

10-  
71160

2034

# Indre Oslofjord

O-71160

Oppdragsgivere

Fagrådet for kloakksamarbeid  
i Indre Oslofjord

Statens forurensningstilsyn



Statlig program for  
forurensningsovervåking

Rapport 286/87

## Overvåking av forurensnings- situasjonen 1986





## 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 vannforekomsternes naturlige forhold.**

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

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

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

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

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

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

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-71160
Undernummer:	40
Løpenummer:	2034
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: <b>OVERVÅKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I INDRE OSLOFJORD 1986</b>  (Overvåkingsrapport nr. 286/87)	Dato: 1.6.1987
Forfatter (e):  Jan Magnusson	Rapportnr. 0-71160
	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Oslo, Akershus, Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag): 46

Oppdragsgiver: <b>Statens forurensningstilsyn (SFT)</b> (Statlig program for forurensningsovervåking) Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeide i Indre Oslofjord	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): M. Svelle
--	---

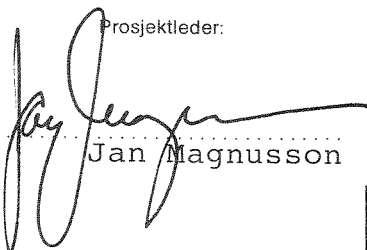
Ekstrakt: <b>Overvåkingsprogrammet for oppfølging av forurensningsutviklingen i Indre Oslofjord 1986 beskriver fjordens hydrografi (dypvannsfornyelse, oksygenutvikling). Vannutskiftningen var noe bedre enn normalt og resulterte i bra oksygenforhold i Bunnefjordens dypvann og omtrent normalt i Vestfjordens dypvann, sammenlignet med observasjoner fra 1973-84. Sammenlignet med beregnet dypvannsfornyelse har 1986 vært et bra år bedømt ut fra oksygenforholdene. Den negative oksygenutviklingen i Drøbaksundets dypvann fortsetter, men forholdene er fortsatt relativt gode i relasjon til kritiske nivåer for fisk og bunndyr.</b>
--

4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking 1986
2. Oslofjorden
3. Hydrografi
4. Oksygenforhold

4 emneord, engelske:

1. Pollution Monitoring 1986
2. Oslofjord
3. Hydrography
4. Oxygen situation

Prosjektleder:  
  
Jan Magnusson

Programleder, overvåking

ISBN 82-577-1294-9

For administrasjonen:

  
Tor Bokn

OVERVÅKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I

INDRE OSLOFJORD 1986

OSLO 1.6.1987

Prosjektleder: J.Magnusson (J.Knutzen)

Medarbeider: F. Kjellberg

J.E. Løvik

---

Norsk institutt for vannforskning

NIVA:7116086-Oslofjord

## Forord

På oppdrag av Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord utfører Norsk institutt for vannforskning overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. 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 Avløpsselskap	P.Sagberg ( til 17.2.86)
Statens forurensningstilsyn	M.Svelle
Fylkesmannen i Oslo og Akershus	L.Nilsen
Norsk institutt for vannforskning	J.Magnusson (1.9.86-)
" " " "	J.Knutzen (1.9.85-1.9.86)

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport er nummer 12 og omfatter 1986.

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 og J-E Løvik hatt hovedansvaret for de hydrografiske tokt og dessuten deltatt i bearbeidelse av data. Jon Knutzen har vært prosjektleder i perioden 1.9.85 til 1.9.86.

Oslo 2.6.87

  
Jan Magnusson

## INNHALDSFORTEGNELSE

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 og hydrokjemii	7
2.3.2 Sedimentfeller.	9
2.4 RESULTATER OG DISKUSJON	10
2.4.1 Vannutskiftninger	10
2.4.2 Oksygenforhold	17
LITTERATUR	32
VEDLEGG 1. Hydrografiske data 1986	34

## FIGURER

	side
Figur 1. Landbasert fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1980. (Fra Bergstøl m.fl. 1981, og Baalsrud m.fl. 1986).	6
Figur 2. Stasjonsnett 1986.	8
Figur 3. Temperaturvariasjonen ( $^{\circ}\text{C}$ ) i Vestfjorden (DK1) 1986.	12
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Vestfjorden (DK1) 1986.	12
Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1986.	13
Figur 6. Totalfosforvariasjonen ( $\mu\text{g/l}$ ) i Vestfjorden (DK1) 1986.	13
Figur 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1986.	14
Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1986 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.	19
Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1986 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.	20
Figur 10. Oksygenforbruk ( $\text{mg/l/d\ddot{a}gn}$ ) i Vestfjorden (20-80 meters dyp) perioden mai-oktober 1986, sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.	23
Figur 11. Oksygenforbruk ( $\text{mg/l/d\ddot{a}gn}$ ) i Bunnefjorden perioden august-oktober 1986, sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1974-82.	23
Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) <u>oktober måned</u> 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-86. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-86)).	24
Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i <u>oktober måned</u> 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-86. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-86)).	25

	side
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 (1962-82)).	26
Figur 15. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp (>25, >55 og >75 meters dyp og til bunn) i Vestfjorden og Bunnfjorden mai-oktober 1973-86.	28
Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 20 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord ( EPl + DK1) i oktober måned 1973-86.	29
Figur 17. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) mai-oktober under 25 meters dyp i Vestfjorden og dypvannsfornyelsen 1973-86.	29
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))	31
Figur 19. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) oktober måned 1973-82 og 1986.	31

## TABELLER

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1986.	7
Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 15.10.85-18.2.86.	15
Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-86.	16
Tabell 4. Middelerverdi av oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK1), mai- oktober 1973-81 og 1982-86.	27



## 1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord har som mål å følge forurensningsutviklingen ved observasjoner av enkelt påvisbare forurensningsvirkninger. I 1986 ble programmet foreløpig redusert til å følge dypvannsfornyelse og oksygenforhold. Resultatene fra 1986 viste liksom i de siste år forandringer av forurensningssituasjonen. Oksygenforholdene var dårligst i begynnelsen og midten av 70-årene. Siden dess har den negative utviklingen stoppet opp.

Oksygenforholdene i fjordens dypvann (> 50 meters dyp) viste i 1986 samme positive tendenser som tidligere, men på mellomnivåer (20-40 meter) var det en tendens til lavere oksygenkonsentrasjoner og økt oksygenforbruk, spesielt i Vestfjorden. For øvrig har 1986 vært et bra år for Indre Oslofjord, sammenlignet med oksygenforhold og dypvannsfornyelse for perioden 1973-82, men fortsatt ikke like bra som gjennomsnittlige forhold 1933-1965. Spesielt bra har det vært i Bunnefjorden som ikke har hatt hydrogensulfidholdig dypvann siden mai 1984.

Enn er forurensningssituasjonen i indre Oslofjord ikke helt tilfredstillende. Dette gjelder oksygenforholdene. I Drøbaksundets dypvann fortsetter den negative utviklingen mot lavere oksygenkonsentrasjoner.

1. I 1986 ble det innsamlet hydrografiske data fra 3 stasjoner på 4 tokt i februar, mai, august og oktober, samt ved kompletterende tokt i mars og desember. På hvert tokt ble det observert siktedyp, temperatur og saltholdighet. Prøver av vann ble analysert på oksygen og totalfosfor.

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 har vært utplassert til våren 1987. Rapport av resultatene vil bli skrevet høsten 1987.

2. Dypvannsutskiftningen startet mellom oktober 1985 og februar 1986. Ytterligere en dypvannsutskiftning ble observert frem til mai 1986. Totalt ble ca.  $4.400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  vann utskiftet, hvilket var noe mer enn gjennomsnittet for perioden 1973-82.

3. Som følge av vannutskiftningen ble oksygenforholdene i

Bunnefjordens dypvann tilfredstillende. Beregnet oksygenforbruk i Bunnefjordens dypvann fra mai til oktober 1986 var noe større enn gjennomsnittlig oksygenforbruk 1974-82.

4. I Vestfjorden dypere enn 50 meter var oksygenkonsentrasjonen høyere enn gjennomsnittet for perioden 1973-82. Mellom 30 og 50 meters dyp var konsentrasjonen omtrent lik gjennomsnittet 1973-82, unntatt oktober 1986 mellom 30-40 meters dyp, hvor den var lavere. Oksygenforbruket mai til oktober 1986 var omtrent lik gjennomsnittlig oksygenforbruk 1973-82, unntatt 30 -40 meters dyp hvor forbruket var høyere.

5. En sammenligning av oksygenforbruket (mai-oktober) i Vestfjorden før og etter etableringen av VEAS viser en signifikant økning på dyp større enn 25 meter i perioden 1982- 86 sammenlignet med 1973-81. Under 55 meters dyp viser analysen en signifikant minking av oksygenforbruket. Dette skulle styrke hypotesen at belastningen av oksygenforbrukende stoffer har økt på innlagringsdypet til kloakkvann fra Sentralrenseanlegg Vest.

6. I Vestfjorden har forholdene vært bedre enn tidligere år. Lavere konsentrasjoner i Vestfjorden omkring 30 til 40 meters dyp er trolig en effekt av utslippet til Sentralrenseanlegg Vest. I 1986 ble dette kun observert i oktober. I Bunnefjorden har oksygenforholdene vært gode i dypvannet, som følge av dypvannsfornyelsen.

7. Hovedkonklusjonen fra oksygenobservasjonene i 1986 er som tidligere: Oksygenforholdene i Oslofjordens dypvann var dårligst i begynnelsen og midten av 1970 årene. Den negative utviklingen har stoppet opp. Bunnefjorden har hatt tilfredstillende oksygenforhold siden mai 1984 til oktober 1986. De ytre forutsetningene for etablering av ny bunnfauna har vært tilstede. Dette skyldes trolig i hovedsak god dypvannsfornyelse de siste årene, mer enn reduksjon i tilførsler.

8. Oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet i oktober 1986 var grovt sett lik gjennomsnittet for perioden 73-82. Ved sammenligning med oksygenobservasjoner fra 1945-65 ble det i 1983 påvist enn negativ utvikling. Resultatet fra 1986 viser at denne utvikling fortsetter. 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 bunnfaunabiomasse i hele ytre Oslofjord i 1985 sammenlignet med observasjoner av Petersen i 1914 (Petersen 1915).

Observasjonene viser på begynnende eutrofiering av området ( Rosenberg m.fl. 1987).

#### Tilrådingar:

Oppmerksomheten rettes mot:

- De ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjonene på mellomdyb i Vestfjorden.
- De avtakende oksygenkonsentrasjonene i Drøbakssundet på høsten.

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.

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 1986 som i 1984 og 1985 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 i senere tid akvakultur. Effekten av rensetiltakene kan iblant 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 naturverninteresser er også av betydning.

## 2.1 Forurensningstilførsler

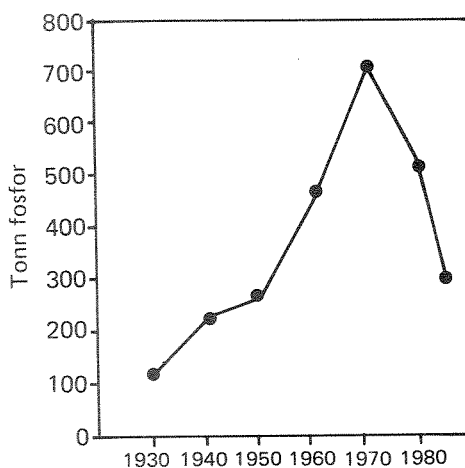
Den helt dominerende forurensningstilførselen er kommunalt og industrielt avløpsvann fra Oslo og Bærum kommuner. Til Vestfjorden kommer dessuten betydelige industriutslipp fra Dyno Industrier (Sætre). I Breiangeren har Tofte Cellulose utslipp. Overvåkningsområdet kan også bli påvirket av kommunale utslipp fra Moss og treforedlingsindustrien i Mossesundet (Peterson & Søn A/S). 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. NIVA har arbeidet frem en samlet oversikt over forurensningstilførslene (Baalsrud m.fl.1986).

I 1986 ble fjorden tilført ca. 270 tonn fosfor, ca. 3900 tonn nitrogen og ca. 11400 tonn organisk stoff (beregnet som TOC). Ved rensetiltak fjernes idag ca. 500 tonn fosfor, ca. 400 tonn nitrogen og ca. 4300 tonn organisk stoff. Dette gir en rensegrad på ca. 65 %, 9 % og 28 % for respektive stoff.

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 1986 lagt inn.

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. I 1986 var fosforutslippene fra SRV og Bekkelaget r.a. 27 respektive 39 tonn.



Figur 1. Landbasert fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1930-1986.  
(Fra Bergstøl m.fl. 1981, og Baalsrud m.fl 1986).

## 2.2 Effekter av forurensningstilførselene

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg om eutrofieffektene i fjorden. Fjordens svar på næringsalttilførselen har vært en øket produksjon av planteplankton. Gjennomsjinneligheten i vannet minker (lavt siktedyp) og den organiske belastningen på fjordens dypere vannmasser blir stor når dødt planteplankton synker ut av fotosyntesesonen. 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 fritt og bundet oksygen oppbrukt og det dannes hydrogensulfid (råttent vann), en dødelig gift for nesten alt marint liv.

I Bærumbassenget 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.

Overgjødslingen 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

bunnsområder 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

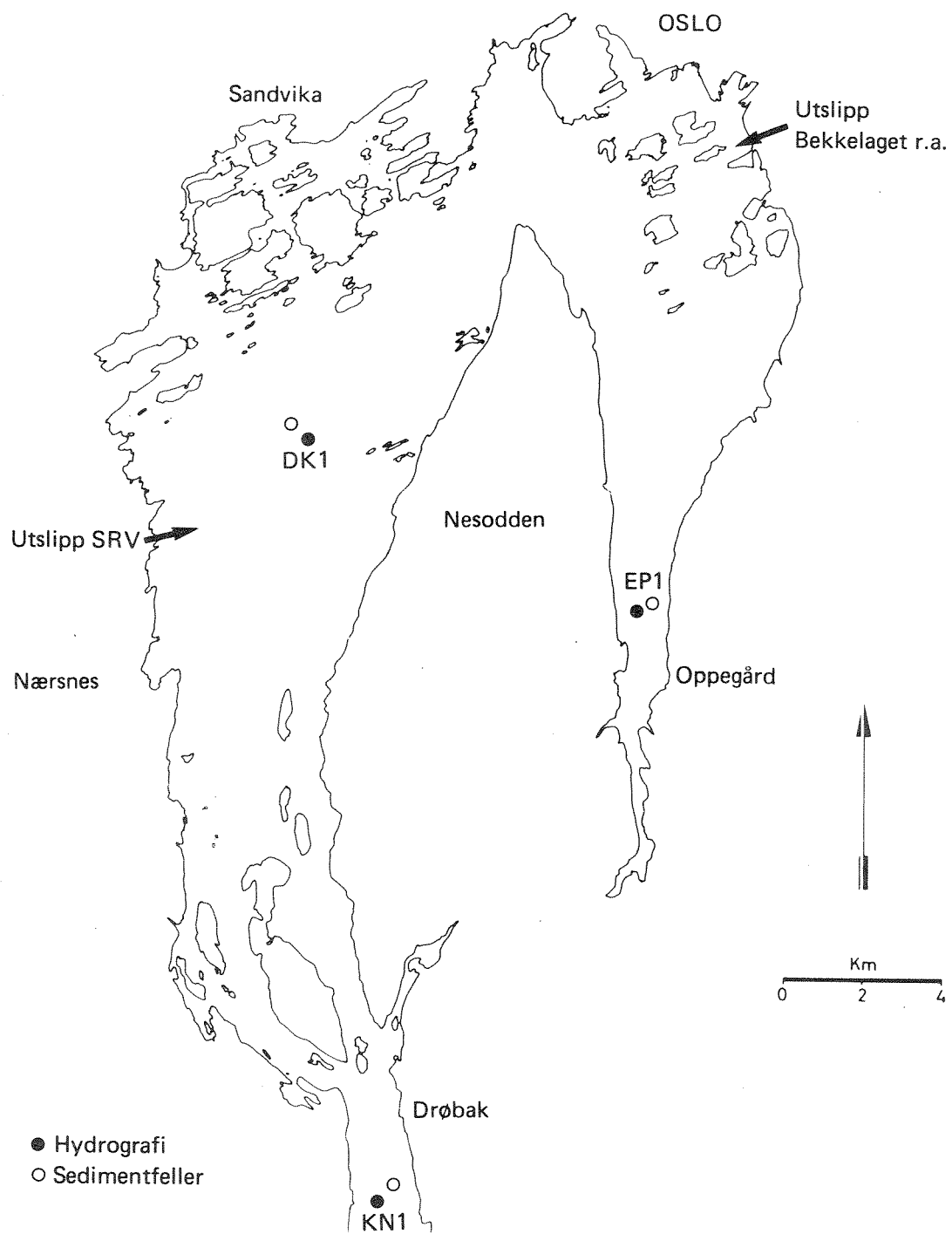
### 2.3.1 Hydrografi og hydrokjemii

Toktvirksomheten fremgår av tabell 1 og stasjonsnettets av figur 2.

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1986.

Dato	Hydrografi	Tot-p	Anmerkninger
18/2	EP1, DK1, KN1	+	
20/3	EP1, DK1	+	
21/5	EP1, DK1, KN1	+	
18/8	EP1, DK1, KN1	+	
20/10	EP1, DK1, KN1	+	
29/10	KN 1	-	Ekstra tokt for SFT*
18/11	EP1, DK1, KN1	-	Ekstra tokt for SFT Kun temp, salt på EP1 og DK1
16/12	EP1, DK1	+	

\* Tokter utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn.



Figur 2. Stasjonsnett 1986



I 1986 ble vannprøver innsamlet ved 6 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. Dessuten ble det utført to ekstra tokter til Drøbaksundet (KN 1) på et prosjekt for Statens forurensningstilsyn for å studere oksygensituasjonen i Breiangen.

Tabell 1 viser en oversikt av toktdatoer og stasjoner i 1986. På de hydrografiske toktene (tabell 1) ble det observert siktedyp, lys og vannets temperatur og saltholdighet registrert, samt oksygen og totalfosfor analysert (Vedlegg 1). De kjemiske analysene ble utført på ufiltrert vann. Analysemetodene er beskrevet i tidligere rapporter.

### 2.3.2 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 har samlet opp det materiale som sedimenterer fra overflatevannet til dypvannet og bunnen. Fellene ble tømt 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 sto ute til våren 1987 og resultatene vil rapporteres senere. 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 1986 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. Tilførslene fra land domineres av kloakkutslipp og er derfor tilnærmet konstante over året, unntatt perioder med stor nedbør eller ved snøsmelting. Dypvannsfornyelsen er vanligvis begrenset til perioden november-mai, og normalt til januar-april da vann over terskeldyp utenfor Drøbakterskelen i perioder har større egenvekt enn dypvannet i indre fjord.

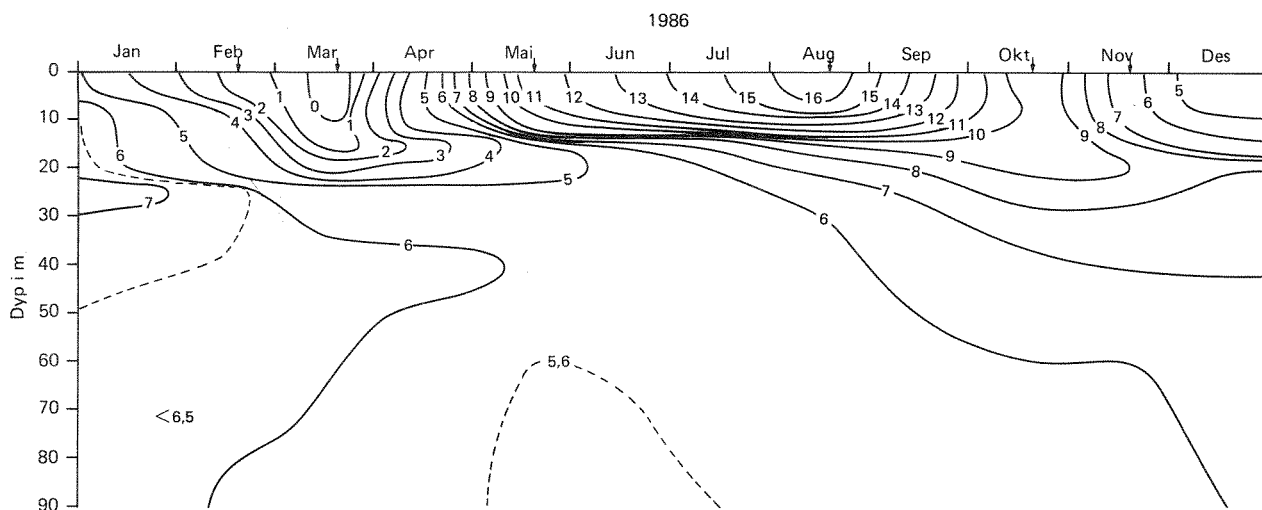
Det innstrømmende vannet har normalt høyt oksygeninnhold (ca. 80% metningsgrad) og lavt næringssaltinnhold (ca. 30 µg tot-P/l). Når det nye vannet strømmer inn over Drøbakterskelen og ned i Vestfjordens dypbassenger, blandes det med gammelt vann i Vestfjorden som ligger fra terskeldyp og ned til det 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. Blandingene 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- og ettersituasjonen inne i fjorden og et par observasjoner i Drøbaksundet. Tidligere har observasjoner av strøm,

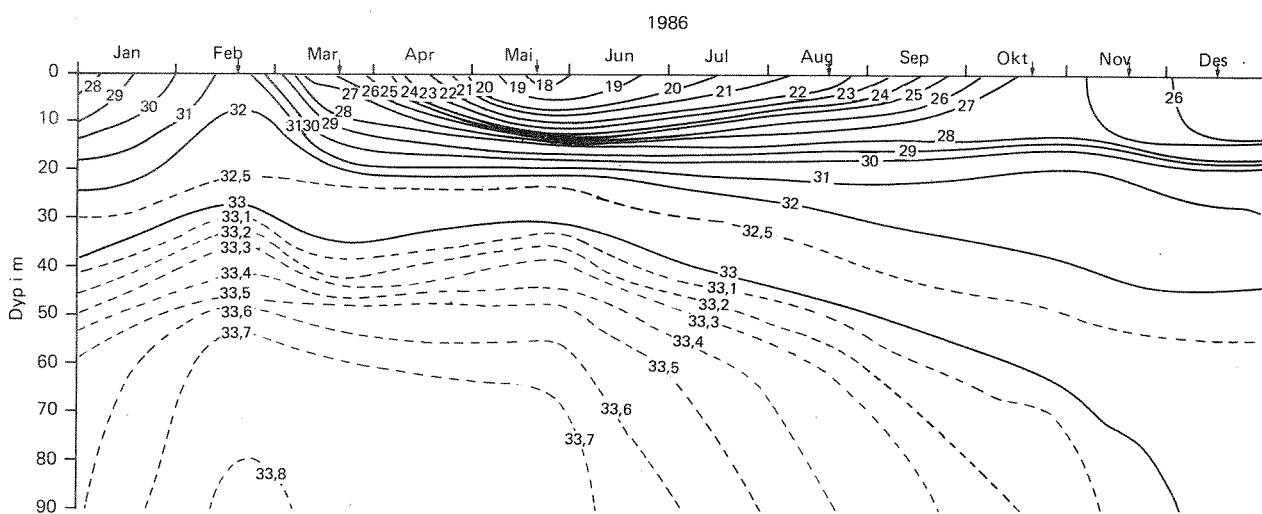
temperatur og saltholdighet på Drøbaktterskelen avslørt det innstrømmende vannets kvalitet samt vannutskiftningens forløp. Disse observasjoner mangler i 1986. I stedet blir det nødvendig å lete frem mulige vannmasser i Drøbaksundet (stasjon KN1), som kan gi de nye vannmasser i indre fjord ut fra kjennskapet 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 oppnåes.

I 1985/86 startet dypvannsfornyelsen mellom oktober 1985 og februar 1986. I Vestfjorden økte dypvannets egenvekt i februar 1986, samtidig som oksygenkonsentrasjonen økte og fosforkonsentrasjonen avtok. En ny dypvannsfornyelse fant sted mellom april og mai 1986. I Bunnefjorden var dypvannsfornyelsen begrenset til mellomnivåer (30-90 meters dyp) i februar 1986, men gikk helt til bunn frem til mai 1986 (figur 7).

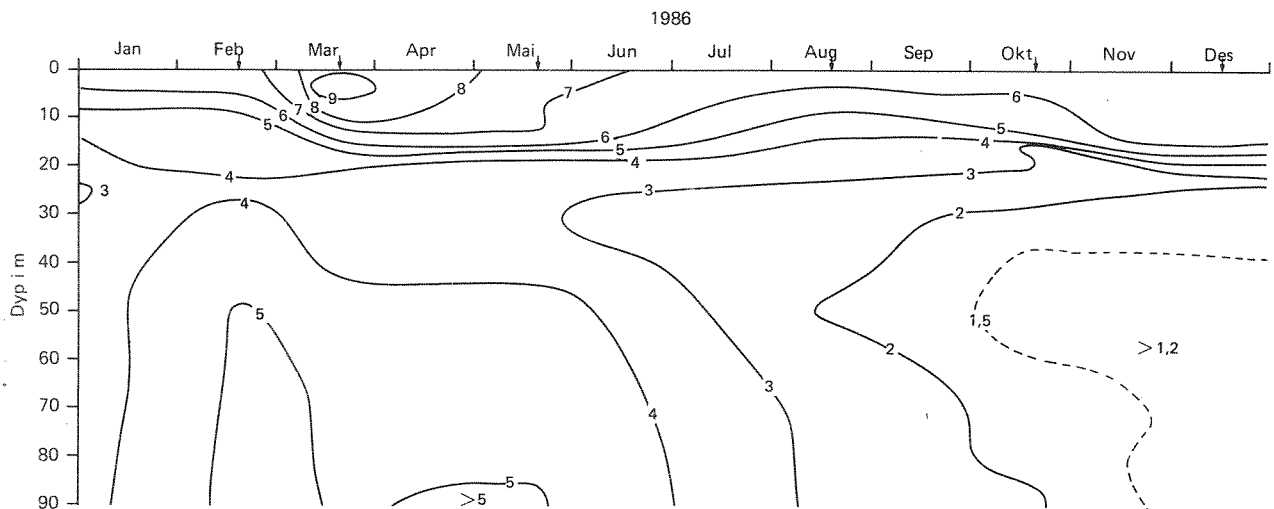
Indre Oslofjord har således hatt to dypvannsfornyelser i 1985/86. Oksygenobservasjonene viser at den mest effektive vannutskiftningen i Bunnefjorden fant sted mellom februar og mai 1986 og den største økningen i oksygeninnhold i Vestfjordens dypvann var mellom oktober 1985 og februar 1986 (figur 5). En mindre dypvannsfornyelse fant sted i april/mai.



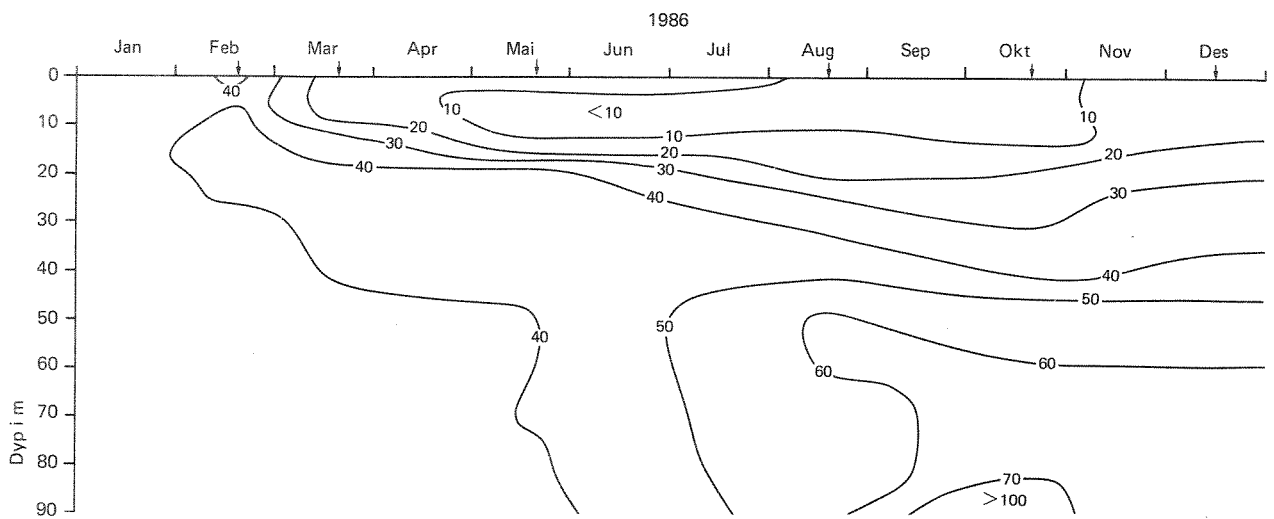
Figur 3. Temperaturvariasjonen ( $^{\circ}\text{C}$ ) i Vestfjorden (DK1) 1986.



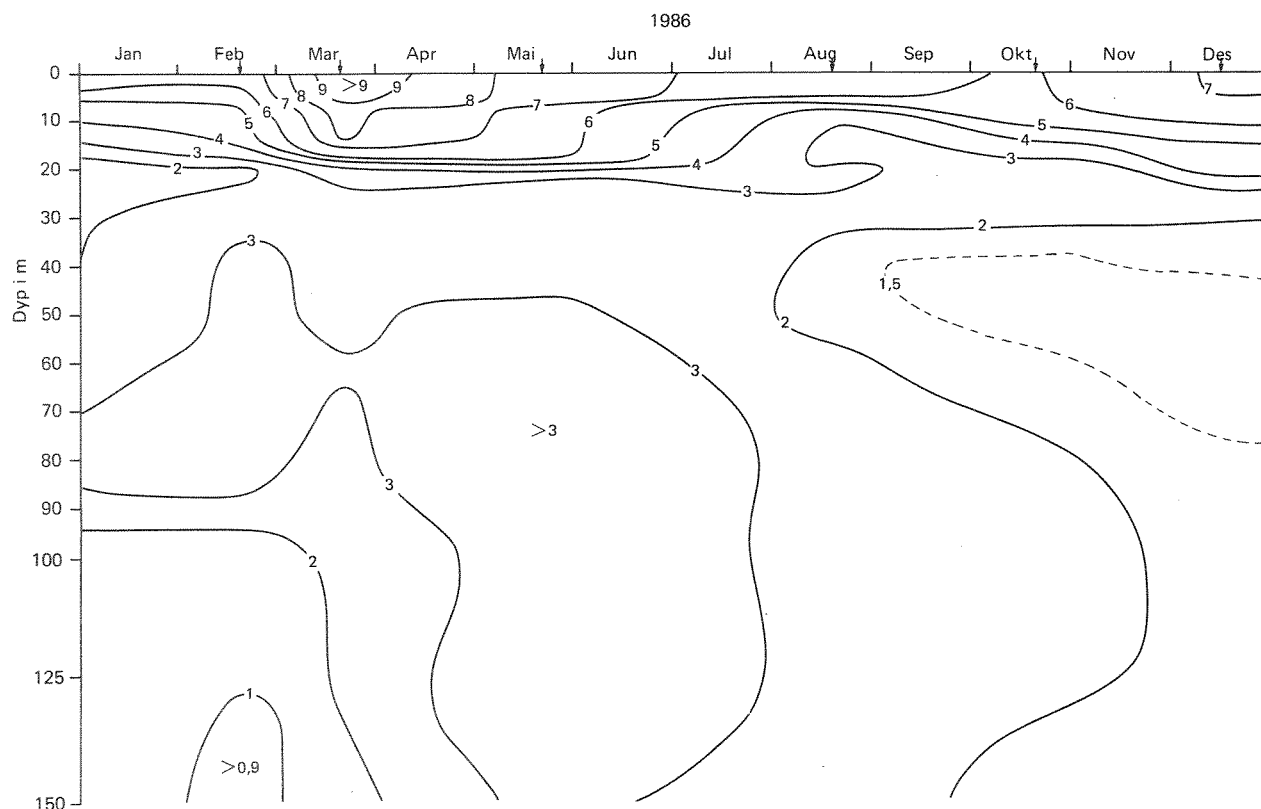
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen ( $\text{‰}$ ) i Vestfjorden (DK1) 1986.



Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1986.



Figur 6. Totalfosforvariasjonen ( $\mu\text{g/l}$ ) i Vestfjorden (DK1) 1986.



Figur 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1986.

#### Beregning av dypvannsfornyelsen.

Dypvannsfornyelsen i perioden oktober 1985 til februar 1986 er blitt beregnet ved å anta at vannmasser som strømmet inn til indre fjord finnes i observasjonene fra februar i Drøbaksundet. Det innstrømmende vannet hadde oksygenkonsentrasjoner over 5.6 ml/l og totalfosforkonsentrasjoner omkring 30  $\mu\text{g/l}$ . Rimelige oksygenkonsentrasjoner i Vestfjordens dypvann fåes ved en forutsatt blanding av vann fra 4-20 meters dyp i Drøbaksundet med gammelt Vestfjordvann på 25-40 meters dyp. Resultatet blir at omtrent 70% av Vestfjordens dypvann under 20 meters dyp har blitt utskiftet. Tabell 2 viser en sammenstilling av beregnet dypvannsfornyelse 15.10.85-18.2.86.

Dyp (m)	Nytt dypvann (%)
90-bunn	95
80	95
70	93
60	93
50	88
40	78
30	61
25	28
20	24
Totalt $2700 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	

Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 15.10.85-18.2.86.

Vannutskiftningen i Bunnefjorden var i denne perioden ca.  $600 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  og den totale dypvannsfornyelsen i perioden blir ca.  $3.300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Figurene 5 og 7 viser en ny dypvannsfornyelse mellom februar 86 og mai 86, spesielt i Bunnefjorden. I Vestfjorden ble det observert en liten økning i oksygen i perioden, men utskiftningen har trolig skjedd i april og har ikke resultert i økte oksygenkonsentrasjoner i mai. Egenvekten er imidlertid større i Vestfjordens dypvann i mai sammenlignet med juni, og temperaturen (figur 3) viser at det er skjedd en utskiftning. Observasjoner fra Paasche m.fl.(1987) tyder også på utskiftning i april 1986.

Ettersom vi mangler observasjoner fra denne dypvannsfornyelse er det gjort et overslag av størrelsen på denne utskiftningen i Vestfjorden. Beregningen er utført ved å anta en maksimal oksygenreduksjon som i perioden februar til mars og deretter beregne teoretiske oksygenverdier for begynnelsen av april. Dypvannsfornyelsen er forutsatt som en enkel blandning av vannmasser fra Drøbaksundet og Vestfjorden. Resultatet blir en dypvannsfornyelse på ca.  $600 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

I Bunnefjorden har det skjedd en vannutskiftning helt til bunn (figur 7). Beregnet utskiftningsvolum var  $420 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Sammenlagt dypvannsfornyelse i Indre Oslofjord frem til mai 1986 blir således ca.  $4.400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  eller ca. 75 % av vannmassene under 20 meters dyp i fjorden. Som i beregninger i tidligere rapporter inngår ikke Bårumsbassenget, Bekkelagsbassenget og Havnebassenget, dvs. ca.  $480 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  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 3 viser beregnet dypvannsfornyelse 1973 - 1986.

Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-1986.

ÅR	Dypvannsfornyelse (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dypvannsforn. (% av volum 20 -160 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
1986	4400	74

Dypvannsfornyelsen 1985/86 var noe over gjennomsnittlig fornyelse for perioden 1973-82. I perioder med dypvannsfornyelse i indre fjord har det innstrømmende vannet fra Drøbaksundet hatt forholdsvis høyt oksygeninnhold (80 % mettet) og lavt totalfosforinnhold.



### 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. Reduksjonen er avhengig 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 1986 var oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden fra overflatelag til bunn over gjennomsnittlig konsentrasjon for perioden 1973-82 i mai, august og oktober (figur 8). Konsentrasjonsnivået må sies å ha vært bra hele året (mellom 4-1.5 ml/l på 60-150 meters dyp). I oktober 1986 var konsentrasjonsnivået i hele vannmassen nesten signifikant over gjennomsnittelig konsentrasjon 1973-82.

Det ble således ikke registrert hydrogensulfid i Bunnefjorden 1986. Bunnefjorden har nå hatt oksygenholdige vannmasser siden mai 1984 og laveste oksygenkonsentrasjon i dypvannet har vært > 1 ml/l. Tidligere er det også observert lengre perioder uten hydrogensulfid i dypvannet (1977-80, 1962-67 og 1951-60). I 1977-80 og 1962-67 var imidlertid oksygenkonsentrasjonen i store deler av dypvannet tidvis lavere enn 1 ml/l. For å finne tre sammenhengende år med oksygenkonsentrasjoner over 1 ml/l må vi gå tilbake til slutten av 1950-årene (se også figur 12).

I Vestfjorden var oksygenkonsentrasjonen under 60 meters dyp over gjennomsnittet 1973-82 i mai, august og oktober 1985 (figur 9).

Konsentrasjonen var lik gjennomsnittet i mai mellom 20 og 40 meters dyp og i august fra 4 til 50 meters dyp. I oktober 1986 var konsentrasjonen klart lavere enn gjennomsnittet 73-82 på 30-40 meters dyp.

Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden 1986 har således vært klart bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-82 i vannmassene mellom 50 meters dyp og bunn. Laveste konsentrasjon, ca 1.3 ml/l ble observert i desember 1986. Lavere konsentrasjoner på ca. 30 meters dyp ble kun observert i oktober 1986. Dette skiller seg fra tidligere år i perioden 1983-85, hvor det har vært klarere minimum i dette nivå. Ettersom lavere oksygenkonsentrasjoner på dette dyp skulle skyldes dyputslippet til VEAS, kan dette ikke ha hatt samme innvirkning på fjorden i 1986. Muligens kan forklaringen ligge i bedre vannutskiftning på dette dyp.

Oksygenkonsentrasjonen i Indre Oslofjord 1986 har således vært bedre enn normalt. Dette skyldes de siste tre års gode dypvannsfornyelser.

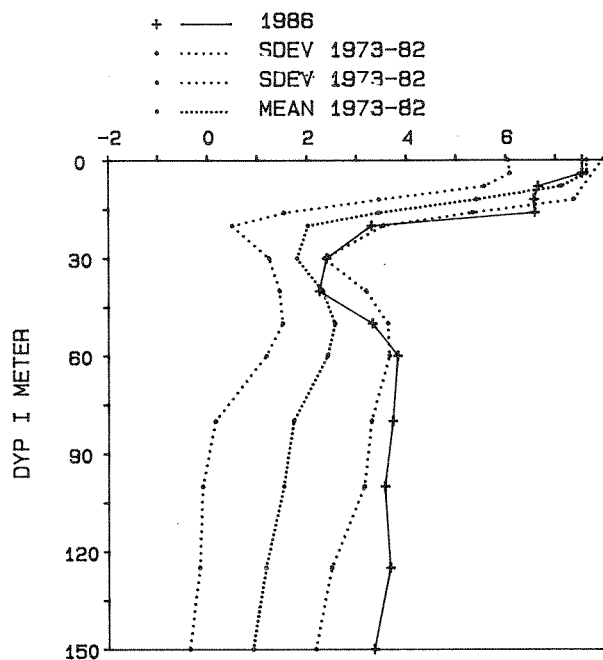
#### Oksygenforbruket.

Endringer i oksygenkonsentrasjonen i fjordens dypvann vil dels skyldes endringer i organisk belastning på dypvannet og 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.

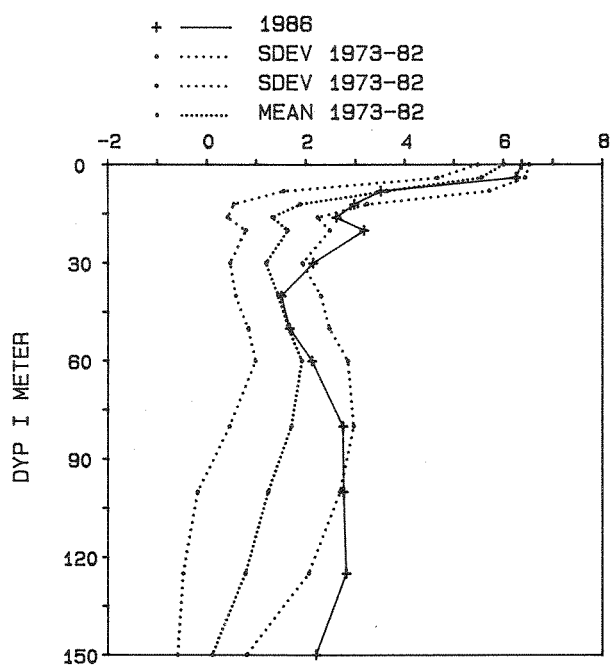
Ved hjelp av saltinnholdets variasjon i dypvannet ( under 20 meters dyp) kan vertikaldiffusjonen beregnes. Beregningen blir verdiløs når vi får dypvannsutskiftninger (dvs. økende saltholdighet) og er derfor ikke brukbar i dette område. For tidsintervaller når diffusjonskoeffisienten er entydig positiv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

## OKSYGEN (ML/L) BUNNEFJORDEN (EP 1)

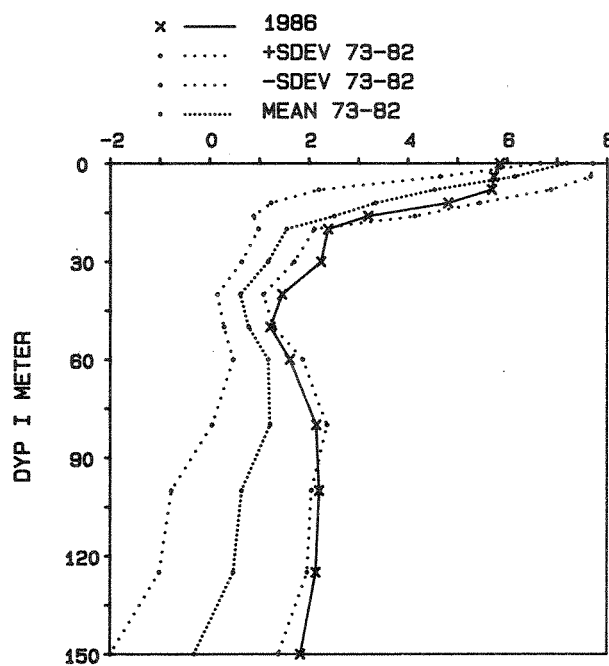
MAI 1973-82 OG 1986



AUGUST 1973-82 OG 1986



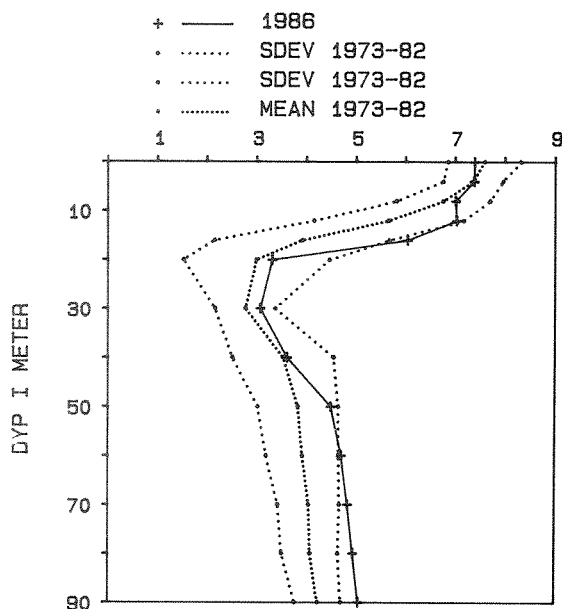
OKTOBER 1973-82 OG 1986



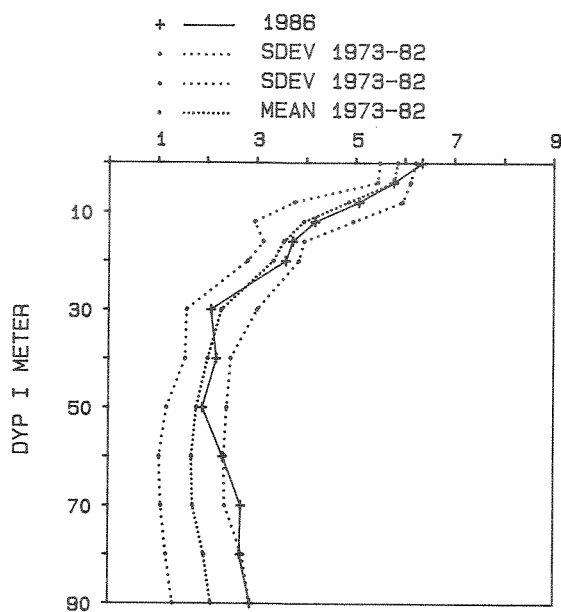
Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1986 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

## OKSYGEN (ML/L) VESTFJORDEN ( DK1 )

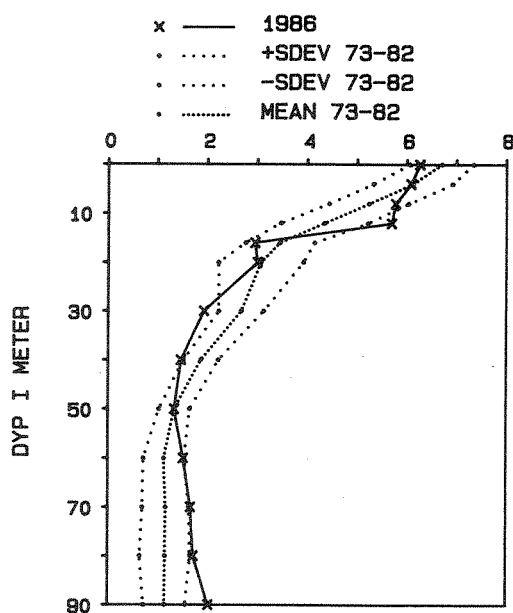
MAI 1973-82 OG 1986



AUGUST 1973-82 OG 1986



OKTOBER 1973-82 OG 1986



Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1986 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

Oksygentransporten bestemmes da som

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

hvor  $O_2$  = oksygenkonsentrasjonen  
 $D$  = vertikal diffusjonskoeffisient  
 $z$  = dyp  
 $t$  = tid

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).

Oksygenforbruket er beregnet for perioden mai til oktober 1973-82 i Vestfjorden og Bunnefjorden. Oksygenforbruket i Vestfjorden og Bunnefjorden 1986 er siden sammenlignet med gjennomsnittlig forbruk 1973-82 (figur 10 og 11).

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

Beregningen av oksygenforbruk inkluderer ikke nitratreduksjonen som starter ved lave oksygenkonsentrasjoner (ca. 1 ml/l). Dette vil resultere i et lavere beregnet oksygenforbruk i perioder med lav oksygenkonsentrasjon i fjordens dypvann.

For Vestfjorden (DK1) har oksygenforbruket vært normalt, dvs. forbruket 1986 ligger innenfor variasjonen 1973-82 (figur 10). På 30 og 40 meters dyp var forbruket nesten signifikant større enn gjennomsnittet 1973-82.

I Bunnefjorden (figur 11) var oksygenforbruket 1986 gjennomgående større enn gjennomsnittet for perioden 1973-82 på 60 til 150 meters dyp. På 40 og 60 meters dyp var det signifikant større. På 30 meters dyp var det lavere enn gjennomsnittlig oksygenforbruk 1973-82.

I 1986 var oksygenkonsentrasjonene i Oslofjordens dypvann bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-82. Oksygenforbruket i dypvannet viser imidlertid ikke noen forbedring i 1986. Beregnet oksygenforbruk har vært større på 30 og 40 meters dyp i Vestfjorden og gjennomgående over gjennomsnittet 1973-82 i Bunnefjordens dypvann. Det større oksygenforbruket i Bunnefjordens dypvann kan forklares ved de høyere

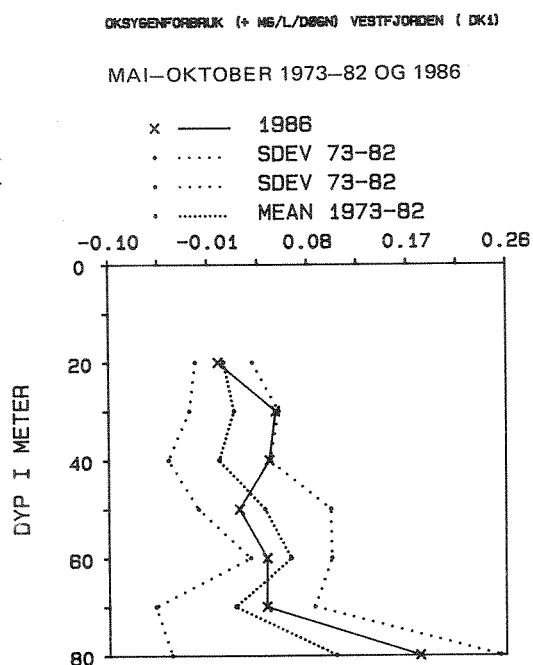
oksygenkonsentrasjonene. Beregnet oksygenforbruk i denne rapport tar ikke hensyn til nitratreduksjonen som starter ved lave oksygenkonsentrasjoner. Derfor blir oksygenforbruket mindre i perioden 1973-82, en periode med meget lave oksygenkonsentrasjoner.

#### Oksygenutviklingen.

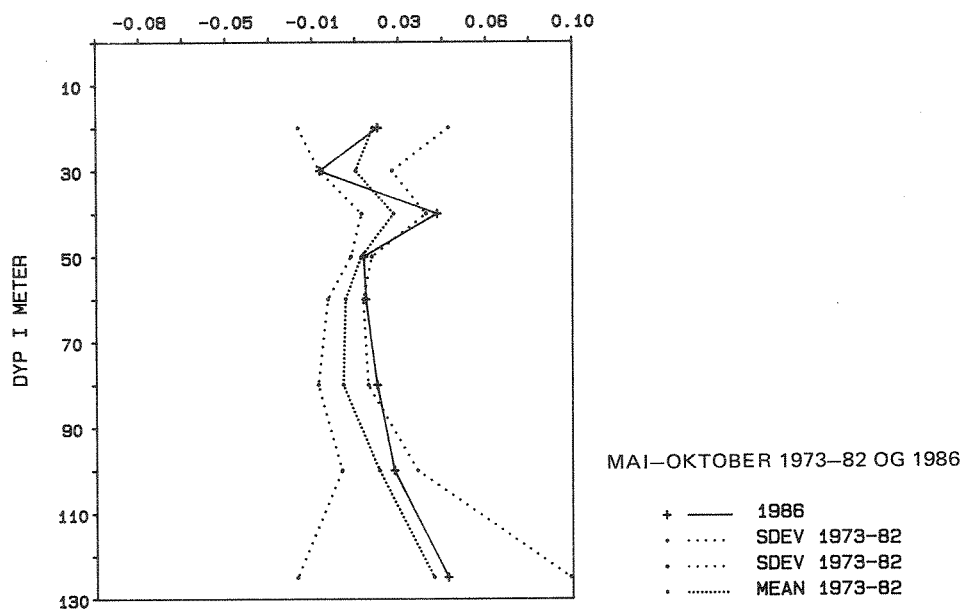
Oksygenutviklingen i Indre Oslofjord har vært negativ siden 1930-40 og særlig etter 1960-70. Figur 12-13 viser utviklingen i oktober måned i Bunnefjorden og Vestfjorden og figur 14 viser vertikallprofiler fra Vestfjorden (DK1) med data fra 1933-65 og 1973-82. Figur 14 viser at oksygenkonsentrasjonen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

Oksygenutviklingen 1973-86 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 mai til oktober for vannmassene mellom 25 meters dyp og bunn, 55 meter-bunn og 75 meter-bunn i Vestfjorden og Bunnefjorden.

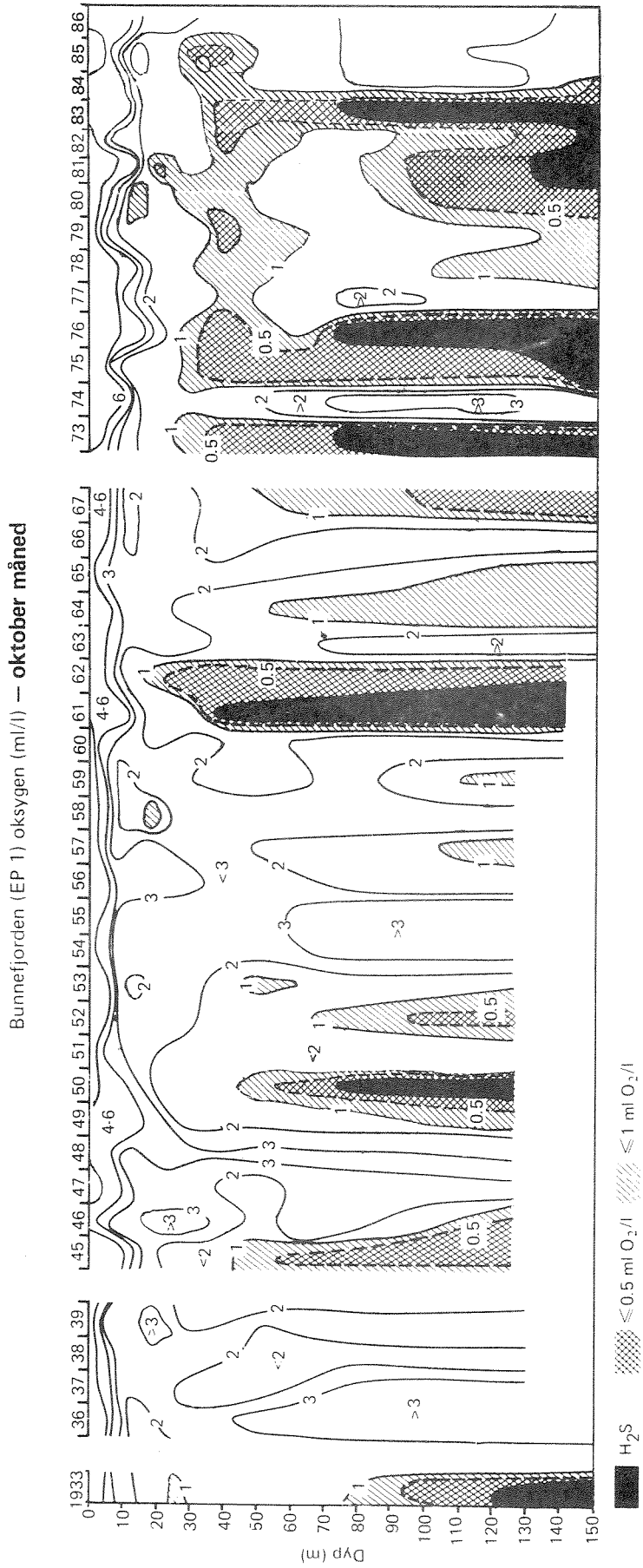
Oksygenforbruket i vannmassene fra 25 meter til bunn i Vestfjorden varierer stort fra år til år. Likevel er økningen fra 1982-86 statistisk signifikant sammenlignet med forbruket i perioden 1973-81 (tabell 6). Fra 55 meter dyp til bunn viser analysen en signifikant minking av oksygenforbruket. I øvrige 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 en 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 og 1986 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).



Figur 10. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Bunnefjorden perioden mai til oktober 1986 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.

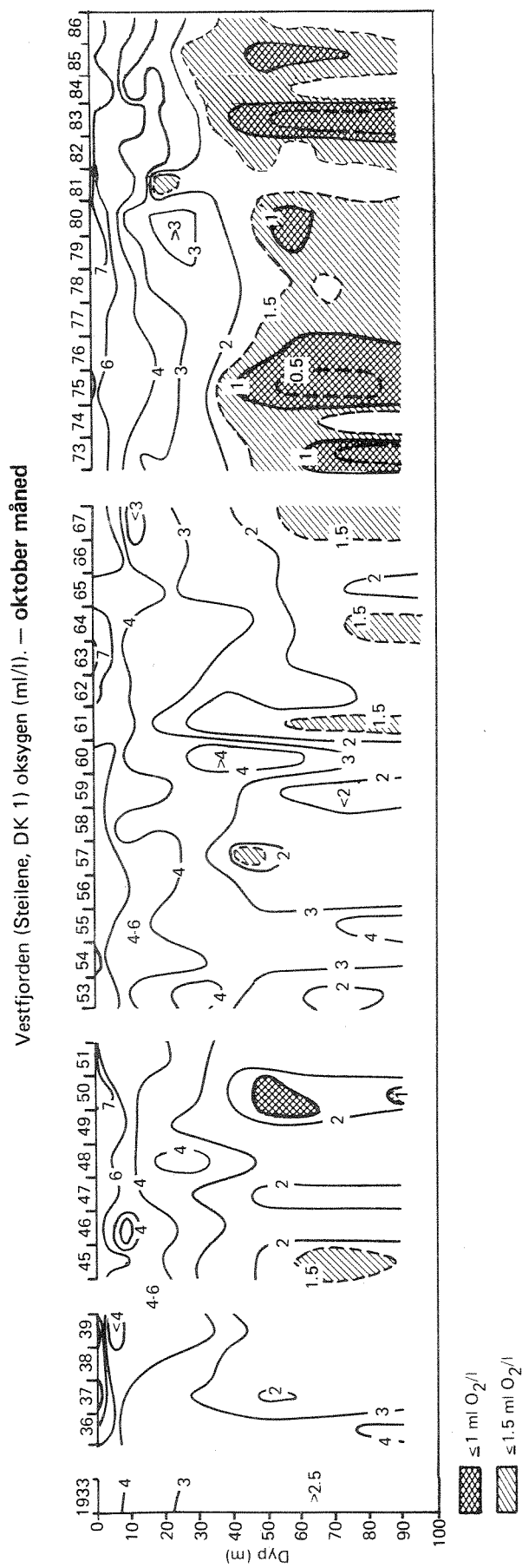


Figur 11. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Vestfjorden (20- 80 meters dyp) perioden mai til oktober 1986 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.

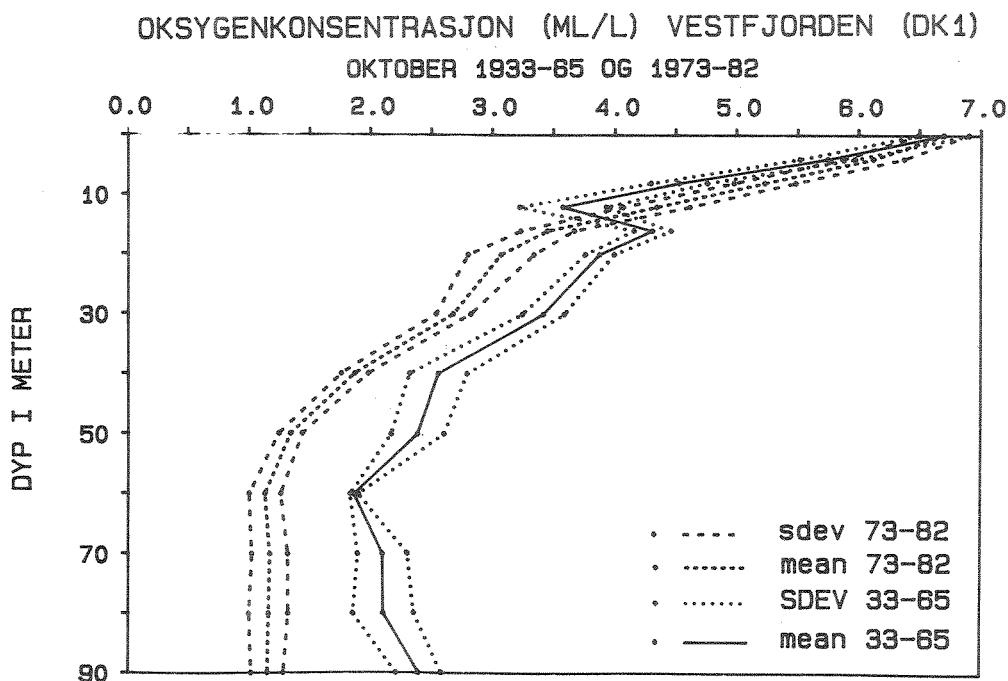


Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-86. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-86)).





Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-86. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-86)).



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 (1962-86)).

Mens det finnes signifikante endringer i oksygenforbruket i Vestfjorden (tabell 6) viser figur 15 at beregnet oksygenforbruk i Bunnefjorden har vært omtrent uforandret i perioden 1973-86. Det har således ikke blitt dårligere i Bunnefjorden ( høyere forbruk) i perioden. Sammenligner vi figur 15 med figur 12 fremgår at lavere oksygenforbruk i Bunnefjordens dypvann (>55 meters dyp) sammenfaller med år med hydrogensulfidholdig dypvann eller år med lavere oksygenkonsentrasjoner (<0.5 ml/l). År med høyt oksygenforbruk (> 10 tonn/døgn) som 1974, 1977, 1979 1984-86 var år med god dypvannsfornyelse og relativt høye oksygenkonsentrasjoner (unntatt 1973). For å undersøke den egentlige utviklingen i Bunnefjorden må analysen ta hensyn til oksygenivået.

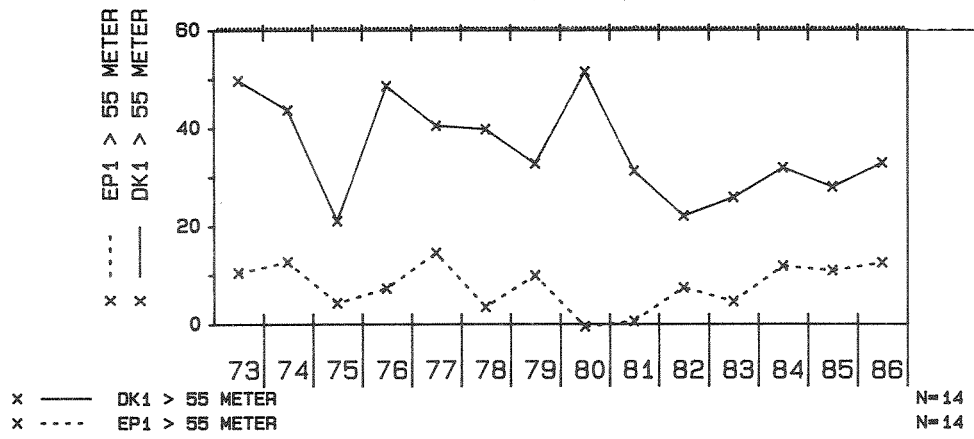
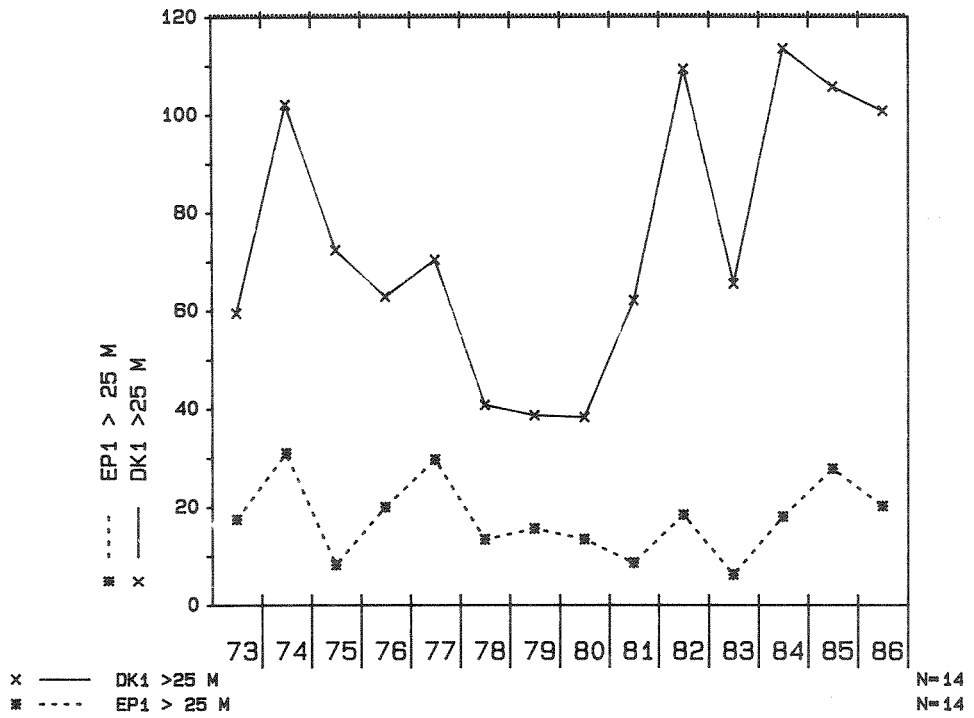
Figur 16 viser at med samme beregnede dypvannsfornyelse i 1985 og 1986 var total mengde oksygen i Bunnefjorden og Vestfjorden klart større i oktober 1986. Isolert sett har således 1986 vært et meget godt år for Oslofjordens dypvann bedømt ut fra oksygenforholdene.

Tabell 6. Middelv. av oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK1), mai- oktober 1973-81 og 1982-86.

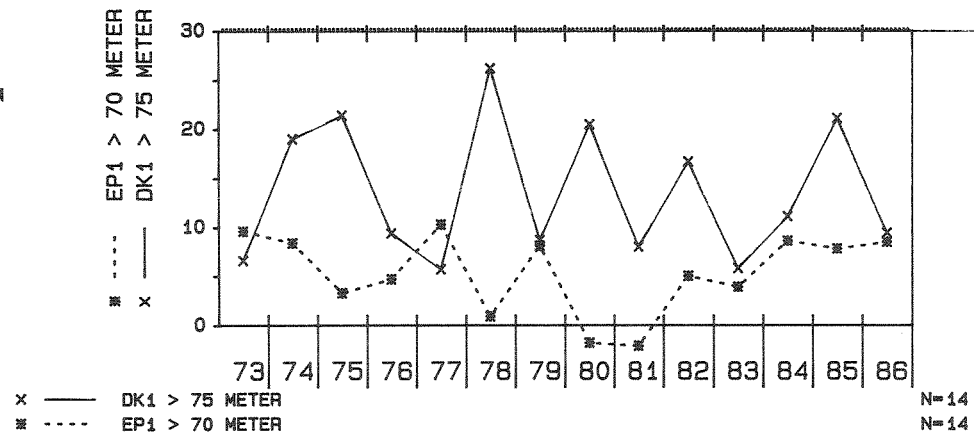
Dyp (m)	Middelv. 73-81	Middelv. 82-86	Signifikant forskjell.	T-test sign.nivå
>25	61	99	ja	0.008
>35	58	70	nei	0.41
>45	52	58	nei	0.59
>55	40	28	ja	0.012
>65	17	21	nei	0.45
>75	14	13	nei	0.77
>85	3	3.3	nei	0.98

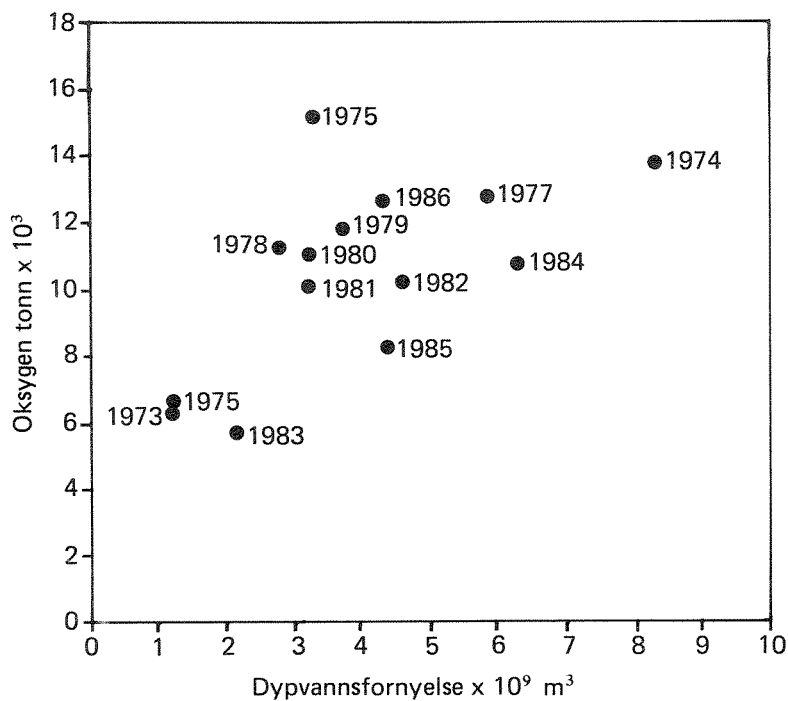
OKSYGENFORBRUK (+ TONN/DØGN) MAI-OKTOBER 1973-86

VESTFJORDEN (DK1) OG BUNNEFJORDEN (EP1)

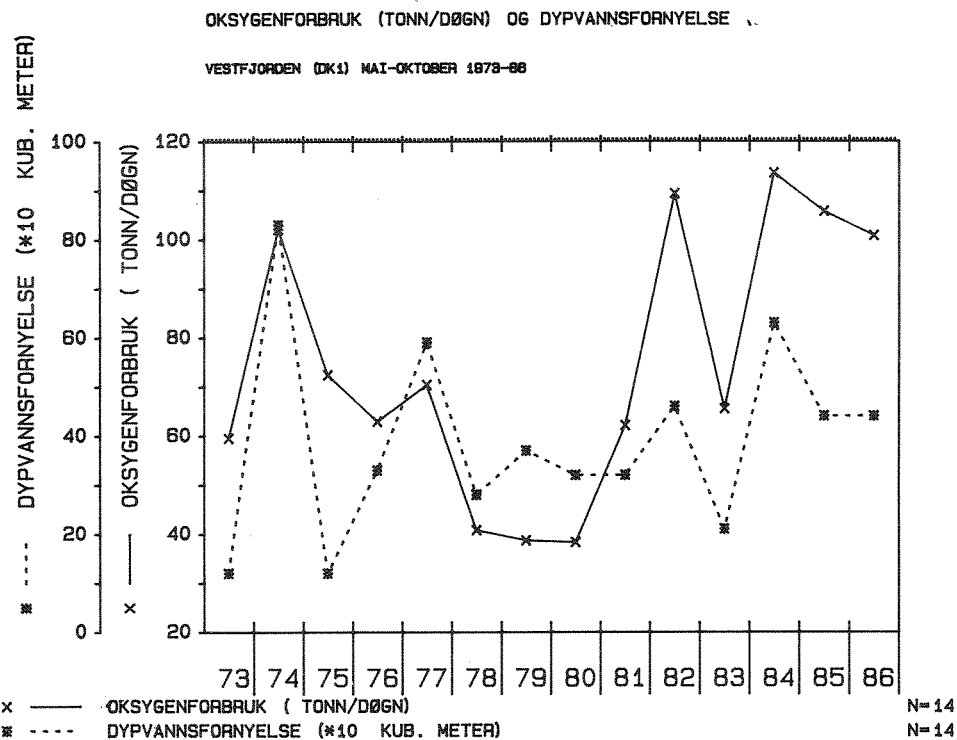


Fig





Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 20 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord i oktober måned 1973-86.



Figur 17. Beregnet oksygenforbruk mai-oktober (25 meters dyp til bunn) i Vestfjorden og dypvannsfornyelsen 1973-86.

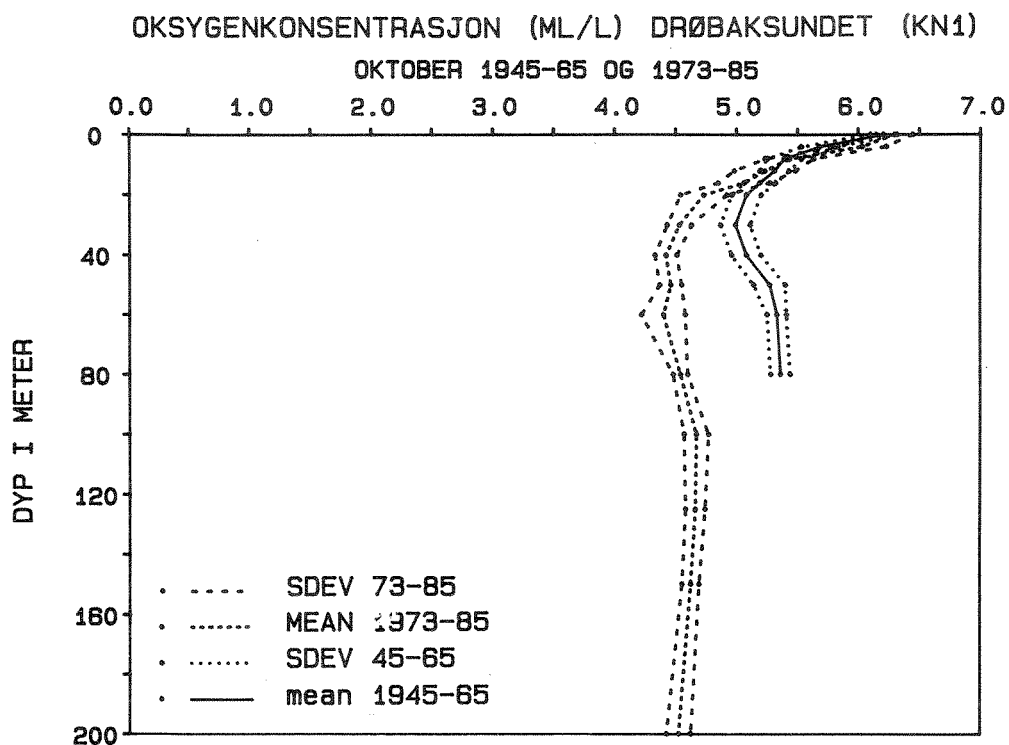
### Drøbaksundet (KN1)

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 og 1985 viste at denne utvikling fortsetter.

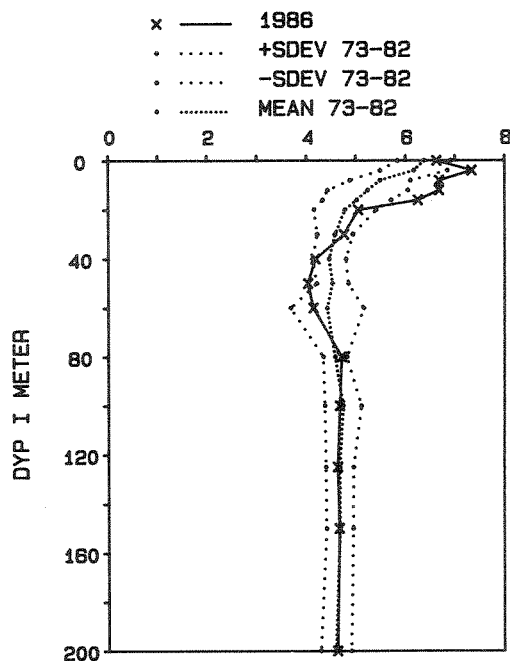
Figur 18 viser en sammenstilling av oksygenobservasjoner fra 1945-65 sammenlignet med observasjoner fra 1973-85. Det er en signifikant reduksjon av oksygenkonsentrasjonen 1973-85 fra 20 meters dyp. Rosenberg m.fl. (1987) har også konstatert en økt bunnfaunabiomasse i ytre Oslofjord, sammenlignet med eldre data innsamlede av Petersen 1914, 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 med nedsatt oksygenivå kan danne dypvann i Indre Oslofjord.

Oksygenforholdene i 1986 fremgår av figur i vedlegg. Figur 19 viser observasjoner fra oktober 1986 sammenlignet med observasjoner fra 1945-82. Forholdene i 1986 var som gjennomsnittet 1973-82, dvs. lavere konsentrasjoner i nesten hele dypvannet sammenlignet med perioden 1945-65. I mellomydyp (40-50 meters dyp var dessuten oksygenkonsentrasjonen klart lavere en gjennomsnittet 1973-82).

Det er dessverre 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 1973-82 og 1986.

## LITTERATUR.

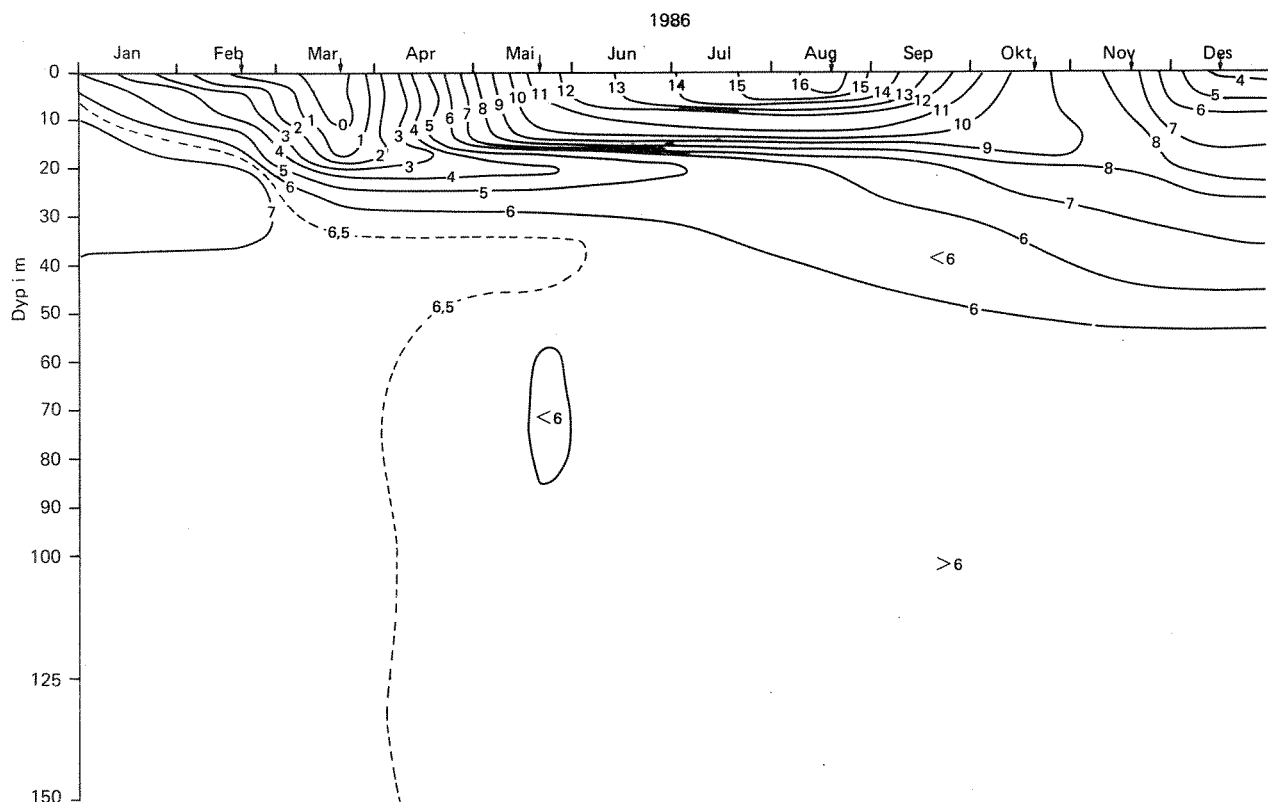
- Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L. 1986: Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning (0-86166).
- Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G. 1981: Indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).
- Bokn, T., Kirkerud, 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., Ormerod, K. og Rygg, B. 1984: Vurdering av rensekrav 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).



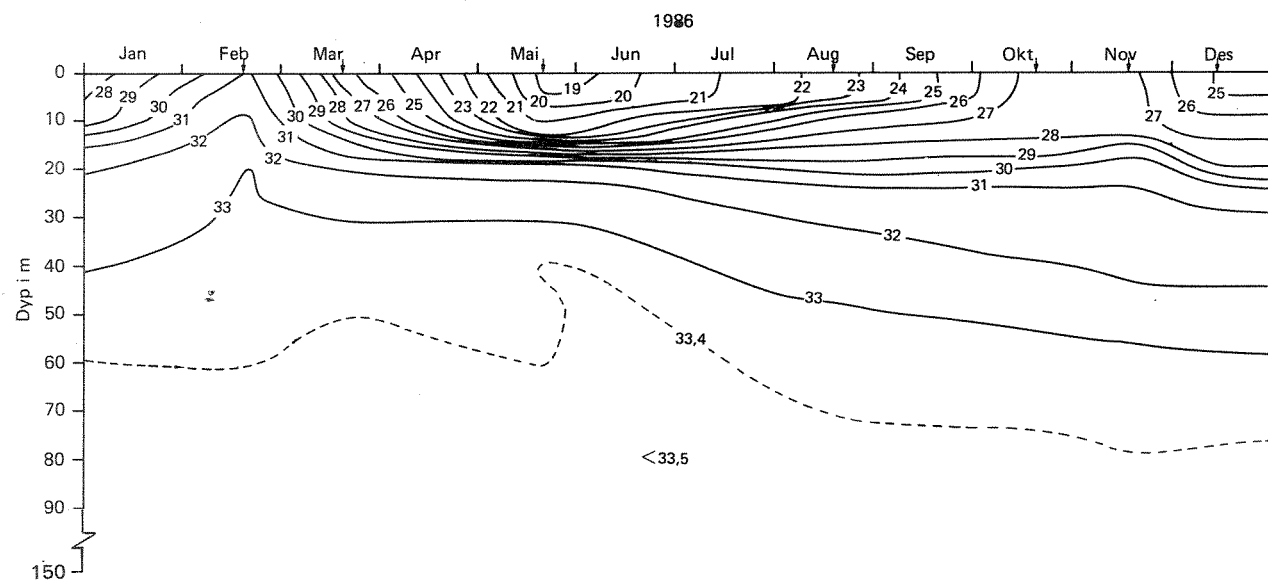
- Magnusson, J. og Næs, K. 1986: Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport 6. Hydrografi, vannkvalitet og vannutskiftning. (O-8000315) Norsk institutt for vannforskning.
- Paasche, E., Erga, S.R. og S.Brubak 1987 : Nitrogen, fosfor og planktonvekst. En metodeundersøkelse i Oslofjorden 1986. Avdeling for marin botanikk. Biologisk institutt. Universitetet i Oslo.
- Petersen, C.G.J., 1915: Om havbundens dyresamfund i Skagerak, Kristianiafjord og de danske farvande. Beret. Minist. Landbr. Fisk. Dan. Biol. Stn., Vol. 23, pp. 5-26.
- Rosenberg, R., Gray, J.S., Pearson, T.H. and Josefson, A.B. 1987: Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and Eastern Skagerrak enriched? J.exp.Mar.Biol.Ecol. Vol 105.
- Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen 1973-77: Toktrapper. PTK. Dahl, E., Ellingsen, E., Tveite, S., m.fl.

VEDLEGG 1.

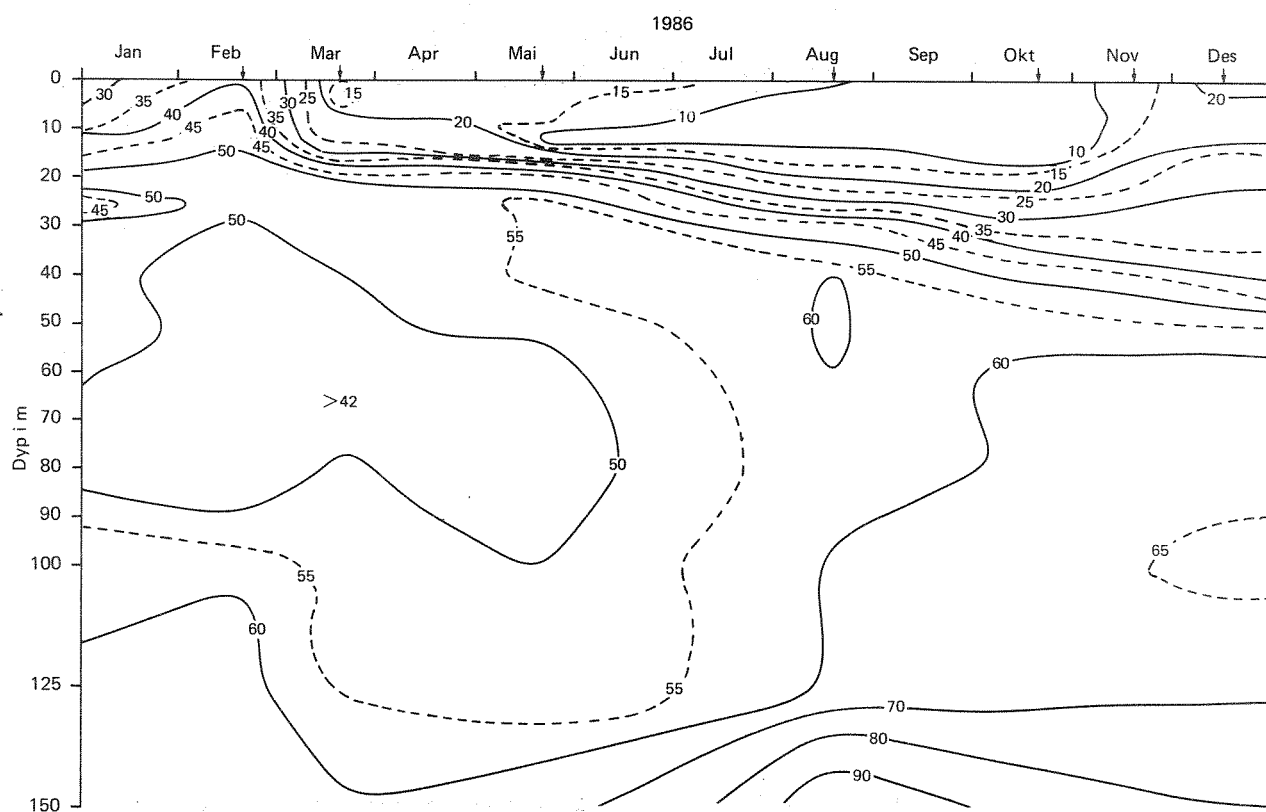
HYDROGRAFISKE DATA 1986



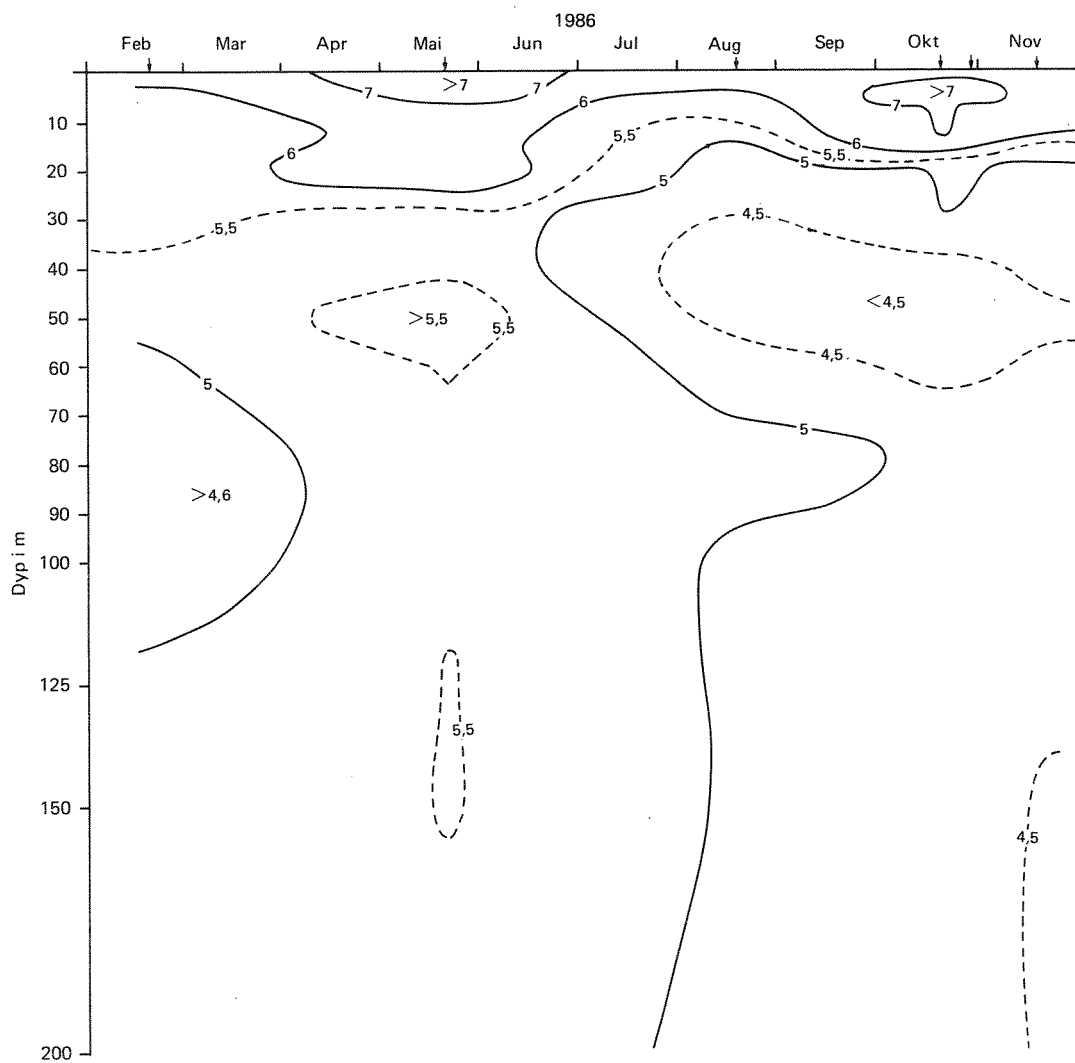
Figur a. Temperaturvariasjonen (C) i Bunnefjorden (EP1) 1986.



Figur b. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Bunnefjorden (EP1) 1986.



Figur c. Totalfosforvariasjonen ( $\mu\text{g/l}$ ) i Bunnfjorden (EP1) 1986.



Figur d. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (KN1) 1986.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
DK1 860218 1230 T. BRAARUD 12.0 m - 1.04 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-MEIN %	TOT-P µg/l
0.	1.75	31.52	25.2	6.45	81.97	-
0-2.	-	-	-	-	-	41.5
4.	1.98	31.6	25.25	6.04	77.26	37.5
8.	3.72	32.14	25.54	5.23	70.16	43.
12.	4.02	32.2	25.56	4.12	55.7	43.
16.	4.33	32.28	25.59	4.76	64.88	43.5
20.	4.74	32.37	25.62	4.35	59.93	43.5
25.	6.73	32.95	25.84	3.53	51.19	40.5
30.	6.55	33.13	26.01	4.38	63.33	33.5
40.	6.44	33.39	26.22	4.83	69.77	32.5
50.	6.21	33.67	26.47	5.03	72.4	31.5
60.	6.11	33.76	26.56	5.08	72.99	32.
70.	6.05	33.79	26.59	5.18	74.33	32.5
80.	6.	33.8	26.61	5.21	74.68	33.
90.	5.96	33.83	26.63	5.31	76.06	32.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
DK1 860320 1400 T. BRAARUD 5.2 m - 9.3 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-MEIN %	TOT-P µg/l
0.	-0.83	25.95	20.82	8.93	102.	-
0-2.	-	-	-	-	-	14.5
4.	-0.52	27.29	21.9	9.33	108.5	12.5
8.	-0.47	27.97	22.45	8.83	103.3	15.
12.	0.25	29.34	23.53	7.06	84.99	30.
16.	0.64	30.36	24.33	5.83	71.41	37.
20.	2.88	31.84	25.37	4.08	53.49	42.
25.	5.4	32.67	25.78	3.84	53.86	42.
30.	5.51	32.8	25.87	3.43	48.28	47.
40.	6.13	33.16	26.08	3.88	55.55	42.
50.	6.12	33.58	26.42	4.72	67.75	36.5
60.	6.03	33.72	26.53	4.89	70.1	36.
70.	5.97	33.75	26.57	4.93	70.59	36.
80.	5.94	33.77	26.59	4.94	70.69	36.
90.	5.93	33.79	26.61	4.98	71.26	36.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 DK1 860521 1345 T. BRAARUD 4.75 m grønn 3.29 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	11.46	17.74	13.31	7.39	108.3	-
0-2	-	-	-	-	-	13.
4.	11.34	18.43	13.86	7.38	108.3	8.5
8.	10.67	20.19	15.32	7.01	102.5	6.5
12.	9.42	23.28	17.9	7.03	101.9	9.
16.	4.74	28.95	22.91	6.04	81.35	21.5
20.	4.53	31.93	25.29	3.31	45.24	43.5
25.	5.32	32.66	25.78	3.24	45.35	46.5
30.	5.83	33.	25.99	3.07	43.6	49.5
40.	5.98	33.34	26.24	3.61	51.57	47.
50.	5.69	33.54	26.44	4.49	63.78	40.
60.	5.59	33.66	26.55	4.7	66.65	40.
70.	5.52	33.74	26.61	4.83	68.42	40.5
80.	5.5	33.78	26.65	4.94	69.96	39.
90.	5.48	33.78	26.66	5.05	71.49	37.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 DK1 860818 1330 T. BRAARUD 3.2 m grønn 5.29 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	17.	21.38	15.09	6.35	107.	-
0-2	-	-	-	-	-	9.5
4.	16.75	22.28	15.83	5.77	97.24	6.5
8.	15.3	25.43	18.55	5.06	84.41	8.
12.	12.8	27.57	20.68	4.17	66.91	11.
16.	8.69	29.5	22.86	3.72	55.2	13.
20.	7.09	30.59	23.94	3.58	51.56	17.
25.	6.22	31.6	24.84	2.58	36.64	30.
30.	6.01	32.11	25.27	2.08	29.49	37.5
40.	5.86	32.69	25.74	2.19	31.06	47.5
50.	5.88	33.12	26.09	1.91	27.18	61.5
60.	5.75	33.3	26.24	2.32	32.95	61.
70.	5.71	33.36	26.29	2.69	38.18	58.5
80.	5.7	33.37	26.3	2.67	37.89	58.5
90.	5.66	33.43	26.35	2.88	40.85	56.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYF FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 DK1 861020 1400 T. BRAARUD 7.8 m grønn 2.18 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	9.23	27.51	21.23	6.26	92.85	-
0-2	-	-	-	-	-	6.
4.	9.34	27.61	21.29	6.08	90.46	5.
8.	9.72	27.84	21.41	5.77	86.71	6.
12.	9.73	27.86	21.43	5.69	85.54	7.5
16.	9.61	30.2	23.27	2.95	44.89	12.
20.	9.51	31.25	24.1	3.	45.86	20.5
25.	8.67	31.57	24.48	2.6	39.08	26.5
30.	7.72	31.76	24.77	1.93	28.42	31.5
40.	6.67	32.1	25.18	1.47	21.17	38.
50.	6.14	32.73	25.74	1.34	19.14	57.
60.	6.	33.02	25.99	1.52	21.68	60.
70.	5.94	33.13	26.08	1.67	23.8	62.
80.	5.84	33.15	26.11	1.73	24.6	62.
90.	5.97	33.2	26.14	2.13	30.39	160.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYF FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 DK1 861216 1130 T. BRAARUD 8.5 m grønn µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O2 ml/l	O2-METN %	TOT-P µg/l
0.	3.9	25.46	20.22	6.95	89.59	19.0
4.	4.91	25.46	20.13	6.9	91.2	19.0
8.	4.98	25.58	20.22	6.89	91.3	19.0
12.	5.32	25.82	20.38	6.77	90.6	19.0
16.	6.62	27.16	21.3	5.69	79.26	23.0
20.	8.15	30.21	23.49	3.53	51.98	28.0
25.	7.62	30.82	24.05	1.44	21.03	38.0
30.	7.66	31.28	24.4	1.59	23.31	35.0
40.	7.12	31.85	24.92	1.48	21.51	44.0
50.	6.53	32.37	25.41	1.31	18.84	55.0
60.	6.26	32.68	25.69	1.24	17.75	60.0
70.	6.08	32.86	25.86	1.29	18.41	65.0
80.	6.03	32.89	25.88	1.29	18.39	66.0
90.	5.99	32.94	25.93	1.29	18.38	68.0



STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 860218 T.BRAARUD 8.0 M - 0.69 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	0.83	31.21	25.01	6.1	75.53	-
0-2.	-	-	-	-	-	39.
4.	3.	31.9	25.41	5.16	67.88	44.
8.	3.48	32.04	25.48	4.77	63.56	46.5
12.	5.15	32.42	25.61	4.54	63.19	47.5
16.	6.15	32.66	25.69	3.27	46.69	52.
20.	7.11	33.	25.83	1.91	27.96	55.
25.	7.43	33.	25.78	2.08	30.67	55.
30.	7.22	33.1	25.89	2.86	41.99	49.5
40.	6.88	33.27	26.07	3.16	46.08	46.
50.	6.79	33.35	26.15	3.19	46.45	46.
60.	6.77	33.4	26.19	3.39	49.35	43.5
80.	6.62	33.43	26.23	3.82	55.43	42.
100.	6.78	33.48	26.25	1.28	18.65	59.
125.	6.74	33.49	26.26	1.05	15.28	62.5
140.	6.73	33.5	26.27	0.93	13.54	66.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 860330 1140 T.BRAARUD 3.0 M - 23.9 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	-0.77	26.68	21.41	9.77	112.4	15.
0-2.	-	-	-	-	-	-
4.	-0.58	27.64	22.18	9.44	109.8	14.5
8.	-0.61	27.81	22.32	8.22	95.69	23.
12.	0.33	29.18	23.4	8.18	98.58	23.5
16.	0.4	30.54	24.49	6.6	80.43	34.5
20.	3.09	32.06	25.53	3.53	46.59	49.
25.	5.57	32.75	25.83	2.73	38.47	53.
30.	6.33	32.99	25.92	2.61	37.51	51.5
40.	6.83	33.35	26.14	2.83	41.24	49.5
50.	6.73	33.4	26.19	2.82	41.02	49.5
60.	6.69	33.44	26.23	3.02	43.9	47.5
80.	6.64	33.45	26.25	2.86	41.52	50.5
100.	6.68	33.45	26.24	2.36	34.3	53.5
125.	6.65	33.46	26.25	2.49	36.16	53.5
148.	6.69	33.49	26.27	1.71	24.86	60.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 860521 1030 T.BRAARUD 3.5 M grønn/gul 4.6 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	11.78	18.9	14.16	7.54	112.1	-
0-2.	-	-	-	-	-	19.
4.	11.63	18.93	14.2	7.54	111.8	16.
8.	10.76	20.09	15.23	6.65	97.39	17.
12.	10.61	21.89	16.65	6.57	96.99	9.5
16.	5.8	27.54	21.69	6.59	90.24	22.
20.	3.83	31.63	25.12	3.3	44.24	46.5
25.	5.34	32.65	25.77	2.5	35.01	55.5
30.	6.36	33.1	26.01	2.4	34.54	55.5
40.	6.64	33.4	26.21	2.25	32.66	56.5
50.	6.19	33.39	26.26	3.32	47.68	51.
60.	5.97	33.41	26.3	3.83	54.72	48.5
80.	5.99	33.46	26.34	3.73	53.34	47.
100.	6.03	33.48	26.35	3.57	51.1	50.
125.	6.01	33.5	26.36	3.68	52.66	49.5
150.	6.02	33.5	26.36	3.36	48.09	66.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 860818 1100 T.BRAARUD 4.0 M grønn/gul 2.9 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	16.43	22.35	15.95	6.38	106.9	-
0-2.	-	-	-	-	-	10.5
4.	16.42	22.39	15.99	6.26	104.9	7.5
8.	12.88	25.32	18.93	3.52	55.79	7.5
12.	11.16	27.1	20.61	2.98	46.02	9.
16.	7.42	28.28	22.08	2.62	37.46	13.
20.	6.05	29.97	23.57	3.18	44.51	20.
25.	5.75	31.24	24.61	3.01	42.18	30.
30.	5.34	31.95	25.22	2.15	29.97	46.
40.	5.91	32.67	25.72	1.51	21.44	59.
50.	6.34	33.22	26.1	1.68	24.18	61.
60.	6.5	33.36	26.2	2.13	30.81	59.
80.	6.1	33.43	26.3	2.75	39.42	58.5
100.	6.05	33.44	26.31	2.76	39.51	60.5
125.	6.02	33.44	26.31	2.81	40.2	60.5
149.	6.04	33.48	26.34	2.2	31.5	96.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 861020 1130 T.BRAARUD 6.8 m lysgrønn 6.67 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	9.1	27.47	21.21	5.85	86.49	-
0-2	-	-	-	-	-	5.
4.	9.1	27.47	21.21	5.73	84.72	5.5
8.	9.09	27.48	21.22	5.69	84.11	8.
12.	9.41	27.74	21.38	4.81	71.74	5.5
16.	9.54	28.93	22.29	3.19	48.08	6.5
20.	7.72	30.35	23.66	2.38	34.73	16.5
25.	7.17	31.17	24.38	2.74	39.69	27.5
30.	6.35	31.55	24.79	2.24	31.9	31.
40.	5.73	32.01	25.22	1.45	20.41	48.5
50.	5.98	32.88	25.88	1.21	17.23	58.
60.	6.37	33.36	26.21	1.61	23.21	60.5
80.	6.15	33.43	26.29	2.15	30.85	60.5
100.	6.11	33.43	26.3	2.21	31.68	62.5
125.	6.11	33.46	26.32	2.14	30.69	67.
150.	6.08	33.46	26.33	1.83	26.22	87.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 EP1 861216 1500 T.BRAARUD 7.5 m gulgrønn - µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	3.8	24.99	19.85	7.06	90.49	-
4.	4.54	25.02	19.81	7.01	91.55	-
8.	5.95	25.95	20.41	6.48	88.13	-
12.	6.56	26.65	20.9	5.82	80.69	-
16.	7.04	27.46	21.48	4.89	68.93	-
20.	7.38	28.12	21.96	4.47	63.79	-
25.	8.23	30.35	23.6	2.66	39.28	-
30.	7.76	31.16	24.3	2.13	31.27	-
40.	6.42	31.66	24.87	1.62	23.13	-
50.	5.87	32.47	25.57	1.25	17.71	-
60.	6.23	33.19	26.1	1.23	17.66	-
80.	6.31	33.44	26.28	1.66	23.91	-
100.	6.16	33.42	26.28	1.78	25.55	-
125.	6.14	33.45	26.31	1.83	26.26	-
150.	6.11	33.45	26.32	1.62	23.23	-

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KNI 860218 1415 T.BRAARUD 14.0 m gulgrønn 0.25 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	2.47	31.4	25.05	6.38	82.53	-
0-2.	-	-	-	-	-	32.5
4.	4.2	32.53	25.8	5.7	77.58	32.5
8.	5.14	33.27	26.29	5.58	78.08	31.
12.	5.87	33.96	26.75	5.63	80.54	29.
16.	6.31	34.26	26.93	5.64	81.68	27.5
20.	6.35	34.32	26.97	5.67	82.23	26.5
30.	6.33	34.43	27.06	5.63	81.67	26.5
40.	6.42	34.48	27.09	5.43	78.96	27.
50.	6.48	34.54	27.13	5.08	74.	31.
60.	6.38	34.59	27.18	4.93	71.67	33.5
80.	6.31	34.63	27.22	4.6	66.78	36.5
100.	6.22	34.64	27.24	4.65	67.37	36.
125.	6.19	34.64	27.24	5.13	74.27	31.5
150.	6.16	34.64	27.25	5.33	77.11	30.
190.	6.15	34.65	27.25	5.36	77.53	29.5

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KNI 860521 1530 T.BRAARUD 4.0 m gulgrønn 4.71 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	11.74	12.26	9.031	7.54	107.4	-
0-2	-	-	-	-	-	21.
4.	11.67	12.65	9.342	7.46	106.4	8.
8.	9.2	21.9	16.86	6.56	93.81	11.
12.	7.42	25.69	20.05	6.27	88.16	17.
16.	6.57	27.52	21.58	6.4	89.25	19.
20.	6.93	28.5	22.31	6.51	92.15	15.5
30.	5.76	30.9	24.34	5.27	73.7	29.5
40.	5.29	33.44	26.41	5.39	75.78	31.
50.	4.51	33.78	26.76	5.85	80.89	28.5
60.	5.02	34.13	26.98	5.53	77.6	31.
80.	5.74	34.63	27.3	5.39	77.2	31.5
100.	5.84	34.82	27.43	5.47	78.63	32.5
125.	5.85	34.86	27.46	5.51	79.25	31.5
150.	5.84	34.88	27.47	5.51	79.24	24.5
195.	5.84	34.87	27.47	5.43	78.08	28.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KN1 860818 1525 T.BRAARUD 5.6 m grønn 3.03 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	16.88	24.55	17.54	-	-	-
0-2	-	-	-	-	-	8.5
4.	16.86	24.56	17.55	5.93	101.5	8.5
8.	16.91	24.85	17.76	5.57	95.65	8.
12.	15.82	25.5	18.49	5.35	90.23	8.
16.	14.4	27.37	20.22	4.79	79.38	9.
20.	14.1	28.26	20.97	4.64	76.84	13.
30.	11.51	30.07	22.85	4.49	71.19	24.5
40.	9.25	30.67	23.69	4.16	62.99	22.5
50.	7.83	31.43	24.5	4.19	61.73	23.5
60.	6.81	32.19	25.23	4.81	69.54	19.5
80.	5.2	33.51	26.47	5.14	72.15	29.5
100.	5.36	34.42	27.18	4.93	69.88	35.5
125.	5.71	34.69	27.35	4.95	70.88	36.5
150.	5.78	34.75	27.38	4.94	70.88	37.5
194.	5.82	34.78	27.4	4.85	69.67	41.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KN1 861020 1530 T.BRAARUD 5.7 m grønn 7.98 µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %	TOT-P µg/l
0.	9.64	26.41	20.31	6.63	98.56	-
0.- 2.	-	-	-	-	-	9.
4.	9.66	26.43	20.32	7.71	114.7	12.
8.	9.67	26.44	20.33	7.02	104.4	7.5
12.	9.93	27.07	20.78	7.02	105.5	29.
16.	9.79	27.58	21.2	6.56	98.58	12.
20.	9.8	28.41	21.84	5.05	76.31	23.
30.	10.94	30.2	23.05	5.	78.36	17.
40.	10.1	30.7	23.58	4.39	67.76	18.5
50.	9.29	31.74	24.52	4.23	64.55	21.
60.	9.8	32.51	25.04	4.35	67.47	23.5
80.	7.92	33.14	25.83	4.95	73.89	26.
100.	6.	33.76	26.57	4.91	70.36	28.
125.	5.62	34.53	27.23	4.86	69.37	35.
150.	5.58	34.61	27.3	4.9	69.91	40.
190.	5.73	34.65	27.31	4.85	69.46	41.

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KN1 861029 1815 T.BRAARUD - m - - µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %
0.	8.78	25.94	20.07	-	-
4.	8.86	26.11	20.19	-	-
8.	8.85	26.29	20.33	-	-
12.	8.86	26.57	20.55	-	-
16.	8.82	26.85	20.77	6.19	90.58
20.	9.33	27.18	20.95	6.	89.01
30.	9.01	29.9	23.13	4.43	66.39
40.	9.42	32.2	24.86	3.98	61.09
50.	10.63	33.	25.28	4.54	71.93
60.	9.96	33.09	25.47	4.45	69.52
80.	7.73	33.15	25.86	4.63	68.81
100.	5.78	33.8	26.63	4.74	67.59
125.	5.6	34.33	27.07	4.65	66.25
150.	5.55	34.55	27.25	-	-
196.	5.62	34.63	27.31	-	-

STASJON DATO KLOKKEN FARTØY SIKTEDYP FARGE KLOROFYLL A (0-2)M  
 KN1 861118 1230 T.BRAARUD - m - - µg/l

DYP m	TEMP °C	SAL o/oo	DENS σ-t	O <sub>2</sub> ml/l	O <sub>2</sub> -METN %
0.	7.32	25.5	19.91	6.63	92.89
4.	7.33	25.51	19.92	6.56	91.94
8.	7.38	25.67	20.03	6.43	90.31
12.	7.7	27.18	21.18	6.1	87.17
16.	8.48	28.74	22.3	5.34	78.48
20.	9.45	30.75	23.72	4.92	74.87
30.	10.62	32.26	24.71	4.93	77.73
40.	10.83	32.72	25.03	4.57	72.6
50.	10.67	33.06	25.32	4.45	70.6
60.	10.2	33.19	25.51	4.54	71.34
80.	8.97	33.36	25.84	4.54	69.5
100.	6.6	33.74	26.48	4.53	65.83
125.	5.62	34.38	27.11	4.52	64.45
150.	5.64	34.51	27.21	4.49	64.11
195.	5.66	34.58	27.26	4.47	63.88