

BRA

Indre Oslofjord

0-71160

1681

Oppdragsgivere Fagrådet for kloakksamarbeid
i Indre Oslofjord
Statens forurensningstilsyn



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport nr. 169/84

Overvåking av forurensnings- situasjonen 1983



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

| |
|--------------------------------|
| Rapportnummer: 0-71160 |
| Undernummer: XXXVII |
| Løpenummer: 1681 |
| Begrenset distribusjon: Fri |

| | |
|--|---|
| Rapportens tittel: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1983 (Overvåkingsrapport 169/84) | Dato: 18/10-84 |
| | Prosjektnummer: 0-71160 |
| Forfatter (e): Jan Magnusson Lars Kirkerud Torsten Källqvist <i>G. Norheim, Veterinærinstituttet</i> Are Pedersen <i>Karl Tangen, Universitetet i Oslo</i> | Faggruppe: Hydroøk. div. |
| | Geografisk område: Østfold, Akershus, Buskerud |
| | Antall sider (inkl. bilag): |

| | |
|---|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: Fagrådet for kloakksamarbeid i Indre Oslofjord. Statens forurensningstilsyn (delfinansiering). | Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): |
|---|----------------------------------|

Ekstrakt:

Overvåkingsprogrammet for oppfølging av forurensningsutviklingen i Indre Oslofjord 1983 beskriver fjordens hydrografi (vannutveksling, oksygenutvikling), algevekst i overflatelag, fastsittende alger, miljøgifter i fisk samt bakterier i havnebassenget. Vannutskiftningen var dårlig i 1983 og oksygeninnholdet like lavt som de dårligste årene i perioden 1960-80. I Drøbaksundet har oksygenkonsentrasjonen i dypvannet avtatt i perioden 1973-83 sammenlignet med 1945-61. Klorofyllinnholdet i overflatevannet var i store deler av fjorden omtrent som i 1982 og sammenlignet med tidligere perioder forholdsvis lav om sommeren. Siktedypet var også noe bedre, særlig på slutten av sommeren. Det ble registrert giftige alger i fjorden 1983, men uten noen stor oppblomstring. Nedre voksegrense for de fastsittende alger var som i 1982, unntatt en klar forbedring i Bærumsbassenget. Konsentrasjonen av termotolerante bakterier var noe høyere i Oslo havnebasseng 1983 enn i 1982. De analyserte miljøgifter i fisk (PCB, DDE, og kvikksølv) viste høyest konsentrasjon nær Oslo, i gjennomsnitt: 0,2 mg/kg kvikksølv i filet, 8 mg/kg PCB og 0,8 mg/kg DDE i lever.

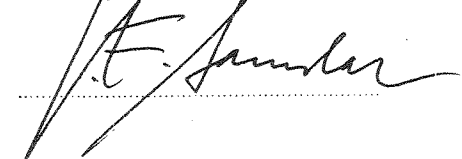
| |
|---|
| 4 emneord, norske: <u>Statlig program</u> |
| 1. Overvåkingsrapport 169/84 |
| 2. Hydrografi |
| 3. Marinbiologi |
| 4. Oslofjord |
| Årsrapport 1983 |

| |
|----------------------|
| 4 emneord, engelske: |
| 1. Monitoring |
| 2. Hydrography |
| 3. Marine Biology |
| 4. Oslofjord |

Prosjektleder:


Divisjonssjef:

For administrasjonen:



ISBN 82-577-0859-3

OVERVAKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I

INDRE OSLOFJORD 1983

Oslo, 18/10 1984

Prosjektleder : J. Magnusson
Forfattere : L. Kirkerud
T. Källqvist
G. Norheim,
Veterinærinstituttet
A. Pedersen
K. Tangen, *UiO*

FORORD

På oppdrag av Fagrådet for kloakksamarbeide i Indre Oslofjord utfører Norsk institutt for vannforskning overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. Også Statens forurensningstilsyn bidrar økonomisk til undersøkelsen 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 er 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 styring av overvåkingsundersøkelsene er delegert til styringsgruppe (I) for overvåkingsundersøkelser i Indre Oslofjord, opprettet den 30.5. 1978.

Medlemmer i denne styringsgruppe er i dag:

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Oslo vann- og kloakkvesen | P. Hallberg (formann) |
| Biologisk Institutt, UiO | T. Andersen |
| Bærum vann- og kloakkvesen | H. K. Hoff |
| Vestfjordens Avløpsselskap | P. Sagberg |
| Statens forurensningstilsyn | T. Johannessen |
| Akershus Miljøvernnavdeling | B. Slyngstad |

Fagrådet har også utnevnt en styringsgruppe (II) for å arbeide med kartlegging av tilførsler til Indre Oslofjord.

Resultater fra overvåkingsprogrammet blir rapportert hvert år i årsrapport. Denne rapport er nummer 10 i dette prosjektet og omfatter året 1983.

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

Cand.real. Karl Tangen ved Biologisk Institutt, UiO har stått for rapportering av kap. 3.3.2 giftige planteplankton. Cand.mag. Gunnar Eriksson ved avd. marin botanikk har bearbeidet planktonmaterialet og deltatt i feltarbeid. Analysene av miljøgifter i fisk er utført ved Veterinærinstituttet i Oslo av Gunnar Norheim. Analyser av PCB og DDE er utført for Veterinærinstituttets egen regning. Følgende personer har deltatt i planlegging og gjennomføring av arbeidet:

Lars Kirkerud (miljøgifter i fisk)

Torsten Källqvist (overflatevannets kvalitet m.m.)

Jan Magnusson (hydrografi, prosjektledelse)

Norman Green (feltarbeid og databearbeidelse)

Knut Kvalvågnes (feltarbeid og databearbeidelse)

Frank Kjellberg (feltarbeid, databearbeidelse)

Are Pedersen (fastsittende alger)

Einar I. Andersen (skipper på NIVAs forskningsfartøy "H.H.Gran").

Oslo, 18/10 1984

Jan Magnusson

INNHALDSFORTEGNELSE

| | Side: |
|---|-------|
| FORORD | 3 |
| 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER | 9 |
| 2. INNLEDNING | 13 |
| 2.1 Forurensningstilførsler | 13 |
| 2.2 Effekter av forurensningstilførselen | 15 |
| 2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet | 16 |
| 2.3.1 Hydrografi, hydrokjemii og strømmålinger | 16 |
| 2.3.2 Observasjoner i overflatevannet | 16 |
| 2.3.3 Vertikalutbredelse av fastsittende alger | 18 |
| 3. RESULTATER OG DISKUSJON | 18 |
| 3.1 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold 1983 | 18 |
| 3.2 Hydrografiske og hydrokjemiske forhold | 20 |
| 3.2.1 Vannutskiftninger | 20 |
| 3.2.2 Oksygenforholdene | 27 |
| 3.2.3 Hydrokjemiske forhold | 36 |
| 3.3 Overflatevannets kvalitet | 43 |
| 3.3.1 Siktedyp, klorofyll og planteplankton | 43 |
| 3.3.2 Giftige planktonalger | 52 |
| 3.3.3 Næringssalter og vekstpotensial | 58 |
| 3.4 Vertikalutbredelse av fastsittende alger | 60 |
| 3.5 Bakteriologiske undersøkelser i havnebassenget | 67 |
| 3.6 Miljøgifter i fisk | 72 |
| REFERANSER | 77 |
| VEDLEGG 1. Meteorologiske og hydrologiske data | |
| VEDLEGG 2. Hydrografiske data | |
| VEDLEGG 3. Vertikalutbredelse av fastsittende alger | |
| VEDLEGG 4. Bakteriologiske data | |

FIGURER

| | Side: |
|---|-------|
| 1. Fosfortilførsel i Indre Oslofjord 1920-80 (Fra Bergstøl, Fjeldberg og Olsen, 1981) | 14 |
| 2. Stasjonsnett 1983 | 19 |
| 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1983 | 21 |
| 4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1) 1983 | 21 |
| 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1983 | 22 |
| 6. Total-fosfor variasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) 1983 | 22 |
| 7. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1983 | 23 |
| 8. Saltholdighetsvariasjonen i overflatelaget i Bunnefjorden (EP1) og Vestfjorden (DK1) mai-september 1983 | 26 |
| 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober i Bunnefjorden 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82 | 28 |
| 10. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-83. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens biologiske stasjon i Flødevigen og NIVA) | 29 |
| 11. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82 | 31 |
| 12. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1975-81. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen og NIVA) | 32 |
| 13. Dypvannsfornyelse og oksygenkonsentrasjon (oktober måned) på 80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) 1962-65 og 1973-82 | 33 |
| 14. Oksygenforbruket i Vestfjordens dypvann (DK1) mai-oktober 1983 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82 | 34 |
| 15. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) på 80 meters dyp i Drøbaksundet (KN1) i perioden 1945-83 for oktober måned | 35 |
| 16. Totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82 | 37 |
| 17. Variasjonen av totalnitrogen, nitrat og nitritt, totalfosfor, ortofosfat ($\mu\text{g}/\text{l}$) og forholdet totalnitrogen/totalfosfor, (mol/mol), samt oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) på 80 meters dyp 1973-83 | 38 |

Figurtekst (fortsatt)

| | Side: |
|---|-------|
| 18. Ortofosfatkonsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) på 75-80 metersdyp i Vestfjorden (Stasjon DK1 og FL1) i tidsrommet 1933-83 (Data fra Braarud og Ruud, 1937, Føyn 1952 og NIVA) | 40 |
| 19. Eksempel på totalfosfortrend i Bærumsbassenget 1973-83 | 42 |
| 20. Siktedypvariasjonen på stasjonene AP2, CQ1 og EP1 mai-august 1983 | 44 |
| 21. Siktedypvariasjonen på stasjonene DK1, BL4 og BN1 mai-august 1983 | 45 |
| 22. Horisontalutbredelsen av klorofyll <u>a</u> i overflatevannet (0-2 m) gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden | 46 |
| 23. Månedsmiddel (juni, juli, august) av klorofyll <u>a</u> 7 stasjoner i 1983 sammenlignet med middelferdi og standardavvik for perioden 1974-82 | 59 |
| 24. Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i overflatevann 0-2 m) fra stasjonene AR2 og EP1 1983 | 61 |
| 25. Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i overflatevann 0-2 m) fra stasjonene BL4 og DK1 | 62 |
| 26. Stasjonskart for undersøkelse av nedre voksegrense for fastsittende alger på 7 stasjoner i Indre Oslofjord 1-2.12 1983 | 64 |
| 27. Stasjonsnett for termotolerante koliforme bakterier 1983 | 68 |
| 28. Prosentvis fordeling av årsklassene i prøvene fra Indre Oslofjord, Drøbaksundet og færder | 73 |
| 29. Lengdevekst hos torsk fra Oslofjordområdet | 74 |

TABELLER

| | Side: |
|---|-------|
| 1. Tokter og observasjoner i 1983 | 17 |
| 2. Beregnet dypvannsutskiftning 1973-83 samt prosentvis fornyelse av volumet under 20 meters dyp i Indre Oslofjord | 24 |
| 3. Antall potensielle utskiftninger av overflatelaget (0-10 m) i Indre Oslofjord beregnet etter nordlige vinder i 1983 | 25 |
| 4. Potensiell vannutskiftning av overflatelaget (0-10 m) 1977-83 | 27 |
| 5. Middelverdi for klorofyll og siktedyp i perioden 20.6-1.9 1983 | 49 |
| 6. Forekomst av potensielt giftige dinoflagellater i Oslofjorden i 1983, samt resultatet av PSP-målinger i blåskjell innsamlet i Oslo, Bærum og Asker. Disse flagellatkonsentrasjonene er angitt som antall celler pr. liter sjøvann; PSP-verdier er antall museletalenheter pr. 100 g blåskjellmat og angir maksimumsverdier for hver uke. PSP-data er tatt fra Underdal & Yndestad (1984) | 56 |
| 7. Forekomst av potensielt giftige dinoflagellater i Oslofjorden før 1983, samt PSP-data (referanser i Tangen 1983) Konsentrasjoner som Tabell 1; maksimumstall for hver måned | 57 |
| 8. Begrensende næringsstoff ved vekstpotensialmålinger i 1983 | 60 |
| 9. Antall arter av alger under 1 m, innbyrdes forhold mellom rød, brun- og grønn-alger, nedre grense og dets artssammensetning ved 7 stasjoner i Indre Oslofjord 1982 og 1983 | 66 |
| 10. Termotolerante koliforme bakterier sommerstid i Oslo Havnebasseng (bakterier pr. 100 ml.) | 70 |
| 11. Totalantall (kim) bakterier i Oslo havnebasseng sommerstid (bakterier pr. ml). | 71 |
| 12. Kondisjonsfaktor for torsk | 73 |
| 13. Normaliserte verdier av PCB, DDE og kvikksølv i torsk fra Oslofjordområdet, mg/kg våtvekt | 75 |
| 14. Gjennomsnittlige verdier av PCB, DDE og kvikksølv i torsk tatt ved Oslo- og Bærumsøyene, mg/kg våtvekt | 75 |

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord har som mål å følge forurensningsutviklingen ved observasjoner av enkelt påvisbare forurensningsvirkninger fra utslipp av hovedsaklig kommunalt avløpsvann. Resultatene fra de seneste årene viser en forandring i fjordens forurensningssituasjon. Den generelle negative utviklingen i løpet av 1900-tallet synes å ha nådd sitt bunnivå i perioden 1973-76. Senere er det blitt registrert enkelte positive trekk i fjordens forurensningsutvikling. Oppstartingen av Sentralrenseanlegg Vest (SRV) har hatt positive effekter, foreløpig registrert i de områder hvor avlastningen har vært størst, som f.eks. Berumbassenget.

1. I 1983 ble det innsamlet hydrografiske data fra 8 stasjoner på 4 tokt i februar, mai, august og oktober, samt ved kompletterende tokt i april, juni, september og desember. På hvert tokt ble siktedyp og vannets temperatur og saltholdighet observert samt vann analysert på oksygen, totalfosfor og ortofosfat. På toktene i februar, mai, august og oktober ble det også analysert på totalnitrogen, nitrat og ammonium.

I perioden juni-august ble det innsamlet overflateprøver (0-2 m) omtrent hver uke på 7 stasjoner for kvalitativt og kvantitativt bestemme vannets innhold av planteplankton samtidig med at det ble tatt siktedypsobservasjoner. På et utvalg av stasjoner ble det gjort forsøk med vekstbegrensende plantenæringsstoff (vekstpotensialforsøk). I juni til oktober ble det tatt ekstra tette observasjoner av siktedyp på to stasjoner i Vestfjorden.

Den vertikale utbredelsen av fastsittende alger ble undersøkt i desember 1983 på 7 stasjoner. I juni-august ble det analysert på termotolerante og totalantall bakterier fra 6 stasjoner i Oslo havnebasseng.

2. Dypvannsutskiftningen startet i desember 1982 og var i hovedsak avsluttet i februar 1983. Totalt ble ca. 2100 mill. m³ vann utskiftet, hvilket er dårligere enn gjennomsnittet for perioden 1973-82; omtrent like dårlig som de to dårligste årene i perioden, 1973 og 1975.

3. Vannutskiftningen i overflatelaget (0-10 m) var sommeren 1983 klart mindre enn gjennomsnittet for de siste 6 årene og sannsynligvis også mindre for hele året. Overflatelagets saltholdighet var betydelig lavere enn normalt i mai-juli 1983 ($< 15 \text{ ‰}$ i Vestfjorden og $< 14 \text{ ‰}$ ned til 12 meters dyp i Drøbaksundet).
4. Som følge av den dårlige vannutskiftningen ble oksygenforholdene ekstremt dårlige i fjorden 1983. I Bunnefjorden ble det registrert hydrogensulfidholdig vann opp til ca. 70 meter i oktober, omtrent samme nivå som i 1950, 1973 og 1976, men ikke så høyt opp som i 1961 (30 m). I Vestfjorden var oksygenforholdene også dårlige, like dårlige som i 1975, det inntil da dårligste året som er blitt observert.
5. Oksygenforbruket i Vestfjordens dypvann i 1983 var mindre enn normalt (1973-82) i perioden mai-august og noe større enn normalt i tidsrommet august-oktober; den organiske belastningen på dypvannet var således mindre i mai-august og noe større i august-oktober. For hele tidsrommet mai-oktober var oksygenforbruket nær gjennomsnittet.
6. I juli 1983 ble SRV satt i full drift. Foreløpig har utslippet på 50 meters dyp i Vestfjorden ikke gitt noen effekt på oksygenforholdene mellom utslippsdyp (50 m) og øvre innlagingsdyp (20 m). Oksygenforbruket på 40 og 50 meters dyp mai-oktober 1983 var noe mindre enn gjennomsnittet for perioden 1973-82.
7. De dårlige oksygenforholdene i fjordens dypvann i 1983 skyldes sannsynligvis i det alt vesentlige den tidlige og dårlige dypvannsutskiftningen. Oksygenforbruket i mai-oktober tyder på at den organiske belastningen på Vestfjordens dypvann har vært som normalt i et år hvor det er overført betydelige mengder kloakkvann fra Havnebassenget til Vestfjorden (SVR) og dessuten vannutskiftningen i overflatelaget (0-10 m) har vært dårlig.
8. Oksygenforholdene i Drøbaksundet viser en signifikant forverring i 1973-83 sammenlignet med 1945-50 eller 1951-61 på dypene 40-80 meter i oktober måned. Oksygenkonsentrasjonene er fortsatt langt fra kritiske, men den negative utviklingen er alvorlig og bør undersøkes nærmere for å avgjøre om problemet skyldes forhold i indre eller ytre Oslofjord eller er en effekt av generelt dårligere forhold i Skagerrak.

9. De hydrokjemiske forhold i Vestfjorden synes å ha endret seg. Totalfosforkonsentrasjonene avtar i overflatelaget og nitrogenkonsentrasjonene øker, spesielt nitratkonsentrasjonen under 30 meters dyp. Middelerdi av forholdet totalnitrogen/totalfosfor har økt signifikant på 80 meters dyp i 1980-83 sammenlignet med 1973-75, men er lavere enn middelerdien for perioden 1976-79. Den dårlige vannutskiftningen gav en økning i fosforkonsentrasjonen i Vestfjordens dypvann utover høsten 1983. Likevel blir gjennomsnittskonsentrasjonen av ortofosfat lavere på 80 meters dyp (FL1) i 1979-83 enn i perioden 1973-75, men ikke signifikant forskjellig fra perioden 1962-65 for oktober måned.
10. I bassengene i indre fjord har totalfosforkonsentrasjonen avtatt i de senere år spesielt i Bærumbassenget og Havnebassenget, men tildels også i de øvre vannmasser i Bekkelagsbassenget. Oksygenobservasjonene viser ingen signifikant utvikling i Bærumbassenget eller Havnebassenget. I Bekkelagsbassenget er utviklingen også uklar på tross av noen få negative tendenser.
11. De observerte forandringer av fjordens oksygenforhold og øvrige hydrokjemiske data sammenfaller med avtakende forurensningstilførsler, spesielt reduksjon av fosfor.
12. Klorofyllverdiene tyder på at planktonalgekonsentrasjonene i overflatevannet i 1983 var omtrent som i 1982 på de fleste stasjoner. Sammenlignet med tidligere perioder var klorofyllnivåene sommeren 1983 forholdsvise lave. Særlig i august var det lite alger og store siktedyp i Indre Oslofjord. Daglige målinger av siktedyp i Vestfjorden utenfor Nesoddlandet og Slemmestad viste ingen forskjell mellom de to punktene før eller etter oppstartingen av SRV.
13. Det ble ikke registrert noen større algeoppblomstringer i 1983 bortsett fra en lokal stor forekomst av dinoflagellater i midten av juni. I likhet med tidligere år, var det til enhver tid om sommeren en rekke potensielt giftige dinoflagellater i fjorden. Av disse var forekomsten av Gonyaulax excavata stor i juni, august og september. For de øvrige arter har det stort sett vært observert større forekomster tidligere år, og forekomsten i 1983 kan ikke betegnes som unormal.

14. Næringssaltanalysene i overflatevannet viste uvanlig lave verdier for totalfosfor på de fleste stasjoner i August og september (< 5 µg/l). Samtidig var forholdet nitrogen/fosfor uvanlig høyt i denne perioden. Ved vekstpotensialmålingene var fosfor, alene eller sammen med nitrogen, begrensende i 88% av prøvene. Tilfeller med nitrogenbegrensning ble registrert i februar og juni.
15. De lave fosforkonsentrasjonene og klorofyllverdiene i overflatevannet på slutten av sommeren kan ha sammenheng med den unormalt lave salt- holdigheten og dårlige vannutskiftningen sommeren 1983. Det er derfor vanskelig å anslå i hvilken grad de forurensningsbegrensende tiltakene har bidratt til den gunstige situasjonen i 1983. Den tidligere observerte vannkvalitetsforbedringen i Bærumsbassenget og Lysakerfjorden etter oppstartingen av SRV synes å vedvare.
16. Registreringene av fastsittende alger i 1983 viste at nedre grense for algevegetasjonen ikke har forandret seg fra 1982 unntatt en stasjon i Bærumsbassenget. Her har nedre grense krøpet nedover til hele 5 meters dyp i 1983 mot 2 meter i 1982 og 0,7 meter i 1981. Denne positive tendens har trolig sammenheng med en forbedret vannkvalitet i Bærumsbassenget. I Bekkelagsbassenget (ved Ormøya) har det skjedd en viss reduksjon i artsantall under 1 meters dyp. Dette skulle sammen med forandringen i nedre voksegrense fra 7 til 4 meters dyp, tyde på en forverring av forholdene, men det må tas forbehold mot disse resultater som følge av dårlige registreringsforhold.
17. Registreringer av termotolerante koliforme bakterier i Havnebassenget viste at bare Huk badeplass oppfyller helsemyndighetenes krav til godt badevann i 1983. Overføring av kloakk fra Havnebassenget til SRV og Vestfjorden i juli 1983 har foreløpig ikke gitt lavere bakteriekonsentrasjoner i området. I 1983 var bakteriekonsentrasjonene isteden noe høyere på en del stasjoner.
18. Torsk fanget ved Oslo- og Bærumsøyene høsten 1982 viste mer ujevne årsklasser og variabel vekst enn torsk tatt lenger ute i fjordområdet. Innholdet av PCB, DDe og kvikksølv var 2-3 ganger høyere nær Oslo enn ved Færder. Gjennomsnittsverdier for Oslo- og Bærumsøyene var: Kvikksølv i filet 0,24 mg/kg, PCB i lever 8,3 mg/kg, DDE i lever 0,8 mg/kg.

2. INNLEDNING

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

Formålet med overvåkingen av fjorden er å:

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

Bruk av fjorden som resipient for kloakkvann har i lange tider vært i konflikt med andre bruksinteresser, spesielt rekreasjon og fiske. Det har også vært aktuelt å bruke fjorden i forbindelse med energiproduksjon, havnebygging, kommunikasjon og akvakultur. Den kommunale planleggingen for å forbedre fjordmiljøet er nesten helt basert på de tradisjonelle brukerinteressene - friluftsliv og fiske. Effekten av de planlagte og delvis iverksatte rensetiltakene risikerer iblant å svekkes 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 Drøbaksjeteen for sikrere fartøystrafikk 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 kommer fra kommunalt og industrielt avløpsvann fra Oslo og Bærum kommuner. Til Vestfjorden kommer dessuten en del industriutslipp; eksempelvis fra Slemmestad og Hurum.

Beregninger av tilførsler av organisk stoff og næringsalter til fjorden blir gjort i et eget prosjekt. Arbeidet styres, slik som for overvåkingsprogramet, av Fagrådet. I 1981 ble fjorden tilført ca 490 tonn fosfor, 4300 tonn nitrogen og utslippene hadde et kjemisk oksygenforbruk (KOF) på 42.000 tonn (Nicholls 1982). En spesialstudie av fosfortilførselens variasjon fra 1920-80 viser en gradvis økning frem til begynnelsen av 1970-tallet og deretter en reduksjon (fig. 1). I mars 1982 ble det nye Sentralrenseanlegg Vest med utslipp til Vestfjorden litt nord for Slemmestad tatt i bruk.

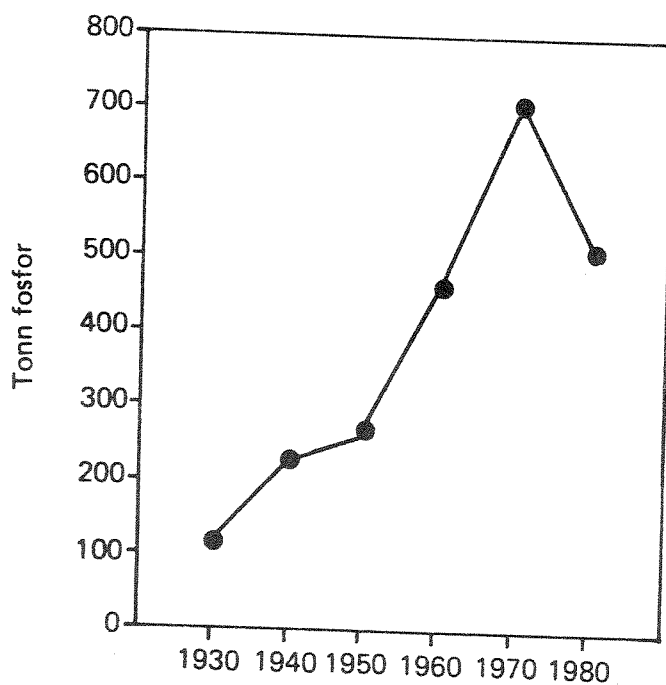


Fig. 1. Fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1980
(Fra Bergstøl, Feldborg og Olsen, 1981)

I juni 1982 var avløpsvann fra Røyken, Asker, Bærum og deler av Oslo Vest blitt tilkoblet anlegget med betydelige avlastninger av Bærumsbassenget og Lysakerfjorden. Den totale reduksjonen til Indre Oslofjord er satt til omtrent 65 tonn fosfor, dvs. fosfortilførselen skulle blitt redusert til ca 430 tonn pr. år. (Fagrådet for kloakksamarbeide i indre Oslofjord 1983.) I juli 1983 kom anlegget i fulldrift idet Festningen og Skarpsno ra. ble tilkoblet SRV. Det er imidlertid ikke foretatt noen beregninger av tilførsler i 1983. SRV fjernet i 1983 1440 tonn organisk karbon og 213 tonn fosfor. Utslipp av fosfor til fjorden var 29 tonn (Årsmelding fra VEAS 1983.) Fra Bekkelagets ra. er det beregnet en tilførsel til fjorden av 120 tonn fosfor og organisk stoff tilsvarende et biologisk oksygenforbruk på 2.950 tonn (Hallberg, pers. medd.).

2.2 Effekter av forurensningstilførselen

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg om eutrofieringseffektene i fjorden. Fjordens svar på næringssalttilførselen har vært en øket produksjon av planteplankton. Gjennomskinneligheten i vannet minker (dårlig 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 følge for livsprosessene til fjordens dyr. Til visse tider og steder blir alt oksygen oppbrukt og det dannes hydrogensulfid (råttent vann), en dødelig gift for nesten alt marint liv. I Bærumsbassenget og Bekkelagsbassenget dannes hydrogensulfidholdig dypvann hvert år, men også i Bunnefjorden og Lysakerfjorden kan enkelte år bli "råttent vann". I Vestfjorden blir det hver høst lavt oksygeninnhold, men foreløpig har det ikke blitt registrert hydrogensulfid i dette området, unntatt i enkelte dyphull. Helt 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. Planteplanktonet i overflatelaget produserer også oksygen, men tilførselen herfra til dypvannet er begrenset som følge av at vannets sjiktning begrenser utskiftningen mellom overflatelag og mellomlag/dyplag.

Overgjødslingen begunstiger arter som har evne til å dra nytte av det forandrede miljøet. Langs strendene har hurtigvoksende grønnalger, som trives godt 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 Hurum (nedsatt pH og høye nitrogenkonsentrasjoner i vann).

2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet

2.3.1 Hydrografi, hydrokjemisk og strømmålinger

I 1983 ble vannprøver innsamlet ved 8 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. Samtidig ble det innsamlet prøver fra 0-2 meters dyp fra ytterligere 5 stasjoner (AP2, BL4, BN1, CQ1, FROGN) (fig. 2). På 4 tokt (februar, mai, august og oktober) ble det utført full hydrografi og hydrokjemisk på 8 stasjoner (tabell 1 viser toktfrekvens og observasjoner for 1983). På samtlige tokt ble det observert siktedyp, registrert temperatur og saltholdighet samt analysert på totalfosfor, ortofosfat og oksygen. På de fire hovedtoktene ble det også analysert på totalnitrogen, nitrat og nitritt, samt ammonium. De kjemiske analysene ble utført på ufiltrert vann. (For metodebeskrivelse henvises til tidligere rapporter.) Fra den 15.12.82 til den 17.6.83 var en strømmåler (Aanderaa) utplassert på ca 18 meters dyp på Drøbakterskelen. I tillegg til strømmens retning og styrke ble også vannets temperatur og saltholdighet registrert.

2.3.2 Observasjoner i overflatevannet

I perioden juni-august ble det utført ukentlige tokter til 7 stasjoner (se tabell 1). Foruten siktedyp og hydrografi ble lys og transmissjon målt. Prøver ble innsamlet for analyse av klorofyll a og plankton. På annet hvert tokt ble vann innsamlet for analyser av næringssalter og algevekstpotensial (undersøkelser av begrensede næringssalt). På 6 stasjoner i Oslo havnebaseng ble det innsamlet prøver til analyser av termotolerante koliforme bakterier. Analysene ble utført ved Oslo Helseråd.

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1983.

| Dato | Overflateobs. (0-2) m | Overflateobs. + Hydrografi | Dato | Overflateobs. (0-2) m | Overflateobs. (0-2) m + Hydrografi |
|---------|---|--|---|---------------------------------|--|
| 15-16.2 | FROGN | AP2, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1 KN1 | 22.9 | AP2, BL4, BN1, CQ1, FROGN | DK1, EP1 |
| 4.6 | AP2, BN1, CQ1 FROGN | DK1, EP1 | 18-19.10 | FROGN | AP2, BN1, CQ1, DK1, EP1, FL1, RN1 |
| 18-19.5 | FROGN | AP2, BL4, BN1 CQ1, DK1, EP1 FL1, KN1 | 15.12 | | DK1, EP1 |
| 1.6 | AP2, BL4, BN1 CQ1, DK1, EP1 FROGN | | Analyser av termotolerante koliforme og totalantall bakterier er utført på 6 stasjoner i Havnebassenget følgende datoer: 1/6, 7/6, 14/6, 28/6, 5/7, 12/7, 19/7, 26/7, 2/8, 9/8 og 16/8. Analysene er utført av Oslo Helseråd. | | |
| 7.6 | " | | Registrering av nedre voksegrense for fastsittende alger: 1 - 2/12.83 | | |
| 14.6 | AP2, BL4, BN1 CQ1, FROGN | DK1, EP1 | | | |
| 21.6 | AP2, BL4, BN1 CQ1, DK1, EP1 FROGN | | | | |
| 28.6 | " | | | | |
| 5.7 | " | | | | |
| 12.7 | " | | | | |
| 19.7 | " | | | | |
| 26.7 | " | | | | |
| 2.8 | " | | | | |
| 9.8 | " | | | | |
| 16-17.8 | FROGN | AP2, BL4, BN1 CQ1, DK1, EP1 FROGN | | | |
| 23.8 | AP2, BL4, BN1 CQ1, DK1, EP1 FROGN | | | | |
| 30.8 | " | | | | |

2.3.3 Vertikalutbredelse av fastsittende alger

I desember 1983 ble nedre voksegrense for algevegetasjonen registrert på 7 stasjoner (fig. 2). Registreringen ble gjort ved dykking. Forekomsten av større grunnvannsorganismer ble kvantifisert (semikvantitativt) i tre kategorier: enkeltfunn, spredt, vanlig og dominerende eller assosiasjonsdannende. Metoden er beskrevet av Haugen og Kvalvågnes (1974). Artslistene er mangelfulle i de grunne deler av vertikalprofilene, da hovedvekten er lagt på registrering av algenes nedre grense og artssammensetning nær denne. Skorpeformede kalkalger er ikke inkludert. (Cyanobakteriene Spirulina subsala og Beggiatoa spp. er registrert, men ikke inkludert i diskusjonen). I 1981 til 1983 ble den nedre grense registrert ved dykking, ikke som tidligere ved skraping, unntatt en stasjon i 1974 (Steilene). Ved bruk av skraping foreligger det en risiko for underregistrering. Undersøkelsene i 1981, 1982 og 1983 ble utført av forskjellige botanikere, noe som uvilkårlig fører til en vanskeligere tolking av dataene.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold

De meteorologiske og hydrologiske data fra 1983 er vist i Vedlegg 1. Lufttemperaturen var omtrent normal i 1983 unntatt januar som for årstiden var varmere enn normalt. Nedbøren var over det normale i mai, september og oktober, men i det øvrige under det normale. Innstrålet solenergi var betydelig mindre i perioden mars-mai; forøvrig omtrent normalt. Ferskvannstilførsler via bl.a. Drammenselva var ekstremt høy i mai 1983, med en dobbelt så stor vårflom som normalt.

Vindforholdene i 1983 skilte seg fra det normale ved mindre nordlige vinder i januar og mars og mer nordlige vinder i februar, april, juli og november. For øvrig var vindmengden større enn normalt i juli 1983.

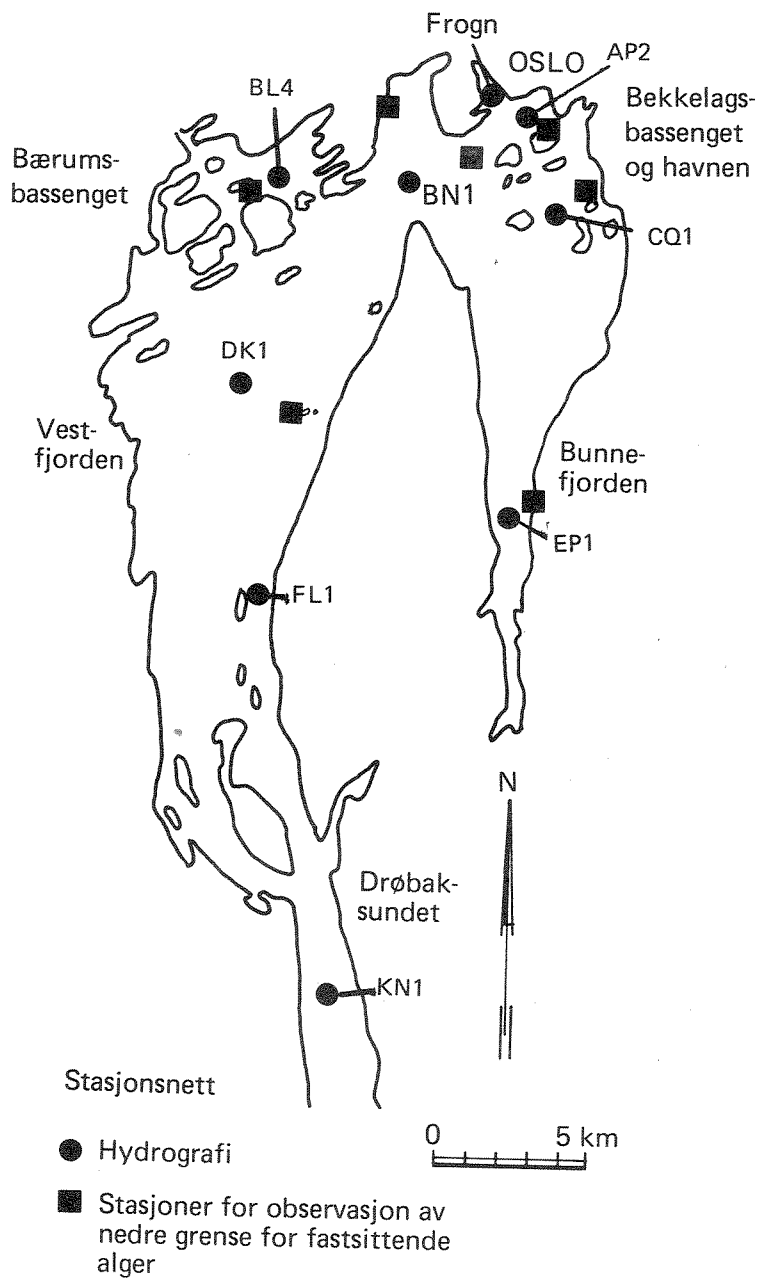


Fig. 2. Stasjonsnett 1983.

3.2 Hydrografiske og hydrokjemiske forhold

3.2.1 Vannutskiftninger

Den hydrografiske utviklingen i 1983 fremgår av figurene 3-7 som viser variasjonen av vannets temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og fosforinnhold.

Dypvannsfornyelse

Oksygenforholdene og øvrige hydrokjemiske forhold i Indre Oslofjords dypvann er dels avhengig av den direkte belastning ved utslipp og avrenning fra land og fjordens primærproduksjon, dels av kvaliteten og kvantiteten av tilført vann fra ytre Oslofjord og Skagerrak.

For å fornye vann under terskeldyp i Indre Oslofjord må det innstrømmende vannet fra Drøbaksundet ha større egenvekt enn fjordens dypvann. Denne situasjonen er mest vanlig vinterstid når feðskvannstilførselen til ytre Oslofjord og Skagerrak er liten og de meteorologiske og hydrologiske forhold forøvrig er gunstige for dypvannsfornyelse.

Det innstrømmende vannet har normalt høyt oksygeninnhold (ca. 80% metningsgrad) og lavt fosforinnhold (ca. 30 µg/l). En dypvannsfornyelse blir således registrert som en økning i oksygeninnholdet og en minskning av fosforinnholdet i tillegg til saltholdighetsøkning og temperaturforandringer. Når det innstrømmende vannet støter på gammelt dypvann, blandes de to vannmasser og den endelige oksygenkonsentrasjonen blir noe lavere enn i det innstrømmende vannet når utskiftningen ikke er fullstendig.

Vannutskiftningen i 1982/83 startet i tidsrommet desember/januar 1982/83 og var etter de hydrografiske observasjonene å dømme ferdig i april 1983. Figur 5 viser at utskiftningen for størstedelen fant sted før februarstartet. Oksygeninnholdet i Vestfjordens dypvann økte fra ca. 0,8 ml/l i desember til over 5 ml/l i februar. Strømmåleren på Drøbakerskelen viste noe annetledes resultater, nemlig en beskjedne utskiftning fra februar og en større senere på våren.

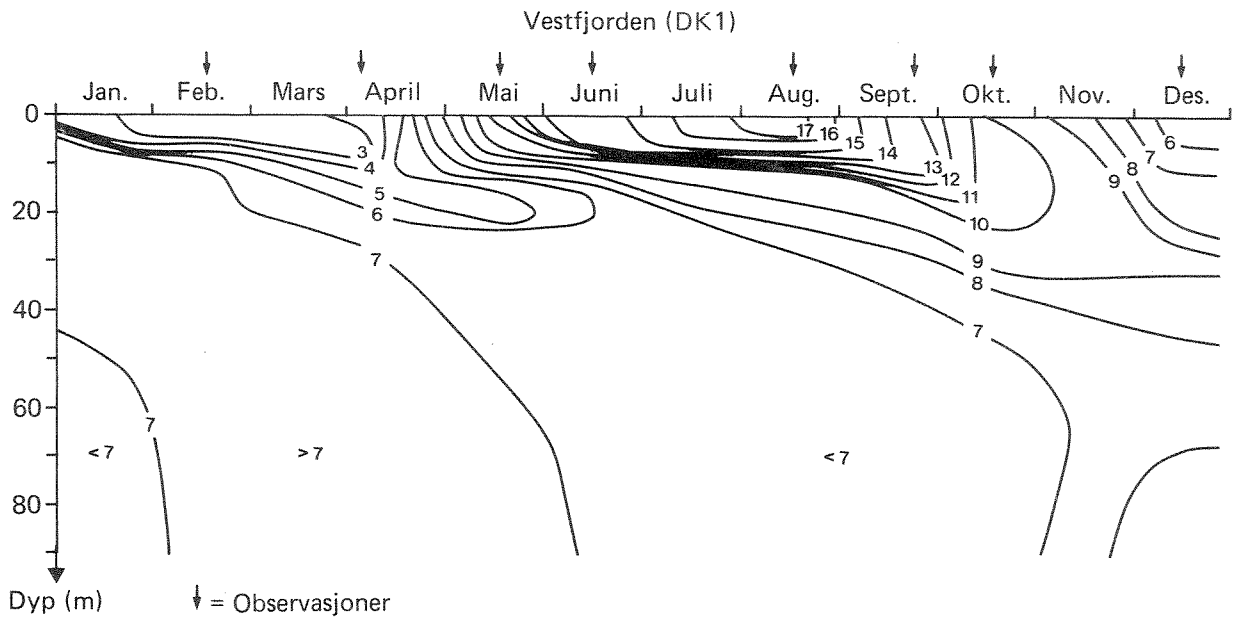


Fig. 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1983

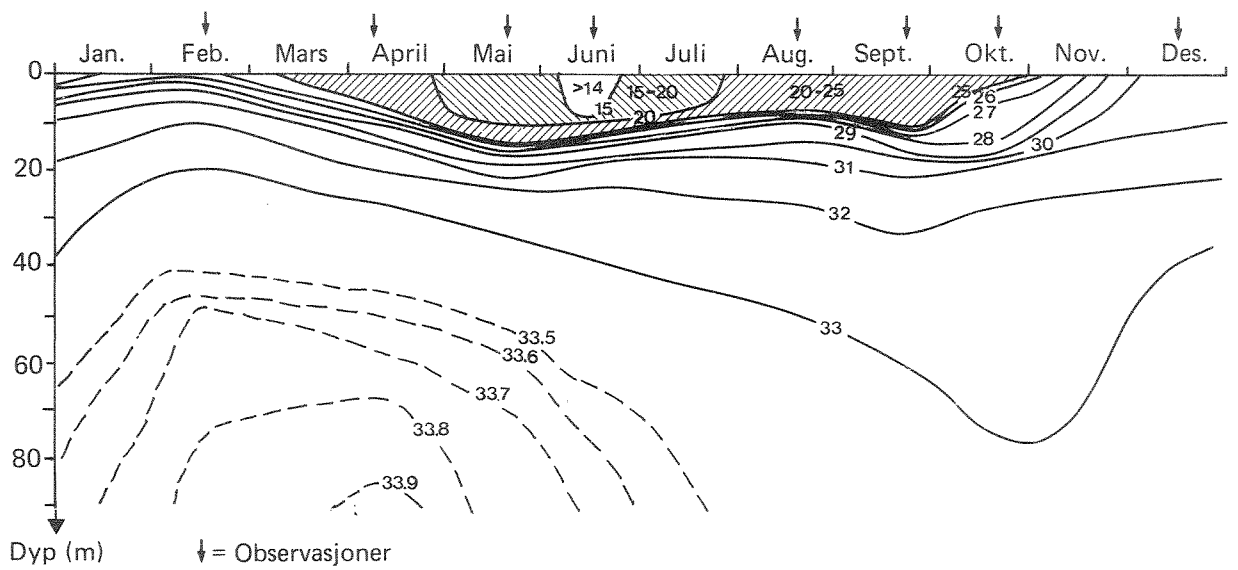


Fig. 4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1) 1983

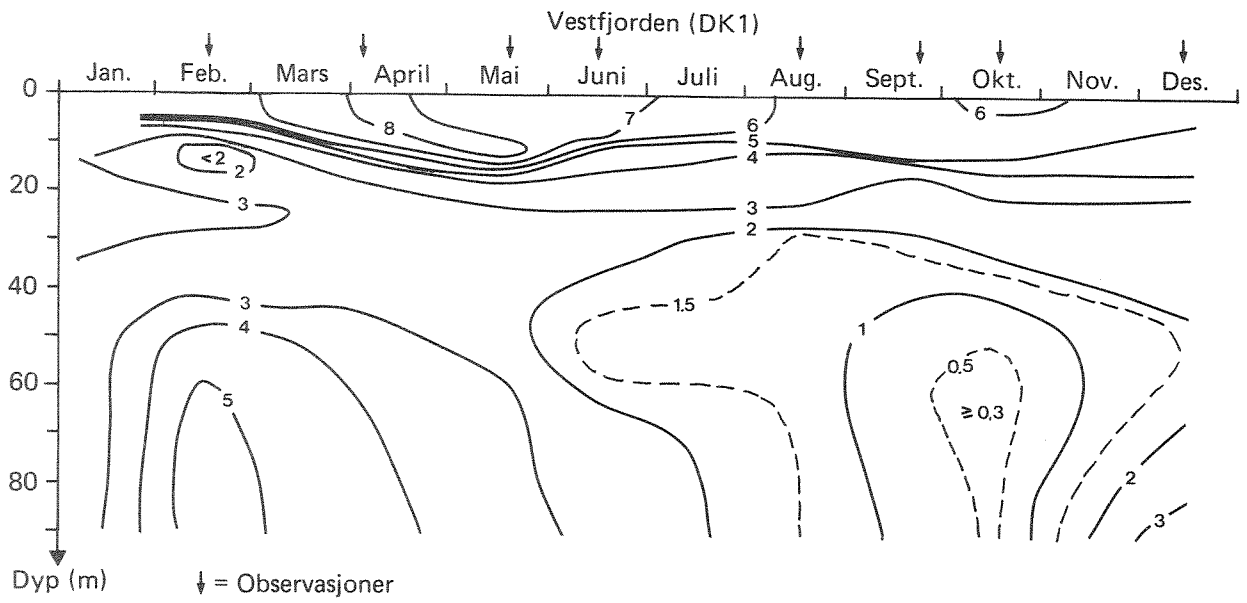


Fig. 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1983

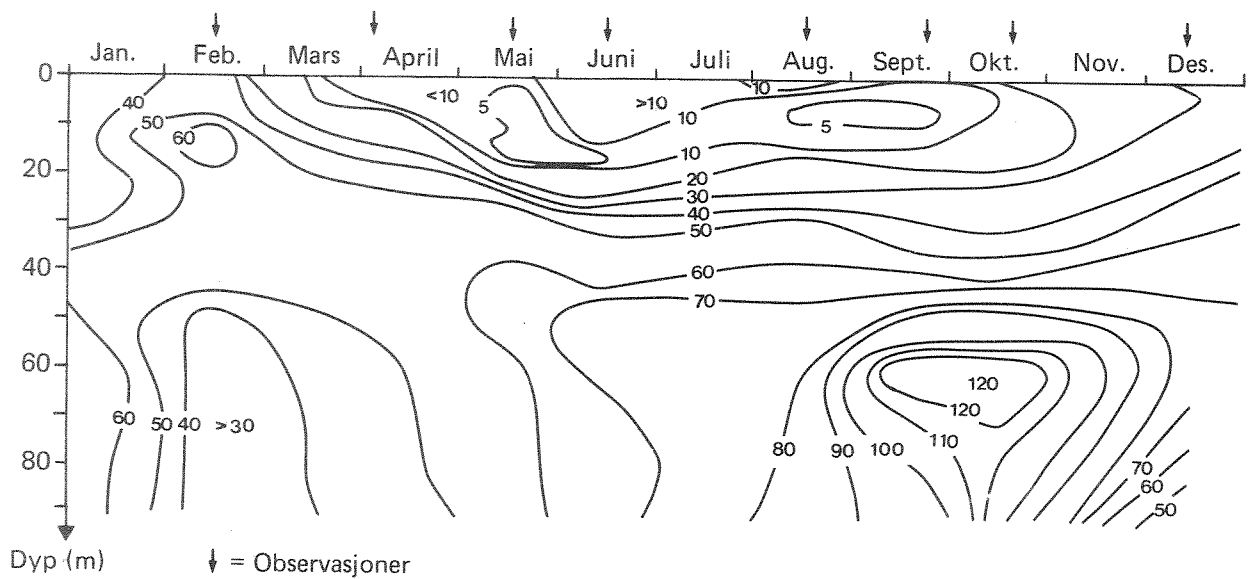


Fig. 6. Total-fosfor variasjon ($\mu\text{g/l}$) 1983

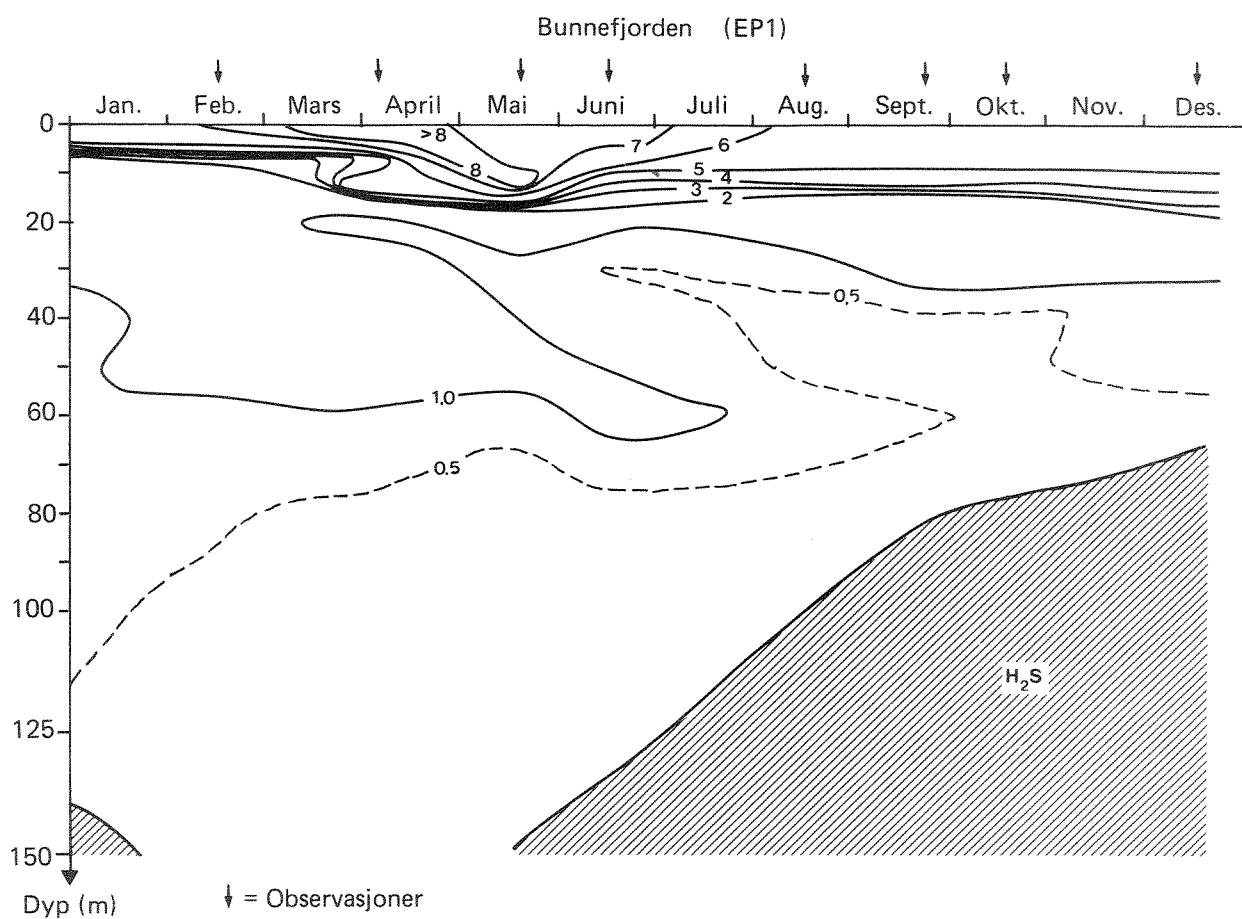


Fig. 7. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1983.

Imidlertid er det trolig at en feil ved konduktivitetssonden på måleren har gitt for lav saltholdighet i den første perioden. Overslagsberegninger av mengde innstrømmende vann i perioden desember-februar gir ca. 1600 mill. m³ og i den andre perioden ca. 600 mill. m³, dvs. totalt 2200 mill. m³. Beregningene er meget grove og basert på at måleren angir representativ hastighet i Drøbaksundet fra 4 meters dyp til 19,5 meters dyp. Dessuten er inngående strøm-midlet, hvilket kan gi en feil på 500 mill. m³.

Vannutskiftningen er også beregnet ut fra hydrografiske data hvor vi antar at det innstrømmende vannet blir blandet med gammelt fjordvann. Beregningene er analoge med de som er utført tidligere. Ca. 2100 mill. m³ dypvann ble utskiftet i 1983, og denne beregning ligger forbausende nær resultatet fra strømmåleren. Beregningene for 1983 har imidlertid vært vanskeligere enn normalt, og den beregnede mengden på 2100 mill.m³ kan nok være noe i overkant.

Tabell 2 viser at vannutskiftningen var dårlig i 1983. Ser vi på tidspunktet for når størstedelen av utskiftningen var over, fremgår det at den i 1983 var tidligere enn normalt. Bare i et år (1979) har dypvannsfornyelsen vært ferdig så tidlig som i februar, og bare i 1972 og 1975 har vannutskiftningen vært dårligere.

Tabell 2. Beregnet dypvannsutskiftning 1973-83 samt prosentvis fornyelse av volumet under 20 meters dyp i Indre Oslofjord.

| År | Utskiftet vannvolum (mill. m ³) | % av fjordens volum under 20 meters dyp |
|------|--|--|
| 1973 | 1.200 | 20 |
| 1974 | 8.300 | 140 |
| 1975 | 1.200 | 20 |
| 1976 | 3.300 | 55 |
| 1977 | 5.900 | 100 |
| 1978 | 2.800 | 45 |
| 1979 | 3.700 | 60 |
| 1980 | 3.200 | 54 |
| 1981 | 3.200 | 54 |
| 1982 | 4.600 | 77 |
| 1983 | 2.100 | 35 |

Overflatelaget

Figur 8 viser saltholdighetsvariasjonen i Vestfjorden og Bunnefjordens overflatelag i perioden mai-september 1983. Den store vårflommen i mai 1983 gav meget lav saltholdighet i Indre Oslofjord. Den midlere vannføringen i Drammenselva var dobbelt så stor som normalt i den måneden som følge av forsinket snesmelting. Saltholdigheten i Drøbaksundet var som lavest mellom 12-14 ‰ ned til ca. 12 meters dyp og i Indre Oslofjord noe under 15 ‰. Sammenlignet med perioden 1978-82 var saltholdigheten signifikant lavere (t-test 95% - konf. int.) Også i juli var saltholdigheten signifikant lavere i Indre Oslofjord, derimot omtrent normal i august 1983. Temperaturen var ikke signifikant forskjellig fra perioden 1973-82.

Vannutskiftningen i Bunnefjorden og Vestfjorden var beskjeden i 1983. Utskiftet vannvolum blir ca. 1800 mill. m³ eller ca. 230 m³/s i perioden juni-august.

Som i tidligere års rapport er overflatevannets utskiftning beregnet indirekte ved å anta at en nordlig vindstyrke på 3-4 m/s i ca. en uke gir en utskiftning. Antakelsen baserer seg på hyppige observasjoner sommeren 1977. Bemerkes bør at beregningene kun kan sammenlignes relativt og at de reelle utskiftningene er større (omtrent de dobbelte).

Tabell 3 viser at vi i 1983 har hatt omtrent 11-12 utskiftninger, dvs. ca. 21600 mill. m³ vann er utskiftet - en middel transport på ca. 680 m³/s. I perioden juni-august har det vært omtrent en halv utskiftning eller en transport på ca. 110 m³/s. Sammenlignet med tidligere år har utskiftningen i 1983 vært under det normale og for perioden juni-august betydelig under det normale - den laveste i perioden 1977-83.

Tabell 3. Antall potensielle utskiftninger av overflatelaget (0-10 m) i Indre Oslofjord beregnet etter nordlige vinder i 1983.

| Måned | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|----|----|----|
| Antall utskiftninger | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,5-1 | 1 | 0 | 1 | 2 | |

Tabell 4. Potensiell vannutskiftning av overflatelaget (0-10 m) 1977-82.

| År | Hele året m ³ /s | Juni-august m ³ /s |
|------|--------------------------------|----------------------------------|
| 1977 | 1.200 | 700 |
| 1978 | 1.100 | 900 |
| 1979 | 790 | 450 |
| 1980 | 970 | 460 |
| 1981 | 1030 | 450 |
| 1982 | 500 | 230 |
| 1983 | 680 | 110 |

3.2.2 Oksygenforholdene

Bunnefjorden (EP1) og Vestfjorden (DK1)

Formålet med observasjonene er å følge med i effekten av den organiske belastningen på fjorden. Den samlede effekt av organisk stoff fra kloakkvann og plankton fører til lave oksygenkonsentrasjoner i hele fjordens dypvann i løpet av sensommer og høst. Til tider og visse steder i fjorden (Bærumsbassenget, Bekkelagsbassenget, Havnebassenget, Lysakerfjorden og Bunnefjorden) blir alt oksygen oppbrukt i nedbrytningsprosessen av organisk stoff og det dannes hydrogensulfid, en dødelig gift for nesten alt marint liv. Oksygenverdier under 2 ml/l kan også ha negative effekter på fjordens dyreliv (kfr. Kirkerud 1977) og dette er ofte observerte verdier i hele fjordens dypvann. Normalt konsentrasjonsnivå i havvann er mellom 5-6 ml/l.

Tilførsel av oksygenrikt vann skjer i hovedsak vinterstid i dypvannsutskiftninger. Hvis vannutskiftning og oksygeninnholdet i innstrømmende vann var konstant, skulle oksygeninnholdet være direkte avhengig av belastningen av organisk stoff, dvs. tilførsel av avløpsvann og størrelse av algebiomassen.

I Bunnefjorden har oksygenkonsentrasjonen i 1983 vært lavere enn gjennomsnittet for perioden 1873-82 i dypene 60 til 150 meter (Fig. 9). Effekten av kloakkvannsbelastningen på fjorden ble ekstra stor i 1983 med store mengder hydrogensulfidholdig vann utpå høsten som følge av den dårlige og tidlige dypvannsutskiftningen vinteren 1983.

EP1

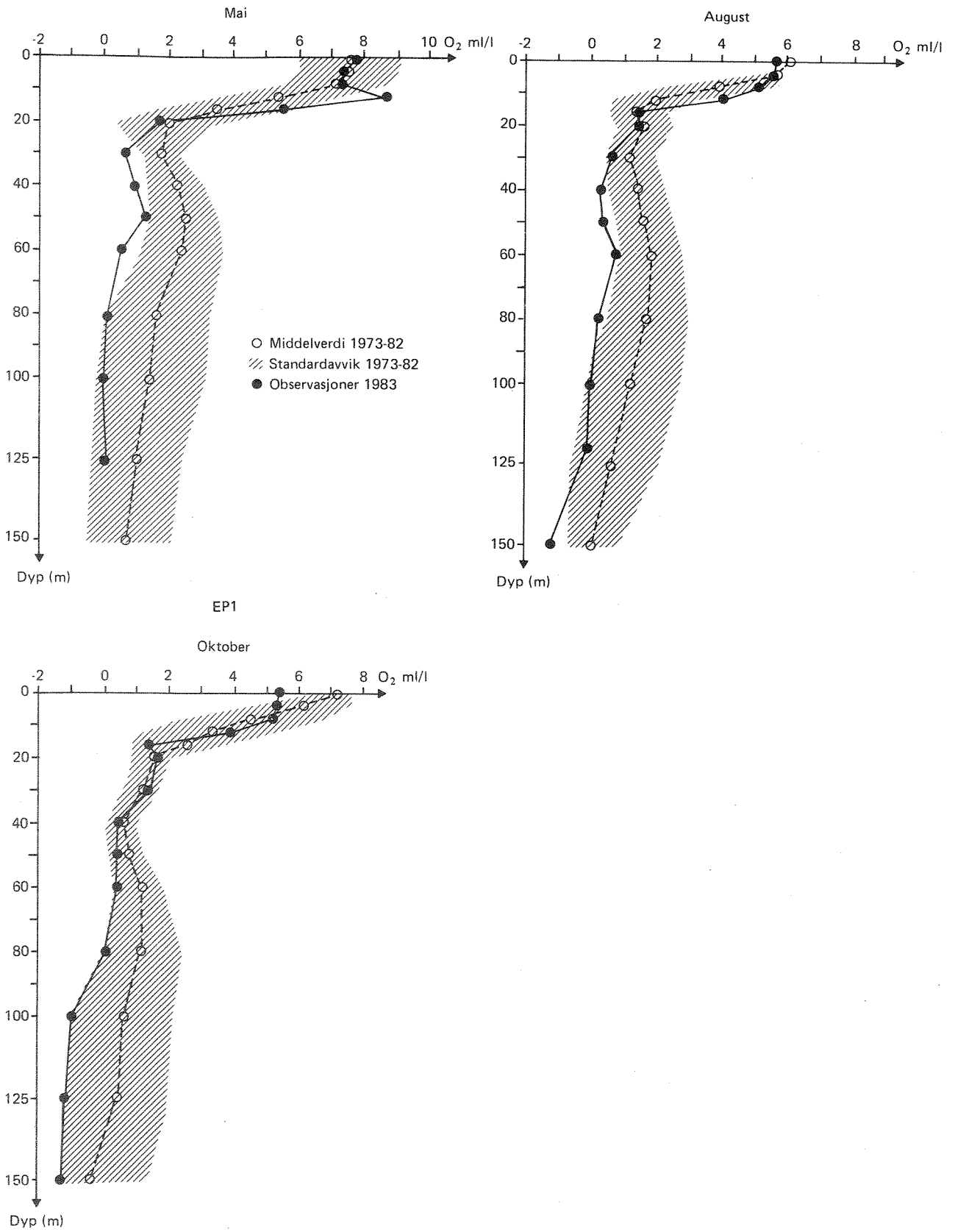


Fig. 9. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober i Bunnefjorden 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

Figur 10, som viser oktobersituasjonen 1933-83, viser at 1983 var omtrent like dårlig som 1973 og 1976, men bedre enn i 1961. 1983 føyer seg til ekstremårene i Oslofjordens historie sammen med 1950, 61, 73 og 76.

I Vestfjorden (fig.11) var oksygeninnholdet også klart lavere enn gjennomsnittet for perioden 1973-82, og oktobersituasjonen (fig. 12) viser at forholdene i fjorden var spesielt dårlige.

Sammenlignes oksygenkonsentrasjonen på 80 meters dyp i oktober måned med dypvannsfornyelsen, gir 1983 et dårligere resultat enn eksempelvis 1973 (fig. 13). Imidlertid er forskjellen i vannutskiftning beregningsmessig liten (beregningusikkerhet) og i tillegg var utskiftningen stort sett ferdig i februar 1983 mens den i 1973 varte ut i april, dvs. fjordens stagnasjonsperiode var over 1 måned lengre i 1983. Således kan vi ikke si at fjorden er blitt dårligere som følge av økt belastning fra kloakkvann, men isteden har en dårlig og tidlig vannutskiftning forsterket effekten av belastningen på fjorden.

Sammenlignes oksygenforbruket i Vestfjordens dypvann for mai-oktober med gjennomsnittlig forbruk i perioden 1973-83, ser vi (fig. 14) at forbruket har vært mindre enn normalt i perioden mai-august 1983 og større enn normalt i perioden august-oktober 1983. Totalt for perioden mai-oktober har forbruket vært omtrent normal, unntatt ved 40 og 50 meters dyp som har hatt et noe mindre oksygenforbruk. Resultatene viser således ikke noen forandringer som følge av at utslippet til SRV økte kraftig i juli 1983. Allikevel er det for tidlig å kunne konkludere med at utslippet ikke har hatt noen effekt på oksygenforholdene.

Drøbaksundet (KN1)

Figur 15 viser den lengste observasjonsserie vi har fra samme måned (oktober) i Drøbaksundet (se data i vedlegg 2). Regresjonsanalyser gir en signifikant minking av oksygenkonsentrasjonen i dypvannet fra 40 til 80 meters dyp. Deler vi opp observasjonene fra 1945-83 i tre perioder (1945-51, 53-61 samt 1972-83) og tester middelverdiene mot hverandre, får vi signifikante forskjeller mellom perioden 1973-83 og de to tidligere på 80, 60, 50 og 40 meters dyp. Forskjellen i middelverdi ligger omkring 1 ml/l. Derimot er det ingen signifikant forskjell mellom perioden 1945-50 og 1951-61 (T-test, 5% sign.nivå).

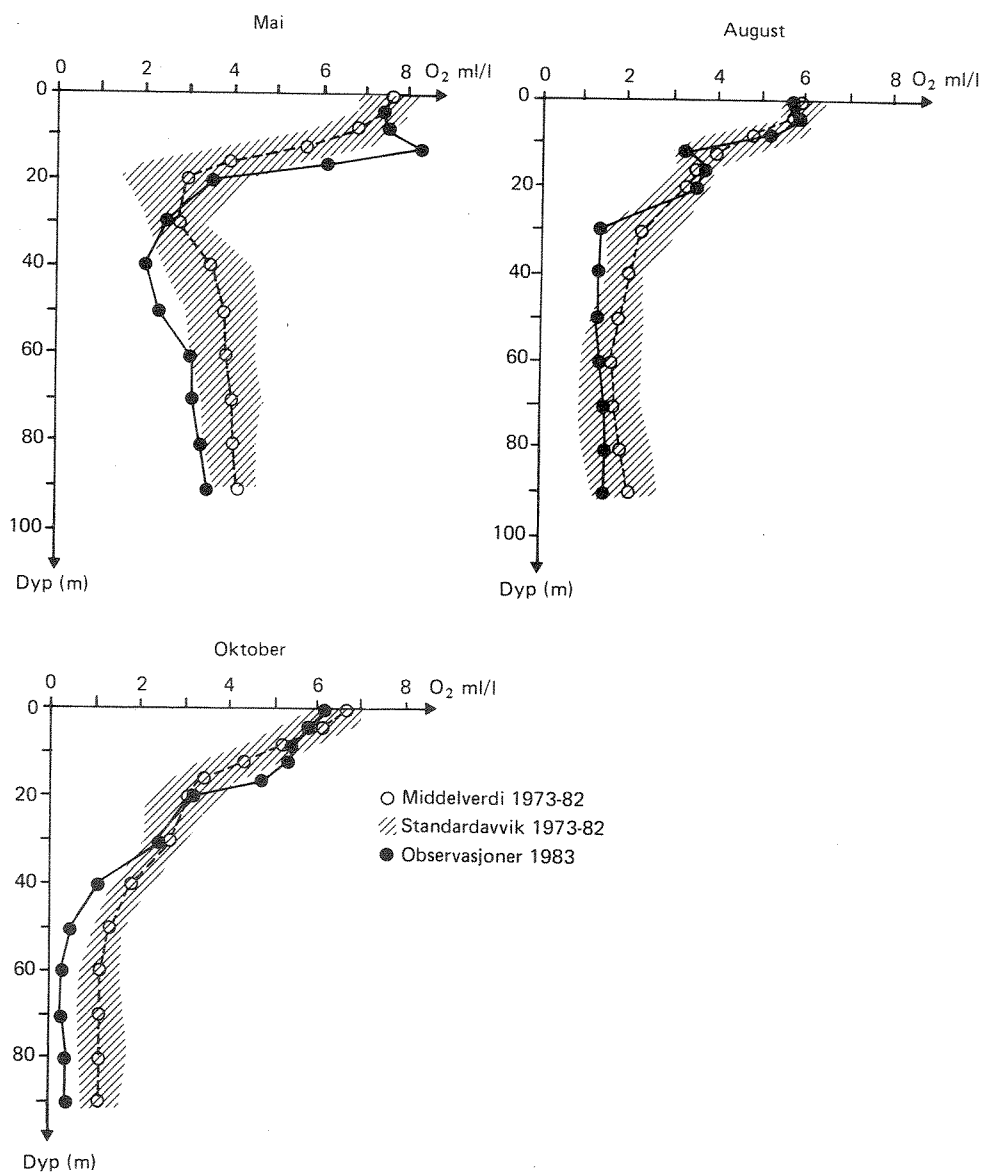


Fig. 11. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82

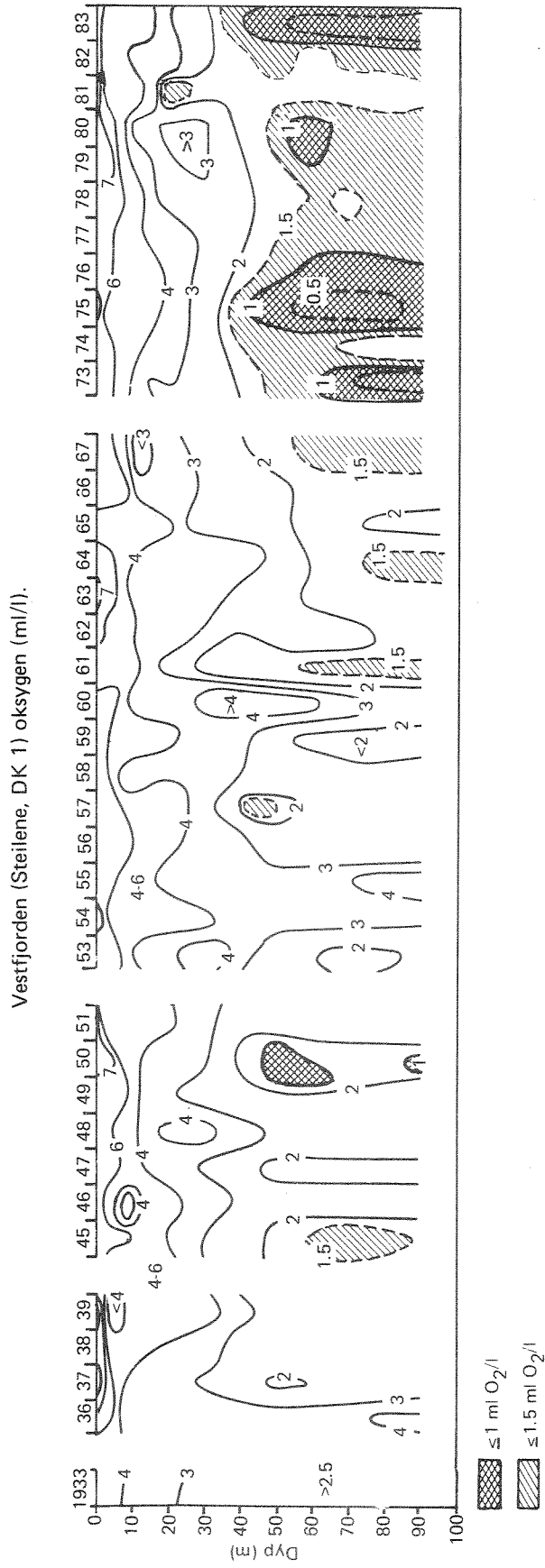


Fig. 12. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) i oktober måned 1933, 1936-39, 1945-51, 1953-67 og 1975-83. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen og NIVA).

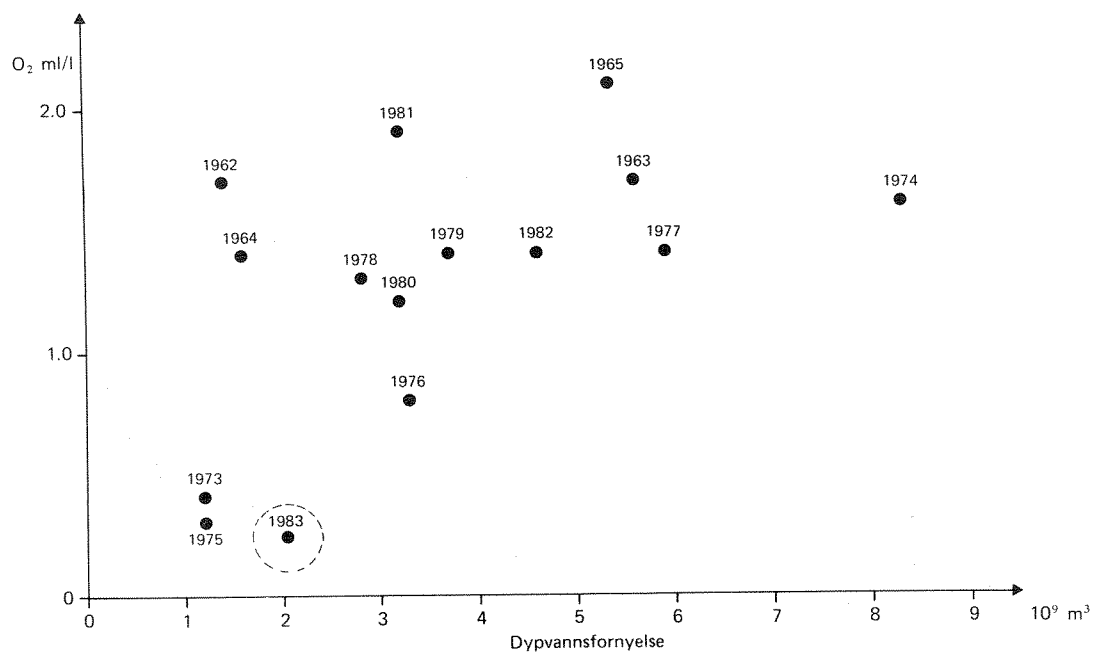


Fig. 13. Dypvannsfornyelse og oksygenkonsentrasjonen (oktober måned) på 80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) 1962-65 og 1973-83.

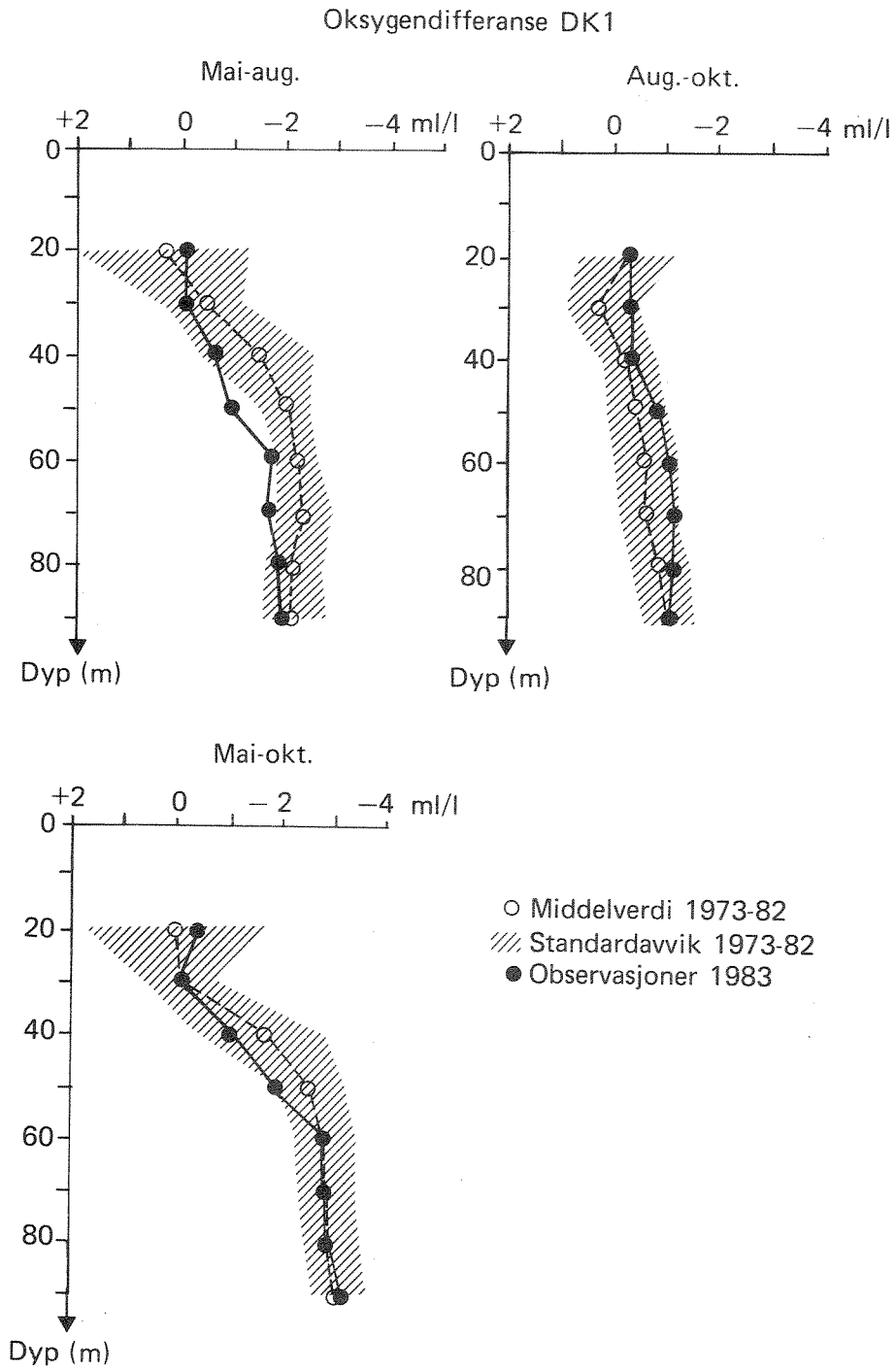
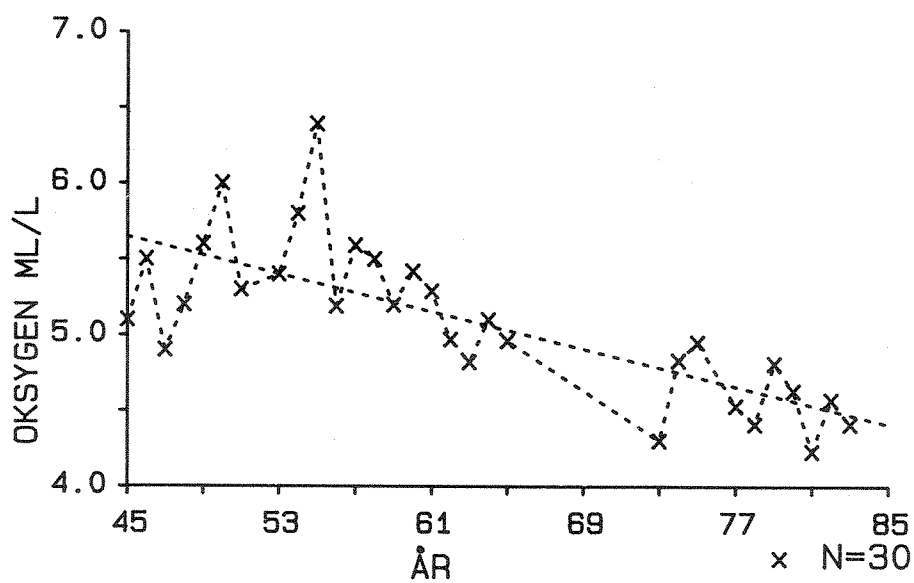


Fig.14 Oksygenforbruket i Vestfjordens dypvann (stasjon DK1) mai-oktober 1983 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82. Forbruk vises i figuren ved negative tall. F.eks viser perioden mai-august at forbruket vært mindre enn gjennomsnittet fra 40-80 meters dyp.

NIVA: 1984-10-4

KN1 OKSYGEN ML/L 80M OKTOBER

1945---83



$$Y = -0.03X + 7.04$$

$$R = -0.75 \quad P \leq 0.001 \quad SD = 0.02$$

Fig. 15 Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) på 80 meters dyp i Drøbak-sundet (KN1) i perioden 1945-83 for oktober måned.
(Data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen og NIVA).

Under den siste perioden, 1973-83, fortsetter den negative utviklingen, også hvis vi ser bort fra det meget dårlige året 1973. Oksygennivået er nå omkring 4,0-4,8 ml/l i oktober måned. Dette er lavt, men ikke kritisk.

Det lavere oksygennivået i Drøbaksundets dypvann kan skyldes tre faktorer. Den organiske belastningen har økt lokalt. Dette er det samme som en økt forurensning i Breianger - Drøbaksundet eller påvirkning fra Indre Oslofjord. Den andre faktoren er forurensningssituasjonen i Skagerrak. Hvis den organiske belastningen på Skagerrak har økt, vil dette gi lavere oksygeninnhold i det vann som strømmer inn i Oslofjorden. Den tredje faktoren er vannutskiftningen. En mindre vannutskiftning i ytre Oslofjord med vann fra Skagerrak vil gi lavere oksygeninnhold i fjorden.

Nedgangen i oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet har vært så stor (og synes dessuten å fortsette) at situasjonen bør vurderes nøyer enn det som er mulig i overvåkingsprogrammet. Konsentkvensen ved en fortsatt oksygen-reduksjon i Drøbaksundet vil være alvorlig for ytre og indre Oslofjord.

3.2.3 Hydrokjemiske forhold

Vestfjorden (DK1 og FL1)

Figur 16 viser totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden i mai, august og oktober måned 1983 sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1973-82. Figuren viser høyere konsentrasjoner i dypvannet for de tre månedene i 1983 og spesielt tydelig er det i mai og oktober. I de øvre vannmasser er forholdet omvendt med lavere fosforkonsentrasjoner i mai og oktober. Regresjonsanalyser på perioden 1973-83 gir avtakende total fosforkonsentrasjon i de tre månedene ned til 30-40 meters dyp, men er ikke signifikant for selve overflaten (0-2 m).

Figur 17 viser at fosforkonsentrasjonen i dypvannet var den største siden 1975 og på nivå med 1973; begge år med dårlig vannutskiftning. Her gir regresjonsanalysen på hele perioden 1973-83 ingen signifikant avtakende konsentrasjoner.

Figur 17 viser videre at nitratkonsentrasjonen i dypvannet gradvis øker. Økningen er signifikant for vannmassene fra 30 til 90 meters dyp i Vestfjorden for mai, august og oktober måned. For totalnitrogen er økningen ikke like klar for august og oktober som for nitrat. Signifikante økninger

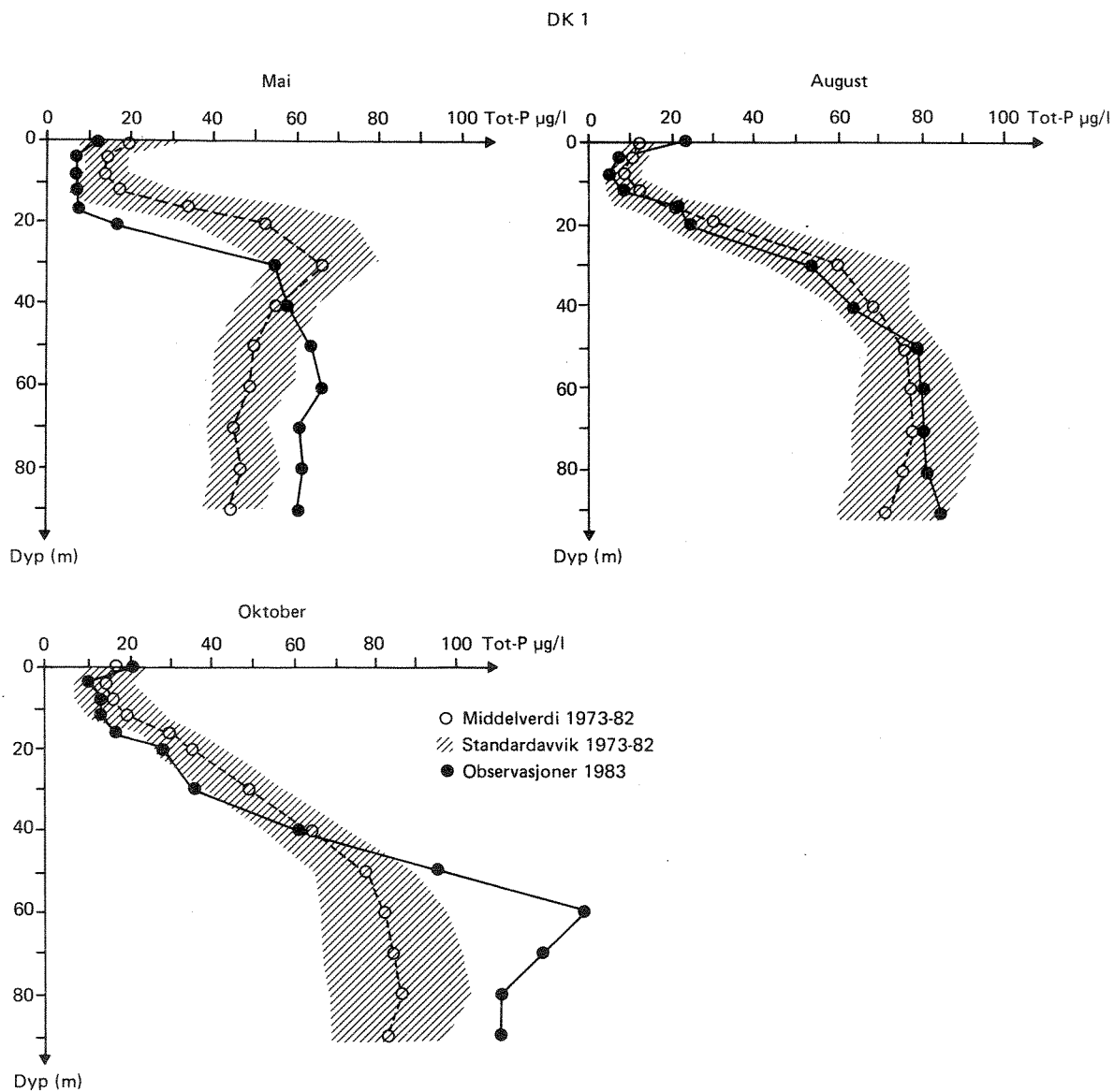


Fig. 16 Totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1983 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.

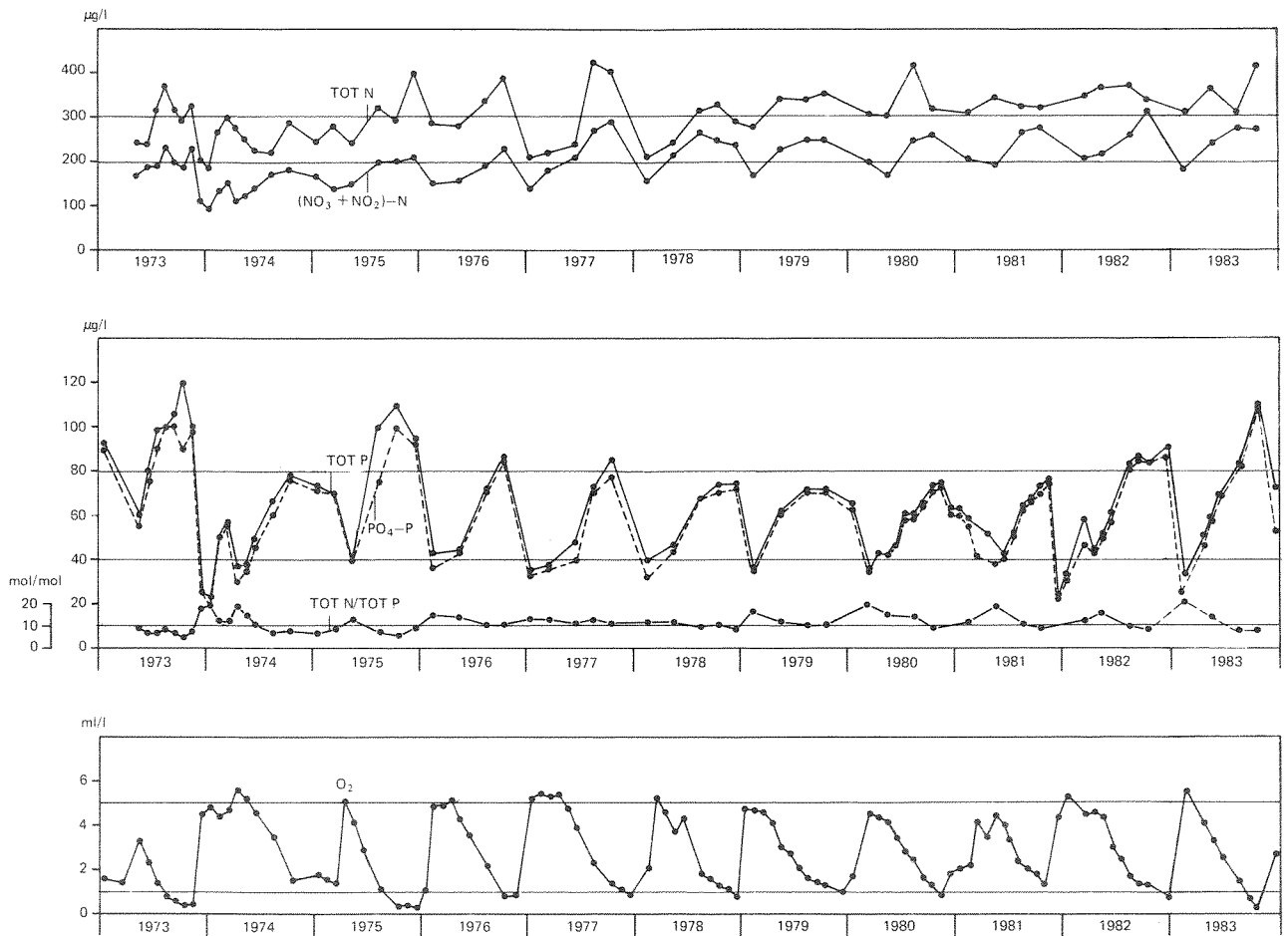


Fig. 17 Variasjonen av totalnitrogen, nitrat og nitritt, totalfosfor, ortofosfat ($\mu\text{g/l}$) og forholdet totalnitrogen/totalfosfor, (mol/mol), samt oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) på 80 meters dyp 1973-83.

er begrenset til 30, 40 og 90 meters dyp i august og 70 meters dyp i oktober. Med avtakende eller konstant fosforinnhold og økende nitrogeninnhold vil forholdet mellom totalnitrogen og totalfosfor selvfølgelig øke. For oktober måned er middelverdien for perioden 1980-83 (80 meters dyp) signifikant større enn middelverdien for 1973-75, men lavere enn middelverdi for 1976-79.

Den avtakende tendensen i ortofosfatkonsentrasjonen i Vestfjordens dypvann ved Langåra (FL1) er blitt bremsset opp i 1982 og 1983 (fig. 18). Allikevel er middelverdi for oktober måned 1979-83 signifikant lavere enn middelverdi for perioden 1973-75, men ligger fortsatt over middelverdi for perioden 1962-65.

I Vestfjorden skjer det således en forandring av det hydrokjemiske miljø hvor det mest markerte er økende nitratkonsentrasjoner i de dypere vannmasser og avtakende fosforkonsentrasjoner i overflatelaget.

Bekkelagsbassenget (CQ1)

Fra Bekkelagsbassenget finnes observasjoner av totalfosfor i mai, august og oktober måned 1965, 1973-75 og 1980-83 samt oksygenobservasjoner fra 1962-67, 1969, 1973-75 og 1978-83. (se data i vedlegg 2). Antall observasjoner varierer litt i de forskjellige månedene. Ser vi på utviklingen over hele observasjonsserien gir regressjonsanalyser med tiden avtakende totalfosforkonsentrasjoner ned til 30 meter i månedene mai, august og oktober. Utviklingen er likevel ikke signifikant på alle dyp, men tendensen er klar. Fra 30 meters dyp til bunn har det ikke skjedd noen forandring.

Oksygenkonsentrasjonene i tidsperioden 1962-83 viser en svak negativ utvikling (avtakende konsentrasjoner) i dypvannet, men endringen er bare signifikant på et par dyp.

I Bekkelagsbassenget har således fosforkonsentrasjonen i de øverste 30 meter avtatt noe fra 1965 til 1983, men ingen positive endringer er registrert i oksygeninnholdet. Istedet tyder observasjonene på en viss forverring i bassenget.

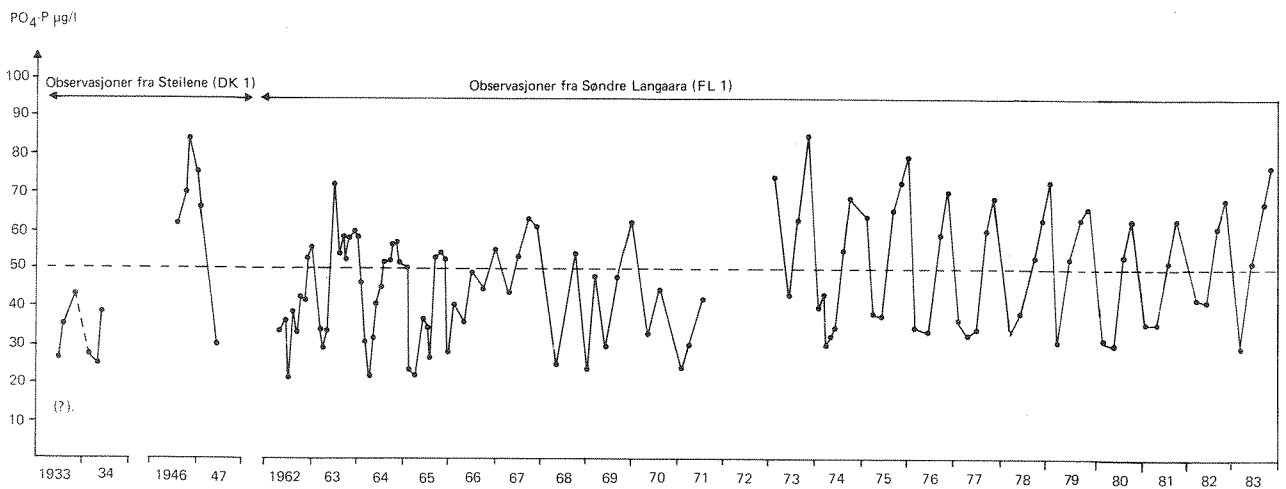


Fig.18 Ortofosfatkonsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (Stasjon DK1 og FL1) i tidsrommet 1933-83 (Data fra Braarud og Ruud, 1937 Føyn 1952 og NIVA).

Havnebassenget (AP2)

Observasjoner fra Havnebassenget er stort sett parallelle med de i Bekkelagsbassenget unntatt oksygen som er målt i 1962-65, 1973-75 og 1980-83 (se data i vedlegg 2). Konsentrasjonen av totalfosfor har minket i perioden i hele vannmassen, men regresjonsanalysen gir ikke signifikant avtakende konsentrasjoner for mai måned.

Oksygenkonsentrasjonen viser en positiv tendens, men denne er bare signifikant på 20 meters dyp i oktober.

I havnebassenget har således fosforkonsentrasjonen avtatt siden begynnelsen av 1970-tallet, mens oksygenforholdene foreløpig ikke kan sies å ha blitt hverken bedre eller dårligere.

Bærumsbassenget (BL4)

Observasjonene i Bærumsbassenget er stort sett samtidige med de i Havnebassenget (se datane i vedlegg 2). Også her gir regresjonsanalysen avtakende total fosforkonsentrasjoner i overflatelaget og ned til 16 meters dyp i perioden 1965-83, eller i 1973-83, hvis de høye verdier fra 1965 utelukkes. Allikevel er utviklingen ikke signifikant på alle observerte dyp.

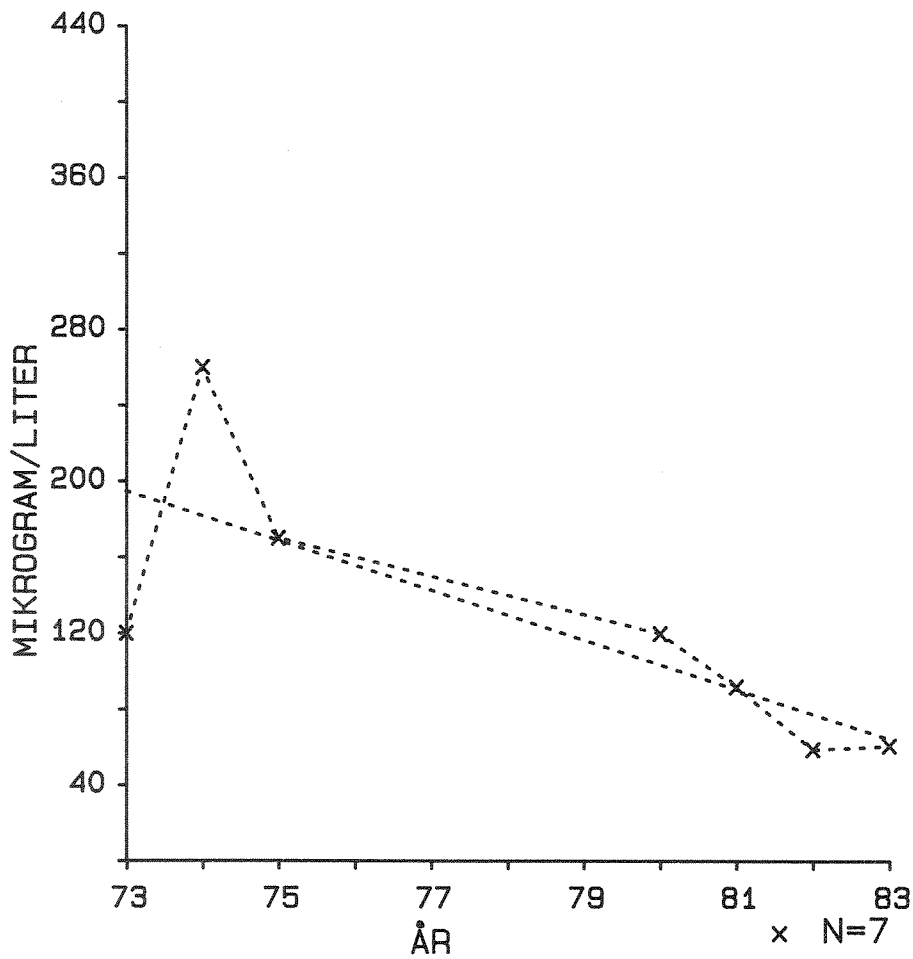
Oksygenobservasjonene viser ingen klar utvikling, men perioden 1973-75 hadde de laveste konsentrasjonene.

For Bærumsbassenget har således fosforkonsentrasjonen avtatt og oksygenforholdene er omtrent uforandrede.

NIVA: 1984-11-6

TOTALFOSFOR BÆRUMSBASSENGET (BL4) 16 METERS DYP

OKTOBER: 1973-75 OG 1980-83



$$Y = -13.00 X + 1144.04 \quad R = -0.77 \quad P \leq 0.050 \quad SD = 12.56$$

Fig. 19 Eksempel på totalfosfortrend i Bærumsbassenget 1973-83.

3.3. Overflatevannets kvalitet

3.3.1 Siktedyp, klorofyll og planteplankton

Utviklingen av planktonalger i overflatevannet er av betydning både for fjordens rekreasjonsverdi fordi algene gir uklart vann, og for oksygenforholdene i dypvannet ved at en del av det organiske materiale som algene representerer synker ned og blir brutt ned i dypvannet. Noen alger har også direkte helsemessige konsekvenser ved at de produserer giftstoffer som kan oppkonsentreres i f.eks. blåskjell.

Overvåkingen av overflatevannets kvalitet tar sikte på å beskrive planteplanktonets utvikling gjennom året kvantitativt og kvalitativt og gi et grunnlag for å påvise langsiktige endringer. Til dette benyttes hovedsakelig to parametre; klorofyll a og siktedyp, i tillegg til direkte opptelling av alger i kvantitative planktonprøver.

Klorofyll a er det viktigste lyshøstende pigmentet som er felles for alle algegrupper. Klorofyllkonsentrasjonen kan bestemmes etter ekstraksjon fra algene. Det er ikke noe bestemt konstant forhold mellom klorofyllmengde og algemengde. Algenes klorofyllinnhold er artsavhengig og varierer også med algenes fysiologiske tilstand, nærings- og lysforhold m.m. Allikevel gir klorofyllkonsentrasjonen et inntrykk av den mengdemessige forekomsten av alger. I overvåkingsprogrammet benyttes et standard prøvetakingsdyp fra overflaten til 2 m. Det er algemengden i dette vannsjikt som har størst betydning for siktedypet, men alger på større dyp kan også være viktige i produksjonen av organisk stoff.

Siktedypet er et mål på vannets gjennomskinnelighet. Planktonalger er den viktigste faktoren som påvirker siktedypet, men også annet partikulært materiale, organisk og uorganisk, samt humusstoffer bidrar til å redusere siktedypet. Forholdet mellom siktedyp og mengden av alger eller klorofyll er meget varierende bl.a. fordi algenes størrelse og struktur påvirker lysspredningen i vannet. En viss informasjon om algemengden i overflatevannet gir likevel siktedypmålingene, og dette har betydning for sammenligning med eldre data fra Oslofjorden.

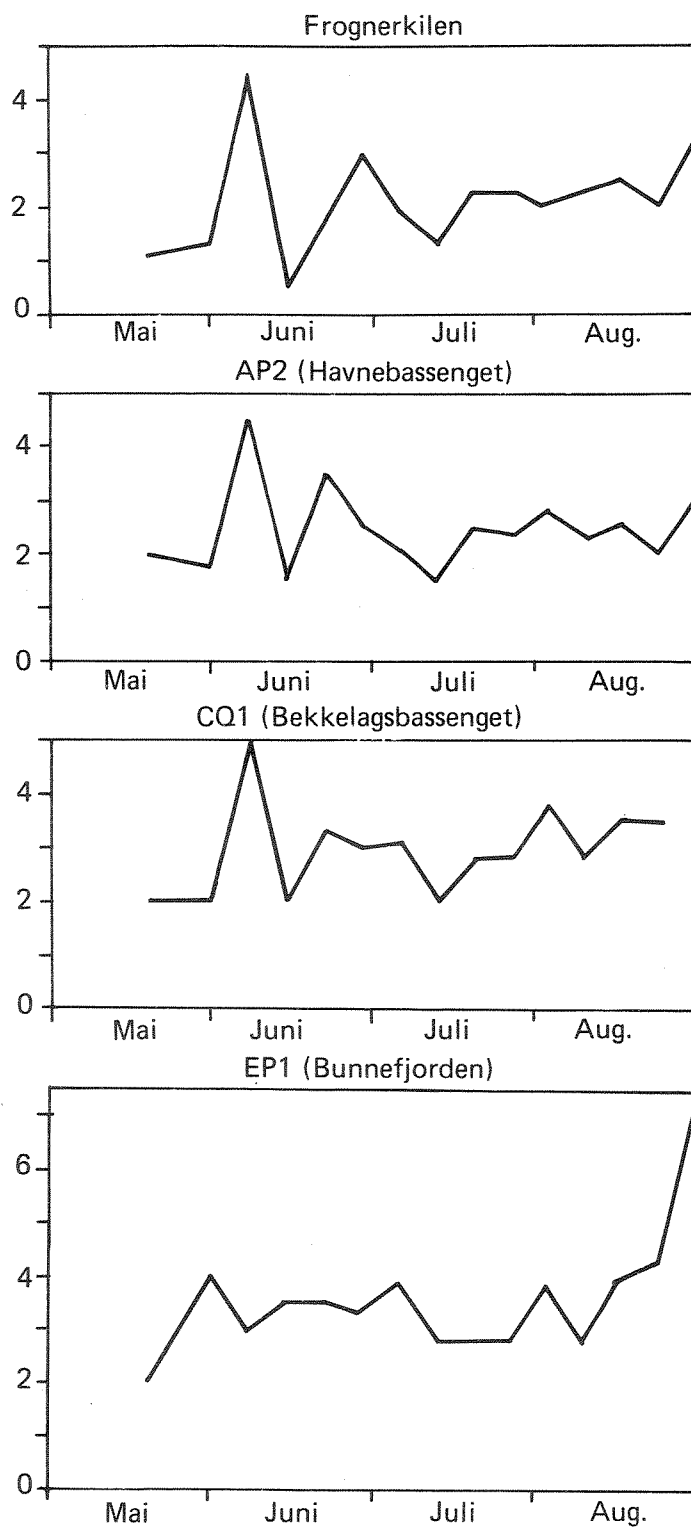


Fig. 20. Siketyppvariasjonen på stasjonene AP2, CQ1 og EP1 mai-august 1983.

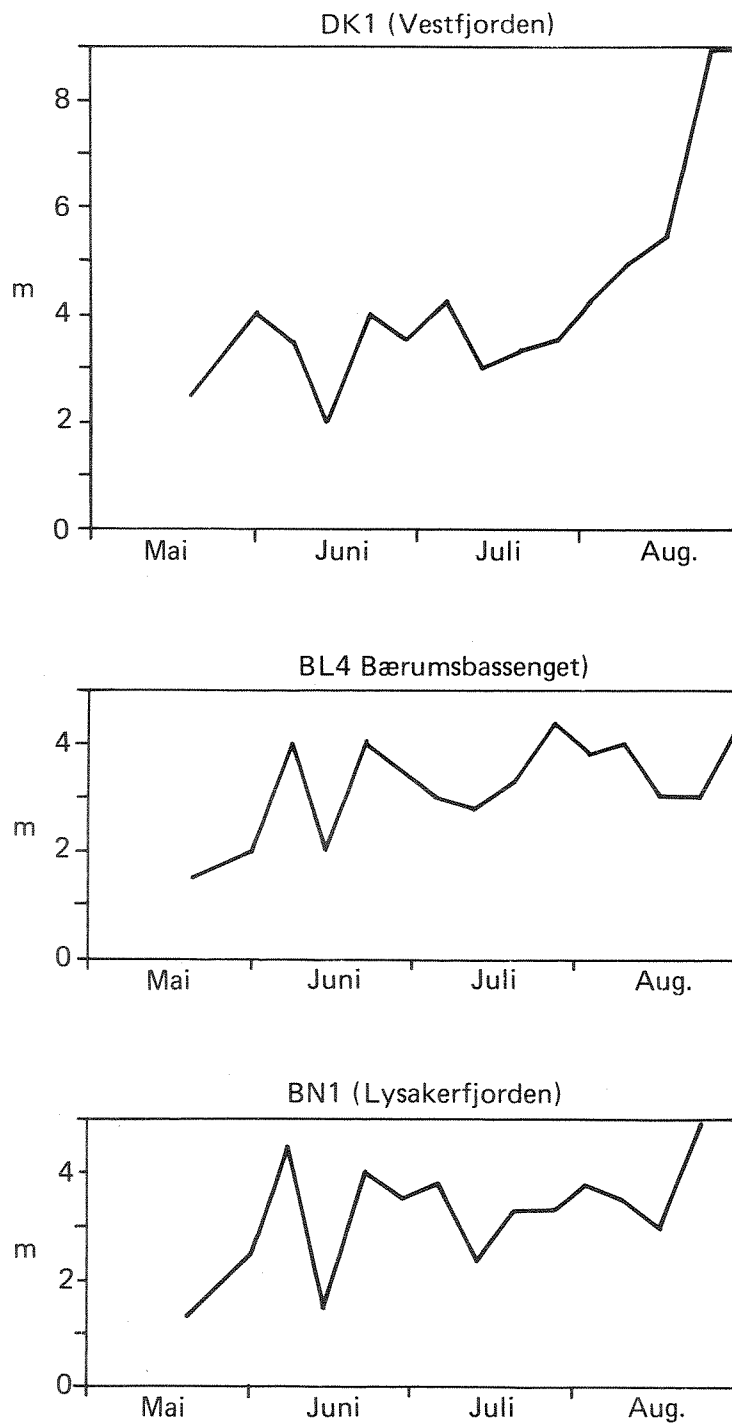
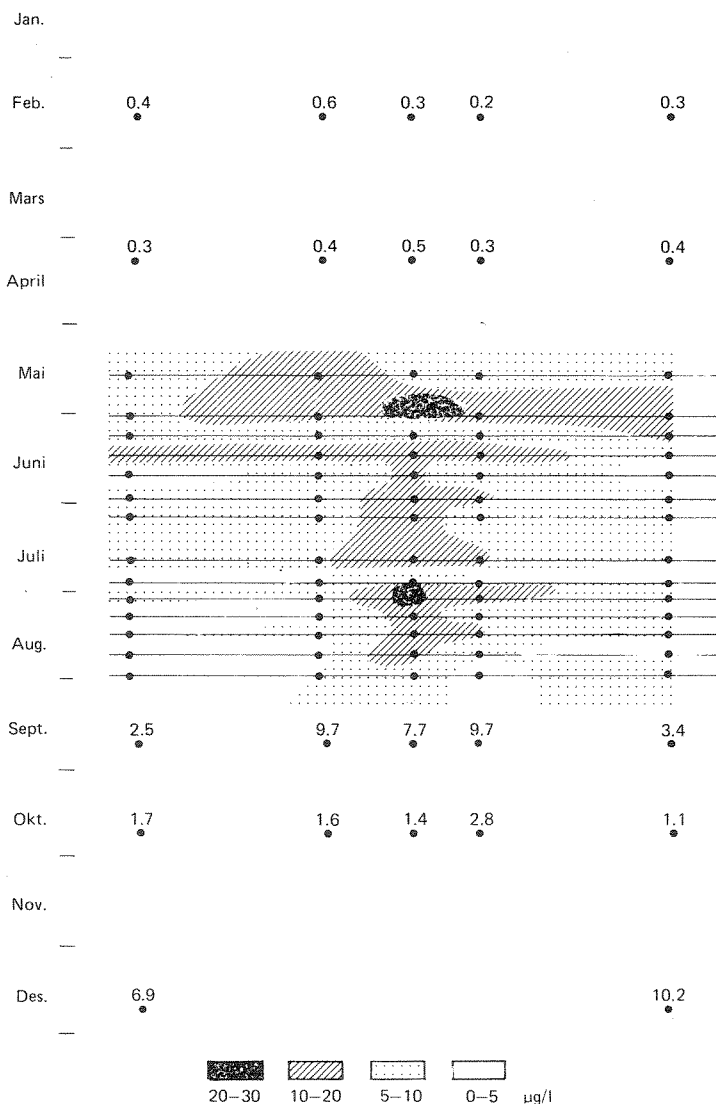
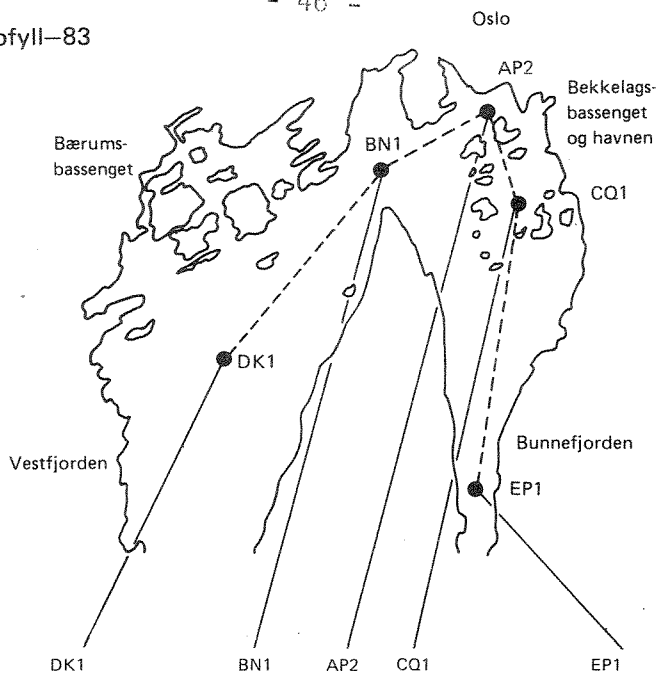


Fig. 21. Sikedypvariasjonen på stasjonene DK1, BL4 og BN1 mai-august 1983.

Klorofyll-83



22. Horisontalutbredelsen av klorofyll a i overflatevannet (0-2 m) gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden

Variasjonene i siktedyp på 7 stasjoner fra Vestfjorden til Bunnefjorden i perioden mai-august er vist i figur 20-21. Overflatevannets innhold av klorofyll er fremstilt i fig. 22 som et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden (DK1) til Lysakerfjorden (BN1), Havnebassenget (AP2), Bekkelagsbassenget (CQ1) og Bunnefjorden. Figuren gir et inntrykk av klorofyllkonsentrasjonens variasjoner i tid og rom, særlig i sommerperioden når observasjonene ble gjort hver uke.

Ved årets første tokt, 15 februar, var det lite klorofyll ($<1 \mu\text{g/l}$) og høye siktedyp i hele fjorden. I Vestfjorden og Bunnefjorden var siktedypet 16 m. Det store siktedypet skyldes sannsynligvis den pågående dypvannsutsiftningen. Vårøppblomstringen hadde ikke begynt på dette tidspunktet. I begynnelsen av april var klorofyllkonsentrasjonene like lave som i februar, mens siktedypet var gått ned. Det er vanlig at det blir et minimum i algemengde på denne tiden etter vårøppblomstringen som normalt skjer i mars.

I midten av mai var klorofyllkonsentrasjonen høyest i Lysakerfjorden ($16 \mu\text{g/l}$) og ellers mellom 6 og $10 \mu\text{g/l}$. Siktedypet var 2,5 m i Vestfjorden og ellers mellom 1 og 2 m.

I perioden juni-august var klorofyllkonsentrasjonen som vanlig høyest i Havnebassenget og Frognerkilen, mens den minket mot sør i både Bunnefjorden og Vestfjorden. De høyeste verdiene på stasjon AP2 ble registrert 1. juni ($30 \mu\text{g/l}$), 5. juli ($23 \mu\text{g/l}$) og 2. august ($22 \mu\text{g/l}$).

Mellom disse toppene var det perioder med lave klorofyllkonsentrasjoner og forholdsvis høye siktedyp i hele fjorden, særlig i begynnelsen av juni og i slutten av juli. I Vestfjorden fortsatte siktedypet å øke i august og var i slutten av måneden 9 m, som er mye på denne tiden av året. Klorofyllkonsentrasjonen var da ca. $3 \mu\text{g/l}$.

Utviklingen i Bunnefjorden var omtrent som i Vestfjorden, men klorofyllkonsentrasjonene var noe høyere og siktedypsøkningen i august mindre markert.

I Bærumsbassenget, som ikke er inkludert i fig. 22, var utviklingen omtrent lik den i Lysakerfjorden, med de høyeste klorofyllkonsentrasjonene i begynnelsen og midten av juni (15 resp. $12 \mu\text{g/l}$), og forholdsvis lave konsentrasjoner videre utover sommeren. Ved toktet i september var klorofyllkonsentrasjonen $10 \mu\text{g/l}$. Siktedypet i Bærumsbassenget varierte mellom 2,0 og 4,3 m i juni-august.

Som klorofyllverdiene viser var det ikke noe større algeoppblomstringer i Indre Oslofjord sommeren 1983, bortsett fra lokale høye algekonsentrasjoner som i Frognerkilen i midten av juni hvor det ble registrert ca. $2 \cdot 10^6$ celler/l av Heterocapsa triquetra (130 μg klorofyll a/l). I mai og juni var det et betydelig innslag av diatomeene Skeletonema costatum og Thalassionema nitzschioides. På stasjon AP2 var det $6,8 \cdot 10^6$ celler/l av S. costatum 1. juni. Senere dominerte dinoflagellatene. I Vestfjorden var det forholdsvis stor tetthet av Gymnodinium galatheanum og Heterocapsa triquetra fra 20. juni til 10. august. De høyeste noteringene på stasjon DK1 var $2 \cdot 10^6$ celler/l av G. galatheanum og $4,8 \cdot 10^5$ celler/l av H. triquetra. Prorosentrum minimum ble funnet i Vestfjorden fra slutten av juli til slutten av august, med et maksimum ($7,2 \cdot 10^5$ celler/l) 2. august. Samtidig var det en mindre oppblomstring av kalkflagellaten Emiliana huxleyi ($1,7 \cdot 10^6$ celler/l).

Ved toktet 22. september var klorofyllkonsentrasjonene fortsatt forholdsvis høye i den nordre delen av fjorden, men mindre enn $5 \mu\text{g/l}$ i Vestfjorden og Bunnefjorden. Siktedypet var 9,5 m i Vestfjorden og 3,5-5 m fra Lysakerfjorden til Bekkelaget.

I oktober var klorofyllinnholdet lavt i hele Indre Oslofjord (mindre enn $3 \mu\text{g/l}$ på samtlige stasjoner), men siktedypet var samtidig lavt for denne tiden av året; 3 m i Vestfjorden og 2 m i Havnebassenget. Det høyeste siktedypet 4,7 m ble målt i Bunnefjorden. Det lave siktedypet i oktober skyldes stor avrenning fra land som følge av nedbør.

Ved årets siste tokt, i desember, ble det registrert forholdsvis høye klorofyllkonsentrasjoner; $6,9 \mu\text{g/l}$ i Vestfjorden og $10 \mu\text{g/l}$ i Bunnefjorden. Dette skyldes en oppblomstring av Skeletonema costatum. Forholdene er på denne tiden av året vanligvis ugunstige for utvikling av alger, men en liknende vinteroppblomstring ble også observert i desember 1979.

Den mengdemessige utviklingen av planteplankton, som det fremgår av klorofyllanalysene, fulgte i 1983 i store trekk det samme mønster som har vært observert i de nærmest foregående årene. Karakteristisk er det lave klorofyllnivået i april etter våroppblomstringen og deretter sommersituasjonen fra slutten av mai til september, med forholdsvis høye men varierende klorofyllnivåer og med de høyeste registreringene i området nærmest Oslo.

I sommerperioden, hvor observasjonsfrekvensen har vært forholdsvis høy, er det mulig å sammenligne med tilsvarende data for klorofyll og siktedyp i de foregående årene. Dette er gjort dels ved å beregne middelerverdier for hele perioden 20. juni - 1. september og dels månedsmiddelerverdier for juni, juli og august.

Sommermiddelerverdiene for fire stasjoner er sammenlignet med de 5 foregående årene i tabell 5. Det går frem av denne at klorofyllnivåene i 1983 var meget like de i 1982 på stasjonene DK1, EP1 og BL4, og noe lavere enn 1982 på AP2, CQ1 og BN1. Den mest markerte trenden i klorofyllverdier finner man på stasjon BN1 i Lysakerfjorden, hvor det har vært en klar nedgang i konsentrasjonene i perioden 1979-1983.

Tabell 5. Middelerverdier for klorofyll og siktedyp i perioden 20.6 - 1.9 i 1983 sammenlignet med foregående år.

| | | Klorofyll-a (µg/l) | | | | | |
|----------------|-----|--------------------|------|------|------|------|------|
| Stasjon | | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| VESTFJORDEN | DK1 | 5.7 | 6.4 | 4.5 | 7.0 | 4.8 | 4.8 |
| BUNNEFJORDEN | EP1 | 7.9 | 8.8 | 9.3 | 8.6 | 5.9 | 6.2 |
| LYSAKERFJORD. | BN1 | 10.9 | 12.1 | 8.5 | 9.9 | 7.2 | 6.1 |
| HAVNEBASS. | AP2 | 15.8 | 16.6 | 13.1 | 24.7 | 18.8 | 14.4 |
| BÆRUMSBASS. | BL4 | | | | 10.1 | 5.1 | 5.2 |
| BEKKELAGSBASS. | CQ1 | | | | 15.3 | 9.7 | 7.8 |

| | | Siktedyp (m) | | | | | |
|---------------|-----|--------------|------|------|------|------|------|
| Stasjon | | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| VESTFJORDEN | DK1 | 4.6 | 4.0 | 2.9 | 4.1 | 3.8 | 4.8 |
| BUNNEFJORDEN | EP1 | 4.1 | 3.0 | 1.8 | 3.3 | 3.7 | 3.6 |
| LYSAKERFJORD. | BN1 | 3.5 | 3.0 | 2.1 | 3.5 | 3.1 | 3.7 |
| HAVNEBASS. | AP2 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 2.2 | 2.3 | 3.5 |
| BÆRUMSBASS. | BL4 | | | | 2.8 | 3.1 | 3.5 |
| BEKKALGSBASS. | CQ1 | | | | 2.9 | 3.1 | 3.2 |

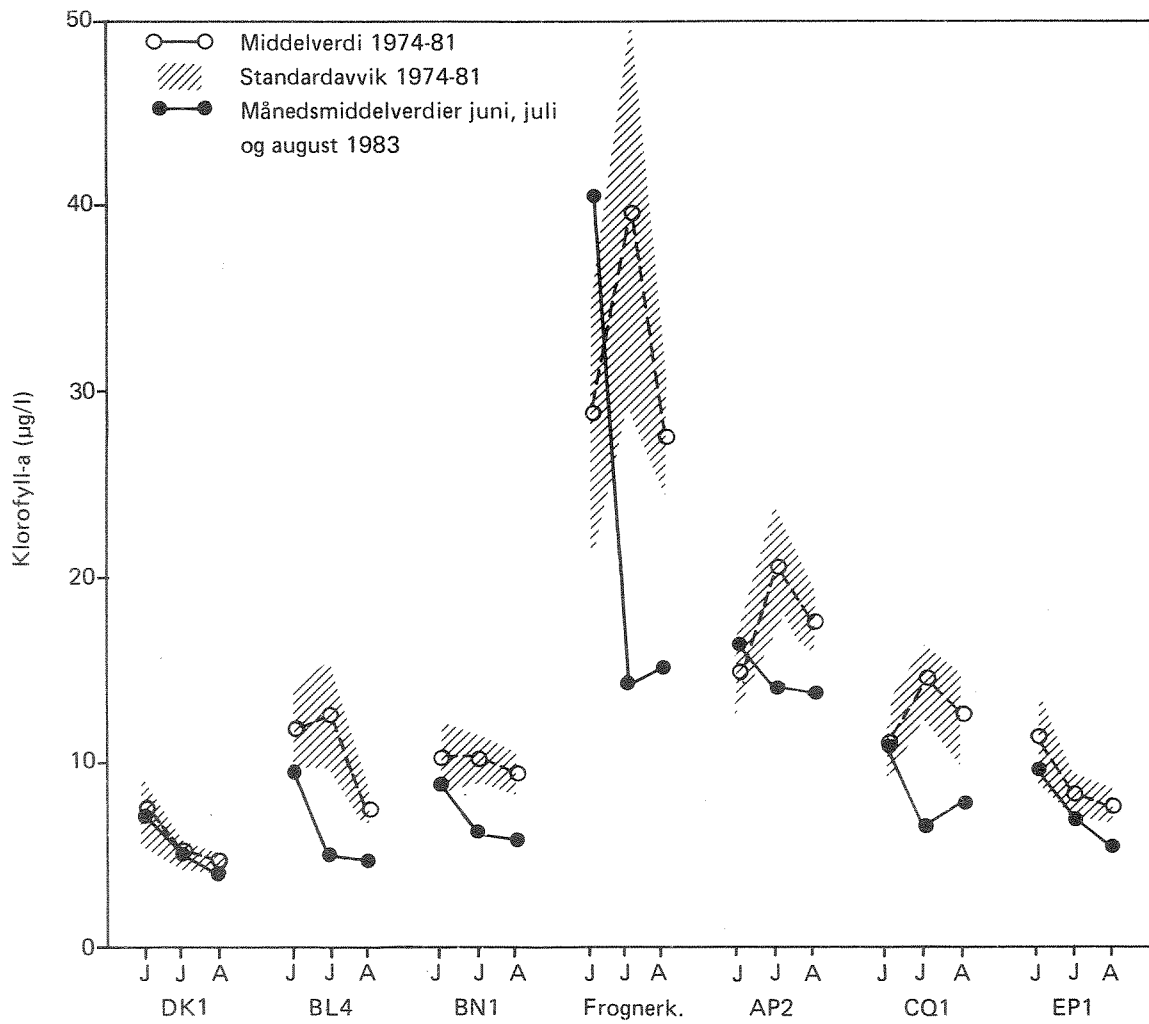


Fig. 23. Månedsmiddel (juni, juli, august) av klorofyll a på 7 stasjoner i 1983 sammenlignet med middelværdi og standardavvik for perioden 1974-81.

Middelverdiene for siktedyp var i 1983 større enn i de fem foregående årene på alle stasjonene unntatt EP1 (Bunnefjorden), hvor siktedypet var noe større i 1977. Det er vanskelig å spore noen klare trender i siktedypsverdiene, men siden 1980, som var et særlig dårlig år m.h.t. siktedyp, har forholdene utviklet seg i gunstig retning på samtlige stasjoner. Det var imidlertid liten forskjell i siktedypene i 1977 og 1983.

Månedsmiddelverdiene for klorofyll a i juni, juli og august på 7 stasjoner i Indre Oslofjord er fremstilt i fig. 23. Til sammenligning er også middelverdiene for perioden 1974-1981 tegnet inn. Verdiene for juni 1983 var for de fleste stasjoner innenfor middelverdiens standardavvik 1974-1981. På stasjon BL4 (Bærumsbassenget) var verdien noe lavere og i Frognerkilen noe høyere enn standardavviket. På stasjon DK1 (Vestfjorden) var utviklingen i juli og august normal i forhold til referanseperioden, men for de øvrige stasjonene var verdiene i 1983 lavere eller mye lavere enn gjennomsnittet for 1974-1981. Avviket i forhold til den tidligere perioden er størst i Bærumsbassenget og de nordre delene av fjorden, men mindre i Vestfjorden og Bunnefjorden.

Den synkende trenden i klorofyllkonsentrasjonene på de fleste stasjonene fra juni til august som går frem av figur 23, kan ha sammenheng med den unormalt dårlige utskiftningen av overflatevannet (se kapittel 3.2.1). Dårlig vannutskifting kan føre til at næringstilførslen fra dypere vannlag blir redusert.

I juni til oktober ble det tatt observasjoner av siktedyp på to stasjoner i Vestfjorden (L. Vråle), sammenlagt 51 dagers observasjoner fra østsiden av Vestfjorden (100 m vest Svestad) og vestsiden ved utslippet til SRV (300 m øst selve SRV). Det ble ikke observert noen signifikant forskjell mellom de to stasjonene. Middelverdien på vestsiden var t.o.m. noe høyere enn for østsiden. Det skjedde ingen forandring mellom de to stasjonene etter at SRV ble satt i full drift juli 1983.

Resultatene av undersøkelsene i 1982 viser at den gunstige utviklingen av overflatevannets kvalitet som ble registrert i 1982, særlig på stasjonene BL4 og BN1, ikke har snudd i 1983. Det ser ut til at grunnlaget for algeoppblomstringer i Bærumsbassenget og området nærmets Oslo er blitt redusert. Dette skyldes sannsynligvis de forurensningsbegrensende tiltak som er foretatt.

3.3.2 Giftige planktonalger

Forekomst av giftige planktonalger i sjøen har hovedsakelig virkning på følgende to hovedfelter:

- Giftstoffer fra algene konsentreres i blåskjell og andre matskjell slik at skjellene medfører en helsefare. For publikum betyr dette at et områdes rekreasjonsverdi nedsettes fordi forekomster av matskjell ikke kan utnyttes, i alle fall i perioder. Likeledes skaper dette potensielle problemer for kommersiell utnyttelse og oppdrett av matskjell, f.eks. blåskjell og østers.
- Giftstoffer fra algene kan fremkalle sykdom og eventuelt dødelighet hos andre organismer i sjøen, så som fiskedød og omfattende dødelighet blant dyr som lever på bunnen og i fjæresonen.

I Oslofjorden har man år om annet i de siste 20 år registrert algegiftstoffer i blåskjell, spesielt om sommeren. Dette er nervegiftstoffer (PSP), men det er nå kjent at også planktonalger som produserer andre giftstoffer (DSP og VSP) er et vanlig innslag i planktonet i indre fjord i særdeleshet. Fiskedød er også observert, men i forholdsvis beskjedent omfang (1981).

Mengdene av giftige planktonalger, spesielt dinoflagellater, synes å ha vært økende i Oslofjorden i de siste 10 år. Et viktig trekk i bildet er at to nyinnvandrere, Prorocentrum minimum og Gyrodinium aureolum har etablert seg i fjorden og gitt opphav til massive oppblomstringer. Forekomsten av de giftige algene har vært sterkt vekslende fra et år til det neste, hva angår de enkelte arter. Imidlertid har mønstret totalt sett vært at de har sin hovedforekomst i indre fjord om sommeren og at flere arter opptrer samtidig.

Registreringene i 1983 har hatt et noe mindre omfang enn tidligere. Ialt 28 overflateprøver, hovedsakelig fra Vestfjorden (DK1) er bearbeidet kvantitativt. I tillegg foreligger det endel opplysninger fra materiale innsamlet av Avdeling for marin botanikk, Universitetet i Oslo. Forekomsten av potensielt giftige dinoflagellater i NIVA's overflateprøver er vist i Tabell 6 som også viser konsentrasjoner av PSP (paralyserende nervegiftstoffer) fra blåskjellprøver innsamlet i Oslo, Asker og Bærum.

1. Gonyaulax excavata

Denne arten betraktes som hovedansvarlig for forekomst av PSP i blåskjell i Norge. Det ble observert to forholdsvis små oppblomstringer i Oslofjorden i 1983. Under den første, i mai-juni, ble det påvist PSP godt over faregrensen i blåskjell fra indre fjord, og publikum ble i en periode advart mot å spise matskjell. Hva angår Gonyaulax-oppblomstringen i august, så er det ikke kjent hvorvidt det ble akkumulert PSP, f.eks. i blåskjell, idet PSP-analyseprogrammet ikke omfattet mer enn akkurat begynnelsen av denne perioden. I tillegg til oppblomstringsperioden ble det observert små mengder av Gonyaulax excavata i mars-april. Forøvrig er det klart at prøvene fra DK1 i mai ikke var representative for indre fjord når det gjelder forekomsten av denne arten. Bestanden var betydelig større i havnebassenget.

2. Prorocentrum minimum

Etter store oppblomstringer av Prorocentrum minimum i Oslofjorden i 1981 og 1982 ble det på nytt registrert store forekomster i 1983. Oppblomstringen som hadde en varighet på vel en måned i juli-august, ser imidlertid ikke ut til å ha vært så omfattende som i 1982 da hele Oslofjorden og deler av Skagerrak-Kattegat var berørt. I 1983 var forekomsten mer lokal og overveiende begrenset til indre fjord. I integralprøvene (0-2 m dyp) fra DK1 oversteg ikke maksimumsbestanden 1 mill. celler pr. liter. Det er ikke rapportert skjellforgiftninger på grunn av denne arten i 1983.

3. Dinophysis acuminata og Dinophysuis norvegica

Noen Dinophysis-arter produserer giftstoffer (DSP) som akkumuleres i skjell og forårsaker diarré hos varmblodige dyr etter konsum av slike skjell. Slike forgiftninger er kjent i Nederland og Frankrike og kan ha forekommet også i Norge (Tangen 1983). Aktuelle problemarter her er Dinophysis acuminata, Dinophysis norvegica og Dinophysis acuta. De to førstnevnte ble registrert fra juni til september i Oslofjorden, men i moderate mengder godt under konsentrasjoner som har gitt forgiftninger i Nederland. DSP-forgiftninger er såvidt vites ikke rapportert fra Oslofjordområdet i 1983.

4. Gyrodinium aureolum

Denne arten har i flere år hatt massive oppblomstringer i Oslofjorden og blant annet vært årsak til fiskedød. Forekomsten i 1983 synes å ha vært begrenset til september, med små bestander i Vestfjorden.

5. Gymnodinium galatheanum

I mange år har Gymnodinium galatheanum vært blant de dominerende dino-flagellatene om sommeren, ofte med bestander fra 1 til 10 mill. celler pr. liter i indre fjord. Det er indikasjoner på at denne arten har en akutt giftvirkning på fisk, spesielt rogn og yngel (L. Jørgensen, pers.medd.), hvilket ikke er overraskende på bakgrunn av morfologisk og biokjemisk slektskap (pigmentering) med andre giftige arter. I 1983 ble det registrert store bestander i havnebassenget i juni, og også i Vestfjorden var forekomsten betydelig i en lang periode (juni-midten av august). Det kan forutsettes at virkninger av denne arten vil være vanskelig å etterspore. Dersom klekkeperioden for fiskeegg, f.eks. fra flatfisk (skrubbe), faller sammen med større forekomster av Gymnodinium galatheanum vil man kunne få nedsatt klekkesfrekvens og økt dødelighet hos nyklekt yngel. Imidlertid er slike effekter ikke observert, men heller ikke undersøkt, i Oslofjorden. Indre Oslofjord synes å være det sted i Norge hvor Gymnodinium galatheanum forekommer hyppigst og i størst mengde.

Sammenligning med tidligere år

I Tabell 7 er det satt opp en oversikt over potensielt giftige dinoflagellater i Oslofjorden. Tabellen bygger på publiserte og upubliserte observasjoner og dekker alle år frem til 1983, men inkluderer ikke Gymnodinium galatheanum. Gonyaulax excavata inkluderer antagelig endel Alexandrium ostenfeldii (= Gonyaulax excavata var. globosa; har også vært kalt "Gonyaulax dimorpha").

Sammenlignet med tidligere observasjoner, var det i 1983 større konsentrasjoner av Gonyaulax excavata i juni, august og september. Oppblomstringen av denne arten i august må betegnes som uvanlig, og dersom PSP fortsatt skal overvåkes i Oslofjorden, gir planktonobservasjonene en indikasjon på at overvåkingen også bør dekke hele august måned.

For de øvrige artene har det stort sett vært observert større forekomster i tidligere år, og sesongforekomsten i 1983 kan ikke betegnes som unormal. I likhet med tidligere, var det til enhver tid om sommeren en rekke potensielt giftige dinoflagellater i overflatevannet i indre fjord.

Tabell 6. Forekomst av potensielt giftige dinoflagellater i Oslofjorden i 1983, samt resultat av PSP-målinger i blåskjell innsamlet i Oslo, Bærum og Asker. Dinoflagellatkonsentrasjonene er angitt som antall celler pr. liter sjøvann; PSP-verdier er antall musletalenheter pr. 100 g blåskjellmat og angir maksimumsverdier for hver uke. PSP-data er tatt fra Underdal & Yndestad (1984)

| Måned | Uke nr. | Gonyaulax excavata | Dinophysis acuminata | Dinophysis norvegica | Prosoentrum minimum | Gyrodinium aureolum | Gymnodinium galatheanum | PSP |
|---------|---------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|------|
| Februar | 7 | - | - | - | - | - | - | - |
| April | 14 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 16 | - | - | - | - | - | - | - |
| Mai | 18 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 20 | - | - | - | - | - | - | 236 |
| " | 21 | - | - | - | - | - | - | 708 |
| Juni | 22 | 33 000 | - | - | - | - | - | 960 |
| " | 23 | 93 000 | - | 500 | - | - | - | 1401 |
| " | 24 | 10 000 | 500 | 500 | - | - | - | 1394 |
| " | 25 | - | - | 1000 | - | - | 620 000 | 770 |
| " | 26 | - | - | - | - | - | 460 000 | 357 |
| Juli | 27 | - | 500 | 500 | - | - | 2400 000 | 587 |
| " | 28 | - | - | - | - | - | 260 000 | 261 |
| " | 29 | - | 3500 | - | - | - | 960 000 | 244 |
| " | 30 | 1 500 | - | - | 170 000 | - | 130 000 | - |
| August | 31 | 4 500 | 500 | - | 730 000 | - | 200 000 | - |
| " | 32 | 5 000 | - | - | 120 000 | - | 170 000 | - |
| " | 33 | 10 000 | - | 1000 | 290 000 | - | - | - |
| " | 34 | 5 500 | - | - | 760 000 | - | 55 000 | - |
| " | 35 | 3 500 | - | 500 | 500 | - | - | - |
| Sept. | 38 | 4 000 | 3500 | 500 | 1 500 | 15 000 | - | - |
| Oktober | 42 | - | - | - | - | - | - | - |

- = analysert, men ikke registrert

Tabell 7. Forekomst av potensielt giftige dinoflagellater i Oslofjorden før 1983, samt PSP-data (referanser i Tangen 1983). Konsentrasjoner som i Tabell 6; maksimumstall for hver måned.

| Måned | Gonyaulax excavata | Dinophysis acuminata | Dinophysis norvegica | Dinophysis acuta | Prorocentrum minimum | Gyrodinium aureolum | PSP |
|-----------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|------|
| Januar | - | 560 | - | - | - | - | - |
| Februar | - | 500 | 500 | - | - | - | - |
| Mars | 500 | 3 000 | 1 000 | - | - | - | - |
| April | 2 000 | 2 600 | 520 | - | - | 15 000 | 200 |
| Mai | 1 700 000 | 19 000 | 5 000 | 500 | - | 400 000 | 2760 |
| Juni | 85 000 | 8 000 | 80 | - | 3 000 | - | 5479 |
| Juli | 340 000 | 21 000 | 280 | - | 700 000 | 2 300 000 | 250 |
| August | 1 600 | 7 000 | 80 | 500 | 3 800 000 | 74 000 | 200 |
| September | 3 500 | 5 000 | 1 000 | 240 | 1777 000 000 | 6 800 000 | 200 |
| Oktober | 1 000 | 3 000 | - | - | 1 300 000 | 26 000 000 | 200 |
| November | - | - | - | - | 10 000 | 2 000 000 | - |
| Desember | - | - | - | - | - | - | - |

3.3.3 Næringssalter og vekstpotensial

Tilgangen på plantenæringsstoffer i overflatevannet er avgjørende for den mengdemessige utviklingen av planktonalger. De fleste stoffer som algene trenger for vekst, fins i stort overskudd i naturlig sjøvann. Av enkelte andre stoffer er tilgangen mer begrenset i forhold til algenes behov. Disse næringsstoffene kan derfor virke begrensende på algenes vekst og danne et "tak" for den mengde alger som kan produseres. De plantenæringsstoffer som har størst betydning som begrensende næringsstoffer er nitrogen (N) og fosfor (P), men også silikat, jern og sporstoffer kan bli begrensende. I tillegg til de direkte begrensende næringsstoffene kan også organiske forbindelser virke stimulerende på algenes vekst.

Tilførslene av plantenæringsstoffer til overflatevannet i Indre Oslofjord skjer hovedsakelig ved transport eller diffusjon fra dypere vannlag og dels fra land ved overflateavrenning og utslipp. De forurensningsbegrensende tiltak som er foretatt i området har primært som mål å redusere den andel av næringsstoffbelastningen som skyldes kloakkvannutslipp.

Overvåkingsprogrammet tar sikte på å registrere eventuelle endringer i konsentrasjonene av nitrogen- og fosforforbindelser i overflatevannet.

Analyseprogrammet for plantenæringsstoffer i overflateprøver (0-2 m) i 1983 omfattet total nitrogen (N), total fosfor (P), nitrat, ammonium og fosfat på stasjonene EP1, AP2, BL4 og DK1. I tillegg ble det gjort vekstpotensialmålinger og tilsetningsforsøk for identifisering av vekstbegrensende næringsstoff. Phaeodactylum tricornutum ble brukt som testalge.

Ved toktet 15. februar, før våroppblomstringen, var konsentrasjonene av P og N høye i hele Indre Oslofjord. Mesteparten av fosforet var i form av fosfat (45 µg P/l i Vestfjorden). Ved våroppblomstringen sank overflatevannets innhold av P og N, men i forskjellig grad, slik at N/P-forholdet økte bortsett på stasjon AP2 (Havnebassenget) hvor det var uforandret ca. 15.

I begynnelsen av juni var fosfatkonsentrasjonene forholdsvis lave, med unntak for Havnebassenget, men konsentrasjonene av nitrat var fortsatt høye. Vekstpotensialmålingene viste også potensiell fosforbegrensning i alle prøvene. Senere på sommeren sank også nitrat- og ammoniumkonsentra-

sjonene til de normale lave verdiene under 10 µg/l. I juni og juli ble det registrert nitrogenbegrensning ved vekstpotensialmålingene i enkelte prøver, særlig fra stasjon AP2. Fosfatkonsentrasjonene i Vestfjorden var noe høyere enn i 1982. 16. august ble det målt opp til 10,5 µg P/l. Vekstpotensialmålingene viste imidlertid allikevel fosforbegrensning og lavt vekstpotensial. Den høye fosfatverdien kan derfor være feilaktig.

I Bærumsbassenget, Havnebassenget og Bunnefjorden var fosfatkonsentrasjonene forholdsvis lave hele sommeren (1,0-5,5 µg P/l), mens totalfosforkonsentrasjonene var 5-23 µg/l. Særlig i slutten av august og i september var totalfosforverdiene på flere stasjoner lave. I Bunnefjorden ble det målt 5 µg P/l i midten og slutten av august og bare 3,5 µg P/l i september. 10. august var verdiene usedvanlig lave også på de andre stasjonene. Lavest konsentrasjon hadde DK1 med 3 µg P/l.

Liten utskiftning av overflatevannet kan ha bidratt til de uvanlig lave fosforkonsentrasjonene i august og september, ved at tilførselen av næringsstoffer til overflatevannet fra dypere vannlag ble redusert.

I motsetning til fosforverdiene var konsentrasjonene av nitrogen i august og september normalt høye, ca. 300 µg N/l. N/P-forholdet var derfor uvanlig høyt i denne perioden. I gjennomsnitt for alle stasjoner fra juni til august var N/P-forholdet 31 mot 20 i 1982 og 18,6 i perioden 1974-1981. Hvis kloakkvannsbelastningen utgjør en vesentlig del av den totale næringstilførselen til Indre Oslofjord, burde oppstartingen av Renseanlegg Vest føre til en endring av N/P-forholdet i den retningen som er observert, men den unormalt høye ferskvannspåvirkningen i 1983 kan også være årsak til det endrede N/P-forholdet. (Se kap. 3.2.1). Vinterobservasjonene viser mer normale N/P-forhold sammenliknet med tidligere år.

I oktober hadde konsentrasjonene av plantenæringsstoffer øket på samtlige stasjoner. Total nitrogen-konsentrasjonene var 400-500 µg N/l og total P 16-33 µg P/l. En stor del av N og P var i form av nitrat, ammonium og fosfat, som ga et høyt vekstpotensial. Et unntak var EP1, hvor vekstpotensialet var mye lavere enn de målte næringsstoffkonsentrasjonene skulle tilsi.

I desember var det høyt innhold av både P og N og mesteparten av dette forelå i uorganisk form (fosfat og nitrat).

Resultater av vekstpotensialmålingene er vist i fig. 24 og 25, sammen med fosfatkonsentrasjonene på stasjonene DK1, BL4, AP2 og EP1. Det var noe mindre samsvar mellom disse to parametrene enn hva som er funnet de siste to årene. Andelen av prøver hvor tilsetningsforsøkene viste fosforbegrensning var også noe lavere enn i 1981 og 1982, men fortsatt er fosfor det næringsstoff som er vanligst begrensende for vekstpotensialet som fremgår av tabell 8.

Tabell 8. Begrensende næringsstoff ved vekstpotensialmålinger i 1983

| Begr. næringsstoff | Antall prøver | Prosent |
|--------------------|---------------|---------|
| P | 36 | 69 |
| P+N | 9 | 17 |
| N | 7 | 13 |

Tilfeller med nitrogenbegrensning ble registrert i februar og juni og på en prøve i august (BL4).

Sammenhengen mellom fosfatinnhold og vekstpotensial er også undersøkt ved lineær regresjon av de to parametrene. Data for prøver hvor nitrogen var begrensende er ikke inkludert. Observasjonen fra DK1 17.8, er heller ikke tatt med fordi det er grunn til å misstenke kontaminering eller analysefeil av denne prøven. Vekstpotensialet øker med ca. $17 \cdot 10^6$ celler for hvert μg P. Korrelasjonskoeffisienten, 0,858, viser klar sammenheng mellom de to parametrene, men er allikevel lavere enn i 1981 og 1982.

3.4 Vertikalutbredelse av fastsittende alger

Formålet med denne biologiske undersøkelsen var å kartlegge nedre grense for algevegetasjonen i Indre Oslofjord (fig. 26). Forandringer i vertikalprofiler over et visst antall år, vil kunne gi oss muligheter til å se om det har skjedd forandringer av forurensningsforholdene i fjorden. Spesielt forventer vi oss at bedre gjennomskinnelighet i fjordens overflatevann vil gjenspeile seg i at nedre grense for algenes forekomst vil bli dypere. Det må presiseres at flere fysiske og kjemiske faktorer, foruten lysgjennomgang

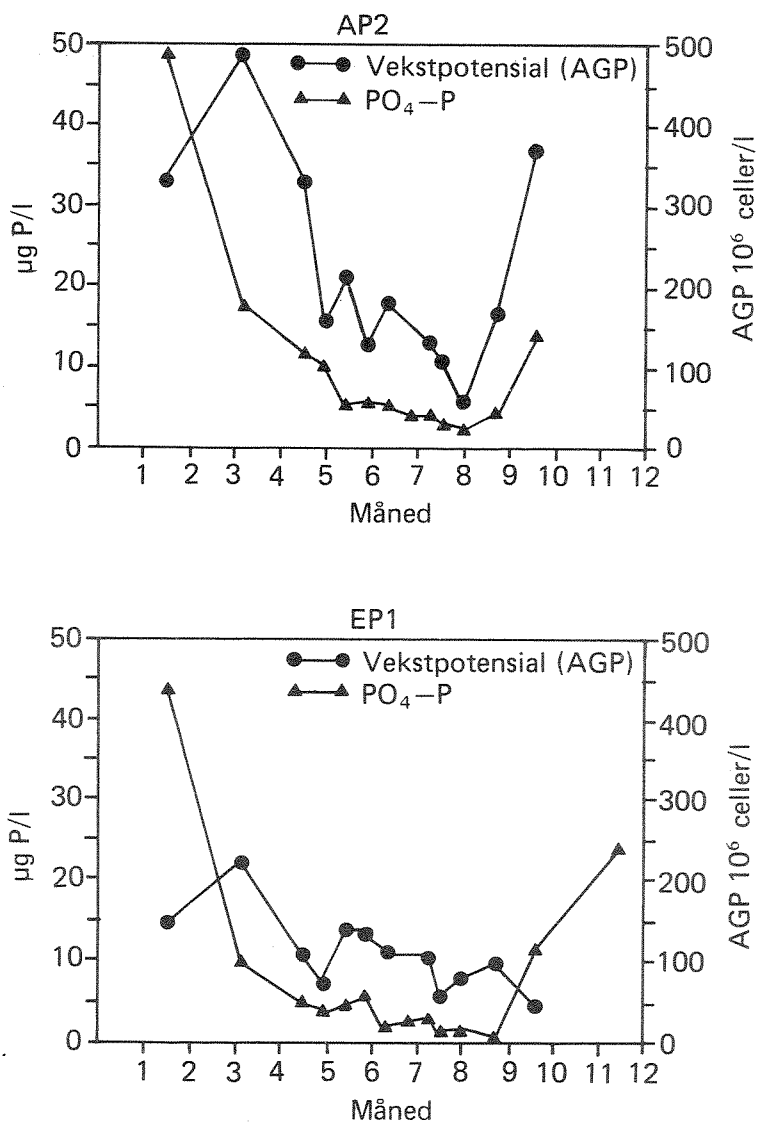


Fig.24 Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat (PO₄-P) i overflatevann (0-2m) fra stasjonene AP2 (Havnebasen) og EP1 (Bunnefj.).

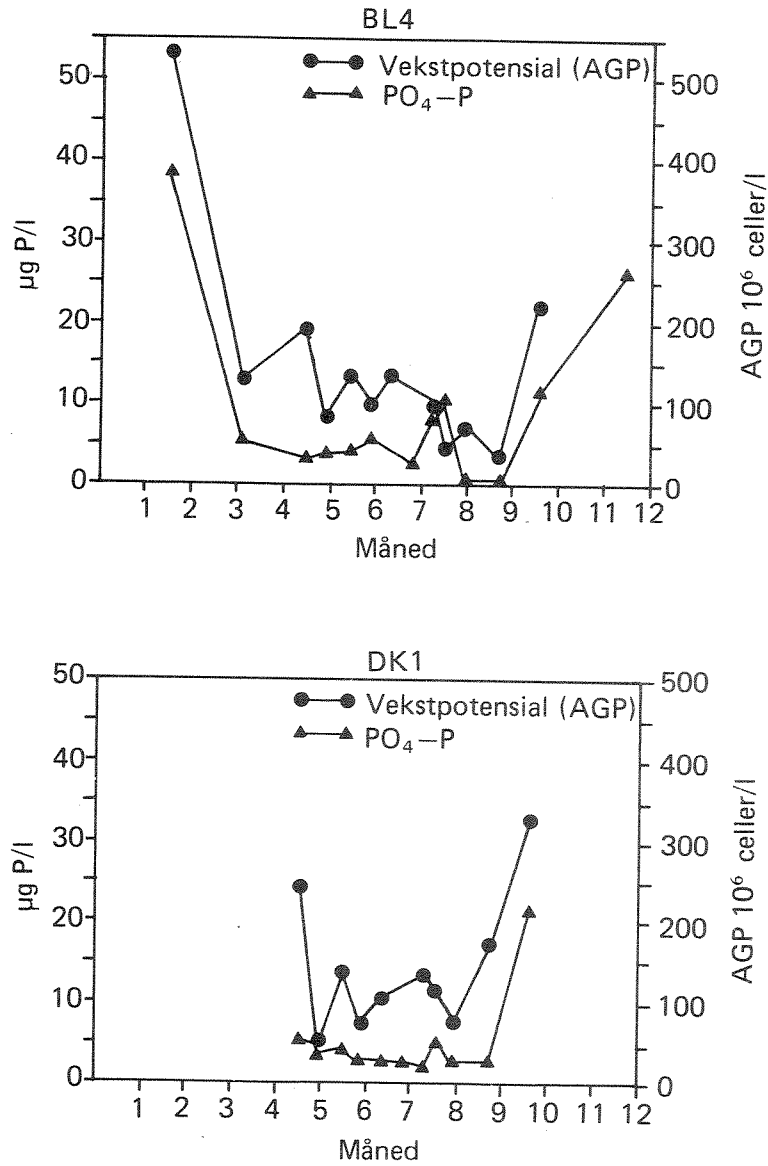


Fig. 25. Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat(PO₄-P) i overflatevann (0-2 m) fra stasjonene BL4 (Bærumsbassenget) og DK 1 (Vestfjorden).

bestemmer algenes nedre grense, som f.eks. substratets konsistens, helningsvinkel og orientering. Dessuten vil blåskjell, som er meget alminnelig i Indre Oslofjord i den eufotiske sone, danne et jevnt overtrekk som er utilfredsstillende substrat for de fleste alger. En annen begrensende faktor er beite-effekten. Beiting fra spesielt kråkeboller og strandsnelger, men også slangestjerner og muslinger, kan medføre at nedre vegetasjonsgrense løftes oppover.

Et sammendrag av resultatene er listet i tabell 9. Vertikalprofilene for hver enkelt stasjon finnes i vedlegg 3. Fjorden er i den følgende behandling inndelt i delområder fra I til IV (fig. 26), etter Klavestads inndeling fra 1967.

Delområde II

Steilene (st. 1) ligger i en overgangssone fra den mindre forurensede ytre del av Vestfjorden (delområde II) til den mer forurensede indre del (delområde III og IV). Denne stasjonen bærer også preg av å ligge i en slik overgangssone da den er den mest artsrike av alle stasjoner i undersøkelsesområdet. Den lokalitet som ble undersøkt i 1981 og 1982 hadde som største dyp 11,5 m. Det ble også observert alger ned til dette dyp og nedre grense kunne derfor ikke bestemmes. I 1983 ble 3 forskjellige lokaliteter ved Steilene undersøkt (fig. 26). På alle 3 lokaliteter var nedre grense for algevegetasjon ved Steilene som beskrevet i tidligere rapporter, altså ca. 11-12 m. I 1983 ble det som i 1982, funnet i alt 18 algearter ved Steilene. Innbyrdes fordeling mellom røde, brune og grønne alger har vært omtrent lik i 1982 og 1983, med en overvekt av rødalger (tabell 9). Undersøkelsene i 1983 verifiserte derfor den positive utvikling som hadde skjedd fra 1981 til 1982 på denne stasjonen, med en overgang fra forurensningstolerante grønnalger i 1981, til en større etablering av mer ømtålelige rødalger i 1982 og 1983 (se Magnusson et al. 1984).

De resterende stasjoner hører til det indre forurensede område av Oslofjorden, delområde II og IV (Klavestad 1967) og algevegetasjonen bærer tydelig preg av det. I 1983 ble det på nesten alle stasjoner i område III funnet en reduksjon i antall algearter på ca. 70% i forhold til det antall algearter en fant i delområde II ved Steilene. Delområde IV ser ut til å falle mellom delområde II og III når det gjelder antall arter som er funnet.

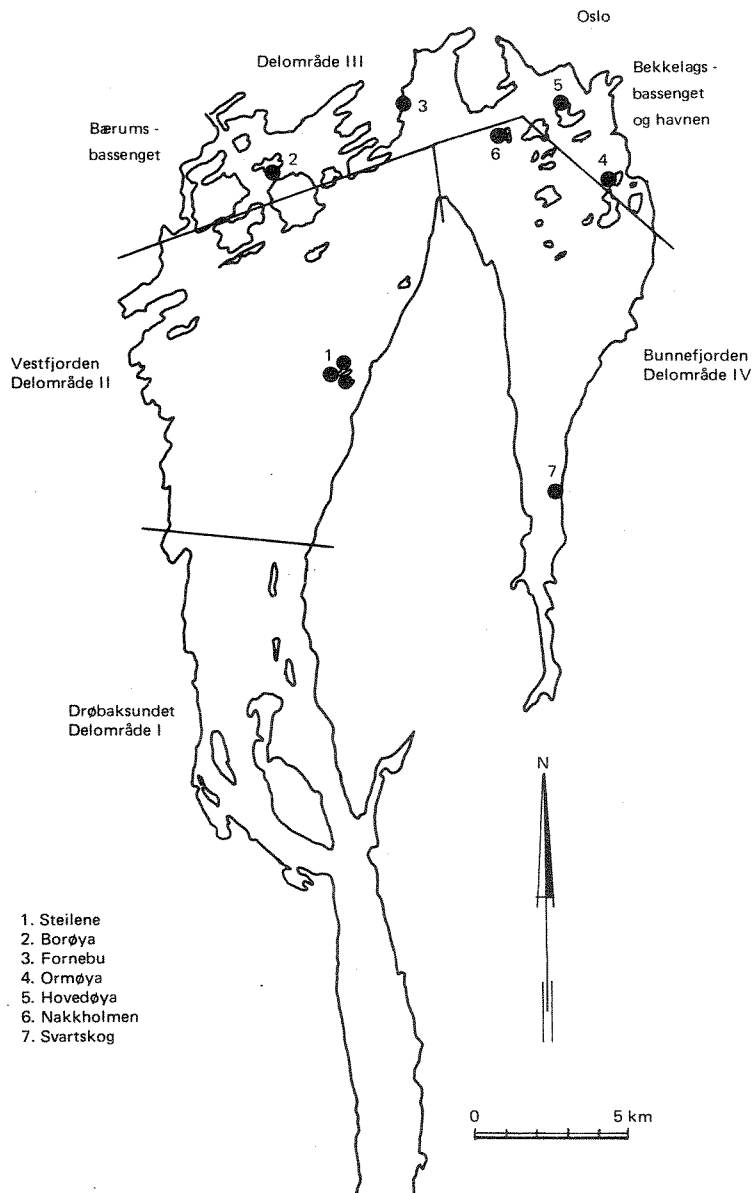


Fig. 26 Stasjonskart for undersøkelse av nedre voksegrense for fastsittende alger på 7 stasjoner i Indre Oslofjord 1-2.12 1983.

Generelt kan en si at registreringer for delområde III i 1982 og 1983 resulterte i omtrent like vertikale profiler for algeforekomster. Antall arter som ble funnet fluktuerte noe fra år til år som mulig kan være en funksjon av at det har vært benyttet forskjellige observatører og tidspunkter for undersøkelsen var noe forskjellige fra år til år. Den registrerte nedre grense for algeforekomster ved Fornebu og Hovedøya fra 1982 undersøkelsen ble verifisert gjennom undersøkelsen i 1983. Det har ikke skjedd noen forandringer ved Fornebu eller ved Hovedøya fra 1982 til 1983, mens ved Ormøya kan ting tyde på at forholdene i 1983 har vært verre enn i 1982. Ved Ormøya ble det funnet bare to alger dypere ned enn 1 m mot 6 m i 1982, og nedre grense var krøpet oppover fra 7 m til 4 m i 1983. Det må taes noe forbehold angående registreringen på denne stasjonen da sikten var forholdsvis dårlig i de øverste metre. Derimot inne i Bærumsbassenget ved Borøya, var nedre grense for algeforekomster forskjøvet lenger nedover fra 2 m i 1982 til hele 5 m i 1983. I 1981 var nedre grense for algene ved denne stasjonen bare 0,7 m. Denne utviklingen må sies å indikere en klar forbedring av forholdene inne i Bærumsbassenget også i perioden 1982 til 1983.

Delområde IV

De to stasjonene som ligger i dette delområdet var noenlunde like i artsammensetning og den vertikale fordeling av alger i 1982 og i 1983. Ved Nakkholmen fant en i 1982 og i 1983 12 arter, mens nedre grense for algevegetasjonen i 1982 var 8 m, var den i 1983 12 m. For Svartskog var artsantallet sunket fra 12 til 9 arter fra 1982 til 1983, og nedre grense for alger var omtrent lik i 1982 og 1983. Tidligere registreringer (Sundene 1953 og Klavestad 1967) har ikke funnet alger under 7 m dyp i dette delområde. Selv med forbehold om forskjellige registreringsmetoder og observatører, er det ting som tyder på at alger har etablert seg noe dypere nedover i dypet i de siste år dvs. 1982/1983. Årsaken til dette er noe uviss, men kan ha sammenheng med at gjennomskinneligheten i Indre Oslofjords vannmasser er blitt bedre de siste år.

Tabell 9. Antall arter av alger under 1 m, innbyrdes forhold mellom røde, brune og grønne alger, nedre grense og dets artssammensetning ved 7 stasjoner i indre Oslofjord 1982 og 1983.

| Områder | II | | III | | | | | | IV | | | | | |
|-----------------------------------|---|----|---|----|---------------------------------|----|--------------------------|----|--|----|--|----|--|----|
| | Steiltene | | Borøya | | Fornebu | | Ormøya | | Hovedøya | | Nakkholmen | | Svartskog | |
| Stasjoner | 82 | 83 | 82 | 83 | 82 | 83 | 82 | 83 | 82 | 83 | 82 | 83 | 82 | 83 |
| Ar 19- | | | | | | | | | | | | | | |
| Antall arter fra 1 m og dypere | 18 | 18 | 3 | 5 | 8 | 5 | 6 | 2 | 4 | 6 | 12 | 12 | 12 | 9 |
| Forhold: | | | | | | | | | | | | | | |
| Rødalger/ | 12 | 14 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 8 | 6 | 7 | 7 |
| Brunalger/ | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 |
| Grønne alger | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Nedre grense for algevegetasjoner | 11 | 11 | 2 | 5 | 8 | 9 | 7 | 4 | 9 | 8 | 8 | 12 | 13 | 12 |
| Arter ved nedre grense | <i>Peyssonelia dubyi</i> <i>Callithamnion corymbosum</i> | | <i>Chondrus crispus</i> <i>Fucus distichus</i> spp.edentatus <i>Dumontia incrassata</i> | | <i>Callithamnion corymbosum</i> | | <i>Peyssonelia dubyi</i> | | <i>Ectocarpus siliquulosus</i> <i>Cladophora</i> sp. <i>Callithamnion corymbosum</i> | | <i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Laminaria saccharina</i> <i>Phyllophora truncata</i> | | <i>Phyllophora truncata</i> <i>Polysiphonia urceolata</i> | |
| | <i>Peyssonelia dubyi</i> <i>Callithamnion corymbosum</i> | | <i>Chondrus crispus</i> <i>Polysiphonia nigrescens</i> | | <i>Laminaria saccharina</i> | | <i>Ulva lactuca</i> | | <i>Ulva lactuca</i> | | <i>Laminaria saccharina</i> | | <i>Phyllophora truncata</i> <i>Polysiphonia urceolata</i> | |

Konklusjoner

Sammenlignet med registreringene i 1982 viser undersøkelsene fra 1983

1. Algenes nedre grense for flerårige og ettårige alger har ikke økt, foruten på stasjonen inne i Bærumsbassenger hvor både artsantall og nedre grense har økt.
2. Forholdet mellom røde-, brune- og grønne alger er omtrent det samme de to årene. Ormøya viser derimot en viss reduksjon i antall arter av rødalger og nedre voksegrense, med forbehold om de vanskelige registreringsforhold.
3. Sugstratet ser ut til å være sterkt begrensende faktor for dybdeutbredelsen pga. nedslamming av fast substrat og mye bløtbunn ved de fleste stasjoner i område III og IV.

Det er som tidligere nevnt svært mange faktorer som spiller inn i etableringen av alger nedover i dypet. Med forbehold i disse ukjente faktorer, spesielt variasjonsmønster i beitepress, viser undersøkelsene i 1983 at algenes nedre grense i delområde II og IV er omtrent lik - ca. 11-13 m dyp og at forholdene i delområde III fører til at nedre grense her varierer forholdsvis mye - fra 4 til 9 m, avhengig av stasjonene. Bærumsbassenget viser den beste fremgang i algeetableringen i undersøkellesperioden. Nedre grense for alger og artsantallet på de øvrige stasjonene i undersøkelsen, ser ut til å ha stabilisert seg, mens det må taes visse forbehold for floraen ved Ormøya.

3.5 Bakteriologiske registreringer i havnebassenget.

Siden 1982 har Oslo Helseråd og NIVA samarbeidet med innsamling (NIVA) og analyser (Oslo Helseråd) av termotolerante og totalantall bakterier fra seks steder i Havnebassenget. Formålet er dels å følge opp eventuelle effekter av overføringen av deler av Oslos kloakkvann til Sentralrenseanlegg Vest (juli 1983) samt å få et generelt bilde av badevannskvaliteten i byens nærområde. I 1983 ble det innsamlet prøver ved 12 tokt i perioden juni-august. Dataene er presentert i Vedlegg 4. Tabell 10 viser at geometrisk middelvei for termotolerante bakterier ligger gjennomgående lavere i 1982 enn 1983. Imidlertid er antallet observasjoner hvor bakterietallet ligger over 400 bakterier pr. 100 ml omtrent samme som i 1982 unntatt i utløpet av Akerselva.

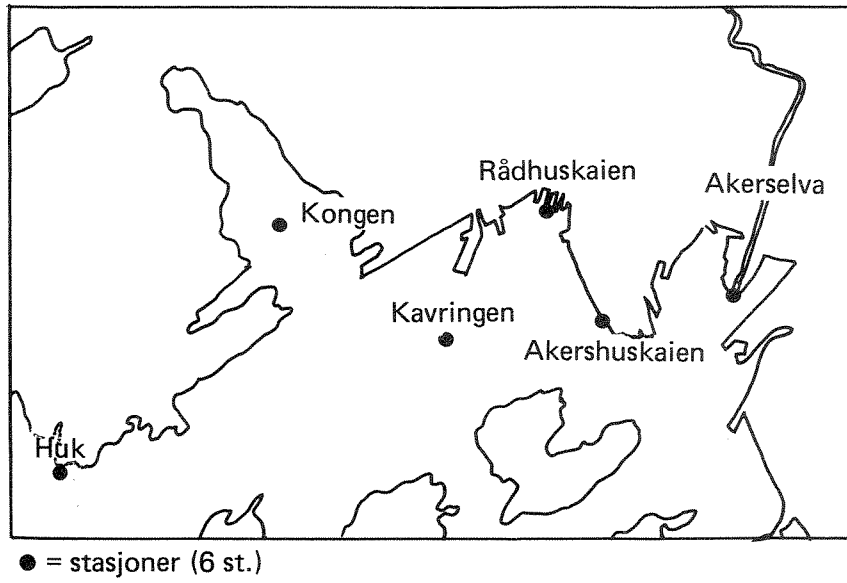


Fig- 27 Stasjonsnett for termotolerante koliforme bakterier.

Testes aritmetisk middelvei fra de ulike stasjonene mot hverandre for de to årene, finner vi forskjeller på 5% nivå for utløpt av Akerselva, Rådhuskaien og Kongen, alle med større konsentrasjoner i 1983. Ved Akershuskaien, Kavringen og Huk var det ingen signifikant forskjell mellom 1982 og 1983. Store svingninger i konsentrasjonene gjør det vanskeligere å vise reelle forskjeller. Sammenligner vi de to årene med helsemyndighetenes krav til godt badevann, dvs. at konsentrasjonen skal være mindre enn 50 bakterier pr. 100 ml, en verdi som ikke skal overskrides med 100% mer enn i 10% av observasjonene, vil vi ikke se noen endring i badevannskvaliteten fra 1982-83.

Totaltall bakterier viser en klar økning i utløpet av Akerselva 1983 og i øvrig omtrent som i 1982. Ved Akershuskaien var geometrisk middel noe lavere i 1983 enn i 1982 og frekvensen av høye konsentrasjoner har avtatt. Ved Rådhuskaien og Huk har også frekvensen av høye konsentrasjoner avtatt. Testes middelveien 1982 mot 1983 får vi ingen signifikante forskjeller på 5% nivået og bare en stasjon på 10% nivået, nemlig Rådhuskaien som har lavere medianverdi i 1983.

Det termotolerante bakterienivået har vært generelt høyere i 1983 sammenlignet med 1982. Signifikant større konsentrasjoner er bare målt ved Akerselva, Rådhuset og Kongen. Overføringen av kloakk fra Festningen ra., med utslipp ved Akershuskaien, til SRV er ikke blitt registrert i bakteriemålingene 1983. Middelvei ved Akershuskaien er større i juni 1983 enn i juli-august 1983, men medianverdien er isteden mindre.

Badevannskvaliteten etter helsemyndighetenes krav er blitt noe dårligere i 1983 og oppfyller ikke kriteriet for godt badevann for noen annen stasjon enn Huk, som er den eneste badeplassen av samtlige stasjoner.

Tabell 10. Termotolerante koliforme bakterier sommerstid i Oslo havnebasseng (bakterier pr. 100 ml).

1982

| | Utløpet Akerselva | Akershus- kaien | Rådhus- kaien | Kongen | Kav- ringen | Huk |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------|----------------|-----|
| Geometrisk middel | 350 | 350 | 20 | 20 | 8 | 4 |
| Antall obs. (%) > 100 bakt. | 78 | 100 | 22 | 22 | 22 | 0 |
| Antall obs. (%) > 400 bakt. | 67 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1983

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|----|----|----|
| Geometrisk middel | 9400 | 409 | 102 | 70 | 38 | 15 |
| Antall obs. (%) > 100 bakt. | 100 | 75 | 50 | 33 | 25 | 0 |
| Antall obs. (%) > 400 bakt. | 91 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Godt badevann : Geometrisk middelvei < 50 bakterier pr.100 ml.

Tabell 11. Totalantall (kim) bakterier i Oslo havnebasseng
sommerstid (bakterier pr ml).

1982

| | Utløpet Akerselva | Akershus- kaien | Rådhus- kaien | Kongen | Kav- ringen | Huk |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------|----------------|-----|
| Geometrisk middel | 1761 | 310 | 55 | 20 | 43 | 13 |
| Antall obs.(%) > 100 bakt. | 88 | 88 | 67 | 22 | 33 | 11 |
| Antall obs.(%) > 400 bakt. | 75 | 56 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| Antall obs.(%) > 1000 bakt. | 62 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1983

| | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-----|----|----|----|---|
| Geometrisk middel | 10.987 | 170 | 71 | 66 | 44 | 9 |
| antall obs.(%) > 100 bakt. | 100 | 58 | 33 | 33 | 17 | 0 |
| Antall obs.(%) > 400 bakt | 100 | 25 | 0 | 8 | 8 | 0 |
| Antall obs.(%) > 1000 bakt. | 100 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3.6 Miljøgifter i fisk

Undersøkelsen av torsk fra Oslo havn og Bærumsøyene i 1982 skulle først og fremst belyse om den lokale kvikksølvbelastning som tidligere var funnet i sedimentene også hang sammen med høyere kvikksølvinnhold i fisk. Videre ble det reist spørsmål om Indre Oslofjord var lokalt påvirket av PCB og DDT/DDE. Fisken er derfor også blitt analysert på disse klorerte organiske forbindelsene.

Materialet består av 15 torsk tatt i ruser omkring Osloøyene (tatt i nov. 1982) og 21 garnfisk fra utsiden av Bærumsøyene (tatt i nov. 1982). Fisken ble målt, veid og undersøkt m.h.t. patologisk tilstand før prøver ble uttatt for analyse.

Fra lokalt fisker-hold ble det hevdet at torsken i Indre Oslofjord viste forholdsvis raskere vekst enn fisk tatt lenger ute. Dette ga støtet til en sammenligning av aldersfordeling og vekst mellom Indre Oslofjord, Drøbaksundet og Færder.

Aldersfordeling og vekst

Alder-frekvens-fordelingen (Fig. 28) gir beskjed om det innbyrdes styrkeforholdet mellom årsklassene i fangsten. Til tross for at fisken fra havneområdet og Bærumsøyene utgjorde et kontinuerlig spektrum av størrelser, viste aldersbestemmelsen (Fig. 28) at det nesten utelukkende var 2-åringer i fangsten. 2-årsklassen var relativt sterk også ved Solbergstrand og Færder, men her var 1- og 3-åringer også godt representert.

Lengde plottet mot alder for de 3 områdene (Fig. 29) viser at torsken fra Oslo- og Bærumsøyene har større spredning i veksten, men at de mest hurigvoksende fiskene vokser omtrent like raskt i de 3 områdene.

Kondisjonsfaktor $(10^5 \times \frac{\text{Vekt, g}}{(\text{lengde, cm})^3})$ for torsk fra de 3 områdene er gjen-

gitt i tabell 12. Den er et mål på hvor "tykk" fisken er, sett i forhold til lengden, og dermed på den ernæringsmessige status. Oslo- og Bærumsøyene viser lavest gjennomsnitt.

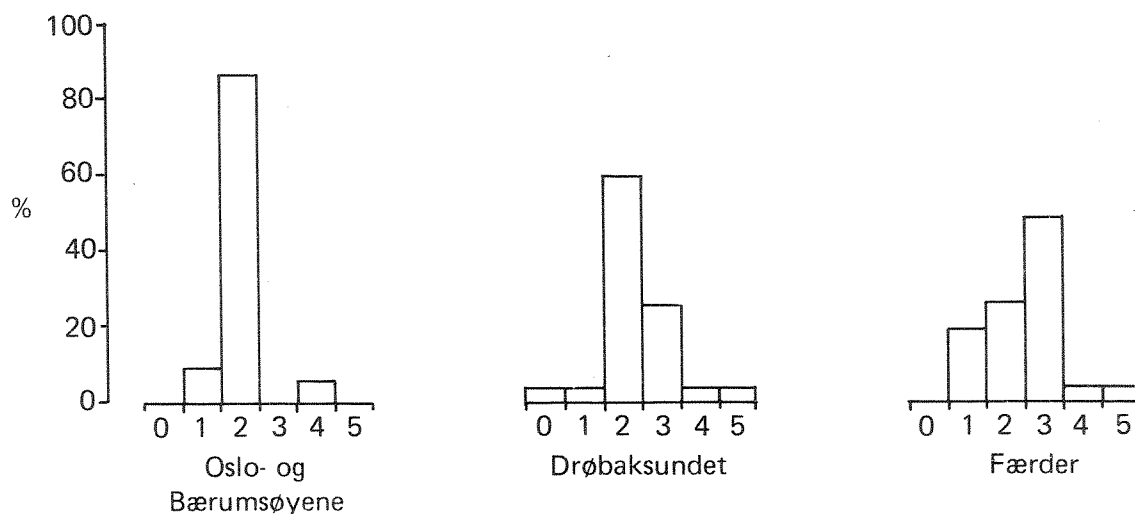


Fig. 28. Prosentvis fordeling av årsklassene i prøvene fra Indre Oslofjord, Drøbaksundet og Færder.

Tabell 12. Kondisjonsfaktor, $10^5 \times \frac{\text{vekt, g}}{\text{lengde, cm}^3}$ for torsk.

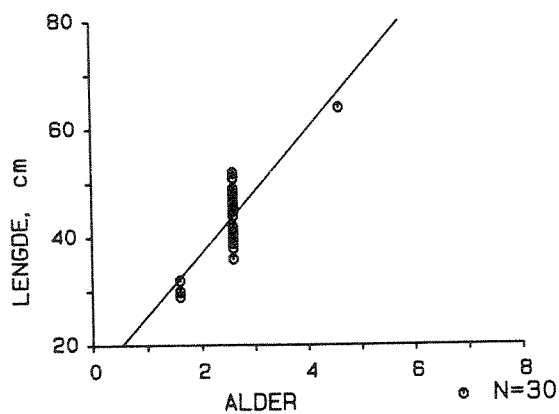
| | |
|------------------|------|
| Oslo-Børumsøyene | 0,81 |
| Solbergstrand | 0,86 |
| Færder | 0,95 |

Materialet er for lite til å gi en dekkende karakteristikk av Indre Oslofjord. Men det tyder ikke på at oppvekst- og vekstforholdene innerst i fjorden er spesielt gode. Resultatene peker heller i retning av mer variable oppvekst- og vekstmuligheter for torsk i dette området.

Indikasjon på miljøgiftbelastning

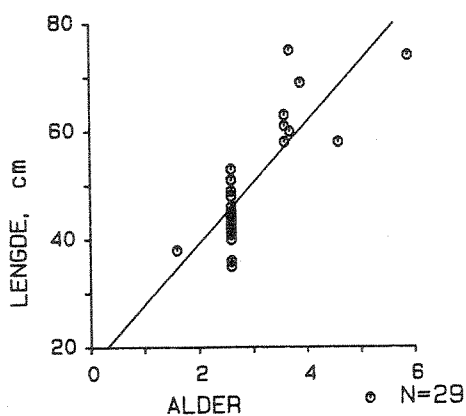
Miljøgiftinnholdet i fisk varierer med størrelse og alder. Ved sammenligning av ulike grupper fisk har det derfor hittil vært vanlig å normalisere verdiene til en bestemt størrelse, gjerne 1 kilo for torsk. Et større torskemateriale fra ytre Oslofjord (Kirkerud *et al.* 1984) viste at både alder, lengde, vekst og fettinnhold i leveren hadde betydning for miljøgiftinnholdet. Sammenhengen med disse parametre som ble funnet ved flerdimensjonal regresjonsanalyse er brukt til å normalisere dataene til å gjelde fisk av bestemt vekt, lengde og alder og med bestemt fettinnhold i leveren:

LENGDEVEKST OSLO- BÆRUMSØYENE



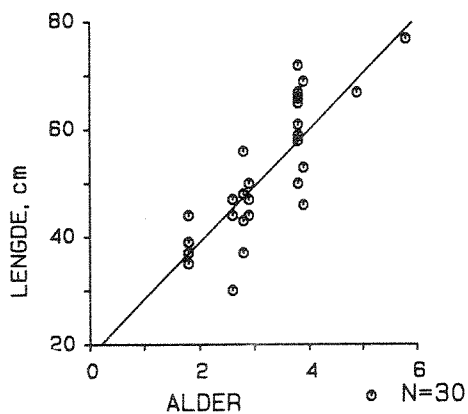
$Y = 11.56 X + 13.84$ $R = 0.78$

LENGDEVEKST DRØBAKSUNDET



$Y = 11.24 X + 16.59$ $R = 0.83$

LENGDEVEKST FÆRDER



$Y = 10.51 X + 17.93$ $R = 0.82$

Fig. 29. Lengdevekst hos torsk fra Oslofjordområdet.

vekt : 1,0 kg
lengde : 48 cm
alder : 2,8 år
fett-% i lever: 22

Fremgangsmåten er nærmere beskrevet i Kirkerud et al. (1984). Gruppene fra Bærums-øyene og Oslo-øyene er gjengitt adskilt i Tabell 13.

Tabell 13. Normaliserte verdier av PCB, DDE og kvikksølv i torsk fra Oslofjordområdet, mg/kg våtvekt.

| | PCB i lever | DDE i lever | Hg i filet |
|--------------|-------------|-------------|------------|
| Osloøyene | 5,9 | 0,63 | 0,32 |
| Bærumsøyene | 4,3 | 0,46 | 0,24 |
| Drøbaksundet | 2,3 | 0,22 | 0,10 |
| Færder | 1,7 | 0,13 | 0,11 |

Av tabell 13 går det fram at torsken innerst i Oslofjorden er mer belastet både med kvikksølv, PCB og DDE enn fisken lenger ute. Det dreier seg 2-3 gangers økning i forhold til torsken fra Drøbaksundet. De normaliserte verdiene er også signifikant høyere ved Oslo-øyene enn ved Bærums-øyene (Hg: $\rho = 0,004$, PCB: $\rho = 0,04$, DDE: $\rho = 0,03$).

z

Resultatene tyder på at avrenning eller utslipp fra Oslo belaster indre del av Oslofjorden med kvikksølv, PCB og DDE. Resultatene for fisk støtter dermed resultatene av tidligere sedimentundersøkelser.

Trygghet ved konsum

Gjennomsnittsverdiene for torsken fra Oslo- og Børums-øyene (Tabell 14) kan betraktes noenlunde som gjennomsnitt av en kommersiell fangst.

Kvikksølvinnholdet i filét ligger godt under de vanligste grenseverdier for konsum som anvendes (0.5-1,0 mg/kg) (se bl.a. Ernst, 1980). Innholdet av DDE i Lever ligger godt under grensen på 5,0 mg/kg som anvendes i Vest-Tyskland for summen av DDT, DDE og DDD m/isomere (Ernst 1980). PCB i torsk-lever kan ikke uten videre sammenlignes med noen enkelt grenseverdi. Dersom resonnementet hos Underdal et al (1981) følges, kan det bety økt helserisiko å spise mer enn 10-15 gram pr. uke av torskelever fra Oslo- og Bærumsøyene. Nå er leverprøvene herfra svært fettholdige, noe som stiller et spørsmålstegn ved sammenligningsgrunnlaget. Resultatene innebærer imidlertid: 1) at helsemyndighetene vurderer om det skal advares mot større konsum av torsk-lever fra dette området. 2) at hovedkildene til PCB i Oslo-området klarlegges.

Tabell 14. Gjennomsnittlige verdier av PCB, DDE og kvikksølv i torsk tatt ved Oslo- og Bærumsøyene, mg/kg våtvekt

| | Gjennomsnitt | Standard avvik |
|----------------|--------------|----------------|
| PCB i lever | 8,3 | 3,5 |
| DDE i lever | 0,84 | 0,39 |
| Hg i filet | 0,24 | 0,08 |
| Fett-% i lever | 67 | 12 |

REFERANSER

- Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G. 1981:
Indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).
- Beyer, F. 1967: Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-66. Oslofjorden 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): 289-306.
- 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).
- Braarud, T. & J.T. Ruud, 1937: The hydrographic conditions and areation of the Oslofjord 1933-34. Halvråd. Skr., 15 1-56.
- Dannevig, A., 1945: Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter s. havundersøkelser. Vol. No. 4.
- Ernst, W. 1980a. Schadstoffe in Meerestierchen - aktuelle Belastungen und hygienisch-toxikologische Aspekte. S. 229-241 i Noelle, H. (red): Nahrung aus dem Meer. Springer-Verlag., Berlin. 260 s.
- Fagrådet for kloakksamarbeide i Indre Oslofjord. 1983. Overordnet saneringsplan for kommunene ved Indre Oslofjord. Fase II. Siv.ing. Elliot Strømme A/S.
- Føyn, E. 1962: Eldre kjemiske undersøkelser. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. Delrapport nr. 12. Norsk institutt for vannforskning.
- Haugen, I. og K. Kvalvågnæs, 1974: Dykking som metode til kartlegging av marin flora og fauna. Norsk institutt for vannforskning. Arbok 1973.
- Kirkerud, L., 1977: Oksygenkrav hos marine bunnfisk og reker. Litteraturstudium. Norsk institutt for vannforskning. XR - 18.

- Kirkerud, L., Enger, B., Frøselig, A., Knutzen, J., Madsen, L., Martinsen, K. og Norheim, G. 1984: Overvåking av PCB, kvikksølv og kadmium i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet 1981-82. (Overvåkingsrapport 119/84) Statlig program for forurensningsundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning.
- Klavestad, N. 1967 Undersøkelser over benthos-algevegetasjonene i Indre Oslofjord i 1962-65. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. Delrapport 9. Norsk institutt for vannforskning.
- Magnusson, J., Källqvist, T., Pedersen, A. og Tangen, K. 1984: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord. (Overvåkingsrapport 136/84 - Statlig program for forurensningsovervåking). Norsk institutt for vannforskning.
- Nicholls, M. og Lingaard, T.A., 1982: Forurensningstilførsler til Indre Oslofjord 1981. Norsk institutt for vannforskning (0-78084).
- Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen 1973-77: Toktrapper. PTK. Dahl, E., Ellingsen, E., Tveite, S., m.fl.
- Sundene, O. 1953: The algal vegetation of Oslofjord. Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Nat. Kl. 2: 1-244.
- Tangen, K. 1983: Mussel poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters, Cons. Perm. Int. Explor. Mer. C.M. 1983/L-3, 1-10.
- Underdal, B., Norheim, G., Hoff, H. og Håstein, T. 1981: Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk fra Skiensvassdraget og fjordene i Grenlandsområdet. Veterinærinstituttet, Institutt for Næringsmiddelhygiene, Skiens off. kjøtt og næringsmiddelkontroll. Oslo/Skien, nov. 1981. 29 s. + tabellbilag.
- Underdal, B. & Yndestad, M. 1984. Undersøkelse av paralytisk muslinggift (PSP) i blåskjell fra ulike lokaliteter i 1982 og 1983. Institutt for næringsmiddelhygiene, Norges Veterinærhøgskole, rapport, 1-8 + 33 tab.

V E D L E G G

1. Meteorologiske og hydrologiske data.
2. Hydrografiske data
3. Vertikalutbredelse av fastsittende alger.
4. Bakteriologiske data

V E D L E G G 1.

Meteorologiske og hydrologiske data

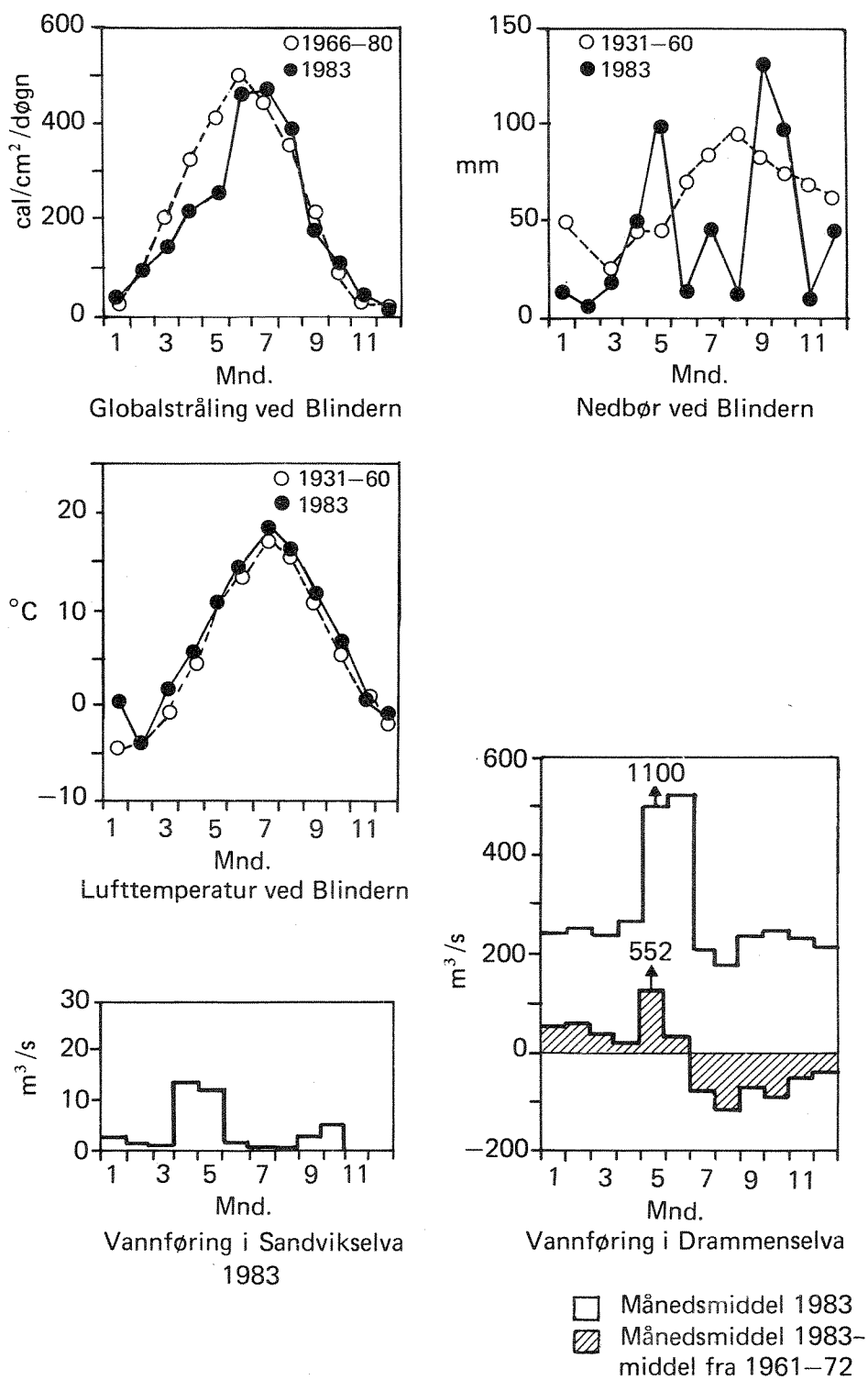


Fig. 1. Solenergi, nedbør og temperatur (data fra Meteorologisk Institutt) samt vannføring i Drammenselva og Sandvikselva (data fra Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen) i 1983.

Blindern normalfordeling vind, 1931 - 60 M/S

Vindfordeling Blindern 1983 (reg: B40428) M/S

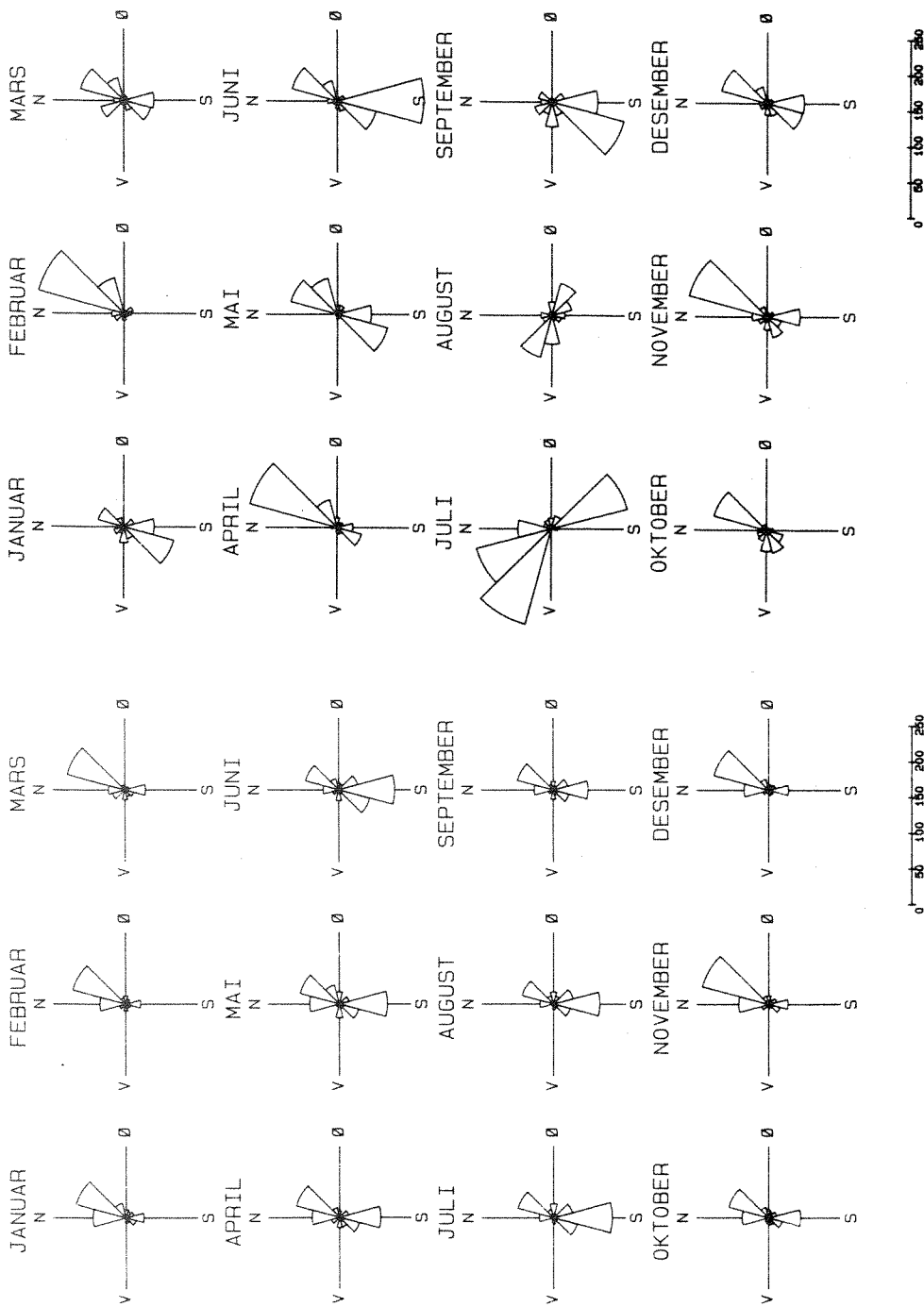


Fig. 2. Vindmengde i 1983 og perioden 1931-60 (Vindmengde = % observasjoner i hver sektor (30°) x vindens middel hastighet (m/s) = radien for hver sektor. (Data fra Meteorologisk Institutt.)

Vindstress Blindern - Oslo 1983.
Dekomponert i retning nord - syd

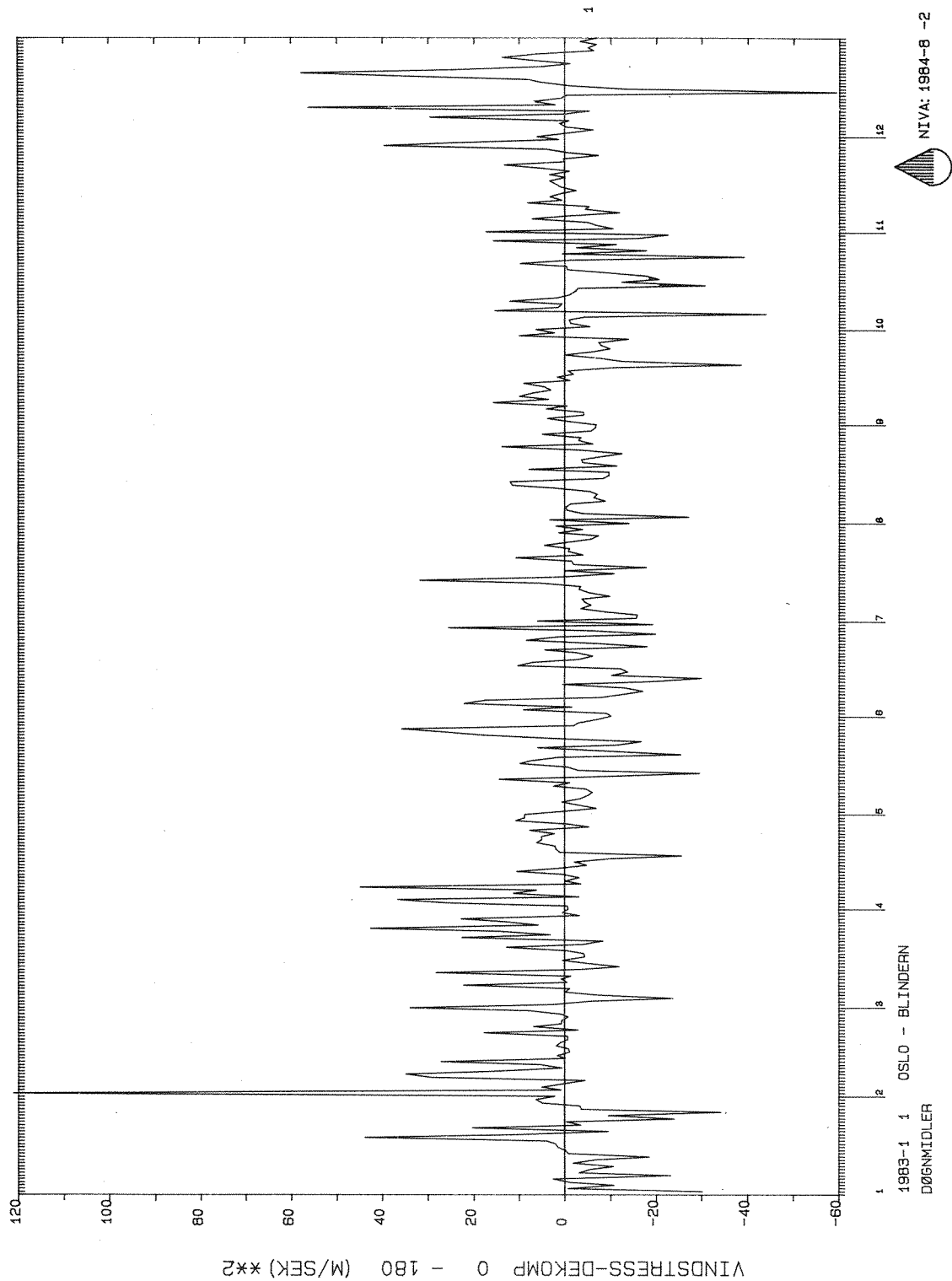


Fig. 3. Vindens nord/sydkomponent (m^2/s^2) i 1983.

V E D L E G G 2.

Hydrografiske data

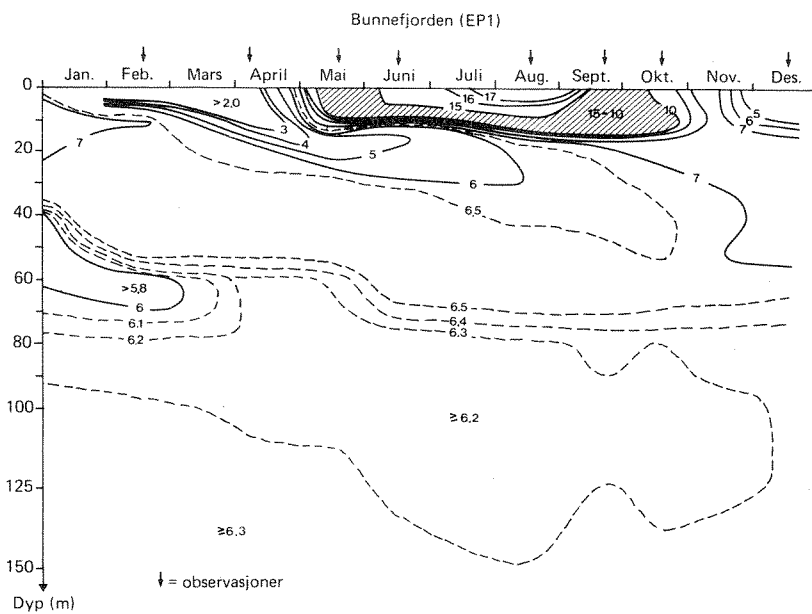


Fig. 1. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Bunnefjorden (EP1) i 1983.

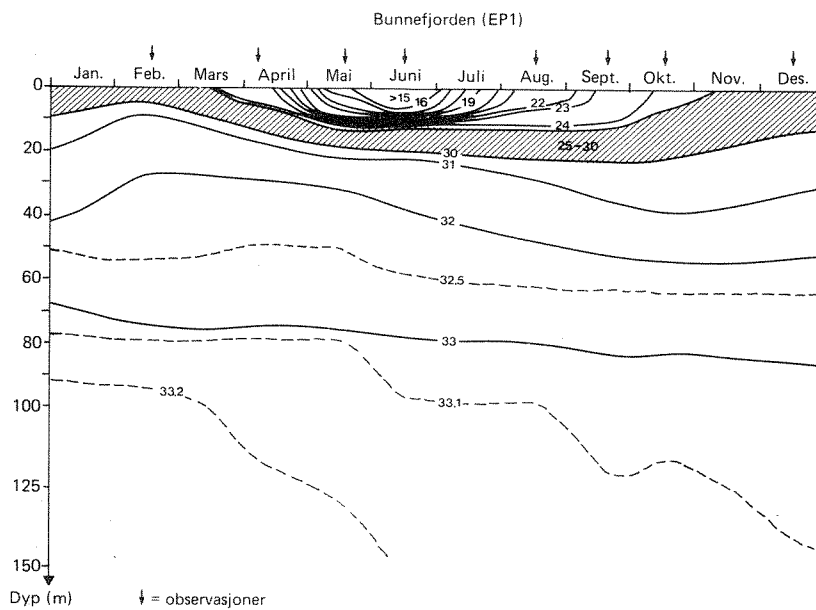


Fig. 2. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Bunnefjorden (EP1) i 1983.

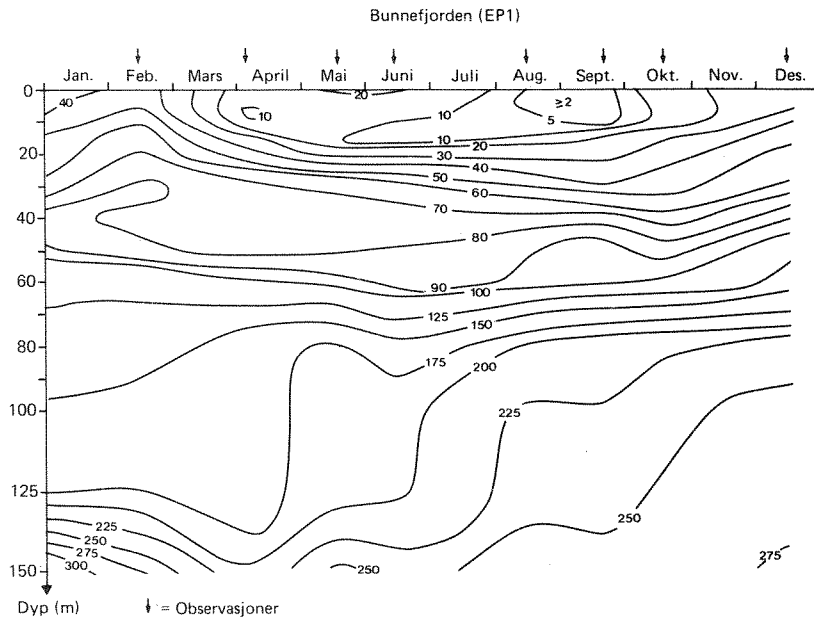


Fig. 3. Totalfosforkonsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) i Bunnefjorden (EP1) i 1983.

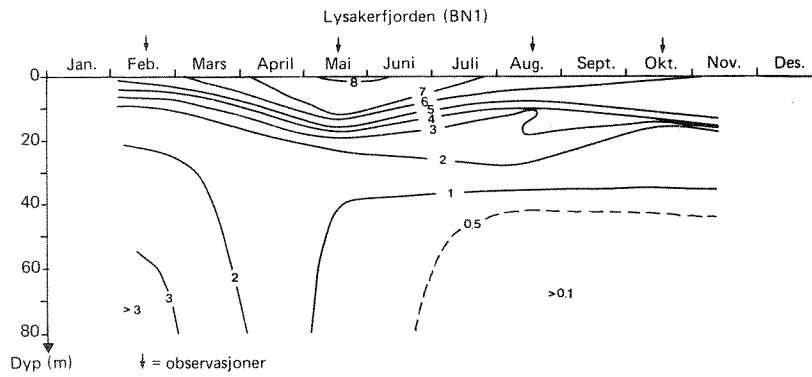


Fig. 4. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Lysakerfjorden (BN1) i 1983.

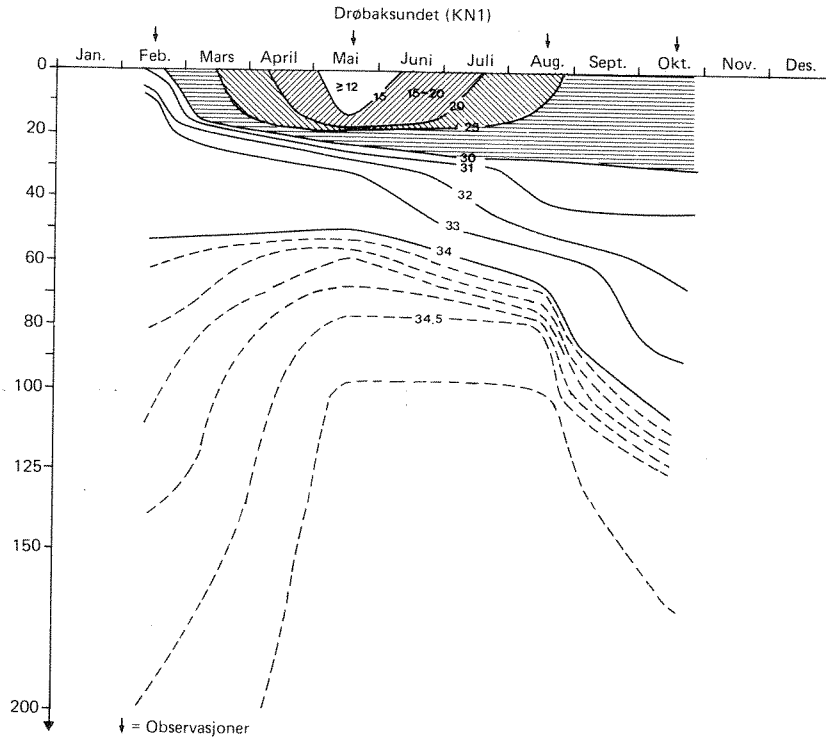


Fig. 5. Saltholdighet (‰) i Drøbaksundet (KN1) i 1983.

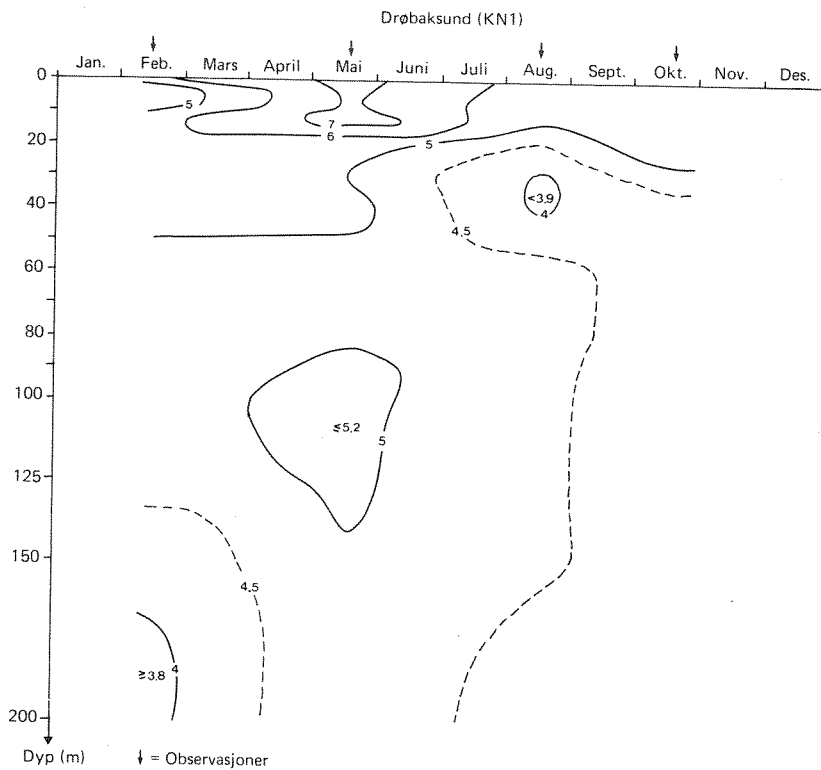


Fig. 6. Oksygen (ml/l) i Drøbaksundet i 1983.

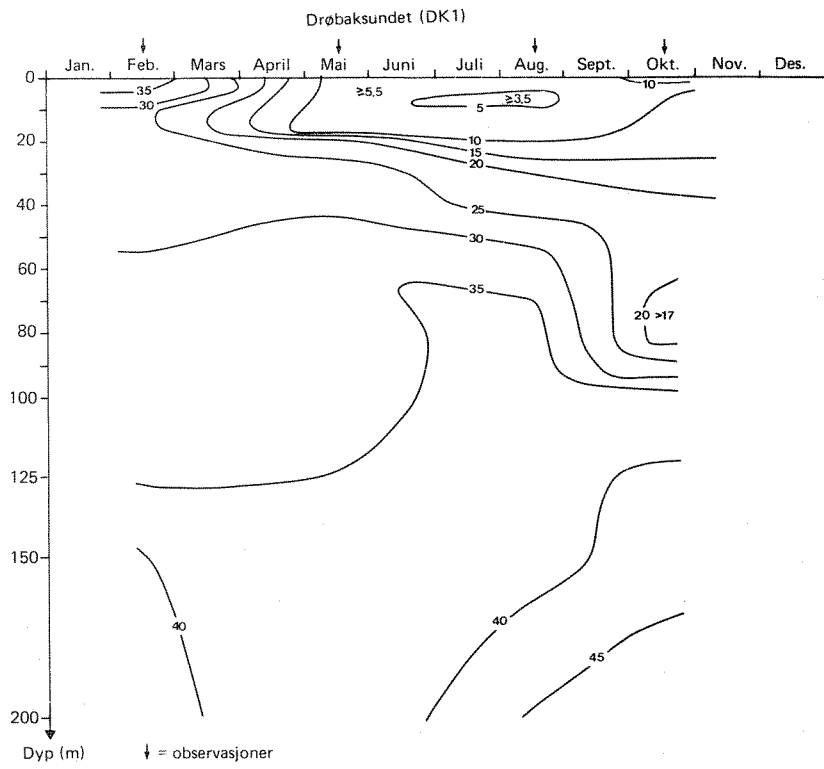


Fig. 7. Totalfosfor ($\mu\text{g}/\text{l}$) i Drøbaksundet i 1983.

STASJON KN1 OKSYGEN ML/L OKTOBER

| DYP(M) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AR | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45. | 6.20 | 6.30 | 6.20 | 6.10 | 4.80 | 4.70 | 4.60 | 4.50 | 4.60 | 5.00 | 5.10 | * | * | * | * |
| 46. | 6.40 | 4.80 | 4.70 | 5.00 | 4.60 | 4.70 | 4.80 | 4.90 | 5.00 | 5.30 | 5.50 | * | * | * | * |
| 47. | 6.20 | 5.00 | 4.50 | 4.70 | 4.40 | 4.90 | 4.50 | 4.50 | 5.50 | 5.40 | 4.90 | * | * | * | * |
| 48. | 5.90 | 6.10 | 5.60 | 5.30 | 5.10 | 5.30 | 5.00 | 4.80 | 5.00 | 5.00 | 5.20 | * | * | * | * |
| 49. | 6.20 | 6.20 | 6.40 | 6.00 | 4.90 | 5.00 | 5.40 | 5.50 | 5.50 | 5.60 | 5.60 | * | * | * | * |
| 50. | 7.10 | 7.30 | 6.00 | 5.80 | 6.00 | 6.40 | 5.50 | 5.80 | 6.50 | 5.70 | 6.00 | * | * | * | * |
| 51. | 5.30 | 4.60 | 4.50 | 5.20 | 4.90 | 4.90 | 5.00 | 5.20 | 5.20 | 5.40 | 5.30 | * | * | * | * |
| 53. | 6.60 | 5.00 | 4.90 | 5.00 | 5.30 | 5.00 | 5.10 | 5.40 | 5.60 | 5.70 | 5.40 | * | * | * | * |
| 54. | 7.60 | 5.20 | 5.30 | 5.30 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.20 | 5.30 | 5.70 | 5.80 | * | * | * | * |
| 55. | 6.35 | 5.94 | 5.27 | 5.81 | 5.42 | 5.52 | 5.37 | 5.20 | 4.85 | 5.49 | 6.39 | * | * | * | * |
| 56. | 6.68 | 6.34 | 6.11 | 5.45 | 6.28 | 5.70 | 4.57 | 4.76 | 4.50 | 5.10 | 5.19 | * | * | * | * |
| 57. | 6.05 | 5.40 | 4.94 | 4.95 | 5.16 | 5.30 | 5.34 | 5.19 | 5.52 | 5.76 | 5.59 | * | * | * | * |
| 58. | 6.36 | 5.23 | 4.89 | 4.77 | 4.98 | 4.30 | 5.22 | 5.94 | 5.71 | 5.66 | 5.50 | * | * | * | * |
| 59. | 5.71 | 6.25 | * | * | * | * | * | * | 5.17 | * | 5.20 | * | * | * | * |
| 60. | 6.01 | 6.79 | 6.43 | 6.15 | 5.60 | 5.59 | 5.20 | 5.30 | 5.71 | 5.72 | 5.42 | * | * | * | * |
| 61. | 5.90 | 5.77 | 5.79 | 5.81 | 4.91 | 5.33 | 3.86 | 4.35 | 4.76 | 4.89 | 5.29 | * | * | * | * |
| 62. | 6.02 | 5.88 | 5.74 | 4.48 | * | 4.83 | * | 4.83 | * | * | 4.97 | * | * | * | * |
| 63. | 6.15 | 5.22 | 5.22 | 5.35 | * | 4.47 | * | 4.42 | * | 4.49 | 4.82 | * | * | * | * |
| 64. | 6.00 | 5.25 | 5.04 | 4.70 | * | 4.52 | * | 5.01 | * | 5.13 | 5.10 | * | * | * | * |
| 65. | 5.49 | 5.15 | 4.98 | 5.08 | * | 4.72 | * | 4.79 | * | 5.02 | 4.96 | * | * | * | * |
| 73. | 6.35 | 6.70 | 6.21 | 4.52 | 4.62 | 4.45 | 4.59 | 4.59 | 4.52 | 4.52 | 4.30 | 4.16 | 4.20 | 4.23 | 4.09 |
| 74. | 5.24 | 5.10 | 4.61 | 4.61 | 4.61 | 4.54 | 4.69 | 4.69 | 4.83 | 4.76 | 4.83 | 4.90 | 5.19 | * | 5.05 |
| 75. | 6.98 | 5.25 | 4.73 | 4.80 | 4.73 | 4.73 | 4.73 | 4.73 | 4.88 | 4.84 | 4.95 | 4.99 | 5.03 | 5.03 | 5.03 |
| 76. | 6.10 | 5.90 | 5.60 | 5.50 | 5.30 | 4.60 | 4.10 | 4.90 | * | 4.70 | * | 5.60 | 4.70 | 5.00 | * |
| 77. | 6.11 | 6.05 | 5.90 | 5.90 | 5.25 | * | 4.67 | 3.95 | 4.35 | 4.39 | 4.53 | 4.75 | 4.67 | 4.78 | 4.75 |
| 78. | 6.11 | 6.86 | 6.00 | 5.97 | 5.65 | 5.51 | 4.26 | 3.80 | 3.84 | 4.76 | 4.41 | 4.62 | 4.65 | 4.69 | 4.62 |
| 79. | 6.50 | 6.22 | 5.10 | 6.22 | 5.50 | 4.58 | 4.44 | 4.63 | 4.74 | 4.82 | 4.81 | 4.64 | 4.56 | 4.43 | 4.45 |
| 80. | 6.76 | 5.85 | 5.04 | 4.68 | 4.59 | 4.60 | 4.57 | 4.49 | 4.52 | 2.36 | 4.63 | 4.49 | 4.42 | 4.44 | 4.31 |
| 81. | 7.18 | 7.25 | 5.37 | 4.01 | 3.76 | 3.93 | 4.36 | 4.48 | 4.39 | 4.31 | 4.23 | 4.68 | 4.83 | 4.86 | 4.52 |
| 82. | 6.53 | 6.53 | 6.34 | 6.25 | 6.21 | 6.09 | 5.43 | 4.38 | 4.71 | 4.75 | 4.57 | 4.63 | 4.54 | 4.57 | 4.54 |
| 83. | 5.76 | 5.76 | 5.77 | 5.75 | 5.71 | 5.49 | 4.75 | 4.17 | 3.98 | 4.11 | 4.41 | 4.26 | 4.31 | 4.33 | 4.01 |

1945-1961 data fra Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen.

1962-1983 data fra Norsk Institutt for Vannforskning.

Stasjon CQ 1-BEKKELAGSBASSENGET- oksygen ml/l
 1966-67 data fra T. Andersen(1968):En kjemisk-hydrografisk
 helårsundersøkelse av et forurenset basseng i indre Oslofjord.

MAI

| Dyp(m) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| AR | | | | | | | | | | | |
| 62. | 6.49 | 6.37 | 6.19 | 6.29 | * | .20 | * | 1.05 | * | .74 | * |
| 63. | 7.70 | 7.63 | 7.49 | 7.14 | 6.74 | 6.55 | 2.62 | 2.10 | * | 1.86 | * |
| 64. | 7.41 | 7.48 | 7.68 | 7.18 | * | 4.92 | * | 1.30 | * | -2.66 | * |
| 65. | 8.72 | 8.25 | 7.00 | 6.15 | * | 4.19 | * | 2.29 | * | 2.30 | * |
| 66. | 10.4 | * | * | 7.55 | * | 3.01 | 1.6 | * | 2.91 | 2.31 | * |
| 67. | 9.99 | 7.58 | * | 5.14 | 4.40 | 2.57 | * | .14 | * | * | -3.64 |
| 69. | 12.9 | 8.46 | 8.46 | 6.05 | * | 1.49 | 1.57 | 1.71 | 1.81 | 1.92 | 2.07 |
| 73. | 6.41 | 6.45 | 6.56 | 5.20 | 4.77 | * | 1.35 | .78 | .43 | -4.14 | * |
| 74. | 7.56 | 6.64 | 4.86 | 3.34 | 2.34 | 2.09 | 2.59 | 3.23 | 3.37 | 3.59 | * |
| 75. | 8.26 | 7.03 | 6.53 | 5.73 | 1.33 | 1.0 | .93 | .6 | -3.26 | -5.94 | * |
| 80. | 7.73 | 8.17 | 3.47 | 1.08 | 1.08 | 1.14 | 1.72 | 1.99 | 2.27 | 2.38 | * |
| 81. | 6.58 | 6.07 | 6.17 | 7.30 | 4.49 | 1.37 | .69 | 1.05 | 1.22 | 1.21 | * |
| 82. | 8.16 | 9.15 | 8.51 | 3.73 | 3.02 | 3.02 | 2.00 | 1.94 | 1.63 | 1.88 | 1.85 |
| 83. | 7.40 | 7.66 | 7.30 | 6.32 | 5.40 | 2.74 | .55 | .28 | -.8 | -1.82 | -3.48 |

AUGUST

| Dyp(m) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| AR | | | | | | | | | | | |
| 62. | 6.65 | 6.23 | 6.02 | 4.27 | * | 2.52 | * | 0.7 | * | 0.21 | * |
| 63. | 5.68 | 5.91 | 5.21 | 2.49 | * | 3.54 | * | 1.39 | * | 0.12 | * |
| 64. | 6.14 | 2.24 | 2.24 | 2.11 | * | 2.17 | * | 1.56 | * | 0.00 | * |
| 65. | 7.15 | 6.25 | 3.71 | 2.44 | * | 2.93 | * | 1.42 | * | .1 | * |
| 66. | 8.47 | 2.17 | * | 1.83 | 2.95 | * | * | * | * | .12 | .11 |
| 69. | 5.95 | 3.64 | 3.01 | 3.01 | * | 1.40 | .98 | .98 | .63 | .56 | .28 |
| 74. | 5.59 | 5.31 | 4.07 | 2.03 | 2.21 | 2.21 | 1.28 | 1.69 | 1.10 | 1.24 | -3.49 |
| 75. | 5.77 | 5.63 | 5.28 | 2.04 | .42 | 1.06 | .28 | .28 | -1.58 | -2.36 | * |
| 80. | 6.39 | 5.90 | .44 | .26 | .29 | .74 | .34 | .81 | .75 | .54 | * |
| 81. | 6.06 | 6.02 | 2.37 | 1.95 | 1.11 | 1.85 | 1.39 | 0.44 | .10 | .29 | * |
| 82. | 5.57 | 5.47 | 5.45 | 1.92 | .64 | 1.15 | 1.44 | .81 | -.28 | .09 | -.66 |
| 83. | 5.68 | 5.53 | 5.46 | 2.75 | 1.89 | 2.31 | 1.23 | .37 | -4.02 | -6.06 | -7.50 |

OKTOBER

| Dyp(m) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| AR | | | | | | | | | | | |
| 62. | 5.53 | 5.53 | 5.39 | 5.25 | * | 1.82 | * | .21 | * | -.7 | * |
| 63. | 6.45 | 6.20 | 3.74 | 2.18 | * | 2.84 | * | 1.17 | * | -2.09 | * |
| 64. | 6.66 | 5.65 | 3.92 | 1.93 | * | 2.11 | * | .53 | * | -4.31 | * |
| 65. | 6.09 | 6.10 | 5.9 | 1.94 | * | 2.19 | * | 1.16 | * | -.84 | * |
| 73. | 7.90 | 7.90 | 2.47 | 1.62 | 1.62 | 1.73 | 1.06 | 0.11 | -4.35 | -5.96 | * |
| 74. | 4.51 | 4.51 | 3.42 | 2.18 | 2.62 | 2.55 | 0.80 | 0.57 | 0.14 | 0.15 | * |
| 75. | 4.16 | 2.85 | 1.28 | 1.50 | 1.73 | 2.18 | 1.35 | 0.08 | -5.12 | -5.54 | -8.54 |
| 78. | 7.58 | 7.50 | 6.78 | 4.21 | 3.05 | * | * | 0.51 | -0.14 | -1.64 | -1.64 |
| 79. | 7.30 | 4.87 | 1.68 | 1.33 | 1.63 | 1.87 | 1.99 | 0.64 | -1.88 | -1.90 | -2.50 |
| 80. | 7.40 | 6.54 | 2.36 | 0.65 | 1.53 | 1.10 | .64 | 0.20 | 0.00 | .00 | -0.42 |
| 81. | 5.88 | 5.73 | 5.45 | 5.27 | 4.95 | 0.79 | 1.09 | 0.37 | -0.60 | -0.72 | * |
| 82. | 5.39 | 3.83 | 1.80 | 1.77 | 1.65 | 1.46 | 1.34 | 0.31 | -1.82 | -1.80 | -2.66 |
| 83. | 5.83 | 5.70 | 5.67 | 3.02 | 1.52 | 1.71 | 1.27 | 0.40 | -5.38 | -6.74 | -8.56 |

| Dyp(m) | STASJON CQ1 TOTP µg/l | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |

år

MAJ

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 65. | 70 | 45 | 43 | 39 | * | 58 | * | 86 | * | 109 | * |
| 73. | 69 | 51 | 34 | 23 | * | 92 | 92 | 110 | 290 | 390 | * |
| 74. | 35 | 29 | 54 | 85 | 96 | 110 | 100 | 92 | 91 | 84 | * |
| 75. | 29 | 18 | 25 | 50 | 78 | 90 | 86 | 120 | 250 | 340 | * |
| 80. | 17 | 41 | 47 | 52 | 48 | 62 | 84 | 120 | 90 | 79 | * |
| 81. | 22 | 20 | 16 | 41 | 32 | 48 | 101 | 110 | 110 | 100 | * |
| 82. | 31 | 23 | 8 | 17 | 34 | 67 | 88 | 91 | 101 | 93 | 95 |
| 83. | 12 | 11 | 6 | 15 | 8 | 24 | 76 | 115 | 365 | 440 | 510 |

AUGUST

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-----|-----|----|----|------|-----|-----|-----|-----|
| 65. | 38 | 26 | 22 | 52 | * | 36 | * | 79 | * | 136 | * |
| 74. | 25 | 26 | 22 | 43 | 68 | 72 | 100 | 82 | 79 | 70 | 410 |
| 75. | 18 | 16 | 14 | 23 | 63 | 55 | 100 | 120 | 320 | 380 | * |
| 80. | 32 | 17 | 21 | 39 | 51 | 65 | 89 | 110 | 140 | 150 | * |
| 81. | 32 | 13 | 10 | 8 | 45 | 39 | 63 | 100 | 180 | 140 | * |
| 82. | 14 | 16 | 15 | 17 | 24 | 42 | 72 | 100 | 260 | 220 | 330 |
| 83. | 10 | 7.5 | 6.5 | 5.5 | 20 | 21 | 48.5 | 84 | 435 | 530 | 565 |

OKTOBER

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 65. | 61 | 54 | 50 | 61 | * | 126 | * | 122 | * | 305 | * |
| 73. | 14 | 13 | 62 | 70 | 68 | 63 | 80 | 98 | 380 | 410 | * |
| 74. | 37 | 40 | 41 | 57 | 58 | 62 | 102 | 101 | 110 | 120 | * |
| 75. | 52 | 45 | 60 | 60 | 60 | 52 | 71 | 140 | 380 | 700 | * |
| 80. | 23 | 21 | 48 | 63 | 57 | 61 | 77 | 120 | 230 | 240 | 290 |
| 81. | 46 | 19 | 13 | 17 | 17 | 51 | 66 | 120 | 200 | 230 | * |
| 82. | 36 | 36 | 33 | 38 | 39 | 45 | 59 | 110 | 330 | 330 | 390 |
| 83. | 21 | 9.5 | 8.5 | 33 | 38 | 37 | 53 | 99 | 545 | 535 | 595 |

STASJON AP2 OSYGEN ML/L

DYP(M) 0 4 8 12 16 20
år

MAJ

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 62. | 7.28 | 6.49 | 6.74 | * | * | .51 |
| 63. | 8.26 | 7.91 | 7.00 | 6.93 | 5.82 | 5.05 |
| 64. | 6.72 | 6.78 | 6.55 | 6.34 | 5.68 | 2.12 |
| 65. | 9.30 | 6.85 | 6.19 | 3.98 | 1.34 | 2.54 |
| 73. | 6.20 | 4.35 | 5.06 | 6.27 | 3.24 | 1.93 |
| 74. | 7.46 | 6.67 | 4.08 | 3.20 | 1.17 | 0.46 |
| 75. | 7.69 | 6.33 | 6.19 | 5.43 | 1.40 | 0.47 |
| 80. | 6.73 | 1.98 | .62 | .69 | .54 | * |
| 81. | 7.04 | 6.84 | 5.82 | 6.22 | 4.20 | .92 |
| 82. | 8.83 | 7.46 | 6.28 | 4.22 | 2.75 | 1.96 |
| 83. | 7.25 | 7.39 | 6.24 | 5.54 | 4.54 | 1.78 |

AUGUST

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-------|
| 62. | 5.60 | 4.48 | 4.97 | 3.71 | * | .56 |
| 63. | 5.93 | 5.64 | 1.95 | 2.00 | 2.01 | 0.09 |
| 64. | 5.71 | 3.05 | 1.59 | 0.85 | 0.23 | 0.00 |
| 65. | 6.98 | 4.33 | 4.54 | 2.28 | 2.03 | 0.15 |
| 74. | 5.24 | 5.00 | 4.52 | 1.97 | 1.83 | 1.55 |
| 75. | 5.28 | 4.93 | 3.87 | 1.06 | .11 | -.28 |
| 80. | * | 5.88 | .85 | .21 | .23 | -1.14 |
| 81. | 6.93 | 6.84 | 2.42 | 1.29 | .93 | .26 |
| 82. | 6.43 | 6.26 | 4.77 | 3.67 | .77 | .54 |
| 83. | 5.95 | 6.07 | 5.32 | 1.42 | 1.22 | .75 |

OKTOBER

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----------|
| 62. | 3.22 | 4.34 | 5.04 | 1.40 | * | -3.36 |
| 63. | 5.41 | 5.29 | 4.55 | 1.28 | .91 | .29 |
| 64. | 5.55 | 4.93 | 3.28 | 2.00 | 1.10 | .00 |
| 65. | 4.68 | 4.41 | 1.95 | 1.67 | .76 | .18 |
| 73. | 4.97 | 4.66 | 2.23 | 1.25 | 0.17 | 0.24 * |
| 74. | 3.49 | 3.42 | 2.55 | 2.93 | 1.21 | 0.58 * |
| 75. | 4.20 | 1.58 | 0.68 | 0.53 | 1.05 | 1.58 * |
| 78. | 6.60 | 6.45 | 5.98 | 4.57 | 1.81 | 2.25 -.84 |
| 79. | 5.49 | 4.37 | 1.87 | 1.20 | 1.04 | 0.47 0.17 |
| 80. | 5.39 | 5.16 | 3.10 | 0.16 | 0.07 | -.52 * |

| | STASJON AP | | 2 | | TOT-P µg/l | |
|--------|------------|-----|-----|----|------------|-----|
| Dyp(m) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| år | | | | | | |
| | MAJ | | | | | |
| 65. | 95 | * | 67 | 74 | 120 | 128 |
| 73. | 83 | 42 | 38 | 30 | 51 | 90 |
| 74. | 48 | 60 | 67 | 93 | 120 | 140 |
| 75. | 26 | 24 | 20 | 46 | 82 | 11 |
| 80. | 67 | 59 | 62 | 82 | 100 | 160 |
| 81. | 22 | 17 | 44 | 38 | 36 | 95 |
| 82. | 48 | 41 | 27 | 31 | 59 | 88 |
| 83. | 30 | 20 | 65 | 40 | 28 | 55 |
| | AUGUST | | | | | |
| 65. | * | 47 | 59 | 71 | 58 | 140 |
| 74. | 53 | 34 | 32 | 70 | 72 | 110 |
| 75. | 66 | 42 | 28 | 54 | 81 | 160 |
| 80. | 25 | 23 | 56 | 56 | 68 | 190 |
| 81. | 16 | 19 | 18 | 21 | 44 | 80 |
| 82. | 37 | 27 | 17 | 6 | 34 | 71 |
| 83. | 7.5 | 7.5 | 5.5 | 20 | 35 | 57 |
| | OKTOBER | | | | | |
| 65. | 84 | 83 | 76 | 79 | 104 | 340 |
| 73. | 97 | 67 | 69 | 79 | 120 | 180 |
| 74. | 130 | 54 | 60 | 58 | 120 | 150 |
| 75. | 67 | 70 | 88 | 90 | 76 | 74 |
| 80. | 50 | 38 | 51 | 75 | 140 | 200 |
| 81. | 34 | 25 | 24 | 31 | 54 | 49 |
| 82. | 48 | 46 | 41 | 46 | 74 | 130 |
| 83. | 17 | 15 | 9 | 17 | 45 | 65 |

STASJON BL. 4 OKSYGEN ml/l

| Dyp(m) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 25 |
|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| år | | | | | | | |
| | MAJ | | | | | | |
| 63. | 7.77 | 8.40 | 7.35 | 7.07 | .85 | .13 | 0.06 |
| 64. | 7.98 | 7.49 | 7.35 | 7.71 | 0.13 | 0.09 | .07 |
| 65. | 6.35 | 5.48 | 5.11 | 3.21 | .93 | .86 | .8 |
| 73. | 8.20 | 6.45 | 6.62 | 2.07 | .92 | -.7 | * |
| 74. | 6.78 | 5.36 | 5.18 | 2.88 | .96 | .71 | -.17 |
| 75. | 9.98 | 6.93 | 7.13 | 3.30 | .90 | -.84 | -8.61 |
| 79. | 7.69 | 7.38 | 7.43 | 7.30 | .55 | .26 | -.82 |
| 80. | 8.99 | 12.0 | 5.17 | .54 | .33 | .57 | .75 |
| 81. | 8.11 | 7.50 | 7.28 | 4.33 | 1.15 | .70 | 0.00 |
| 82. | 8.15 | 9.95 | 8.85 | 3.44 | 1.89 | .45 | .22 |
| 83. | 8.07 | * | 8.45 | 7.19 | -.58 | -1.86 | -20.1 |

AUGUST

| | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 62. | 6.79 | 6.44 | 4.55 | 1.33 | * | -6.16 | -44.2 |
| 63. | 6.79 | 5.46 | 1.58 | 2.0 | -.68 | -5.01 | -8.23 |
| 64. | 5.92 | 1.74 | 2.26 | 2.61 | * | -1.46 | -5.56 |
| 65. | 7.18 | 5.42 | 3.07 | 1.26 | -.22 | -.42 | -2.49 |
| 74. | 7.5 | 4.11 | 2.31 | 1.04 | -.09 | -.06 | -.12 |
| 75. | 6.34 | 4.67 | 2.86 | .14 | -1.60 | -2.4 | * |
| 79. | 7.62 | 6.50 | 4.61 | 1.15 | -.04 | -1.59 | -3.14 |
| 80. | 6.39 | 5.46 | .86 | -1.0 | -2.36 | -3.58 | -5.94 |
| 81. | 5.92 | 4.12 | 2.09 | .41 | -.56 | -1.46 | -7.32 |
| 82. | 5.30 | 5.35 | 5.17 | 2.33 | -1.56 | -2.3 | -7.34 |
| 83. | 5.80 | 5.81 | 4.35 | .90 | .16 | -4.90 | -19.18 |

OKTOBER

| | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 62. | 4.90 | 4.76 | 1.12 | 1.47 | * | -1.54 | -20.0 |
| 63. | 6.31 | 4.97 | 0.45 | 1.74 | 0.92 | -2.08 | -4.75 |
| 64. | 6.22 | 4.58 | 3.69 | 0.90 | 0.20 | -0.47 | 4.06 |
| 65. | 4.92 | 2.18 | 2.72 | 2.99 | 0.00 | 0.00 | -2.35 |
| 73. | 6.61 | 5.78 | 1.67 | 0.56 | 0.28 | -7.54 | * |
| 74. | 5.10 | 5.10 | 2.64 | 2.87 | -4.59 | -6.19 | -9.17 |
| 75. | 7.80 | 2.03 | 2.10 | 2.33 | -0.82 | -7.68 | -26.56 |
| 78. | 8.37 | 6.13 | 4.06 | 1.27 | 0.29 | -0.14 | -2.6 |
| 79. | 7.75 | 5.18 | 1.92 | 0.83 | -0.08 | -3.74 | -6.78 |
| 80. | 7.77 | 5.53 | 3.65 | 1.28 | 0.00 | 1.89 | 3.68 |
| 81. | 9.67 | 5.60 | 4.65 | 3.16 | -0.60 | -2.94 | * |
| 82. | 6.12 | 5.05 | 1.86 | 1.81 | 1.40 | -3.14 | -10.88 |
| 83. | 6.60 | 5.60 | 4.81 | 1.23 | 0.50 | -5.68 | -15.40 |

| | | STASJON BL 4 TOTP µg/l | | | | | | |
|---------|----|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Dyp(m) | | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| år | | | | | | | | |
| MAJ | | | | | | | | |
| 65. | 62 | 40 | 28 | 47 | 63 | 74 | 164 | |
| 73. | 40 | 23 | 20 | 72 | 120 | 200 | * | |
| 74. | 34 | 19 | 31 | 82 | 106 | 110 | 150 | |
| 75. | 32 | 24 | 17 | 37 | 100 | 180 | 480 | |
| 80. | 7 | * | 9 | 61 | 75 | 68 | 70 | |
| 81. | 29 | 16 | 26 | 57 | 90 | 120 | 150 | |
| 82. | 20 | 16 | 10 | 10 | 55 | 110 | 160 | |
| 83. | 12 | 5 | 4.5 | 6.5 | 110 | 140 | 525 | |
| AUGUST | | | | | | | | |
| 65. | 30 | 43 | 22 | 50 | 168 | 180 | 340 | |
| 74. | 34 | 29 | 27 | 77 | 220 | 230 | 325 | |
| 75. | 28 | 24 | 23 | 80 | 230 | 250 | * | |
| 80. | 21 | 16 | 33 | 67 | 170 | 180 | 350 | |
| 81. | 14 | 15 | 14 | 24 | 51 | 150 | 300 | |
| 82. | 20 | 20 | 19 | 24 | 140 | 180 | 320 | |
| 83. | 15 | 13 | 9 | 19 | 58 | 210 | 575 | |
| OKTOBER | | | | | | | | |
| 62. | 80 | 68 | 72 | 83 | 360 | 320 | 560 | |
| 73. | 57 | 25 | 110 | 100 | 120 | 410 | * | |
| 74. | 26 | 25 | 40 | 56 | 260 | 290 | 400 | |
| 75. | 25 | 52 | 57 | 56 | 170 | 390 | 900 | |
| 80. | 17 | 17 | 26 | 62 | 120 | 250 | 290 | |
| 81. | 20 | 13 | 13 | 28 | 92 | 210 | * | |
| 82. | 37 | 32 | 47 | 50 | 59 | 180 | 390 | |
| 83. | 32 | 12 | 15 | 48 | 61 | 27 | 435 | |

V E D L E G G 3.

Vertikalutbredelse av fastsittende alger

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig ————— Dominerende

| Sted Steilene | | Dato 1.-2/12 1983 | | Obs. dyp 17 m | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|-----|---------------|-----------|---|---|---|-----------|----|-----------|-----------|-----------|----|----|
| Horizontal sikt | 5 m | | | | | | | | | | | | | | |
| Helning | 70° - 80° | | | 20° - 30° | | | | | | | | | | | |
| Bunntype | Fjell | | | Skjell-sand | | | | | | | | | | | |
| Organismer | Dyp (m) | 0 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 |
| FAUNA : | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | - - - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> (dø) | | | | | | | | | - - - - - | | | | | | |
| <i>Dendronotus frondosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mya arenaria</i> | | | | | | | | | - - - - - | | | | | | |
| <i>Laomedea</i> sp. | | | | | - - - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Asterias rubens</i> | | | | - - - - - | | | | | | | | | | | |
| <i>Pomatoceros triqueter</i> | | | | | | | | | | | - - - - - | | | | |
| <i>Prosobramchia</i> indet. | | | | | | | | | - - - - - | | | | | | |
| <i>Ophiura albida</i> | | | | | | | | | - - - - - | | | | | | |
| Polyplacophora indet. | | | | | | | | | | | - - - - - | | | | |
| <i>Buccinum undatum</i> | | | | | | | | | | | ● | | | | |
| <i>Ciona intestinalis</i> | | | | | | | | | | | | - - - - - | | | |
| <i>Styela rustica</i> | | | | | | | | | | | | - - - - - | | | |
| <i>Psammechinus miliaris</i> | | | | | | | | | | | | | - - - - - | | |
| <i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> | | | | | | | | | - - - - - | | | | | | |
| <i>Halicondria</i> cf. <i>panicea</i> | | | | | | | | | | | | | - - - - - | ● | |
| <i>Tealia felina</i> | | | | | | | | | | | | | - - - - - | | |
| <i>Dendrodoa grossularia</i> | | | | | | | | | | | | - - - - - | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

10-12/m²

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

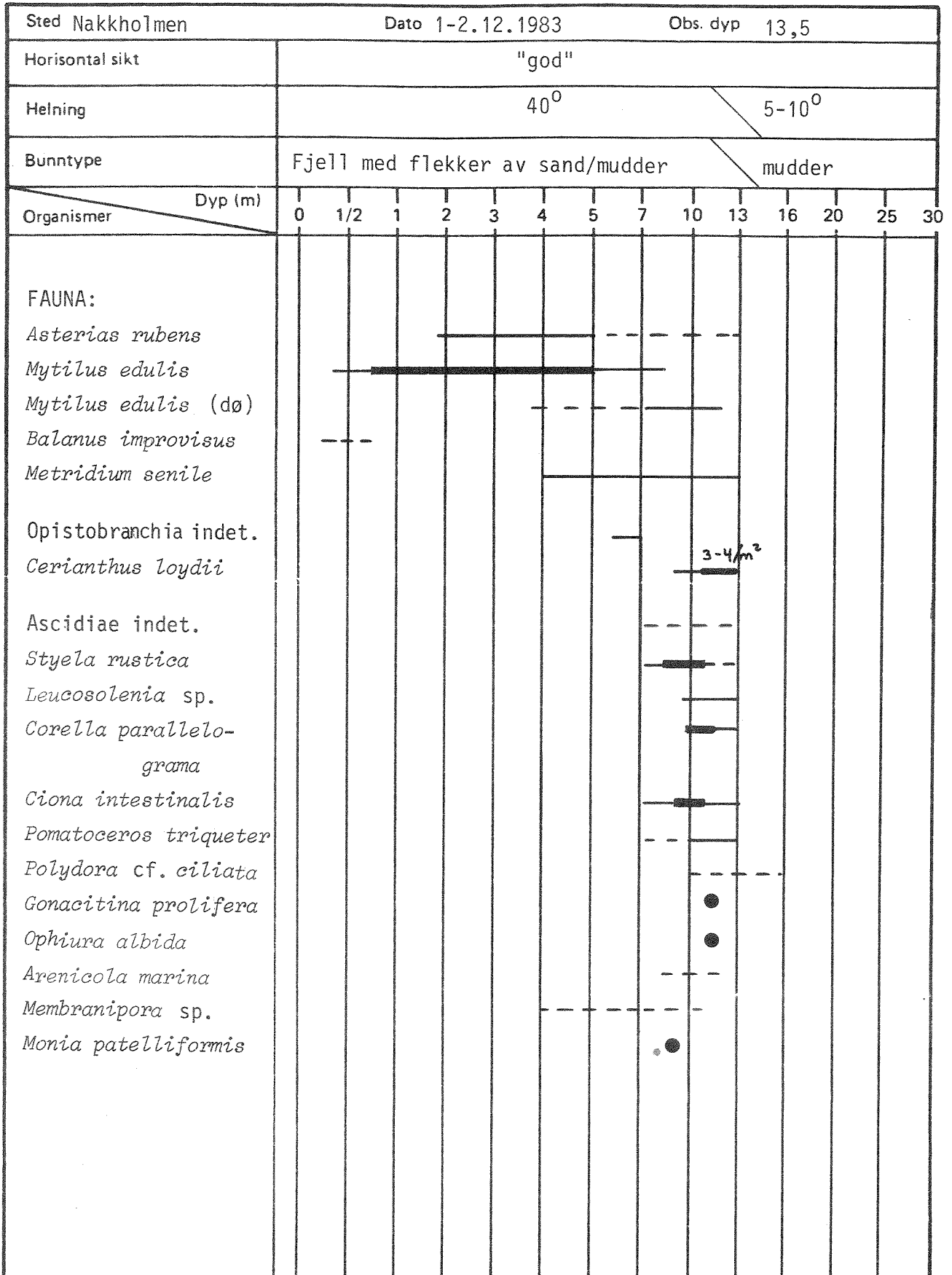
● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig **————** Dominerende

| Sted Nakkholmen | | Dato 1-2.12.1983 | | | | | | | | | | | Obs. dyp 13,5 m | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----------------|----|----|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|
| Horisontal sikt | | "god" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Helning | | 40° | | | | | | | | | | | | | | | | 10° | | | | | | |
| Bunntype | | Fjell med flekker av sand/mudder | | | | | | | | | | | | | | | | mudder | | | | | | |
| Organismer | | Dyp (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | | | | | | | | | |
| FLORA: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dumontia incrassata</i> | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>indentatus</i> | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ulva lactuca</i> | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fucus serratus</i> | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondrus crispus</i> | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Laminaria saccharina</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceramium strictum</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceramium rubrum</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phyllophora pseudo-ceranooides</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polysiphonia urceolata</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | | - - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn - - - - Spredt ——— Vanlig ——— Dominerende



Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig ————— Dominerende

| Sted Hovedøya | | Dato 1.-2/11 1983 | | Obs. dyp 16 m | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|-------|---------------|----------------------------------|-------|-------|---|---|----|----|-------|----|----|----|
| Horisontal sikt | | 4,5 m | | | | | | | | | | | | | |
| Helning | | 30° | | | < 30° | | | | | | | | | | |
| Bunntype | | Fjell | | | Mudder/grus med flekker av fjell | | | | | | | | | | |
| Organismer | | Dyp (m) | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 |
| FLORA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>edentatus</i> | | | | | - - - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Ahmfeltia plicata</i> | | - - - | - - - | - - - | - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Ceramium strictum</i> | | | | - - - | - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Ulva lactuca</i> | | - - - | - - - | - - - | - - - | | | | ● | | | | | | |
| <i>Cladophora</i> sp. | | | | - - - | - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Laminaria saccharina</i> | | | | | | - - - | - - - | | | | | | | | |
| Heterotrofe blågrønnalger (bl.a. <i>Beggiatoa</i> sp.) | | | | | | | | | | | | - - - | | | |

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig ——— Dominerende

| Sted Ormøya | | Dato 1.-2/12 1983 | | Obs. dyp 16 m | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------------------|-------|---------------|-------|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|----|
| Horisontal sikt | | 5 m | | | | | | | | | | | | | |
| Helning | | 30° - 50° | | | 15° | | | | | | | | | | |
| Bunntype | | | | | | | | | | | | | | | |
| Organismer | Dyp (m) | 0 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 |
| FLORA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceramium rubrum</i> | | | - - - | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>edentatus</i> | | | - - - | - - - | | | | | | | | | | | |
| Heterotrofe blågrønnalger (stort sett <i>Beggiatoa</i> sp.) | | | | | | | | | | | - - - | - - - | | | |
| Svart sediment | | | | | | | | | | | | | | | |
| FAUNA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Balanus improvisus</i> | | | | - - - | - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | | | | - - - | - - - | | | | | | |
| <i>Asterias rubens</i> | | | | | | | | - - - | - - - | | | | | | |
| <i>Metridium senile</i> | | | | | | | | - - - | - - - | | | | | | |
| cf. <i>Sagartiogeton</i> sp. | | | | | | | | | - - - | | | | | | |
| <i>Ciona intestinalis</i> | | | | | | | | | - - - | - - - | | | | | |
| Nematoder | | | | | | | | | | | - - - | - - - | | | |
| <i>Polydora</i> sp. | | | | | | | | | | | - - - | - - - | | | |
| <i>Opistobranch</i> indet. | | | | | | | | | | | - - - | - - - | | | |
| <i>Polyplacophora</i> indet. | | | | | | | | | | | - - - | - - - | | | |
| <i>Manoplacophae</i> indet. | | | | | | | | | | | | | | | ● |

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig ——— Dominerende

| Sted Svartskog | | Dato 1-2.12. 1983 | | Obs. dyp 12,5 m | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|-------|-----------------|---|--------|---|---|---|-------|-------|-------|----|----|----|--|
| Horisontal sikt | | 8-10 m | | | | | | | | | | | | | | |
| Helning | | 20-30° | | | | 10° | | | | | | | | | | |
| Bunntype | | mudder med flekker av fjell | | | | mudder | | | | | | | | | | |
| Organismer | Dyp (m) | 0 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | |
| FAUNA: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Balanus improvisus</i> | | | — | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Halichondria panicea</i> | | | - - - | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pomatoceros triqueter</i> | | | | | | - - - | | | | | | | | | | |
| <i>Littorina littorea</i> | | | — | | | | | | | | | | | | | |
| cf. <i>Laomedea</i> sp. | | | | | | | | ● | | | | | | | | |
| <i>Psammechinus miliaris</i> | | | | | | | | ● | | | | | | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | | — | | | | | | | | | | |
| <i>Asterias rubens</i> | | | | | | — | | | | | | | | | | |
| <i>Metridium senile</i> | | | | | | — | | | | | | | | | | |
| <i>Carcinus maenas</i> | | | | | | | | | | — | | | | | | |
| cf. <i>Sagartiogeton</i> sp. | | | — | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pomatoschistus</i> sp. | | | | | | | | | | | - - - | | | | | |
| Polydora rør | | | | | | | | | | | | - - - | | | | |
| <i>Ciona intestinalis</i> | | | | | | | | | | - - - | | | | | | |
| <i>Ophistobranch</i> indet. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Styela rustica</i> | | | | | | | | | | - - - | | | | | | |
| <i>Chlorella paraellogramma</i> | | | | | | | | | | - - - | | | | | | |

V E D L E G G 4

Bakteriologiske data

Termotolerante koliforme bakterier 1982 (44 grad) Oslofjorden
(antall per 100 ml)

Stasjon 1. Utløpet Akerselva
Stasjon 2. Akershuskajen
Stasjon 3. Rådhuskajen
Stasjon 4. Kavringen
Stasjon 5. Kongen
Stasjon 6. Huk badeplass

| dato | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 |
|--------|-------|------|------|------|------|------|
| 820630 | 500 | * | 1 | 1 | 110 | 6 |
| 820707 | 1 | 200 | 200 | 186 | 1 | 3 |
| 820714 | 480 | 225 | 34 | 1 | 1 | 20 |
| 820728 | 30000 | 120 | 10 | 13 | 6 | 1 |
| 820804 | 1 | 140 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| 820811 | 1400 | 300 | 59 | 8 | 6 | 1 |
| 820818 | 3400 | 580 | 182 | 113 | 127 | 24 |
| 820823 | 50 | 600 | 15 | 44 | 48 | 70 |
| 820901 | 6500 | 3000 | 68 | 90 | 45 | 1 |

Termotolerante koliforme bakterier 1983 (44 grad) Oslofjorden
(antall bakterier per 100 ml vann)

Stasjon 1. Utløpet Akerselva
Stasjon 2. Akershuskajen
Stasjon 3. Rådhuskajen
Stasjon 4. Kavringen
Stasjon 5. Kongen
Stasjon 6. Huk badeplass

| Dato | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 |
|--------|--------|-------|------|------|------|------|
| 830601 | 8900 | 280 | 62 | 36 | * | 17 |
| 830607 | 8700 | 360 | 72 | 21 | 120 | 46 |
| 830614 | 240 | 20 | 50 | 110 | 45 | 50 |
| 830621 | 20000 | 160 | 95 | 92 | 224 | 60 |
| 830628 | 5300 | 32200 | 200 | 124 | 145 | 72 |
| 830705 | 10200 | 200 | 72 | 32 | 54 | 32 |
| 830712 | 10800 | 300 | 100 | 44 | 64 | 2 |
| 830719 | 18000 | 3500 | 148 | 62 | 302 | 16 |
| 830726 | 16800 | 420 | 33 | 27 | 30 | 1 |
| 830802 | 12000 | 50 | 100 | 32 | 41 | 15 |
| 830809 | 4800 | 1440 | 332 | 34 | 14 | 1 |
| 830816 | 120000 | 3400 | 276 | 120 | 71 | 39 |

Totalantall bakterier 1982 (20 grad) Oslofjorden
(antall bakterier per ml vann)

- Stasjon 1. Utløpet Akerselva
- Stasjon 2. Akershuskajen
- Stasjon 3. Rådhuskajen
- Stasjon 4. Kavringen
- Stasjon 5. Kongen
- Stasjon 6. Huk badeplass

| Dato | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 820630 | 800 | 284 | 147 | 87 | 158 | 7 |
| 820707 | 200 | 100 | 1100 | 206 | 1 | 29 |
| 820714 | * | 1040 | 130 | 30 | 10 | 10 |
| 820728 | 14800 | 100 | 10 | 26 | 17 | 1 |
| 820804 | 1 | 4000 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 820811 | 3000 | 800 | 126 | 40 | 47 | 76 |
| 820818 | 2100 | 480 | 102 | 123 | 247 | 12 |
| 820823 | 100000 | 500 | 520 | 270 | 35 | 45 |
| 820901 | 62000 | 1400 | 360 | 310 | 285 | 120 |

Totalantall bakterier 1983 (20 grad) Oslofjorden
(antall bakterier per ml vann)

- Stasjon 1. Utløpet Akerselva
- Stasjon 2. Akershuskajen
- Stasjon 3. Rådhuskajen
- Stasjon 4. Kavringen
- Stasjon 5. Kongen
- Stasjon 6. Huk badeplass

| Dato | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 | St 5 | St 6 |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 830601 | 3800 | 190 | 62 | 47 | * | 80 |
| 830607 | 2500 | 170 | 160 | 110 | 310 | 17 |
| 830614 | 10500 | 70 | 120 | 990 | 480 | 80 |
| 830621 | 4000 | 50 | 18 | 19 | 160 | 2 |
| 830628 | 1100 | 610 | 79 | 31 | 11 | 6 |
| 830705 | 42000 | 150 | 42 | 30 | 77 | 32 |
| 830712 | 8500 | 80 | 110 | 80 | 114 | 2 |
| 830719 | 14400 | 740 | 118 | 21 | 43 | 17 |
| 830726 | 77000 | 80 | 79 | 33 | 41 | 2 |
| 830802 | 29000 | 20 | 50 | 33 | 22 | 28 |
| 830809 | 4100 | 300 | 65 | 41 | 63 | 1 |
| 830816 | 150000 | 2100 | 71 | 9 | 21 | 5 |



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder

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

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

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

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

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

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

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

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende 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 vil bli publisert i årlige rapporter.

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