

Fagrådet

for vann- og avløpsteknisk
samarbeid i indre Oslofjord



Statlig program for
forurensningsovervåkning

Rapport nr. 525/93

Overvåkning av forurensnings- situasjonen i indre Oslofjord 1992



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: 71092	Underrn:
Løpenr.: 2890	Begr. distrib.: Fri

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Overvåking av forurensnings situasjonen i indre Oslofjord 1992. (Overvåkingsrapport nr. 525/93). TA nr. 960/1993.	Dato: 15.5.1992	Trykket: NIVA 1993
Forfatter(e): Jan Magnusson Torbjørn Johnsen	Faggruppe: Marinøkologisk	
	Geografisk område: Oslo, Akershus, Buskerud	
	Antall sider: 39	Opplag: 200

Oppdragsgiver: Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): A. Rosendahl
---	--

Ekstrakt: Observasjonene fra 1992 forsterker den positive trenden som tidligere er registrert for overflatevannets kvalitet. De meget gode forhold som også ble registrert sommeren 1992 skyldes sannsynligvis ikke bare gjennomførte rensetiltak, men også gunstige kilmaforhold. Den svakt positive oksygenutviklingen i Vestfjordens dypvann fortsetter, men det oppsatte målet for oksygenkonsentrasjonen er ikke nådd. Den negative oksygenutviklingen på mellomdyp i Vestfjorden fortsetter. I Bunnefjorden var dypvannsfornyelsen dårlig i 1992, men på tross av lave oksygenkonsentrasjoner lå disse innenfor normalvariasjonen, dvs. det har ikke skjedd noen forverring av forholdene. I Drøbaksundet fortsetter den negative oksygenutviklingen. De milde vitrene siden 1989 er trolig den direkte årsaken til gjennomgående høyere temperaturer og lavere saltholdighet og derved lavere egenvekt på dypvannet i fjorden, noe som kan ha hatt konsekvenser for dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden.

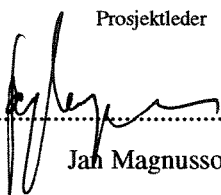
4 emneord, norske

1. Forurensningsovervåking
2. Oslofjorden
3. Hydrografi
4. Planteplankton

4 emneord, engelske

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

Prosjektleder


Jan Magnusson

For administrasjonen


Vorgeir Bakke

ISBN82-577-2306-1

**FAGRÅDET FOR VANN- OG AVLØPSTEKNISK SAMARBEID I INDRE
OSLOFJORD**

**OVERVÅKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I
INDRE OSLOFJORD
ÅRSRAPPORT 1992**

OSLO DEN 15.5.1993

Prosjektleder: Jan Magnusson

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

Norsk institutt for vannforskning

Forord

På oppdrag av **Fagrådet for vann -og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord** utfører Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) 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 er idag:

Oslo vann- og avløpsverk:	P.Hallberg (formann)
Biologisk Institutt:	T.Andersen
Bærum vann- og kloakkvesen:	H.K.Hoff
Statens forurensningstilsyn:	I.Thélin
Fylkesmannen Oslo og Akershus:	K.Fagernes
Norsk institutt for vannforskning:	J.Magnusson (sekretær)

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport fremlegger resultater fra 1992.

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

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

Ved NIVA har Unni Efraimsen og Frank Kjellberg deltatt på de hydrografiske tokter og i bearbeidelsen av data. Erik Bjerknes har hatt ansvaret for gjennomføringen av overflatetoktene sommerstid sammen med OVA. Torbjørn Johnsen og Evy R. Lømsland har analysert planteplankton og skrevet kap. 3.3.4.

Oslo den 15.5.1993

Jan Magnusson

INNHALDSFORTEGNELSE:

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	4
Konklusjoner.	4
Resultater.	5
2. INNLEDNING.....	7
2.1 Forurensningstilførsler.	7
2.2 Effekter av forurensningstilførslene.....	7
2.3 Gjennomføring av prosjektet.....	8
2.3.1 Hydrografi og vannutskifting.	8
2.3.2. Overflateobservasjoner.....	9
2.3.3. Fastsittende alger (isskuring).	12
2.3.4. Hyperbenthosundersøkelser.....	12
2.3.5. Sedimentundersøkelser.....	12
2.3.6. Bløtbunnsfaunaundersøkelser.	12
3. RESULTATER OG DISKUSJON.....	12
3.1. Dypvannsfornyelsen.....	12
3.2. Dypvannsfornyelsen og klima.....	18
3.3. Oksygenforhold.....	20
3.4. Overflatelagets vannkvalitet.....	31
3.4.1. Siktedyp og planteplanktonbiomasse (klorofyll-a).....	31
3.4.2. Planteplanktonet i 1992.....	37
4. Litteratur.....	39

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Overvåkingsprogrammet for indre Oslofjord har som mål å følge forurensningsutviklingen i fjorden. I 1992 ble dypvannsfornyelse og oksygenforhold fulgt opp. Overflatelagets vannkvalitet ble observert ved ukentlige registreringer av siktedyp og planteplanktonbiomasse (klorofyll-a) i tidsrommet juni-august. Av undersøkelser som ikke skal rapporteres i denne årsrapport, men som det er arbeidet med i perioden skal nevnes hyperbenthosundersøkelser, enklere observasjoner av fastsittende alger på utvalgte stasjoner i Bunnefjorden (isskuringsundersøkelser), samt oppstart av bløtbunnsfaunaundersøkelser og miljøgifter i sedimenter. For samtlige av disse undersøkelser er feltarbeidet gjennomført.

Konklusjoner.

Overflatelaget i indre Oslofjord har siden begynnelsen av 1980-tallet blitt bedre (Magnusson m.fl. 1992). Siktedypet sommertid har økt, og planteplanktonbiomassen (klorofyll-a) har avtatt i fjordens overflate (0-2 meters dyp). Resultatene fra 1992 forsterker de tidligere trukne konklusjonene, dvs. det har skjedd en forbedring av forurensnings situasjonen som følge av gjennomførte rensetiltak, men et forbehold må taes for de spesielle klimatiske forhold i de senere år. Siktedyp og planteplanktonbiomasseobservasjonene må sannsynligvis tolkes slik at den ytterlige forbedring disse observasjonene gir i 1991 og 1992 ikke alene kan godtgjøres av rensetiltak.

Forandringen i fjorden har vært størst i de nå avlastede bassengene, spesielt Oslo havnebasseng.

Forholdene i Oslofjordens dypvann ble fra 1930-tallet stadig dårligere. Utviklingen synes å ha kulminert på 1970-tallet. I Vestfjordens dypvann er det en liten, men signifikant økning av oksygenkonsentrasjonen over tidsrommet 1973-92, men i mellomnivåer (ca. 30 meters dyp) har den negative trenden blitt forsterket. I Bunnefjorden har de siste årenes manglende dypvannsfornyelse stoppet den positive utviklingen. En meget beskjeden dypvannsfornyelse i 1992 har ikke gjort forholdene gunstigere. Heller ikke på mellomnivåer (25-50 meters dyp) i Bunnefjorden kan det konstateres noen signifikant negativ eller positiv utvikling. De senere års milde vintre kan ha bidratt til den dårlige dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden de siste årene.

Tilførsel av plantenæringsstoffer er idag ca 3 og 6 ganger større for h.h.v. fosfor og nitrogen sammenlignet med estimerte tilførsler i 1910. Forskjellen i tilførsler mellom nitrogen og fosfor skyldes gjennomførte rensetiltak i tidsrommet 1970-90. De registrerte positive resultater i fjorden skyldes vesentlig reduksjonen av forurensningstilførslene. De dårlige forholdene i Bunnefjorden i 1989-92 skyldes sannsynligvis den dårlige dypvannsfornyelsen, som i sin tur kan være en funksjon av de milde vintrene i 1989-92.

I Drøbaksundet bekrefter resultatene fra 1992, en negativ oksygentrend om høsten, sammenlignet med observasjoner fra 1930-1960. De lave oksygenkonsentrasjoner i Drøbaksundet senhøsten og tidlig vinter 1991/1992 fikk betydning for indre Oslofjord ved at disse vannmasser deltok i dypvannsfornyelsen.

Resultater.

Dypvannsfornyelsen i indre Oslofjord startet med en mindre vannutskiftning oktober til desember 1991. Det var forholdsvis varmt vann som strømmet inn til Vestfjorden ($> 10^{\circ}\text{C}$). En ny, større dypvannsfornyelse kom i februar, fulgt av mindre utskiftninger i april/mai, og bidro til at den totale fornyelsen av vann mellom 20 meters dyp og bunn var betydelig bedre enn normalt i Vestfjorden, men beskjeden i Bunnefjorden. Totalt for fjorden ble vannutskiftningen omtrent normal.

Dypvannet i Vestfjorden og Bunnefjorden har de seneste 4 årene blitt varmere og har fått lavere saltholdighet, hvilket gir en stadig lavere egenvekt på vannmassene i dypet. Sannsynligvis er denne utviklingen en følge av de milde vintrene i 1989-90 og 1992. De milde vintrene kan ha hatt betydning for dypvannsfornyelsen størrelse, ved å gjøre den mindre effektiv.

Oksygenkonsentrasjonen i det innstrømmende vannet fra Drøbaksundet var klart lavere enn normalt frem til februar 1992, hvilket gav mindre oksygentilførsel til Vestfjordens dypvann.

Oksygenforholdene i Bunnefjorden 1992 var, som følge av den beskjedne dypvannsfornyelsen, innenfor normalvariasjonen sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82. Oksygenminima som var lavere enn gjennomsnittet ble observert på 16-20 meters dyp.

Det er ikke noen signifikante trender (negative eller positive) i oksygenutviklingen i Bunnefjordens vannmasser i oktober måned 1973-92. De oppsatte mål for oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjordens dypvann er foreløpig ikke nådd, men den negative utviklingen synes å ha stoppet opp.

I Vestfjordens dypvann er oksygentrenden i oktober måned 1973-92 signifikant positiv (dvs. økende oksygenkonsentrasjoner). Imidlertid gir tilsvarende analyse av oksygenutviklingen på mellomdyp (30 meter) en klart negativ trend (avtakende oksygenkonsentrasjoner). Trenden er forsterket av observasjoner etter 1981 og sannsynligvis har kloakkutslippet fra renseanlegget (SRV) bidratt. Imidlertid startet den negative utviklingen før etableringen av dette utslippet. De oppsatte mål for oksygenkonsentrasjonen i dypvannet om høsten er foreløpig ikke nådd.

Observasjoner fra Drøbaksundet 1992 bekrefter den tidligere konstaterte negative oksygentrenden i området. Som i 1989-90 har den lave oksygenkonsentrasjonen vært av betydning for oksygentilførselen til indre Oslofjord ved dypvannsfornyelser.

Overflatelagets vannkvalitet har blitt bedre siden 1970-tallet. En sammenligning av gjennomsnittlig siktedyp og klorofyll-a i juni til august i 1973-82 med juni-august i 1983-90 viste signifikant økende resp. avtakende middelverdier (ca. 0.5 til 1 meter for siktedypet) i hele indre Oslofjord (Magnusson m.fl. 1992). Forbedringen har vært størst i Oslo havnebasseng, Bunnefjorden og Lysakerfjorden. Resultatene fra sommeren 1991 og 1992 forsterker denne utviklingen. Imidlertid er det ikke sannsynlig at forbedringen 1991 og 1992 kun skyldes rensetiltak, men også spesielle klimaforhold (nedbørsfattig juli og august i 1991 og juni 1992).

Algemengden i indre Oslofjord må i 1992 karakteriseres som moderat, men med et artsfattig planteplankton. Lavt artsantall og relativt få dominerende arter finner en ofte i eutrofe områder. Mange planteplanktonarter er svært følsomme når de for eksempel utsettes for

tungmetallbelastning. Spesielt kiselalgene synes å ha ugunstige vekstforhold i indre Oslofjord. Ingen store blomstringer av giftige alger kunne registreres i prøvene fra 1992, men både potensielle giftprodusenter og giftproduserende alger ble registrert.

Tilrådinge:

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

Oppmerksomheten bør rettes mot:

- De ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjonene på mellomdyp i Vestfjorden.
- Siste års meget lave oksygenkonsentrasjoner nær overflaten om høsten i Bunnefjorden.
- Drøbaksundets avtakende oksygenkonsentrasjon, som tidvis gir mindre oksygentilførsel ved dypvannsfornyelsene til indre Oslofjord.
- klimaeffektene innflytelse på dypvannsforyelsen i fjorden.

For å øke kunnskapen om forholdene i indre Oslofjord bør beregningsgrunnlaget forbedres (modellutvikling). Det er fortsatt av betydning å få bedre kjennskap til spredning og fordeling av restutslippene av innlagret rensed avløpsvann i fjorden, samt det innlagrede vannets kjemiske egenskaper.

En forbedring av oksygenforholdene i indre Oslofjord krever ytterligere reduksjoner i den totale forurensningsbelastningen på fjorden, dvs. en reduksjon av næringssalter og organisk stoff. Foruten en nitrogenreduksjon i avløpsvann bør det også vurderes på kunstig vei å øke dypvannsforyelsen i Bunnefjorden. Et slikt tiltak vil ikke kunne erstatte en reduksjon av tilførselene, men i første rekke kunne brukes for å unngå ekstremår, samt å påskynde en forventet naturlig forbedring av forholdene som følge av rensedtiltak.

Sett i lyset av at en mildere klimatype gradvis kan forventes, vil trolig de naturlige krefter bak dypvannsforyelsen kunne svekkes og derved tilførselen av oksygen til fjorden bli dårligere. Dette vil stille større krav til rensing og andre tiltak, hvis oppsatte mål skal nås.

For å forbedre oksygenforholdene i Drøbaksundet er det nødvendig med reduksjon av forurensningstilførsler til ytre Oslofjord, spesielt tilførselene til Mossesundet - Breidangen og Drammensfjorden,

2. INNLEDNING.

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

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 1992 bestod overvåkingsprogrammet av fem deler: Overvåking av oksygenforholdene og overvåking av dypvannsfornyelsen, overflatelagets vannkvalitet målt ved siktedyp og klorofyll a (planteplanktonbiomasse), undersøkelse av horisontalutbredelsen av fastsittende alger i enkelte deler av Bunnefjorden (isskuringsundersøkelser), oppstart av sedimentundersøkelser på miljøgifter (koordinert med et miljøgiftsprosjekt finansiert av STF), samt undersøkelser av dyresamfunnet nær bunnen (hyperbenthos). Hyperbenthosundersøkelsene ble gjennomført i sin helhet av F.Beyer ved Biologisk institutt, (UiO), og vil bli rapportert i 1993.

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

2.1 Forurensningstilførsler.

Den dominerende forurensningstilførslen til indre Oslofjord er kommunalt og industrielt spillvann. Dagens tilførsler (1991) 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 renselanlegg startet i begynnelsen av 1970-tallet, og det siste store renselanlegget 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). Figuren viser i store trekk utviklingen gjennom årene med en topp rundt 1970 for fosfortilførslen og at nitrogentilførslen ikke har avtatt.

2.2 Effekter av forurensningstilførslene.

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg i første rekke om eutrofi-effektene i fjorden, men i 1992\93 vil også miljøgiftsituasjonen i fjorden klartlegges. Den store næringsstoffs tilførslen gir en økt primærproduksjon og en større planteplanktonbiomasse enn naturlig. Gjennom-

skinneligheten i vannet avtar (lavt siktedyp) Den organiske belastningen på fjordens dypere vannmasser blir stor når planteplankton synker ut av fotosyntesesesonen. Planteplanktonet nedbrytes av bakterier under 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 Bærumsbassenget og tildels Bekkelagsbassenget har det hittil blitt dannet hydrogensulfidholdige vannmasser hvert år. I Bunnefjorden og Lysakerfjorden kan det enkelte år bli registrert tildels store mengder råttent vann. I Vestfjorden blir oksygenkonsentrasjonen normalt lav om høsten, men foreløpig er 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 dessverre 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 m.fl. 1977) 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 som dekker fjordbunnen) og ved Sætre (nedsatt pH og høye nitrogenkonsentrasjoner i vann). I tillegg er den diffuse tilførsel av miljøgifter fra industri og andre kilder et problem for fjorden. Høsten 1991 ble det observert store miljøgifts-konsentrasjoner i sedimentene i havnebassenget i Oslo (Konicenzny 1992).

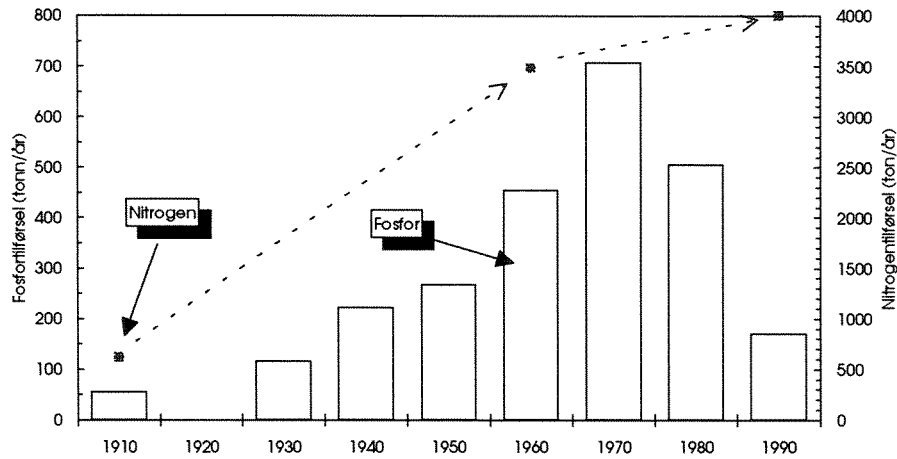
2.3 Gjennomføring av prosjektet.

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 1992 står Biologisk institutt ved Fredrik Beyer for hyperbenthosundersøkelser og John Gray for bløtbunnsfaunaundersøkelser.

2.3.1 Hydrografi og vannutskifting.

Toktvirksomheten fremgår av tabell 1 og stasjonsnett av figur 2.

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 salt-holdighet 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. Det ble også innsamlet vann til analyse av totalfosfor (EP1, DK1 og IM2). Videre ble siktedypet observert og klorofyll-a analysert på vann fra 0-2 meters dyp. Analysemetodene er beskrevet i tidligere rapporter (bl.a. Bokn m.fl.1979).



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

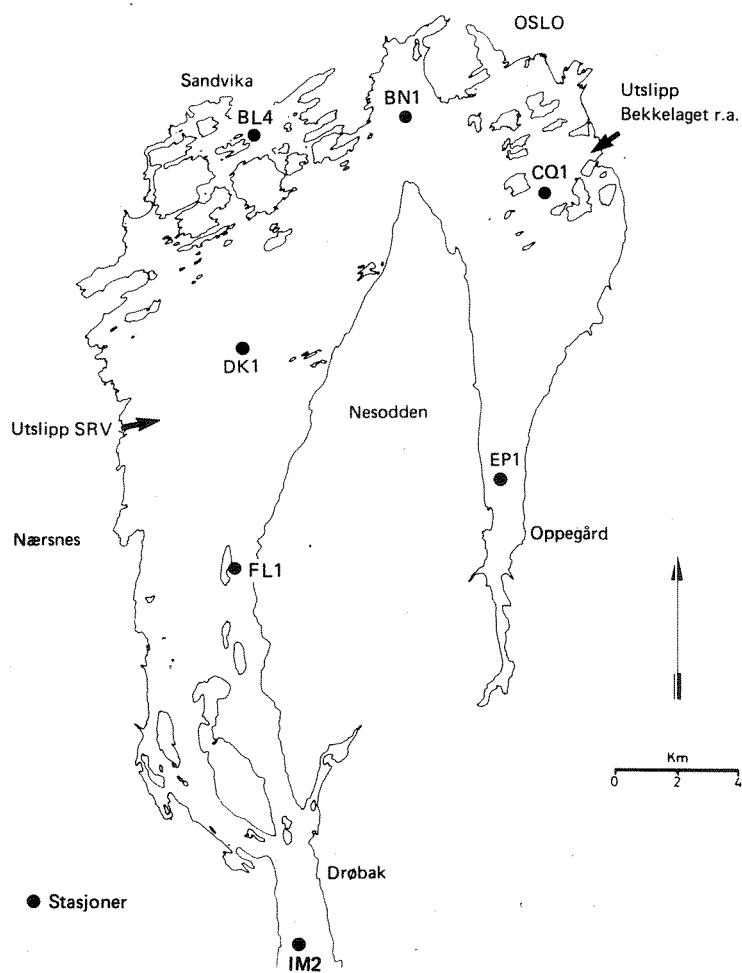
Tabell 1. Tokt og observasjoner i Oslofjorden 1992.

Dato	Stasjoner
27.2.1992	BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2
1.4.1992	BL4, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2
25.5.1992	BL4, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2
18.8.1992	BL4, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2
21.10.1991	BL4, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2
15.12.1991	BL4, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, IM2

2.3.2. Overflateobservasjoner.

I tidsrommet juni-august ble det gjennomført omtrent ukentlige tokter til 14 stasjoner i indre Oslofjord (figur 3). Det ble tatt prøver til analyse av planteplankton og klorofyll-a, observert siktedyp, samt foretatt innledende analyser av næringssalter (tot-N og tot-P). Kvantitative planteplanktonprøver ble tatt fra 0-2 meters dyp og konserverte med formalin. Kvalitative

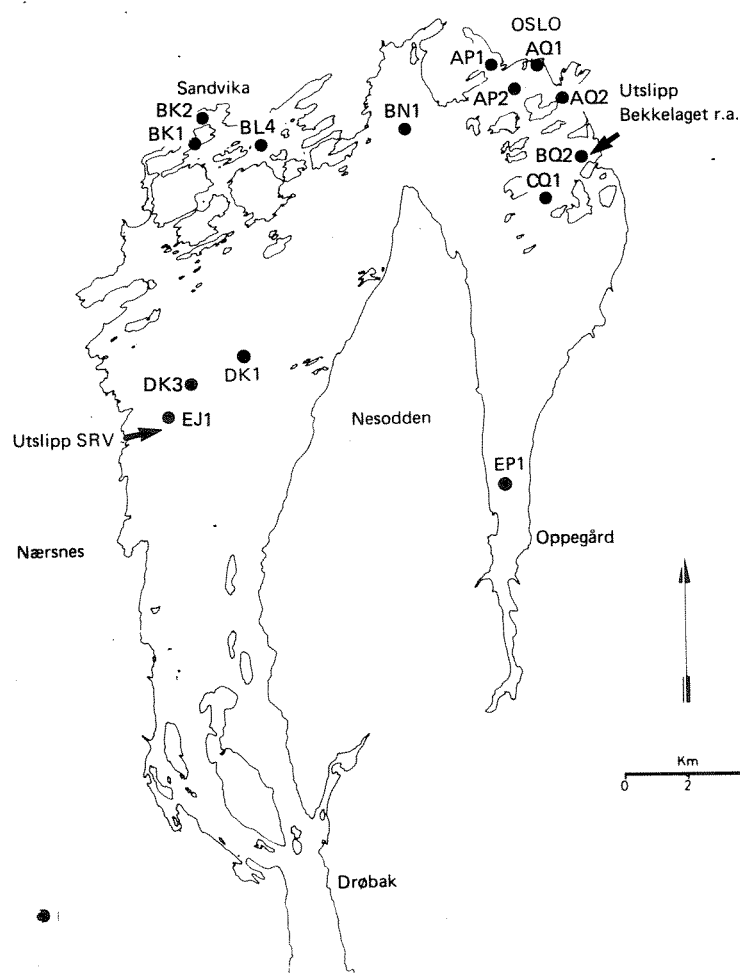
overflateprøver av planteplankton ble tatt med håv (10 μ) og konservert med formalin. Observasjonene ble samlet inn av Vestfjordens avløpsselskap og Bærums vann- og kloakkvesen (Vestfjorden og Bærumbassenget) samt av Oslo vann- og avløpsverk og NIVA (Lysakerfjorden, havnebassenget, Bekkelagsbassenget og Bunnefjorden). Tabell 2 viser gjennomførte tokt i 1992. Planteplanktonprøver ble kun innsamlet på stasjonene AP2, BL4, BN1, BQ2, DK1 OG EP1. Analyser er gjennomført på kvantitative prøver fra stasjon DK1 .



Figur 2. Hydrografiske stasjoner i 1992.

Tabell 2. Overflateobservasjoner juni til august i 1992 (siktedyp og klorofyll a).

Stasjoner: AP1,AP2,BN1,BQ2,CQ1, EP1,AQ1 og AQ2.	Stasjoner: BK1,BK2,BL4,EJ1, DK1,DK3.
Observatør: OVA og NIVA	Observatør: BVK og VEAS
DATO: 1992: 3.6,9.6,15.6,22.6,29.6,6.7,14.7, 20.7,27.7,4.8,10.8,17.8,24.8,1.9	DATO: 1992: 2.6,4.6,12.6,17.6,23.6,1.7,9.7, 15.7,23.7,27.7,31.7,4.8,7.8,12.8, 21.8,26.8



Figur 3. Stasjonsnett for overflateobservasjoner, juni-august 1992.

2.3.3. Fastsittende alger (isskuring).

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 og enkle observasjoner for å se på dette er gjennomført. Rapportering av denne delundersøkelse vil skje i neste årsrapport.

2.3.4. Hyperbenthosundersøkelser.

Undersøkelsene gjennomføres av Fredrik Beyer ved Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo. Feltarbeidet er avsluttet og store deler av materialet er analysert og bearbeidet. Det foretas nå kompletterende analyser, og rapport vil foreligge høsten 1993.

2.3.5. Sedimentundersøkelser.

Denne undersøkelsen er koordinert med en mer omfattende miljøgiftsundersøkelse som NIVA gjennomfører for SFT. Innsamling av data er gjennomført og rapport vil bli ferdig høsten 1993.

2.3.6. Bløtbunnsfaunaundersøkelser.

Undersøkelsen gjennomføres under ledelse av John Gray ved Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo. Innsamling av prøver ble utført i mars 1993. Bearbeidelse av materialet vil bli utført i 1993 og rapport vil foreligge i 1994.

3. RESULTATER OG DISKUSJON.

3.1. Dypvannsfornyelsen.

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. 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 næringskonsentrasjoner enn det gamle dypvannet inne i fjorden. Når det nye dypvannet strømmer inn over Drøbaksterskelen blandes det med gammelt fjordvann. Stor tetthetsforskjell og lange, i tid sammenhengende, innstrømninger er gunstige sett ut fra 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 gjennom de siste 50 årene. På tross av at den midlere reduksjonen er relativt beskjedent, vil den være av betydning for tilførselen av oksygen til indre Oslofjord. Også ved normal dypvannsfornyelse vil 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). Beregningen bygger på sporing av vannmasser i temperatur/saltholdighetsdiagrammer (T/S-diagrammer), og hvert resultat kontrolleres mot oksygen og totalfosforkonsentrasjoner. Ettersom de sistnevnte parametere ikke er konservative vil det ikke oppnås fullstendig overensstemmelse. Dessuten er vannutskiftningen basert på enkelte stasjoner som DK1 for hele Vestfjorden og vil derfor gi lavere volumer enn reelt. Således er de beregnede dypvannsfornyelsene mer å betrakte som relative enn absolutte tall.

Beregningen av dypvannsfornyelser følger ikke kalenderår. Isteden brukes tidsrommet 1.10 - 30.9. Den hydrografiske utviklingen i 1991-92 fremgår av figurene 4 -10, som viser variasjonen av vannets temperatur, saltholdighet, oksygen i Bunnefjorden, Vestfjorden og Drøbaksundet.

Dypvannsfornyelsen startet i oktober 1991. Deretter ble det registrert litt større vannutskiftninger i desember 1991 til februar 1992. En ny, men noe mindre fornyelse ble registrert mellom februar og april, samt en mindre fornyelse i mai 1992.

Det nye dypvannet som strømmet inn i Vestfjorden frem til februar 1992 var relativt varmt (figur 4). Dette er vanlig ved tidlige innstrømninger om høsten, men skyldes også i år sannsynligvis den milde vintertemperaturen. Oksygenkonsentrasjonen i det innstrømmende vannet var i denne perioden lavere enn normalt (ca. 4.9 ml/l), som følge av lave oksygenkonsentrasjoner i Drøbaksundet (figur 10). Ved den etterfølgende fornyelsen var oksygenkonsentrasjonen på det innstrømmende vannet normal. I Vestfjorden ble ca. $4.500 \cdot 10^6$ m³ fra 20 meters dyp til bunn skiftet ut i løpet av vinteren.

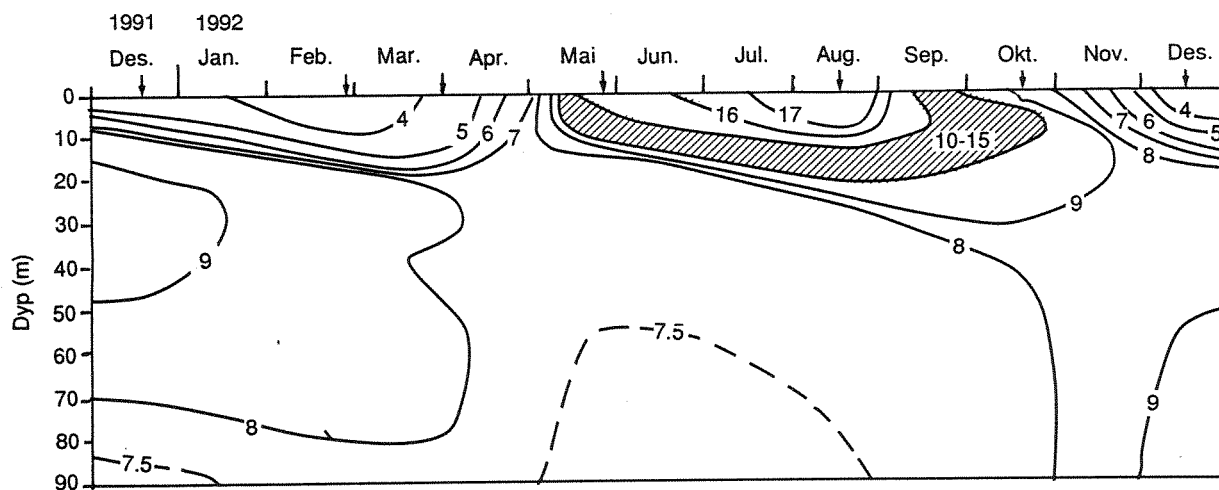
I Bunnefjorden var dypvannsfornyelsen beskjedent i 1992. Mindre enn 20 % av vannmassen dypere enn 20 meters dyp ble berørt.

Totalt for indre Oslofjord var fornyelsen i 1992 omtrent normal (figur 11), men med dårlig utskiftning i Bunnefjorden og bra i Vestfjorden.

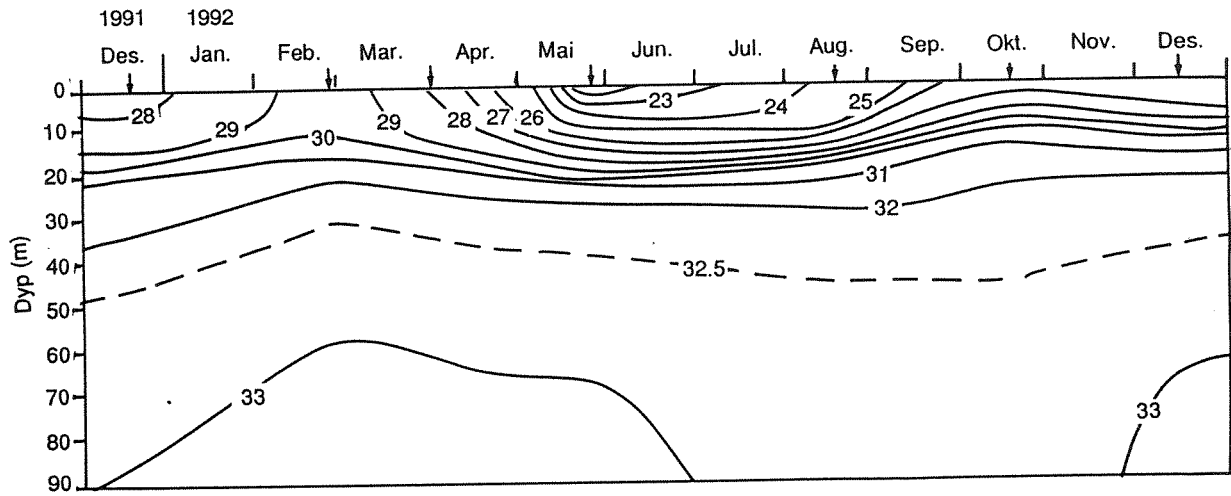
Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse for hele indre Oslofjord 1973-92.

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	1983	2100	35
1974	8300	140	1984	6300	106
1975	1200	20	1985	4400	74
1976	3300	55	1986	4400	74
1977	5900	100	1987	3700	62
1978	2800	45	1988	6600	110
1979	3700	60	1989	2300	39
1980	3200	54	1990	2900	50
1981	3200	54	1991	6530	110
1982	4600	77	1992	4800	80

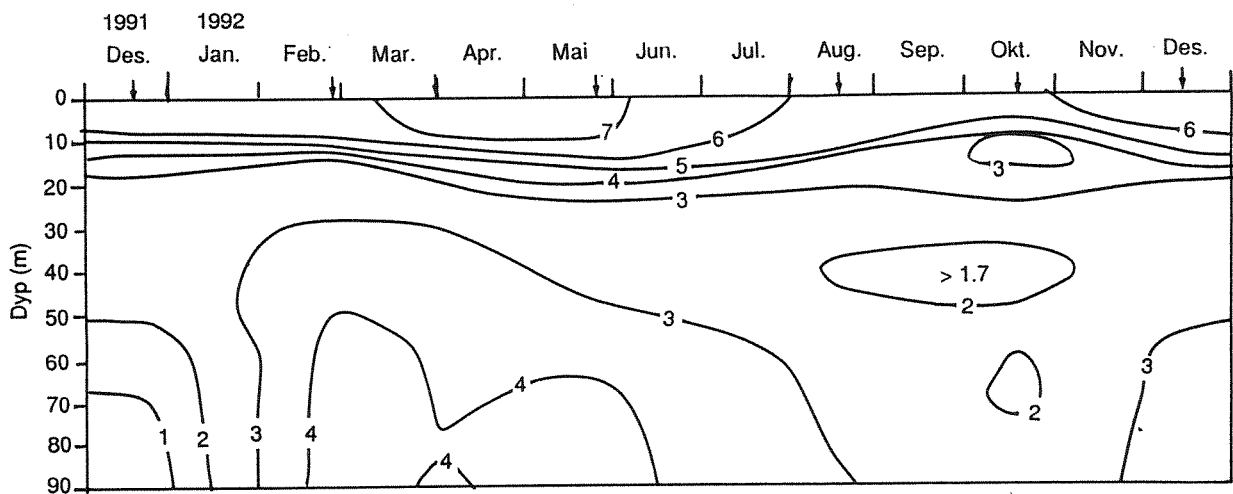
Gjennomsnittelig fornyelse 1973-92: ca. 4000*10⁶ m³



Figur 4. Temperaturvariasjonen (°C) i Vestfjorden (DK1) desember 1991 til desember 1992.

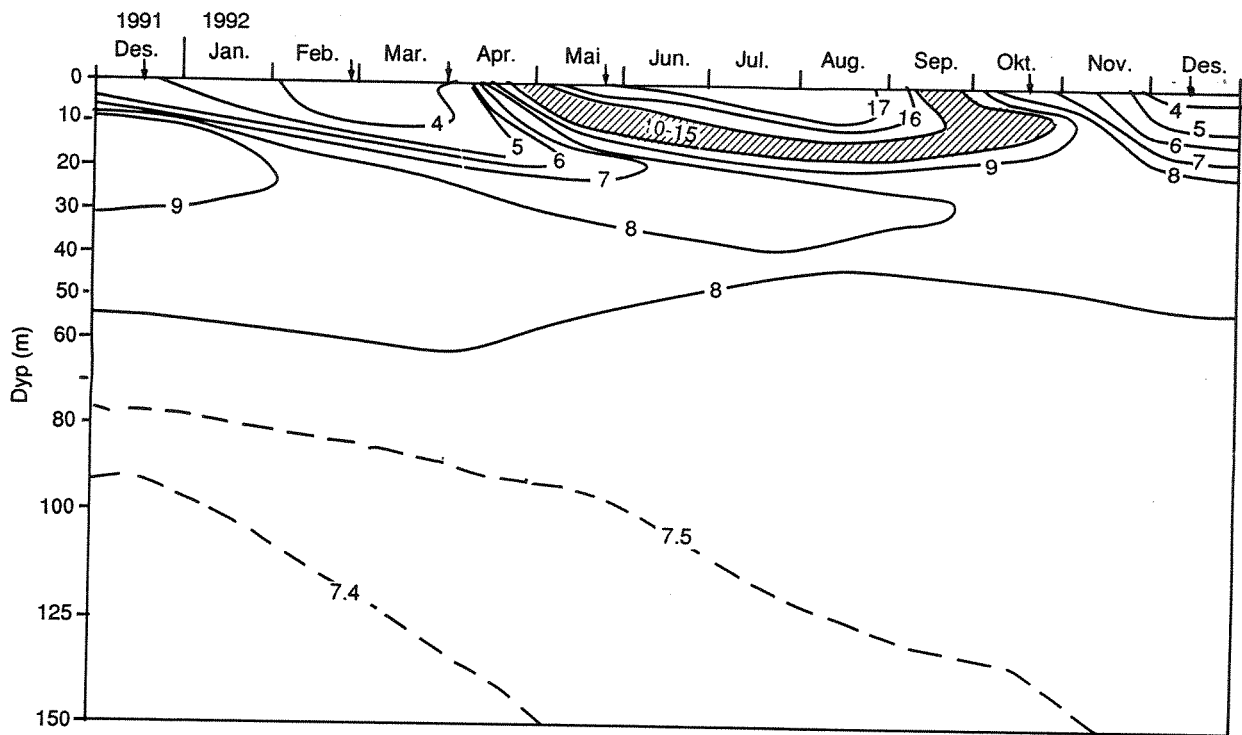


Figur 5. Saltholdighetsvariasjonen (PSU¹) i Vestfjorden (DK1) desember 1991 til desember 1992.

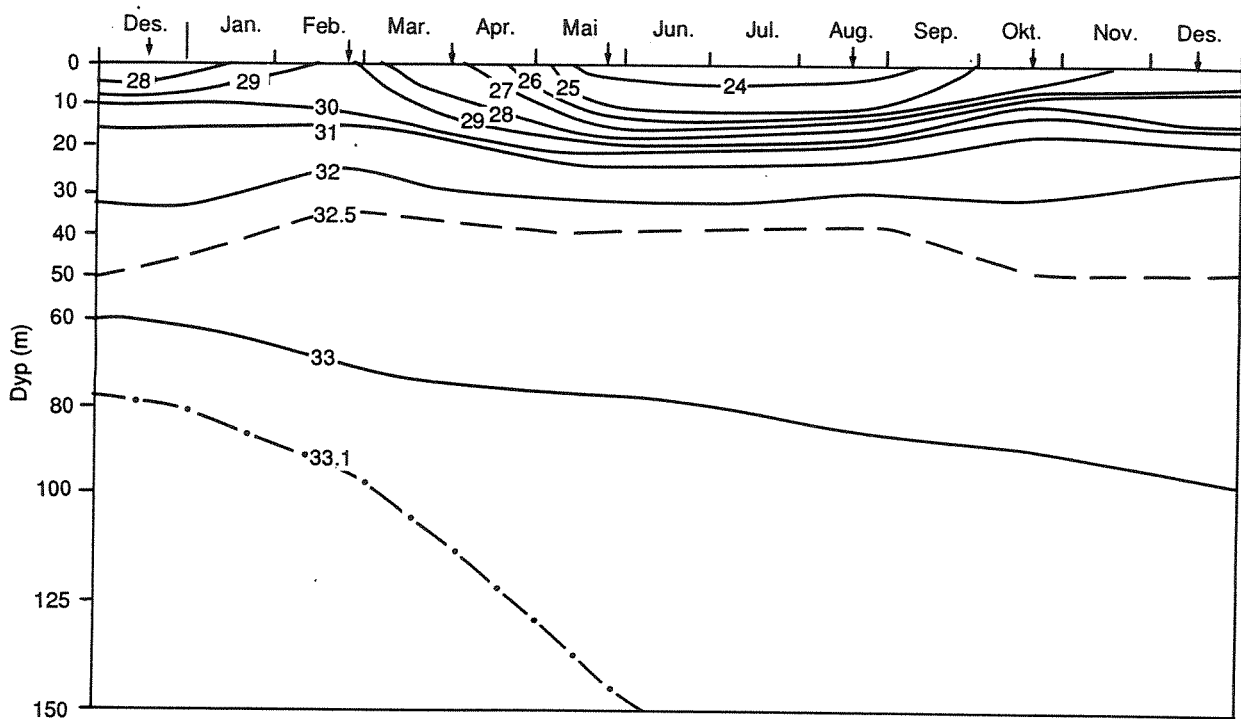


Figur 6. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) desember 1991 til desember 1992.

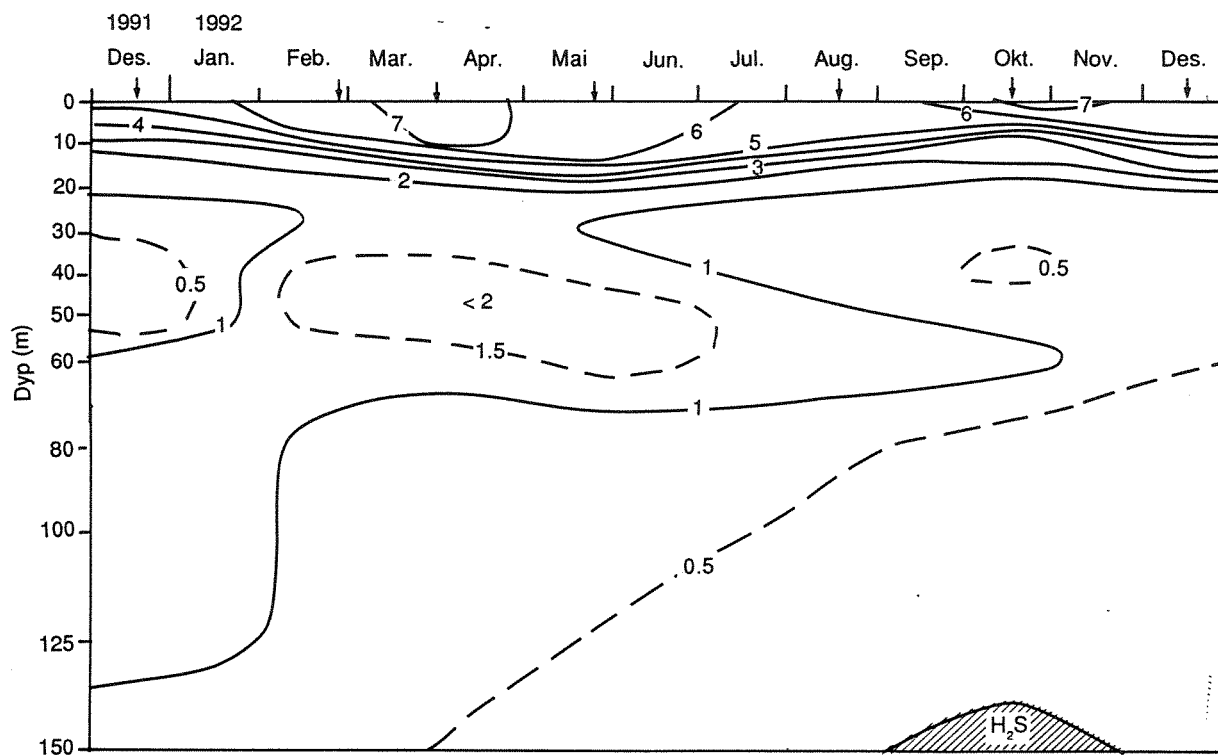
¹PSU= Practical Salinity Unit erstatter nå den eldre benevningen, o/oo.



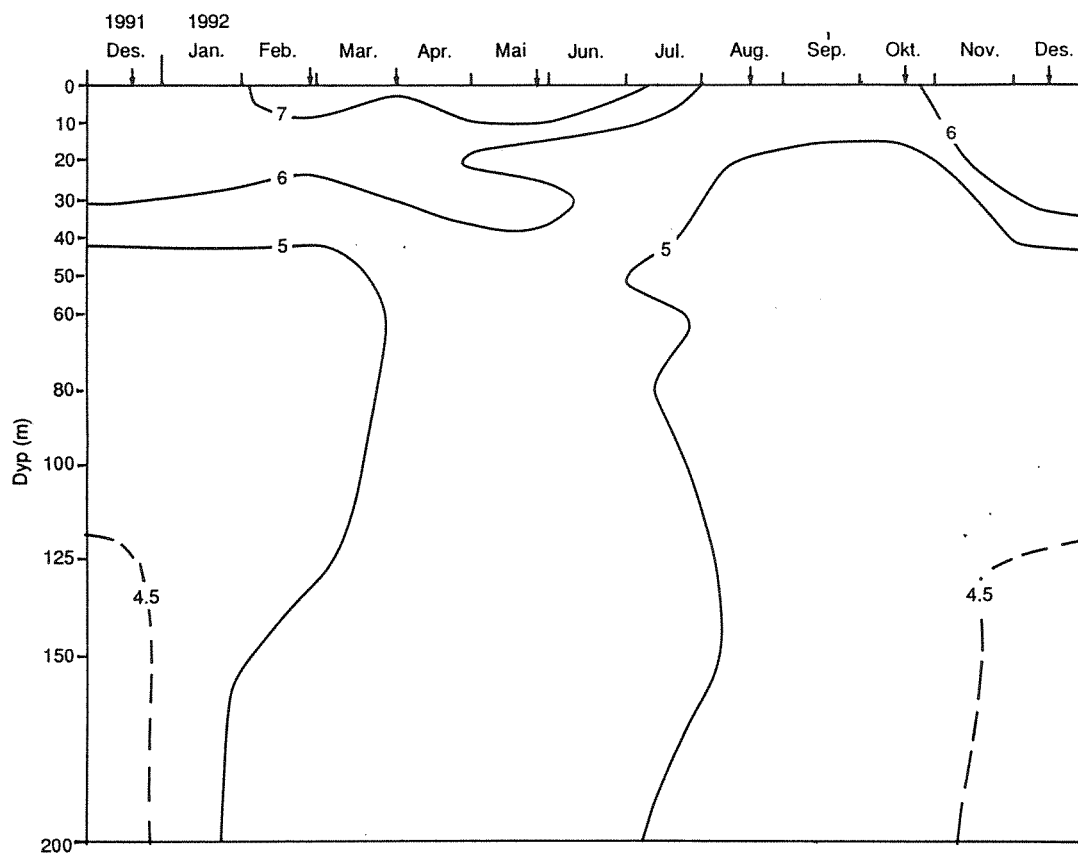
Figur 7. Temperaturvariasjonen i Bunnefjorden (EP1) i desember 1991 til desember 1992.



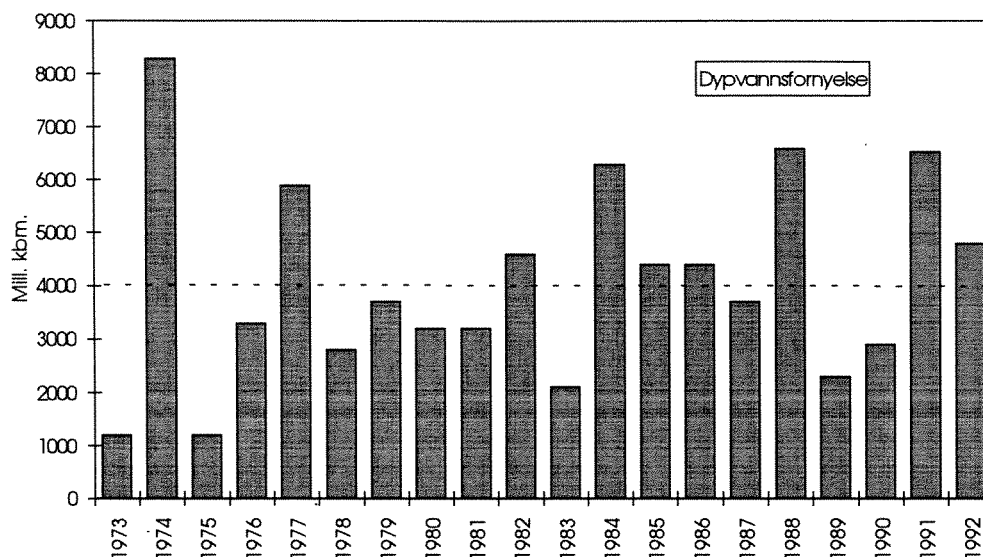
Figur 8. Saltholdighetsvariasjonen (PSU) i Bunnefjorden (EP1) i desember 1991 til desember 1992.



Figur 9. Oksygenvariasjonen i Bunnefjorden (EP1) i desember 1991 til desember 1992.



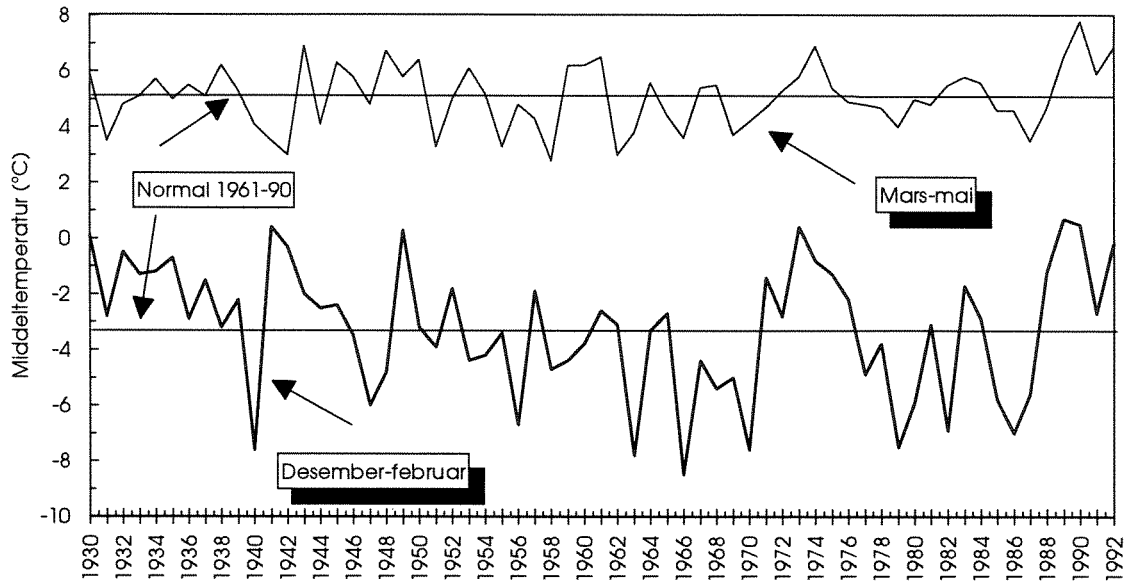
Figur 10. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) i desember 1991 til desember 1992.



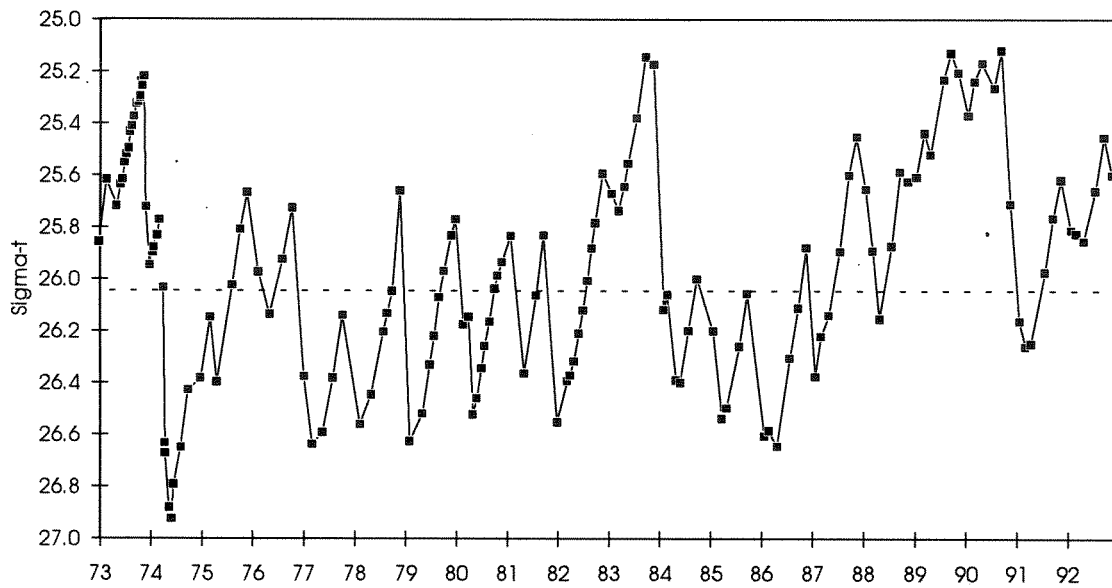
Figur 11. Dypvannsfornyelsen (20 meters til bunn) i indre Oslofjord 1973-91. (Stiplet linje er middelverdi 1973-92).

3.2. Dypvannsfornyelsen og klima.

I årsrapport 1991 ble det vist at klimaforholdene har innflytelse på dypvannsfornyelsen i indre Oslofjord. Dette gjelder spesielt de milde vintrene. Figur 12 viser sesongmiddeltemperatur ved Blindern 1930-92. Siden 1989 har vintrene vært mildere enn normalt. Tidligere er det vist (Magnusson 1990) at varme vintre gir høyere temperaturer og lavere saltholdighet på dypvannet i Vestfjorden. Dette er tolket som at milde vintre gir større ferskvannsavrenning til Oslofjordområdet vinterstid samtidig som overflatelaget får en høyere temperatur. Det innstrømmende vannet til Vestfjorden vil derfor ha lavere saltholdighet og høyere temperatur. Dette gir en lavere egenvekt på dypvannet i fjorden. Figur 13 viser at egenvekten (sigma-t) i Vestfjorden (Dk1) var klart lavere i 1989-92 enn tidligere i perioden 1973-92. Øvrige år med lav egenvekt var 1973 og 1983, som også hadde høyere vintertemperaturer enn normalt. Noen av disse årene har dypvannsfornyelsen vært mindre enn normalt. Dette gjelder for 1973, 1983 og 1989-90. Klimaforholdene synes derfor å være av betydning for dypvannsfornyelsens størrelse.



Figur 12. Midlere lufttemperatur, Blindern, desember- februar 1930-92 (Data fra Meteorologisk institutt)

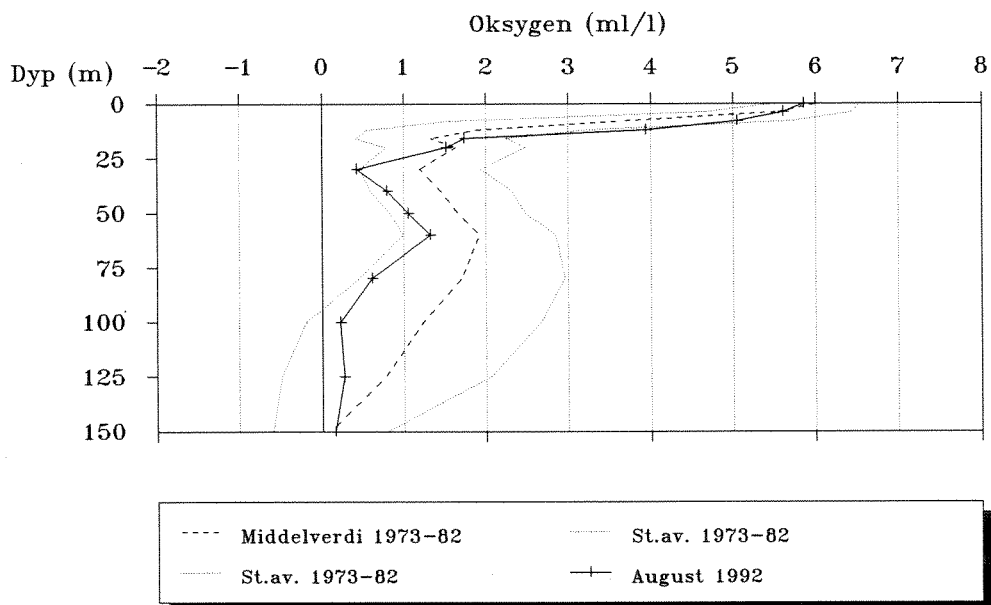


Figur 13. Sigma-t på 80 meters dyp i Vestfjorden (Dk1) 1973-92. (Stiplet linje er middelfverdi for perioden).

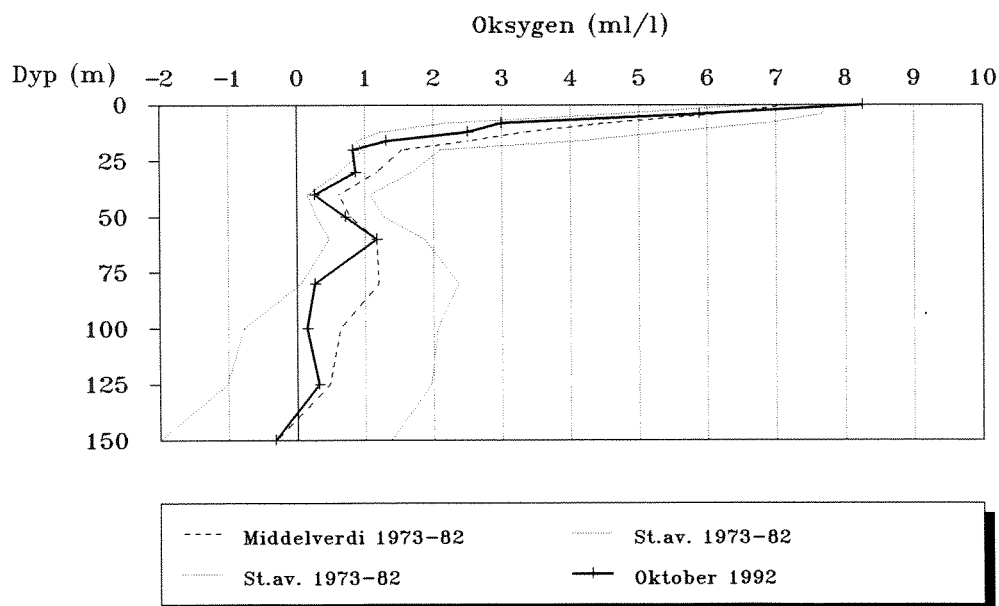
3.3. Oksygenforhold.

Bunnefjorden (EP1)

Ved dypvannsfornyelsen i 1991 ble det hydrogensulfidholdige vannet fra ca. 80 meters dyp til bunn erstattet med oksygenholdige vannmasser (april 1991). På tross av den meget beskjedne vannfornyelsen i 1992 ble det kun registrert hydrogensulfid ved oktobertoktet i 1992 ved bunn på 150 meters dyp (figur 9). Imidlertid var oksygenkonsentrasjonen i desember 1992 mindre enn 1 ml/l i hele vannmassen fra 25 meters dyp til bunn. Oksygenforholdene i Bunnefjorden var høsten 1992 noe lavere enn gjennomsnittskonsentrasjonen 1973-82, men innenfor normalvariasjonen (figur 14 og 15).

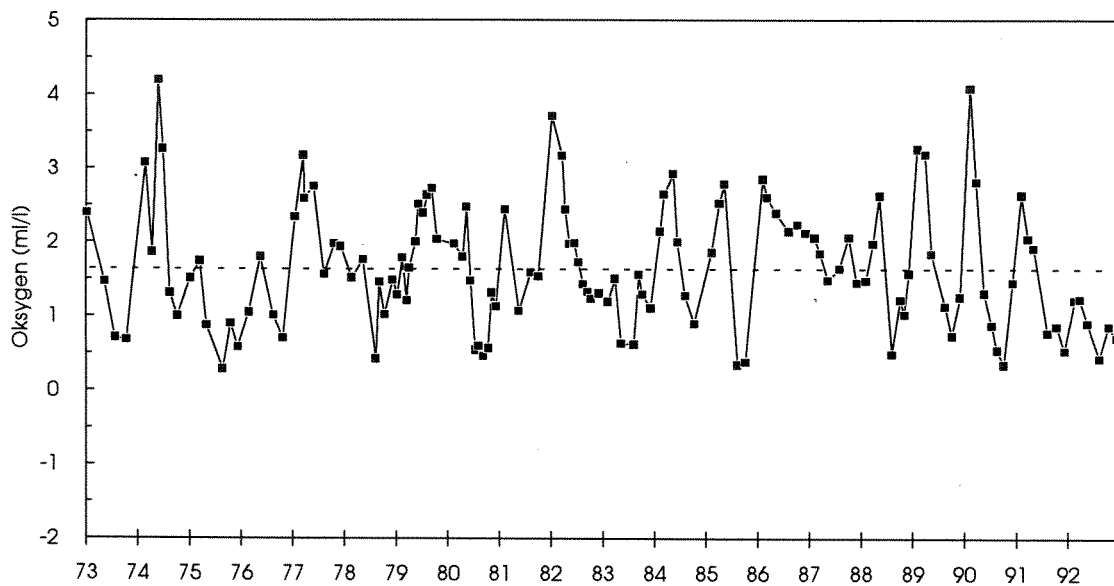


Figur 14. Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden august 1992 sammenlignet med gjennomsnittskonsentrasjonen i perioden 1973-82 (st.av.=standardavvik).

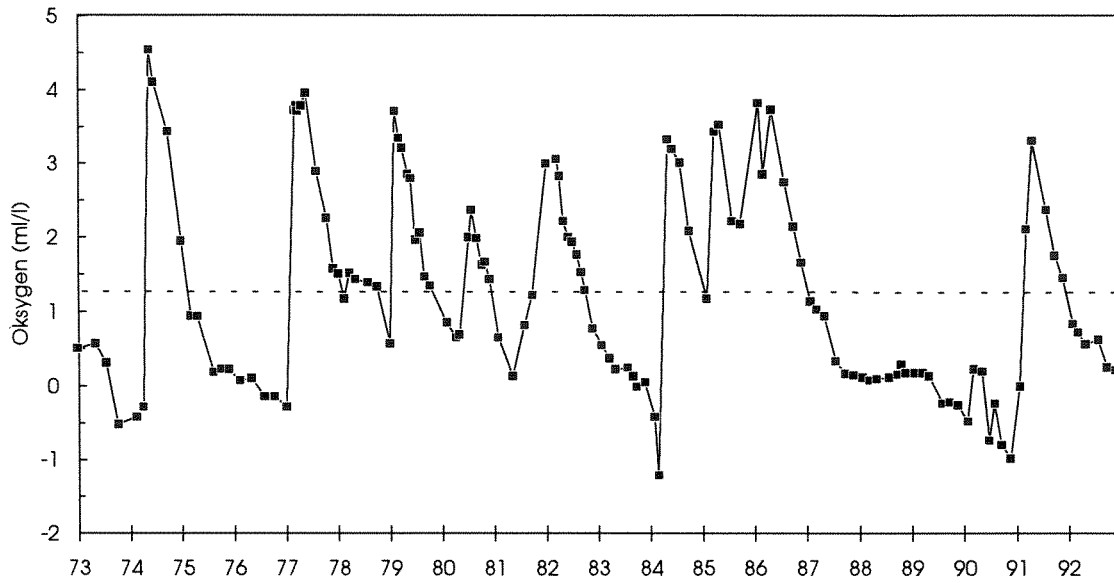


Figur 15. Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden oktober 1992 sammenlignet med gjennomsnittskonsentrasjonen i perioden 1973-82 (st.av.=standardavvik).

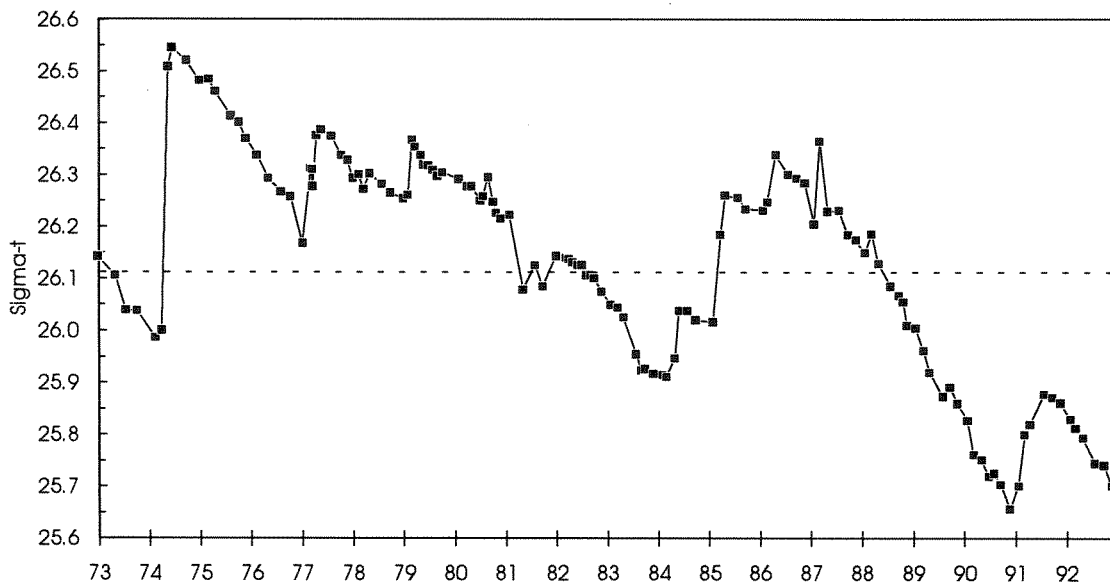
Figur 16 viser at oksygenkonsentrasjonen på 30 meters dyp i Bunnefjorden de seneste årene vært lavere enn normalt. Situasjonen 1991 og 1992 er nærmest å sammenligne med 1975-76. På 80 meters dyp var oksygenforholdene ikke like dårlige i 1991-92 som i midten på 70-tallet (figur 17). Imidlertid var det årene 1987-91 en lengre periode med lave oksygenkonsentrasjoner. Denne periode fallt sammen med en reduksjon i dypvannets egenvekt (sigma-t, figur 18). Dypvannet var varmere og dessuten mindre salt i denne perioden (figur 19 og 20). Totalt over hele perioden 1973-92 har saltholdigheten i Bunnefjordens dypvann avtatt, og med en klar økning i temperaturen fra 1989 er det sannsynlig at forholdene i fjorden er påvirket av de milde vintrene. Den dårlige dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden kan således også være en effekt av klima. Dette kan i sin tur bidra til å forklare de lavere oksygenkonsentrasjonene de siste årene.



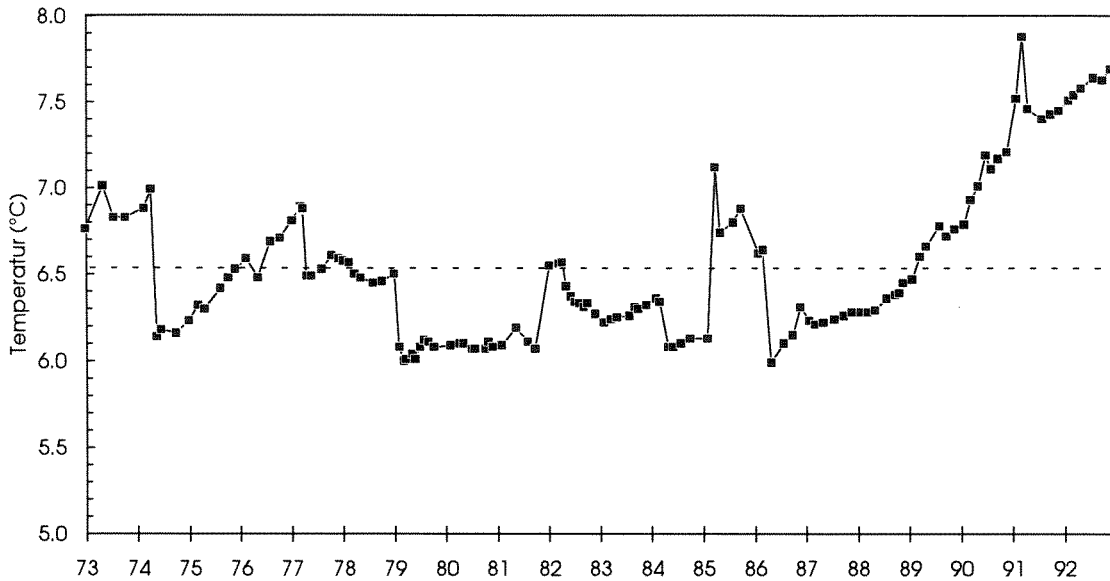
Figur 16. Oksygenkonsentrasjonen på 30 meters dyp i Bunnefjorden 1973-92. (Stiplet linje er middelvei for perioden).



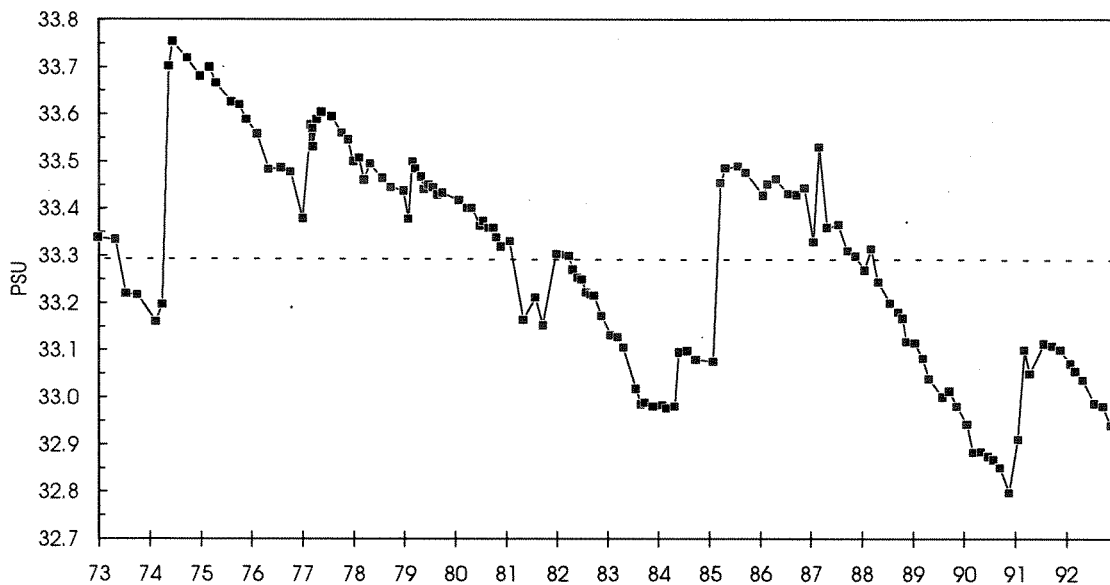
Figur 17. Oksygenkonsentrasjonen på 80 meters dyp i Bunnefjorden 1973-92. (Stiplet linje er middelvei for perioden).



Figur 18. Egenvekt (sigma-t) på 80 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1) 1973-92. (Stiplet linje er middelvei for perioden).



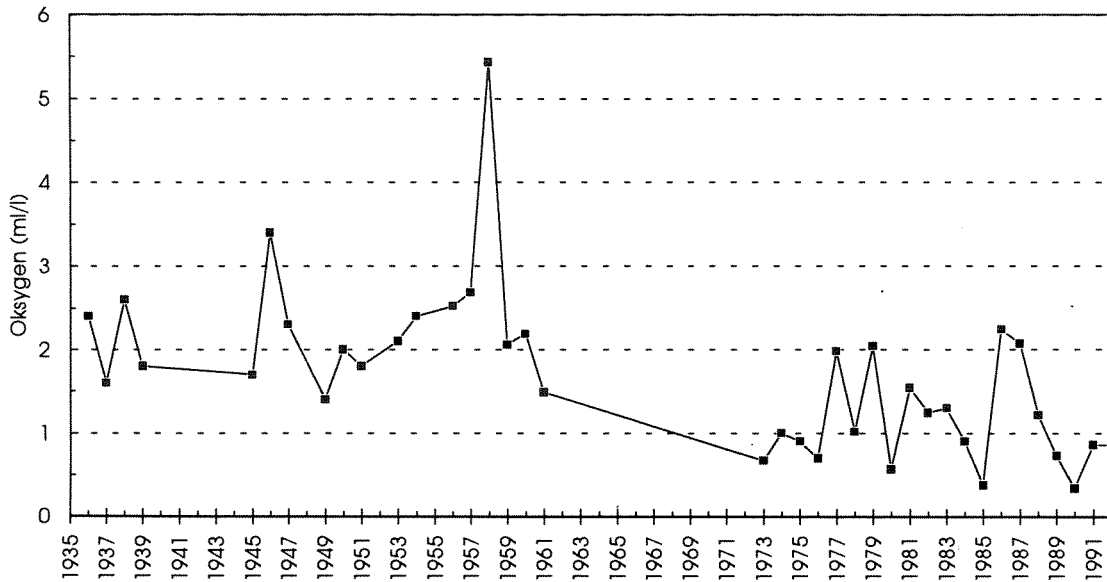
Figur 19. Temperatur på 80 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1) 1973-92. (Stiplet linje er middelverdi for perioden).



Figur 20. Saltholdighet (PSU) på 80 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1) 1973-92. (Stiplet linje er middelverdi for perioden).

Utviklingen over lengre tid viser for oktober måned en negativ trend fra 1933-92 på 30, 80 og 125 meters dyp (figur 21 og 22). For perioden 1973-92 er den beregnede regresjonslinjen svakt positiv, men ikke signifikant, for de samme dypene (Magnusson m.fl., 1992). Således er oksygenkonsentrasjonen svakt nedatgående for hele perioden 1933-92, men viser ikke noen ytterligere nedgang i perioden 1973-92. Den avtakende oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden synes således å ha stoppet opp.

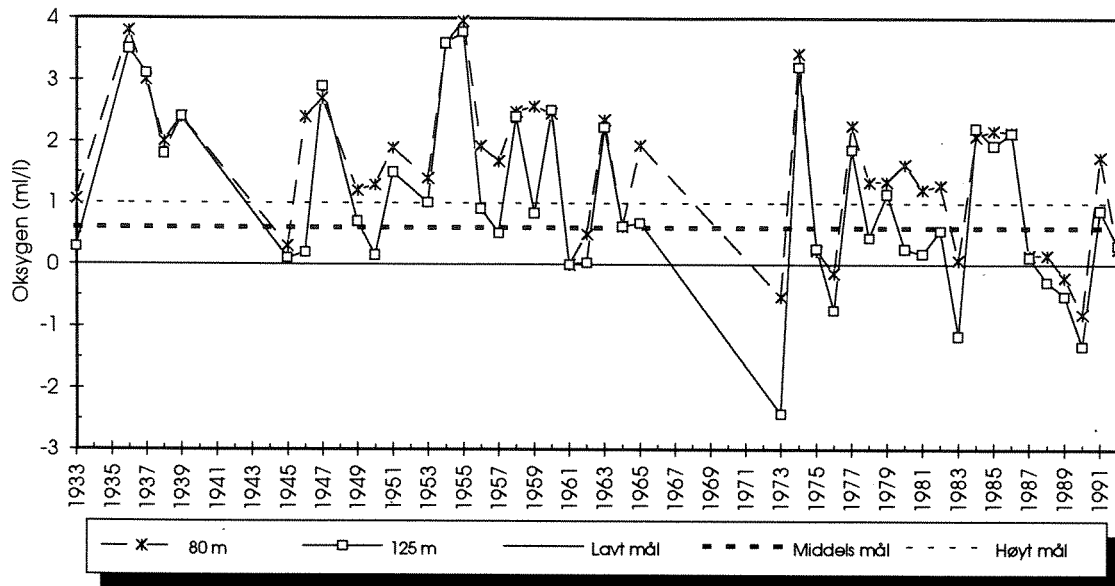
Sammenlignet med de mål som er satt opp for oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden (Baalsrud m.fl. 1986) viser figur 22 at konsentrasjonen var større enn det laveste målet i 1992. Imidlertid er målene definert som den laveste konsentrasjonen om høsten over tid, dvs. det er for tidlig til å kunne si at det laveste målet er oppnådd. Konklusjonen fra tidligere årsrapporter er derfor fortsatt gyldig, dvs. at belastningen på Bunnefjorden er for stor i relasjon til oppsatte mål.



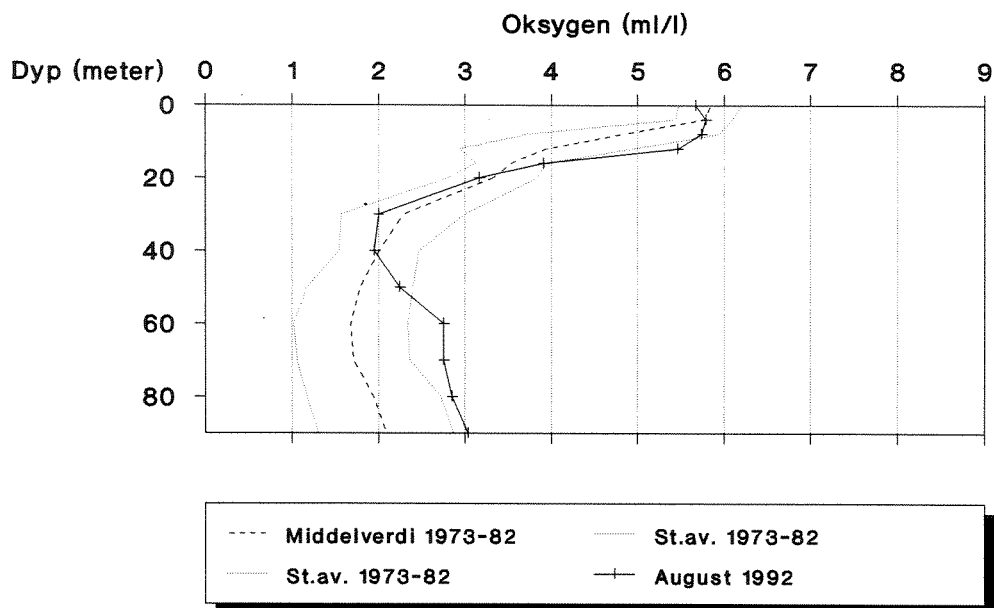
Figur 21. Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden (EP1) på 30 meters dyp i oktober måned 1936-92. Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Havforskningsinstituttets forskningstasjon Flødevigen (1945-77) og NIVA (1963-92).

Vestfjorden

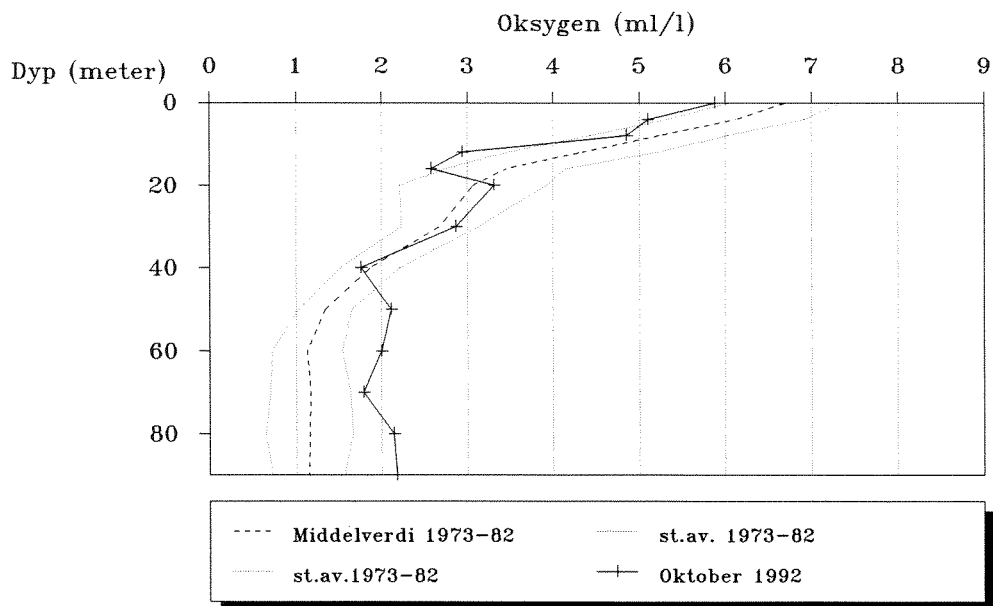
I Vestfjorden var dypvannsfornyelsen bra i 1992. Oksygenkonsentrasjonen var også høyere enn gjennomsnittet for perioden 1973-82 på høsten 1992, fra 50 meters dyp til bunn (figur 23 og 24). På 12-16 meters dyp var den imidlertid lavere enn normalt. De mildere vintrene fra 1989 har som for Bunnefjorden gitt høyere temperatur og lavere saltholdighet i dypvannet og derved lavere egenvekt (σ_t) (figur 25-28 viser de ulike variabler i perioden 1973-92). På tross av dette har ikke dypvannsfornyelse og oksygenforholdene i Vestfjorden vært dårligere enn normalt. Den større vertikaldiffusjonen i Vestfjordens dypvann sammenlignet med Bunnefjorden, kan være en forklaring.



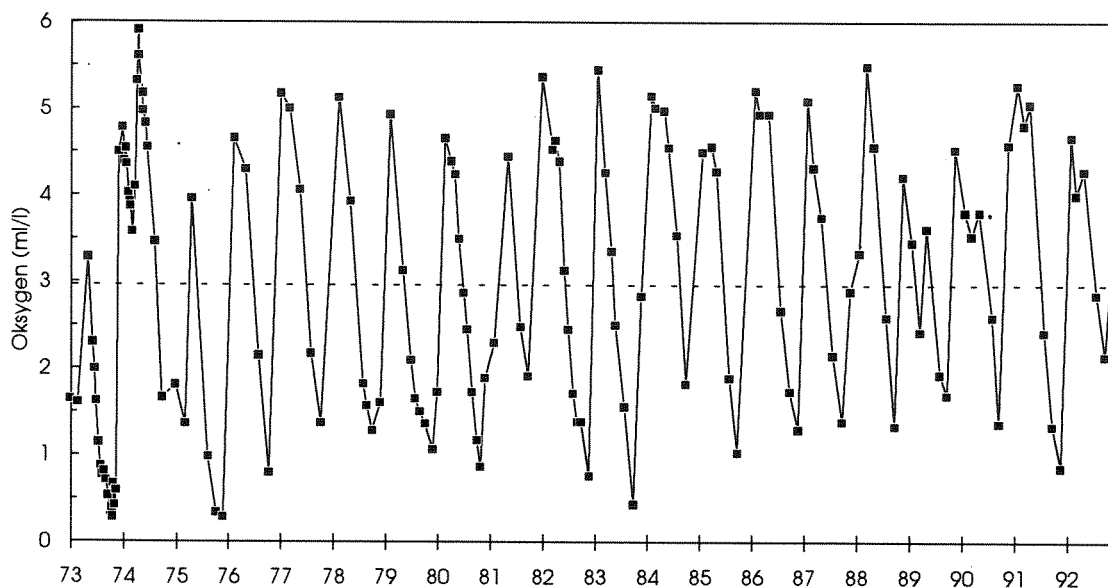
Figur 22. Oksygenkonsentrasjonen på 80 og 125 meters dyp i Bunnefjorden (Ep1) oktober måned 1933 til 1992. Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Havforskningsinstituttets forskningstasjon Flødevigen (1945-77) og NIVA.



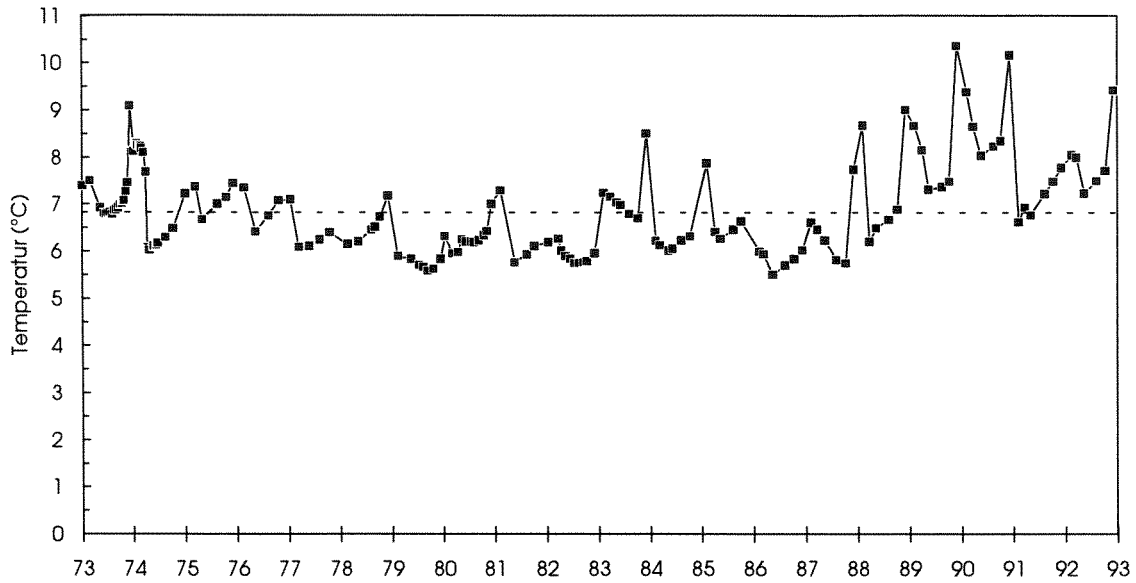
Figur 23. Oksygenkonsentrasjonen i august 1992 i Vestfjorden (Dk1) sammenlignet med gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden 1973-82.



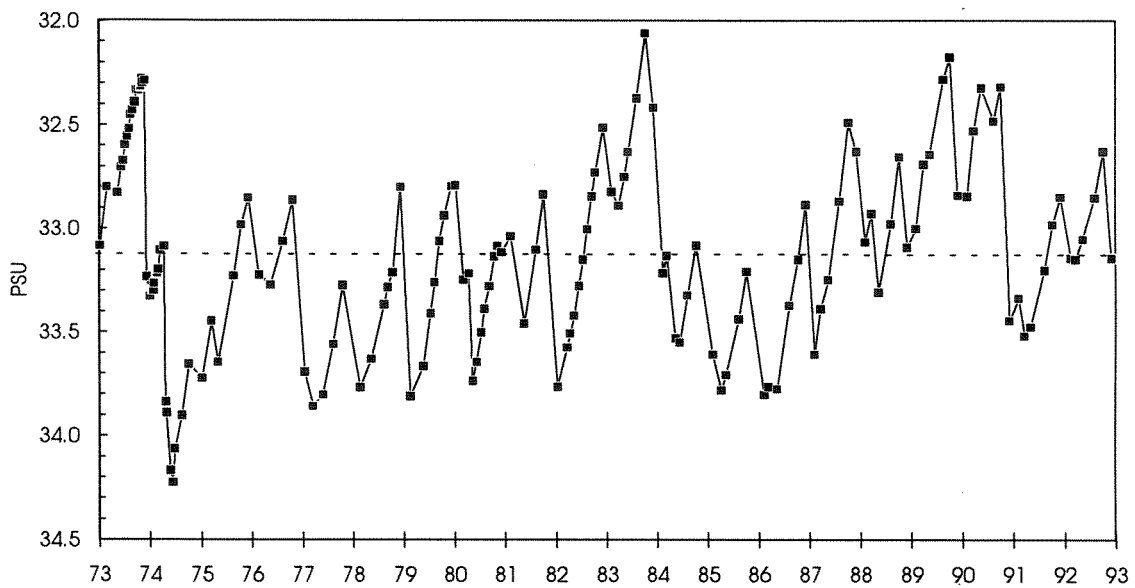
Figur 24. Oksygenkonsentrasjonen i august 1992 i Vestfjorden (Dk1) sammenlignet med gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden 1973-82.



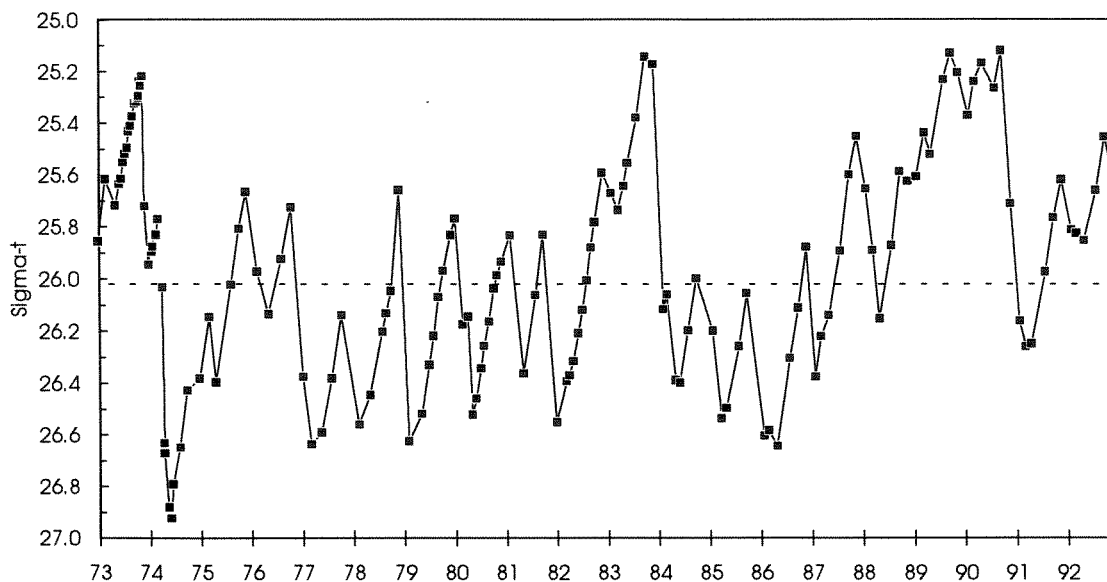
Figur 25. Oksygenkonsentrasjonen på 80 meters dyp i Vestfjorden (Dk1) 1973-82. (Stiplet linje viser middelerdi for perioden).



Figur 26. Temperaturen på 80 meters dyp i Vestfjorden (Dk1) 1973-92. (Stiplet linje viser middelværdi for perioden).



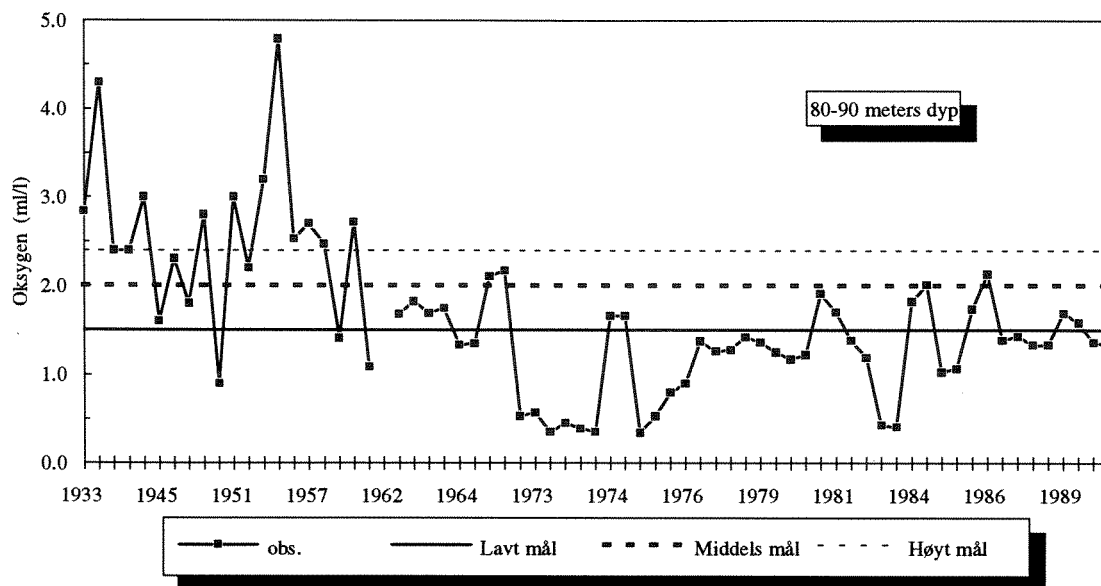
Figur 27. Saltholdigheden (PSU) på 80 meters dyp i Vestfjorden (Dk1) 1973-92. (Stiplet linje viser middelværdi for perioden).



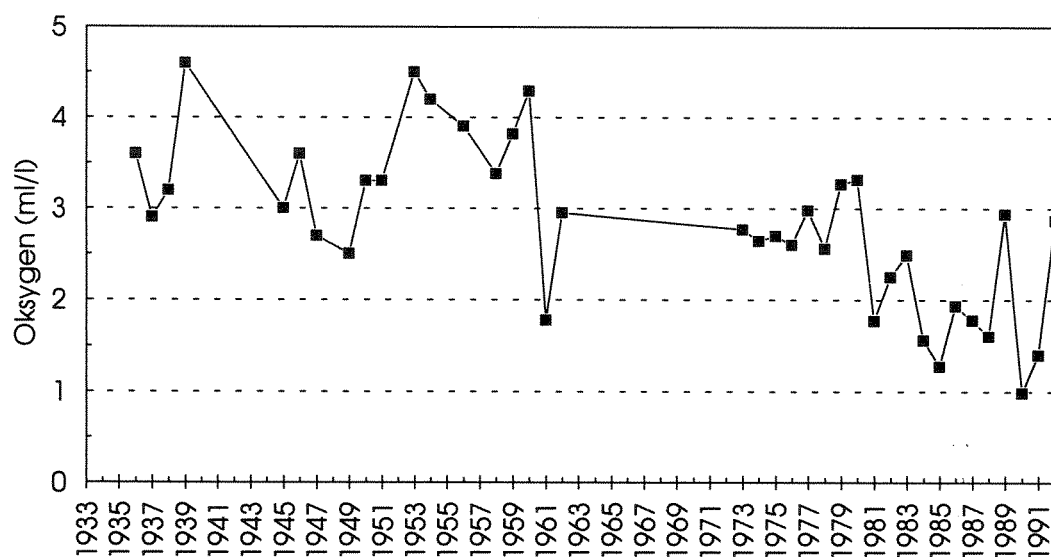
Figur 28. Egenvekten (sigma-t) på 80 meters dyp i Vestfjorden 1973-92. (Stiplet linje viser middelværdi for perioden).

Figur 29 viser at oktoberkonsentrasjonene i Vestfjordens dypvann de senere år har vært høyere enn på 1970-tallet. Observasjonene fra 1992 endrer ikke på konklusjonene fra årsrapporten i 1991. For hele perioden 1933-92 er det en klar negativ utvikling, men for perioden 1973-92 er utviklingen svakt positiv. På 30 meters dyp er det imidlertid kun negative trender uansett tidsperiode. Imidlertid er det observasjoner fra 1973-92 som gir størst utslag på den negative utviklingen og spesielt observasjoner etter 1981 (figur 30).

Sammenlignet med de oppsatte mål på minimumskonsentrasjoner om høsten i Vestfjorden (figur 29), var forholdene på 80-90 meters dyp nær den laveste målsettingen på 1.5 ml/l. Sammenlignet med observasjoner fra 1933-1960 er dette imidlertid fortsatt ca 0.5 ml/l lavere i gjennomsnitt. På 30 meters dyp (figur 30) er situasjonen alvorligere, med ca. 2 ml/l lavere oksygenkonsentrasjon om høsten, sammenlignet med perioden 1933-51.



Figur 29. Oksygenkonsentrasjonen på 80-90 meters dyp i Vestfjorden (DK1) oktober måned 1933-92. I figuren er det også markert de ulike mål som er satt opp for oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden. Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Havforskningsinstituttets forskningstasjon Flødevigen (1945-77) og NIVA.



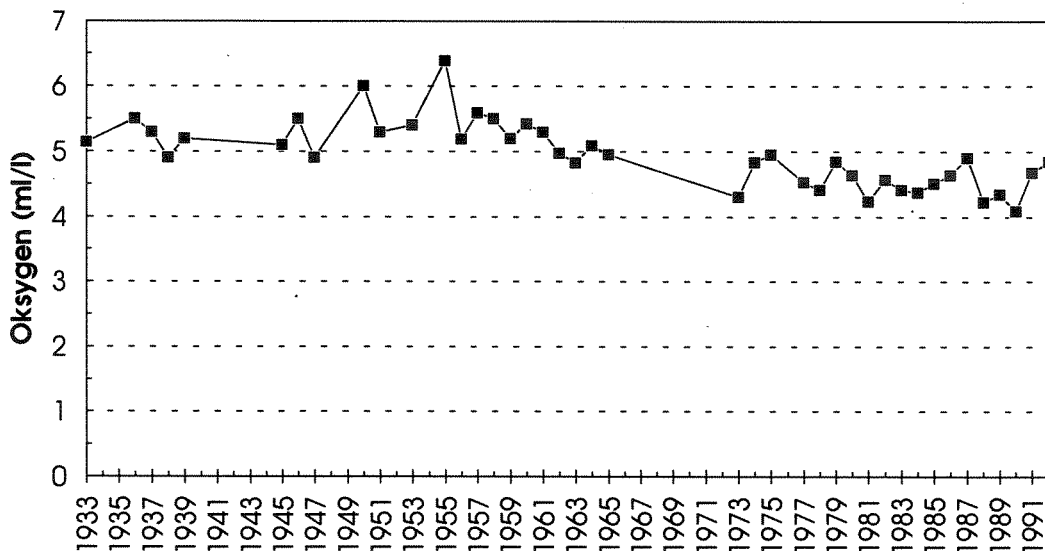
Figur 30. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) på 30 meters dyp i oktober 1933-92. Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Havforskningsinstituttets forskningstasjon Flødevigen (1945-77) og NIVA.

Oksygenforholdene i Vestfjordens dypvann er således inne i en positiv utvikling, sammenlignet med forholdene på 1970-tallet. Situasjonen er derimot omvendt på mellomnivåer (ca. 30 meters dyp). Fortsatt er belastningen på Vestfjorden for stor i forhold til oppsatte mål.

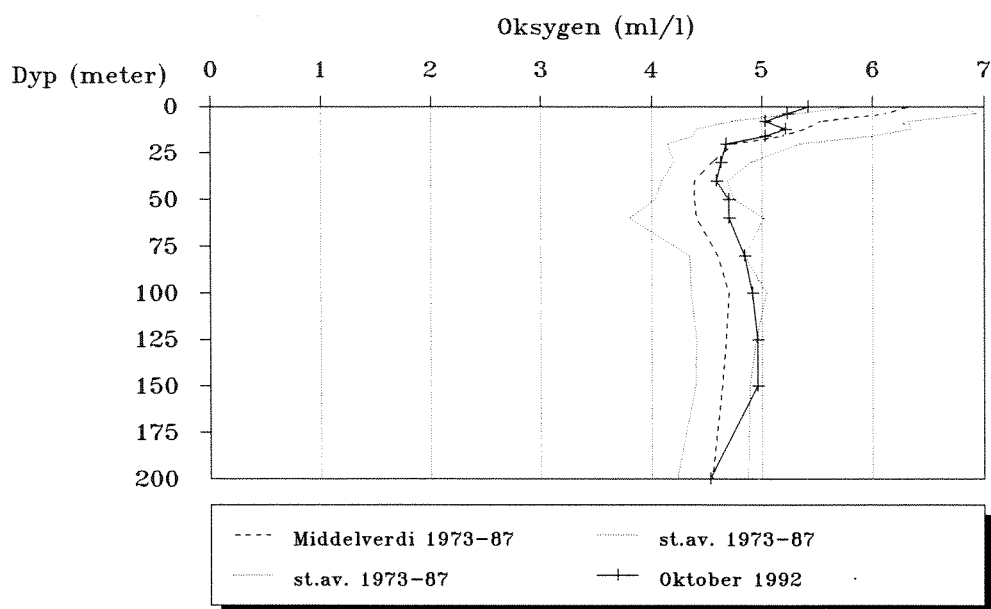
Drøbaksundet (IM2)

Figur 31 viser oksygenkonsentrasjonen i oktober måned fra 1933 til 1992 på 75 til 90 meters dyp. Den avtakende konsentrasjonen i perioden er tidligere vist å være signifikant negativ (Magnusson 1990), men konsentrasjonsnivåene er betydelig høyere enn for indre Oslofjord. Det er påvist at utviklingen i ytre Oslofjord også går mot mer eutrofe forhold (Baalsrud og Magnusson 1990). Sett ut fra indre Oslofjord gir lavere oksygenkonsentrasjoner på vannmassene i Drøbaksundet om høsten og vinteren en økt risiko for dårligere oksygentilførsler til indre Oslofjord ved dypvannsfornyelsene. I oktober-februar 1991-1992 var oksygenkonsentrasjonen på det innstrømmende vannet ca. 4,9 ml/l, men ble høyere ved de senere dypvannsfornyelsene.

Observasjonene fra oktober 1992 (figur 32) viser nærmest normale forhold, eller noe over det normale, sammenlignet med gjennomsnittet fra 1973-87, hvor konsentrasjonsnivået i oktober ligger ca. 1 ml/l lavere enn gjennomsnittet for perioden 1933-63. En nærmere analyse av utviklingen har vist at den negative utviklingen startet omkring 1960 (Magnusson 1990).



Figur31. Oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet (Im2) oktober måned 1933 til 1992 på 75-90 meters dyp. Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Havforskningsinstituttets forskningsstasjon Flødevigen (1945-77) og NIVA.



Figur 32. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) oktober 1992, sammenlignet med gjennomsnittlige konsentrasjoner oktober 1973-87.

3.4. Overflatelagets vannkvalitet.

3.4.1. Siktedyp og planteplanktonbiomasse (klorofyll-a).

Siktedypet gir informasjon om overflatevannets gjennomskinnelighet, dvs. om det er mye eller lite partikler i vannet. Lavt siktedyp i indre Oslofjord betyr normalt at det er mye planteplankton i overflatelaget, unntatt nær elveutløp eller når kraftig regnvær tilfører fjorden leirpartikler fra land.

En økning av siktedypet over tid vil bety en forbedring av indre Oslofjords vannkvalitet, dvs. mindre planteplanktonbiomasse i overflatelaget og/eller mindre transport av partikler fra land til fjorden. Ettersom det er store naturlige variasjoner i indre Oslofjord fra år til år, er en analyse av siktedypets utvikling kun meningsfylt på lengre sikt.

For indre Oslofjord foreligger siktedypsobservasjoner fra 1962-65 (Oslofjordprosjektet) og deretter 1973-90, hvorav det er to perioder med hyppige observasjoner sommertid (1981-83 og 1988-91). Det er således store variasjoner i observasjonsfrekvensen gjennom årene. Store naturlige variasjoner gjør det spesielt vanskelig å bedømme en utvikling, hvis flertallet av observasjonene er tatt i spesielt bra eller dårlige år. Foreløpig er det ikke gjort noen analyse av dette forhold, bl.a. i mangel av en bra metode.

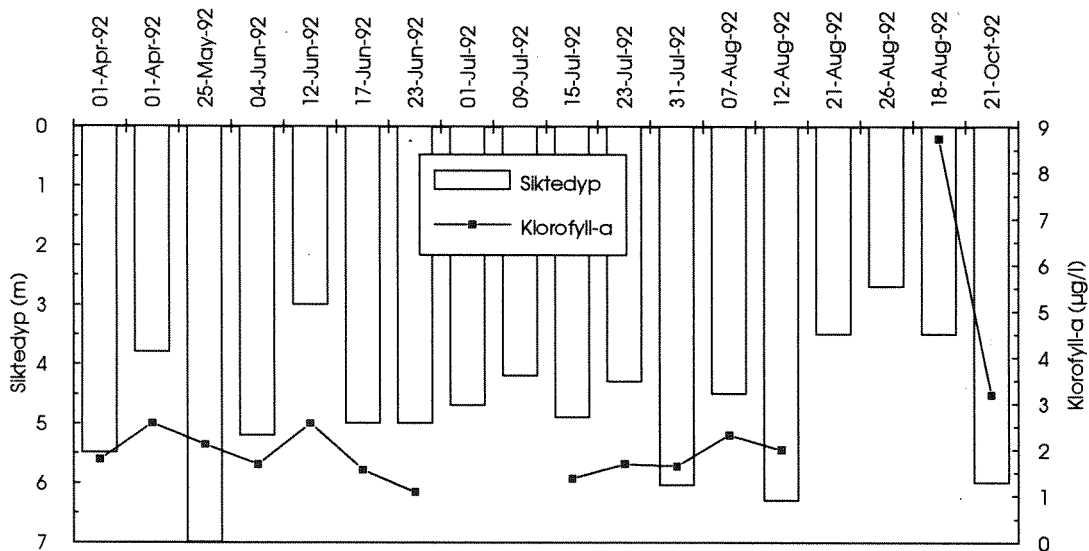
Valg av perioder for en sammenligning av observasjoner fra ulike tidsrom er i første rekke gjort med tanke på at antall observasjoner er rimelig fordelt i de ulike periodene. For observasjoner etter 1973 er oppdelingen i stort sett sammenfallende i tid med før og etter utbygningen av rens tiltak, som kulminerte med at Sentralrenseanlegg Vest ble tatt i drift sommeren 1982 (full drift i 1983).

I årsrapport for 1989-90 ble det gjort en sammenlikning av siktedyp i juni/juli for 1962-65, 1973-82 og 1983-90 (Magnusson m.fl. 1991). Denne analysen viste at siktedypet var størst i perioden 1983-90. I enkelte områder var siktedypet litt dårligere eller uforandret ved en sammenlikning mellom 1962-65 og 1973-82. Overflatevannets vannkvalitet bedømt ut fra siktedyp har således blitt bedre i 1983-90 relativt forholdene 1962-65 og 1973-82.

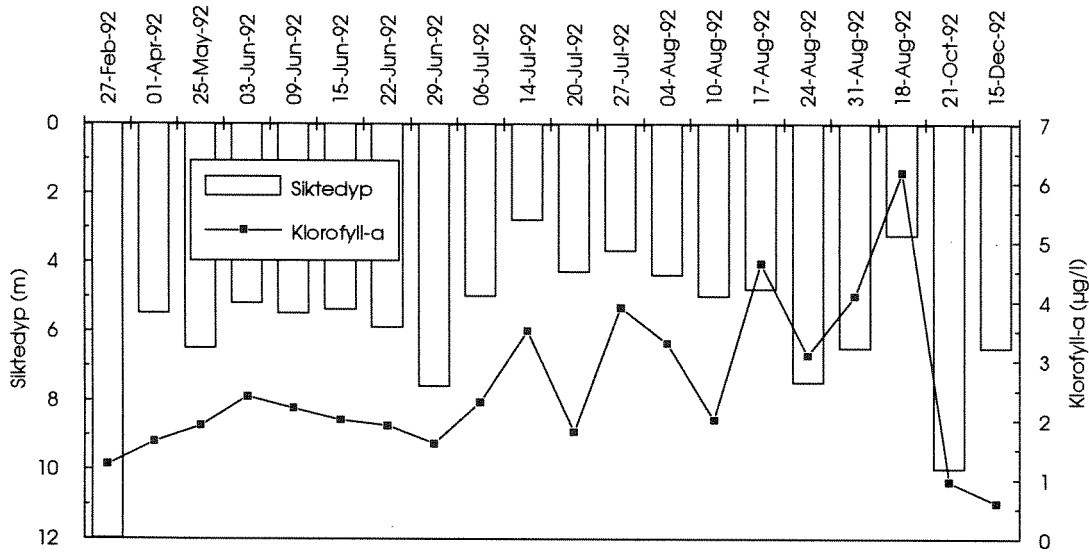
Sommeren 1992 gav til tider store siktedyp i indre Oslofjord. Figur 33 -37 viser observasjoner fra Bærumsbassenget (B14), Bekkelagsbassenget (Cq1), Bunnefjorden (Ep1), Lysakerfjorden (Bn1) og Vestfjorden (Dk1) i 1992. Siktedypet var størst i februar (ved dypvannsfornyelsen) og minst fra midten av juli til midten av august. Planteplanktonbiomassen (klorofyll-a) var størst fra midten av juli og ut august. Figur 38 viser at det var noe større nedbør i denne perioden og at de lavere siktedypene og de høyere klorofyllverdiene kan skyldes økt tilførsel av næringssalter via elvene i fjorden.

Gjennomsnittet for de ulike stasjonene i indre Oslofjord er vist for tidsrommet juni-august 1992 i figur 39. Siktedypet var størst i de sentrale deler av fjorden og mindre i bassengene, med de laveste siktedypene i havnebassenget utenfor Bispevika (Aq2). Midlere klorofyllkonsentrasjon var også lavest i de sentrale delene av fjorden og høyest i Oslo havnebasseng. Figur 40 og 41 viser gjennomsnittlig siktedyp og klorofyll-a (0-2m) i juni-august 1973-82 og 1983-90, samt gjennomsnittet for 1991 og 1992. Resultatene fra 1992 vil forsterke de positive trender som tidligere er beregnet (Magnusson 1991).

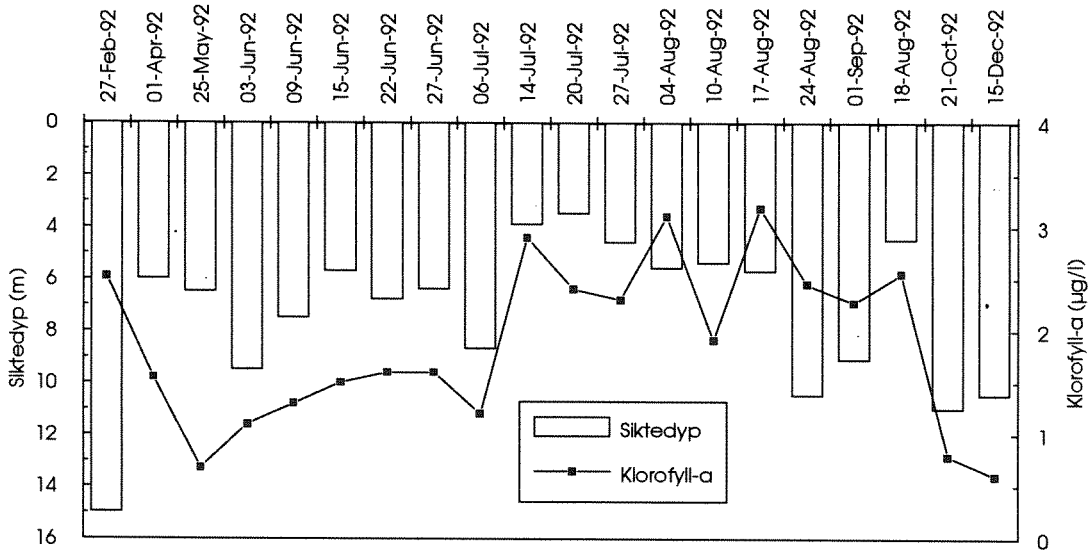
Forbedringen i siktedyp og de lavere konsentrasjonene av klorofyll-a de siste to årene kan sannsynligvis ikke bare tilskrives rensetiltakene i fjorden, men også gunstige klimatiske forhold. Sommeren 1991 var nedbørfattig og deler av sommeren 1992 likeså.



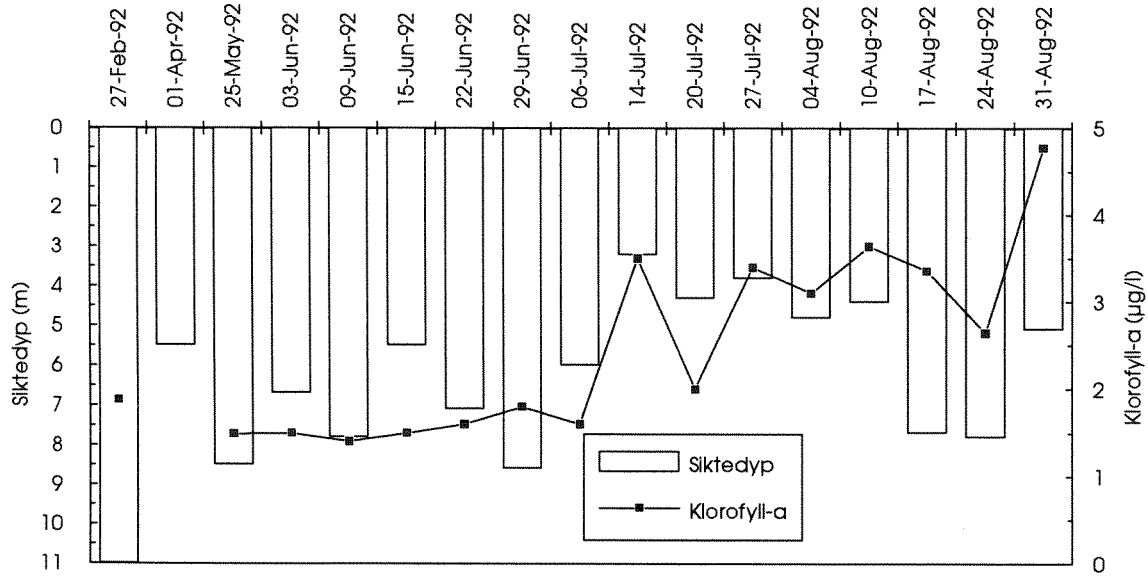
Figur 33. Siktedyp og klorofyll-a (0-2m) i Bærumsbassenget 1992.



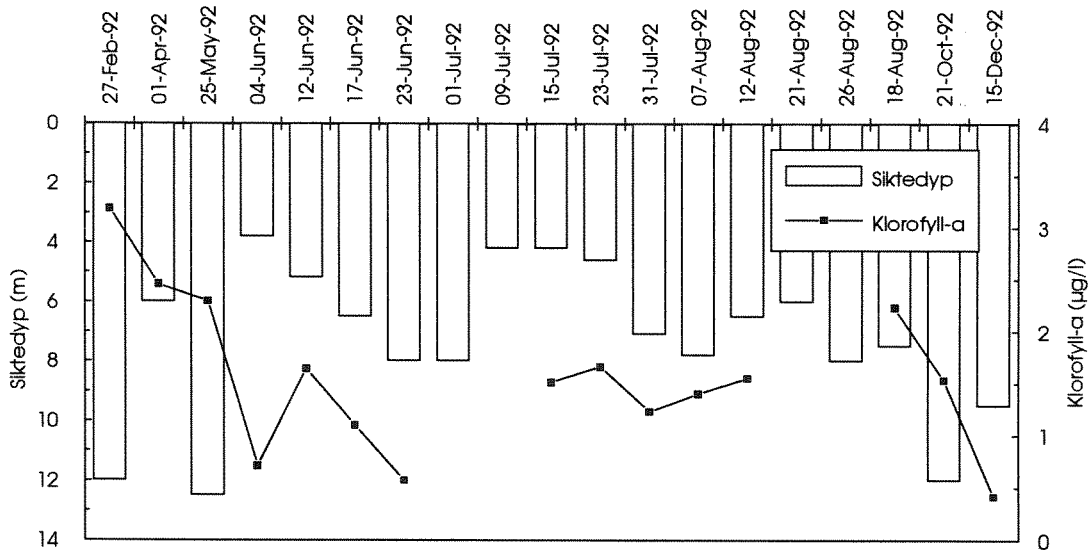
Figur 34. Siktedyp og klorofyll-a (0-2m) i Bekkelagsbassenget 1992.



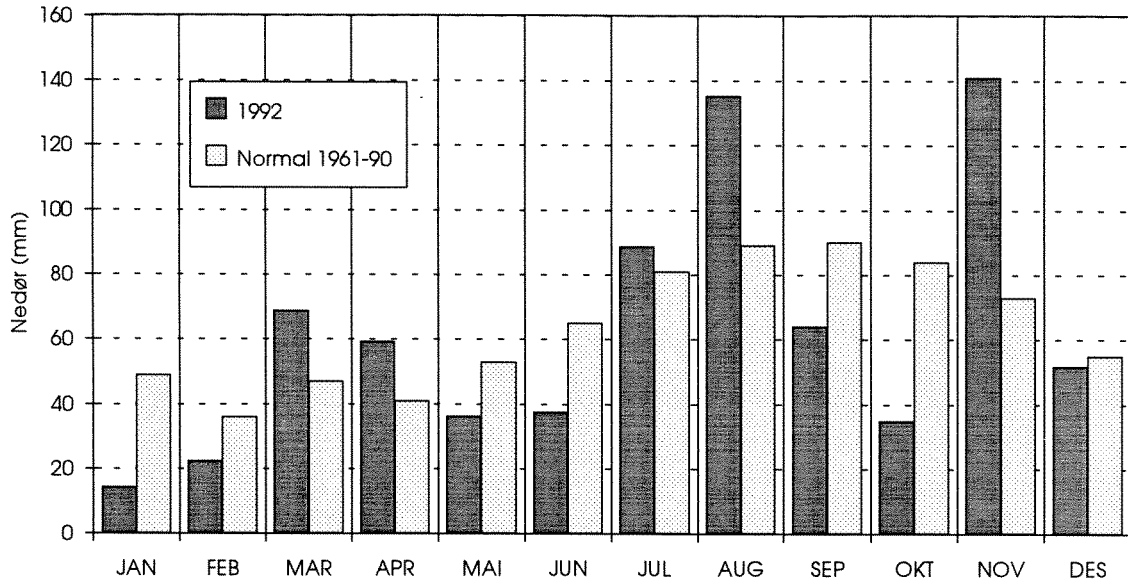
Figur 35. Siktedyp og klorofyll-a (0-2m) i Bunnefjorden 1992.



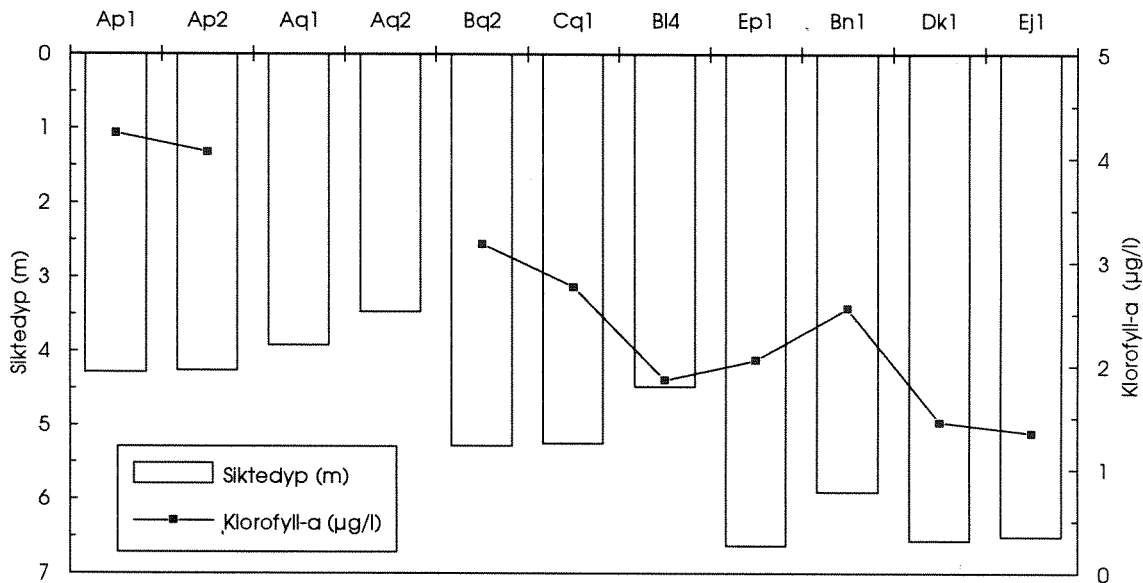
Figur 36. Siktedyb og klorofyll-a (0-2m) i Lysakerfjorden 1992.



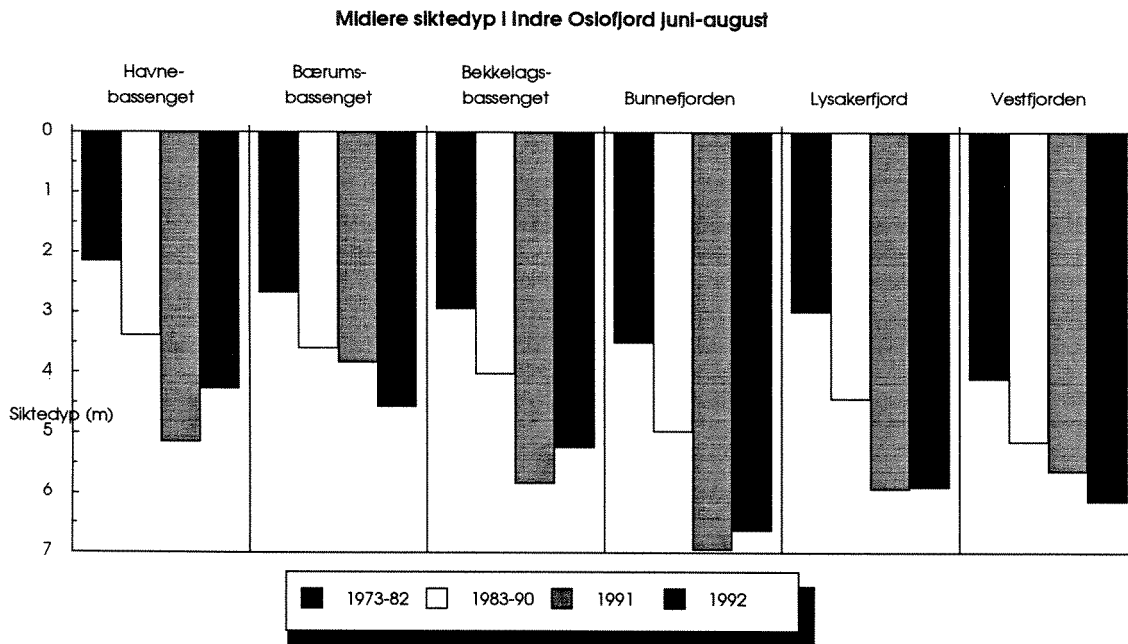
Figur 37. Siktedyb og klorofyll-a (0-2m) i Vestfjorden 1992.



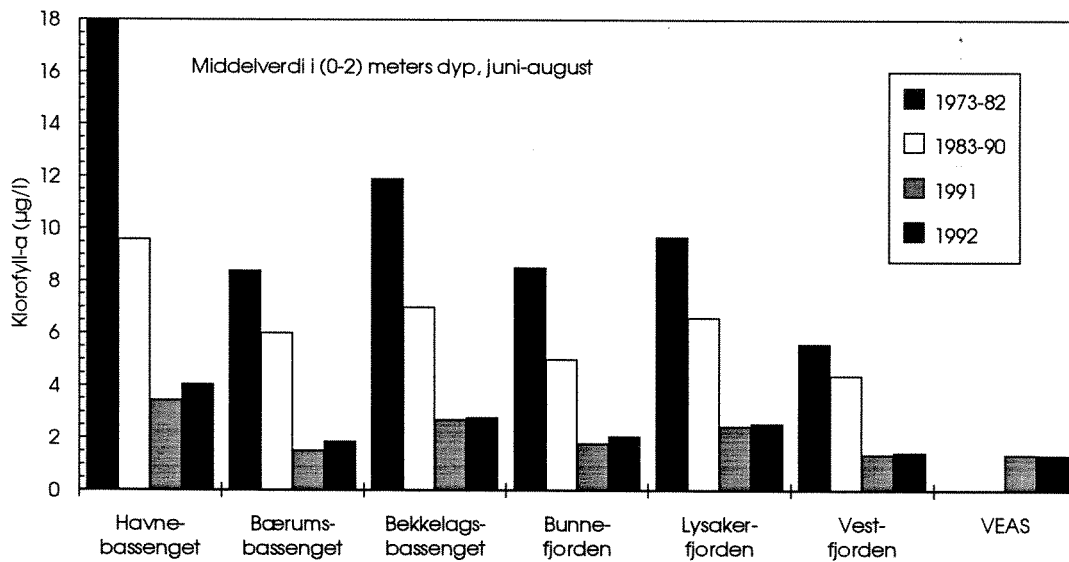
Figur 38. Nedbør (mm), Blindern (Oslo) 1992, sammenlignet med normalen 1961-90. Data fra Meteorologisk Institutt.



Figur 39. Siktedyp (meter) i ulike områder i indre Oslofjord sommeren 1992. (Gjennomsnitt for stasjoner i området (se fig 4)).



Figur 40. Gjennomsnittlig siktedyp juni til august 1991 og 1992, sammenlignet med gjennomsnittet periodene 1973-80 og 1983-90.



Figur 41. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) 0-2 meters dyp på ulike stasjoner i indre Oslofjord juni-august 1973-82, 1983-90 og 1991-1992.

3.4.2. Planteplanktonet i 1992.

Totalt ble 18 integrerte vannprøver fra 0-2 meters dyp og 3 håvtrekk analysert fra Vestfjorden (Dk1) for perioden slutten av februar til midten av desember. Innsamlingen var imidlertid konsentrert om sommermånedene juni, juli og august.

Prøvene tatt på våren (27. februar og 1. april) inneholdt overraskende lite kiselalger som normalt dominerer i våroppblomstringsperioden. I slutten av februar dominerte dinoflagellaten *Katodinium rotundatum*, mens den kolonidannende flagellaten *Halosphaera* sp. (Prymnesiophyceae) dominerte i håvtrekk fra først i april. At kiselalgene ikke var framtrædende i disse prøvene, skyldes sannsynligvis at prøvetakingen ikke har falt sammen med våroppblomstringen.

Fra slutten av mai til midt i juni var kiselalgene dominerende med *Skeletonema costatum* som den viktigste arten. Dette er kanskje den mest vanlige arten i planteplanktonet langs norskekysten, og den hadde sitt maksimumstall på 4.3 millioner celler pr. liter 4. juni. Samme dato forekom også en annen vanlig kiselalge (*Chaetoceros wighamii*) i fjordområdet med 3.1 millioner celler pr. liter.

Generelt må det imidlertid bemerkes at kiselalgene var i dårlig forfatning som spesielt ga seg utslag i lite celleinnhold. Årsaken til dette kan ligge i dårlig tilgang på ett eller flere næringselement eller eventuelt andre miljøfaktorer som virker negativt på kiselalgene i indre Oslofjord.

I slutten av juni skjedde det en endring i fytoplanktonsamfunnet som blant annet innebar at kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* begynte å bygge seg opp. Blomstringer av denne algen kan sees ved at sjøen får en blakket blåhvit farge som om melk er tømt i sjøen. Fenomenet kan ofte observeres i sommerhalvåret langs kysten i den sørlige delen av Norge, men kan også forekomme lengre nord. I første halvdel av juli var den helt dominerende i indre Oslofjord med et maksimaltall på 3.5 millioner celler pr. liter. Maksimalt celletall lå dermed på omtrent samme nivå som i 1991, men toppen på blomstringen ble nådd nesten en måned tidligere i 1992.

I siste halvdel av juli og frem til slutten av august var det de små flagellatene som var den dominerende algegruppen. Etter dette kom kiselalgene igjen tilbake med *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia* og *Rhizosolenia* som de viktigste algeslektene, men også nå så cellene dårlige ut med lite celleinnhold. Algemengden i slutten av oktober lå på omtrent samme nivå som ved utgangen av august, mens det i desember var ubetydelige mengder alger.

Når det gjelder *Pseudonitzschia*, bør det nevnes at i Canada ble i 1987 en art innen denne slekten (*P. pungens* f. *multiseries*) satt i forbindelse med giftige skjell. 4 mennesker døde og flere fikk blant annet hukommelsestap som følge av å ha spist skjell etter en *Pseudonitzschia*-blomstring. Dette var første gang at en med sikkerhet har påvist at kiselalger kan forårsake giftige skjell. Langs norskekysten har vi registrert betydelige blomstringer av *Pseudonitzschia* men foreløpig har ikke dette resultert i giftige skjell. Likevel bør forekomsten av slekten *Pseudonitzschia* følges nøye, da flere arter innen denne slekten må betraktes som potensielle giftprodusenter.

Av mindre giftproduserende arter bør forekomsten av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* nevnes. Denne algen har enkelte steder gitt opphav til giftige skjell. Forekomsten var imidlertid

relativt liten i fjorden med maksimalt celledtall i underkant av 20 000 celler pr. liter i slutten av juli. Ellers bør nevnes at i juli forekom dinoflagellatslekten *Dinophysis* hvor flere av artene produserer en gift (DSP= Diarrheic Shellfish Poisoning) som akkumuleres i skjell. Mennesker som spiser skjell med akkumulert gift, får ofte kraftig diaré og oppkast. Celledtallene for de enkelte artene oversteg ikke 400 celler pr. liter. Det er imidlertid kjent at blåskjell som over lengre tid filtrerer vann med konsen-trasjoner av *Dinophysis* på 100 celler pr. liter, kan akkumulere tilstrekkelig gift til å gi diaré.

Håvtrekk tatt i slutten av oktober viste betydelige mengder av giftproduserende dinoflagellater (*Dinophysis acuta* (dominerende), *D. acuminata*, *D. norwegica*), mens disse algene ikke ble funnet i den integrerte vannprøven fra 0-2 meter. Dette viser at det er vanskelig ut fra en vannprøve fra det øvre vannlaget med sikkerhet å si om det er giftige alger i vannmassene. Spesielt er dinoflagellatene planteplankton som har en betydelig egenbevegelse slik at de til en viss grad selv kan velge å oppholde seg i den delen av vannsøylen hvor de finner de gunstigste vekstforhold. Derfor finner en også i mange tilfeller forskjellige planteplanktonsamfunn nedover i vannsøylen, og ofte er det observert konsentrerte lag av dinoflagellater nær sprangsjiktet hvor næringstilgangen er bedre enn i det øvre vannlaget.

Algemengden i indre Oslofjord må i 1992 karakteriseres som moderat, men med et artsfattig planteplankton. Lavt artsantall og relativt få dominerende arter finner en ofte i eutrofe områder eller i vannmasser. Spesielt kiselalgene synes å ha ugunstige vekstforhold i indre Oslofjord. Ingen store blomstringer av giftige alger kunne registreres i prøvene fra 1992, men både potensielle giftprodusenter og giftproduserende alger ble registrert.

4. Litteratur

- Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L., 1986: Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning (l.nr. 1922).
- Baalsrud, K. og Magnusson, J., 1990: Eutrofisituasjonen i ytre Oslofjord 1989. Hovedrapport. Universitetet i Oslo, Det norske Veritas, Norsk institutt for vannforskning. Overvåkingsrapport nr 427/90 i Statlig program for forurensningsovervåking.
- Beyer, F., 1967: Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-65. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. delrapport 12. Norsk institutt for vannforskning.
- Beyer, F. og Føyen, E., 1951: Surstoffmangel i Oslofjorden. En kritisk situasjon for fjordens dyrebestand. *Naturen* 75 (10).
- 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.
- Bokn, T., Kirkerud, L., Krogh, T., Nilsen, G. og Magnusson, J., 1977: Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingsprogram. Årsrapport 1975-76. Norsk institutt for vannforskning.
- Braarud, T. & J.T. Ruud, 1937: The hydrographic conditions and aeration of the Oslofjord 1933-34. *Hvalr. Skr.*, 15.
- Dannevig, A., 1945: Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter s. havundersøkelser. Vol. No. 4.
- Konieczny, R.M., 1992: Kartlegging og vurdering av forurensningssituasjonen i bunnsediment fra Oslo havnebasseng. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 2696.
- Magnusson, J., 1990: Kystområder: fysiske forhold. I: Klimaendringer - effekter på akvatisk miljø. bidrag til den interdepartementale klimautredningen. Red: R. Gulbrandsen. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 2383.
- Magnusson, Jan., 1990: Eutrofisituasjonen i ytre Oslofjord 1989. Studier av eldre data. Vurdering av oseanografiske forhold. Statlig program for forurensningsovervåking (420/90). Norsk institutt for vannforskning (l.nr. 2495).
- Magnusson, Jan., Bokn, Tor. og G.Larsen (1991): Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord i 1991. Norsk institutt for vannforskning (l.nr. 2581).
- Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen 1973-77: Toktrapper. PTK. Dahl, E., Ellingsen, E., Tveite; S., m.fl.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2306-1