

1985

Indre Oslofjord

O-71160

Oppdragsgivere

Fagrådet for kloakksamarbeid
i Indre Oslofjord

Statens forurensningstilsyn



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport 265/87

Overvåking av forurensnings- situasjonen 1985





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

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

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

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

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

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

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

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

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

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

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

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

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

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

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

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

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Sørlandsavdelingen Østlandsavdelingen Vestlandsavdelingen
Postboks 333 Groosevelen 36 Rute 866 Breliviken 2
0314 Oslo 3 4890 Grimstad 2312 Ottestad 5035 Bergen - Sandviken
Telefon (02) 23 52 80 Telefon (041) 43 033 Telefon (065) 76 752 Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-71160
Undernummer:	39
Løpenummer:	1950
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1985 (Overvåkingsrapport nr. 265/87)	Dato: 10 - 12 - 86
Forfatter (e): Jan Magnusson	Rapportnr. 0-71160
	Faggruppe:
	Geografisk område: Østfold, Akershus, Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking) Fagrådet for kloakksamarbeid i Indre Oslofjord	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): T. Johannessen
--	--

Ekstrakt: Overvåkingsprogrammet for oppfølging av forurensningsutviklingen i Indre Oslofjord 1985 beskriver fjordens hydrografi (dypvannsfornyelse, oksygenutvikling). Vannutskiftningen var noe bedre enn normalt og resulterte i brukbare oksygenforhold i Bunnefjordens dypvann og omtrent normalt i Vestfjordens dypvann, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82. Imidlertid var konsentrasjonen tidvis lavere enn normal på mellomnivåer (omkring 30 meters dyp).
Oksygenforbruket i fjordens dypvann mai-oktober 1985 var omtrent lik gjennomsnittet for perioden 1973-82 i Vestfjorden samt i Bunnefjorden i perioden august-oktober. På mellomnivåer i Vestfjorden var forbruket større enn normalt. Fortsatt er oksygenforholdene dårlige sammenlignet med forholdene i 1945-65. Den negative oksygenutviklingen i Drøbaksundets dypvann fortsetter, men forholdene er fortsatt relativt gode i relasjon til kritiske nivåer for fisk og bunndyr.

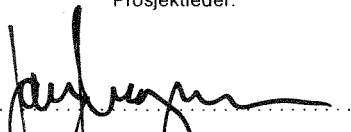
4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking 1985
2. Oslofjorden
3. Hydrografi
4. Oksygenforhold

4 emneord, engelske:

1. Pollution Monitoring 1985
2. Oslofjord
3. Hydrography
4. Oxygen situation

Prosjektleder:


Jan Magnusson

For administrasjonen:



ISBN 82-577-1180-2

Programleder, overvåking

OVERVÅKING AV FORURENSNINGSITUASJONEN I

INDRE OSLOFJORD 1985

OSLO 10.12.1986

Saksbehandler: J. Magnusson
Medarbeider: F. Kjellberg

Forord

På oppdrag av Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord utfører Norsk institutt for vannforskning overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. Også Statens Forurensningstilsyn bidrar økonomisk til undersøkelsen, via Fylkesmannen i Oslo og Akershus, som et ledd i Statlig Program for forurensningsovervåking. Overvåkingen ble startet i 1973 etter anmodning fra Oslofjordkontoret (kontor for interkommunalt kloakksamarbeid i Indre Oslofjord) likesom Fagrådet i dag et koordinerings- og samarbeidsorgan for kommunene omkring indre Oslofjord. Fagrådet ble konstituert etter nedleggelsen av Oslofjordkontoret i 1977, og en av oppgavene er å forestå undersøkelser og overvåking av fjorden. Den faglige styringen av overvåkingsundersøkelsene er delegert til Styringsgruppe I, opprettet den 30.5.78. Medlemmer i denne styringsgruppe er i dag:

Oslo vann- og avløpsverk	P.Hallberg (formann)
Biologisk Institutt, UiO	T.Andersen
Bærum vann- og kloakkvesen	H.K.Hoff
Vestfjordens Avløpselskap	P.Sagberg
Statens forurensningstilsyn	T.Johannessen
Fylkesmannen i Oslo og Akershus	L.Nilsen
Norsk institutt for vannforskning	J.Magnusson (-1.9.85)
" " " "	J.Knutzen (1.9.85-1.9.86)

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport er nummer 12 og omfatter 1985.

Undersøkelsen av termotolerante koliforme bakterier er blitt gjennomført i samarbeid med Oslo Helseråd, og vi vil spesielt takke overlege H.Moseng, som muliggjorde dette samarbeide, samt frk. A.Moe på bakteriologisk avdeling som utførte analysene og dessuten alltid velvillig tilpasset arbeidet etter de praktiske problemer som innsamling av prøver i felt gir.

Ved samtlige tokter har Universitetets forskningsfartøy "T.Braarud" blitt brukt, og vi vil takke Skipper T.Tønnessen og I.Dyrkorn for fint samarbeid.

Ved NIVA har Frank Kjellberg hatt hovedansvaret for de hydrografiske tokt og dessuten deltatt i bearbeidelse av data.

Oslo 10.12.86

Jan Magnusson

INNHO L D S F O R T E G N E L S E

Avsnitt	Side
Forord	
1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	1
2 INNLEDNING	4
2.1 Forurensningstilførsler	5
2.2 Effekter av forurensningstilførselene	6
2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet	7
2.3.1 Hydrografi, hydrokjem i og strømmålinger	7
2.3.2 Observasjoner i overflatevannet.	9
2.3.3 Sedimentfeller.	9
2.4 RESULTATER OG DISKUSJON	10
2.4.1 Vannutskiftninger	10
2.4.2 Oksygenforhold	19
LITTERATUR	34
VEDLEGG 1. Hydrografiske data 1985	35
VEDLEGG 2. Overflateobservasjoner - bakteriologiske data 1985	48

FIGURER

- Figur 1. Landbasert fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1980. (Fra Bergstøl m.fl. 1981, og Baalsrud m.fl. 1986).
- Figur 2. Stasjonsnett 1985.
- Figur 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.
- Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.
- Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.
- Figur 6. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.
- Figur 7. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1984/85.
- Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1985 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.
- Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1985 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.
- Figur 10. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Vestfjorden (20-80 meters dyp) perioden mai-oktober 1985, sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.
- Figur 11. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Bunnefjorden perioden august-oktober 1985, sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1974-82.
- Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-85. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).
- Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-85. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).

- Figur 14. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned. Gjennomsnitt og standardavvik for perioden 1933-65 og 1973-82. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).
- Figur 15. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp (>25, >55 og >75 meters dyp og til bunn) i Vestfjorden mai-oktober 1973-85.
- Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 20 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord (EP1 + DK1) i oktober måned 1973-85.
- Figur 17. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) mai-oktober under 25 meters dyp i Vestfjorden og dypvannsfornyelsen 1973-85.
- Figur 18. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) oktober måned 1945-65 og 1973-85. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).
- Figur 19. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) oktober måned 1945-82 og 1985. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).

TABELLER

- Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1985.
- Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 19.10.84-14.2.85.
- Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 14.2-16.4.1985.
- Tabell 4. Beregnet dypvannsfornyelse i Bunnefjorden 21.2-16.4.1985.
- Tabell 5. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-85.
- Tabell 6. Middelerdi av oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK1), mai- oktober 1973-81 og 1982-85.

1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord har som mål å følge forurensningsutviklingen ved observasjoner av enkelt påvisbare forurensningsvirkninger fra utslipp av hovedsaklig kommunalt avløpsvann. Resultatene fra 1985 viste liksom i de siste år en forandring i fjordens forurensningssituasjon. Oksygenforholdene i fjordens dypvann (> 50 meters dyp) er ikke blitt dårligere, men på mellomnivåer (20-40 meter) var det en tendens til lavere oksygenkonsentrasjoner og økt oksygenforbruk, spesielt i Vestfjorden. Forurensningssituasjonen i indre Oslofjord er fremdeles ikke tilfredstillende. Dette gjelder oksygenforholdene. I Drøbaksundets dypvann fortsetter den negative utviklingen mot lavere oksygenkonsentrasjoner.

1. I 1985 ble det innsamlet hydrografiske data fra 3 stasjoner på 4 tokt i februar, mai, august og oktober, samt ved kompletterende tokt i april. På hvert tokt ble det observert siktedyp, temperatur og saltholdighet samt vann analysert på oksygen og totalfosfor.

I perioden juni-august ble det innsamlet overflateprøver (0-2 meter) omtrent hver annen uke på 7 stasjoner for å bestemme vannets innhold av planteplankton (klorofyll a) samtidig med siktedypsobservasjoner. I juni-august ble det analysert på termotolerante koliforme og totalantall bakterier fra 6 stasjoner i Oslo havnebasseng. Resultatene fra sommertoktene skal ikke vurderes men redovises i bilag.

I slutten av mai 1985 ble det satt ut sedimentfeller i Bunnefjorden, Vestfjorden og Drøbaksundet på tre ulike dyp. Fellene ble tømt ca. 1 gang pr måned og vil stå utplasserte til våren 1987. Rapport av resultater vil bli skrevet i 1987.

2. Dypvannsutskiftningen startet mellom oktober 1984 og februar 1985. Ytterligere to dypvannsutskiftninger ble observert frem til mai 1985. Totalt ble ca. $4.400 \cdot 10^6$ m³ vann utskiftet, hvilket er noe mer enn gjennomsnittet for perioden 1973-82.

3. Som følge av vannutskiftningen ble oksygenforholdene i Bunnefjorden under 60 meters dyp relativt tilfredstillende dvs. mellom 2-4 ml/l. Derimot var oksygenkonsentrasjonen mellom 16-40 meters dyp tidvis lavere enn gjennomsnittlig oksygenkonsentrasjon i 1973-82. Beregnet oksygenforbruk i Bunnefjordens dypvann fra august til oktober 1985 var omtrent "normal", dvs. lik gjennomsnittlig oksygenforbruk 1974-82.

4. I Vestfjorden var oksygenkonsentrasjonen under 70 meters dyp nesten lik gjennomsnittet for perioden 1973-82. Mellom 30 og 50 meters dyp var konsentrasjonen lavere enn gjennomsnittet 1973-82. Oksygenforbruket mai til oktober 1985 var omtrent lik gjennomsnittlig oksygenforbruk 1973-82, untatt 30 meters dyp hvor forbruket var klart høyere.

5. Oksygenforholdene i 1985 har således vært gode i Bunnefjordens dypvann, som følge av vannutskiftningen. I Vestfjorden har forholdene vært som tidligere år. Lavere konsentrasjoner i Vestfjorden omkring 30 meters dyp er trolig en effekt av utslippet til Sentralrenseanlegg Vest. Tidvis lavere oksygenkonsentrasjoner på dette nivå i Bunnefjorden kan foreløpig ikke forklares med innlagret avløpsvann, bla. i mangel på kjennskap til kloakkvannets spredningsmønster i fjorden.

6. Beregnet oksygenforbruk mai til oktober 1973-81 sammenlignet med perioden 1982-85 viser en signifikant økning i Vestfjorden under 25 meters dyp i 1982-85. Under 55 meters dyp viser analysen en signifikant minking av oksygenforbruket. Dette skulle også styrke hypotesen at belastningen av oksygenforbrukende stoffer har økt på innlagringsdypet til kloakkvann fra SRV. Imidlertid er usikkerheten i beregningene av empirisk vertikaldiffusjon samt variasjoner i den intermediære vannutskiftningen ikke vurdert og gjør at konklusjonen må tas med forbehold.

7. Oksygenforholdene i indre Oslofjord er som tidligere vist meget avhengige av mengden nytt dypvann som tilføres fjorden hvert år. Oksygenforbruket viser ikke samme avhengighet. Beregningene viser at forbruket snarere er omvent, dvs. lavere forbruk når dypvannsfornyelsen er dårlig. Muligens kan dette ha sin forklaring i lavere konsentrasjonsnivå i mai måned i år med dårlig vannutskiftning og at den lineære relasjonen mellom belastning og forbruk brytes når oksygenkonsentrasjonen nærmer seg 1 ml/l og denitrifikasjon starter. For å ta hensyn til dette må fullstendigere beregningsmodeller en den som er brukt her utvikles. Bl.a må også hensyn taes til nitrogensyklus.

8. Hovedkonklusjonen fra oksygenobservasjonene i 1985 er som tidligere: Oksygenforholdene i Oslofjordens dypvann var dårligst i begynnelsen og midten av 1970 årene og har deretter ikke blitt dårligere. På tross av en positiv tendens for dypvannet er forholdene fortsatt kritiske for fjordens dyreliv.

9. Oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet i oktober 1985 var lavere enn gjennomsnittet for perioden 73-82 i nesten hele dypvannet. Den negative utviklingen som ble påvist i 1983 har fortsatt. Oksygenkonsentrasjonen er fortsatt ikke kritisk, men den negative utviklingen er alvorlig og bør undersøkes nærmere for å avgjøre om problemet skyldes lokale forhold eller er en effekt av generelt dårligere forhold i Skagerrak. Utviklingen bør også ses i lyset av observert økt bunnfaunabiomas i hele ytre Oslofjord, som anses å være et tegn på begynnende eutrofiering av området (Rosenberg m.fl. 1986).

Tilråding: Av de resultater som er fremlagt i denne rapport bør oppmerksomheten rettes mot, dels de ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjonene på mellomdyp i indre fjord, dels mot problemet med de avtakende oksygenkonsentrasjonene i Drøbakssundet på høsten. Begge problemene bør undersøkes, og spesielt viktig er det å få avgjort årsaken til utviklingen i Drøbakssundet. Videre bør overvåkingen nøye følge opp oksygenforholdene mellom 20-50 meters dyp i Vestfjorden, dvs. innlagringsdypet til avløpsvannet fra SRV.

For å øke kunnskapen til forholdene i indre fjord bør beregningsgrunnlaget forbedres (modellutvikling). Som et ledd i dette er det behov for bedre kjennskap til spredning av innlagret avløpsvann fra renseanleggene i fjorden, samt det innlagrede vannets kjemiske egenskaper.

En forbedring av oksygenforholdene i Indre Oslofjord krever ytterligere reduksjon av den totale organiske belastningen (dvs. reduksjon av tilførsel av næringsalter og organisk stoff) på fjorden.

2 INNLEDNING

Overvåkingsprogrammet er fokusert på forholdene i Indre Oslofjord. Med Indre Oslofjord menes Oslofjorden innenfor Drøbak, men programmet omfatter også Drøbaksundet nord for Filtvedt.

Formålet med overvåkingen av fjorden er å:

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

Overvåkingsprogrammet var i 1985 som i 1984 et redusert program og derved har også programmets formål blitt begrenset til:

- i grove trekk følge dypvannsutskiftning og oksygenforhold i Bunnefjorden og Vestfjorden.

Bruk av fjorden som resipient for kloakkvann har i lange tider vært i konflikt med andre bruksinteresser, spesielt rekreasjon og fiske. Den kommunale planleggingen for å forbedre fjordmiljøet er nesten helt basert på de tradisjonelle brukerinteressene - friluftsliv og fiske. Det har også vært aktuelt å bruke fjorden i forbindelse med energiproduksjon, havnebygging, kommunikasjon og akvakultur. Effekten av rensetiltakene kan iblandt bli svekket når andre planer forandrer forutsetningene. Slike konflikter har vært vurdert i løpet av 1970-årene spesielt i forbindelse med lokalisering av kjernekraftverk i Sør-Norge og utgraving av Drøbakjeteen for sikrere trafikk gjennom Drøbaksundet.

Fjorden har dessuten en ikke uvesentlig rolle sett fra et naturhistorisk og forskningsmessig perspektiv. Generelle naturverinteresser er også av betydning.

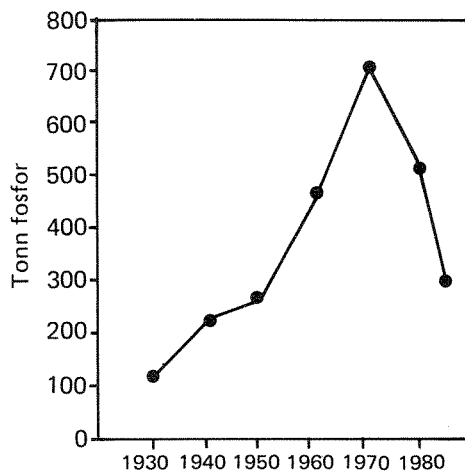
2.1 Forurensningstilførsler

Den helt dominerende forurensningstilførselen er kommunalt og industrielt avløpsvann fra Oslo og Bærum kommuner. Til Vestfjorden kommer dessuten betydelige industriutslipp fra Dyno Industrier og i Drøbaksundet/Breiangen har Tofte Cellulose utslipp og området kan også bli påvirket av kommunale utslipp fra Moss og treforedlingsindustrien i Mossesundet (Petterson & Søn). Tilførsler fra Drammensfjorden er heller ikke uvesentlige (Magnusson og Næs 1986).

Beregninger av forurensningstilførsel utføres av miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Oslo og Akershus, som har samlet og bearbeidet de innkommende data frem til idag. Utfra denne informasjon har NIVA arbeidet frem en samlet oversikt over forurensningstilførslene (Baalsrud m.fl.1986).

I 1985 ble fjorden tilført ca. 300 tonn fosfor, ca. 3700 tonn nitrogen og ca. 12000 tonn organisk stoff (beregnet som TOC).

Det er foretatt en spesialstudie av fosfortilførselens variasjon fra 1920-1980 som viser en gradvis økning frem til begynnelsen av 1970 og deretter en reduksjon (figur 1). Beregningene er i hovedsak teoretiske, men tallene viser i store trekk den generelle utviklingen. På figuren er fosfortilførselen for 1985 lagt inn.



Figur 1. Landbasert fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1985.
(Fra Bergstøl m.fl. 1981, og Baalsrud m.fl. 1986)

I mars 1982 ble det nye Sentralrenseanlegg Vest (SRV) med utslipp til Vestfjorden litt nord for Slemmestad tatt i bruk (figur 2). I juni 1982 ble avløpsvann fra Røyken, Asker, Bærum og deler av Oslo Vest tilkoblet anlegget med betydelige avlastninger av Bærumsbassenget og Lysakerfjorden. I juli 1983 kom anlegget i full drift idet utslippene fra festningen og Skarpsno renseanlegg ble overført til VEAS. I 1984 ble fjorden tilført 34 tonn fosfor fra SRV (rensegrad 89%) og i 1985 26 tonn. Bekkelaget renseanlegg hadde et utslipp av fosfor til fjorden på 73 tonn fosfor i 1985, hvorav ca. 50% ble sluppet ut i overløp, som følge av overbelastning ved anlegget.

2.2 Effekter av forurensningstilførselene

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg om eutrofi-effektene i fjorden. Fjordens svar på næringsalttilførselen har vært en øket produksjon av planteplankton. Gjennomsnittet i vannet minker (lavt siktedyp) og den organiske belastningen på fjordens dypere vannmasser blir stor når dødt planteplankton synker ut av fotosyntesesesonen. Planktonet blir nedbrutt under oksygenforbrukende prosesser og det livsviktige oksygenet i fjordens dypvann kan til tider bli så lavt at det får negative følger for fjordens dyreliv. Enkelte ganger blir alt oksygen oppbrukt og det dannes hydrogensulfid (råttent vann), en dødelig gift for nesten alt marint liv.

I Bærumsbassenget og Bekkelagsbassenget dannes hydrogensulfidholdig dypvann hvert år, men også i Bunnefjorden og Lysakerfjorden kan det enkelte år bli "råttent vann". I Vestfjorden blir det hver høst lavt oksygeninnhold, men foreløpig har det ikke blitt registrert hydrogensulfid i dette område unntatt i enkelte lokale dyphull. Avgjørende for oksygenforholdene i fjorden er, i tillegg til belastningen med avløpsvann, omfanget av de årlige dypvannsutskiftninger som tilfører fjorden oksygenrikt vann fra ytre fjord. Utskiftningen er mest effektiv i Vestfjorden og som regel dårligere i Lysakerfjorden og Bunnefjorden.

Overgjødningen begunstiger arter som har evne til å dra nytte av det forandrede miljøet. Langs strendene har hurtigvoksende grønnalger, som trives i næringsrikt vann, blitt vanlige og konkurranseforholdet mellom fastsittende alger er blitt forandret (Bokn et.al. 1977). Videre er det observert færre arter av zooplankton og store bunnområder uten liv (Beyer 1967). Lokalt har industriutslipp forringet fjordmiljøet som eksempelvis utenfor Slemmestad (støvutslipp dekker fjordbunnen) og ved Sætre (nedsatt pH og høye nitrogenkonsentrasjoner i vann).

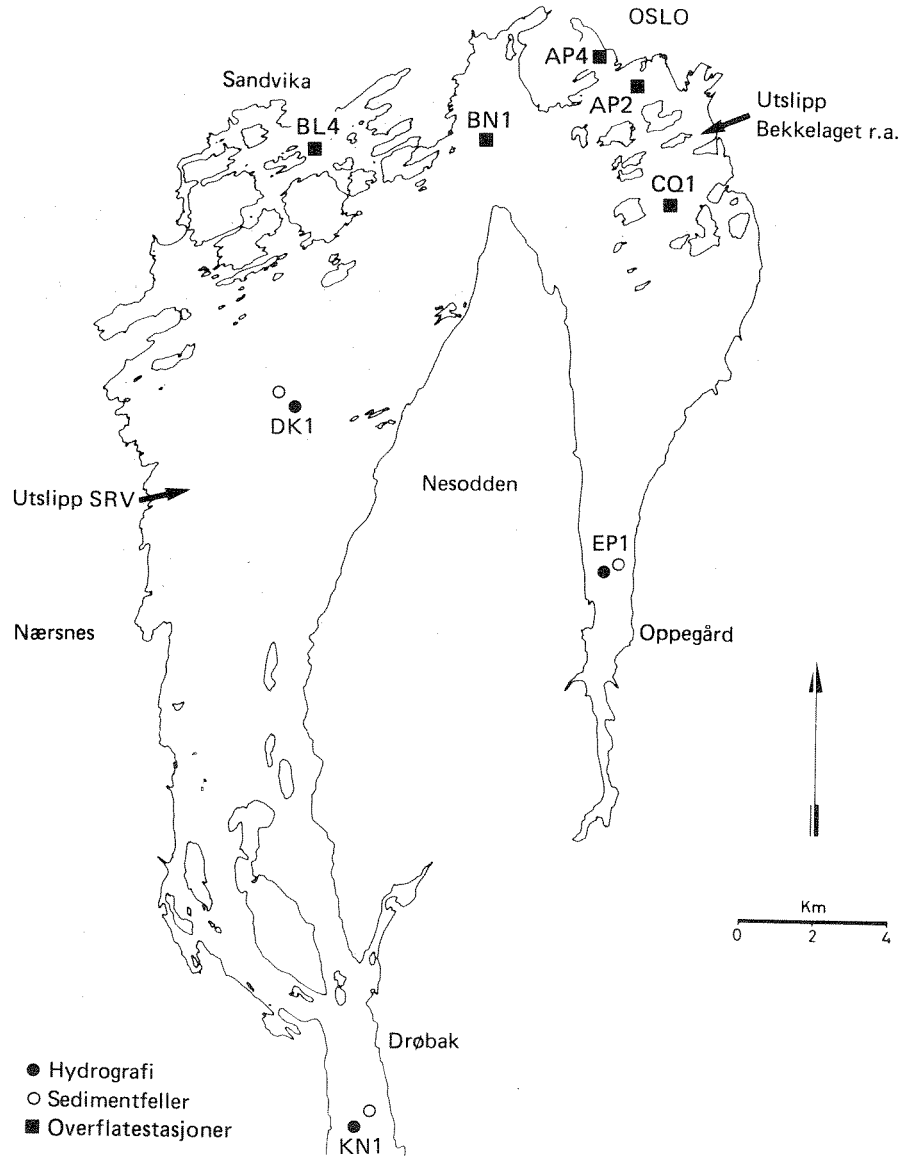
2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet

2.3.1 Hydrografi, hydrokjemii og strømmålinger

Toktvirksomheten fremgår av tabell 1 og stasjonsnett av figur 2.

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1985.

Dato	Hydrografi	Tot-p	ANM.
14/2	DK1, KN1	+	
21/2	EP1	+	Stasjonen tatt ved Hvervenbukte
16/4	DK1, EP1	+	
21/5	DK1, EP1, KN1	+	
4/6	AP2, AP4, BL4, BN1, CQ1, EP1, DK1		Overflateobs+ bakterier
18/6	"		"
2/7	"		"
16/7	"		"
30/7	"		"
13/8	"		"
20/8	DK1, EP1, KN1	+	
27/8	AP2, AP4, BL4, BN1, CQ1, EP1, DK1		Overflateobs.+ bakterier
15/10	DK1, EP1, KN1	+	



Figur 2. Stasjonsnett 1985.

I 1985 ble vannprøver innsamlet ved 5 tokt fra to stasjoner (EP1, DK1) på dypene 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125 og 150 meter samt blandprøver fra 0-2 meters dyp. På 4 tokt (februar, mai, august og oktober) ble også stasjon KN1 i Drøbaksundet inkludert. Tabell 1 viser en oversikt av toktdatoer og stasjoner i 1985. På de hydrografiske toktene (tabell 1) ble det observert siktedyp, lys og registrert vannets temperatur og saltholdighet samt analysert på oksygen og totalfosfor (Vedlegg 1). De kjemiske analysene ble utført på ufiltrert vann. Analysemetodene er beskrevet i tidligere rapporter. Deteksjonsgrense for totalfosfor er 1.0 µg/l og presisjonen ligger på ca. 2 % (prosenten angir standardavvik på kontrollanalyser).

2.3.2 Observasjoner i overflatevannet.

I perioden juni - august ble det utført 7 tokt til 7 stasjoner (tabell 1). Foruten siktedyp og lys ble det analysert på overflatevannets innhold av planteplankton (klorofyll a) (henholdsvis Vedlegg 2, tabell A og B). På 6 stasjoner i Oslo havnebasseng ble det innsamlet vann for analyser av termotolerante koliforme bakterier (tabell C) og totalantall (tabell D) bakterier. Analysene ble utført ved Oslo Helseråd. Dette materialet skal ikke behandles i denne rapport.

2.3.3 Sedimentfeller.

I mai 1985 ble det utplassert sedimentfeller på tre steder i Oslofjorden; Drøbaksundet, Vestfjorden og Bunnefjorden (figur 2). Fellene ble plassert på 20, 40 og 80 meters dyp og vil samle opp det materiale som sedimenterer fra overflatevannet til dypvannet og bunn. Fellene tømmes ca. en gang pr måned og materialet analyseres på diverse parametere for å undersøke bl.a hvor stor den egentlige organiske belastningen på dypvannet er. Sedimentfellene vil stå ute til våren 1987 og resultatet vil rapporteres i løpet av 1987. Feltarbeide og analyser utføres i samarbeide mellom avdeling for marin kjemi ved Universitetet i Oslo (T.Andersen) og NIVA.

2.4 RESULTATER OG DISKUSJON

2.4.1 Vannutskiftninger

Den hydrografiske utviklingen i 1985 fremgår av figurene 3-7 som viser variasjonen av vannets temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og fosforinnhold (TOT-P) i Vestfjorden (DK1) og oksygeninnhold i Bunnefjorden (EP1).

Dypvannsfornyelse

Den hydrokjemiske vannkvaliteten i indre Oslofjords dypvann er avhengig av tilførte forurensningsmengder fra land samt tilført mengde vann fra ytre Oslofjord og Skagerrak og kvaliteten på dette vann. Tilførselene fra land domineres av kloakkutslipp og er derfor tilnærmet konstant over året, untatt perioder med stor nedbør eller ved snøsmeltning. Dypvannsfornyelsen er derimot begrenset til perioden november-mai, og normalt mest vanlig i januar-april da vann over terskeldyp utenfor Drøbakterskelen i perioder har større egenvekt enn dypvannet i indre fjord.

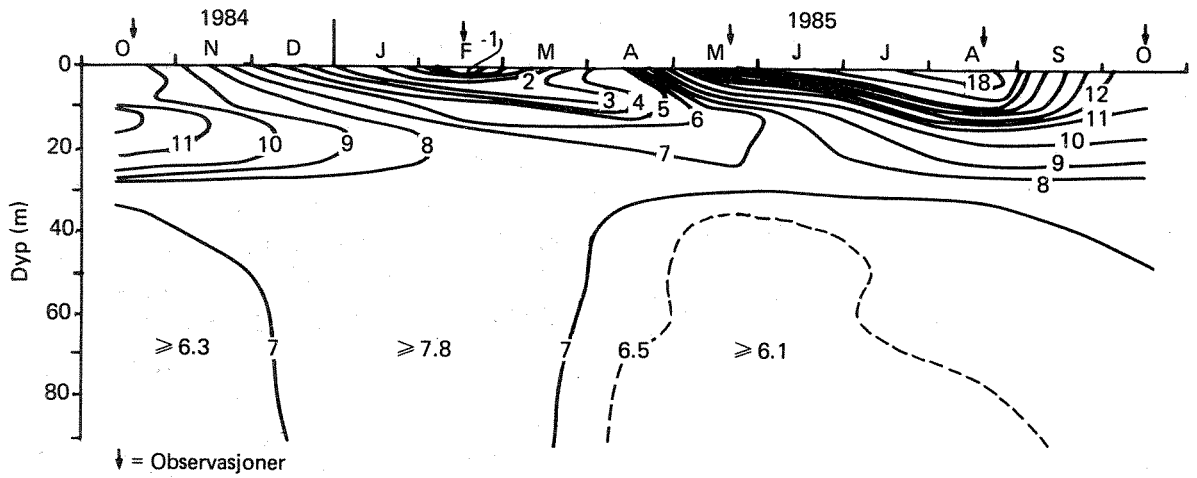
Det innstrømmende vannet har normalt høyt oksygeninnhold (ca. 80% metningsgrad) og lavt næringssaltinnhold (ca. 30 µg tot-P/l). Når det nye vannet strømmer inn over Drøbakterskelen og ned i Vestfjordens dypbassenger, blandes det med gammelt vann i Vestfjorden som ligger fra terskeldyp og ned til det nivå hvor det nye vannet innlagres. Den endelige kvaliteten på dypvannet er således et resultat av kvaliteten på det innstrømmende vannet og blandingen med gammelt dypvann i indre fjord. Resultatet blir at det "nye" dypvannet har lavere oksygeninnhold og høyere næringssaltinnhold enn det innstrømmende vannet. Blanding er avhengig av mengden innstrømmende vann, forskjellen i egenvekt mellom innstrømmende og gammelt fjordvann samt fjordens topografi (bunnhelning og bunnstruktur). Flere og større dypvannsfornyelser gir et dypvann som får en kvalitet som nærmer seg kvaliteten på det innstrømmende vannet.

For å kunne beregne dypvannsfornyelsen er det nødvendig å kjenne egenskapene til det innstrømmende vannet, blandingsprosessene samt situasjonen før og etter fornyelsen. De observasjoner som foreligger er i beste tilfelle før- ettersituasjonen inne i fjorden og et par observasjoner i Drøbaksundet. Tidligere har observasjoner av strøm, temperatur og saltholdighet på Drøbakterskelen avslørt det innstrømmende vannets kvalitet samt vannutskiftningens forløp. Disse

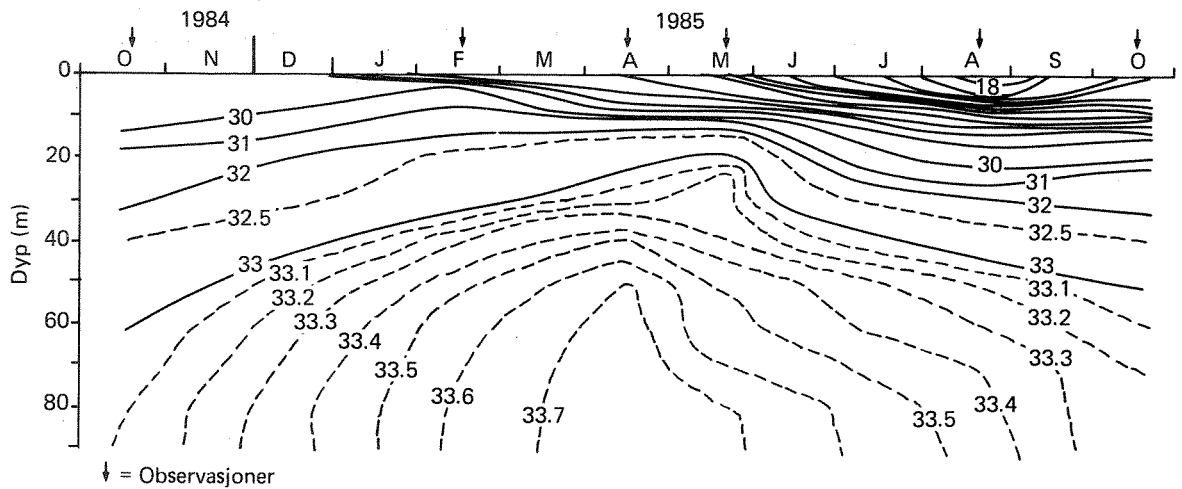
observasjoner mangler i 1985. I stedet blir det nødvendig å lete frem mulige vannmasser i Drøbaksundet (stasjon KN1), som kan gi de nye vannmasser i indre fjord ut fra kjennskapen til disse vannmassers temperatur og saltholdighetsfordeling før og etter vannutskiftningen. Herved søkes mulige og sannsynlige blandingsforhold (T-S diagram) som siden kontrolleres ved tilsvarende beregninger for fosfor og oksygen. Etersom de sistnevnte parametere ikke er konservative vil fullstendig overensstemmelse ikke oppnås.

I 1984/85 startet dypvannsfornyelsen mellom oktober 1984 og februar 1985. I Vestfjorden økte dypvannets egenvekt i februar 1985, samtidig som oksygenkonsentrasjonen økte og fosforkonsentrasjonen avtok. De ulike utskiftningene følges enklest i temperaturvariasjonene (figur 3). Temperaturen i Vestfjordens dypvann (30 meter til bunn) økte fra ca. 6.3-6.4 ° C i oktober 1984 til 7.7-7.9 ° C i februar 1985. En temperaturøkning på 40-60 meters dyp i Bunnefjorden viser en instrømming av nytt vann via Vestfjorden. I april 1985 avtok temperaturen fra ca. 7.8 til 6.4-6.7 ° C fra 30 meter til bunn i Vestfjorden, hvilket viser at en ny vannutskiftning hadde funnet sted. I Bunnefjorden hadde temperaturen økt i hele vannmassen fra ca. 40 meters dyp. Temperaturen var ytterligere redusert i Vestfjorden og Bunnefjorden i mai 1985.

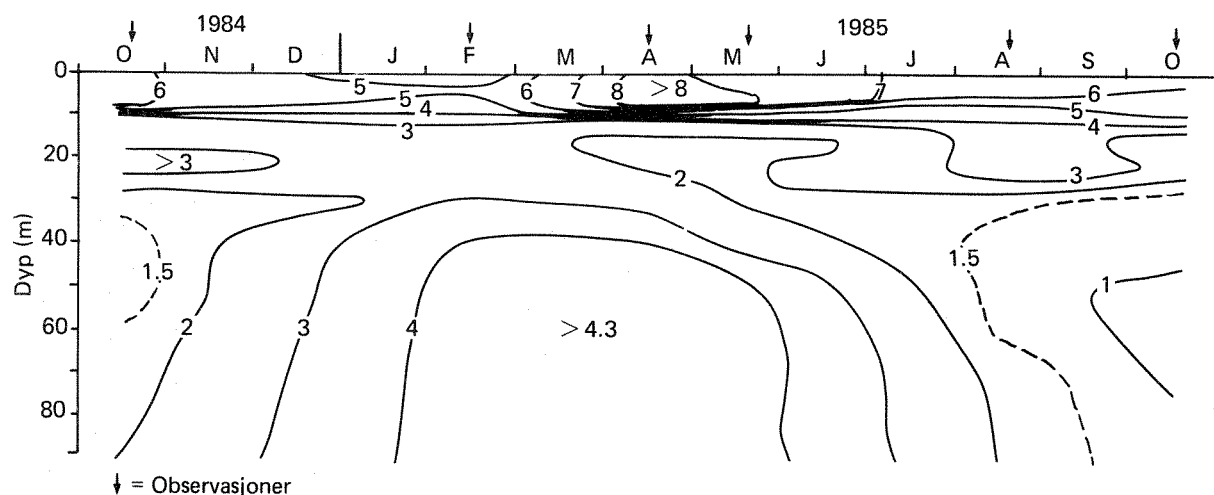
Indre Oslofjord har således hatt tre dypvannsfornyelser i 1984/85. Oksygenobservasjonene viser at den mest effektive vannutskiftningen i Bunnefjorden fant sted mellom februar og april (figur 7), mens den største økningen i oksygeninnhold i Vestfjordens dypvann var mellom oktober 1984 og februar 1985 (figur 5). En mindre dypvannsfornyelse fant sted i april/mai.



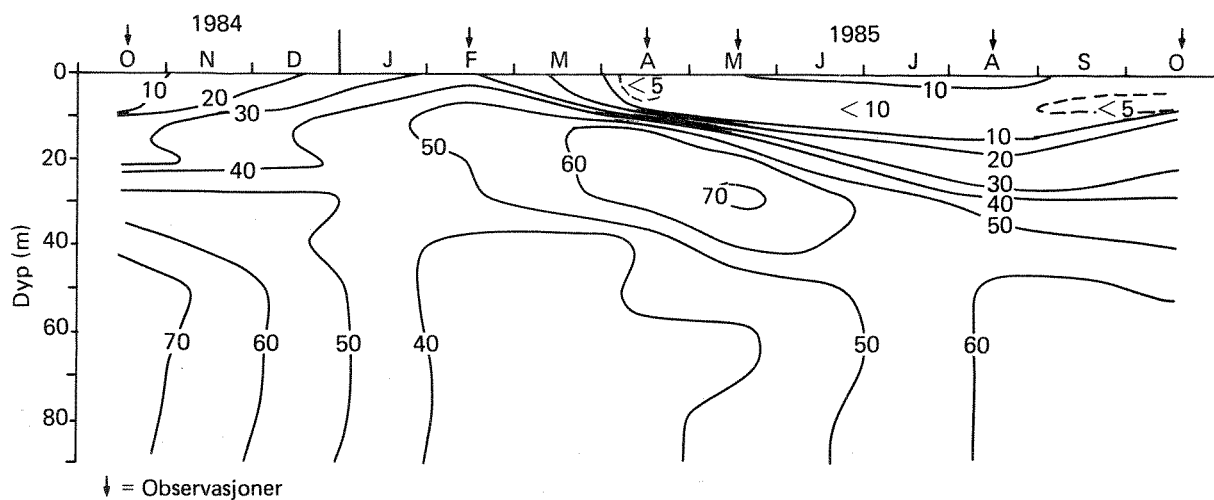
Figur 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.



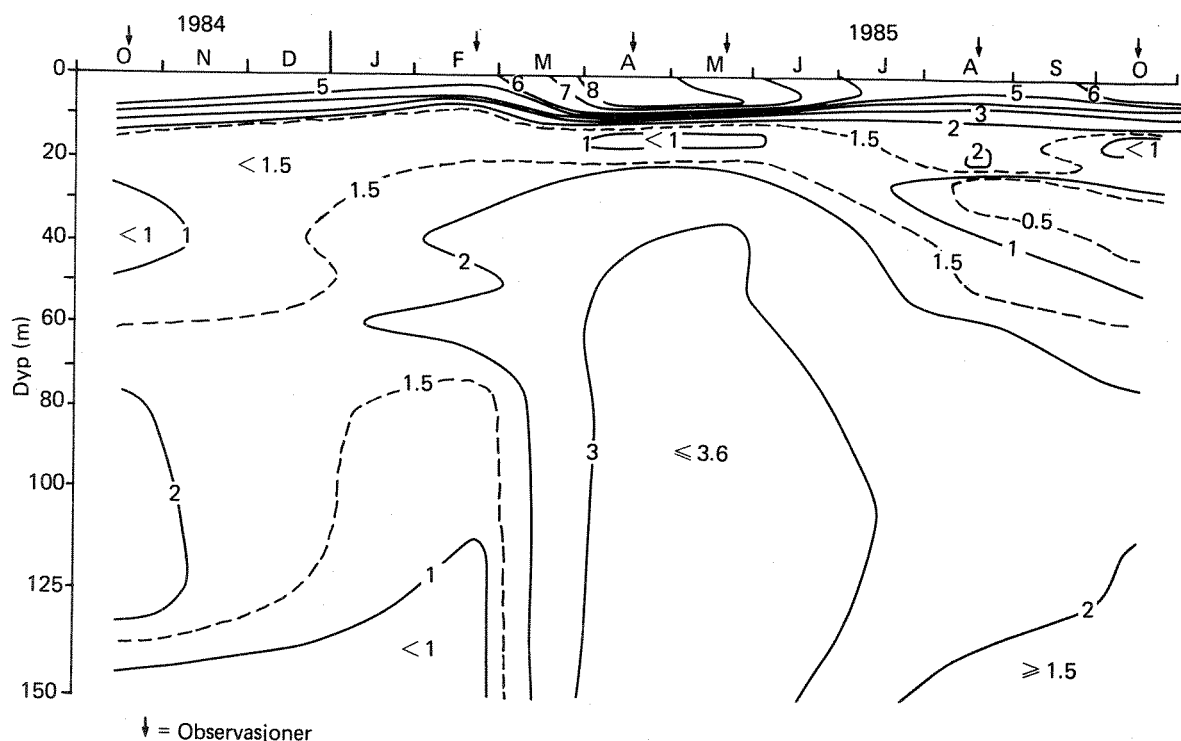
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen (‰) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.



Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.



Figur 6. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g/l}$) i Vestfjorden (DK1) 1984/85.



Figur 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EPI) 1984/85.

Beregning av dypvannsfornyelsen.

Dypvannsfornyelsen i perioden 19.10.84 til 14.2.85 har blitt beregnet ved å anta at vannmasser som strømmet inn til indre fjord finnes i observasjonene fra februar i Drøbaksundet, men det er trolig at observasjonen her er tatt i slutten av innstrømmingen og derfor ikke helt kjennetegner det innstrømmende vannet. Rimelige fosfor og oksygenkonsentrasjoner i Vestfjordens dypvann fåes ved en forutsatt blanding av vann fra 4-8 meters dyp i Drøbaksundet med gammelt Vestfjordvann på ca. 30 meters dyp. Resultatet blir at omtrent 75% av Vestfjordens dypvann under 45 meters dyp har blitt utskiftet. Vannmassene mellom 20-40 meters dyp er nå en blanding av nytt vann fra Drøbaksundet og dypvann eller vann fra omtrent samme dyp i Vestfjorden. Tabell 2 viser en sammenstilling av beregnet

dypvannsfornyelse 19.10.84-14.2.85.

Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 19.10.84-14.2.85.

Dyp (m)	Nytt dypvann (%)
90-bunn	74
80	74
70	74
60	74
50	74
40	69
30	35
25	29
20	24
Totalt $2300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	

Vannutskiftningen i Bunnefjorden var i denne perioden liten og den totale dypvannsfornyelsen i perioden blir ca. $2.400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

De lave oksygenverdier i februar i Vestfjorden er således i våre beregninger en følge av blanding av vann med over 5 ml/l fra Drøbaksundet og vann mellom 1.5-2 ml/l i Vestfjorden. Dette forutsetter at vannutskiftningen var sen, dvs. episoden var omtrent avsluttet i februar. En betydelig tidligere vannutskiftning (eksempelvis i desember 84) skulle kunne ha skjedd. Dette forutsetter en større vannutskiftning enn den nå beregnede og med betydelig høyere oksygeninnhold i dypvannet. Det er liten sannsynlighet for at de vannmasser i Drøbaksundet med lavere oksygenkonsentrasjoner som ble observert i oktober 84 og februar 85 deltok i utskiftningen.

Figurene 3-4 viser en ny dypvannsfornyelse mellom februar 85 og april 85, men oksygen- og fosforkonsentrasjonene er omtrent de samme. I Bunnefjorden viser samtlige observerte parametere en utskiftning. Også i denne periode har det vært vanskelig å finne frem til hvorledes vannutskiftningen har funnet sted. Lavere temperaturer i Vestfjordens dypvann i april finnes i Drøbaksundet den 21.5. på 30-50 meters dyp, og dette vann lar seg blande med dypvannet i Vestfjorden og gir sannsynlige konsentrasjoner av fosfor og oksygen sammenlignet med

observerte verdier i april. Det nye dypvannet på ca. 40 meters dyp i Vestfjorden består av gammelt Vestfjordsvann fra 25 og 50 meters dyp samt nytt vann fra Drøbaksundet. På ca. 50 meters dyp er det en blanding av gammelt vann fra 40 meters dyp og nytt vann. På øvrige dyp (>60 meter) er det en blanding av nytt vann og gammelt Vestfjordvann under 60 meters dyp. Tabell 3 viser beregnet dypvannsfornyelse.

Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 14.2-16.4.1985.

Dyp (m)	Nytt dypvann (%)
90-bunn	43
80	42
70	40
60	35
50	33
40	34
Totalt	$960 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

I Bunnefjorden har det skjedd en vannutskifting helt til bunn. Ut fra analyse av temperatur og saltholdighetsobservasjoner er det sannsynlig at det nye dypvannet er en blanding av overflatevann fra Drøbaksundet. Dette vannet har strømmet inn på mellomdyp (30-50 meter) i Vestfjorden og er deretter blitt blandet med gammelt Bunnefjordsvann og innlagret på 25-150 meters dyp. Beregnet fornyelse, dvs. andelen nytt vann fra Drøbaksundet fremgår av tabell 4.

Tabell 4. Beregnet dypvannsfornyelse i Bunnefjorden 21.2-16.4.85.

Dyp (m)	Nytt dypvann (%)
90-bunn	57
80	58
60	53
50	44
40	38
30	21
25	16
Totalt	$780 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Total mengde nytt vann tilført fjorden i perioden blir således ca. $1700 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

I perioden 16.4-21.5 skjedde ingen større vannutskifting. Anslagsvis ca. $300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ble tilført fjordens dypvann, omtrent likt fordelt mellom Vestfjorden og Bunnefjorden.

Total dypvannsfornyelse i hele perioden 19.10.84 -21.5.85 blir således ca. $4.400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Som i beregninger i tidligere rapporter inngår ikke Bærumbassenget, Bekkelagsbassenget og Havnebassenget, dvs. et volum på $480 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vann. Dette bør gi en oppfatning av sikkerheten i beregningene i tillegg til at Vestfjorden kun er representert ved en stasjon (DK1). Tallene bør derfor brukes ved sammenligning mellom ulike år og kun med forsiktighet som reellt utskiftet vannvolum. Tabell 5 viser beregnet dypvannsfornyelse 1973 - 1985.

Tabell 5. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-1985.

ÅR	Dypvannsfornyelse (*10 ⁶ m ³)	Dypvannsfornyelse (% av volum under 20 m)
1973	1200	20
1974	8300	140
1975	1200	20
1976	3300	55
1977	5900	100
1978	2800	45
1979	3700	60
1980	3200	54
1981	3200	54
1982	4600	77
1983	2100	35
1984	6300	106
1985	4400	74

Dypvannsfornyelsen 1984/85 var noe over gjennomsnittlig fornyelse for perioden 1973-82. Oksygenforholdene i Vestfjordens dypvann (figur 5) viser imidlertid at fornyelsen skjedd på en måte som resulterte i stor innblanding av gammelt vann med lavere oksygenkonsentrasjoner enn forventet. Eksempelvis vil små og mange innstrømninger av vann over Drøbacterskelen gi en større innblanding av gammelt Vestfjordvann (med lavt oksygeninnhold) enn et par større utskiftninger (når de øvrige betingelser er de samme). Det er liten sannsynligheten for at vannmassene med de observerte lavere oksygenkonsentrasjonene i Drøbaksundet har deltatt i innstrømmingen og bidratt til de relativt lavere oksygenkonsentrasjonene i Vestfjorden, men det kan ikke utelukkes.

2.4.2 Oksygenforhold

Bunnefjorden (EP1) og Vestfjorden (DK1)

Formålet med oksygenobservasjonene er å følge med i effekten av den organiske belastningen på fjordens dypvann. I perioden med lav eller ingen dypvannsfornyelse vil oksygenkonsentrasjonen i dypvannet reduseres. Hvor mye avhenger av mengden tilført nedbrytbart organisk stoff fra avløpsvann og sedimenterende planteplankton. Stagnasjonsperioden starter normalt i mai og varer ut oktober, men kan bli lengre eller kortere enkelte år. Oksygenkonsentrasjonen avtar i stagnasjonsperioden og fører til lavt oksygeninnhold i hele Indre Oslofjord på sensommer og høst. Visse steder i fjorden blir som nevnt alt oksygen oppbrukt i nedbrytningsprosessen av organisk stoff og det dannes hydrogensulfid. Dette skjer hvert år i Bekkelagsbassenget og Bærumsbassengets dypvann og i år med dårlig vannutskiftning også i Bunnefjordens dypvann. Men også lave oksygenkonsentrasjoner har negative effekter på fjordens dyreliv. Verdier under 2 ml/l er kritiske (kfr. Kirkerud et al 1984) og dette nivå underskrides ofte om høsten i Indre Oslofjord. Normalt konsentrasjonsnivå i åpne og upåvirkede havområder er mellom 5-6 ml/l. Dette vil en imidlertid bare i meget korte perioder kunne forvente i en terskelfjord som Oslofjorden.

Konsentrasjonsnivået.

I 1985 var oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden mellom ca. 60 meters dyp til bunn over gjennomsnittlig konsentrasjon for perioden 1973-82 i mai, august og oktober (figur 8). Konsentrasjonsnivået må sies å ha vært relativt brukbart hele året (4-2 ml/l). De forholdsvis høye oksygenverdiene i Bunnefjordens dypvann skyldes dypvannsfornyelsen 1985. Mellom 10 og 40 meters dyp varierer forholdene noe i 1985 sammenlignet med gjennomsnittskonsentrasjonene 1973-82. I mai 1985 lå delvis gammelt dypvann som et klart minimum i oksygenkonsentrasjonen på 12-16 meters dyp, men i august var denne vannmasse utskiftet. I oktober var konsentrasjonene på 16-40 meters dyp klart lavere enn gjennomsnittet 1973-82.

I Vestfjorden var oksygenkonsentrasjonen under 70 meters dyp nesten lik gjennomsnittet 1973-82 i mai, august og oktober 1985 (figur 9). Derimot var konsentrasjonen klart lavere fra 12-40 meters dyp i mai 1985. I august 1985 har vannutskiftninger bidratt til høyere konsentrasjoner ned til 20 meters dyp, men mellom 30-50 meters dyp er konsentrasjonene fortsatt lavere enn gjennomsnittet for perioden 1973-82. Samme situasjon viser også oktoberobservasjonene. Oksygen-

konsentrasjonene i Vestfjorden 1985 har således vært lavere enn gjennomsnittet 1973-82, untatt under 60 meters dyp, hvor konsentrasjonen har vært omtrent lik gjennomsnittet.

Oksygenforbruket.

Endringer i oksygenkonsentrasjonen i fjordens dypvann vil dels skyldes endringer i organisk belastning på dypvannet, dels variasjoner i vannutskiftningsforhold. Oksygenreduksjonen gis av minkende oksygenkonsentrasjoner i en periode. Vertikal blanding (turbulent diffusjon) vil motvirke dette ved transport av oksygen til oksygenfattige vannmasser fra lag med høyere konsentrasjoner. Dessuten vil terskeloverskyllinger ved Drøbaksterskelen gi en tilførsel av oksygen. For å beregne oksygenforbruket må slike transporter bli korrigert for.

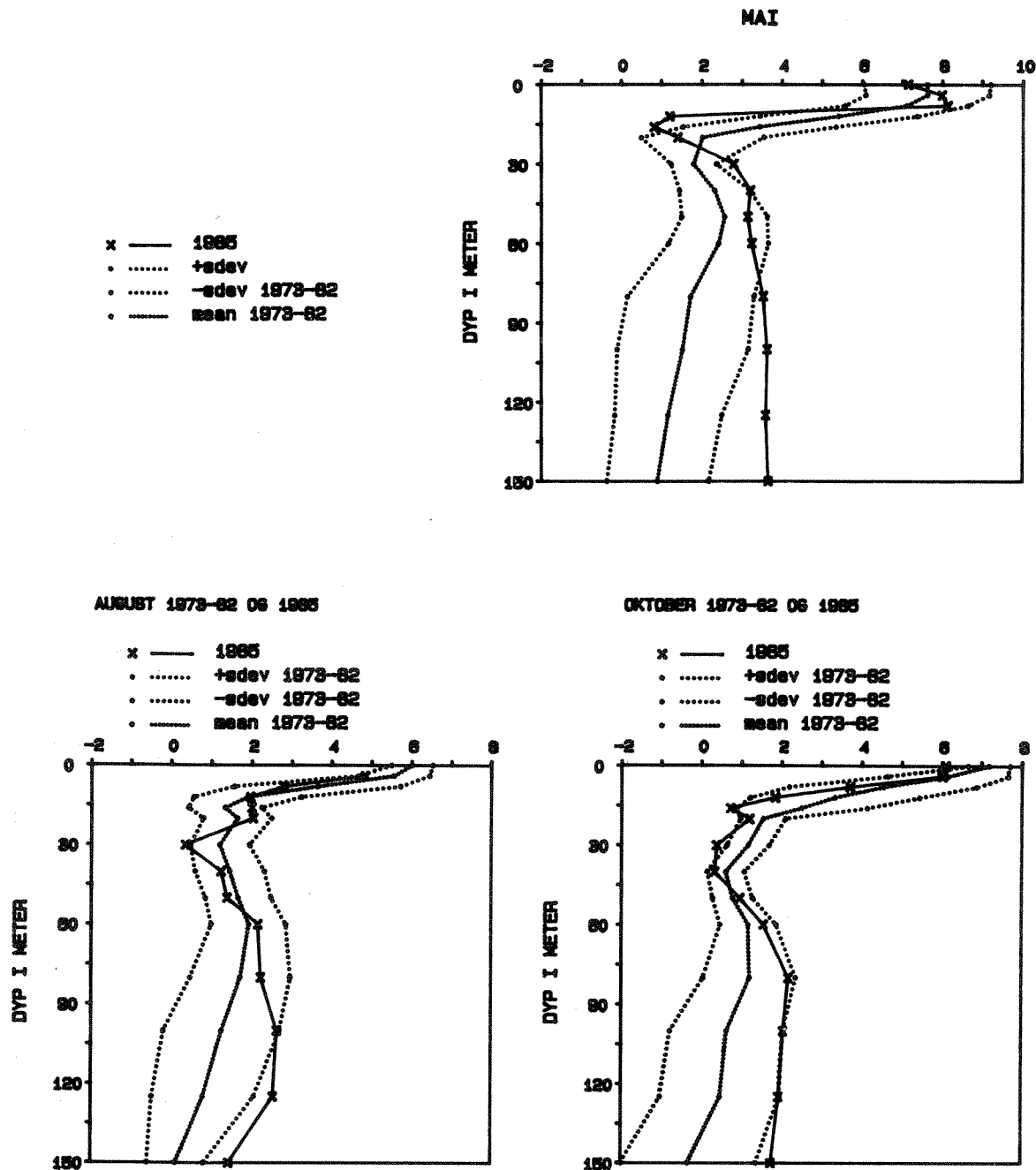
Ved hjelp av saltinnholdets variasjon i dypvannet (under 20 meters dyp) kan vertikaldiffusjonen beregnes. Beregningen blir verdiløs når vi får dypvannsutskiftninger (dvs. økende saltholdighet) og er derfor ikke brukbar i dette område. For tidsintervaller når diffusjonskoeffisienten er entydig positiv antas at vertikal oksygentransport skjer på samme måte som for salt. Oksygentransporten bestemmes da som

$$dO_2/dt = -D(z,t) * dO_2/dz$$

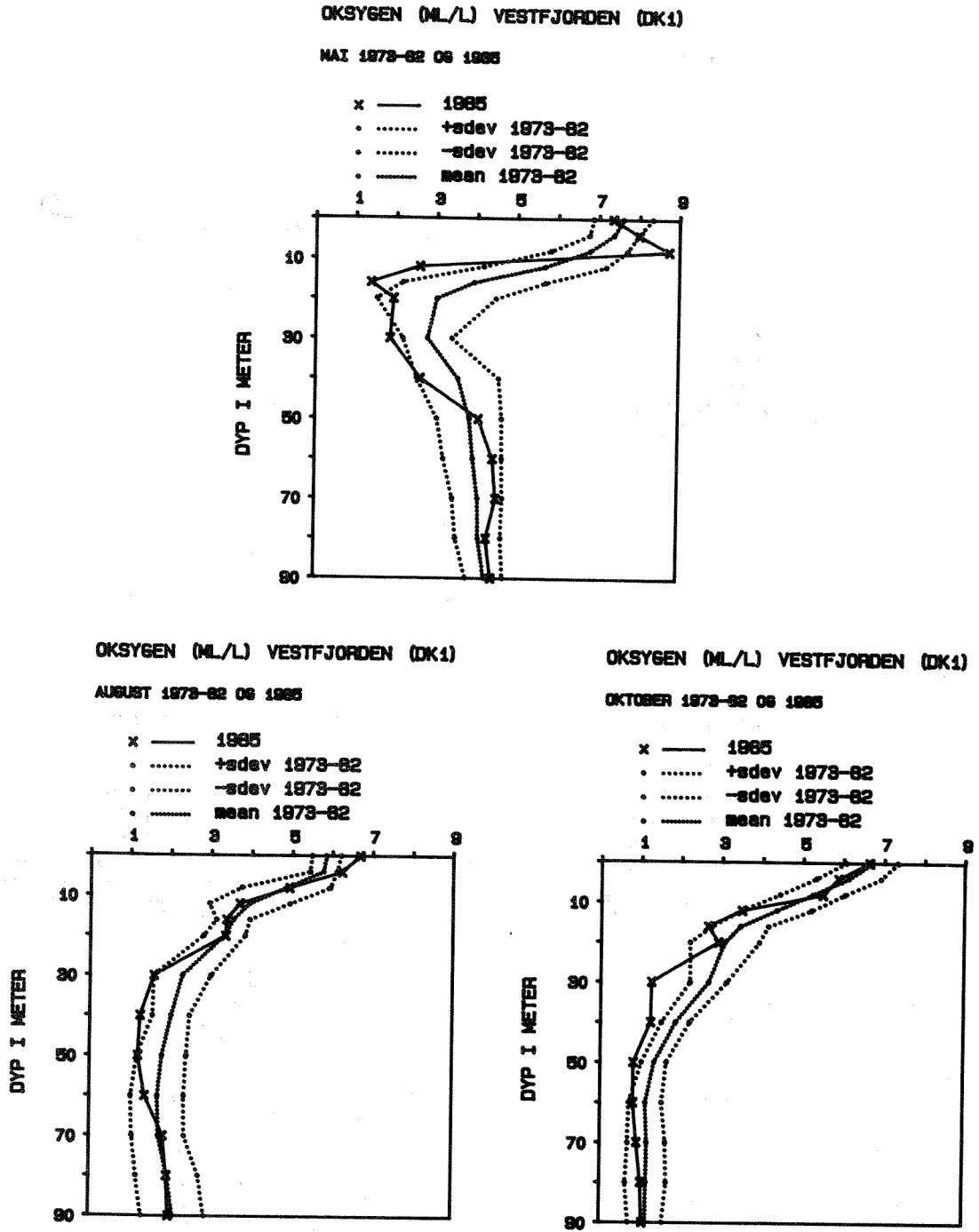
hvor O_2 = oksygenkonsentrasjonen
 D = vertikal diffusjonskoeffisient
 z = dyp

Ved å summere beregnet oksygentransport inn til et vannvolum og observert endring i oksygeninnhold i vannvolumet beregnes det reelle oksygenforbruket. (For en nærmere studie av metoden henvises til Magnusson og Bjerkeng 1985).

OKSYGEN (ML/L) BUNNEFJORDEN) EP1)



Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1985 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.



Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1985 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

Oksygenforbruket er beregnet for perioden mai til oktober 1973-82 i Vestfjorden. I Bunnefjorden har dessverre ikke hele perioden mai-oktober gitt data for 1973-82 (økende saltholdighet enkelte år i mai-oktober gir ikke resultater), men isteden er det brukt perioden august-oktober som gir flere gyldige observasjoner. Oksygenforbruket i Vestfjorden og Bunnefjorden 1985 er siden sammenlignet med gjennomsnittlig forbruk 1973-82 (figur 10 og 11).

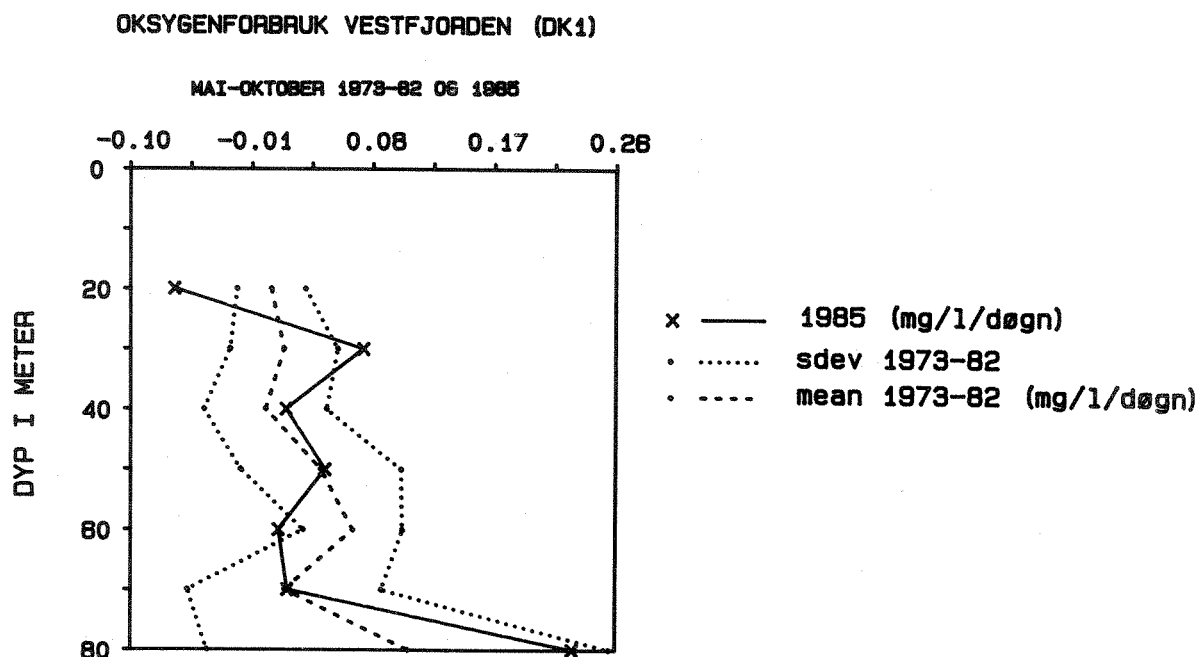
Oksygenforbruket er i denne rapport redovist i mg/l/døgn, mens øvrige oksygendata er presentert i ml/l. Valg av enheten mg/l er en følge av beregningsmodellen, hvor vektsenheter blir brukt. 1 mg/l oksygen er omtrent lik 0.7 ml/l.

For Vestfjorden (DK1) har oksygenforbruket vært omtrent normalt, dvs. likt gjennomsnittet 1973-82 på 40, 50 og 70 meters dyp (figur 10). Videre viser figuren et klart økt oksygenforbruk omkring 30 meters dyp. Verdier på 20 meters dyp og 80 meters dyp er grenseverdier og er vanskelige å tolke. På 60 meters dyp har oksygenforbruket vært klart mindre enn normalt.

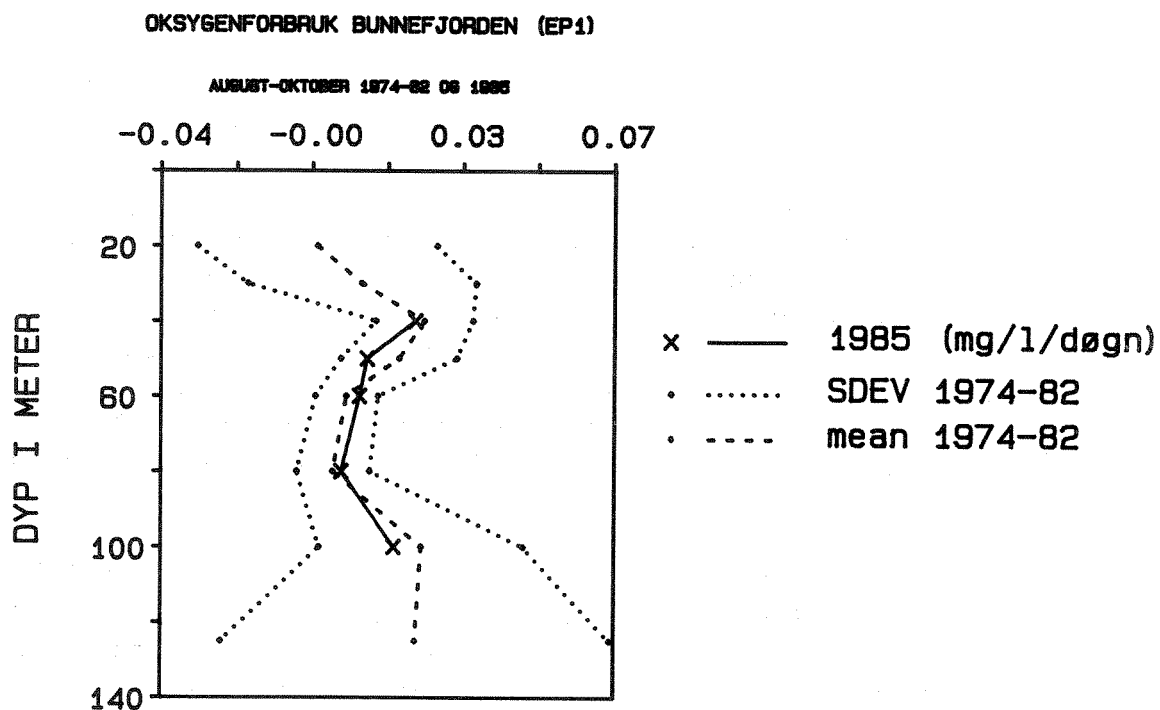
I Bunnefjorden (EP1 figur 11) var forbruket omtrent lik gjennomsnittlig forbruk 1974-82 i tidsrommet august-oktober.

I 1985 var således oksygenforholdene i Indre Oslofjords dypvann (> 60 meter) noe bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-82. Det er spesielt effekten av dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden som bidrar til dette. Observasjonene viser i likhet med 1984 lavere oksygenkonsentrasjoner på mellomdyp (20-40 meters dyp i Bunnefjorden og 30-50 meters dyp i Vestfjorden) sammenlignet med gjennomsnittet 1973-82. Beregnet oksygenforbruk har også vært større på 30 meters dyp i Vestfjorden i mai til oktober 1985. Trolig er dette en effekt av utslippet til Sentralrenseanlegg Vest.

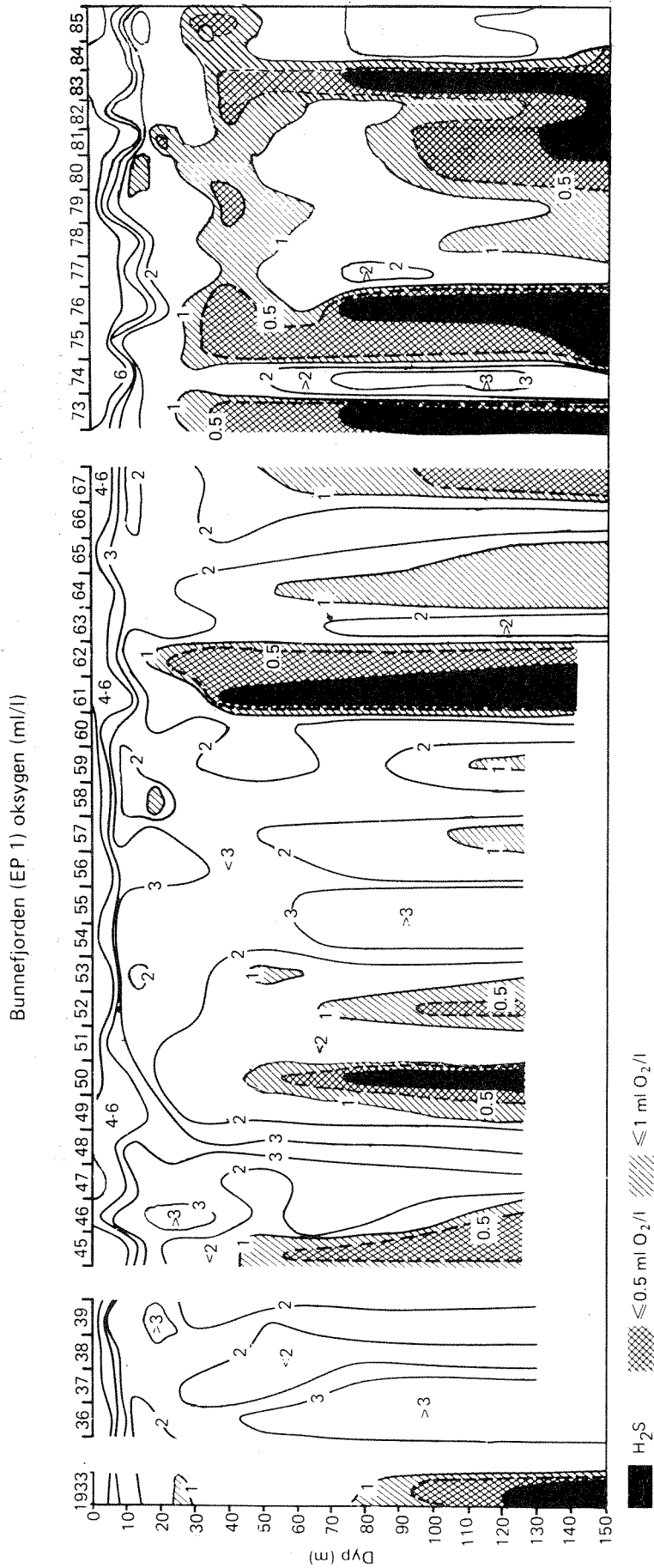
Oksygenutviklingen i Indre Oslofjord har vært negativ siden 1930-40 og særlig etter 1960-70. Figur 12-13 viser utviklingen i oktober måned i Bunnefjorden og Vestfjorden og figur 14 viser vertikalprofiler fra Vestfjorden (DK1) med data fra 1933-65 og 1973-82. Figur 14 viser at oksygenkonsentrasjonen er signifikant lavere i Vestfjorden i perioden 1973-82.



Figur 10. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Vestfjorden (20- 80 meters dyp) perioden mai til oktober 1985 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.

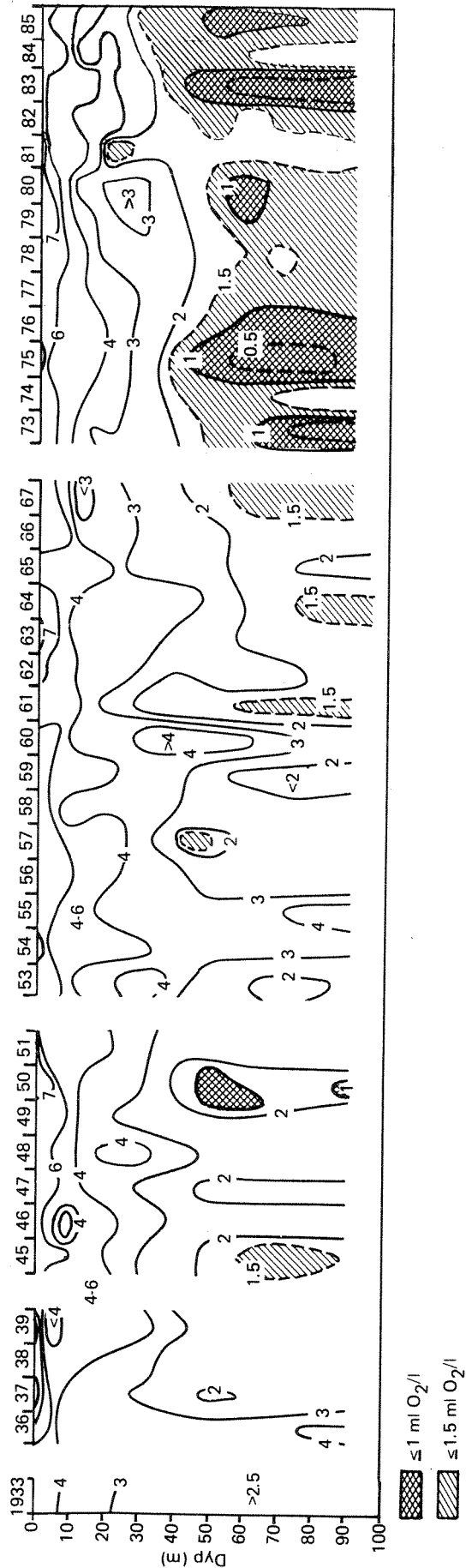


Figur 11. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Bunnefjorden perioden august til oktober 1985 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1974-82.

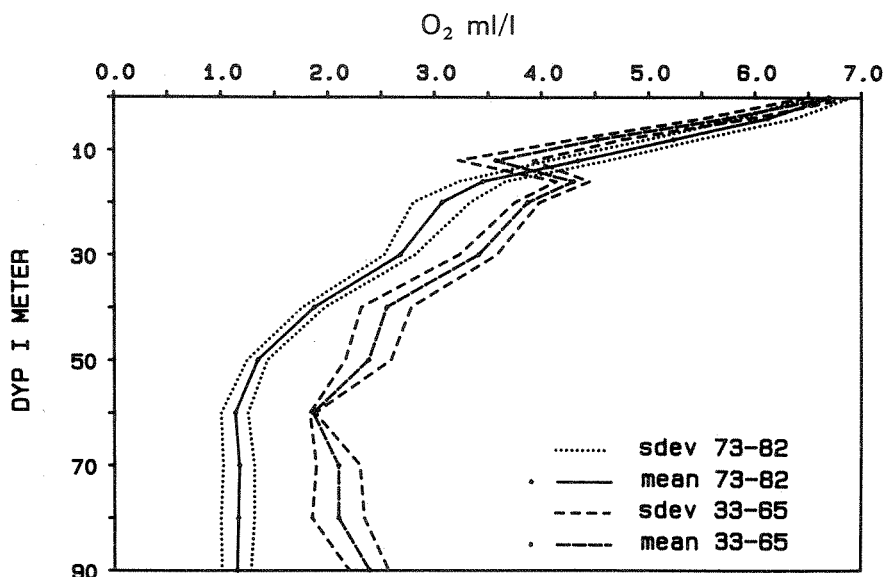


Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-85. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).

Vestfjorden (Steilene, DK 1) oksygen (ml/l).



Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-85. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).



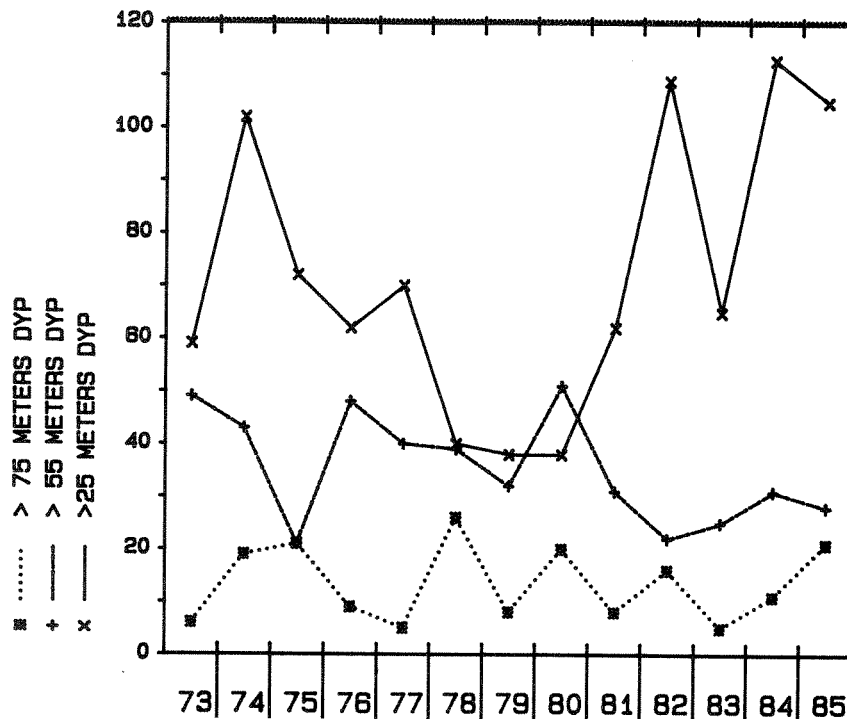
Figur 14. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned. Gjennomsnitt og standardavvik for perioden 1933-65 og 1973-82. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).

Oksygenutviklingen 1973-85 er vist i figur 15. Figuren viser variasjonen av oksygenforbruket i perioden integrert under gitt dyp, dvs. samme beregning som ligger bak figur 10. På figuren vises oksygenforbruket under 25, 55 og 75 meters dyp. Oksygenforbruket under 25 meters dyp i Vestfjorden varierer stort fra år til år. Likevel er økningen fra 1982-85 statistisk signifikant sammenlignet med forbruket i perioden 1973-81 (tabell 6). Fra 55 meter til bunn viser analysen en signifikant minking av oksygenforbruket. I øvrige dypintervaller er det ingen signifikant forskjell mellom periodene (tabell 6). Det økte oksygenforbruket etter 1982 under 25 meters dyp skyldes trolig utslippet til SRV. Effekten av utslippet til SRV ble studert høsten 1985 (Magnusson og Bjerkeng 1985). I denne studie manglet observasjoner fra oktober 1985, men analysen var i øvrig mer nøyaktig enn den foreliggende. Konklusjonen den gangen var at det ikke var mulig å påvise et statistisk signifikant økt oksygenforbruk i Vestfjorden etter etableringen av SRV, men at det forelå en faktisk mulighet for en innvirkning på opp til 20 tonn/døgn i 25-55 meters dyp. Observasjonene fra oktober 1985 styrker denne konklusjon. Imidlertid er det her ikke tatt hensyn til usikkerheten i beregningen av den vertikale diffusjonen. Det er også brukt et lengre tidsrom (mai-oktober), mens det tidligere ble brukt to perioder (mai-august og august-oktober).

Tabell 6. Middelverdi av oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK1), mai- oktober 1973-81 og 1982-85.

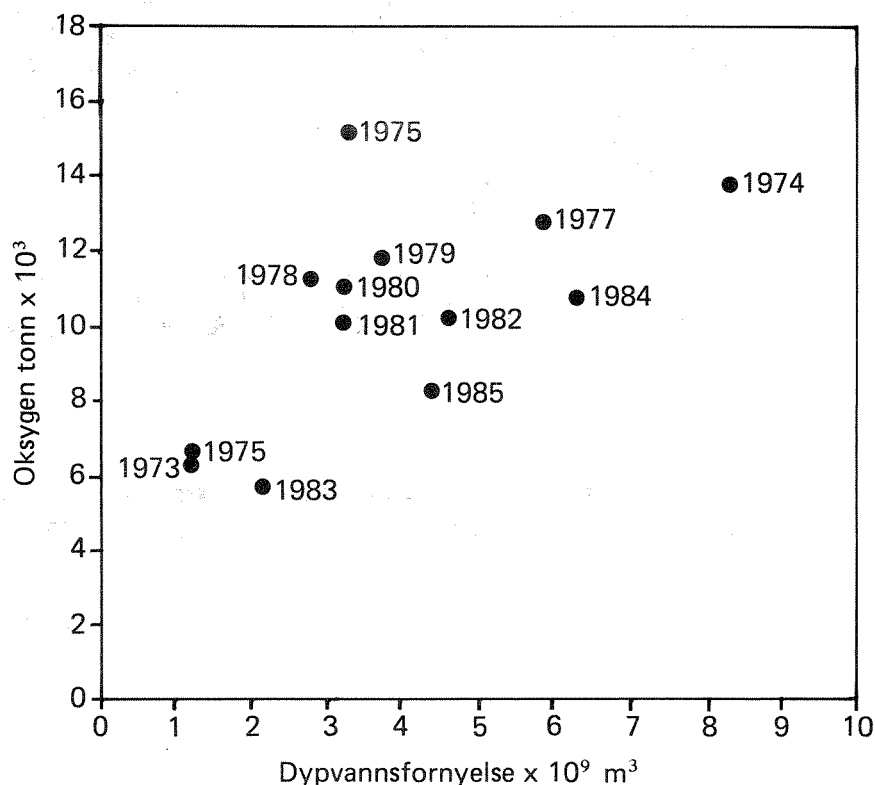
Dyp (m)	Middel. 73-81	Middel. 82-85	Signifikant forskjell.	T-test sign.nivå
>25	-60	-98	ja	0.03
>35	-58	-71	nei	0.50
>45	-52	-62	nei	0.40
>55	-39	-27	ja	0.008
>65	-17	-21	nei	0.42
>75	-14	-14	nei	0.95
>85	-3	-5.9	nei	0.58

OKSYGENFORBRUK (TONN/DØGN) I VESTFJORDEN (DK1)
MAI-OKTOBER 1973-85

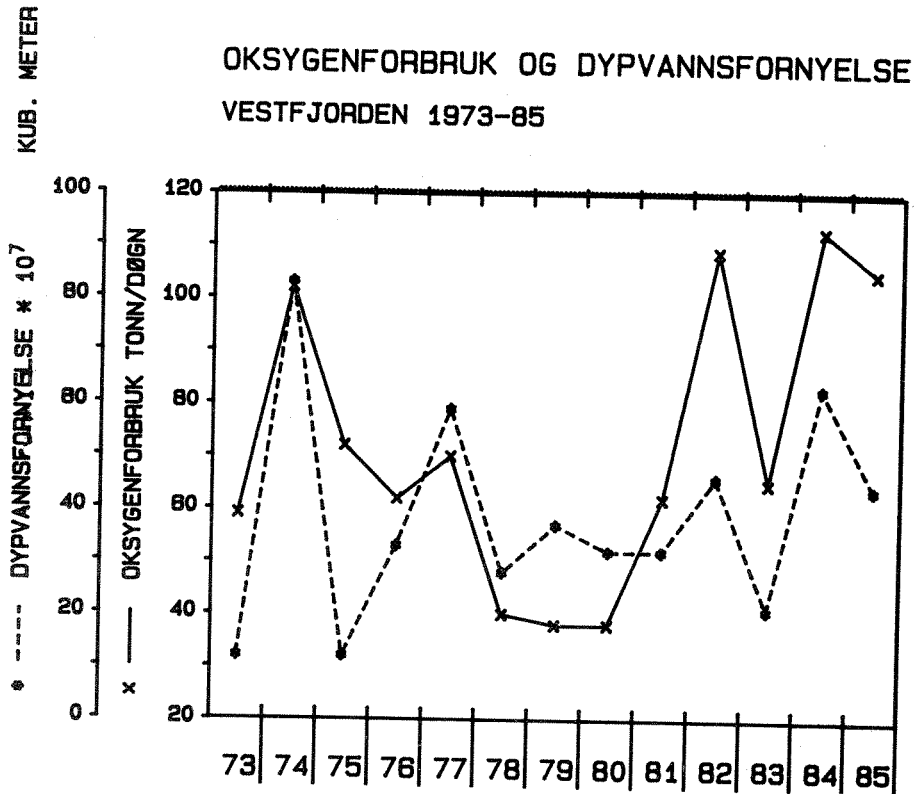


Figur 15. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp (>25, >55 og >75 meters dyp og til bunn) i Vestfjorden mai-oktober 1973-85.

Oksygenforholdene i indre Oslofjord er som tidligere vist meget avhengige av mengden nytt dypvann som tilføres fjorden. Figur 16 viser denne avhengighet. Imidlertid viser ikke oksygenforbruket samme avhengighet. Snarere er det et omvendt forhold (figur 17). År med klart dårlig dypvannsfornyelse (1973, 1975 og 1983) har noe lavere oksygenforbruk. Oksygenforbruket synes derfor mer uavhengig av dypvannsfornyelsen en oksygenmengden, men det er også en sammenheng mellom forbruk knyttet til konsentrasjonsnivå. Ved en liten dypvannsfornyelse (eller tidlig) vil oksygenkonsentrasjonen i mai være lavere enn når dypvannsfornyelsen er stor eller kommer relativt sent. Med konstant organisk belastning på dypvannet vil oksygenkonsentrasjonen på høsten kunne bli så lav at denitrifikasjon starter. Herved vil oksygenkonsentrasjonen avta langsommere når oksygen bundet til nitrat deltar i nedbrytningsprosessen. Resultatet vil bli at oksygenforbruket, som det er beregnet her, vil bli lavere og således ikke sammenlignbart med beregnet oksygenforbruk ved oksygenkonsentrasjoner hvor denitrifikasjonen ikke finner sted. For å kunne ta hensyn til denitrifikasjonen må beregningsmodellen utvikles til å omfatte også denne prosess.



Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 20 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord i oktober måned 1973-85.



Figur 17. Beregnet oksygenforbruk mai-oktober (25 meters dyp til bunn) i Vestfjorden og dypvannsfornyelsen 1973-85.

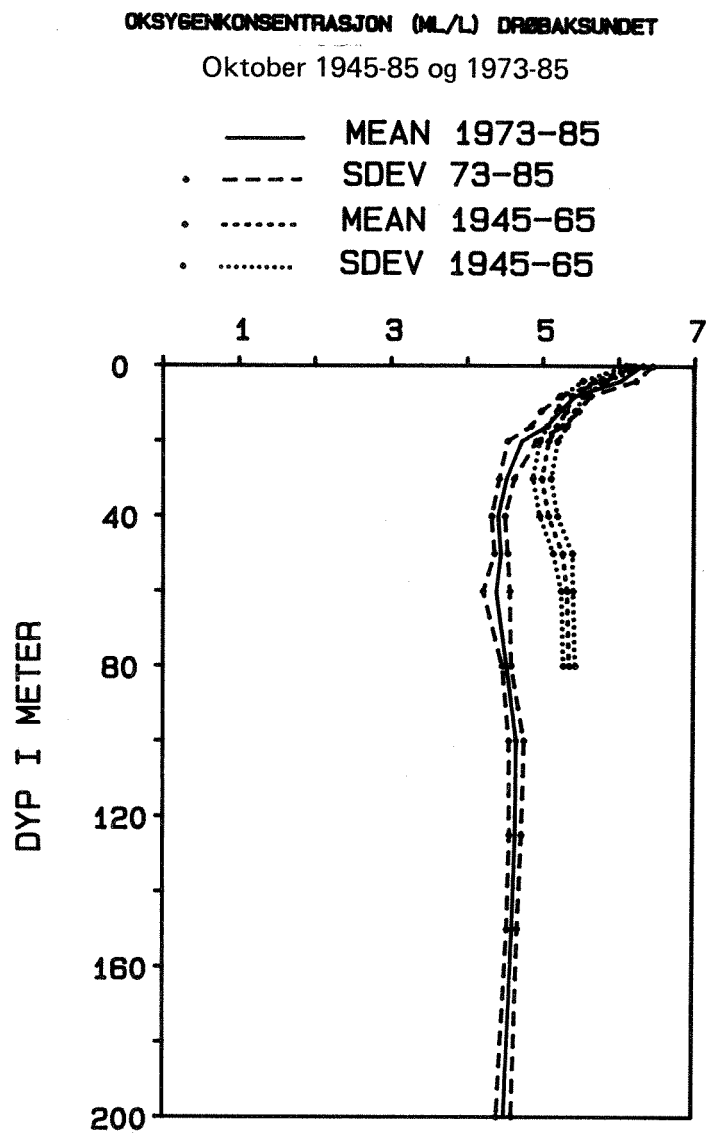
Drøbaksundet (KN1)

I årsrapporten for 1983 ble det vist en negativ utvikling av oksygenforholdene i Drøbaksundet ved å sammenligne observasjoner fra oktober måned over tidsrommet 1945 til 1983. Observasjoner fra 1984 viste at denne utvikling fortsetter.

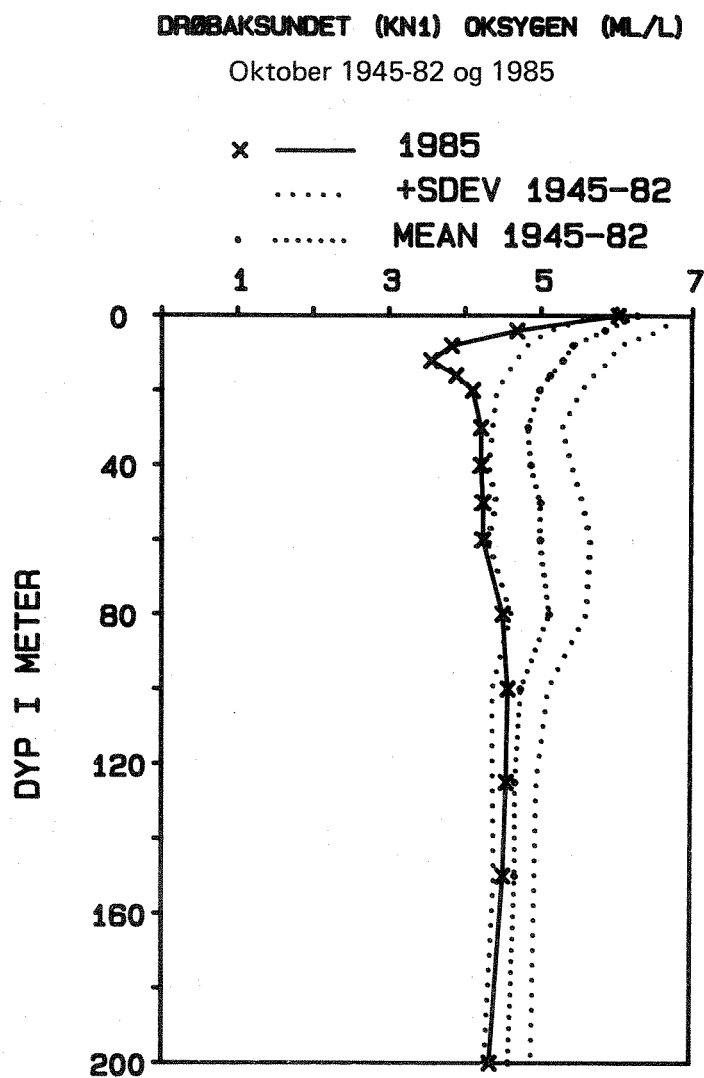
Figur 18 viser en sammenstilling av oksygenobservasjoner fra 1945-65 sammenlignet med observasjoner fra 1973-85. Det er en signifikant reduksjon av oksygenkonsentrasjonen 1973-85 fra 20 meters dyp. Rosenberg m.fl. (1986) har også konstatert en økt bunnfaunabiomasse i ytre Oslofjord, sammenlignet med eldre data, men foreløpig ikke negative effekter som følge av lave oksygenkonsentrasjoner. Nedgangen i oksygen i Drøbaksundet er også moderat. Imidlertid vil det kunne få konsekvenser for indre Oslofjord ved at dypvann fra ytre Oslofjord kan danne dypvann i Indre Oslofjord.

Oksygenforholdene i 1985 fremgår av figur i vedlegg. Figur 19 viser observasjoner fra oktober 1985 sammenlignet med observasjoner fra 1945-82. Forholdene i 1985 var som i 1984, dvs. lavere konsentrasjoner i nesten hele dypvannet. Observasjoner fra 80 meters dyp til bunn er fra perioden etter 1973. Derfor viser observasjonene fra 1985 ikke like stort avvik i dypene 100-200 meter.

Det er desverre ikke mulig å konkretisere hvilke faktorer som er av størst betydning for den negative oksygenutviklingen ut fra overvåkingsobservasjonene. Utviklingen kan skyldes økt lokal belastning, dårligere vannutskiftning i ytre Oslofjord, eller dårligere oksygenforhold i Skagerrak. På tross av at oksygenkonsentrasjonen fortsatt må sies å være tilfredstillende bør problemet undersøkes, da utviklingen vil kunne ha negative effekter på forholdene i indre Oslofjord og dessuten kunne forsterke effekten av lokal belastning i hele ytre Oslofjord.



Figur 18. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) oktober måned 1945-65 og 1973-85. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).



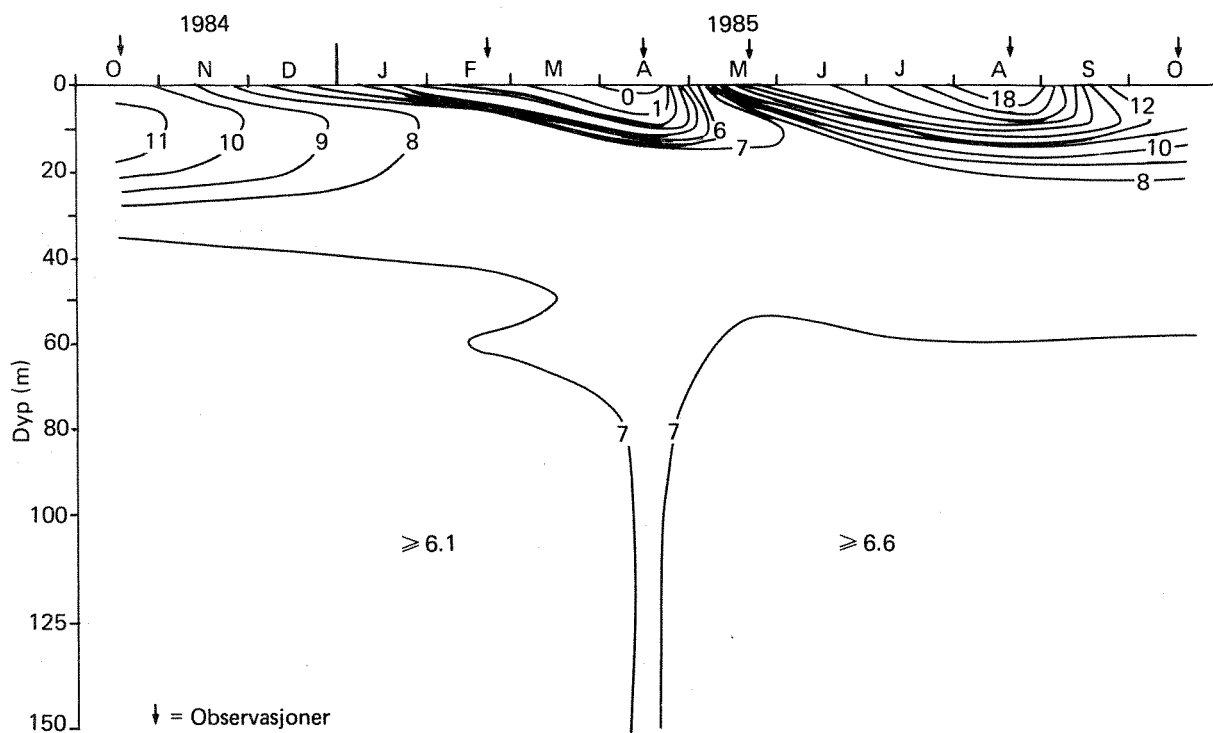
Figur 19. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) oktober måned 1945-82 og 1985. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).

LITTERATUR

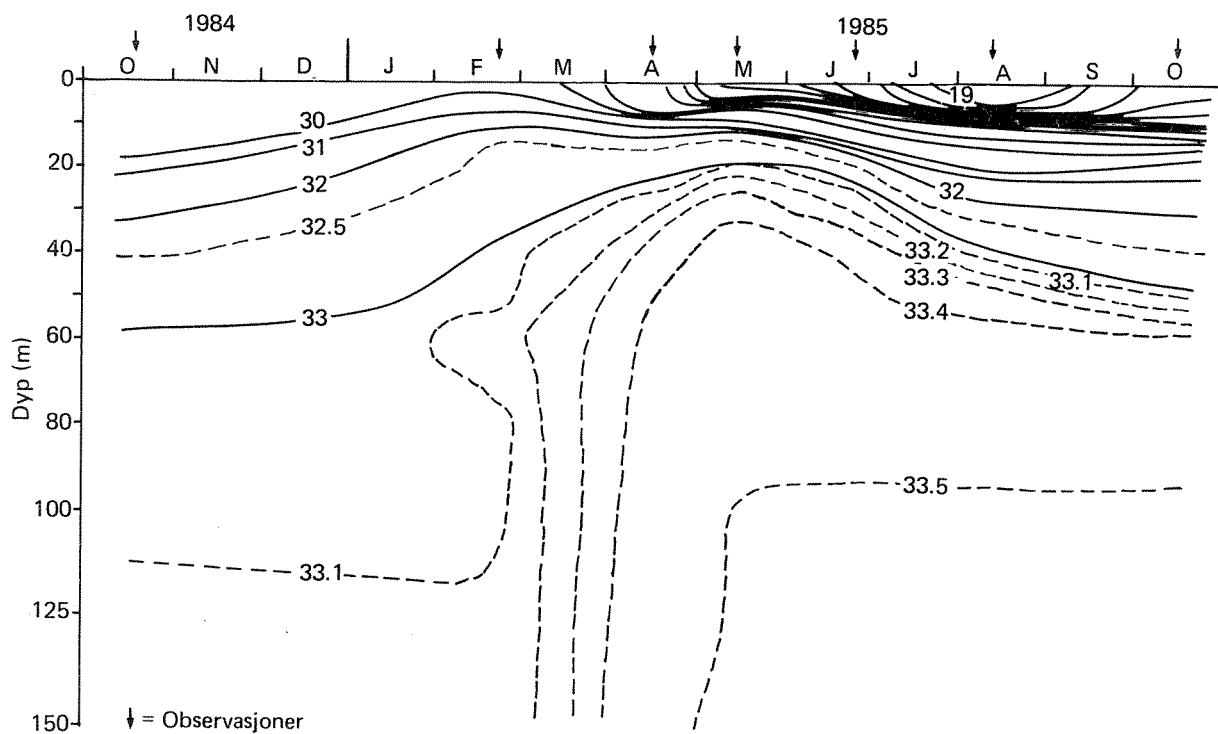
- Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L. 1986: Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning (0-86166).
- Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G. 1981: Indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).
- Bokn, T., Kirkerud, 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. (0-160/71).
- Beyer, F. 1967: Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-66. Oslofjordens og dens forurensningsproblemer. delrapport 12. Norsk institutt for vannforskning.
- Beyer, F & Føyn, E., 1951: Surstoffmangel i Oslofjorden. en kritisk situasjon for fjordens dyrebestand. *Naturen* 75 (10).
- Braarud, T. & J.T. Ruud, 1937: The hydrographic conditions and aeration of the Oslofjord 1933-34. *Hvalråd. Skr.*, 15.
- Dannevig, A., 1945: Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter s. havundersøkelser. Vol. No. 4.
- Kirkerud, L., Knutzen, J., Magnusson, J., Ommerod, K. og Rygg, B. 1984: Vurdering av renskrav for sjøresipienter. Rapport nr.7. Effekter av tilførsler av plantenæringsstoffer og organisk stoff. (0-81006). Norsk institutt for vannforskning.
- Magnusson, J. og Bjerkeng, B. 1985: Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt til Sentralrenseanlegg Vest, SRV. En vurdering av konsekvensene for forholdene i indre Oslofjord. Norsk institutt for vannforskning (0-85147).
- Magnusson, J. og Næs, K. 1986: Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport 6. Hydrografi, vannkvalitet og vannutskifting. (0-8000315) Norsk institutt for vannforskning.
- Rosenberg, R., Gray, J.S., Pearson, T.H. and Josefson, A.B. 1986: Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and Eastern Skagerrak enriched? *J.exp.Mar.Biol.Ecol.* (in press).
- Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen 1973-77: Toktrapper. PTK. Dahl, E., Ellingsen, E., Tveite, S., m.fl.

VEDLEGG 1.

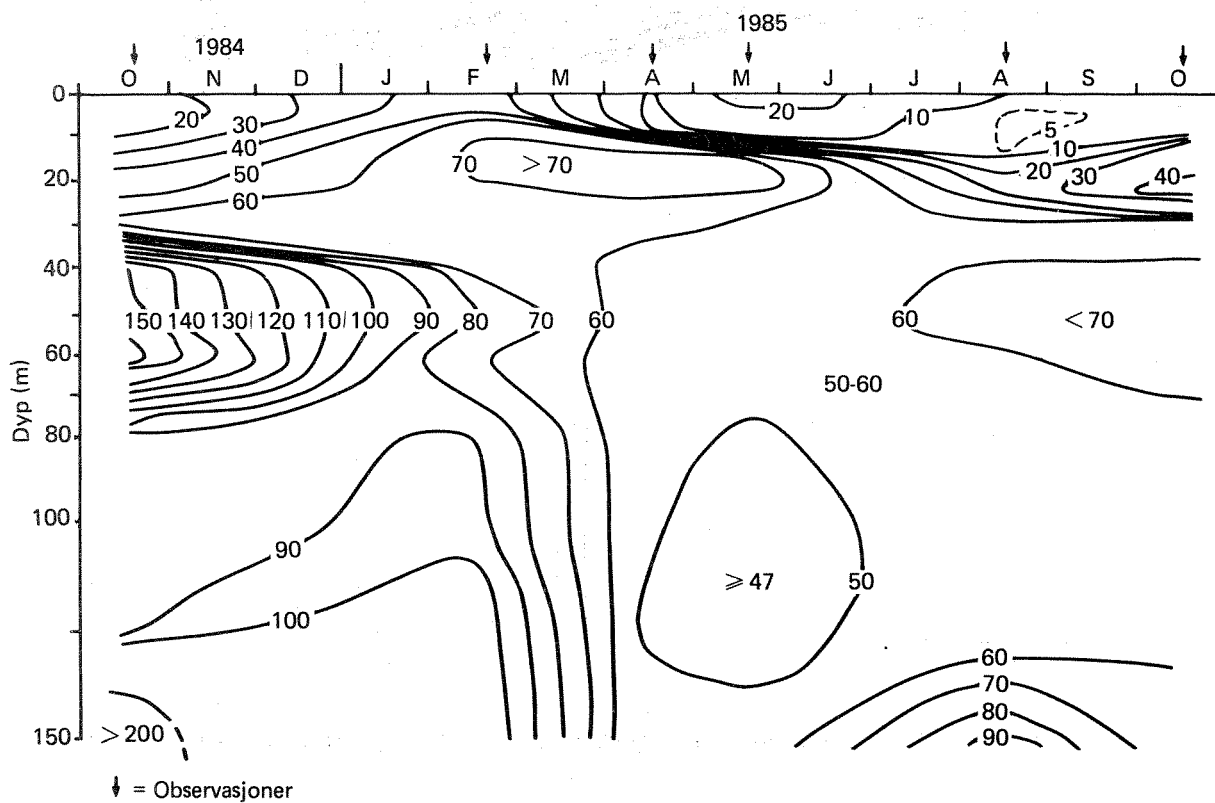
HYDROGRAFISKE DATA 1985



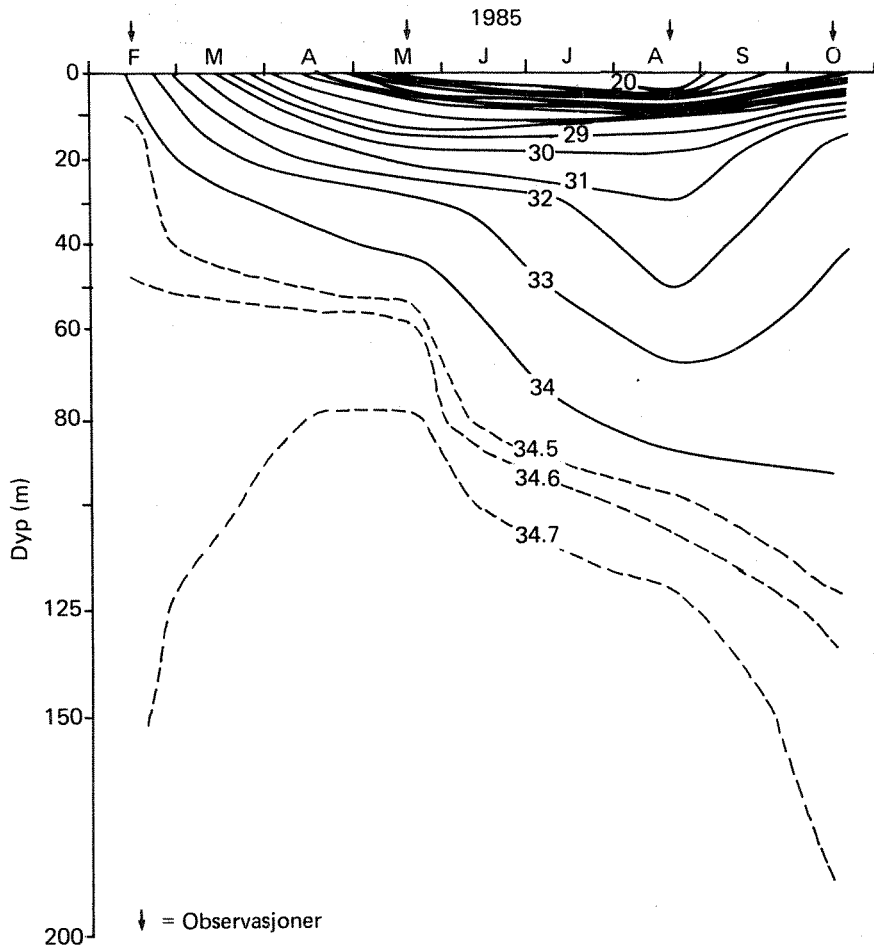
Figur a. Temperaturvariasjonen (C) i Bunnefjorden (EP1) 1984/85



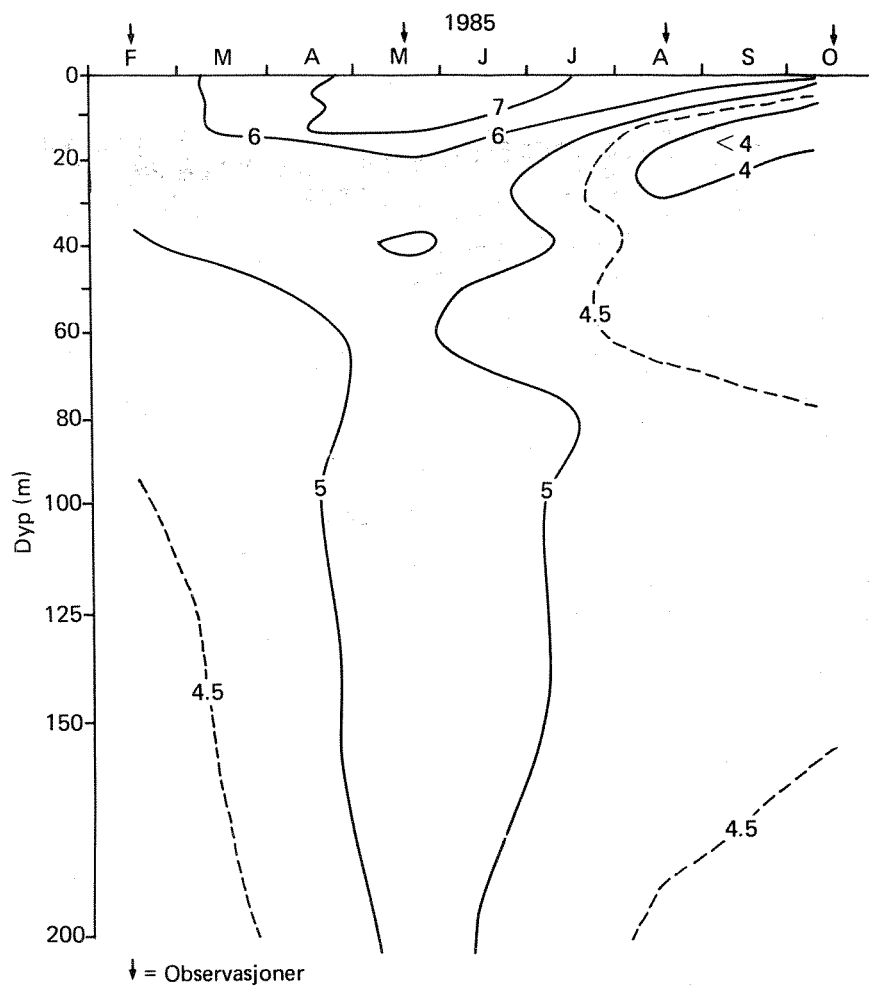
Figur b. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Bunnefjorden (EP1) 1984/85.



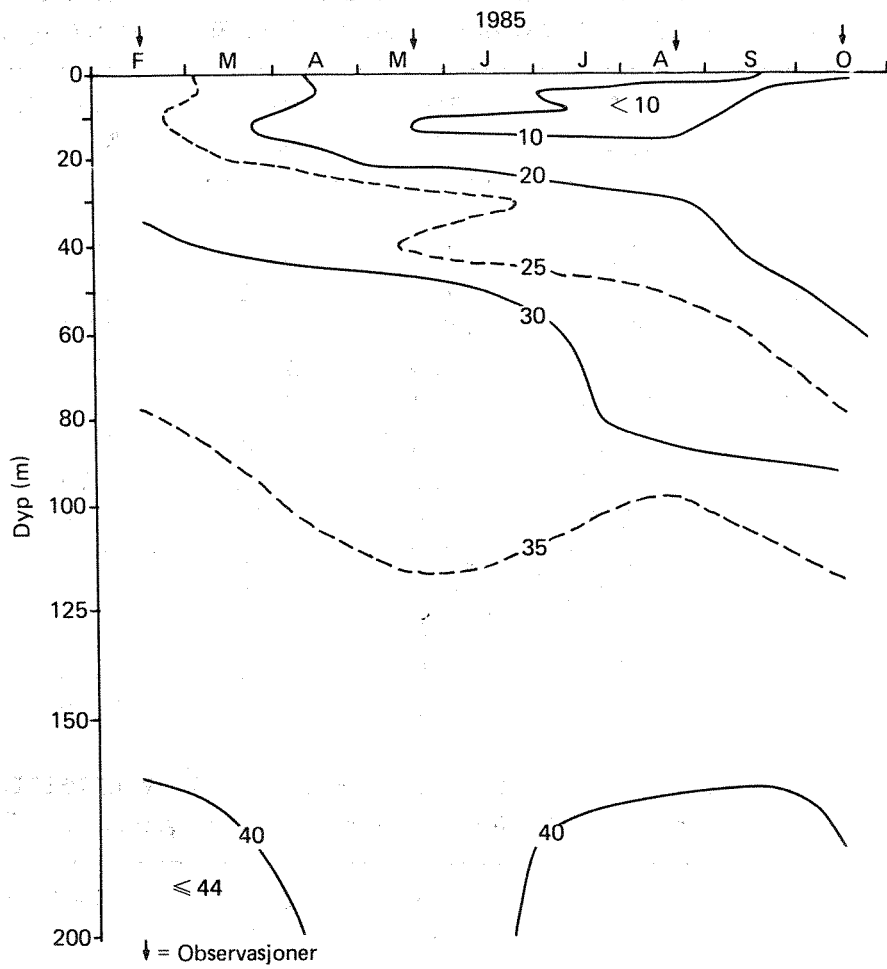
Figur c. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g/l}$) i Bunnefjorden (EP1) 1984/85.



Figur e. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Drøbaksundet (KN1) 1985.



Figur f. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KNI) 1985.



Figur g. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) i Drøbaksundet (KN1) 1985.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
DQ 1 850221 1200 T.BRAARUD 10.0 M GREEN 0.84 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	1.30	29.22	23.38	5.17	63.9	48.0
4.	3.25	30.34	24.15	4.60	60.2	50.5
8.	7.20	31.94	24.98	1.57	22.8	65.5
12.	7.31	32.36	25.30	1.29	18.8	70.0
16.	7.16	32.58	25.49	1.35	19.7	70.0
20.	7.14	32.68	25.57	1.48	21.6	69.5
30.	7.13	32.87	25.72	1.86	27.2	69.5
40.	7.18	33.04	25.85	2.24	32.8	68.5
50.	6.78	33.060	25.92	1.72	24.9	82.0
60.	7.08	33.150	25.95	2.28	33.3	71.5
80.	6.13	33.075	26.02	1.17	16.7	91.5
100.	6.12	33.083	26.02	1.09	15.6	94.5
118.	6.13	33.102	26.04	0.95	13.6	110.0

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
EP 1 850416 1950 T.BRAARUD 4.0 m brun/grønn 1.96 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	-0.03	2.80	2.126	9.00	89.7	9.5
4.	1.53	27.36	21.88	8.82	108.	8.5
8.	1.00	27.90	22.34	8.44	102.	8.5
12.	3.95	31.07	24.67	2.62	35.1	65.3
16.	7.05	32.46	25.41	0.85	12.3	79.
20.	7.06	32.88	25.74	1.30	18.9	79.
25.	7.11	33.07	25.88	2.43	35.5	66.
30.	7.13	33.19	25.98	2.53	37.0	65.5
40.	7.27	33.34	26.07	2.95	43.4	56.5
50.	7.29	33.40	26.12	3.21	47.3	53.5
60.	7.25	33.408	26.13	3.32	48.8	52.5
80.	7.12	33.454	26.18	3.43	50.3	52.5
100.	7.07	33.473	26.21	3.50	51.3	50.5
125.	7.05	33.479	26.21	3.52	51.6	49.5
145.	7.05	33.482	26.22	3.58	52.4	54.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 EP 1 850521 1030 T.BRAARUD 7.5 m grønn 1.38 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	-	23.85	-	7.15	-	26.0
4.	14.44	24.61	18.09	7.99	130.3	17.5
8.	6.14	29.95	23.55	8.14	114.2	17.
12.	6.54	32.36	25.40	1.21	17.4	8.5
16.	7.00	32.89	25.76	0.82	11.9	77.
20.	7.04	33.12	25.93	1.41	20.6	78.
25.	7.18	33.29	26.05	2.32	34.0	64.5
30.	7.21	33.38	26.12	2.79	41.0	57.5
40.	7.12	33.46	26.19	3.21	47.1	53.5
50.	7.03	33.48	26.22	3.14	46.0	55.
60.	6.91	33.462	26.22	3.24	47.3	53.
80.	6.74	33.485	26.26	3.53	51.3	48.5
100.	6.68	33.496	26.28	3.63	52.7	47.5
125.	6.68	33.504	26.28	3.59	52.1	47.5
150.	6.66	33.508	26.29	3.66	53.1	52.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 EP 1 850820 1030 T.BRAARUD 4.0 m grønn 11.4 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	18.89	18.04	12.13	-	-	9.5
4.	18.88	18.21	12.27	4.83	82.8	4.5
8.	16.85	20.74	14.64	2.8	46.8	4.5
12.	13.00	26.12	19.53	1.96	31.3	4.5
16.	10.20	28.43	21.8	1.99	30.3	16.5
20.	9.05	29.47	22.78	2.03	30.3	24.5
25.	7.41	31.24	24.4	0.30	4.3	41.5
30.	6.96	32.29	25.29	0.34	4.9	53.
40.	7.07	33.02	25.85	1.23	17.9	62.5
50.	6.99	33.34	26.11	1.38	20.1	64.
60.	7.00	33.459	26.21	2.15	31.4	59.5
80.	6.8	33.489	26.26	2.22	32.3	57.
100.	6.71	33.501	26.28	2.62	38.1	53.5
125.	6.67	33.502	26.28	2.53	36.7	54.5
150.	6.65	33.502	26.29	1.42	20.6	95.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 EP 1 851015 1100 T.BRAARUD 3.5 grønn 9.2 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	10.81	21.89	16.62	6.1	90.4	7.5
4.	10.76	22.05	16.75	6.02	89.2	5.5
8.	11.50	22.38	16.89	3.71	56.0	9.
12.	10.75	26.34	20.08	1.84	28.0	33.5
16.	9.63	29.26	22.53	0.72	10.9	35.
20.	8.71	30.38	23.55	1.20	17.9	44.
25.	7.60	31.73	24.76	1.14	16.7	22.
30.	7.38	32.00	25.01	0.38	5.5	54.5
40.	7.07	32.57	25.5	0.33	4.8	62.5
50.	7.00	33.16	25.97	0.96	14.0	67.
60.	6.99	33.425	26.18	1.55	22.6	62.
80.	6.88	33.476	26.23	2.18	31.8	57.5
100.	6.75	33.506	26.28	2.05	29.8	56.
125.	6.70	33.521	26.29	1.94	28.2	59.
150.	6.68	33.521	26.3	1.76	25.5	63.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 DK 1 850214 1000 T.BRAARUD 11.0 grønn 0.75 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	-1.33	25.00	20.06	3.93	43.9	31.5
4.	2.50	30.50	24.33	5.03	64.7	44.5
8.	5.07	31.10	24.58	4.13	56.8	53.5
12.	5.90	31.45	24.76	3.12	43.9	56.
16.	7.32	32.10	25.09	2.47	36.1	54.
20.	7.62	32.63	25.47	2.61	38.5	49.5
25.	7.64	32.73	25.54	2.71	40.0	50.
30.	7.71	32.89	25.66	3.07	45.5	47.5
40.	7.94	33.30	25.95	4.20	62.7	36.5
50.	7.94	33.465	26.08	4.45	66.5	34.
60.	7.88	33.560	26.16	4.47	66.8	35.
70.	7.89	33.590	26.18	4.49	67.1	36.
80.	7.87	33.610	26.20	4.50	67.2	37.
90.	7.79	33.618	26.22	4.54	67.7	35.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 DK 1 850416 1700 T.BRAARUD 6.0 grønn 1.27 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	5.07	26.10	20.62	8.41	112.1	4.5
4.	3.47	26.90	21.39	8.66	111.5	4.
8.	3.07	28.70	22.85	8.47	109.3	6.5
12.	4.80	31.34	24.8	2.50	34.2	59.
16.	6.81	32.56	25.52	1.65	23.9	64.5
20.	7.11	32.94	25.78	1.88	27.5	66.5
25.	7.11	33.07	25.88	2.10	30.7	66.5
30.	7.08	33.18	25.97	2.50	36.6	63.
40.	6.73	33.50	26.27	4.21	61.2	40.
50.	6.76	33.695	26.42	4.41	64.3	41.
60.	6.63	33.750	26.48	4.45	64.7	39.5
70.	6.49	33.774	26.52	4.49	65.1	38.5
80.	6.41	33.783	26.54	4.56	65.9	37.5
90.	6.38	33.781	26.54	4.60	66.5	37.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 DK 1 850521 1230 T.BRAARUD 6.0 grønn 1.80 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	16.5	23.93	17.15	7.35	124.5	10.0
4.	11.18	25.29	19.2	7.99	122.	9.5
8.	8.82	28.43	22.01	8.74	129.2	9.5
12.	6.40	31.88	25.04	2.57	36.7	10.5
16.	6.71	32.61	25.57	1.37	19.8	44.5
20.	6.86	33.04	25.89	1.93	28.0	60.5
25.	7.00	33.21	26.01	1.96	28.6	69.5
30.	7.00	33.20	26.	1.85	27.0	72.
40.	6.26	33.30	26.18	2.6	37.3	62.
50.	6.12	33.49	26.35	4.06	58.2	43.
60.	6.33	33.504	26.33	4.42	63.7	39.
70.	6.35	33.602	26.4	4.51	65.1	39.5
80.	6.27	33.709	26.5	4.28	61.7	44.5
90.	6.18	33.721	26.52	4.41	63.4	73.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 DK 1 850820 1250 T.BRAARUD 3.5 grønn 13.9 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	18.53	17.89	12.1	6.69	113.8	11.0
4.	18.06	18.47	12.65	6.24	105.5	10.
8.	16.63	19.70	13.89	4.93	81.6	5.5
12.	12.65	26.45	19.84	3.70	58.7	7.
16.	10.75	28.82	22.01	3.38	52.2	10.
20.	9.83	29.68	22.83	3.36	51.2	20.5
25.	8.62	30.83	23.91	3.02	45.1	23.
30.	7.03	32.07	25.11	1.59	23.0	46.
40.	6.81	32.86	25.76	1.25	18.1	55.5
50.	6.77	33.20	26.03	1.20	17.4	62.5
60.	6.68	33.309	26.13	1.37	19.8	63.
70.	6.54	33.398	26.22	1.83	26.5	62.
80.	6.47	33.439	26.26	1.89	27.3	61.5
90.	6.40	33.467	26.29	1.98	28.5	61.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 DK 1 8510215 1325 T.BRAARUD 4.0 grønn 8.31 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	10.63	21.44	16.3	6.64	97.7	7.5
4.	11.00	21.81	16.53	5.88	87.5	5.
8.	11.20	22.71	17.2	5.49	82.5	3.
12.	10.70	26.84	20.48	3.49	53.2	20.
16.	10.02	29.47	22.63	2.67	40.8	23.5
20.	9.49	30.60	23.6	2.92	44.4	15.
25.	8.41	31.41	24.4	1.99	29.7	34.
30.	7.49	31.80	24.83	1.27	18.6	41.
40.	7.29	32.50	25.41	1.25	18.3	50.
50.	6.9	32.994	25.85	0.83	12.0	59.5
60.	6.79	33.115	25.96	0.83	12.0	63.
70.	6.69	33.196	26.04	0.92	13.3	64.
80.	6.64	33.209	26.06	1.03	14.9	64.5
90.	6.62	33.222	26.07	1.07	15.5	64.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 KN 1 850214 1300 T.BRAARUD 14.0 grønn 0.91 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	7.01	33.94	26.58	5.54	81.3	27.5
4.	7.25	34.06	26.64	5.51	81.4	27.
8.	8.09	34.49	26.86	5.37	81.1	26.
12.	8.02	34.51	26.89	5.33	80.4	26.5
16.	7.88	34.53	26.92	5.30	79.7	27.5
20.	7.88	34.56	26.95	5.25	79.0	27.
30.	7.78	34.57	26.97	5.17	77.6	28.5
40.	7.46	34.59	27.03	4.89	72.9	31.5
50.	7.36	34.60	27.05	4.81	71.5	32.5
60.	7.28	34.63	27.09	4.85	72.0	31.5
80.	7.03	34.646	27.14	4.61	68.0	35.
100.	6.90	34.672	27.17	4.45	65.5	36.
125.	6.71	34.692	27.22	4.30	63.0	38.5
150.	6.65	34.696	27.23	4.23	61.9	38.5
197.	6.57	34.711	27.25	4.03	58.9	44.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 KN 1 850521 1330 T.BRAARUD 5.0 grønn 1.10 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	13.8	20.68	15.19	7.6	119.4	15.0
4.	10.59	23.75	18.1	7.94	118.6	12.5
8.	-	26.43	-	7.85	-	15.
12.	8.68	27.79	21.53	8.15	119.6	9.5
16.	7.32	29.76	23.26	6.45	92.9	15.
20.	6.88	30.65	24.01	6.05	86.7	18.
30.	4.87	33.379	26.4	5.69	79.1	28.
40.	4.21	33.882	26.88	6.16	84.6	24.5
50.	6.11	34.446	27.1	5.17	74.6	32.
60.	6.39	34.621	27.2	5.05	73.4	33.
80.	6.04	34.728	27.33	5.17	74.6	34.
100.	5.9	34.754	27.37	5.32	76.5	34.
125.	5.85	34.780	27.4	5.28	75.9	33.5
150.	5.83	34.784	27.4	5.30	76.1	34.5
200.	5.82	34.791	27.41	5.16	74.1	37.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 KN 1 850820 1330 T.BRAARUD 4.0 grønn 9.43 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/∞	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	17.40	19.42	13.51	6.56	110.1	15.0
4.	17.17	19.64	13.73	6.30	105.4	7.
8.	15.24	23.10	16.77	5.12	84.1	6.5
12.	12.65	28.17	21.17	4.28	68.7	8.5
16.	12.20	29.28	22.12	4.06	65.0	9.5
20.	11.05	30.28	23.09	3.97	62.4	16.
30.	9.08	30.91	23.91	3.92	59.2	20.5
40.	8.65	31.56	24.48	4.20	63.1	21.5
50.	7.52	31.99	24.98	4.21	61.8	24.
60.	6.43	32.58	25.59	4.28	61.4	28.
80.	5.13	33.689	26.62	4.92	69.0	28.
100.	5.63	34.552	27.25	4.67	66.6	35.
125.	5.68	34.727	27.38	4.76	68.1	36.5
150.	5.68	34.759	27.4	4.76	68.1	37.
200.	5.62	34.773	27.42	4.39	62.7	45.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0- 2)M
 KN 1 851015 1530 T.BRAARUD 5.0 grønn 6.70 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/∞	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	10.91	22.84	17.34	6.03	90.1	6.5
4.	11.35	26.12	19.81	4.69	72.2	14.
8.	10.18	29.63	22.73	3.83	58.8	16.
12.	10.00	31.15	23.95	3.56	54.9	20.5
16.	11.23	32.03	24.42	3.89	62.0	19.
20.	10.96	32.30	24.68	4.11	65.3	18.
30.	11.23	32.66	24.91	4.22	67.5	17.5
40.	11.05	32.97	25.19	4.22	67.4	17.
50.	10.52	33.09	25.37	4.25	67.2	19.
60.	9.49	33.28	25.69	4.25	65.7	21.
80.	7.22	33.565	26.26	4.51	66.4	25.5
100.	5.87	34.230	26.96	4.58	65.6	33.
125.	5.62	34.572	27.26	4.56	65.1	36.
150.	5.63	34.668	27.34	4.52	64.5	38.
200.	5.66	34.707	27.36	4.35	62.2	41.5

VEDLEGG 2.

OVERFLATEOBSERVASJONER - BAKTERIOLOGISKE

OBSERVASJONER 1985

Tabell A. Siktedyp 1985 (Meter).

DATO	STASJON							
	AP2	AP4	BL4	BN1	CQ1	DK1	EP1	KN1
14.2(21.2)						11.0	(10)	14.0
16.4						6.0	4.0	
21.5						6.0	7.5	5.0
4.6	3.0	2.5	3.5	3.0	4.2	3.0	3.25	
18.6	5.25	5.0	5.5	5.5	5.5	6.0	5.0	
22.6						7.5	5.5	
2.7	2.75	2.5	2.0	4.5	3.5	7.5	5.25	
16.7	2.1	1.6	3.2	8.5	4.7	8.9	9.6	
31.7	5.0	3.5	2.9	6.5	6.0	7.0	7.0	
13.8	1.75	1.25	2.0	4.5	5.5	7.0	6.5	
20.8						3.5	4.0	4.0
27.8	1.2	1.2	0.7	2.0	1.8	4.5	2.7	
15.10						4.0	3.5	5.0

Tabell B. Klorofyll a ($\mu\text{g/l}$), 0-2 meters dyp.

DATO	STASJON							
	AP2	AP4	BL4	BN1	CQ1	DK1	EP1	KN1
14.2(21.2)						0.75	(0.84)	0.91
16.4						1.27	1.96	
21.5						1.80	1.38	1.10
4.6	3.46	4.35	2.36	2.58	2.83	2.52	3.11	
18.6	3.76	5.92	2.75	2.09	2.56	1.50	3.28	
22.6						2.29	2.33	
2.7	10.3	11.0	7.88	6.35	8.19	1.78	5.19	
16.7	16.2	26.2	5.41	4.86	7.26	2.91	1.40	
31.7	7.31	8.01	15.5	6.72	8.54	3.71	3.28	
13.8	20.3	42.7	27.4	14.6	5.19	2.41	4.45	
20.8						13.9	11.4	9.43
27.8	37.5	81.7	31.0	41.8	42.1	14.7	17.0	
15.10						8.31	9.17	6.70

Tabell C. Termotolerante koliforme bakterier per 100 ml.

Stasjon 1. Utløpet Akerselva

Stasjon 2. Akershuskajen

Stasjon 3. Rådhuskajen

Stasjon 4. Kavringen

Stasjon 5. Kongen

Stasjon 6. Huk badeplass

Dato	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
4.6	6700	370	55	7	15	1
18.6	1600	5000	97	12	65	0
2.7	11400	72	20	2	0	5
16.7	2800	2160	1000	400	500	150
31.7	150	80	46	8	6	0
13.8	6000	1560	400	200	100	165
27.8	7200	400	1640	1500	620	54

Tabell D. Totalantall bakterier (kim) per ml.

Dato	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
4.6	5000	370	86	18	65	13
18.6	70	1100	49	3	33	5
2.7	9600	144	23	5	66	5
16.7	2700	2268	4620	3100	4200	2940
31.7	370	310	200	42	115	43
13.8	84000	1560	600	520	470	320
27.8	overvokst-----					