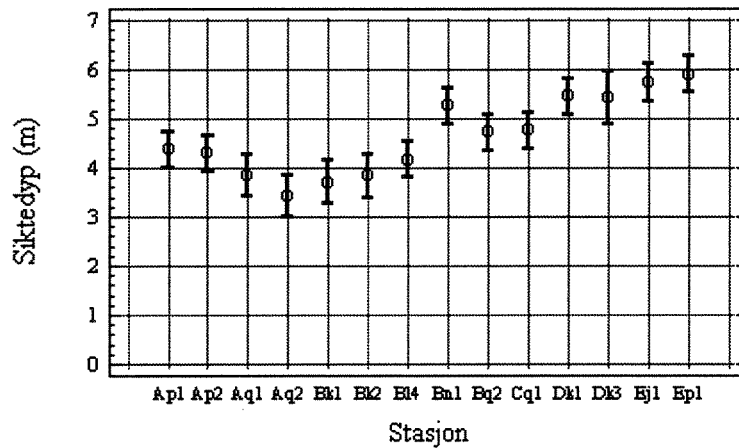


Figur 30. Siktedyp (m) i Lysakerfjorden (Bn 1) juni-august 1994.



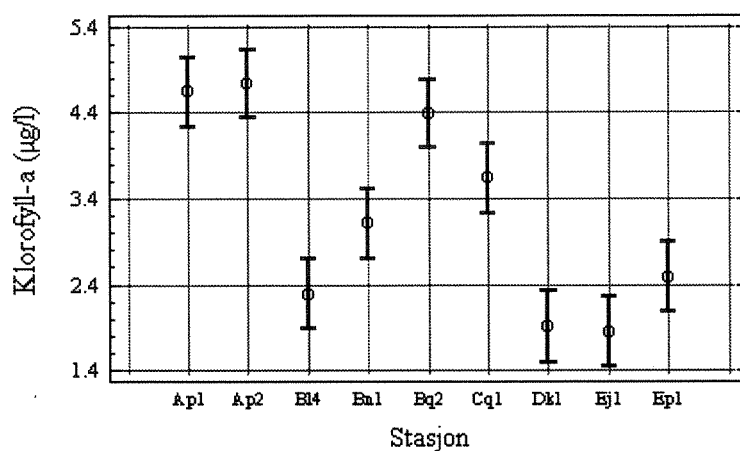
Figur 31. Gjennomsnittlig siktedyp på ulike stasjoner i indre Oslofjord juni-august 1994.

Indre Oslofjord juni-august 1991-94, middelværdi og 95 % LSD intervall

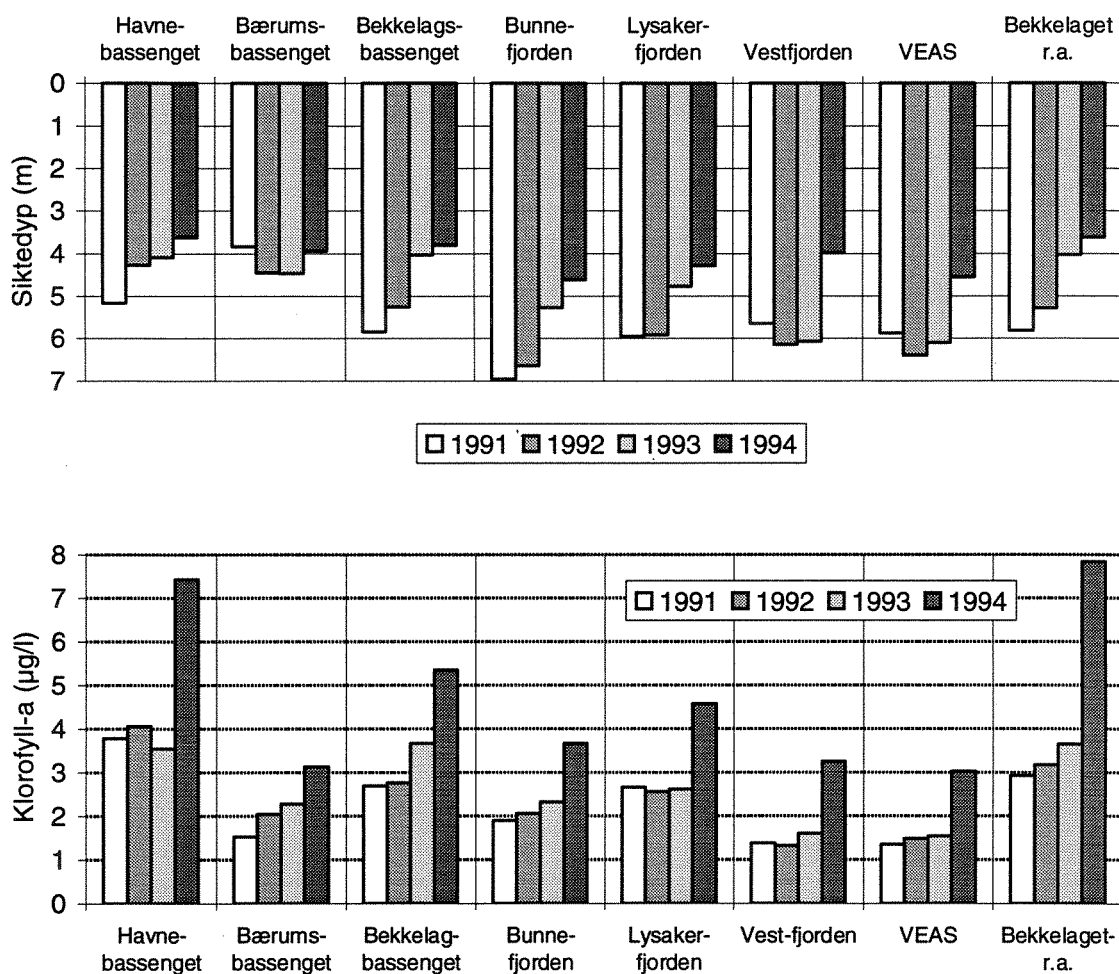


Figur 32. Siktedypet i juni-august på ulike stasjoner i indre Oslofjord 1991-94

Indre Oslofjord juni-august 1991-94, middelverdi og 95 % LSD intervall



Figur 33. Klorofyll-a (0-2 m dyp) på ulike stasjoner i indre Oslofjord 1991-94.



Figur 34. Secthedyp og klorofyll-a (0-2 m dyp) i indre Oslofjord, gjennomsnitt av observasjoner juni-august 1991-94.

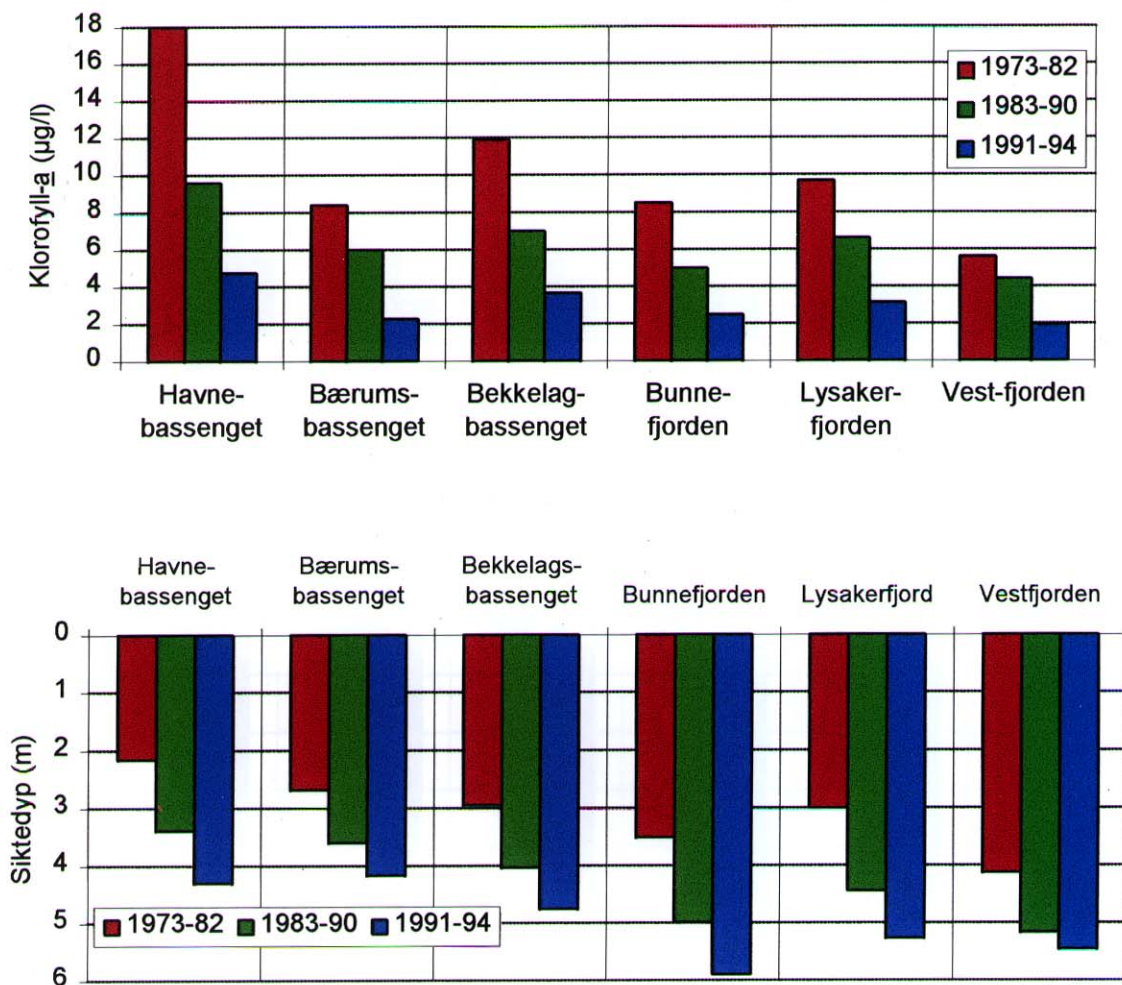
I 1993 ble en hovedfagsoppgave i fysisk oseanografi ved Universitetet i Oslo presentert (Andresen, 1993), hvor siktedypsobservasjoner fra bl.a. indre Oslofjord i tidsrommet 1936-92 er bearbeidet for å undersøke en eventuell utvikling i fjorden. Resultatene skilte seg ikke fra det som her er presentert, dvs. et signifikant større siktedyp i 1982-92 i forhold til 1973-82. Resultatene var entydige enten de var foretatt på det totale materialet eller på målinger tilknyttet utvalgte stasjoner i fjorden. Imidlertid ble det også brukt en annen metode som ga tildels andre resultater. For sommerperioden, som er definert til mai-september, ble den positive utviklingen på 80-tallet nå liggende innenfor det som ble antatt for å være *den naturlige variasjonen*, unntatt for Lysakerfjorden, hvor midlere siktedyp var signifikant større. Analysen viser, på tross av at også "nye" metoden har sin begrensning, at naturlige variasjoner (f.eks. klimabetingede) vanskliggjør en enkel tolking av siktedypsobservasjonene.

Konklusjonene fra tidligere rapporter vil, på tross av de dårligere resultatene fra 1994, fortsatt være gyldige, dvs. at det har vært en positiv utvikling i siktedypet, men at dette ikke bare skyldes gjennomførte rensiltak, men også naturlige variasjoner som f.eks. variasjoner i klima.

Kværneroverløpet

Tilførsler via Kværneroverløpet i 1994 startet i april og ble betydelige fra august, når nedbøren ble større enn normal. Fig. 36 viser at den første store tilførselen fra overløpet kom dagene før den 15.8. da det ble gjennomført et overflatetokt i indre Oslofjord. Overløpet burde ha størst effekt på de stasjoner som ligger nærmest utløpet av Loelva i Kongshavn (f.eks. Aq 2), men også kunne påvirke stasjoner som Cq 1 i Bekkelagsbassenget. Forventet effekt skulle bli redusert siktedyp, økte nitrogen- og fosforkonsentrasjoner og med tiden forhøyd planteplanktonbiomasse i første rekke på de stasjoner som ligger nær utslippet. Foreliggende observasjoner er vist fra stasjoner som ligger nær utslippet og sammenlignet med observasjoner fra Bunnefjorden (Ep 1). På den stasjon (Aq 2) som ligger nærmest Loelva, ble det bare foretatt siktedypsobservasjoner, mens det også ble tatt observasjoner av klorofyll-*a* ved utslippet til Bekkelagets r.a. Næringssaltsobservasjoner finnes bare på en stasjon i nærområdet, stasjon Cq 1 som ligger i Bekkelagsbassenget.

Figur 37 viser at saltholdigheten i overflaten i Bekklagsbassenget var noe lavere fra den 15.8 og ut året, men at forskjellen mellom Bekkelagsbassenget og Bunnefjorden ikke var unormal sammenlignet med resten av året, dvs. det var ikke noen markert ekstra innslag av ferskvannspåvirkning i Bekklagsbassenget. Siktedypet var lavt i fjorden, som følge av den store oppblomstringen av *Emiliana huxleyi* (tildels *Skeletonema costatum*), og et eventuelt signal fra Loelva og overløpet er ikke synbart. Planteplanktonbiomassen, målt som klorofyll-*a*, var noe større i slutten av august enkelte dager i Bekkelagsbassenget, sammenlignet med Bunnefjorden (fig. 39), men heller ikke her er det noen tydelig signal fra overløpet sammenlignet med forholdene resten av året. Derimot viser observasjoner av totalnitrogen (fig. 40) klart større konsentrasjon fra midten av august og ut måneden, spesielt den 15.8. Spesielt tydelig er forskjellen i ammonium den 15.8 mellom Bekklagsbassenget og Bunnefjorden. Av figurene fremgår også at silikatkonsentrasjonen var ekstra stor denne dag i Bekkelagsbassenget, mens fosforkonsentrasjonen ikke ga samme klare bilde.

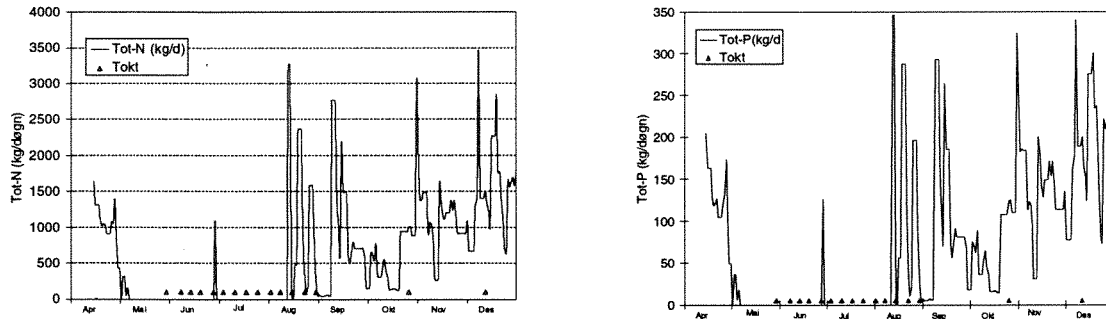


Figur 35. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll-a (0-2m) og siktedyp i juni-august for 1973-82, 1983-90 og 1991-94.

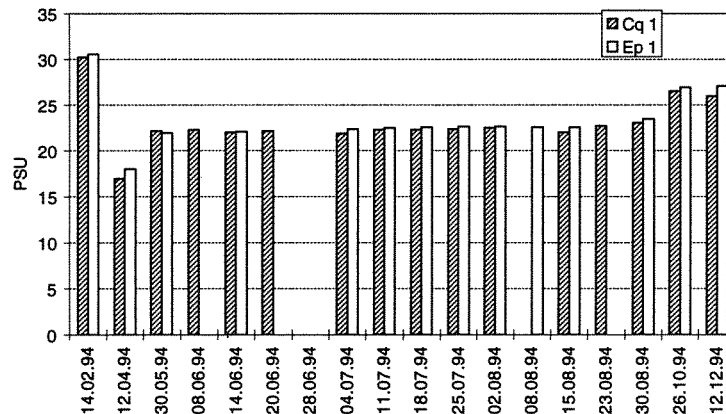
Ytterligere en observasjon fra Bekkelaget kan tyde på at bassenget var belastet mer enn normalt. Oksygenkonsentrasjonen den 15.8 i overflatelaget var ekstremt lav (figur 26 og 27). Det er sjelden så lave konsentrasjoner blir observert i fjordens overflate og dette tyder på utslipp av organisk stoff, spesielt ettersom den store planteplanktonoppblomstringen og rikelig tilgang på næringssalter skulle gi bra oksygenproduksjon via primærproduksjonen. Temperatur og saltholdighetsobservasjonene

viser ikke noen upwelling av oksygenfattig dypvann slik at de lave oksygenverdiene vil trolig skyldes overløpet. Som tidligere påpekt i denne rapport var også oksygenkonsentrasjonen i Bærumsbassenget lav i august, noe som kan peke på at også her var det en ekstra tilførsel av organisk materiale, men også at oksygensituasjonen i Bekklagsbassenget kan vært forårsaket av andre forhold enn Kværneroverløpet.

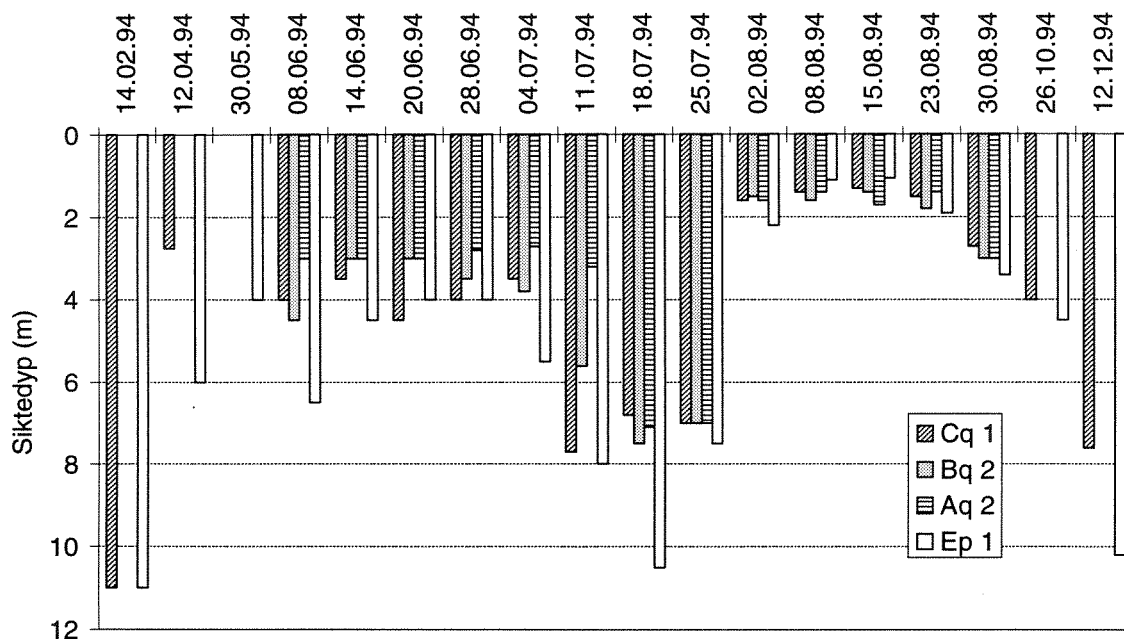
Kværneroverløpet har således satt tydelige spor i hele nærområdet, men som følge av planteplanktonoppblomstringen i august i hele fjorden, har dette ikke blitt synlig m.h.t. siktedyp. Den totale effekten på fjorden av overløpet er foreløpig ikke beregnet.



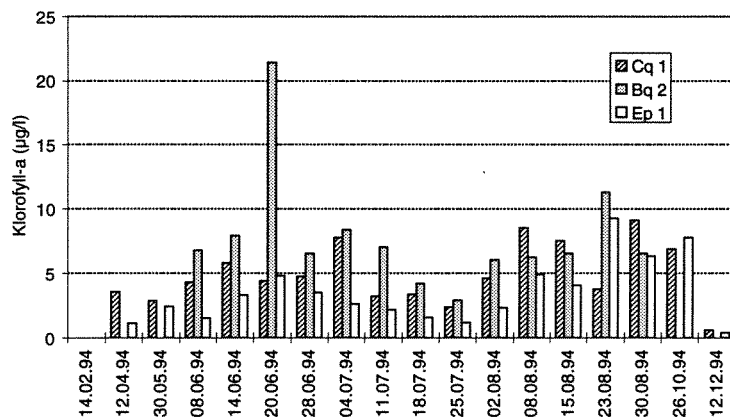
Figur 36. Nitrogen og fosfortilførsler fra Kværneroverløpet april-desember 1994 (Data fra OVA, 1995).



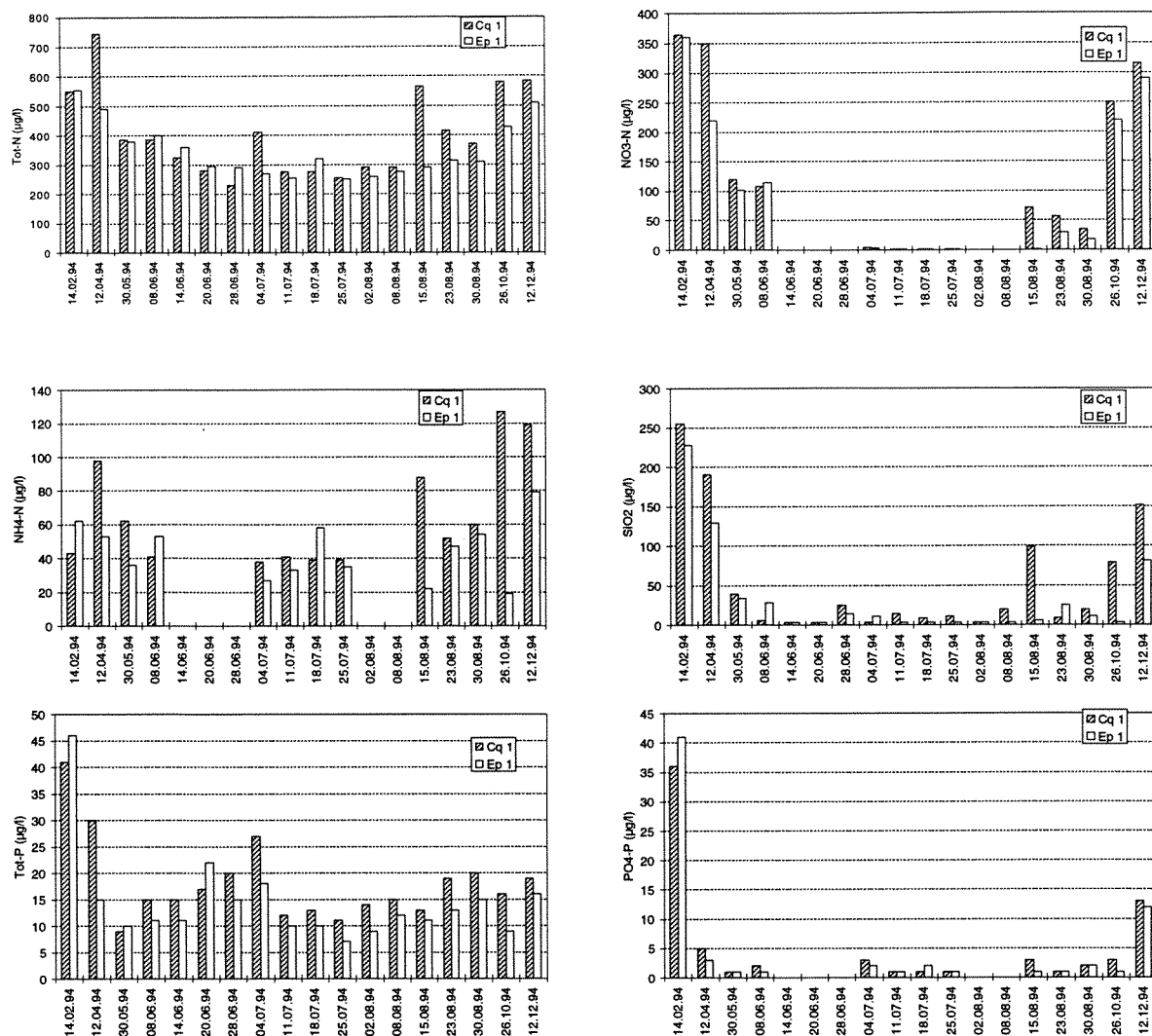
Figur 37. Saltholdighet (PSU) i Bekklagsbassenget (Cq 1) og Bunnefjorden (Ep 1) i 1994.



Figur 38. Siktedyp (m) i Havnebassenget (Aq 2), utslippet til Bekkelagets r.a (Bq 2), Bekkelagsbassenget (Cq 1) og Bunnefjorden (Ep 1) i 1994.



Figur 39. Klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) ved utslippet til Bekkelagets r.a (Bq 2), Bekkelagsbassenget (Cq 1) og Bunnefjorden (Ep 1) i 1994.



Figur 40. Tot-N, NO₃+NO₂-N, NH₄-N, SiO₂, Tot-P og PO₄-P fra overflatevann i Bekklagsbassenget (Cq 1) og Bunnefjorden (Ep 1) i 1994.

2.5. Planteplankton.

Fra vekstsesongen 1994 er det utført kvantitative planktonanalyser på 9 integrerte vannprøver (0-2 meter) fra stasjon DK1 i Vestfjorden (appendikstabell A). Prøvene er tatt i perioden slutten av februar til slutten av august, men prøvetakingen har vært konsentrert om sommermånedene.

De tidlige vårprøvene som ble tatt henholdsvis i slutten av februar og midten av april, inneholdt generelt sett lite planktonalger. I prøven fra februar var det svært lite planktoniske alger å finne - noe som er typisk for vintersituasjonen i våre farvann. Aprilprøven var også relativt fattig på planktoniske alger, men med betydelige forekomster av dinoflagellaten *Katodinium rotundatum*. Samme art forekom tidlig på våren også de to foregående årene, og må dermed kunne betegnes som en viktig vårart i Indre Oslofjord. Ingen av de to vårprøvene inneholdt kiselalger.

Perioden fra slutten av mai til begynnelsen av juli var preget av kiselalger og mindre flagellater. Som vanlig var det *Skeletonema costatum* som blomstret i denne perioden med et maksimaltall på

3,5 millioner celler pr. liter midt i juni (fig. 41). På dette tidspunkt dannet algen lange, fine kjeder som er et tegn på at algen var i fin vekst på innsamlingstidspunktet, men allerede ved neste innsamling tidlig i juli var *Skeletonema* borte fra det øvre vannlaget. Midt i juni var det også en topp i mengden uklassifiserte alger (fig. 42) som i hovedsak består av små flagellerte og uflagellerte celler.

Ceratiene som normalt på grunn av sin størrelse utgjør en betydelig del av algebiomassen i indre Oslofjord utover høsten, økte i antall fra juni og utover juli måned (fig.43). Høyeste celletall for *Ceratium* spp. (ca. 15.000 celler pr. liter) ble funnet i siste halvdel av juli hvor *C. tripos* var den helt dominerende arten.

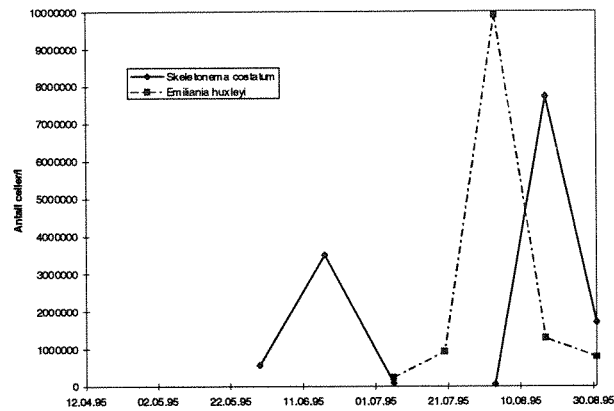
Kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* som de siste årene har blomstret og gitt vannet i indre Oslofjord en grønnblakket farge, hadde en sommerblomstring også i 1994. Høyeste konsentrasjon på 9,9 millioner celler pr. liter ble registret i begynnelsen av august (fig. 41), men allerede i midten av måneden hadde konsentrasjonen sunket til 1,3 millioner celler pr. liter.

På kulminasjonstidspunktet for *Emiliana* startet imidlertid en ny kiselalgeblomstring. Også nå var det *Skeletonema* som blomstret, og ble registret med 7,7 millioner celler pr. liter midt i august (jfr. fig.41). Ved siste innsamling i slutten av august hadde *Skeletonema*-blomstringen kulminert, mens kiselalgeslekten *Chaetoceros* hadde overtatt.

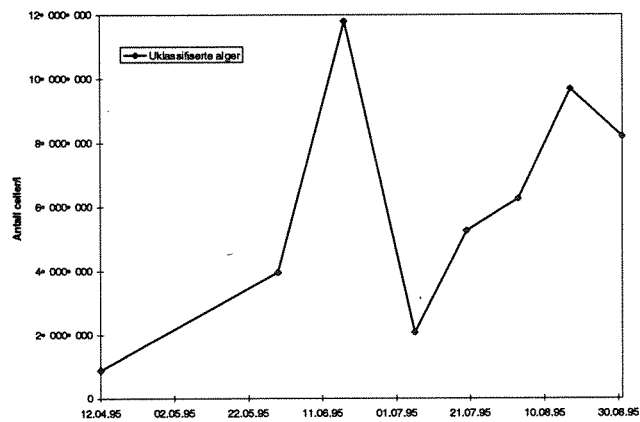
Også i indre Oslofjord forekommer det vanligvis alger som ansees for å være potensielle giftprodusenter. I de senere årene har slekten *Chrysochromulina* som tilhører algeklassen Prymnesiophyceae, blitt sterkt fokusert. Dette har sammenheng med at det i våre nærrområder har vært blomstringer av to arter - *C. polylepis* og *C. leadbeateri* - som begge har vist seg å kunne opptre som giftprodusenter selv om de normalt er harmløse. Høyeste konsentrasjoner av denne slekten ble registrert tidlig i august med 1,7 millioner celler pr. liter.

Dinophysis spp. som er DSP-produsenter (planteplanktonet produserer giftstoffet Diarrheic Shellfish Poisoning), ble funnet i konsentrasjoner over 1.200 celler pr. liter som er faregrensen satt av Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), både i juni, juli og august (fig. 43).

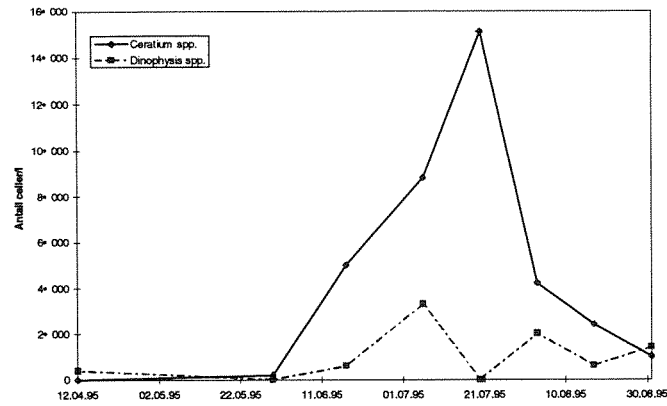
Gyrodinium aureolum som ofte danner blomstringer langs kysten i Sør-Norge, ble også i 1994 observert kun sporadisk i prøvene fra indre Oslofjord. På grunn av at det tas kvantitative planteplanktonprøver kun fra de øvre 2 metrene, er det imidlertid ikke mulig å si noe om denne algen og/eller andre giftige eller potensielt giftige algearter forekommer i urovekkende høye konsentrasjoner lenger ned i vannsøylen.



Figur 41. Forekomster av kiselalgen *Skeletonema costatum* og kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* på stasjon DK1 for perioden mars-august 1994.



Figur 42. Forekomster av uklassifiserte alger på stasjon DK1 for perioden mars-august 1994.



Figur 43. Forekomster av dinoflagellatslektene *Ceratium* og *Dinophysis* på stasjon DK1 for perioden mars-august 1994.

3. Litteratur.

- Andresen, A., 1993. Siktedyp utviklingen i Oslofjorden 1936-92. Hovedfagsoppgave i fysisk oseanografi. Institutt for geofysikk, UiO.
- Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L., 1986: Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning (l.nr. 1922).
- Beyer, F., 1967: Bunn sedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-65. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. delrapport 12. Norsk institutt for vannforskning.
- Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G., 1981: indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).
- Bokn, T., 1979: Bruk av tang som overvåkingsparameter i en næringsrik fjord. I: Overvåking av vattenområden. 15. Nordiska symposiet om Vattenforskning. NORDFORSK, Miljøvårds sekr. publ. 1979,2: 181-200.
- Green, Norman., og Knutzen, Jon., 1993: Miljøgiftundersøkelse i indre Oslofjord. Delrapport nr. 2. Miljøgifter i organismer 1992. Norsk institutt for vannforskning. (Overvåkingsrapport nr. 541/93)(l.nr. 2972).
- Holtan G., 1990: Studier av eldre data. Teoretisk beregning av næringssaltstilførsler til ytre Oslofjord omkring 1910. Delrapport 4.4.a. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp.nr. 398/90. NIVA-rapport l.nr. 2381.
- Konieczny, R.M., 1992: Kartlegging og vurdering av forurensnings situasjonen i bunn sediment fra Oslo havnebasseng. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 2696.

- Konieczny, R.M., (1994). Miljøundersøkelser i indre Oslofjord. Delrapport.4. Miljøgifter i sedimenter. Norsk institutt for vannforskning. Overvåkningsrapport nr. 561/94. (l.nr. 3094).
- Magnusson,J., Konieczny, R.M., Skei, J., 1995. Miljøgiftundersøkelser i indre Oslofjord. delrapport 8. Forslag til mulige tiltak. Norsk institutt for vannforskning. (Overvåkningsrapport nr. 612/95). (l.nr. 3287).
- OVA, 1995. Kværneroverløpsprosjektet. Grunnlag for en fremtidig utslippstillatelse for Bekkelaget renseanlegg og tilhørende tunnelsystem. Vurdering av tiltak for reduksjon av avløpsmengder. Oslo vann- og avløpsverk, Oslo.
- Rygg,B. og Thélin,I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn. SFT-veiledning nr. 92:02.
- Wivestad, T.M., 1995. Forurensningstilførsler i Oslo og Akershus.Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Miljvernavdelingen. Rapport nr 4/95.
- Wold, T., 1995. Vassdrag i Oslo 1994. Status for elvene. Oslo vann- og avløpsverk, Oslo.

Appendiks A. Planteplankton tellinger indre Oslofjord 1994. Resultater av kvantitative planktonalgeanalyser fra stasjon DK1 i Vestfjorden. Tallene angir celler pr. liter.

	22.02.95		12.04.95		30.05.95		17.06.95		06.07.95		20.07.95		03.08.95		17.08.95		31.08.95	
		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m		0-2 m
Indre Oslofjord - 1994 - DK1																		
CRYPTOPHYCEAE																		
cf. Hemiselmis sp.											17800				17800			17800
Leucocryptos marina					8900	71200					88900			35600				
cf. Plagioselmis sp.					88900	338000		231200			88900			569200		426900		35600
cf. Teleaulax acuta					231200	373500		17800			35600			124500		160100		569200
Ubest. cryptophyce, 9 µm				8900		88900		17800										
DINOPHYCEAE																		
cf. Alexandrium excavatum				1200														
Cachonina niei														249000		8900		
Ceratium furca											800			1400		600		1000
C. fusus										1100				800		400		
C. tripos					200	5000		7700			14300			2000		1400		
Cladopyxis claytonii						22100												
Dinophysis acuminata				400										600				800
D. norvegica						600				3300				800		600		600
D. rotundatum														600				
Entemosigma peridinioides						53400												
Gonyaulax diacantha						124500					600							
G. grindleyi				3900						600	2200							
G. sp.														1000		2800		
Gymnodinium elongatum														55300		26500		28700
Gyrodinium aureolum										35600	26500					400		1700

Indre Oslofjord - 1994 - DK1	22.02.95	12.04.95	30.05.95	17.06.95	06.07.95	20.07.95	03.08.95	17.08.95	31.08.95
cf. <i>G. estuareale</i>								17800	17800
<i>G. grenlandicum</i>									
<i>G. sp.</i> , 40 µm		5500		8900	59700	4400	5500		4400
<i>Katodinium rotundatum</i>		338000	71200	106700				142300	462500
<i>K. glaucum</i>						8800	600		2200
<i>Polykrikos sp.</i>							9900	1100	
<i>Prorocentrum balticum</i>			8900	17800	17800	2200			
<i>P. micans</i>					1100	8300	61900	33200	64100
<i>Protoperidinium bipes</i>		200					1100	2200	6600
<i>P. divergens</i>								5000	26500
(DINOPHYCEAE forts.)									
<i>P. cf. pallidum</i>									200
<i>P. pellucidum</i>		4400							400
<i>P. steinii</i>									200
<i>P. spp.</i>					600	600	200		
<i>Scrippsella trochoidea</i>					1100	1100	4400	3300	19900
<i>Torodinium robustum</i>									200
Ubest. thecate dinoflagellater, <10 µm					35600	17800	35600	249000	498100
" " 10-20 µm		71200	8900		88900	142300	195700	249000	1494200
" " 20-30 µm		115600			6600	8900	8900	124500	4600
" " > 30 µm		1700			2200	4400	2200	600	1100
Ubest. thecate dinoflagellater, < 10 µm									
" " 10-20 µm				88900		600	26700	17700	11100
" " 20-30 µm								11100	6600
PRYMNESIOPHYCEAE									
<i>Chrysochromulina spp.</i> , <5 µm				711500	106700	533600	1565300	604800	426900
<i>C. spp.</i> , 5-10 µm				35600	160100	17800	142300	35600	106700

Indre Oslofjord - 1994 - DK1	22.02.95	12.04.95	30.05.95	17.06.95	06.07.95	20.07.95	03.08.95	17.08.95	31.08.95
C. spp., 10-20 µm					17800		8900		
Emiliana huxleyi					231200	925000	9890000	1280700	782700
CHRYSOPHYCEAE									
Apedinella spinifera									17800
Calycomonas cf. gracilis			71200						
C. ovalis			17800						
Dictyocha speculum, flag. stad.				35600					
Dinobryon petiolatum				8900			44500		
D. sp.			8900		124500	17800	8900		
Pseudopedinella pyriformis		17800		8900	693700		71200	35600	
Pterosperma cristatum						53400			
BACILLARIOPHYCEAE									
Cerataulina pelagica								11100	302400
Chaetoceros affinis									600
C. calcitrans								35600	2988300
C. decipiens			4400	11000					
C. socialis							1400		35600
C.spp.			53400		302400			355800	3486400
Cylindrotheca closterium				600	1100			26700	160100
Leptocylindrus danicus					22100	62300	17800	4400	44500
L. danicus, hv. sporer				6000					
L. minimus				17800	142300	44500			
Proboscia alata						1100			

Indre Oslofjord - 1994 - DK1	22.02.95	12.04.95	30.05.95	17.06.95	06.07.95	20.07.95	03.08.95	17.08.95	31.08.95
Pseudo-nitzschia spp.				600	11100				26700
Rhizosolenia fragillissima				36900	88400	8900		22100	
Skeletonema costatum			569200	3504200	80000		53400	7720000	1707600
Thalassionema nitzschioides				1100					
Ubestemt sentrisk diatome, 5 µm					1547600	106700	8900		213500
Ubest. pennate diatomeer, >30 µm				600	14800				
EUGLENOPHYCEAE									
Eutreptia/Eutreptiella sp., 60-80 µm					4400				
Ubest. euglenophyce, 15-20 µm		302400							
PRASINOPHYCEAE									
Pachysphaera sp.				8900	17800		35600	35600	284600
Pterosperma cristatum									
Pyramimonas cf. exigua				426900				35600	
P. spp.				17800			320200	231200	142300
UKLASSIFISERTE ALGER									
Flagellater med intakt flagell, <5 µm	35600	88900	2490300	11170700	1369700	4518200	4909400	6545900	6901600
" 5-10 µm	8900	426900	515900	498100	533600	462500	640400	426900	509200
" 10-20 µm		124500	35600	17800					
Uten flageller <5 µm	53400	195700	853800	71200	177900	249000	640400	2632600	284600
" 5-10 µm		53400	71200	35600		35600	71200	71200	498100

	22.02.95	12.04.95	30.05.95	17.06.95	06.07.95	20.07.95	03.08.95	17.08.95	31.08.95
Indre Oslofjord - 1994 - DK1									
ZOOFLAGELLATER									
Telonema subtilis							35600		
KRAGEFLAGELLATER									
Ubestemte krageflagellater			53400	53400			35600	17800	
CILIATER									
Parafavella sp.					285100	2200		2200	2200
Ubestemte ciliater				260800	26500	26500	42000	59700	75100



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten
oppgi løpenummer 3341:95

ISBN 82-577-2870-5