

Indre Oslofjord

O-71160

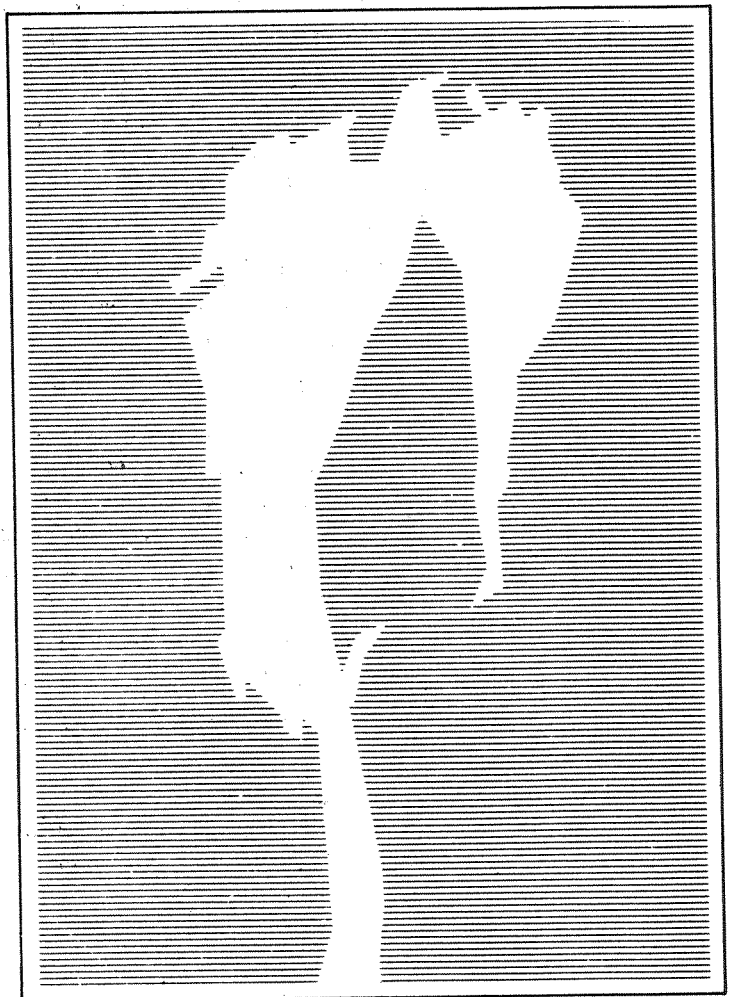
Oppdragsgivere **Fagrådet for kloakksamarbeid
i Indre Oslofjord**
Statens forurensningstilsyn



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport 323/88

Overvåking av forurensnings- situasjonen 1987



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

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

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

Østlandsavdelingen Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

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

Prosjektnr.: 0-71160
Undernummer:
Løpenummer: 2141
Begrenset distribusjon: Fri

Rapportens tittel: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1987 (Overvåkingsrapport nr. 323/88)	Dato: 7. juni 1988
Forfatter (e): Jan Magnusson Kristoffer Næs Thorvin Andersen (universitetet i oslo)	Rapportnr. 0-71160
	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Oslo, Akershus, Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag): 62

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking) Fagrådet for Vann- og Avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): M. Svelle
---	---

Ekstrakt: <p>Oksygenforholdene i fjordens dypvann (> 50 meters dyp) viste i 1987 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 1987 vært et normalt år for Indre Oslofjord, sammenlignet med oksygenforhold og dypvannsfornyelse for perioden 1973-82. I Bunnefjorden er nå oksygenkonsentrasjonene meget lave som følge av dårlig vannutskiftning i 1987.</p> <p>Oksygenforholdene i Indre Oslofjord er fremdeles ikke tilfredsstillende. I Drøbaksundets dypvann fortsetter den negative utviklingen mot lavere oksygenkonsentrasjoner.</p>

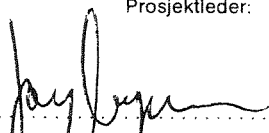
4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking 1987
2. Oslofjorden
3. Hydrografi
4. Sediment-feller


4 emneord, engelske:

1. Pollution Monitoring 1987
2. Oslofiord
3. Hydrography
4. Sediment traps

Prosjektleder:


Jan Magnusson

For administrasjonen:


Tor Bokn

ISBN - 82-577-1423-2

Programleder, overvåking

OVERVÅKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I

INDRE OSLOFJORD 1987

OSLO 7.6.1988

Prosjektleder: J.Magnusson

Medarbeider: T.Andersen, UiO

U.Efraimsen

F.Kjellberg

K.Næs

Norsk institutt for vannforskning

NIVA:7116087-Oslofjord

Forord

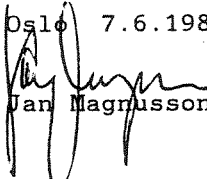
På oppdrag fra Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord utfører Norsk institutt for vannforskning overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. Statens Forurensningstilsyn bidrar økonomisk til undersøkelsen, via Fylkesmannen i Oslo og Akershus, som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingen ble startet i 1973 etter anmodning fra Oslofjordkontoret (kontor for interkommunalt kloakksamarbeid i Indre Oslofjord), et organ tilsvarende Fagrådet, som i dag er 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
Statens forurensningstilsyn	M.Svelle
Fylkesmannen i Oslo og Akershus	L.Nilsen
Norsk institutt for vannforskning	J.Magnusson

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport er nummer 13 og omfatter 1987.

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

Ved NIVA har Frank Kjellberg hatt hovedansvaret for de hydrografiske tokt og dessuten deltatt i bearbeidelse av data. U. Efraimsen har deltatt på tokter og bearbeidelse av data. K. Næs, NIVA og T. Andersen, avdeling for marin kjemi ved Universitetet i Oslo, har sammen stått for sedimentfelleprogrammet. K. Næs har skrevet kap. 4.

Oslo 7.6.1988

Jan Magnusson

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

Avsnitt	Side
Forord	
1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	1
2 INNLEDNING	5
2.1 Forurensningstilførsler	6
2.2 Effekter av forurensningstilførselene	7
2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet	9
2.3.1 Hydrografi og hydrokjemi	9
2.3.2 Sedimentfeller.	10
3 RESULTATER OG DISKUSJON	11
3.1 Vannutskiftninger	11
3.2 Oksygenforhold	18
4 SEDIMENTASJONEN I OSLOFJORDEN 1985/86	33
4.1 Prøveinnsamling og analyse	33
4.2 Sedimentasjon av totalt partikulært og organisk materiale	34

Avsnitt	Side
4.3 Bunnefjorden, (EP1)	35
4.4 Vestfjorden (DK1)	38
4.5 Drøbaksundet (Elle lykt)	41
4.6 Geografiske forskjeller	44
4.7 Årlig sedimentasjon	45
LITTERATUR	46
VEDLEGG 1. Hydrografiske data 1987	48

FIGURER

	side
Figur 1. Landbasert fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1986. (Fra Bergstøl m.fl. 1981, og Baalsrud m.fl. 1986).	7
Figur 2. Stasjonsnett 1987.	10
Figur 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1987.	13
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1) 1987.	13
Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1987.	14
Figur 6. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) i Vestfjorden (DK1) 1987.	14
Figur 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1987.	15
Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1987 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.	20
Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1987 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.	21
Figur 10. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Bunnefjorden (EP 1), perioden mai til oktober 1987 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.	23
Figur 11. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Vestfjorden (DK 1) for perioden mai- oktober 1987, sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.	24
Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) <u>oktober</u> måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-87. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945- 77) og NIVA (1962-87)).	25
Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i <u>oktober</u> måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-87. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945- 77) og NIVA (1962-87)).	26

	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)).	27
Figur 15. Beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp (>25, >55 og >75 meters dyp og til bunn) i Vestfjorden og Bunnefjorden mai-oktober 1973-87.	28
Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 20 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord (EP1 + DK1) i oktober måned 1973-87.	30
Figur 17. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) oktober måned 1945-65 og 1973-85. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85))	32
Figur 18. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) oktober måned 1973-85 og 1987.	32
Figur 19. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.	35
Figur 20. Innholdet av total karbon (TC) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.	36
Figur 21. Sedimentasjonsfluksen av totalt partikulært karbon (TPC) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.	37
Figur 22. Differensen i TPC mellom 40 og 20 meters dyp, 80 og 40 meters dyp, 125 og 80 meters dyp i Bunnefjorden 1985-86.	38
Figur 23. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.	39
Figur 24. Innholdet av total karbon (TC) på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.	39
Figur 25. Sedimentasjonsfluksen av TPC på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.	40
Figur 26. Forskjellen i sedimentasjon av TPC på 40 og 20, 80 og 40	

meters dyp i Vestfjorden 1985-86.	41
Figur 27. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet.	42
Figur 28. Forskjellen i sedimentasjon av TPC på 40 og 20, 80 og 40 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.	42
Figur 29 Innholdet av total karbon (TC) i sedimentfeller på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.	43
Figur 30. Sedimentasjonsfluksen av TPC på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.	43
Figur 31. Sedimentasjon av TPC på 20 meters dyp i Bunnefjorden og Vestfjorden 1985-86.	44
Figur 32. Forholdet mellom total organisk karbon og total partikulært nitrogen (TPC/TPN) i sedimentfeller på 20 meters dyp i Bunnefjorden og Vestfjorden 1985-86.	45

TABELLER

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1987.	9
Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 16.12.86-19.2.87.	16
Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-87.	17
Tabell 4. Middel (μ)- og medianverdi (η) for beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK 1) mai-oktober for periodene 1962-65, 1973-77, 1978-82 og 1983-87.	29
Tabell 5. Datoer for innsamling av sedimentert materiale fra sedimentfellene.	34
Tabell 6. Årlig sedimentasjon av total partikulær karbon (TPC) og total partikulært nitrogen (TPN) ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$) i 20 meters dyp på stasjonene i Bunnefjorden og Vestfjorden (11 observasjoner).	46

1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord har som mål å følge forurensningsutviklingen ved observasjoner av enkelt påvisbare forurensningsvirkninger. I 1987 ble dypvannsfornyelse og oksygenforhold fulgt opp. Resultatene fra 1987 viste liksom i de siste år forandringer av forurensningssituasjonen. Oksygenforholdene var dårligst i begynnelsen og midten av 70-årene. Siden da har den negative utviklingen stoppet opp.

Oksygenforholdene i fjordens dypvann (> 50 meters dyp) viste i 1987 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 1987 vært et normalt år for Indre Oslofjord, sammenlignet med oksygenforhold og dypvannsfornyelse for perioden 1973-82. I Bunnefjorden er nå oksygenkonsentrasjonene meget lave som følge av dårlig vannutskifting i 1987.

Oksygenforholdene i indre Oslofjord er fremdeles ikke tilfredsstillende. I Drøbaksundets dypvann fortsetter den negative utviklingen mot lavere oksygenkonsentrasjoner.

1. I 1987 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. Dypvannsutskiftingen startet mellom oktober 1986 og februar 1987. Ytterligere en dypvannsutskifting ble observert frem til mai 1987. Totalt ble ca. $3.700 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vann utskiftet, hvilket var omtrent likt gjennomsnittet for perioden 1973-82. Dypvannsfornyelsen var nesten i sin helhet begrenset til Vestfjorden.

3. Som følge av at vannutskiftingen i Bunnefjorden var dårlig ble oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjordens dypvann meget lav høsten 1987

(ned mot 0.1 ml/l). Beregnet oksygenforbruk i Bunnefjordens dypvann fra mai til oktober 1987 var imidlertid innenfor gjennomsnittlig variasjon for perioden 1973-82.

4. Bunnefjorden har nå hatt oksygenholdig dypvann siden mai 1984, dvs. i nesten fire år. Forholdene skulle således ha vært gunstige for en rekolonisering av bunndyr i de dypere deler av fjorden. Ved innsamling av hyperbenthos høsten 1987, fant F. Beyer (pers. medd) noen få dyr på bunn. Vinteren 1985 og 1986 fant han også betydelige mengder av overvintrende zooplankton. At rekoloniseringen har vært forholdsvis beskjeden, tatt i betraktning den lange perioden med oksygenholdige vannmasser, kan avhenge av det dårlige bunnssubstratet som kan kreve en betydelig lengre periode med oksygenholdig dypvann for å gi grunnlag for en større rekolonisering. Med de meget lave oksygenkonsentrasjonene i Bunnefjordens dypvann høsten 1987, må fjorden ha en stor vannutskiftning for at rekoloniseringen ikke skal avbrytes.

5. I Vestfjorden dypere enn 50 meter var oksygenkonsentrasjonen i mai 1987 mindre enn gjennomsnittet for perioden 1973-82. Imidlertid var oksygenkonsentrasjonen i august og oktober nær gjennomsnittet, unntatt mellom 30-50 meters dyp, hvor den var lavere. Oksygenforbruket i mai til oktober 1987 var litt over gjennomsnittlig oksygenforbruk 1973-82, men innenfor normalvariasjonen.

6. En sammenligning av midlere oksygenforbruk (mai-oktober) i Vestfjorden for periodene 1962-65, 1973-77, 1978-82 og 1983-87 viser at midlere forbruk i perioden mai-oktober økte signifikant i 25-45 meters dyp. Med forbehold for variasjonen i intermediære vannutskiftninger kan dette vise en lokal effekt av dypvannsutslippet til SRV. I de dypere vannmassene var det ikke noen signifikant økning av oksygenforbruket, unntatt fra perioden 1962-65 til perioden 1973-77. Derimot var det stort sett avtakende oksygenforbruk i disse vannmasser. Imidlertid er det få signifikante forskjeller i middelverdien i de ulike periodene. Utviklingen i oksygenforbruk synes å kunne forklares ved gjennomførte rens tiltak.

7. Hovedkonklusjonen fra oksygenobservasjonene i 1987 er som tidligere:

Oksygenforholdene i Oslofjordens dypvann var dårligst i begynnelsen og midten av 1970 årene. Den negative utviklingen sett over tidsrommet 1945-87 har stoppet opp. En svak positiv utvikling kan muligens sees i Vestfjordens dypvann i perioden 1983-87. Imidlertid gjelder dette sannsynligvis ikke vannmassene på mellomnivåer i Vestfjorden.

Bunnefjorden har hatt oksygenholdige vannmasser siden mai 1984 til desember 1987. 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 1987 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 1987 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 lys av observert økt bunnfaunabiomasse i hele ytre Oslofjord i 1985 sammenlignet med observasjoner av Petersen i 1914 (Rosenberg m.fl. 1987).

9. Resultatene fra undersøkelsen av sedimenterende materiale i Indre Oslofjord 1985-86, viser stort sett god samvariasjon i tid av fluksen av total partikulært karbon i 20 meters dyp i Bunnefjorden og Vestfjorden, unntatt en periode høsten 1985. Forholdet mellom totalt partikulært karbon og nitrogen varierte mellom 6-10 og viser at sedimentasjonen av planteplankton dominerte.

10. Den årlige midlere fluksen på 20 meters dyp er grovt beregnet til $420 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ av partikulært karbon og $56 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ av nitrogen i Bunnefjorden, respektive 267 og $32 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ i Vestfjorden. Det var ikke signifikant forskjell mellom fjordene.

11. Resultatene fra sedimentfelleundersøkelsen er ikke ferdig bearbeidet og det vil bli utgitt en egen rapport med fylligere omtale av arbeidet.

Tilrådingar:**Oppmerksomheten rettes mot:**

- De ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjonene på mellomdyp i Vestfjorden.
- De avtakende oksygenkonsentrasjonene i Drøbaksundet 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. En mulig forbedring av oksygenforholdene på mellomnivåer i Vestfjorden kan være å oksydere ammonium i utslippsvannet til SRV.

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 1987 som i de tre foregående år 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, akvakultur og dumping av stein eller muddermasser. 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 Breiangen har Tofte Cellulose utslipp. Overvåkingsområdet 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).

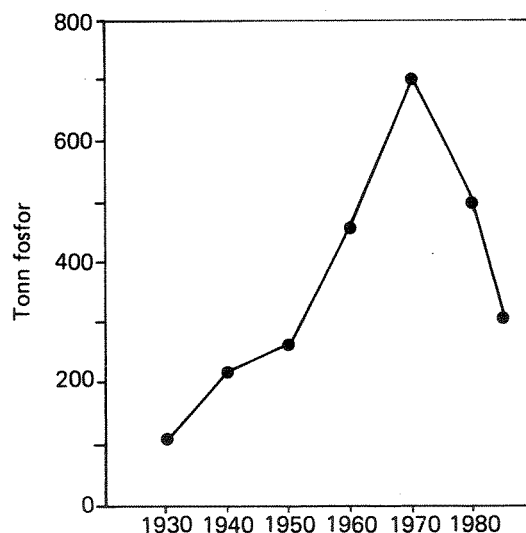
Statens forurensningstilsyn startet i 1987 en tiltaksanalyse for Indre Oslofjord, og som en deloppgave ble også tilførslene til Indre Oslofjord beregnet på ny. Tilførslene ble for 1986 beregnet til 160 tonn fosfor, 4.200 tonn nitrogen og 8.200 tonn organisk stoff (TOC). I følge tidligere beregninger skulle fjorden i 1986 ha tilført 270 tonn fosfor, 3.900 tonn nitrogen og 11.400 tonn organisk stoff (TOC). Det er en betydelig forskjell mellom de to beregningene for fosfor (ca. 100 tonn) og for organisk stoff (ca. 3.200 tonn). Det er idag ikke klarlagt hvilken beregning som er mest korrekt. En del av forskjellen forklares av at nye spesifikke tall for fosfor er brukt i tiltaksanalysen, men dette forklarer ikke hele forskjellen mellom de to beregningene. Det er lekkasjer fra ledningsnett som gir de ulike fosfortallene. Ettersom begge beregningsmetoder bygger på ulike antakelser er det foreløpig ikke tatt stilling til hvilke tall som er korrekte. Dette vil bli gjort i løpet av 1988.

I 1987 ble fjorden tilført omtrent like mye som i 1986, dvs. 160-270 tonn fosfor, 3.900-4.200 tonn nitrogen og 8.200-11.400 tonn organisk stoff (TOC). Ved rensetiltak fjernes idag ca. 500 tonn fosfor, ca. 400 tonn nitrogen og ca. 4300 tonn organisk 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 1986/87 (270 tonn) 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 avlastning 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 (rensgrad 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. henholdsvis 27 og 39 tonn, og i 1987 omtrent detsamme.



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 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 hydrogen-sulfid i dette område unntatt i enkelte lokale dyphull. Avgjørende for oksygenforholdene i fjorden er, i tillegg til belastningen med avløpsvann, omfanget av de årlige dypvannsutsiftninger som tilfører fjorden oksygenrikt vann fra ytre fjord. Utsiftningen 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 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 og hydrokjem

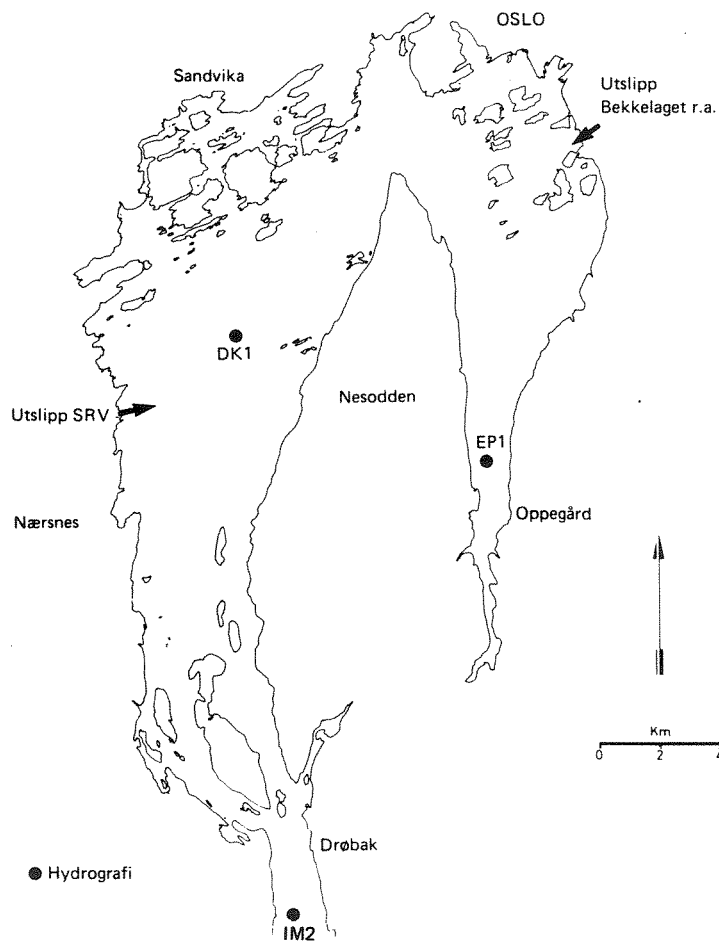
Toktvirksomheten fremgår av tabell 1 og stasjonsnettlet av figur 2.

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1987.

Dato	Hydrografi	Tot-p	Anmerkninger
17/2	EP1,DK1,IM2	+	
30/3	EP1,DK1	+	
27/4	EP1	-	Temp + salt (CTD
25/5	EP1,DK1,IM2	+	
13/8	EP1,DK1,IM2	+	
19/10	EP1,DK1,IM2	+	Overflateprøver av TOC, N & P
14/12	EP1,DK1	+	Også hydrografi på CQ 1.

I 1987 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 IM2 i Drøbaksundet inkludert. Ekstra observasjoner ble tatt i Bunnefjorden (april 87), samt i Bekkelagsbassenget (desember 87).

Tabell 1 viser en oversikt av toktdatoer og stasjoner i 1987. På de hydrografiske toktene (tabell 1) ble følgende parametere tatt: siktedyp, temperatur, saltholdighet, oksygen og totalfosfor (Vedlegg 1). De kjemiske analysene ble utført på ufiltrert vann. Analysemetodene er beskrevet i tidligere rapporter.



Figur 2. Stasjonsnett 1987.

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 analysert på diverse parametere for å undersøke bl.a hvor stor den egentlige organiske belastningen på dypvannet er. Sedimentfellene sto ute til våren 1987. Feltarbeide og analyser er utført i samarbeide mellom avdeling for marin kjemi ved Universitetet i Oslo (T.Andersen) og NIVA.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Vannutskiftninger

Den hydrografiske utviklingen i 1987 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 konstante over året, unntatt perioder med stor nedbør eller ved snøsmeltning. 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. Blandingens avhengighet 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.

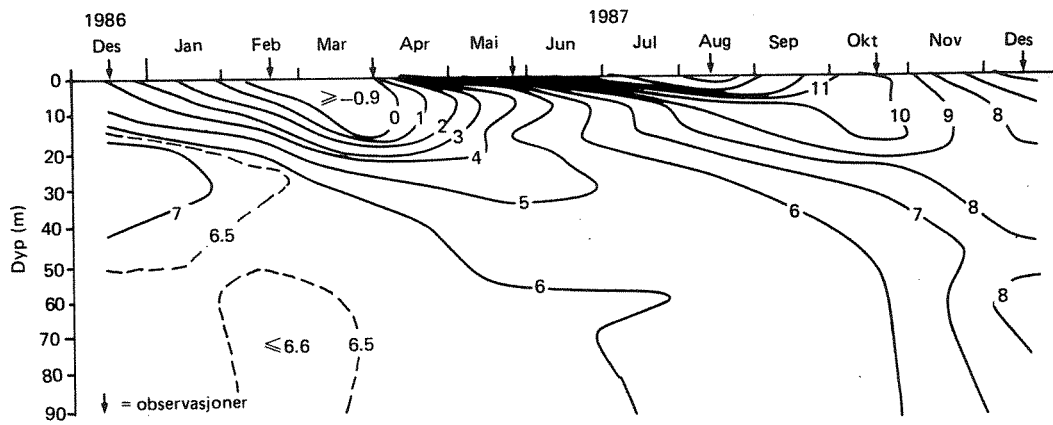
For å kunne beregne dypvannsfornyelsen er det nødvendig å kjenne egenkapene til det innstrømmende vannet, blandingsprosessene samt situasjonen før og etter fornyelsen. De observasjoner som foreligger er i beste tilfelle før- og ettersituasjonen inne i fjorden og et par observasjoner i Drøbaksundet. Tidligere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

observasjoner mangler i 1987 (Oscarsborgs Festning gir ikke tilatelse til utplassering av strømmålere på terskelen). Isteden blir det nødvendig å lete frem mulige vannmasser i Drøbaksundet (stasjon IM2), 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. Ettersom de sistnevnte parametere ikke er konservative, vil fullstendig overensstemmelse ikke oppnås.

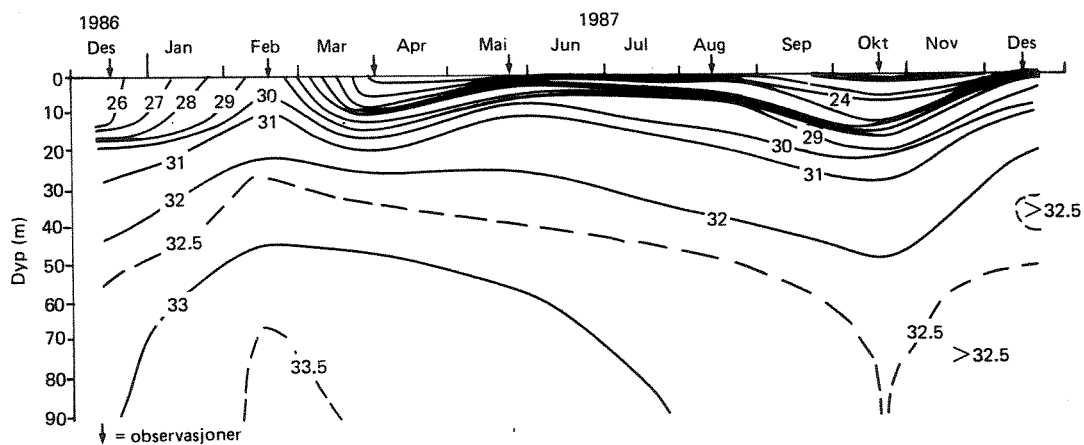
I 1986/87 startet dypvannsfornyelsen mellom desember 1986 og februar 1987. I Vestfjorden økte dypvannets egenvekt i februar 1987, samtidig som oksygenkonsentrasjonen økte og fosforkonsentrasjonen avtok. I mai kom det inn nytt vann ned til ca. 50 meters dyp. Etter mai var det ingen dypvannsfornyelse før desember 1987. Denne siste vannutskiftning vil ikke bli behandlet som en del av utskiftningen 1987.

I Bunnefjorden var det en mindre dypvannsfornyelsen mellom desember 1986 og februar 1987. Utskiftningen var begrenset til vannmasser mellom 30 og 60 meters dyp. I desember 1987 ble det en ny innstrømning av dypvann til Bunnefjorden.

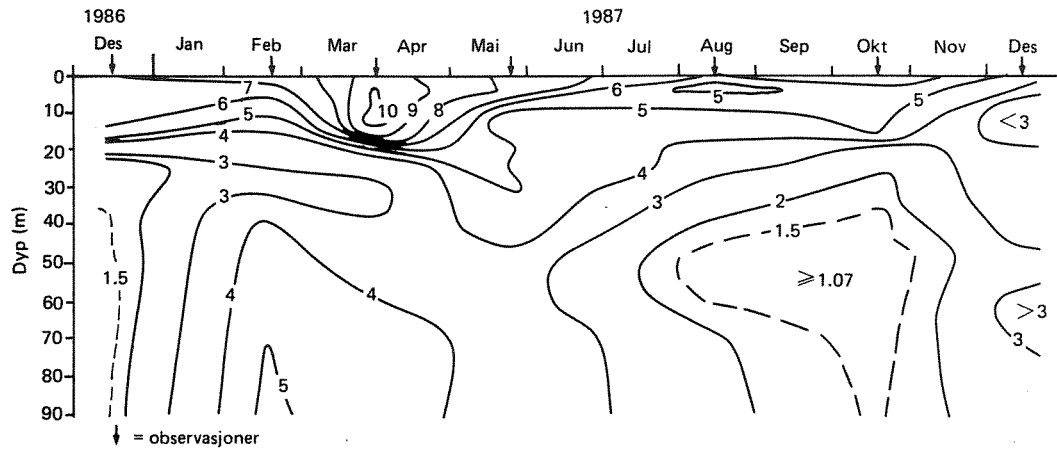
Indre Oslofjord har således hatt en fornyelse av dypvann i Vestfjorden samt en utskiftning på mellomnivåer i perioden desember 1986 -oktober 1987. I Bunnefjorden har det kun vært en mindre innstrømning på mellomnivåer.



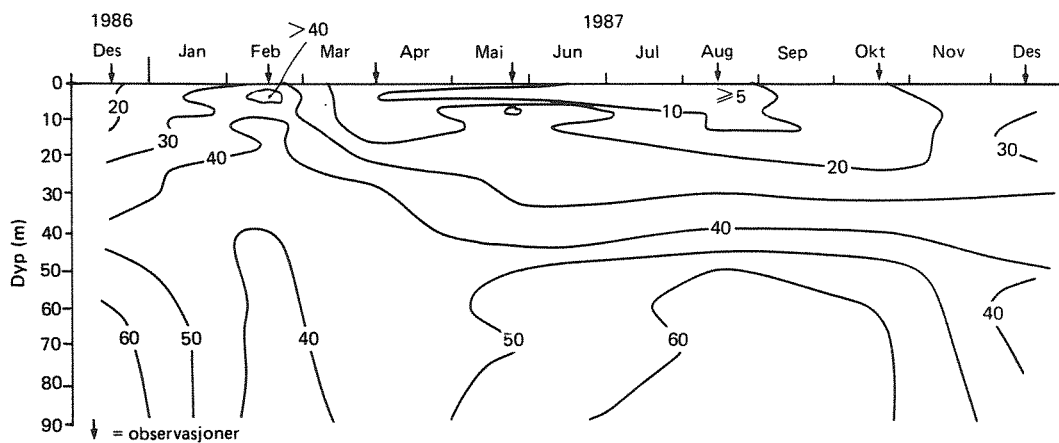
Figur 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1987.



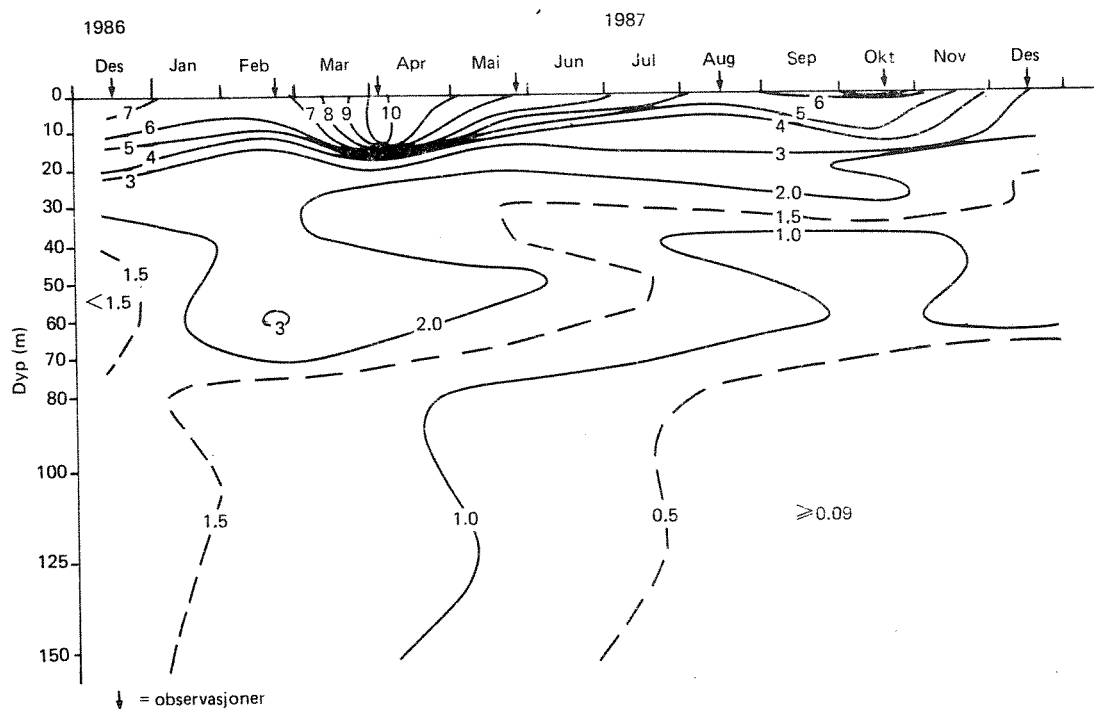
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen (‰) i Vestfjorden (DK1) 1987.



Figur 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1987.



Figur 6. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g/l}$) i Vestfjorden (DK1) 1987.



Figur 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1987.

Beregning av dypvannsfornyelsen.

Dypvannsfornyelsen i perioden desember 1986 til februar 1987 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 5.8 ml/l (84 % metning) og totalfosforkonsentrasjoner på 28 µg/l. Rimelige fosfor og oksygenkonsentrasjoner i Vestfjordens dypvann fåes ved en forutsatt blanding av vann fra ca 40 meters dyp i Drøbaksundet med gammelt Vestfjordvann. Resultatet blir at omtrent 60% av Vestfjordens dypvann under 20 meters dyp har blitt utskiftet. Tabell 2 viser en sammenstilling av beregnet dypvannsfornyelse 16.12.86-17.2.87.

Vannutskiftningen i Bunnefjorden var i denne perioden ca. $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ og den totale dypvannsfornyelsen i perioden blir ca. $2.700 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Figurene 3 og 5 viser en ny dypvannsfornyelse mellom mars 87 og mai 87 i Vestfjorden, men ingen dypvannsfornyelse i Bunnefjorden. I Vestfjorden økte oksygenkonsentrasjonen i mai ned til ca. 50 meters dyp, samtidig som temperaturen avtok. Egenvekten på vannmassene i Drøbaksundet mellom 0- 20 meters dyp var større enn tilsvarende dyp inne i Indre Oslofjord på maitoktet. Utskiftningen i Vestfjorden var således ikke helt avsluttet ved maitoktet. Det er således trolig at det delvis

nye vannet mellom 25 og 50 meters dyp i Vestfjorden i mai nylig har blitt tilført fjorden. Desverre var det så langt mellom toktene i mars og mai at beregningen av mengden nytt vann i 25-40 meters dyp blir usikker. Denne er derfor kun anslått ut fra observasjoner i mars og mai i Vestfjorden (DK1), og fra observasjoner fra Drøbaksundet i mai.

Ut fra saltholdighet og temperaturdata kan det innstrømmende vannet til Vestfjorden hatt samme karakteristiska som vann på 16-30 meters dyp i mai i Drøbaksundet. Dette vann var oksygenrikt (6.7 - 6.9 ml/l) og fosforfattig (21-22 μg TOT-P/l). Vestfjorden kan ha blitt tilført ca. $1000 * 10^6 \text{ m}^3$ vann.

Sammenlagt dypvannsfornyelse i Indre Oslofjord frem til mai 1987 blir således ca. $3.700 * 10^6 \text{ m}^3$ eller ca. 62 % av vannmassene under 20 meters dyp i fjorden. Som i beregninger i tidligere rapporter inngår ikke Bærumsbassenget, Bekkelagsbassenget og Havnebassenget, dvs. ca. $480 * 10^6 \text{ m}^3$ 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 - 1987.

Tabell 2. Beregnet dypvannsfornyelse i Vestfjorden 16.12.86-17.2.87.

Dyp (m)	Nytt dypvann (%)
90-bunn	88
80	84
70	82
60	75
50	70
40	65
30	55
25	40
20	-
Totalt $2500 * 10^6 \text{ m}^3$	

Dypvannsfornyelsen 1986/87 var omtrent lik gjennomsnittlig fornyelse for perioden 1973-82. I 1987 var det innstrømmende dypvannet oksygen-

rikt med en metningsgrad på 84 % i februar og ca. 90 % i mai. Det var således et meget oksygenrikt vann som strømmet inn i Vestfjorden 1986-/87. Den negative oksygenutviklingen i Drøbaksundet har således ikke påvirket dypvannsfornyelsens effektivitet vinteren 1986-87..

Tabell 3. Beregnet dypvannsfornyelse 1973-1987.

ÅR	Dypvannsfornyelse [*10 ⁶ m ³]	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
1987	3700	62

3.2 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 Bårumsbassengets 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.

A. Bunnefjorden (EP 1)

I 1987 var oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjorden fra 40 meters dyp til ca. 125 meters dyp mindre enn gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden 1973-82. I de bunnære vannmassene (> 120 meters dyp) var konsentrasjonen derimot omtrent "normal". Konsentrasjonsnivået var lavt i hele året (0-1 ml/l), men det ble ikke registrert hydrogensulfid på tross av meget dårlig vannutskiftning 1987. Det har nå vært oksygenholdige vannmasser i Bunnefjorden siden mai 1984 dvs. i nesten 4 år. En klar forskjell fra tidligere år er imidlertid mangelen på oksygengradient fra ca. 80 meters dyp til bunn.

Sett ut fra oksygenforholdene har det vært en bra periode i Bunnefjorden, som burde ha ledet til en rekolonisering av bunnfauna. I 1962-65 ble en slik rekolonisering observert (Beyer 1967). I januar 1985 og 1986 fant Beyer (pers. medd.) store mengder av overvintrende zooplankton i Bunnefjorden (Calanus), mens sommerplanktonet var

sparsomt begge år. I august 1987 fant han noen få levende bunndyr (børstemark) i Bunnefjorden og enkelte planktoniske arter (Copepoda). Dette tyder på en beskjeden rekolonisering i perioden, en effekt som trolig kan tilskrives dypvannsfornyelsen, men der overføringen av kloakkvann og rensing i Sentralrenseanlegg Vest kan ha bidratt. Imidlertid var rekoloniseringen ikke sammenlignbar med perioden 1962-65. Dette skyldes muligens at bunnsubstratet i Bunnefjorden nå er så lite gunstig for bunndyr at en større rekolonisering krever lengre tid med oksygenholdige vannmasser i dette område enn tidligere.

B. Vestfjorden (DK 1).

I Vestfjorden var oksygenkonsentrasjonen under 50 meters dyp lavere enn gjennomsnittet 1973-82 i mai. Den sene vannfornyelsen gav tilfredstillende oksygenkonsentrasjoner på mellomnivåer (20-40 meters dyp). På tross av lavere oksygenkonsentrasjoner i dypvannet i mai, var oksygenkonsentrasjonen i august og oktober 1987, nær gjennomsnittet for perioden 1973-82. På mellomnivåer var konsentrasjonen klart lavere i august, og i oktober var den lavere mellom 30 og 50 meters dyp.

Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden 1987 har således vært omtrent normal i dypvannet, mens den har vært lavere enn normalt på mellomnivåer i oktober 1987.

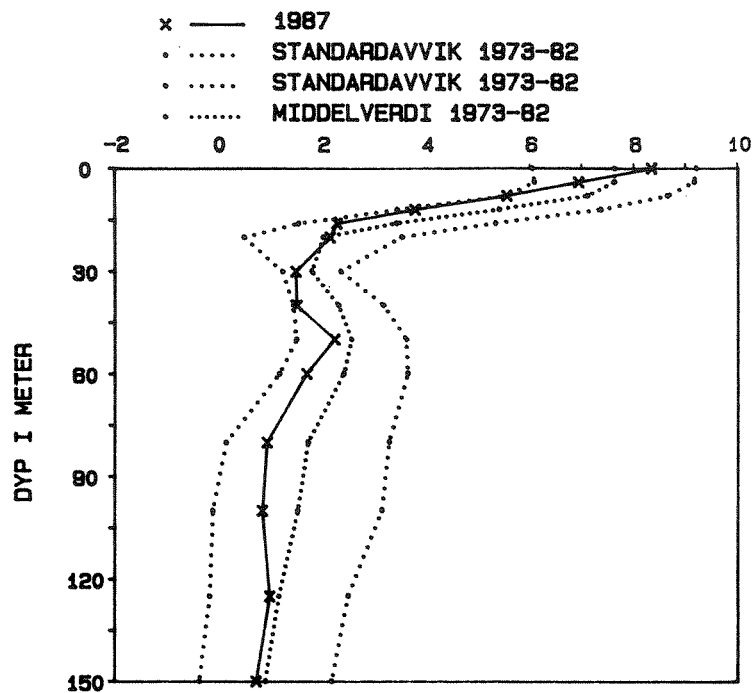
Oksygenforbruket.

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 innkalkulert.

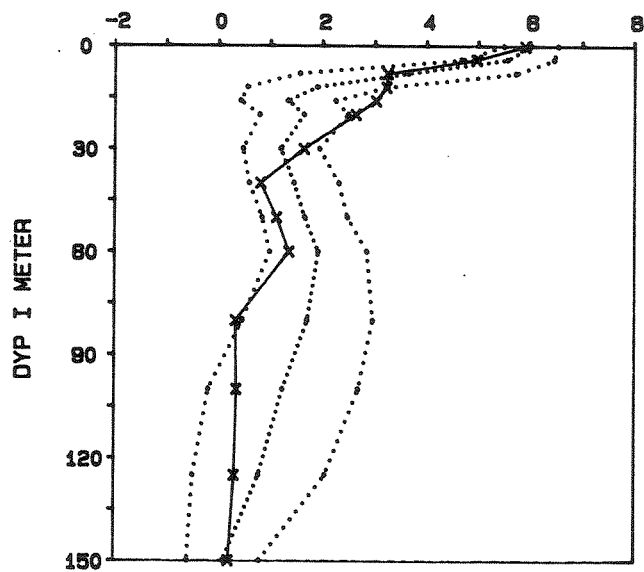
Ved hjelp av saltinnholdets variasjon i dypvannet (under 20 meters dyp) kan vertikaldiffusjonen beregnes. Beregningen blir verdiløs når vi får dypvannsutskiftninger (dvs. økende saltholdighet) og er derfor ikke brukbar i dette tidsrom. For tidsintervaller når diffusjonskoeffisienten er entydig positiv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

OKSYGEN (ML/L) BUNNEFJORDEN (EP1)

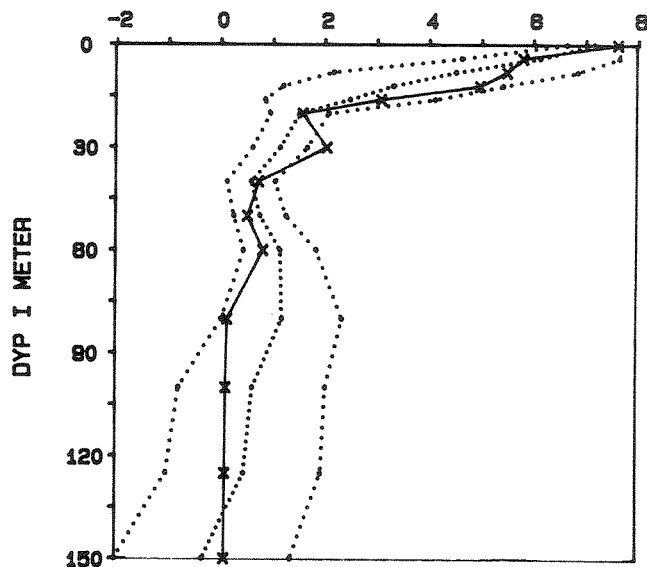
MAI 1973-82 OG 1987



AUGUST 1973-82 OG 1987



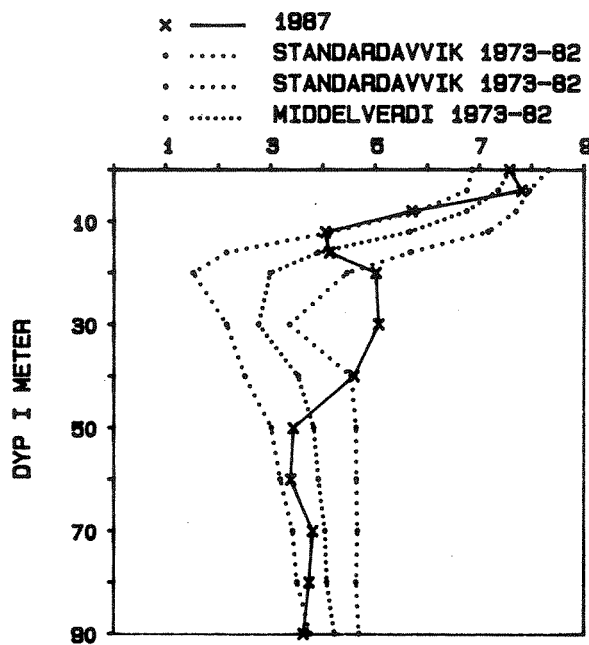
OKTOBER 1973-82 OG 1987



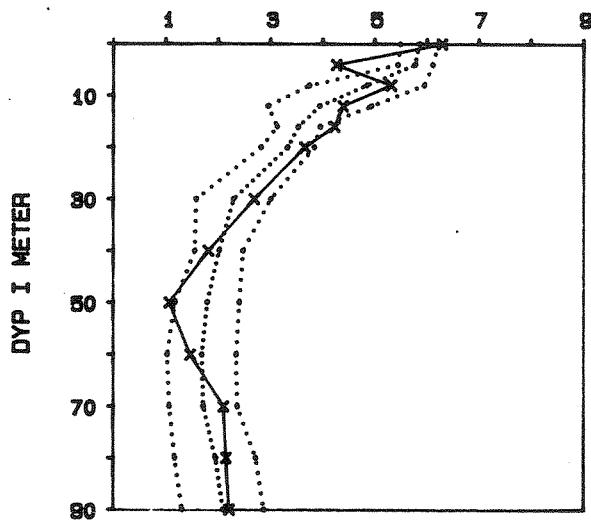
Figur 8. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober 1987 i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

OKSYGEN (ML/L) VESTFJORDEN (DK1)

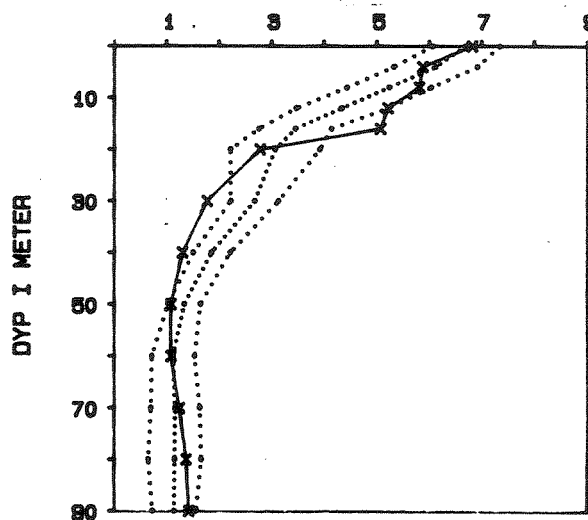
MAI 1973-82 OG 1987



AUGUST 1973-82 OG 1987



OKTOBER 1973-82 OG 1987



Figur 9. Oksygenkonsentrasjonen [ml/l] fra mai, august og oktober 1987 i Vestfjorden (DK1) sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

Oksygentransporten bestemmes da som

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

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

Ved å summere beregnet oksygentransport 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 1987 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, hvilket i hvert gjelder for Bunnefjorden i 1987.

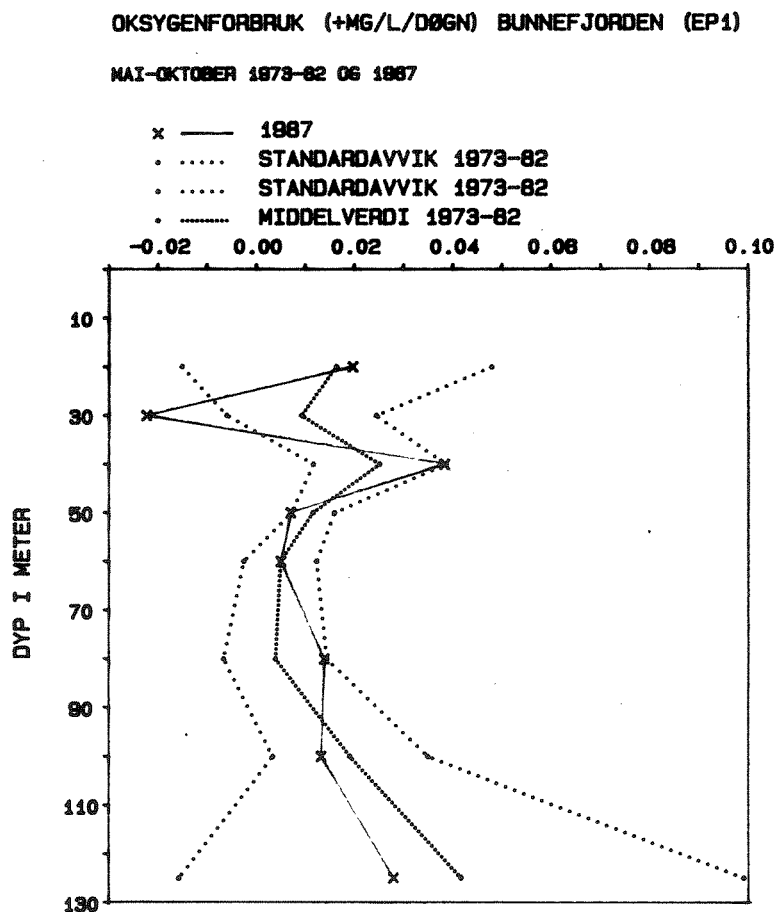
I Bunnefjorden (figur 10) var oksygenforbruket 1987 noe varierende omkring gjennomsnittet for perioden 1973-82. På 40 og 80 meters dyp var forbruket større enn normalt, mens det i de dypeste vannmassenbe var noe lavere enn normalt.

For Vestfjorden (DK1- figur 11) var oksygenforbruket gjennomgående noe større enn "normalt", unntatt ved ca. 80 meters dyp hvor forbruket var noe mindre. Forbruket lå imidlertid innenfor normalvariasjonen. Det var ikke noe spesielt større forbruk på innlagringsnivå til avløpsvannet fra SRV i 1987.

Sammenlignes selve vertikalprofilen 1987 med gjennomsnittlig profil 1973-82, var oksygenforbruket i dypvannet i Bunnefjorden og Vestfjorden omtrent like stor eller lavere enn oksygenforbruket i vannmassene ovenfor (50-70 meters dyp). For Bunnefjorden kan dette

forklares ved at nitratreduksjonen gir lavere beregnet oksygenforbruk enn reelt oksygenforbruk. I Vestfjordens dypvann var oksygenkonsentrasjonen over 1 ml/l i oktober måned slik at det lavere beregnede oksygenforbruket er mer reelt.

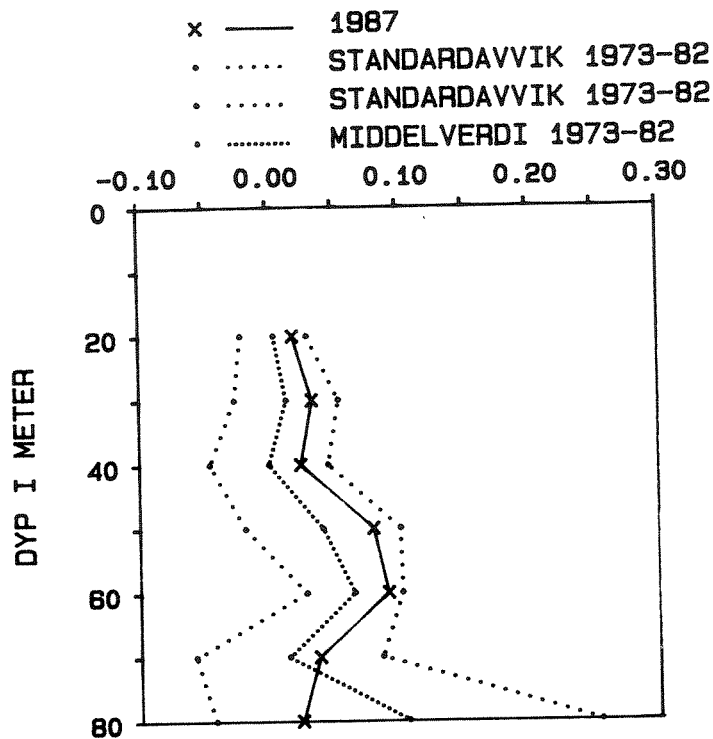
I 1987 var oksygenkonsentrasjonene i Oslofjordens dypvann omtrent lik gjennomsnittet for perioden 1973-82. Oksygenforbruket i dypvannet viser imidlertid et noe større forbruk i Vestfjorden.



Figur 10. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Bunnefjorden perioden mai til oktober 1987 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.

OKSYGENFORBRUK (+ MG/L/DØGN) VESTFJORDEN (DK1)

MAY-OKTOSBER 1973-82 OG 1987

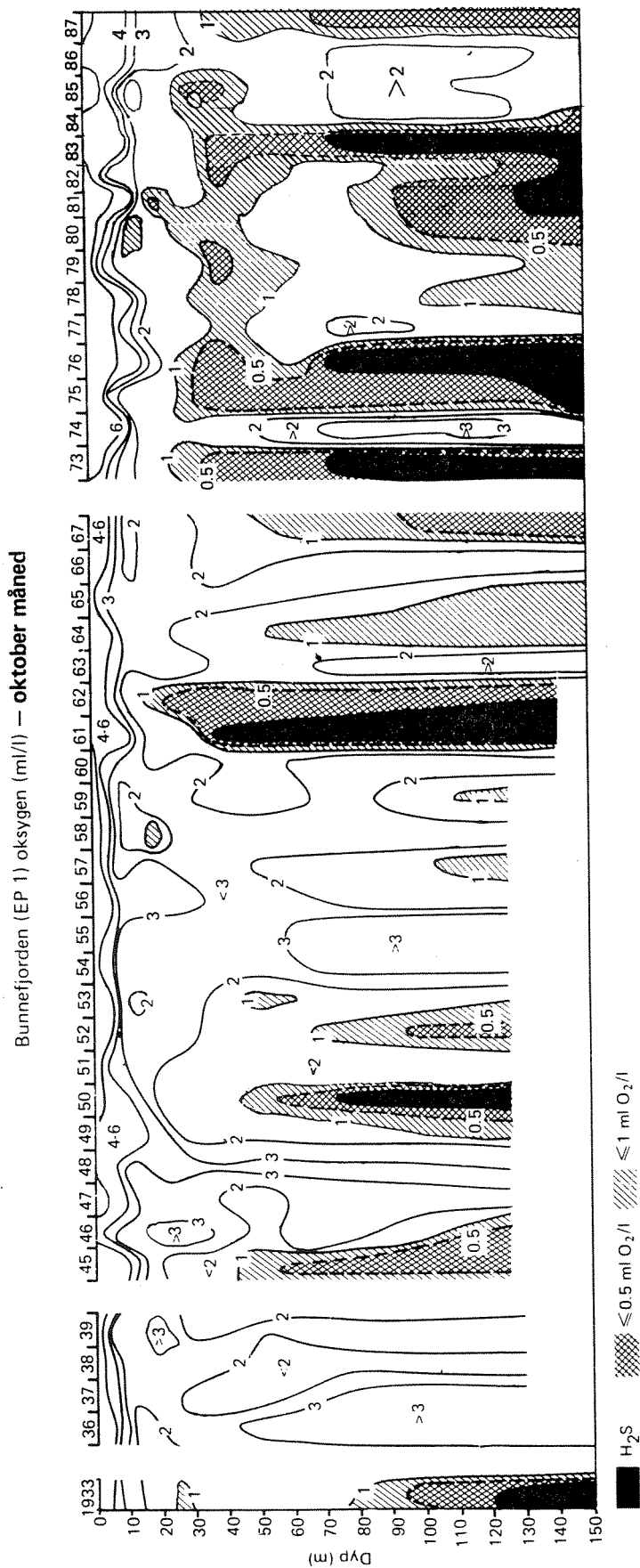


Figur 11. Oksygenforbruk (mg/l/døgn) i Vestfjorden (DK 1) (20- 80 meters dyp) perioden mai til oktober 1987 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82.

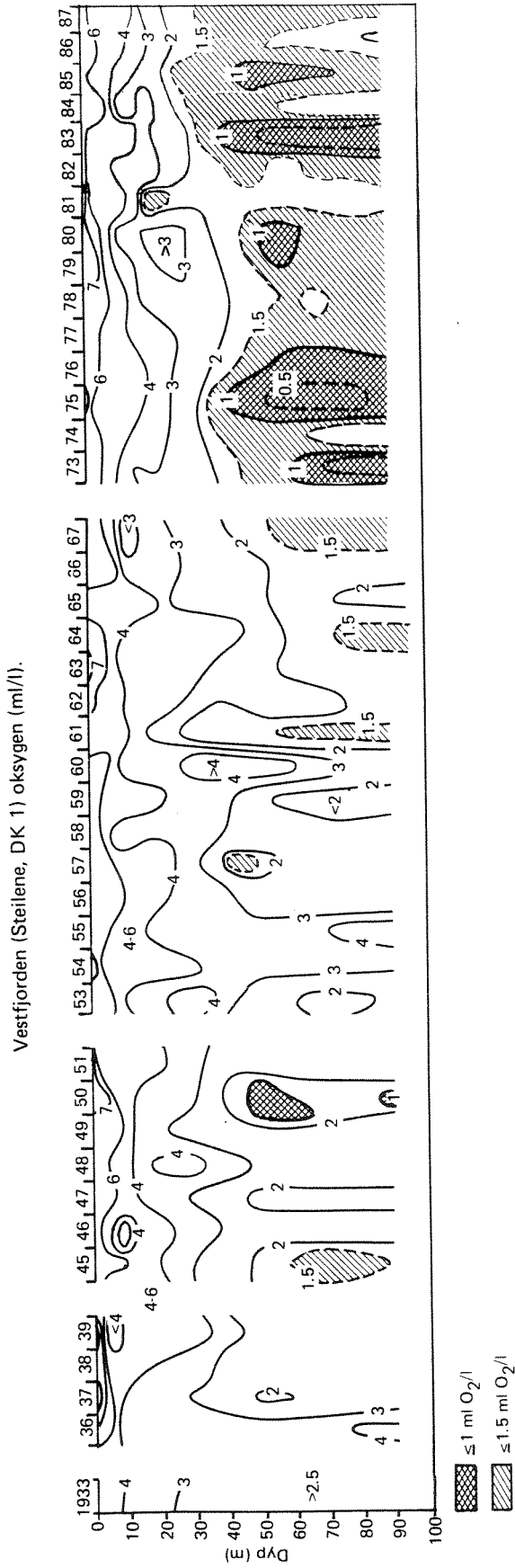
Oksygenutviklingen.

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 vertikalprofiler fra Vestfjorden (DK1) med data fra 1933-65 og 1973-82. Figur 14 viser at oksygenkonsentrasjonen var signifikant lavere i Vestfjorden i perioden 1973-82 enn 1933-1965.

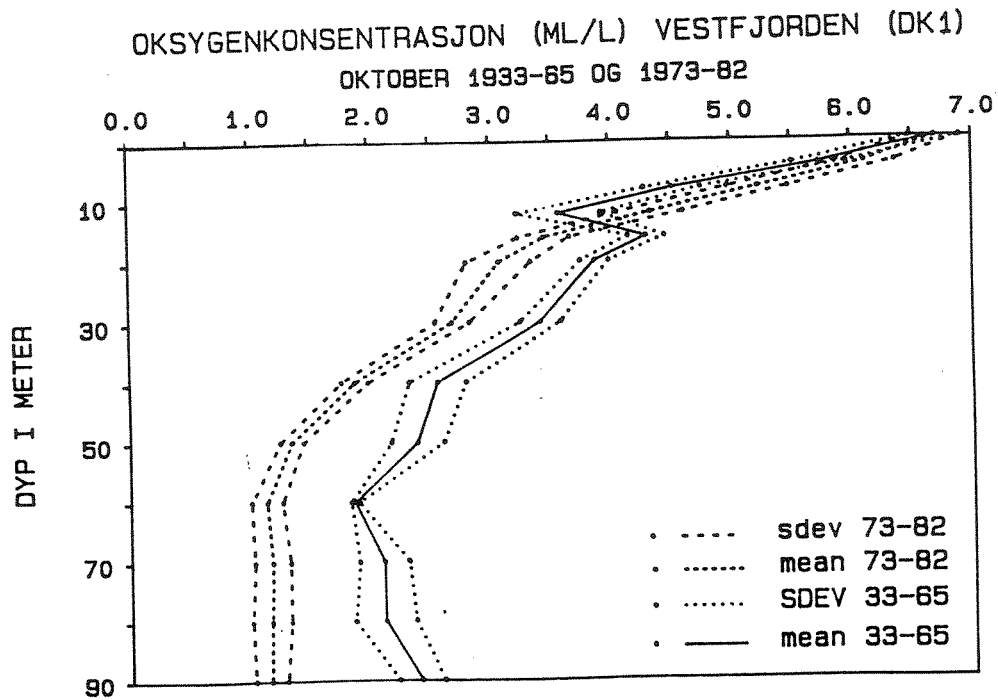
Oksygenutviklingen 1973-87 er vist i figur 15. Figuren viser variasjonen av oksygenforbruket i perioden integrert under gitte dyp, dvs. samme beregning som ligger bak figur 10. På figuren vises oksygenforbruket mai til oktober for vannmassene mellom 25 meters dyp og bunn, 55 meter-bunn og 75 meter-bunn i Vestfjorden og Bunnefjorden. Det er store variasjoner i beregnet oksygenforbruk på dyp mellom 25 meter og bunn i Vestfjorden, mens forholdene er mer stabile i Bunnefjorden. Dette er trolig en effekt av at det skjer en større vannfornyelse i Vestfjorden mellom mai-oktober. Fra 55 meter til bunn er trenden svakt avtakende, men utviklingen kan ikke sies å være spesielt entydig. For de dypere vannmasser (>75 meters dyp) kan det ikke ses noen bestemt utviklingstrend.



Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-87. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-87)).

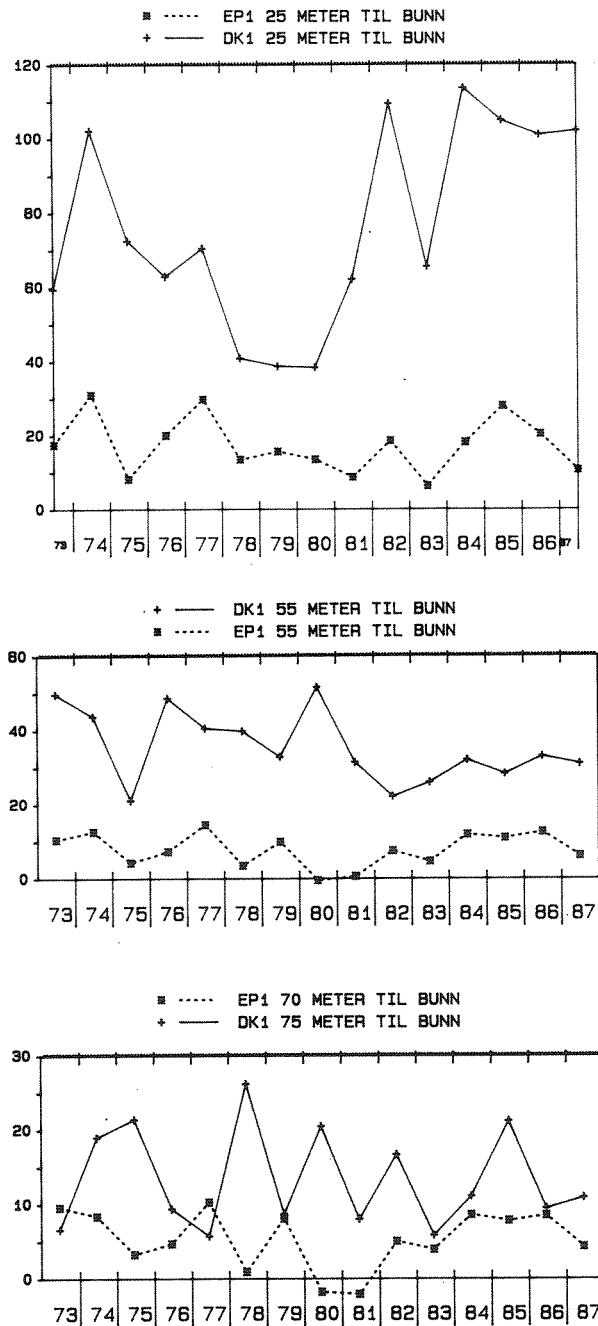


Figur 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1973-87. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-87)).



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)].

OKSYGENFORBRUK (+ TONN/DØGN) MAI-OKTOBER 1973-87
 BUNNEFJORDEN (EP1) VESTFJORDEN (DK1)



Figur 15. Beregnet oksygenforbruk tonn/døgn) under gitt dyp (>25, >55 og >75 meters dyp og til bunn) i Vestfjorden og Bunnefjorden, mai-oktober 1973-87.

Oksygenforbruket er sammenlignet for fire perioder i tabell 4.

Tabell 4. Middel(μ) - og medianverdi(η) for beregnet oksygenforbruk (tonn/døgn) under gitt dyp i Vestfjorden (DK 1) mai-oktober for periodene 1962-65, 1973-77, 1978-82 og 1983-87.

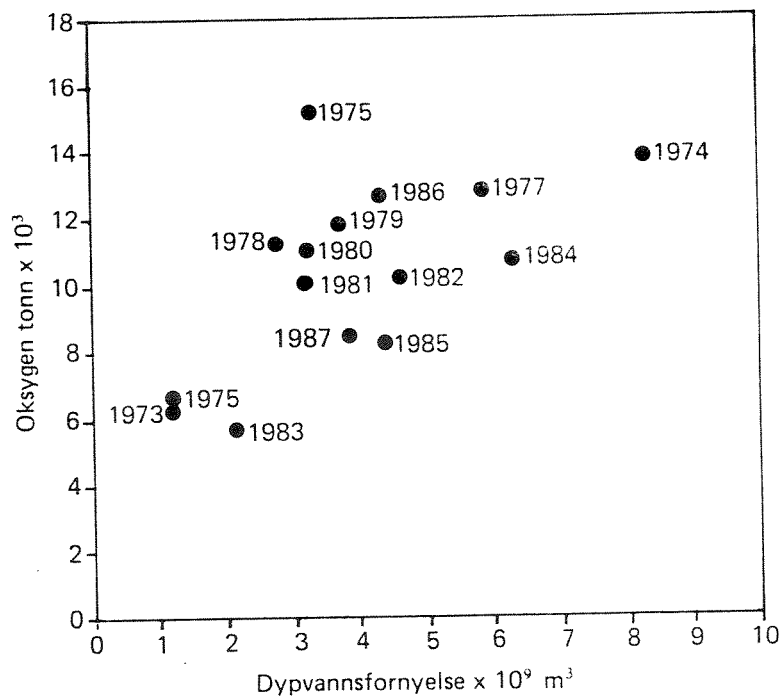
Fra gitt dyp til bunn	1962-65		1973-77		1978-82		1983-87	
	μ	η	μ	η	μ	η	μ	η
> 25 meter	52	51	73	70	58	41	97	102
> 35 meter	46	44	65	59	47	50	79	79
> 45 meter	43	41	63	63	49	47	53	53
> 55 meter	32	33	41	44	36	33	30	31
> 65 meter	24	23	20	27	15	14	17	19
> 75 meter	17	16	12	9	16	17	12	11
> 85 meter	5	5	2	-0.1	7	10	3	3

Fra 25 meters dyp til bunn har oksygenforbruket økt fra 1962-65 til 1983-87. Økningen er signifikant mellom 1962-65 og 1973-77 og 1983-87. Det kan se ut som om oksygenforbruket var noe lavere i årene 1978-82, men det er ingen signifikant forskjell sammenlignet med 1973-77. Utviklingen er densamme i vannmassene mellom 35 meters dyp og bunn, men her er det signifikant lavere oksygenforbruk i 1978-82. På større dyp enn 45 meter har oksygenforbruket økt signifikant fra 1962-65 til 1973-77, deretter er det ikke noen signifikant utvikling. Under 55 meters dyp øker oksygenforbruket fra 1962-65 frem til 1973-77. Deretter avtar oksygenforbruket. Reduksjonen er signifikant når $p=0.10$ kan aksepteres. Fra 65 meters dyp er det et svakt avtakende oksygenforbruk fra 1962-65 til 1978-82, men signifikantnivået er svakere ($P=0.11$). Fra 75 meters dyp til bunn er det ikke signifikante forandringer mellom periodene. Imidlertid er ikke det midlere oksygenforbruket større enn i 1962-65. Under 85 meters dyp er forholdene samme som for under 75 meters dyp, unntatt noe høyere oksygenforbruk i perioden 1978-82.

En forsiktig tolking av resultatene skulle kunne være at oksygenforbruket ikke har økt i Vestfjordens vannmasser på dyp mellom 55 meter og bunn, men snarere avtatt. På dyp mellom 45-55 meter har det ikke skjedd noe spesielt, mens på dyp mellom 25 og 45 meter har oksygenforbruket økt noe fra 1962-65 til 1973-77, og deretter avtatt noe, for så å øke igjen i perioden 1983-87. Med forbehold for at variasjoner i vannutskiftningen kan påvirke beregningene, synes det

som om oksygenforbruket økte fra 1962-65 til 1973-77 som en følge av økende forurensningstilførsler. Rensetiltakene i midten på 1970-tallet kan være årsaken bak lavere oksygenforbruk 1978-82. Deretter øker oksygenforbruket sannsynligvis som en følge av dypvannsutslippet til SRV. I grove trekk synes således rensetiltakene å ha hatt en gunstig effekt på de dypere vannmassene i Vestfjorden, mens en forverring er skjedd på mellomnivåer.

Figur 16 viser at oksygenmengden i oktober 1987 fra 25 meters dyp til bunn, var like stor som i 1985 på tross av dårligere dypvannsfornyelse.



Figur 16. Dypvannsfornyelse (hele indre fjord 25 meter-bunn) og oksygenmengden under 25 meters dyp i hele indre Oslofjord i oktober måned 1973-87.

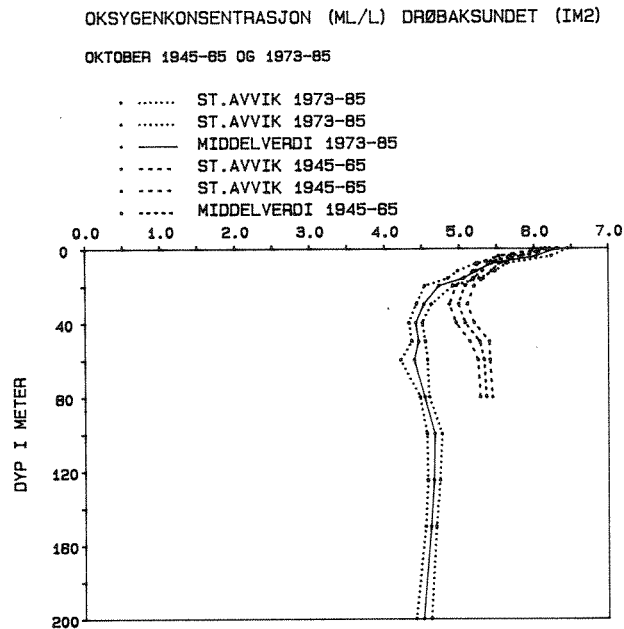
Drøbaksundet (IM 2).

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 fortsatte.

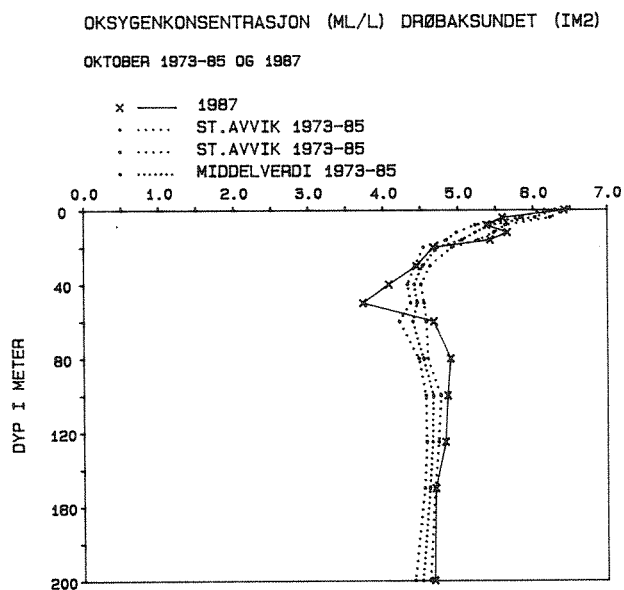
Figur 17 viser en sammenstilling av oksygenobservasjoner fra 1945-65 sammenlignet med observasjoner fra 1973-85. Det er en signifikant reduksjon av oksygenkonsentrasjonen 1973-85 fra 20 meters dyp. Rosenberg m.fl. (1987) har også konstatert en økt bunnfaunabiomasse i ytre Oslofjord, sammenlignet med eldre data innsamlet 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 oksygennivå kan danne dypvann i Indre Oslofjord. Dette var dog ikke tilfellet i 1987.

Oksygenforholdene i 1987 fremgår av figur i vedlegg. Figur 18 viser observasjoner fra oktober 1987 sammenlignet med observasjoner fra 1973-85. Forholdene i 1987 var som gjennomsnittet 1973-85, dvs. lavere konsentrasjoner i nesten hele dypvannet sammenlignet med perioden 1945-65. I mellomdyp (40-50 meters dyp) var dessuten oksygenkonsentrasjonen klart lavere en gjennomsnittet 1973-85.

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. Selv om 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 17. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) oktober måned 1945-65 og 1973-85. (Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1945-77) og NIVA (1962-85)).



Figur 18. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) oktober måned 1973-85 og 1987.

4 SEDIMENTASJONEN I OSLOFJORDEN 1985/86

I 1985/86 ble det plassert sedimentfeller på tre steder i Oslofjorden, Bunnefjorden, Vestfjorden og Drøbaksundet. Formålet var å skaffe bedre informasjon om den organiske belastningen på dypvannet. Resultatet av sedimentasjonsundersøkelsene er brukt i tiltaksanalysen for Indre Oslofjord og vil også bli brukt i modelleringen av Indre Oslofjord. Videre er det presentert på en internasjonal kongress i Finland 1988. Arbeidet har blitt mer omfattende enn forutsatt i programforslaget for 1985. Det utvidede programmet er finansiert av NIVA i samarbeide med Universitetet i Oslo.

4.1 Prøveinnsamling og analyse

Sedimentfellene ble plassert på tre steder i Oslofjorden (se figur 2). De stod utplassert fra mai-desember 1985 og 1986. Avbruddet i vinterhalvåret skyldes islegging i fjorden. Ved Elle lykt i Drøbaksundet ble fellene utplassert i juni 1985 og stod ute til desember 1986. På hver stasjon var det feller på 20, 40 og 80 meters dyp, i Bunnefjorden også på 125 meters dyp. Fellene var sylindriske plastrør med diameter på 5 cm og med en høyde på 50 cm. Forholdstallet på 10 mellom høyde og diameter er tillstrekkelig til at ikke noe av det materialet, som er kommet i fellen, virvles opp igjen av strømmer i vannmassen. For å hindre nedbrytning av organisk material i fellene ble de tilsatt kloroform som konserveringsmiddel.

Fellene ble generelt tømt månedlig. Tabell 5 gir en oversikt over innsamlingsdatoer.

Materialet fra fellene ble sentrifugert, frysetørret og veid. Konsentrasjonene av karbon og nitrogen ble målt på alle prøvene. På noen prøver ble det også målt på organisk karbon, fosfor, klorofyll a og phaeofytin.

Siden begge fellene i Indre Oslofjord ble satt ut i mai hvert år er det trolig at effekten av våroppblomstringen gått forlored.

Tabell 5. Datoer for innsamling av sedimentert materiale fra sedimentfellene.

Dato	Bunnefjorden utsetting	Vestfjorden utsetting	Drøbaksundet utsetting
20.5.85			
1.6.85			
26.6.85	+	+	
5.7.85			+
20.8.85	+	+	
23.8.85			+
16.9.85	+	+	
24.9.85			+
15.10.85	+	+	
25.10.85			+
19.11.85		+	+
20.11.85	+		
16.12.85			+
19.12.85	+	+	
28.1.86			+
14.3.86			+
22.4.86			+
22.5.86			+
9.6.86		+	
17.6.86			+
19.6.86	+	+	
15.7.86	+	+	
18.8.86	+	+	
21.8.86			+
15.9.86	+		
16.9.86			+
20.10.86	+	+	
29.10.86			+
18.11.86	+	+	+
15.12.86			+
16.12.86	+		

4.2 Sedimentasjon av totalt partikulært og organisk materiale

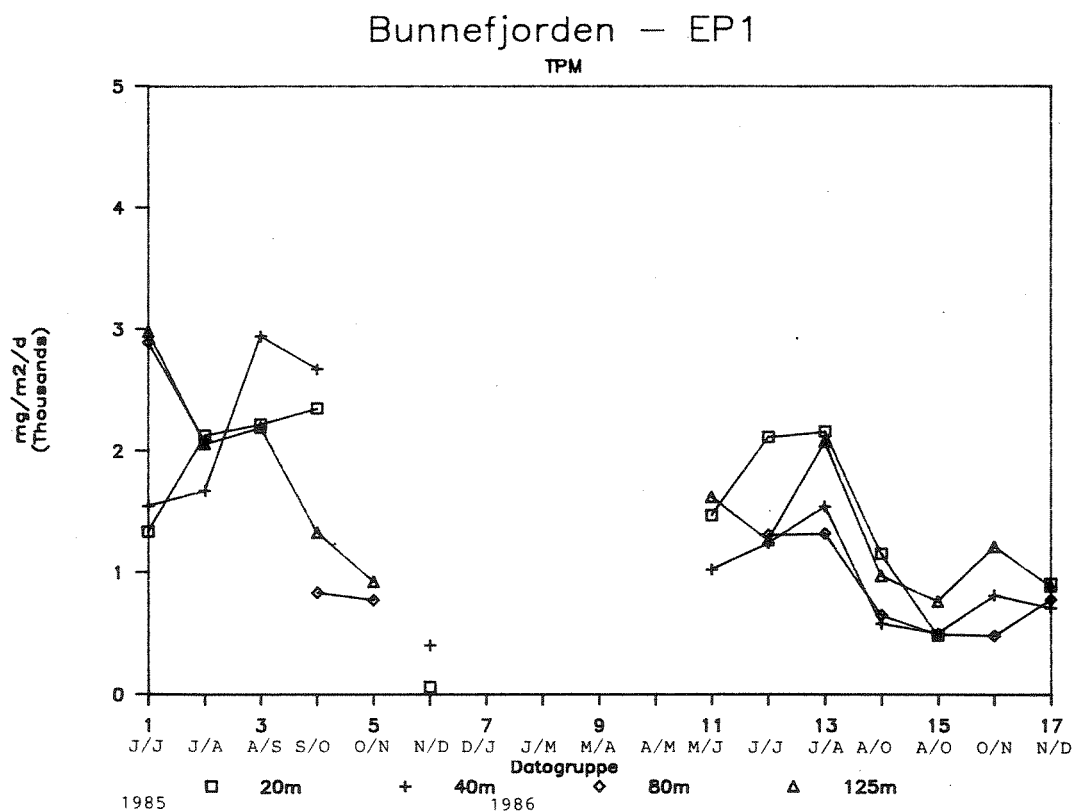
Totalt partikulært materiale, TPM, består av både organisk og uorganisk materiale. Sammensetningen vil variere med årstiden alt etter planktonoppblomstringer, tilførsler med elvevann/avrenning fra land og med påvirkninger fra strøm og vindforhold.

I denne undersøkelsen ble alle prøvene analysert for innhold av total karbon som innbefatter både karbon bundet til organisk materiale som uorganiske partikler. På grunn av lite materiale ble kun et utvalg av prøver også analysert på innhold av organisk karbon. Generelt, hvis total karbon verdiene var lavere enn 25 % av TPM, var differensen mellom total og organisk karbon 2- 3 % som totalverdi. Det vil si at hvis total karbon konsentrasjonen var 15 %, var organisk karbon

innholdet 12-13 % av TPM. Ved total karbonverdier på mere enn 30 % var denne differansen 4 -5 %. På grunn av at kun et utvalg av prøvene er analysert på organisk karbon, vil karbonfluksen i diskusjonen referere seg til total karbon.

4.3 Bunnefjorden, (EP1)

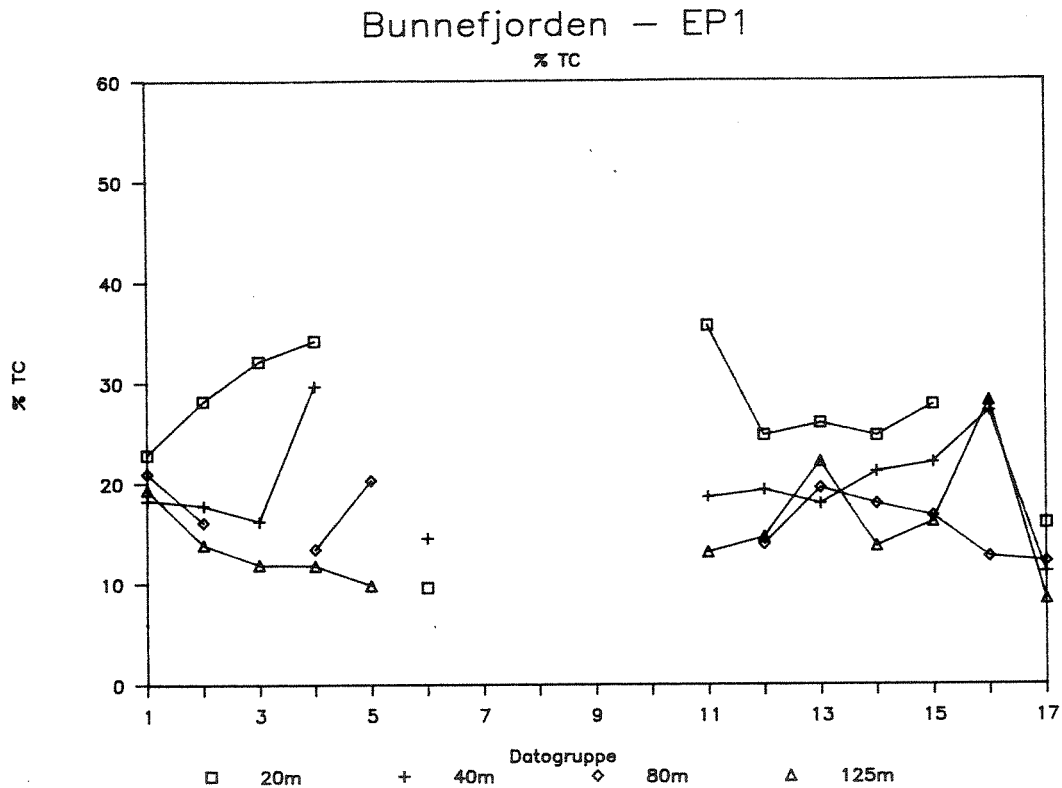
TPM-verdiene varierte mellom 0.06 - 2.5 g/m²/døgn på 20 meters dyp. De høyeste verdiene var i september/oktober 1985 og juli/august 1986. Begge årene avtok verdiene til de laveste fluksene i november/desember (figur 19). Generelt var det en avtakende fluks med økende dyp bortsett fra høyere verdier i 80 og 125 meters dyp i juni/juli og i 40 meters dyp i august-oktober 1985 sammenlignet med 20 meters dyp.



Figur 19. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.

Materialet i fellen i 20 meters dyp innholdt 20-35 % karbon (figur 20), med de høyeste konsentrasjonene i september/oktober 1985 og i mai/juni 1986. Det var avtakende konsentrasjoner med dyppet på grunn av nedbrytning av organisk karbon. Karboninnholdet var f.eks. 35 % på 20

meters dyp i september/oktober 1985, mens det var 10 % i 125 meters dyp.

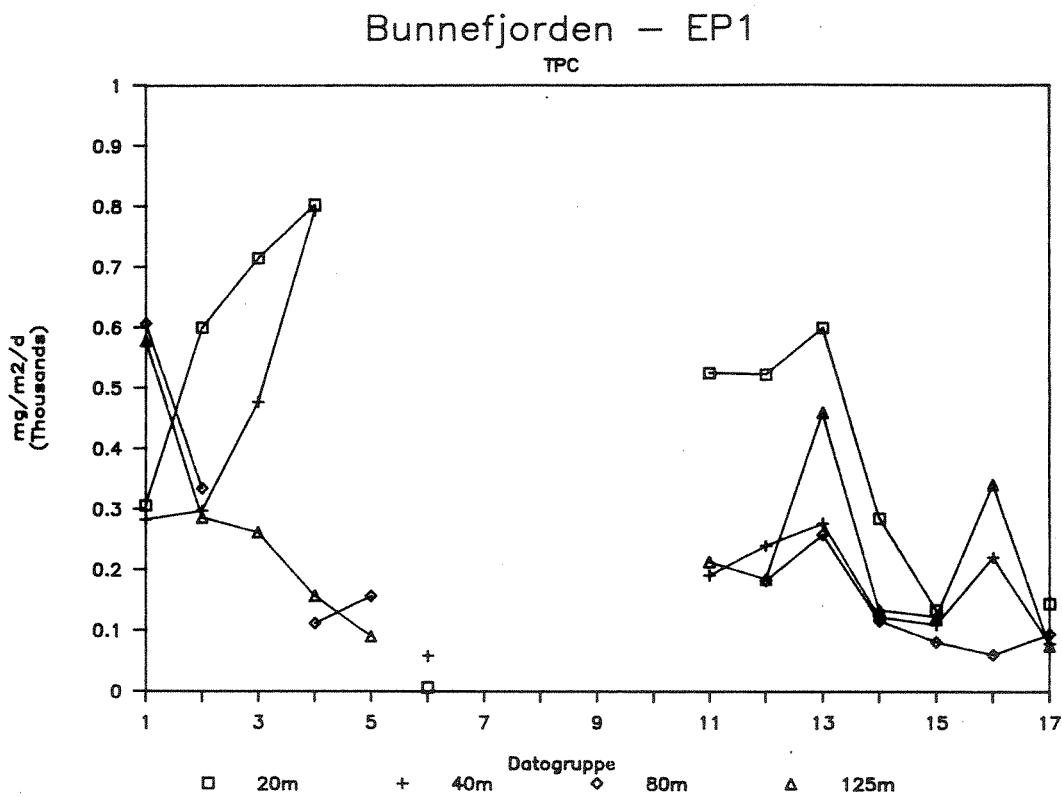


Figur 20. Innholdet av total karbon (TC) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.

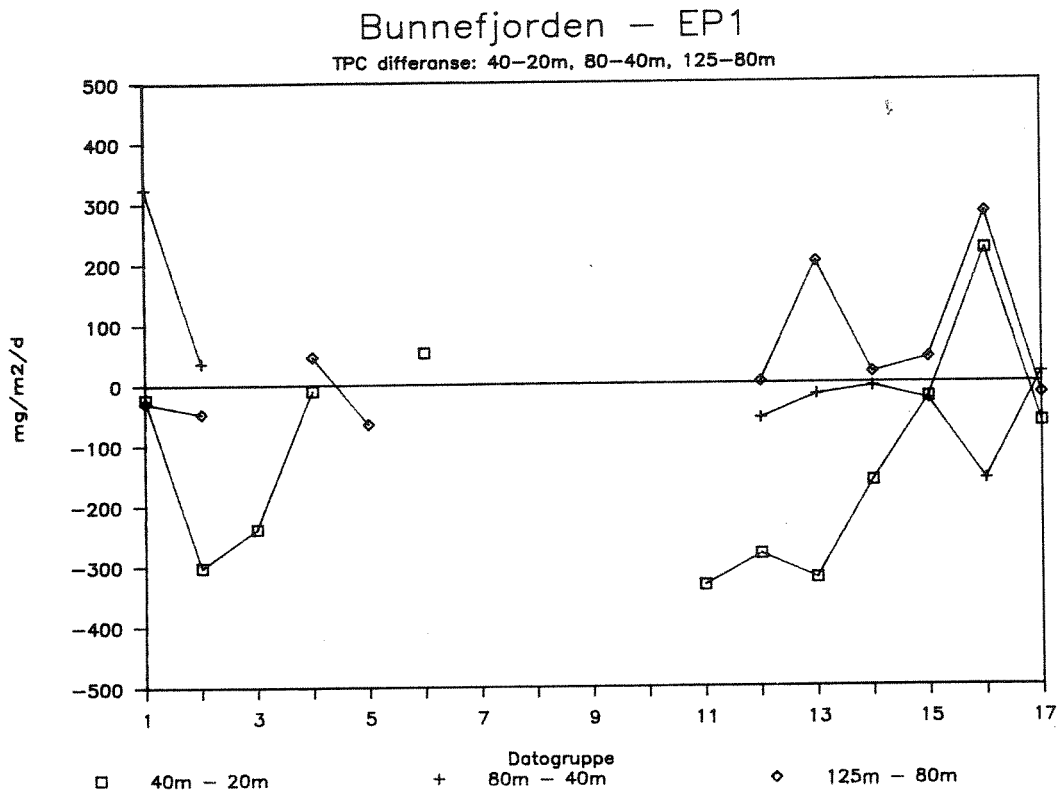
I stedet for konsentrasjonen av karbon forteller produktet av TPM og karboninnholdet, som er fluksen av totalt partikulært karbon (TPC), noe om mengden av karbon som tilføres de forskjellige vannlagene. Figur 21 viser dette for Bunnefjorden. I 20 meters dyp var fluksen 0.01-0.8 g/m²/d. Ser vi på den høyeste verdien, som var 0.8 g/m²/d i oktober/november 1985, er det mindre enn 0.1 g av dette som når bunn. I vannmassen er det således brutt ned eller ført ut ved horisontale vannbevegelser 0.7 g/m²/d.

Bortsett fra juni/juli 1985 var det avtakende mengde med dypet i forhold til 20 meter nivået. Imidlertid viser figur 22 at det i juni/-august og oktober/november 1986 var en større fluks i 125 enn i 80 meters dyp. Dette skyldes oppvirvling (resuspensjon) av bunnsediment. Tilsvarende var det også en større fluks i 80 og 125 meters dyp i juni/juli 1985 sammenlignet med fellene på 20 og 40 meters dyp.

Økende fluks kan også skyldes at rester av planktonoppblomstringer synker i vannmassene. Synkehastigheten av plankton er generelt rapportert til 1- 10 meter pr.dag. Dette gir 2 uker til 3 måneder for en planktonoppblomstring å nå bunn i Bunnefjorden.



Figur 21. Sedimentasjonsfluksen av totalt partikulært karbon (TPC) i Bunnefjorden på 20, 40, 80 og 125 meters dyp 1985-1986.

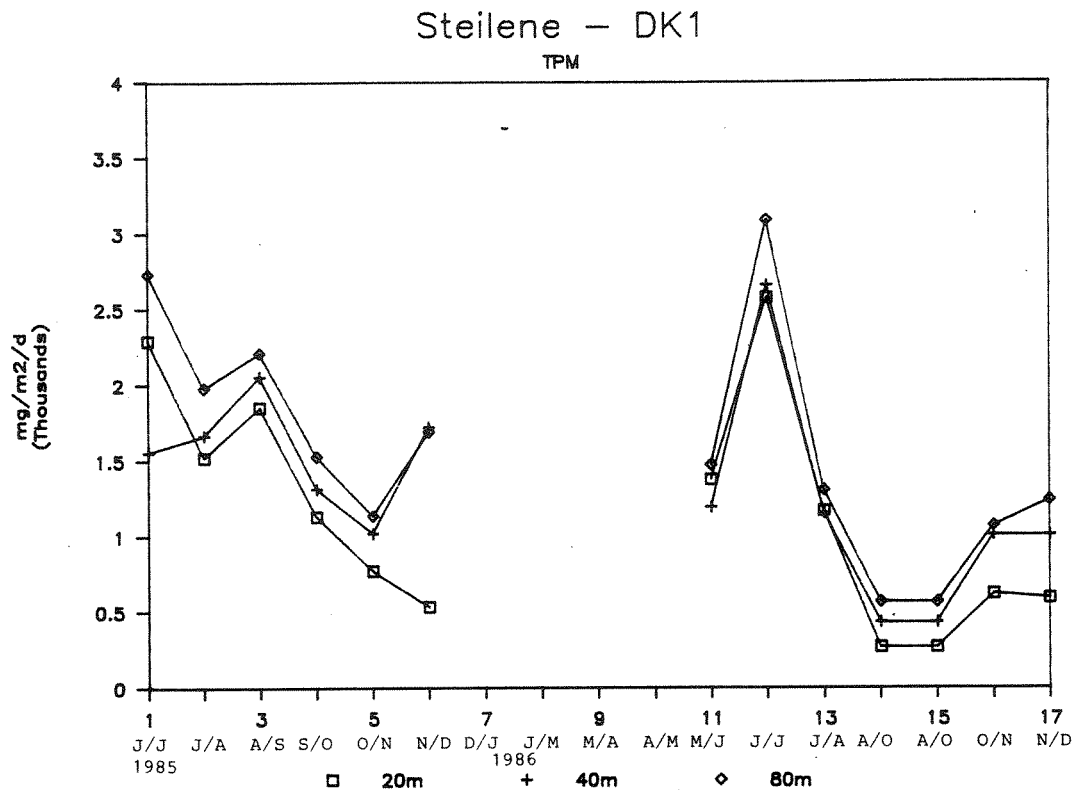


Figur 22. Differensen i TPC mellom 40 og 20 meters dyp, 80 og 40 meters dyp, 125 og 80 meters dyp i Bunnefjorden 1985-86.

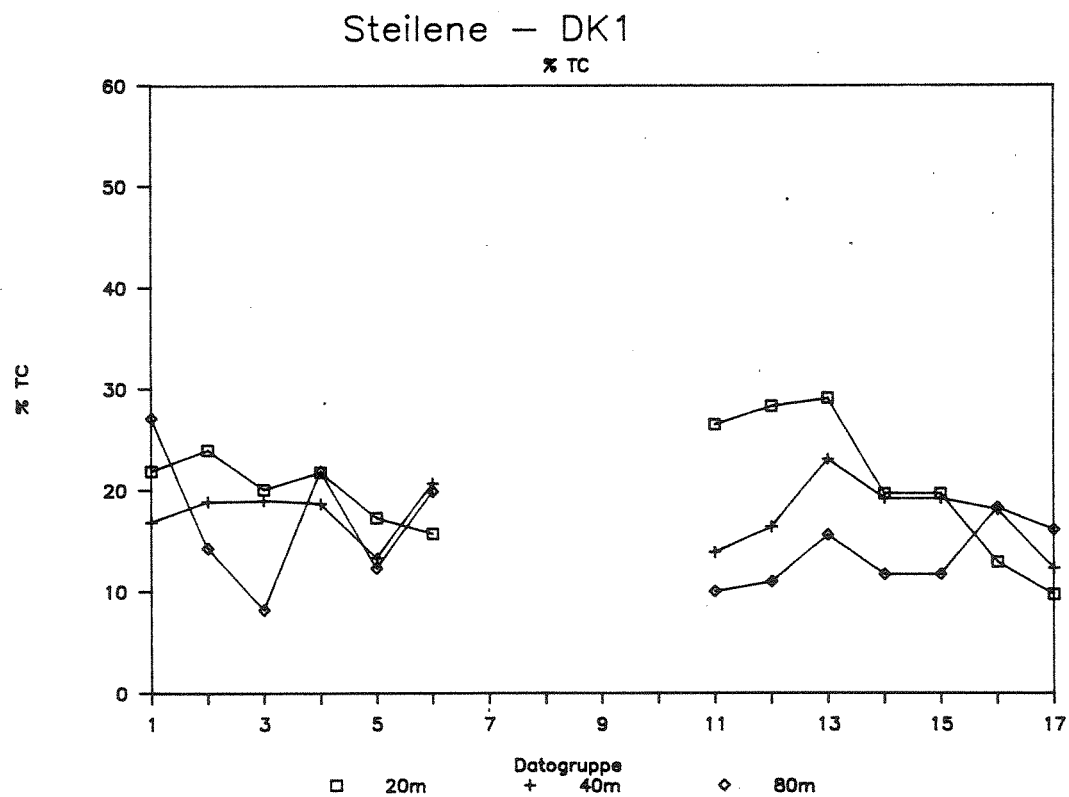
4.4 Vestfjorden (DK1)

TPM fluksen varierte mellom $0.3 - 2.5 \text{ g/m}^2/\text{d}$ i fellen på 20 meters dyp (figur 23). Dette er i samme område som i Bunnefjorden, dog var de laveste verdiene høyere enn tilsvarende i Bunnefjorden. Både i 1985 og i 1986 var det høye verdier i mai-juni-juli og lave verdier i november desember. Generelt økte fluksen noe med dypet. Dette skyldes trolig horisontale tilførsler, sannsynligvis som følge av oppvirvling (resuspensjon) av bunnsedimenter.

Innholdet av total karbon, TC, varierte mellom 10 og 30 % (figur 24). spesielt var verdiene høye i mai/august 1986. I motsetning til TPM avtok konsentrasjonen av TC med dypet. Dette skyldes nedbrytning av det organiske materialet etterhvert som det synker i vannmassen.

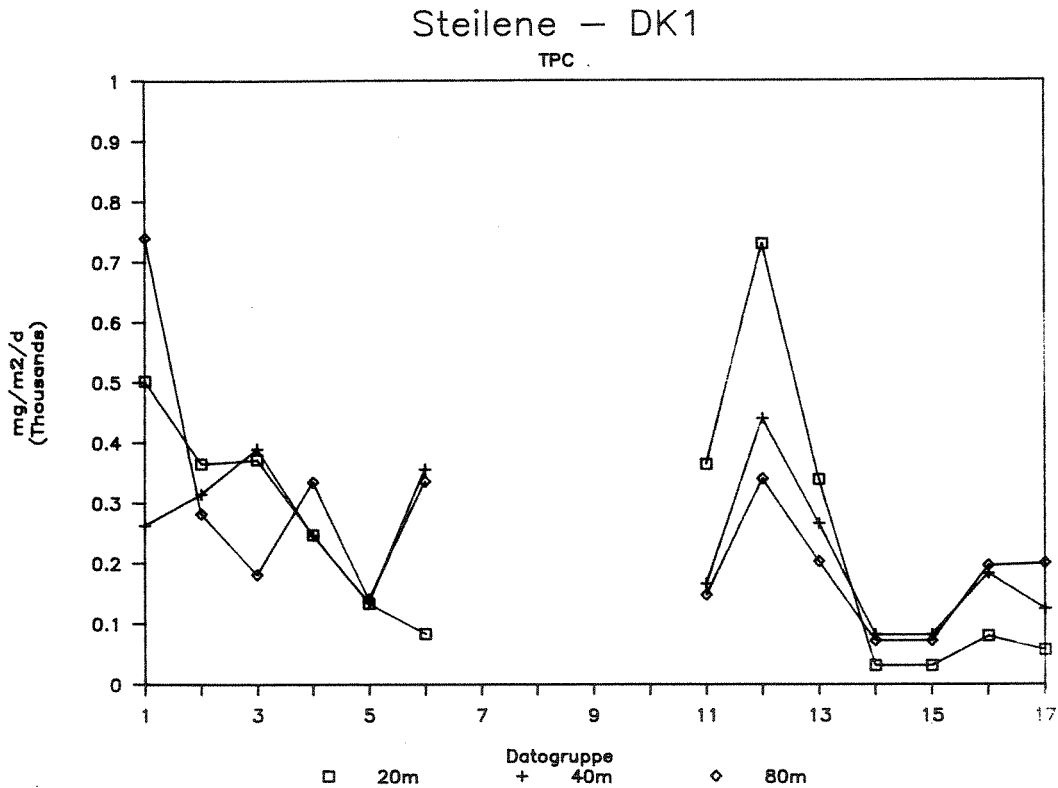


Figur 23. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.



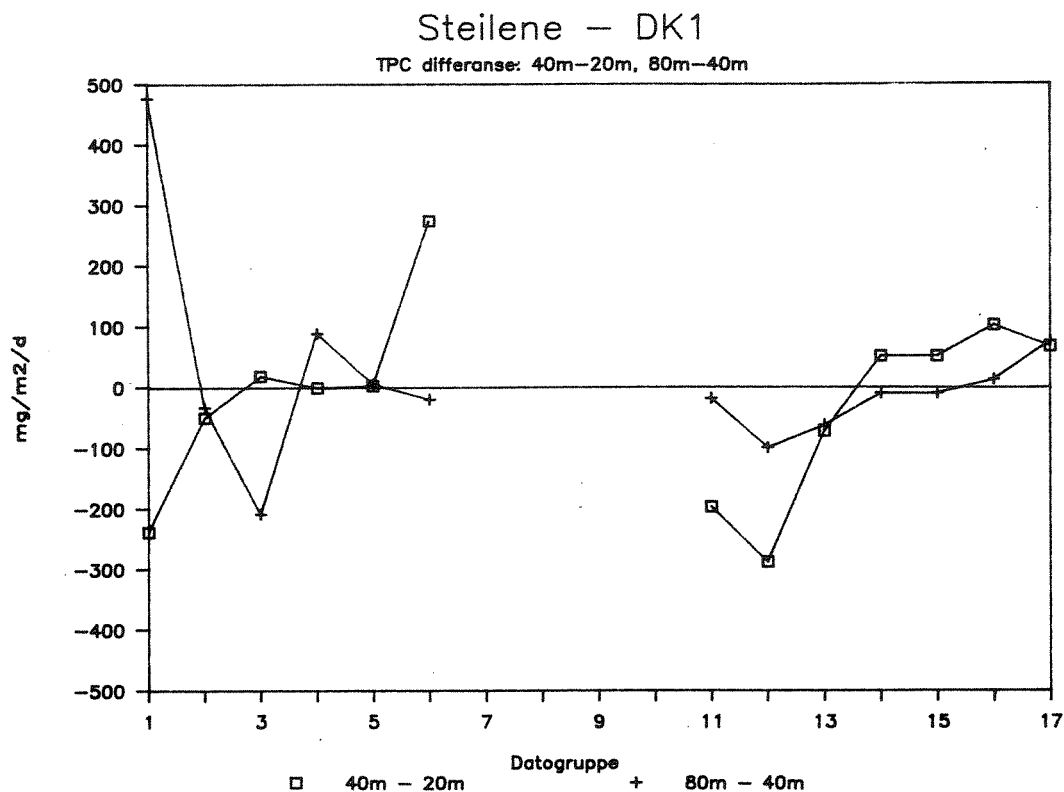
Figur 24. Innholdet av total karbon (TC) på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.

Fluksen av total organisk karbon; TPC, i 20 meters dyp var høy i mai/-juni 1985 og spesielt i juni/juli 1986, med henholdsvis 0.5 og 0.8 g/m²/d [figur 25]. Dette var også perioder med høyt karboninnhold i det sedimenterende materialet og skyldes trolig planktonoppblomstringer.



Figur 25. Sedimentasjonsfluksen av TPC på 20, 40 og 80 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.

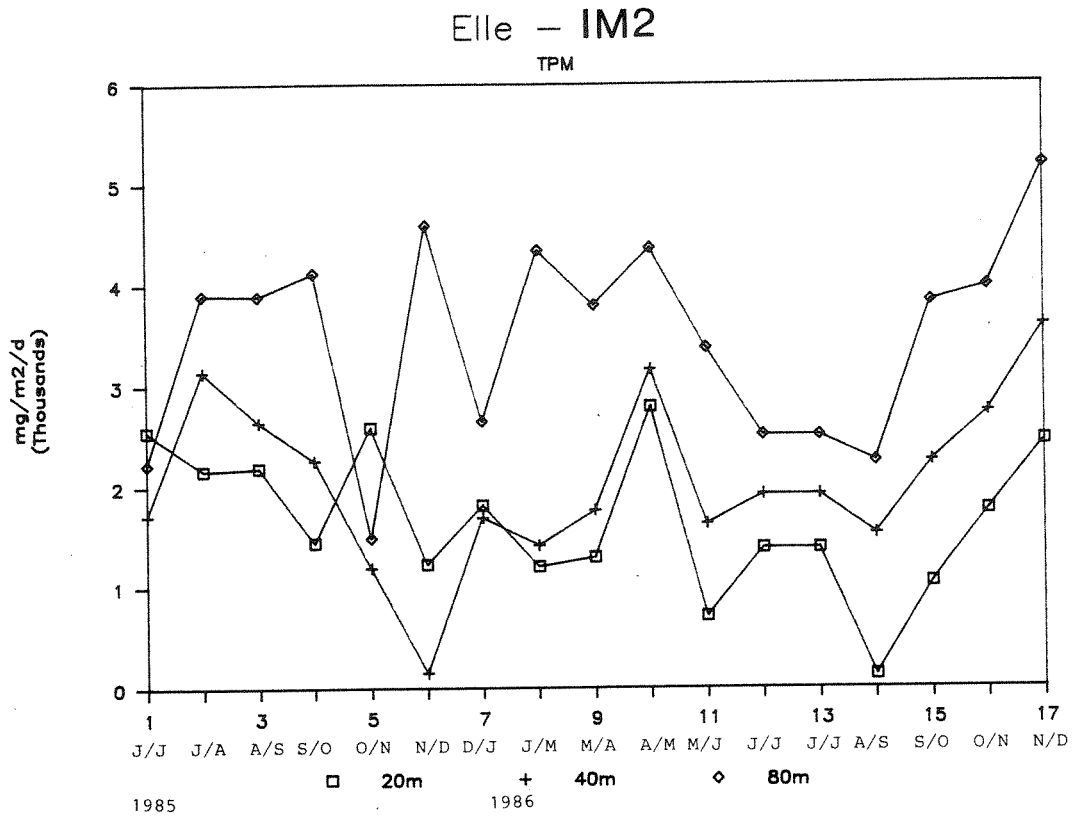
Figur 26 viser hvorledes differensen i TPC mellom 40 og 20 meters dyp og 80 og 40 meters dyp varierer i undersøkelsesperioden. I juni/juli 1985 var det en stor økning i fluksen fra 40 til 80 meter samtidig som også karboninnholdet i materialet fra 80 meters dyp er høyere. Det er sannsynlig at det er rester fra våroppblomstringen i 1985 som sedimenterer i fellen på 80 meters dyp. I november/desember 1985 og seinhøsten 1986 var det relativt høy fluks i 40 og 80 meters dyp i forhold til 20 meters fellen. Dette skyldes trolig resuspensjon under dette dypet, som også vises i TPM verdiene.



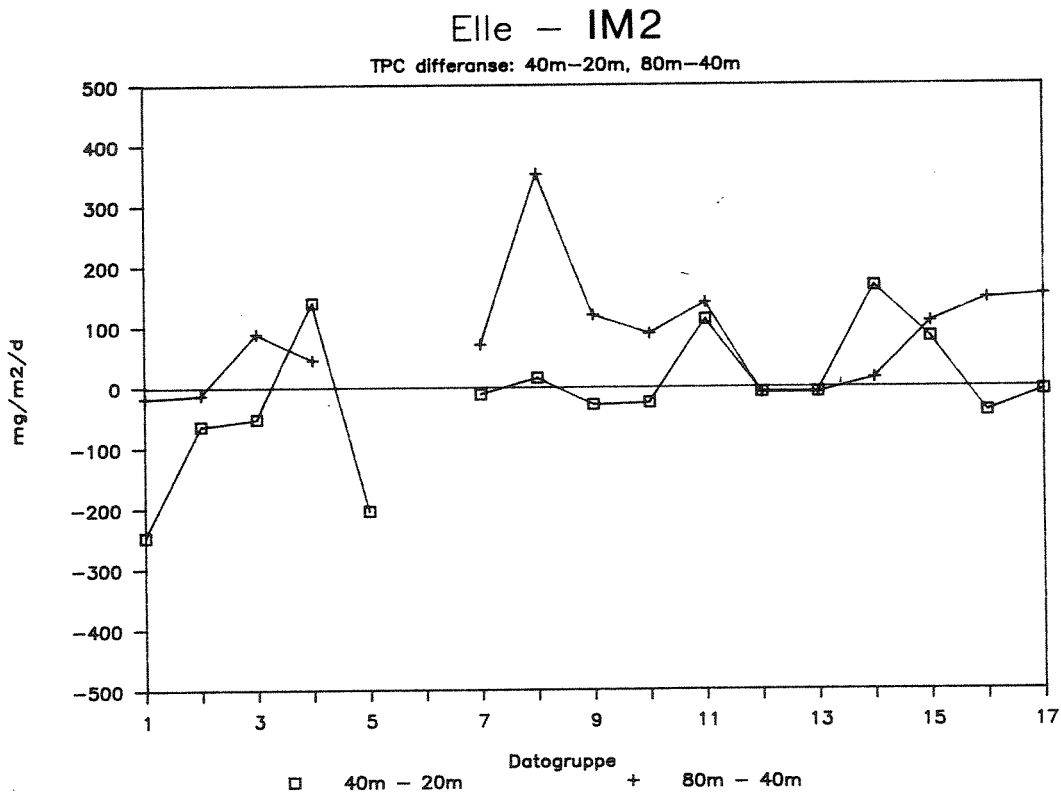
Figur 26. Forskjellen i sedimentasjon av TPC på 40 og 20, 80 og 40 meters dyp i Vestfjorden 1985-86.

4.5 Drøbaksundet (Elle lykt)

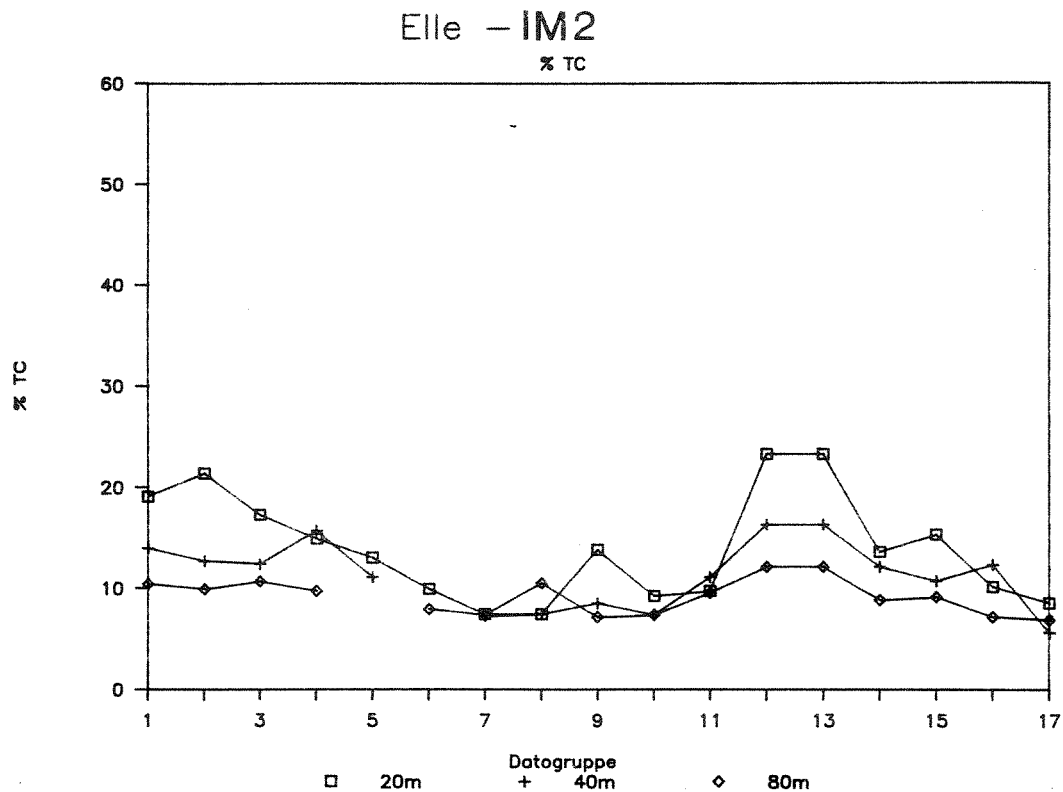
Sedimentasjonsbildet er mye mere komplekst i Drøbaksundet og i stor grad styrt av resuspensjon. Variasjonen i TPM i 20 meter var i stor grad i samme område som Bunnefjorden og Vestfjorden, men det var en kraftig økning med dypet med opp til $5 \text{ g/m}^2/\text{d}$ i 80 meters dyp i november 1986 (figur 27-28). Karboninnholdet (figur 29) var lavere enn i Bunnefjorden og Vestfjorden, som medførte også lavere TPC verdier (figur 30).



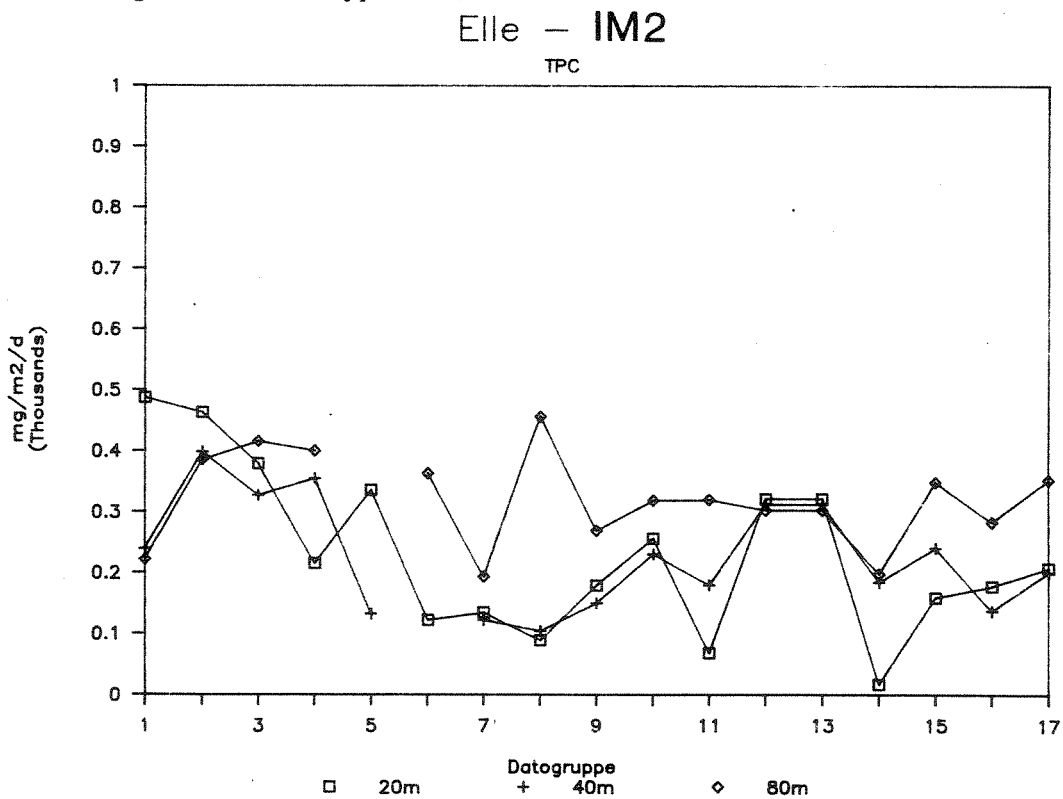
Figur 27. Sedimentasjon av totalt partikulært materiale (TPM) på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet.



Figur 28. Forskjellen i sedimentasjon av TPC på 40 og 20, 80 og 40 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.



Figur 29 Innholdet av total karbon (TC) i sedimentfeller på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.

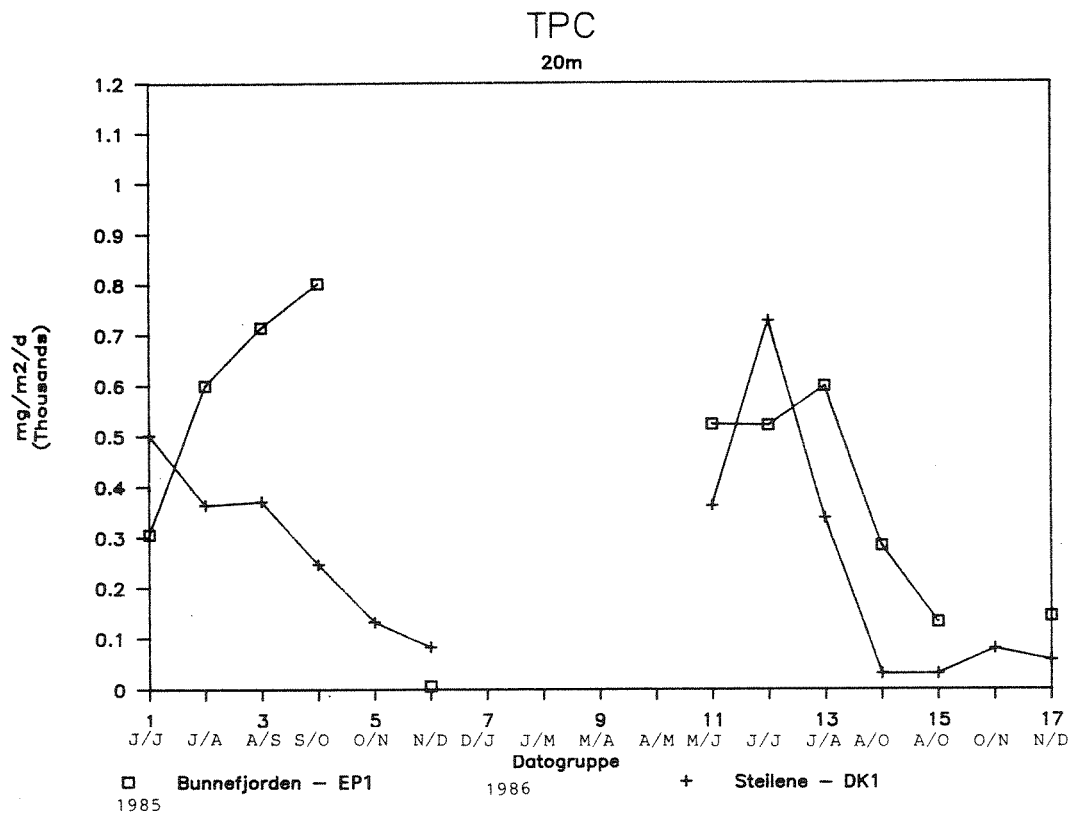


Figur 30: Sedimentasjonsfluksen av TPC på 20, 40 og 80 meters dyp i Drøbaksundet 1985-86.

4.6 Geografiske forskjeller

Stasjonen i Drøbaksundet har som tidligere nevnt et komplisert sedimentasjonsbilde som er forskjellig fra stasjonene innenfor Drøbakterskelen. Dette skyldes antakelig topografiske, hydrodynamiske og hydrokjemiske forskjeller.

Mellom Bunnefjorden og Vestfjorden var det god samvariasjon i TPC verdien i 20 meters dyp i 1986 (figur 31). Imidlertid var det store forskjeller mellom Bunnefjorden og Vestfjorden høsten 1985. Mens TPC verdiene var ca. $0.8 \text{ g/m}^2/\text{d}$ i 20 meters dyp i Bunnefjorden i september/oktober, var den $0.25 \text{ g/m}^2/\text{d}$ i Vestfjorden.

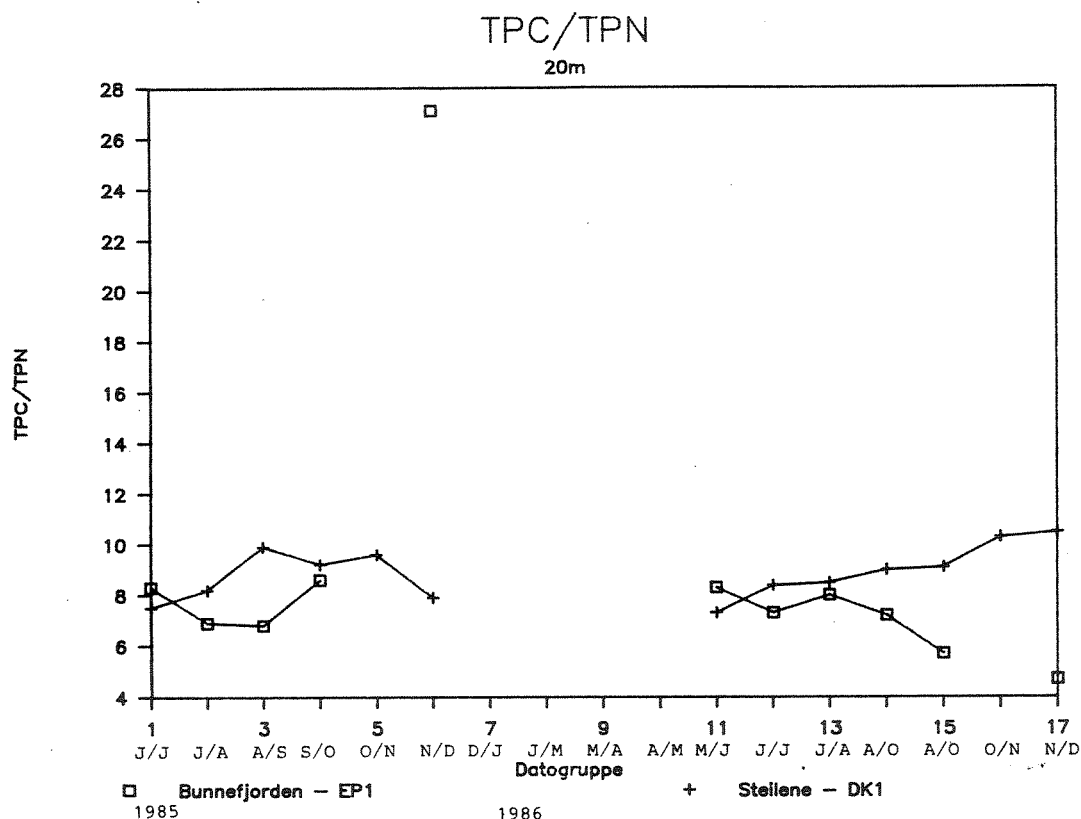


Figur 31. Sedimentasjon av TPC på 20 meters dyp i Bunnefjorden og Vestfjorden 1985-86.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen gir informasjon om type organisk materiale som sedimenterer. TPC/TPN verdiene var for både Bunnefjorden og Vestfjorden mellom 6 og 10 (figur 32). Innledningsvis ble det opplyst at karbonverdiene var total karbon. Karbon- nitrogen forholdstallet for det organiske materialet er derfor noe lavere. Verdiene viser at de organiske tilførselene er dominert av planteplankton. I november/desember var forholdstallet 27 for materialet fra Bunnefjorden. Det var samtidig en meget lav fluks av TPC. Det er mulig

at dette viser et tidspunkt med lave organiske tilførsler av terrestrisk dominert materiale.

TPC/TPN- verdiene var gjennomgående noe høyere i Vestfjorden. Dette er rimelig ut fra en noe større TPC-fluks i Bunnefjorden.



Figur 32. Forholdet mellom total organisk karbon og total partikulært nitrogen (TPC/TPN) i sedimentfeller på 20 meters dyp i Bunnefjorden og Vestfjorden 1985-86.

4.7 Årlig sedimentasjon

Årlig sedimentasjon av TPC og TPN er beregnet ved å ta aritmetisk middelværdi av alle enkeltmålingene. Dette har selvfølgelig svakheter, og må betraktes som et relativt grovt mål og ikke en eksakt verdi. Hvis det hadde vært data for vinterhalvåret ville dette sannsynligvis ført til lavere verdier. På en annen side er trolig ikke vår-oppblomstringene med i beregningene siden målingene ikke startet før mai måned. Inkludering av verdier fra tidlig vår ville trolig gitt høyere årlig sedimentasjon. Tabell 6 gir tallene for 20 meters dyp for Bunnefjorden og Vestfjorden.

Tabell 6. Årlig sedimentasjon av total klarbon (TPC) og total nitrogen (TPN) ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$) i 20 meters dyp på stasjonene i Bunnefjorden og Vestfjorden (11 observasjoner)

	Bunnefjorden		Vestfjorden	
	Middelv.	Standardav.	Middelv.	Standardav.
TPC	420	260	267	219
TPN	56	33	32	27

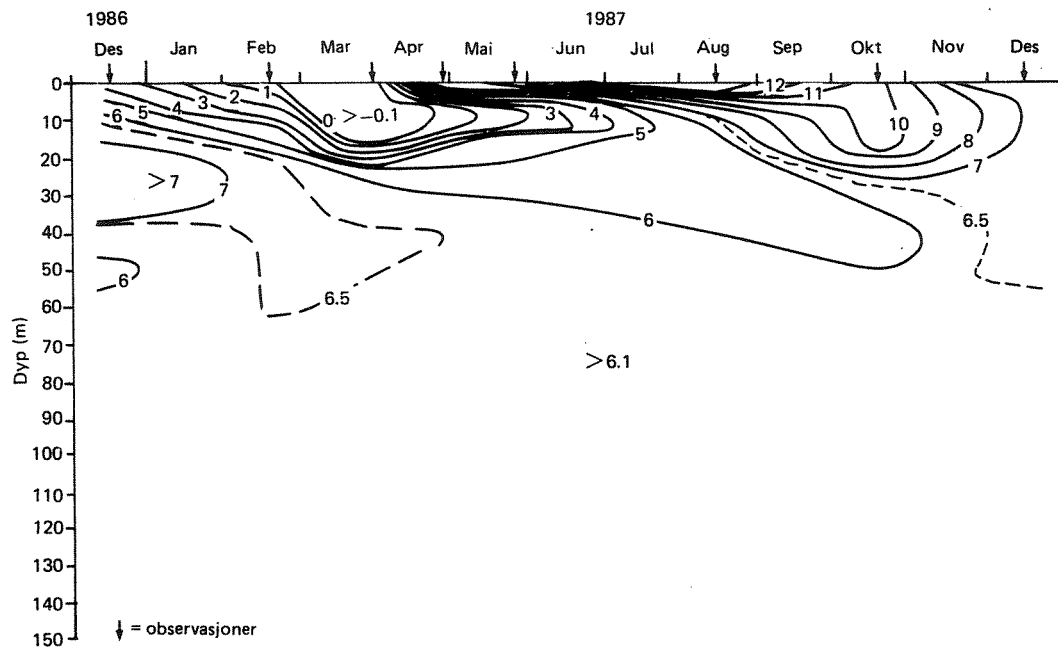
LITTERATUR.

- 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.

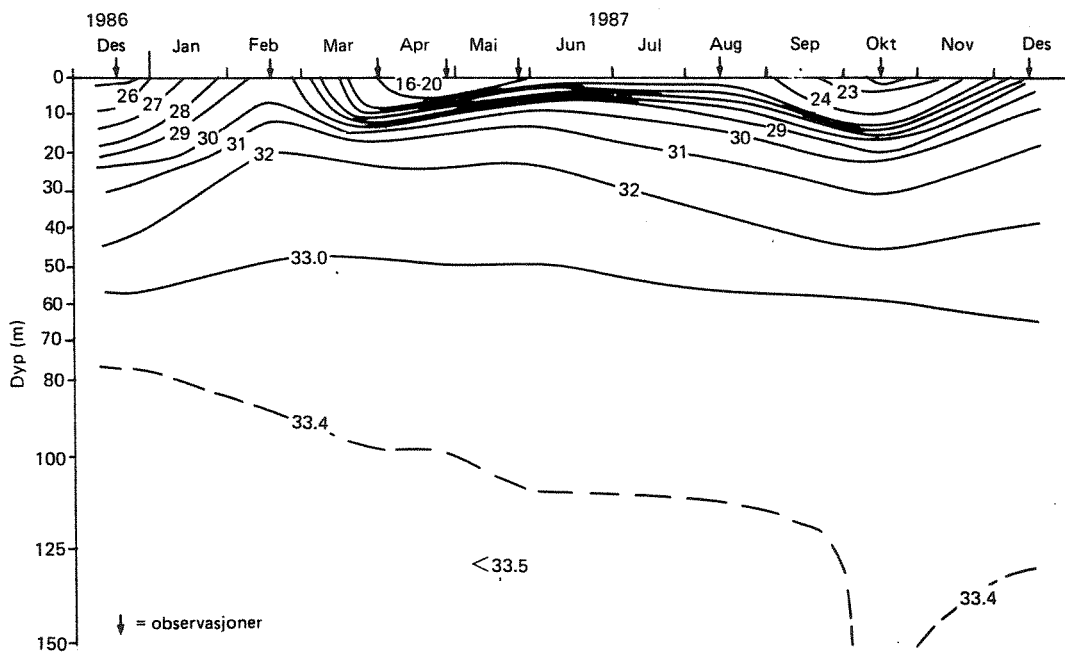
- Kirkerud, L., Knutzen, J., Magnusson, J., Ormerød, K. og Rygg, B. 1984:
Vurdering av rensekrav for sjøresipienter. Rapport nr. 7.
Effekter av tilførsler av plantenæringsstoffer og organisk
stoff. (0-81006). Norsk institutt for vannforskning.
- Magnusson, J. og Bjerkeng, B. 1985: Overføring av avløpsvann 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. (0-8000315) 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.

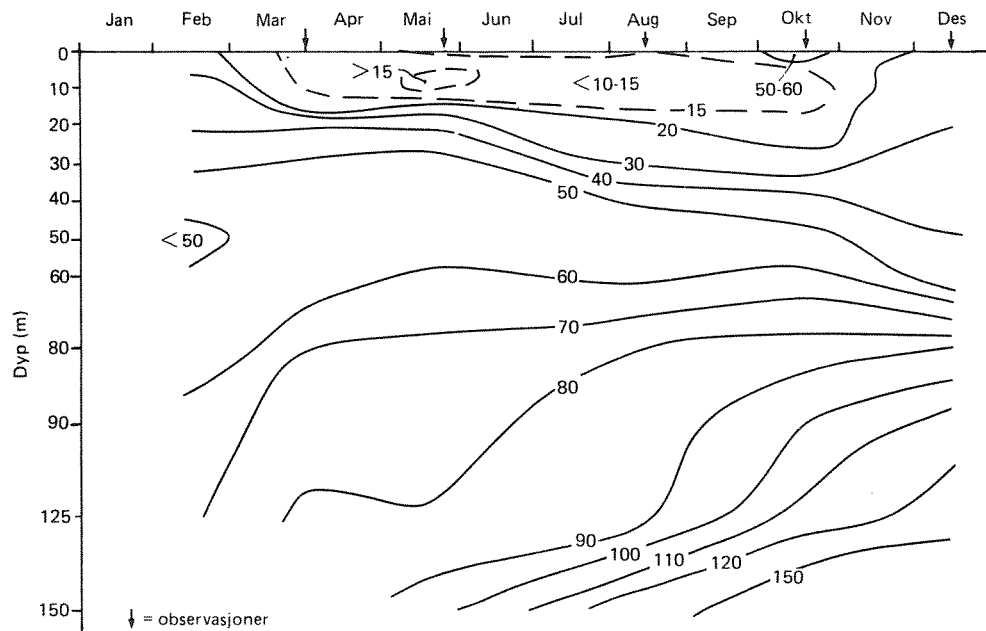
HYDROGRAFISKE DATA 1987



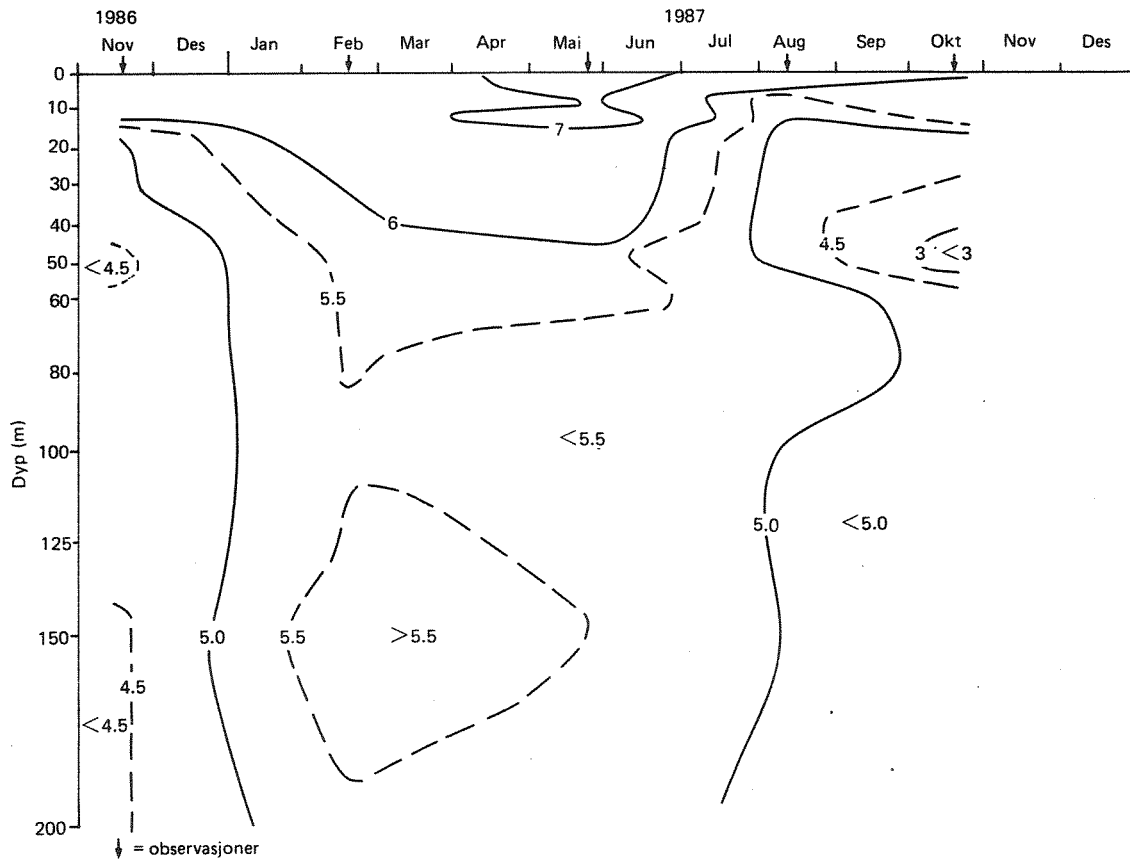
Figur a. Temperaturvariasjonen (C) i Bunnefjorden (EP1) 1987.



Figur b. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Bunnefjorden (EP1) 1987.



Figur c. Totalfosforvariasjonen ($\mu\text{g/l}$) i Bunnefjorden (EP1) 1987.



Figur d. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (IM2) 1987.

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYPP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	870217	1610	T.BRAARUD	10.0	LYSGRØNN	0.55 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l	µg/l
0	0.04	29.83	23.93	6.84	82.1	34	27.5
4	1.14	29.83	23.88	6.37	78.7	34	27.5
8	2.22	30.44	24.31	5.40	68.9	38	31.0
12	4.02	31.16	24.73	3.70	49.6	39	33.0
16	5.54	31.72	25.01	2.47	34.5	43	37.5
20	6.65	32.23	25.28	1.98	28.5	50	34.5
25	6.59	32.46	25.47	2.14	30.8	52	46.5
30	6.64	32.64	25.60	2.06	29.7	55	49.5
40	6.51	32.87	25.81	2.20	31.7	55	51.5
50	6.52	33.03	25.93	2.67	38.5	54	49.5
60	6.52	33.13	26.01	3.12	45.0	55	50.5
80	6.23	33.37	26.23	1.14	16.4	71	52.0
100	6.16	33.45	26.30	1.35	19.3	72	67.0
125	6.14	33.48	26.33	1.24	17.7	81	69.0

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYPP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	870217	1430	T.BRAARUD	14.5	LYSGRØNN	0.55 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l	µg/l
0	-0.60	29.63	23.79	7.27	85.71	32	32.5
4	0.04	29.79	23.90	6.82	81.89	44	33.0
8	1.59	30.51	24.40	5.82	73.15	35	35.0
12	3.26	31.09	24.74	4.63	60.97	48	32.0
16	4.51	31.57	25.00	3.92	53.41	40	34.0
20	5.82	32.10	25.28	3.18	44.88	45	36.0
25	6.50	32.43	25.46	3.05	43.84	43	36.5
30	6.69	32.63	25.59	2.90	41.93	48	42.0
40	6.29	32.90	25.86	4.36	62.55	39	34.0
50	6.47	33.24	26.10	4.62	66.72	37	32.5
60	6.61	33.44	26.24	4.95	71.81	37	33.0
70	6.65	33.54	26.32	4.99	72.51	36	32.0
80	6.61	33.61	26.37	5.09	73.92	36	31.0
90	6.58	33.59	26.37	5.23	75.90	34	29.5

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
IM 2	870217	1230	T.BRAARUD	13.0	LYSGRØNN	0.20 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	‰	σ-t	ml/l	‰	µg/l	µg/l
0	1.80	30.73	24.56	6.76	85.5	31	26.0
4	2.10	30.76	24.56	6.58	83.9	31	26.0
8	2.16	30.79	24.58	6.56	83.8	31	26.0
12	2.94	31.26	24.90	6.44	84.2	30	25.0
16	3.33	31.65	25.18	6.51	86.2	28	24.5
20	3.71	31.98	25.41	6.41	85.8	29	24.0
30	4.90	32.75	25.90	6.00	83.1	29	25.0
40	6.11	33.68	26.49	5.86	84.1	28	24.0
50	7.10	34.35	26.89	5.62	82.9	28	23.0
60	7.20	34.59	27.07	5.55	82.2	30	24.5
80	7.07	34.75	27.21	5.51	81.4	30	25.0
100	7.00	34.80	27.26	5.46	80.6	30	26.0
125	6.95	34.80	27.27	5.55	81.8	31	26.0
150	6.92	34.80	27.27	5.92	87.2	31	26.5
195	6.90	34.81	27.28	5.41	79.7	32	27.5

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	870330	1130	T.BRAARUD	6.0	GRØNN	2.76 µg/l

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	‰	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	-0.40	23.00	18.43	10.12	114.6	10
4	-0.80	24.41	19.57	10.38	117.4	11
8	-0.87	24.54	19.68	10.67	120.5	11
12	-0.96	27.12	21.77	10.51	120.6	16
16	-0.05	30.57	24.53	8.63	103.9	17
20	2.60	31.41	25.05	3.77	48.9	35
25	5.60	32.01	25.24	1.98	27.7	47
30	6.33	32.29	25.37	1.85	26.4	50
40	6.52	32.79	25.74	1.88	27.1	55
50	6.50	33.06	25.95	2.51	36.2	55
60	6.47	33.13	26.01	2.45	35.3	55
80	6.21	33.53	26.36	1.03	14.8	71
100	6.16	33.52	26.36	1.11	15.9	76
120	6.15	33.56	26.39	1.03	14.7	83

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	870330	1330	T.BRAARUD	6.0	GRØNN	5.21 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l
0	-0.25	22.45	17.98	9.40	106.5	12
4	-0.80	23.63	18.94	10.01	112.6	10
8	-0.90	24.59	19.72	10.22	115.4	12
12	-0.75	27.49	22.06	10.93	126.4	15
16	0.01	29.46	23.63	9.57	114.5	19
20	2.10	30.86	24.64	5.56	70.9	25
25	4.75	31.86	25.21	3.20	43.9	38
30	5.72	32.27	25.43	2.81	39.6	42
40	6.31	32.82	25.79	3.04	43.6	45
50	6.41	33.09	25.99	3.48	50.1	48
60	6.45	33.33	26.18	4.06	58.6	45
70	6.47	33.39	26.22	4.29	62.0	44
80	6.47	33.40	26.23	4.32	62.5	43
90	6.47	33.43	26.25	4.37	63.1	42

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	870427	1730	T.BRAARUD	-	-	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T
m	°C	°/∞	σ-t
0	8.37	15.27	11.78
4	4.21	20.88	16.56
8	0.11	24.93	19.98
12	0.33	29.79	23.88
16	2.90	31.04	24.73
20	4.40	31.63	25.06
30	6.25	32.37	25.44
40	6.50	32.74	25.70
50	6.49	32.97	25.89
60	6.45	33.08	25.98
80	6.23	33.34	26.21
100	6.17	33.40	26.26
125	6.15	33.41	26.28
150	6.14	33.42	26.29

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	870525	1130	T.BRAARUD	4.0	GRØNN	1.28 µg/l

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	13.29	18.15	13.33	8.34	127.5	16
4	4.27	26.86	21.29	6.94	91.1	14
8	1.82	29.83	23.84	5.56	69.9	17
12	2.00	30.79	24.60	3.79	48.2	11
16	4.45	31.34	24.83	2.28	30.9	30
20	4.98	31.84	25.17	2.15	29.6	38
25	5.83	32.17	25.33	1.75	24.7	48
30	6.07	32.41	25.49	1.49	21.2	54
40	6.45	32.83	25.78	1.51	21.7	60
50	6.48	33.01	25.92	2.24	32.3	56
60	6.40	33.04	25.96	1.70	24.4	62
80	6.22	33.36	26.23	0.94	13.5	73
100	6.18	33.39	26.26	0.85	12.2	78
125	6.17	33.42	26.28	0.99	14.2	80
150	6.15	33.46	26.32	0.73	10.4	97

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	870525	1450	T.BRAARUD	5.5	GRØNN	1.31 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	11.75	22.33	16.81	7.58	115.0	11
4	4.34	27.56	21.84	7.82	103.3	10
8	3.80	30.83	24.48	5.70	75.9	31
12	4.60	31.54	24.97	4.05	55.3	23
16	5.03	31.86	25.18	4.13	57.1	29
20	4.35	31.89	25.27	5.02	68.2	26
25	4.40	32.00	25.36	4.88	66.5	28
30	4.42	32.22	25.53	5.07	69.2	29
40	5.61	32.52	25.64	4.60	64.7	34
50	5.78	32.84	25.87	3.44	48.7	50
60	6.13	33.08	26.02	3.39	48.5	52
70	6.15	33.16	26.08	3.81	54.5	49
80	6.24	33.25	26.14	3.74	53.7	53
90	6.31	33.27	26.15	3.63	52.2	56

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
IM 2	870525	1650	T.BRAARUD	7.5	GRØNN	1.05 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l
0	9.32	25.92	19.97	7.35	108.1	13
4	5.91	29.39	23.13	7.28	101.1	17
8	4.45	31.65	25.07	7.02	95.5	17
12	3.92	31.80	25.24	7.81	105.0	19
16	3.43	32.05	25.49	6.93	92.2	21
20	3.32	32.13	25.56	6.79	90.1	22
30	2.96	32.60	25.97	6.73	88.8	21
40	3.17	33.27	26.48	6.53	87.0	22
50	4.96	34.09	26.96	5.70	79.8	28
60	5.68	34.40	27.12	5.58	79.6	32
80	6.28	34.76	27.33	5.28	76.6	34
100	6.17	34.83	27.40	5.43	78.6	33
125	6.03	34.86	27.44	5.43	78.4	33
150	5.97	34.86	27.45	5.50	79.3	35
195	5.91	34.87	27.46	5.36	77.2	45

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	870813	1550	T.BRAARUD	3.5	GRÅ/GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l
0	13.80	24.95	18.47	5.90	95.1	15.0
4	12.01	26.05	19.64	4.96	77.5	12.0
8	7.20	28.54	22.31	3.24	46.1	10.0
12	6.14	29.63	23.29	3.22	45.0	9.0
16	5.96	30.43	23.94	3.02	42.3	15.0
20	5.24	30.94	24.43	2.63	36.3	20.0
25	5.10	31.35	24.77	2.34	32.3	26.0
30	4.85	31.66	25.04	1.64	22.5	28.0
40	6.06	32.25	25.37	0.81	11.5	48.0
50	6.39	32.79	25.76	1.12	16.0	55.0
60	6.45	33.05	25.96	1.36	19.6	57.0
80	6.24	33.36	26.23	0.33	4.7	81.0
100	6.21	33.38	26.25	0.35	5.0	86.0
125	6.19	33.42	26.28	0.31	4.4	87.0
150	6.19	33.41	26.27	0.20	2.8	130.0

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	870813	1330	T.BRAARUD	3.5	GRÅ/GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	14.45	24.68	18.14	6.29	102.6	8.0
4	13.58	25.46	18.90	4.26	68.5	5.0
8	9.21	29.24	22.58	5.32	79.7	9.0
12	8.82	29.79	23.06	4.39	65.4	9.0
16	8.05	30.49	23.72	4.23	62.2	13.0
20	7.31	31.03	24.25	3.66	53.1	21.0
25	6.41	31.58	24.80	3.70	52.7	23.0
30	5.71	31.69	24.97	2.69	37.7	31.0
40	5.51	32.13	25.34	1.81	25.3	41.0
50	5.89	32.59	25.66	1.07	15.1	61.0
60	5.97	32.78	25.80	1.47	20.9	64.0
70	5.81	32.81	25.84	2.10	29.7	63.0
80	5.81	32.87	25.89	2.15	30.4	64.0
90	5.83	32.92	25.93	2.21	31.3	68.0

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
IM 2	870813	1130	T.BRAARUD	3.5	GRÅ/GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	13.78	26.62	19.76	6.57	106.9	12.0
4	12.79	27.65	20.74	6.03	96.8	9.0
8	11.59	29.35	22.27	5.33	84.2	9.0
12	11.57	30.11	22.87	5.00	79.3	8.0
16	11.45	30.65	23.31	4.82	76.5	6.0
20	11.15	30.81	23.48	4.81	76.0	7.0
30	10.13	31.33	24.06	4.76	73.8	9.0
40	8.93	31.62	24.48	4.60	69.5	14.0
50	7.30	32.00	25.01	4.85	70.8	19.0
60	5.74	32.58	25.67	5.39	76.1	19.0
80	5.13	34.18	27.01	5.22	73.4	29.0
100	5.72	34.69	27.34	4.96	71.0	44.0
125	5.91	34.86	27.45	4.94	71.1	34.0
150	5.91	34.88	27.46	4.98	71.7	33.0
200	5.97	34.92	27.49	4.81	69.4	42.0

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
AP 2	871019	0900	T.BRAARUD	1.5	BRUN	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	TOT-P	PO ₄ -P	TOT-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	TOC
m	°C	°/∞	σ-t	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
0	10.20	15.68	11.88	32.0	19.0	843	178	90	4.2
4	10.45	21.85	16.64	-	-	-	-	-	-
8	10.54	23.50	17.91	-	-	-	-	-	-
12	10.60	24.39	18.59	-	-	-	-	-	-
16	10.69	24.69	18.81	-	-	-	-	-	-
19	9.30	27.86	21.48	-	-	-	-	-	-

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A 0-2 M
EP 1	871019	1020	T.BRAARUD	1.7	BRUN	40.5 µg/l

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l	µg/l
0	10.32	21.70	16.54	7.64	111.9	59	7.0
4	10.48	23.37	17.81	5.83	86.6	11	2.5
8	10.58	23.91	18.22	5.52	82.4	10	3.0
12	10.69	24.40	18.58	5.00	75.1	12	-
16	10.66	25.13	19.15	3.11	46.9	15	-
20	9.20	28.50	22.00	1.60	23.8	16	-
25	7.20	30.17	23.59	2.19	31.5	16	-
30	6.34	30.78	24.17	2.07	29.3	24	-
40	5.65	31.52	24.84	0.75	10.5	42	-
50	5.94	32.29	25.41	0.54	7.6	54	-
60	6.41	33.04	25.95	0.84	12.0	64	-
80	6.26	33.31	26.19	0.16	2.3	85	-
100	6.22	33.35	26.22	0.13	1.8	100	-
125	6.21	33.39	26.25	0.12	1.7	110	-
150	6.21	33.39	26.26	0.11	1.5	190	-

STASJON	DATO	KLOKKEN	(forts.)
EP 1	871019	1020	

DYP	TOT-N	NO3-N	NH4-N	TOC
M	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
0	974	136	65	5.2
4	410	126	60	3.3
8	386	123	65	2.5

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	871019	1240	T.BRAARÛD	1.9	-	8.1 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l	µg/l
0.	9.85	17.54	13.37	6.82	96.2	21	10.0
4.	10.42	23.92	18.25	5.87	87.4	18	2.5
8.	10.40	24.18	18.45	5.81	86.6	13	2.5
12.	10.37	24.57	18.76	5.21	77.8	11	-
16.	10.48	25.71	19.63	5.07	76.4	11	-
20.	9.39	28.62	22.06	2.78	41.6	14	-
25.	7.86	30.46	23.73	2.08	30.4	22	-
30.	7.15	30.97	24.22	1.78	25.7	28	-
40.	6.19	31.62	24.85	1.31	18.5	42	-
50.	5.98	32.13	25.29	1.09	15.4	56	-
60.	5.81	32.32	25.45	1.09	15.4	60	-
70.	5.78	32.44	25.56	1.25	17.6	62	-
80.	5.75	32.49	25.60	1.38	19.4	62	-
90.	5.74	32.49	25.60	1.43	20.1	62	-

STASJON	DATO	KLOKKEN	(forts.)	
DK 1	871019	1240		

DYP	TOT-N	NO3-N	NH4-N	TOC
m	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
0	546	130	50	4.5
4	350	101	40	2.8
8	350	109	40	3.0

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
IM 2	871019	1600	T.BRAARUD	2.6	GRÅBRUN	3.10 µg/l

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P	PO ₄ -P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	%	µg/l	µg/l
0	10.35	20.54	15.63	6.42	93.4	87.0	8.0
4	10.32	23.32	17.80	5.59	82.7	13.0	7.0
8	10.24	24.47	18.70	5.38	80.0	14.0	7.0
12	10.52	24.77	18.89	5.66	84.9	12.0	-
16	10.66	25.10	19.13	5.43	81.8	12.0	-
20	9.88	25.77	19.77	4.67	69.5	17.0	-
25	9.42	27.03	20.82	-	-	-	-
30	10.52	28.18	21.55	4.45	68.2	16.0	-
35	11.36	28.86	21.93	-	-	-	-
40	9.90	29.00	22.28	4.08	62.0	19.0	-
45	8.86	29.75	23.03	-	-	-	-
50	8.50	30.30	23.51	3.73	55.3	25.0	-
60	9.79	32.21	24.80	4.68	72.4	27.0	-
80	7.36	33.02	25.81	4.90	72.1	32.0	-
100	5.84	33.95	26.74	4.86	69.4	38.0	-
125	5.73	34.58	27.25	4.83	69.1	39.0	-
150	5.80	34.70	27.34	4.70	67.4	43.0	-
193	5.84	34.75	27.37	4.68	67.2	42.0	-

STASJON	DATO	KLOKKEN	(forts.)	
IM 2	871019	1600		

DYP	TOT-N	NO3-N	NH4-N	TOC
m	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
0	404	129	45	3.4
4	362	125	45	4.1
8	342	128	40	2.3

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
QQ 1	871214	1000	T.BRAARUD	8.5	GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	H ₂ S	OKS.MET.
m	°C	‰	σ-t	ml/l	ml/l	%
0	3.82	26.04	20.68	4.73	-	61.0
4	5.30	27.52	21.72	3.56	-	48.1
8	7.25	30.22	23.62	1.65	-	23.7
12	6.90	30.70	24.04	1.41	-	20.2
16	6.82	30.93	24.23	1.44	-	20.6
20	6.68	31.13	24.41	1.48	-	21.1
30	6.86	31.65	24.79	1.56	-	22.5
40	6.70	31.82	24.95	1.25	-	17.9
50	6.36	32.08	25.20	0.41	-	5.8
60	6.17	32.27	25.37	-1.74	0.87	-24.7

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
EP 1	871214	1050	T.BRAARUD	9.0	GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	‰	σ-t	ml/l	%	µg/l
0.	4.50	25.13	19.90	3.15	41.1	28
4.	6.75	28.85	22.60	2.72	38.4	30
8.	6.95	29.41	23.02	2.57	36.6	29
12.	7.07	30.26	23.67	2.55	36.6	30
16.	6.71	30.85	24.18	1.67	23.8	29
20.	6.53	31.03	24.35	1.72	24.5	29
25.	6.65	31.45	24.66	1.45	20.7	32
30.	6.75	31.74	24.88	1.45	20.8	32
40.	6.73	32.00	25.09	1.32	19.0	37
50.	6.77	32.18	25.23	1.31	18.9	40
60.	6.35	32.85	25.81	1.59	22.8	41
70.	6.32	33.18	26.07	0.28	4.0	-
80.	6.28	33.30	26.17	0.14	2.0	90
90.	6.25	33.31	26.18	0.14	2.0	-
100.	6.23	33.35	26.22	0.12	1.7	115
125.	6.22	33.39	26.25	0.10	1.4	125
150.	6.21	33.43	26.29	0.11	1.6	265

STASJON	DATO	KLOKKEN	FARTØY	SIKTEDYP	FARGE	KLOROFYLL A (0-2)M
DK 1	871214	1320	T.BRAARUD	9.5	GRØNN	-

DYP	TEMP.	SALT.	SIGMA-T	OKSYGEN	OKS.MET.	TOT-P
m	°C	°/∞	σ-t	ml/l	‰	µg/l
0	5.17	28.08	22.18	4.95	67.0	-
4	6.66	28.86	22.62	3.59	50.6	27
8	7.38	29.95	23.39	2.44	35.2	29
12	7.76	31.17	24.30	2.03	29.8	34
16	7.84	31.42	24.48	2.24	33.0	36
20	8.58	31.84	24.71	3.24	48.7	30
25	8.86	32.21	24.95	3.74	56.6	29
30	9.08	32.42	25.08	3.88	59.1	30
35	9.14	32.53	25.16	3.92	59.9	-
40	8.49	32.51	25.25	3.42	51.5	35
45	7.98	32.49	25.31	3.09	46.0	-
50	7.60	32.47	25.34	2.81	41.5	41
60	8.57	32.77	25.44	3.49	52.7	34
70	8.10	32.65	25.41	3.04	45.4	38
80	7.74	32.63	25.45	2.89	42.8	42
90	7.36	32.59	25.47	2.61	38.3	44