

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: XXXVI
Løpenummer: 1612
Begrenset distribusjon: Fri

Rapportens tittel: OVERVÅKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I INDRE OSLOFJORD 1982 (Overvåkingsrapport 136/84)	Dato: 20.4.84
	Prosjektnummer: 0-71160
Forfatter(e): Jan Magnusson Torsten Kvällkvist Are Pedersen <i>Karl Tangen, Universitetet i Oslo</i>	Faggruppe: Hydroøkologisk div.
	Geografisk område: Østfold, Åkershus, Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag): 75

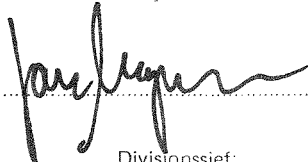
Oppdragsgiver: Fagrådet for kloakksamarbeid i Indre Oslofjord Statens forurensningstilsyn (delfinansiering)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Overvåkingsprogrammet for oppfølging av forurensningsutviklingen i Indre Oslofjord 1982 beskriver fjordens hydrografi (vannutveksling, oksygenutvikling), algevekst i overflateleg, fastsittende alger samt bakterier i havnebassenget. Vannskiftningen var av middels omfang. Dypvannets oksygeninnhold var omtrent lik eller noe bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-81. Klorofyllinnholdet i overflateleget var i store deler av fjorden lavere sommeren 1982 enn i 1981, mens siktedypet var omtrent normalt for perioden. Det ble registrert giftige planktonarter også i 1982. Tilsetning av plantenærings saltene nitrogen og fosfor til overflatevann ga omtrent samme resultater som tidligere år - overveiende fosforbegrensning. De fastsittende algenes nedre grense hadde økt noe fra 1981 til 1982. Konsentrasjonen av termotabile koliforme bakterier var over helsemyndighetenes krav for godt badevann i havnebassenget, unntatt Huk.

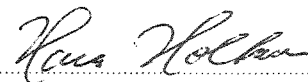
4 emneord, norske:
1. Overvåkingsrapport 136/84
2. Hydrografi
3. Marinbiologi
4. Oslofjord
Årsrapport 1982

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

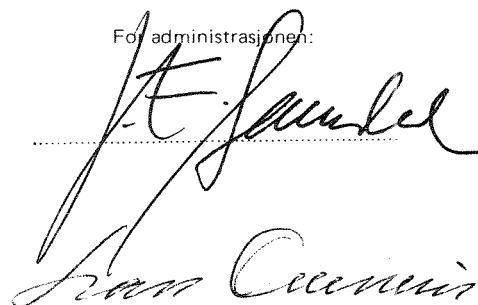
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0773-2

OVERVAKING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN I

INDRE OSLOFJORD 1982

Oslo,

Prosjektleder : J. Magnusson
Forfattere : T. Källqvist
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)
Institutt for marinbiologi og limnologi	T. Andersen
Bærum vann- og kloakkvesen	H. K. Hoff
Vestfjordens Avløpssekskap	P. Sagberg
Statens forurensningstilsyn	T. Johannessen

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

I 1980 startet Vestfjordens Avløpssekskap en forundersøkelse til det planlagte utslippet fra Sentralrenseanlegg Vest. Arbeidet utføres i det vesentlige av Institutt for marinbiologi avd. marin zoologi ved Oslo Universitet, dessuten bl.a. med Kommuneveterinæren i Asker, Byveterinæren i Oslo og NIVA.

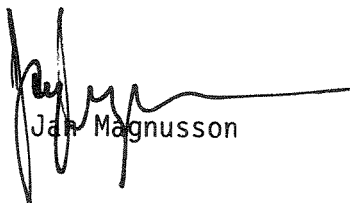
Resultater fra overvåkingsprogrammet blir rapportert for hvert år i årsrapport. Denne rapport er nummer ni i dette prosjekt og omfatter året 1982.

Vi vil takke Oslo Universitet, Institutt for marinbiologi og limnologi for lån av forskningsfartøyet Apollo Øst, og spesielt skipper Einar Martinsen for god innsats. Undersøkelsen av termostabile 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 Institutt for marin biologi og limnologi avd. marin botanikk har stått for rapportering av kap. 3.2.2 giftige planteplankton. Cand.mag. Gunnar Eriksson ved avd. marin botanikk har bearbeidet planktonmaterialet og deltatt i feltarbeid. Følgende personer har deltatt i planlegging og gjennomføring av arbeidet:

Torsten Källqvist (overflatevannets kvalitet m.m.)
Jan Magnusson (hydrografi, prosjektledelse)
Norman Green (feltarbeid og databearbeidelse)
Frank Kjellberg (feltarbeid, databearbeidelse)
Are Pedersen (fastsittende alger)
Einar I. Andersen (skipper på NIVAs forskningsfartøy "H.H.Gran").

Oslo,



Jan Magnusson

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	8
2. INNLEDNING	12
2.1 Forurensningstilførsler	12
2.2 Effekter av forurensningstilførselen	14
2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet	15
2.3.1 Hydrografi, hydrokjemii og strømmålinger	15
2.3.2 Observasjoner i overflatevannet	15
2.3.3 Vertikalutbredelse av fastsittende alger	16
2.4 Øvrig aktivitet i Indre Oslofjord	16
3. RESULTATER OG DISKUSJON	19
3.1 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold 1982	19
3.2 Hydrografiske og hydrokjemiske forhold	19
3.2.1 Vannutskiftninger	19
3.2.2 Oksygenforholdene	28
3.2.3 Hydrokjemiske forhold	33
3.3 Overflatevannets kvalitet	37
3.3.1 Siktedyp, klorofyll og planteplankton	37
3.3.2 Giftige planktonalger	45
3.3.3 Næringssalter og vekstpotensial	47
3.4 Vertikalutbredelse av fastsittende alger	51
3.5 Bakteriologiske registreringer i havnebassenget	56
REFERANSER	59
VEDLEGG 1. Meteorologiske og hydrologiske data	61
2. Vertikalutbredelse af fastsittende alger	61

FIGURER

	Side:
1. Fosfortilførsel i Indre Oslofjord 1920-80 (Fra Bergstøl, Fjeldberg og Olsen, 1981)	13
2. Stasjonsnett 1982	18
3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1982	20
4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1)	20
5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1982	21
6. Total-fosfor variasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$)	21
7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Lysakerfjorden (BN1) 1982	22
8. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Bunnefjorden (EP1) 1982	22
9. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Bunnefjorden (EP1) 1982	23
10. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1982	23
11. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Bunnefjorden (EP1) 1982	26
12. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober i Bunnefjorden 1982 sammenlignet med observasjoner fra 1973-81	29
13. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-82. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens biologiske stasjon i Flødevigen og NIVA)	30
14. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1982 sammenlignet med observasjoner fra 1973-81	31
15. Midlere oksygenkonsentrasjon (ml/l) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) i mai og oktober måned beregnet for 5 perioder i tidsrommet 1933-82. (Data fra Braarud og Ruud, 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens biologiske stasjon Flødevigen og NIVA)	32
16. Dypvannsfornyelse og oksygenkonsentrasjonen (oktober måned) på 80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) 1962-65 og 1973-82	34
17. Totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober sammenlignet med observasjoner fra 1973-81	35
18. Variasjonen av totalnitrogen, nitrat og nitritt, total- fosfor, ortofosfat ($\mu\text{g}/\text{l}$) og forholdet totalnitrogen/total- fosfor, (mol/mol), samt oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) på 80 meters dyp 1973-82	36
19. Ortofosfatkonsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{l}$) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (Stasjon DK1 og FL1) i tidsrommet 1933-82. (Data fra Braarud og Ruud, 1937, Føyn 1952 og NIVA)	38

(Figurer forts.)	Side:
20. Siktedypsvariasjonen gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden	39
21. Horisontalutbredelsen av klorofyll a i overflatevannet (0-2 m) gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden	40
22. Månedsmiddel (juni, juli, august) av klorofyll a 7 stasjoner i 1982, sammenlignet med middelverdi og standardavvik for perioden 1974-81	44
23. Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat (PO_4 -P) i overflatevann (0-2 m) fra stasjon EP1, BL4, AP2 ⁴ og DK1, i 1982	49
24. Algevekstpotensial som funksjon av fosfatkonsentrasjon for målinger i 1981 (0-2 m)	50
25. Stasjonskart for undersøkelse av nedre voksegrense for fastsittende alger på 7 stasjoner i Indre Oslofjord 2.-3.11.82	52
26. Stasjonsnett for termotabile koliforme bakterier 1982	57

TABELLER

	Side:
1. Toktfrekvens og observasjoner i 1982	17
2. Beregnet dyupvannsutskiftning 1973-82 samt prosentvis fornyelse av volumet under 20 meters dyp i Indre Oslofjord	25
3. Antall potensielle utskiftninger av overflatelager (0-20 m) i Indre Oslofjord beregnet etter nordlige vinder i 1982	27
4. Potensiell vannutskiftning av overflatelaget (0-10 m) 1977-82	27
5. Gjennomsnittsverdier for klorofyll og siktedyp fra 20. juni til 1. september 1981 sammenlignet med foregående år	43
6. Begrensende næringsstoff ved vekstpotensialmålinger i 1982	48
7. 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 1981 og 1982	55
8. Termotolerante og totalantall bakterier på 6 stasjoner i Havnebassenget 1982	58

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 fem årene tyder på at en forandring av forholdene i fjorden er igang. Den generelle negative utviklingen i løpet av 1900-tallet synes å ha nådd sitt bunnivå i perioden 1973-76. Senere er det blitt registrert visse positive trekk i fjordens forurensningsutvikling. Dette skyldes sannsynligvis de rensetekniske tiltak iverksatt av kommunene omkring fjorden. Imidlertid er forholdene i fjorden fortsatt dårligere enn de var i 1962-65.

1. I 1982 ble det innsamlet hydrografiske data fra 8 stasjoner på 4 tokt i april, mai, august og oktober, samt ved kompletterende tokt i januar, juni, juli, september og desember. På hvert tokt ble siktedyp og vannets temperatur og saltholdighet observert samt vann analysert på totalfosfor, ortofosfat og oksygen. På de fire hovedtoktene ble analyseprogrammet utvidet med totalnitrogen, nitrat og nitritt samt ammonium (ufiltrerte prøver).

I perioden juni-august ble det innsamlet overflateprøver (0-2 m) omtrent hver uke på 7 stasjoner for å bestemme vannets innhold av planteplankton kvalitativt og kvantitativt samtidig med siktedypsobservasjoner. På et utvalg av stasjoner ble det gjort forsøk med vekstbegrensende plantenæringsstoff (vekstpotensialforsøk). Den vertikale utbredelsen av fastsittende alger ble undersøkt i november 1982 på 7 stasjoner. Fisk (torsk) ble innsamlet fra to steder og analysert på kvikksølv og kadmium. I juni-august ble det analysert på termotolerante og totalantall bakterier fra 6 stasjoner i Oslo havnebasseng.

2. Dypvannsutskiftningen startet i desember 1981 og fortsatte ut i januar 1982. Ytterligere en utskiftningsperiode ble registrert i april-mai 1982. Totalt ble $4.600 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vann utskiftet (77% av vannet under 20 meters dyp), hvilket er bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-81. Utskiftningen var beskjeden i Bunnefjorden, men resultatet av den ble registret helt ned til bunnen.

3. Vannutskiftningen i overflatelaget (0-10 m) sommeren 1982 har vært klart mindre enn gjennomsnittet for de siste fem årene og sannsynligvis mindre for hele året.
4. Oksygenkonsentrasjonen i Bunnefjordens dypvann 1982 var omtrent lik gjennomsnittet for perioden 1973-81 i mai og oktober. I august var det lavere enn gjennomsnittet i 40-60 meters dyp. Det ble registrert hydrogensulfidholdig bunnvann i januar-mars, august og desember.
5. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjordens dypvann i 1982 var omtrent lik, eller noe bedre enn gjennomsnittet for perioden 1973-81 i mai og oktober. I august var konsentrasjonen lavere enn gjennomsnittet.
6. Oksygenforholdene i Bunnefjorden og Vestfjorden 1982 tyder på at den organiske belastningen på fjordens dypvann har vært større enn gjennomsnittet i perioden 1973-81 mellom mai og august måned. For hele tidsrommet mai-oktober har belastningen vært nær gjennomsnittet.
7. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden de siste fem årene viser en liten forbedring sammenlignet med perioden 1973-77. Den tidligere registrerte positive tendens til økende oksygenkonsentrasjoner i fjordens bunnvann fortsetter. Fortsatt er konsentrasjonsnivået om høsten lavt sammenlignet med 1930-tallet, men det nærmer seg nivået for 1960-tallet. I Bunnefjorden er tendensen ikke like klar, men mengden hydrogensulfidholdig vann har avtatt siden 1976.
8. De hydrokjemiske forhold i Vestfjorden synes å ha endret seg. En sammenligning av data fra perioden 1973-77 og 1978-82 viser en tendens til noe høyere totalnitrogenkonsentrasjoner og lavere totalfosforkonsentrasjoner i store deler av vannmassen. Forholdet totalnitrogen/totalfosfor har derved økt.
9. De observerte forandringer fra fjordens oksygenforhold og øvrige hydrokjemiske data sammenfaller med avtakende forurensningstilførsler, spesielt reduksjon av fosfor.

10. Klorofyll-innholdet i overflatevannet (0-2 m) tyder på at planktonbiomassen var forholdsvis lav sommeren 1982. I forhold til 1981 var middelverdiene for klorofyll klart lavere på alle stasjoner unntatt Frognerkilen og Havnebassenget.
11. Den mest markerte forskjellen i klorofyllnivå i forhold til tidligere år ble funnet i Bærumsbassenget og Lysakerfjorden. Bærumsbassenget var den eneste stasjonen i fjorden med litt bedre siktedyp i forhold til 1981. Minkingen i algeutviklingen i de to fjordområdene er sannsynligvis et resultat av den reduserte kloakkvannsbelastningen i disse områder etter at Sentralrenseanlegg Vest ble tatt i bruk (juni 1982).
12. Dinoflagellater dominerte planteplanktonet i sommersesongen. En mindre oppblomstring av kalkflagellater i juni-juli bidro til at siktedypet var lavt til tross for de relativt lave klorofyllverdiene.
13. Også i 1982 var det et betydelig innslag av potensielt giftige dinoflagellater i indre Oslofjord. Helserådene i flere kommuner fant det nødvendig å advare publikum mot å sanke blåskjell for konsum som følge av høye konsentrasjoner av nervegiftstoff fra Gonyaulax excavata, men det ble ikke rapportert noen tilfeller av skjellforgiftning. Prorocentrum minimum som kan produsere diare-fremkallende giftstoffer forekom med store bestander, særlig lengst nord i fjorden på sensommeren og spredte seg senere utover i fjorden.
14. Vekstpotensialmålinger med Phaeodactylum tricornutum viste fosfor-begrensning i 75% av prøvene og nitrogen-begrensning i 12%. I de øvrige prøver var både nitrogen og fosfor begrensende for celleutbyttet. Sammenlignes vekstpotensialmålingene og konsentrasjonen av næringsstoffer i overflatevann (lineær regresjon) viser vekstpotensialet bedre korrelasjon med fosfatkonsentrasjonen enn med konsentrasjonen av uorganiske nitrogenforbindelser. Vekstpotensialmålingene tyder på at fosfor som regel er potensielt begrensende for den biomasse av alger som vann fra Oslofjorden kan underholde, men at det i perioder er nær balanse mellom fosfor og nitrogen i forhold til algenes næringskrav.

15. Dybdeprofiler for algevegetasjonen tyder på at nedre grense for algene har økt noe fra 1981 til 1982. Dette gjelder spesielt stasjonen i Bærumsbassenget og innerst i Bunnefjorden (st. 2 og st. 7). Det er på det nåværende tidspunkt ikke mulig å si om den antydde økte etablering av alger nedover i dypet, er forårsaket av en bedre vannkvalitet eller er en følge av naturlige variasjoner.
16. Registreringer av termotolerante koliforme bakterier i Havnebassenget viste at bare Huk oppfyller helsemyndighetenes krav til godt badevann.

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. I senere tid har det også blitt aktuelt å bruke fjorden i forbindelse med energiproduksjon (planer for kjernekraftverk, varmpumper m.m), 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 utlippene 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.

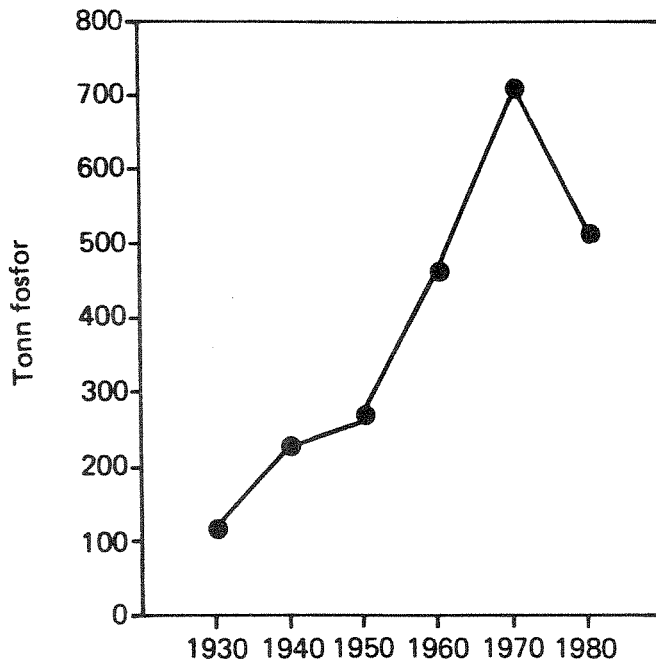


Fig. 1. Fosfortilførsel til Indre Oslofjord 1920-1980
(Fra Bergstøl, Feldborg og Olsen, 1981)

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.)

2.2 Effekten 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 det noen år bli "råttent vann". I Vestfjorden blir det hver høst lavt oksygeninnhold, men foreløpig har det ikke blitt registrert hydrogensulfid i dette området, unntatt 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, lav diversitet og små populasjoner hos floraen).

2.3 Gjennomføring av overvåkingsprogrammet

2.3.1 Hydrografi, hydrokjemisk og strømmålinger

I 1982 ble vannprøver innsamlet ved 9 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 1982). På samtlige tokt ble det observert siktedyp, 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 21.12.81 til den 14.7.82 var en strømmåler (Aanderaa) utplassert på ca 18 meters dyp på Drøbakerskelen. 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 termotabile koliforme bakterier. Analysene ble utført ved Oslo Helseråd.

2.3.3 Vertikalutbredelse av fastsittende alger

I 1982 ble nedre voksegrense for algevegetasjonen registrert på 7 stasjoner (fig. 9). Registreringen ble gjort ved dykking. Forekomsten av større grunntvannsorganismer ble kvantifisert (semikvalitativt) i tre kategorier: spredt, vanlig og dominerende eller assosiasjonsdannende. Metoden er beskrevet av Haugen og Kvalvågnæs (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 og 1982 ble den nedre grense registrert ved dykking, mens de tidligere observasjoner, foruten en stasjon i 1974, bygger på skraping. Ved bruk av skraping foreligger det en risiko for underregistrering. Undersøkelsene i 1981 og 1982 ble utført av forskjellige botanikere, noe som uvilkaarlig fører til en vanskeligere tolking av dataene, da registreringen baserer seg på subjektive observasjoner.

2.4 Øvrige aktiviteter

Den spesielle undersøkelsen som ble startet i 1980 for å studere eventuelle effekter i nærheten til utslippet fra Sentralrenseanlegg Vest foreligger nå i delrapporter. Prosjektet ble ledet av Vestfjordens Avløpsseksjon og utført av Institutt for marinbiologi og limnologi, avdeling marin kjemi og marin zoologi ved universitetet i Oslo, Veterinærhøgskolen, Veterinærinstituttet, kommuneveterinæren i Asker og NIVA.

Ved Universitetet i Oslo foregår disiplinbasert forskning i Oslofjorden. Av prosjekter som har særlig interesse for overvåkingsprosjektet er de studier av planktonalgenes opptak av nitrogen og fosforforbindelser som utføres ved Institutt for marinbiologi og limnologi, avd. marin botanikk (prof. E. Paasche, dr. scient K. Andersen).

Tabell 1. Tokter og observasjoner i Oslofjorden 1982

Dato	Overflateobser- vasjoner (0-2m)	Hydrografi	Dato	Overflateobser- vasjoner (0-2 m)	Hydrografi
19.1.	AP2,BN1,CQ1 FROGN	DK1,EP1	23.9.	AP2,BL4,BN1, CQ1,FROGN	DK1,EP1
1.4.		AP2,BN1, DK1,EP1, FL1,KN1	19- 20.10.	FROGN	AP2,BL4, BN1,CQ1, DK1,EP1 FL1,KN1
21.4.	AP2,BN1	BL4,CQ1, DK1,EP1			
18-19.5	FROGN	AP2,BL4, BN1,CQ1, DK1,EP1, FL1,KN1	14.12.	AP2,BN1,CQ1, FROGN	DK1,EP1
4.6.	AP2,BL4,BN1, CQ1,DK1,EP1, FROGN		Analyser av termostabile koliforme og total antall bakterier er ut- ført på 6 stasjoner i Havnebas- senget følgende datoer:		
16.6.	"		30.6., 7.7, 14.7., 28.7., 4.8., 11.8., 18.8., 23.8., 1.9.		
23.6.	AP2,BL4,BN1, CQ1,FROGN	DK1,EP1	Analysene er utført ved Oslo Helseråd		
30.6.	AP2,BL4,BN1, CQ1,DK1,EP1, FROGN		Innsamling av fisk til analyse av kvikksølv og kadmium 1-10.11.83.		
7.7	"		Sted: Lindøya - Bygdøy		
14.7.	"		Langaara - Ostøya og Bjørkøya.		
22.7.	AP2,BL4,BN1, CQ1,FROGN	DK1,EP1	Registrering av nedre grense for fastsittende alger: 2-3.11.1983		
28.7.	AP2,BL4,BN1, CQ1,DK1,EP1, FROGN				
4.8	"				
11.8.	"				
18.8	"				
23-24.8	FROGN	AP2,BL4, BN1,CQ1, DK1,EP1, FL1,KN1			

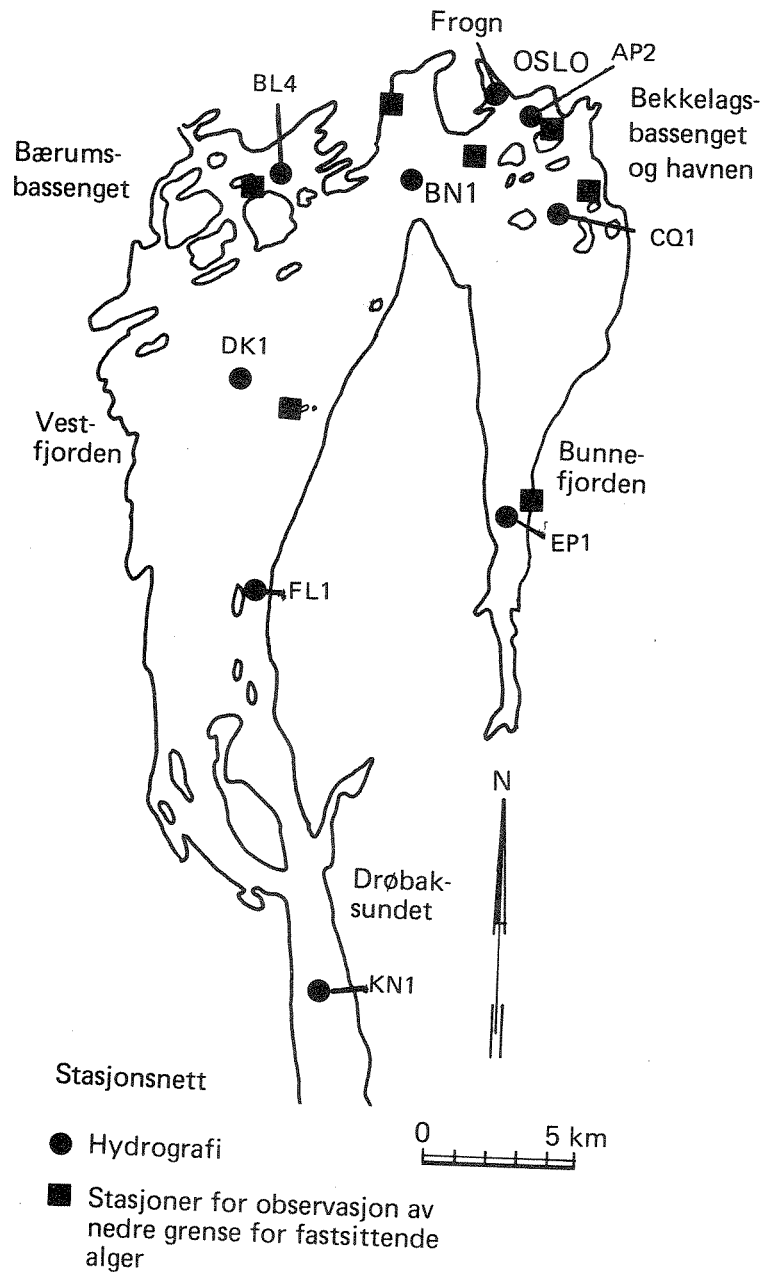


Fig. 2. Stasjonsnett.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold 1982

De meteorologiske og hydrologiske data fra 1982 er vist i vedlegg 1. Januar var kaldere enn normalt, forøvrig var temperaturen litt over det normale. Solenergien var generelt mindre enn normalt unntatt juli da den var større enn normalt. Nedbøren var over det normale i mars, mai, september, november og desember. I juni og juli var den betydelig under det normale. Vindforholdene avvek fra det normale med mindre nordlige vinder i juni, oktober og november. Spesielt mye sydlig vind ble registrert i august 1982.

3.2 Hydrografiske og hydrokjemiske forhold

3.2.1 Vannutskiftninger

Den hydrografiske utviklingen i 1982 fremgår av figurene 3-10 som viser variasjonen av vannets temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og fosforinnhold.

Dypvannsfornyelse

Avgjørende for oksygeninnholdet i indre Oslofjords dypvann er dels den organiske belastningen på fjordens dypvann som følge av synkende dødt planteplankton og direkte tilførsler av organisk stoff fra land (kloakkvann) samt mengden tilført oksygenrikt vann fra ytre Oslofjord.

Tilstrømming av vann fra Ytre Oslofjord og Skagerrak til nivåer under terskeldyp (20 m) i Indre Oslofjord er betinget av at det innstrømmende vannet har større egenvekt enn dypvannet i fjorden. Dette er mest vanlig vinterstid da ferskvannstilførselen til Ytre fjord og Skagerrak er liten og de meteorologiske og hydrografiske forhold generelt er gunstige.

Det innstrømmende vannet har høyt oksygeninnhold (ca 80% metningsgrad) og lavt fosforinnhold (ca 30 µg/l). På figurene kan således vannutskiftningen avleses som en økning av oksygenkonsentrasjonen og en minking av fosforkonsentrasjonen. Det innstrømmende vannet blir blandet med gammelt fjordvann

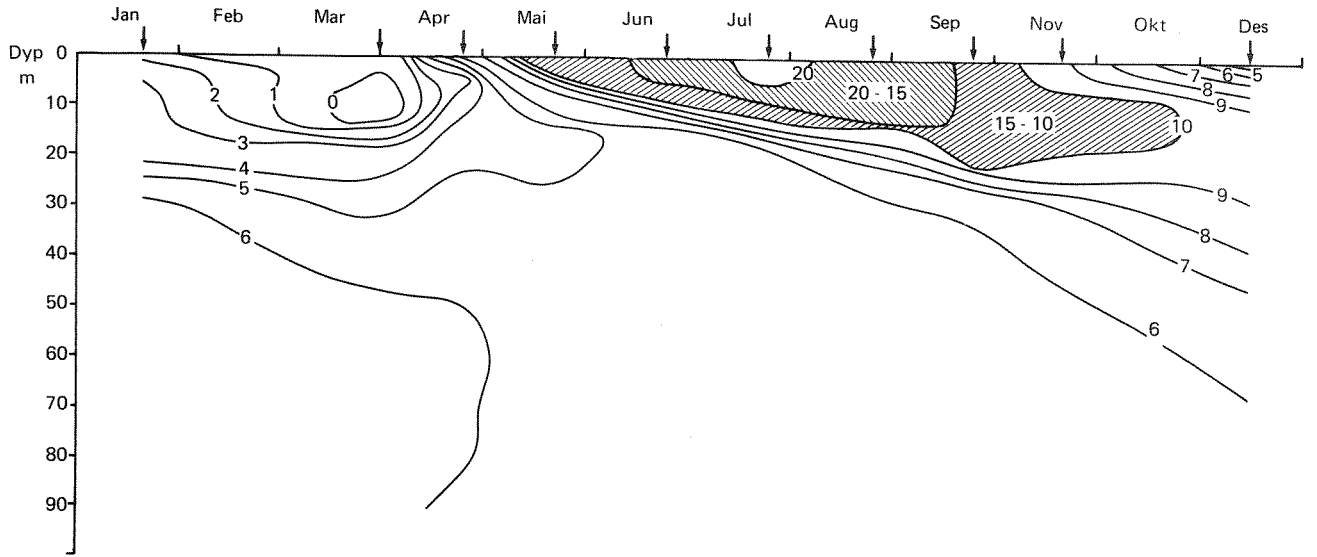


Fig. 3. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1982

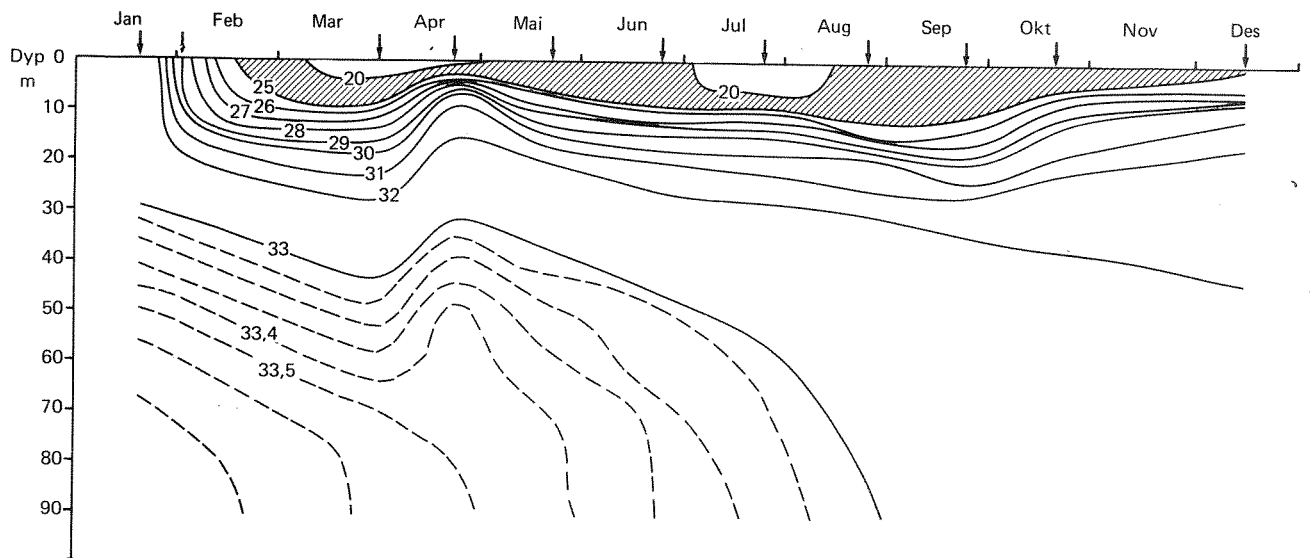


Fig. 4. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1)

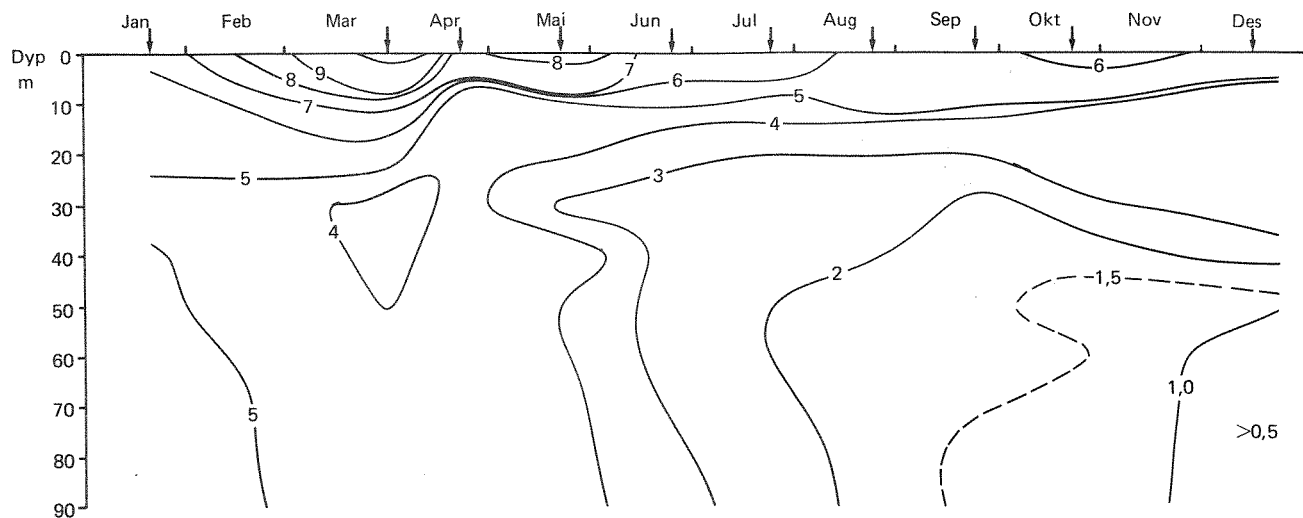


Fig. 5. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) 1982

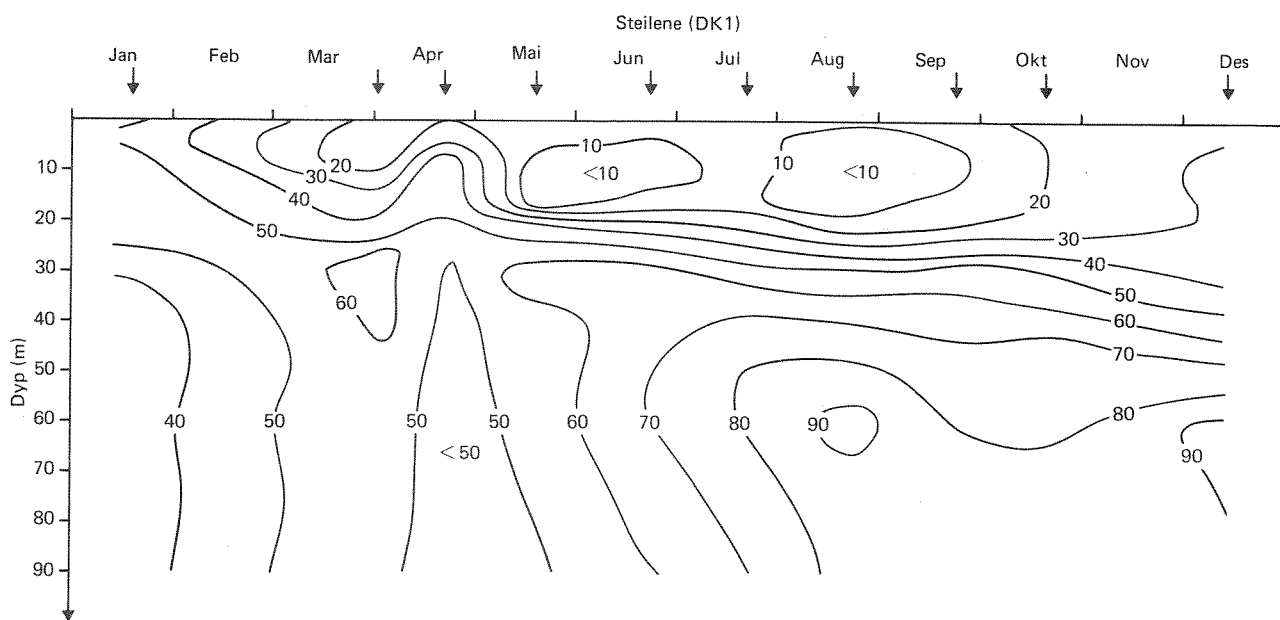


Fig. 6. Total-fosfor variasjonen ($\mu\text{g/l}$)

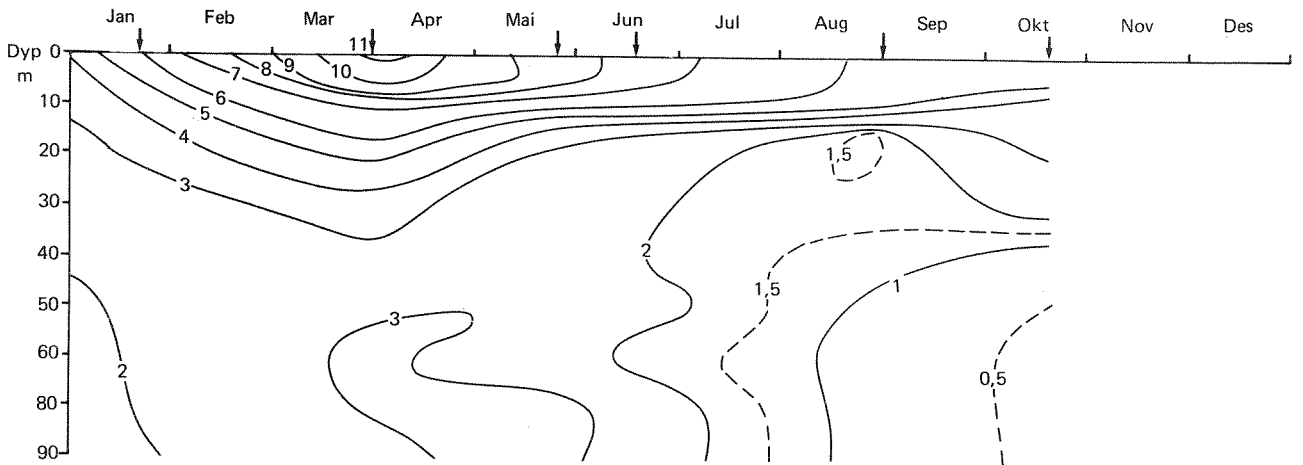


Fig. 7. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Lysakerfjorden (BN1) 1982

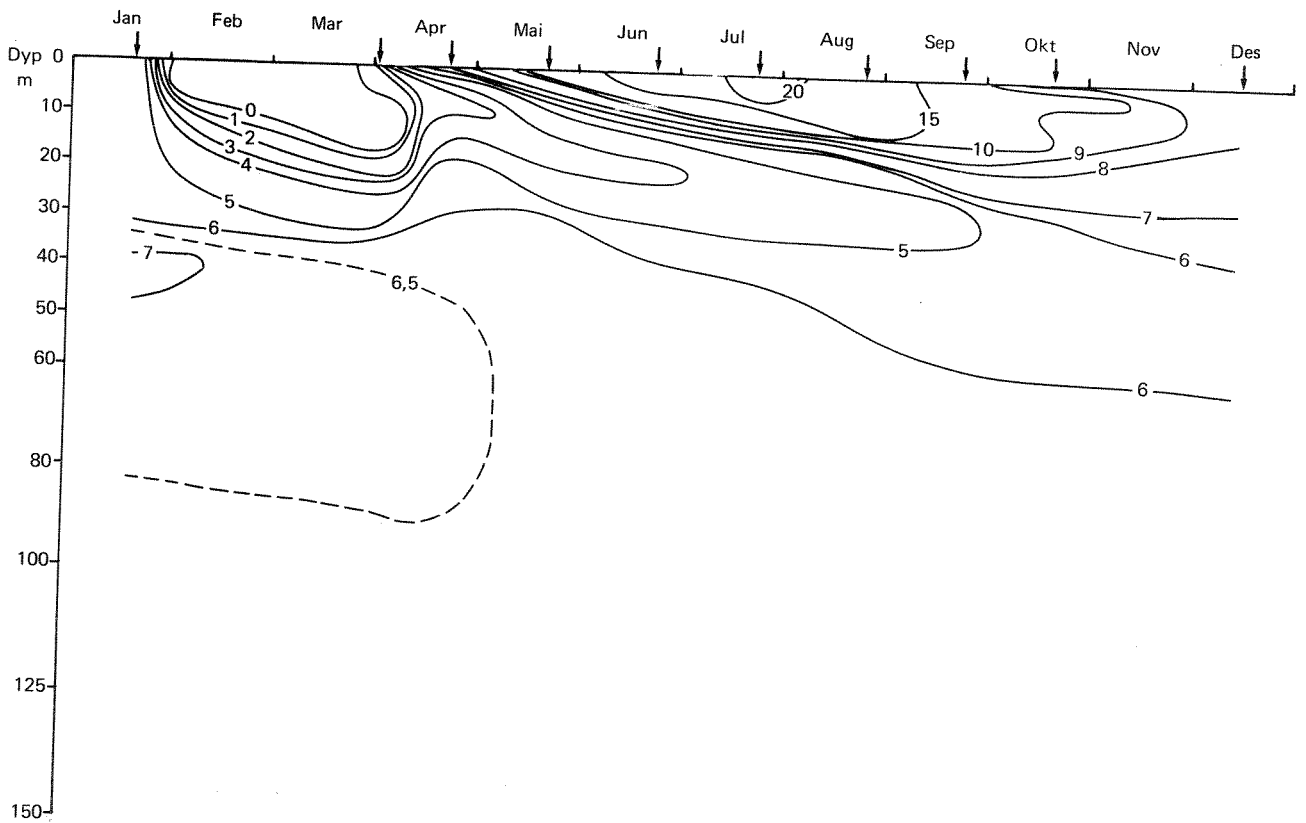


Fig. 8. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}$ C) i Bunnefjorden (EP1) 1982

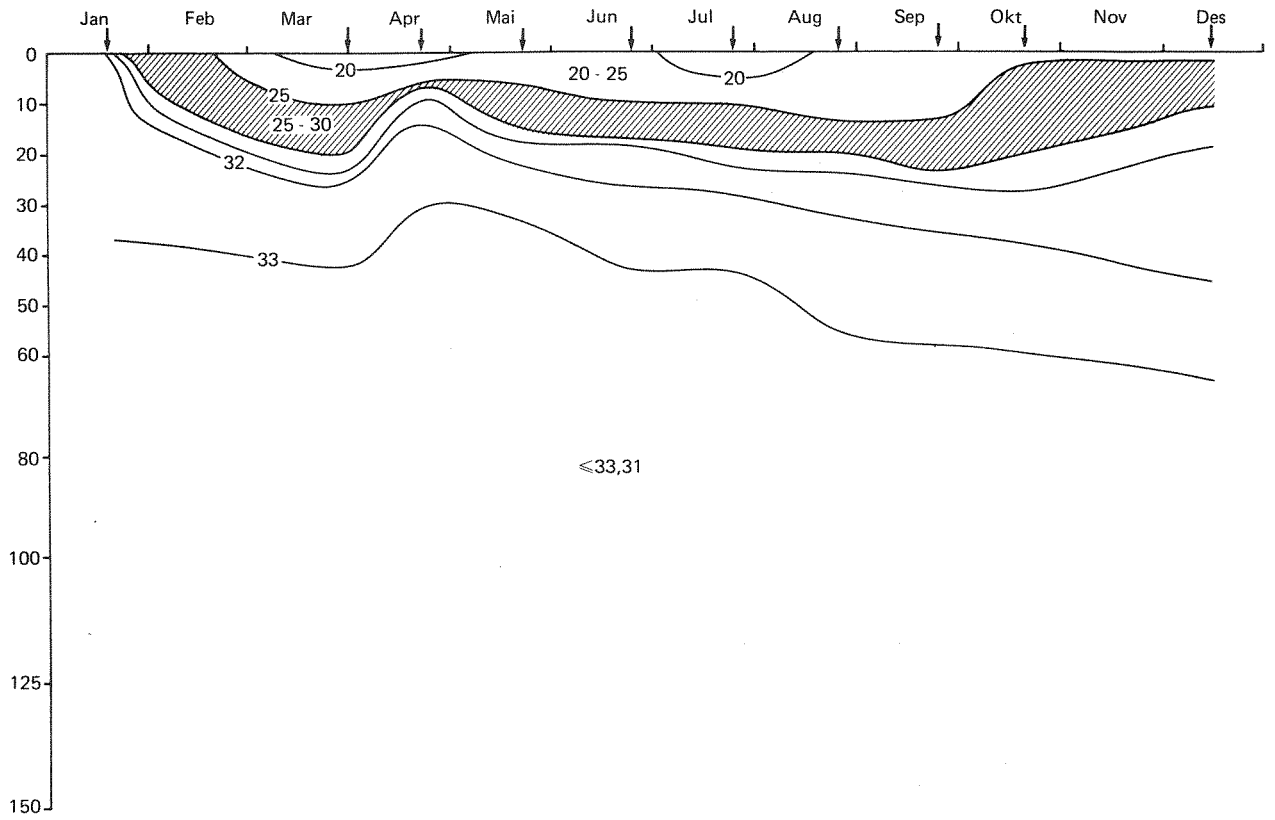


Fig. 9. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/_{oo}$) i Bunnefjorden (EP1) 1982

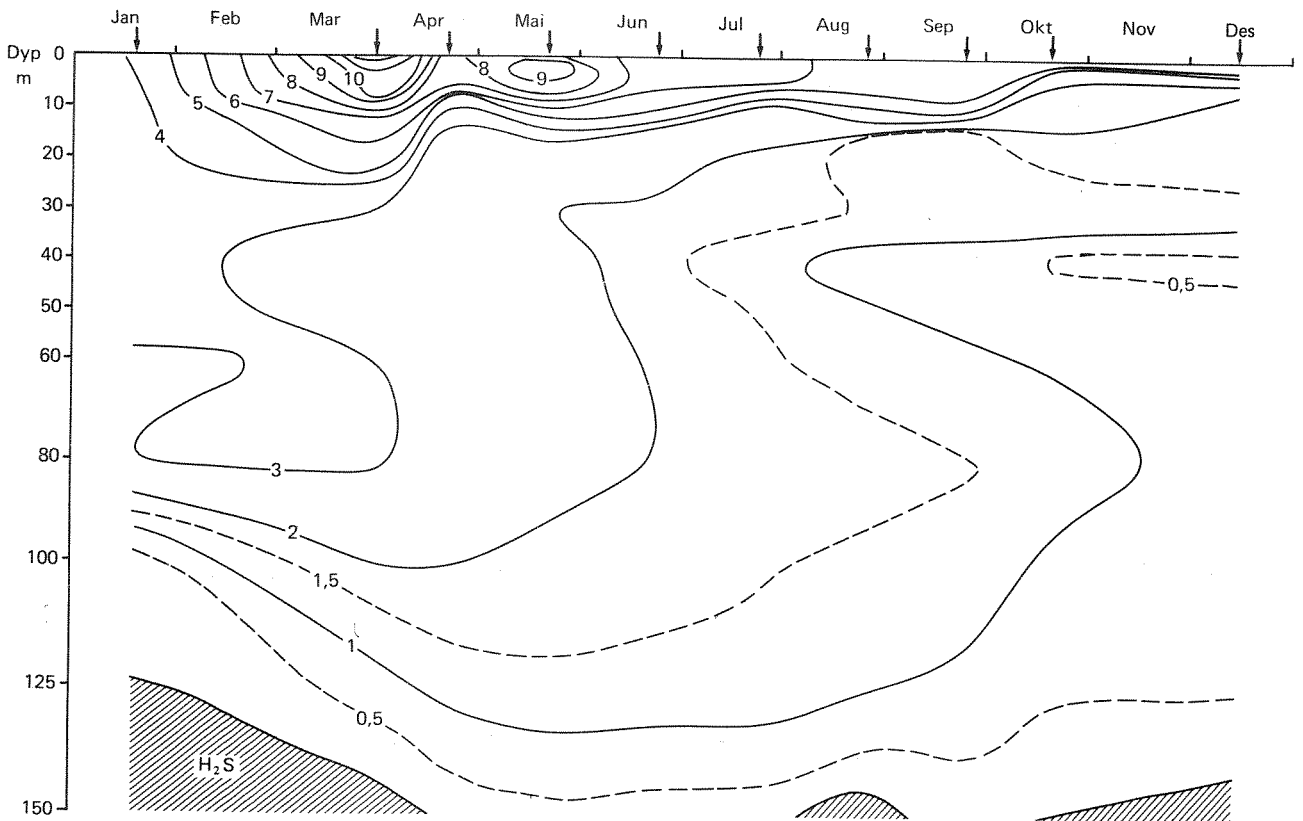


Fig. 10. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) 1982

og den endelige oksygenkonsentrasjonen blir lavere og fosforkonsentrasjonen høyere enn i det innstrømmende vannet når vannutskiftningen ikke er fullstendig. Ved store utskiftninger nærmer de endelige konsentrasjoner i fjordens dypvann seg nivåene på disse variable i det innstrømmende vannet.

Dypvannsutskiftningen startet i desember 1981 og fortsatte i januar 1982. I april/mai kom en mindre utskiftning. Dypvannsfornyelsen 1982 startet tidlig og var også tidlig avsluttet. Normalt kan større utskiftninger skje ut i mai.

Under den første vannutskiftningen økte oksygenkonsentrasjonen i Vestfjordens dypvann fra 1,5 ml/l (november 1981) til over 5 ml/l (januar 1982) i dypene fra 40 m til bunn. I Lysakerfjorden og Bunnefjorden var utskiftningen ikke like effektiv, i Bunnefjorden begrenset ned til 80 meters dyp. I den neste utskiftningen (april/mai) ble også bunnvannet i Bunnefjorden påvirket og det hydrogensulfidholdige vannet utskiftet.

Strømmåleren på 18 meters dyp på Drøbakterskelen ble først satt ut den 22.12.81 og viste inngående middelstrøm fra denne dato. Temperaturen på det innstrømmende vannet sank fra 8 grader til under 6 grader og saltholdigheten varierte mellom 33,5% til 34,5%. Under den neste utskiftningen fungerte dessverre måleren ikke helt korrekt (bl.a. feilaktig strømretning), men dataene viste at utskiftningen startet den 8.4.82 og var ferdig i begynnelsen av mai. Det innstrømmende vannets temperatur var ca 6 grader og saltholdigheten omtrent 33,5% med enkelte verdier omkring 34%.

Som vanlig skjer også utskiftningen av vann på mellomnivåer i fjorden i løpet av sommeren og høsten. I 1982 var det imidlertid kun en større utskiftning (oktober).

Beregningen av vannutskiftningens størrelse er begrenset til de to vintersituasjonene. Slik som tidligere år er de basert på enkle antakelser om blandingsprosessene som kan avleses fra temperatur-saltholdighetsdata og ved bruk av totalfosfor og oksygen som delvis konservative parametre.

I virkeligheten er blandingsprosessene trolig mer kompliserte enn vi forutsetter, men for å få et bedre grunnlag og forståelse av dette kreves et

nøyere studium av denne prosess enn det som er lagt opp til i dette prosjektet. Den beregnede dypvannsfornyelsen i indre Oslofjord 1982 var ca 4.600 millioner kubikkmeter eller 77% av vannvolumet under 20 meters dyp. Sammenlignet med tidligere år i perioden 1973-81 (tabell 2) var utskiftningen noe større enn gjennomsnittet.

Tabell 2. Beregnet dypvannsutskiftning 1973-82 samt prosentvis fornyelse av volumet under 20 meters dyp i indre Oslofjord.

År	Utskiftet vannvolum (10^6 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

Overflatelaget

Figur 11 viser saltholdighetsvariasjonen i mai-september av overflatelaget i Vestfjorden og Bunnefjorden (DK1 og EP1). Utviklingen er parallell i de to fjorddeler i vannmassene fra 0-10 meters dyp. I begynnelsen av juni avtar saltholdigheten under sydlige vinder, men nordlige vinder i midten av juni fører inn salttere vann. I juli og august var vinden overveidende sydlig og forholdene stabile i fjorden. I september økte saltholdigheten igjen etter en lengre periode med sydlige vinder. I perioden 1.6-1.9 har det vært omtrent 1,5 vannutskiftninger av overflatelaget (0-10 m) dvs. ca 2.700 millioner kubikkmeter vann ble utskiftet eller en vannfornyelse på $340 \text{ m}^3/\text{s}$.

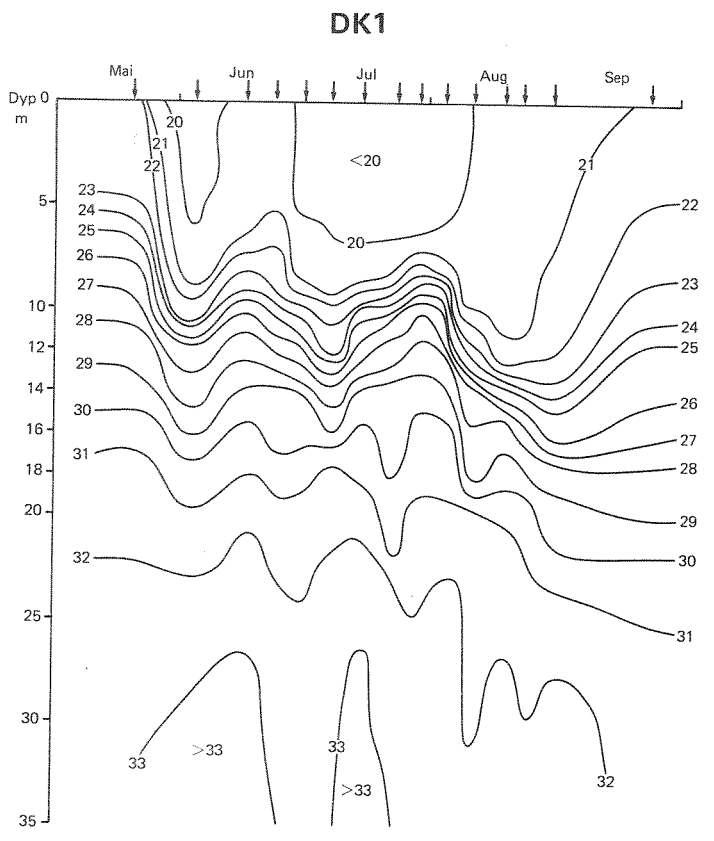
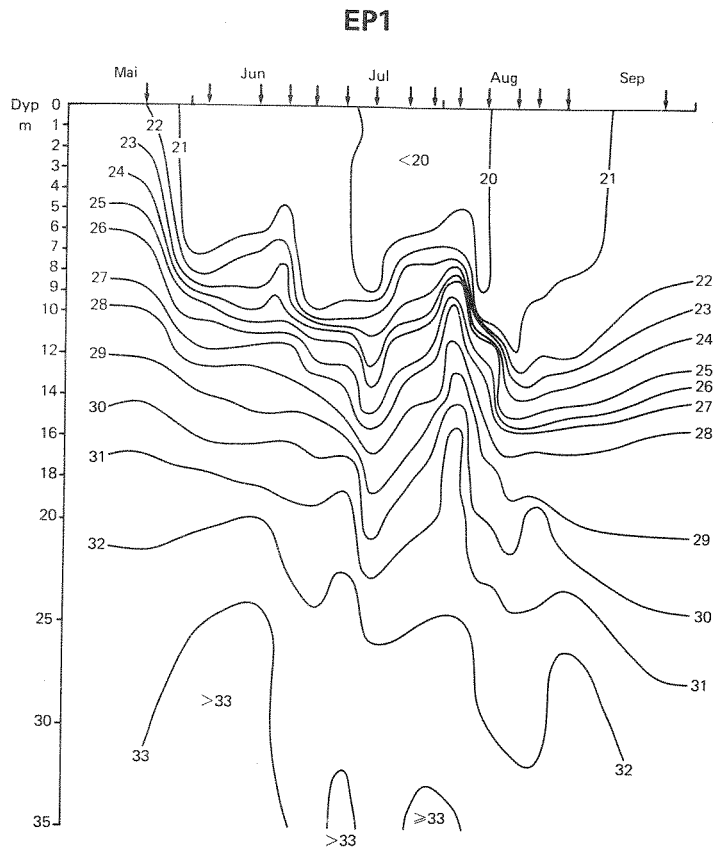


Fig. 11. Saltholdighetsvariasjonen (‰) i Bunnefjorden EP1 og Vestfjorden DK1.

Som i tidligere årsrapporter er utskiftninger blitt beregnet indirekte ved å anta at en utskiftning krever en nordlig vindstyrke på 3-4 m/s i ca en uke. Antakelsen baserer seg på resultatet av hyppige observasjoner sommeren 1977. Bemerkes bør at beregningene kun kan sammenlignes relativt og at de reelle utskiftninger er større (omtrent det dobbelte).

Tabell 3 viser at det i 1982 har vært sammenlagt 9 tilfeller med utskiftningsmuligheter, hvorav én i perioden juni-august. Dette tilsvarer et transportvolum på ca 16.200 millioner kubikkmeter eller en middeltransport på ca 500 m³/s. I perioden juni-august var det en transport på ca 230 m³/s. Dette er nesten halvparten av den reelle vannutskiftningen beregnet etter de hydrografiske observasjonene.

Tabell 3. Antall potensielle utskiftninger av overflatelaget (0-10 m) i indre Oslofjord beregnet etter nordlige vinder i 1982.

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

Sammenlignet med tidligere år (tabell 4) var vannutskiftningen mindre for hele året og i sommerperioden.

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
Gjennomsnitt 77-82:	932	530

3.2.2 Oksygenforholdene

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 1982 vært nær gjennomsnittet for perioden 1973-81 i mai og oktober måned fra 30 meters dyp til bunn (fig. 12). I august var konsentrasjonen klart lavere enn gjennomsnittet 1973-81 mellom 40-60 meters dyp. Sammenlignes forholdene for oktober måned med tidligere observasjoner (fig. 13) fremstår 1982 som et år med noe bedre oksygenforhold enn de to foregående år, hvilket kan forklares med den bedre vannutskiftningen. På tross av en svak bedring i Bunnefjorden er forholdene fortsatt kritiske for dannelse av betydelige mengder hydrogensulfidholdig vann i et år med dårligere vannutskiftning enn de seneste årene. Forbedringen ligger innenfor det som er gitt av de naturlige variasjoner.

I Vestfjorden (fig. 14) har oksygenkonsentrasjonen i dypvannet 1982 vært nær gjennomsnittet for perioden 1973-81 eller noe bedre i mai og oktober måned. I august var derimot konsentrasjonen lavere enn gjennomsnittet 1973-81 fra 50 meters dyp til bunn. Observasjonene fra 1982 forandrer ikke den hovedtendens, som viser at den negative utviklingen nå er bremsset opp og at det er en svak tendens til bedring (fig. 15). Imidlertid er oksygenforholdene i Vestfjorden fortsatt så kritiske at et år med dårlig vannutskiftning kan gi hydrogensulfidholdig dypvann.

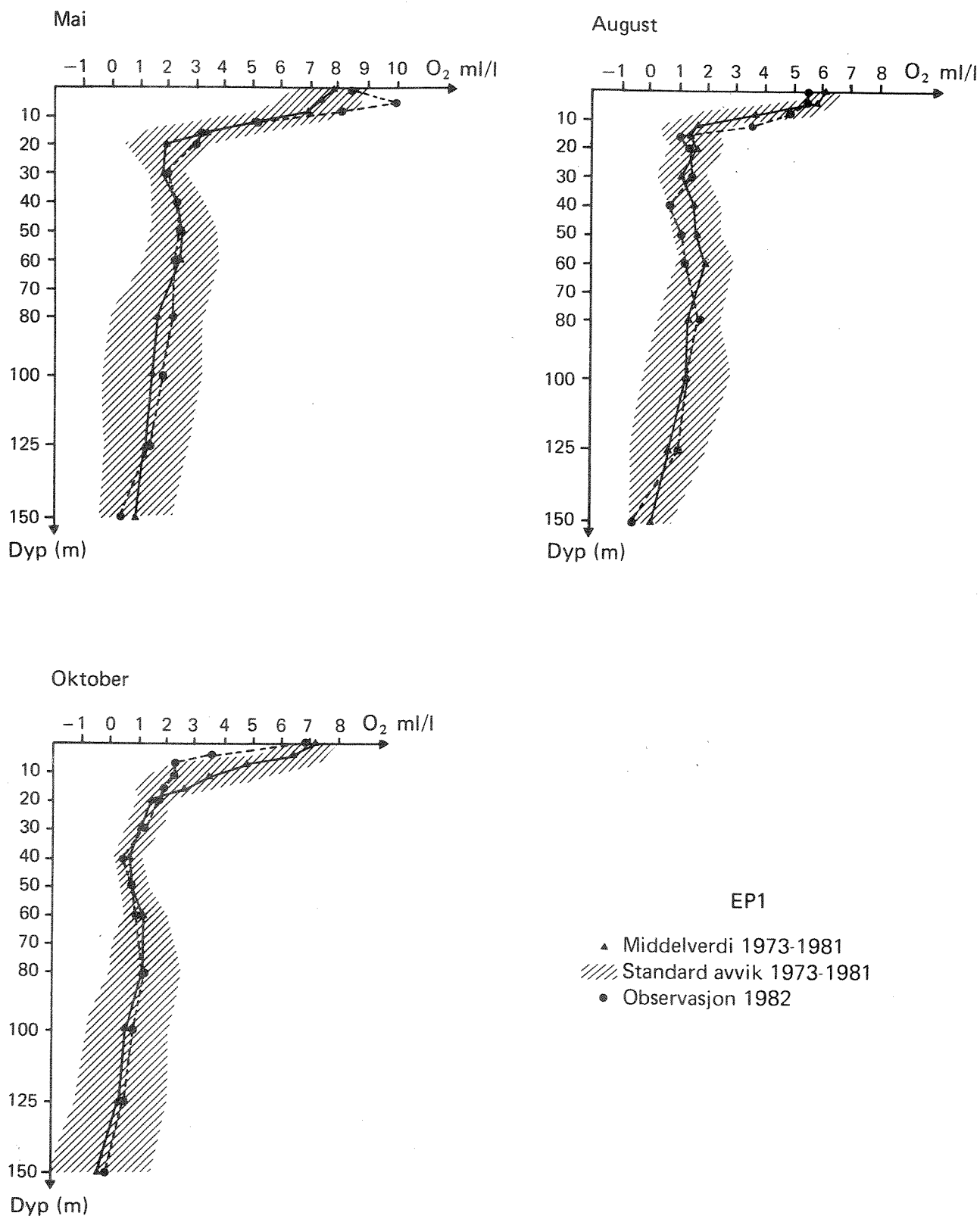


Fig. 12. Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) fra mai, august og oktober i Bunnefjorden 1982 sammenlignet med observasjoner fra 1973-81

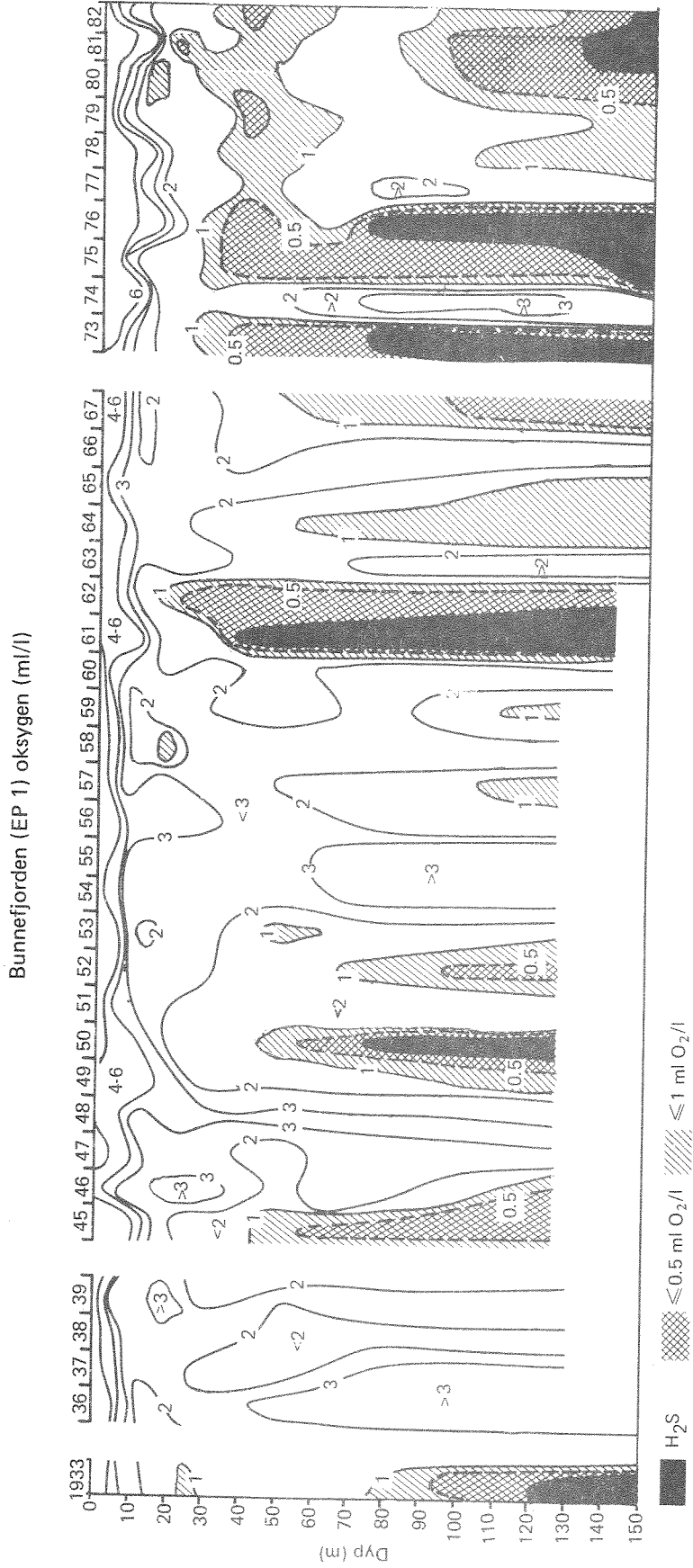


Fig. 13. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EP1) oktober måned 1933, 1936-39, 1945-67 og 1973-82. (Data fra Braarud og Ruud 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens biologiske stasjon i Flødevigen og NIVA)

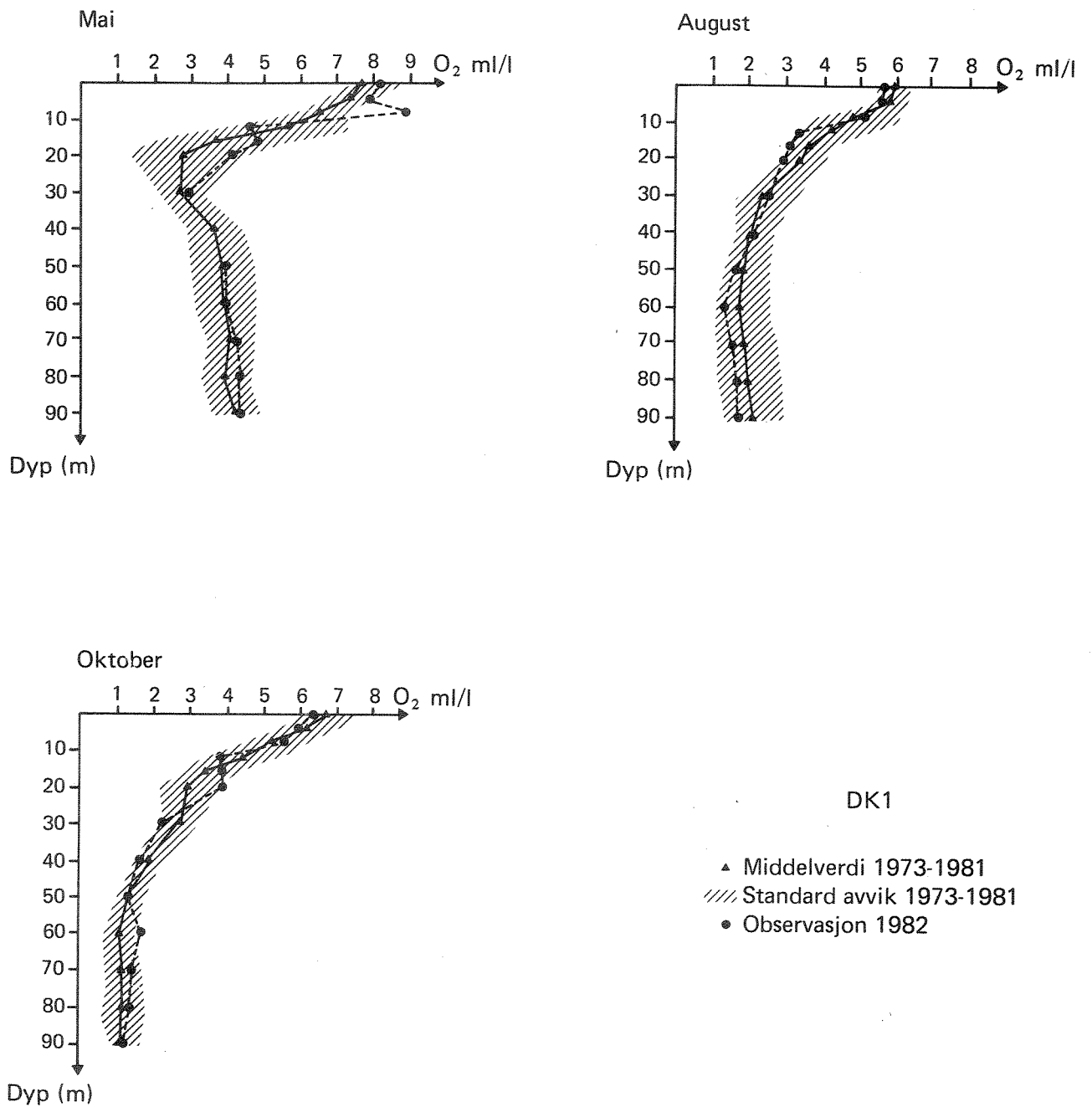


Fig. 14. Oksygenkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober 1982 sammenlignet med observasjoner fra 1973-81

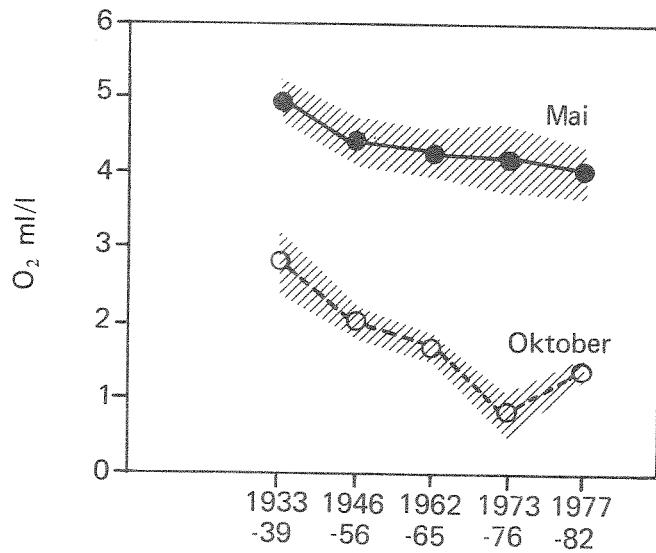


Fig. 15. Midlere oksygenkonsentrasjon (ml/l) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) i mai og oktober måned beregnet for 5 perioder i tidsrommet 1933-82. (Data fra Braarud og Ruud, 1937, Dannevig 1945, Beyer og Føyn 1951, Statens biologiske stasjon Flødevigen og NIVA)

Sammenlignes dypvannsfornyelsene med oksygenkonsentrasjonen i Vestfjordens dypvann for oktober måned i periodene 1962-65 og 1973-82 (fig. 16) var det betydelig lavere oksygenkonsentrasjoner i årene 1973-76 enn 1962-65 ved omtrent samme størrelse på vannutskiftningen. Den organiske belastningen på fjordens dypvann har således vært større i begynnelsen og midten av 70-tallet enn 1962-65. Årene 1978-82 viser et noe gunstigere forhold, nesten lik de på 60-tallet.

Oksygenforholdene i fjorden 1982 har således vært omtrent som de nærmest foregående årene og føyer seg til den svakt positive trenden som er konstatert tidligere. Imidlertid er forholdene i fjorden fortsatt dårligere sammenlignet med perioden 1962-65 og et år med dårligere vannutskiftning enn de siste fem årene vil kunne gi en kritisk situasjon med store negative konsekvenser for fjordens økosystem.

3.2.3 Hydrokjemiske forhold

Figur 17 viser totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) 1982 sammenlignet med observasjoner fra 1973-81 og for månedene mai, august og oktober. I overflatelaget mellom 12-20 meters dyp var konsentrasjonen klart lavere enn gjennomsnittet for 1973-81 i mai og august og mellom 16-20 meters dyp i oktober. I dypvannet under 50 meters dyp var konsentrasjonen noe over gjennomsnittet for 1973-81 i mai og klart over gjennomsnittet i august, mens oktober måned var nær gjennomsnittet. Resultatene tyder på en større akkumulasjon i dypvannet mellom mai-august og underbygges av oksygenforholdene som det tidligere er redegjort for. Utviklingen over tid fremgår av figur 18 og 19. Tendensen til økende nitrogenkonsentrasjoner fortsetter. Den er imidlertid svak. Testes middelveiden av totalnitrogenkonsentrasjonen for perioden 1978-82 mot perioden 1973-77 er middelveiden 1978-82 for det meste over middelveiden 1973-77 i hele vannmassen for mai, august og oktober måned. Signifikansnivået er imidlertid svakt for august og oktober (som best 15% ved t-test). For totalfosfor har utviklingen vært den motsatte med klart lavere middelveidi for perioden 1978-82, spesielt i oktober måned (signifikansnivå 1-5%). Middelveiden for totalnitrogen/totalfosfor har derved økt fra 1973-77 til 1978-82. I de øverste 40 metrene i Vestfjorden (DK1) har økningen størst signifikanse i august og oktober måned (.5-1% i 8-40 meters dyp for august og 1-5% i 16-40 meters dyp i oktober).

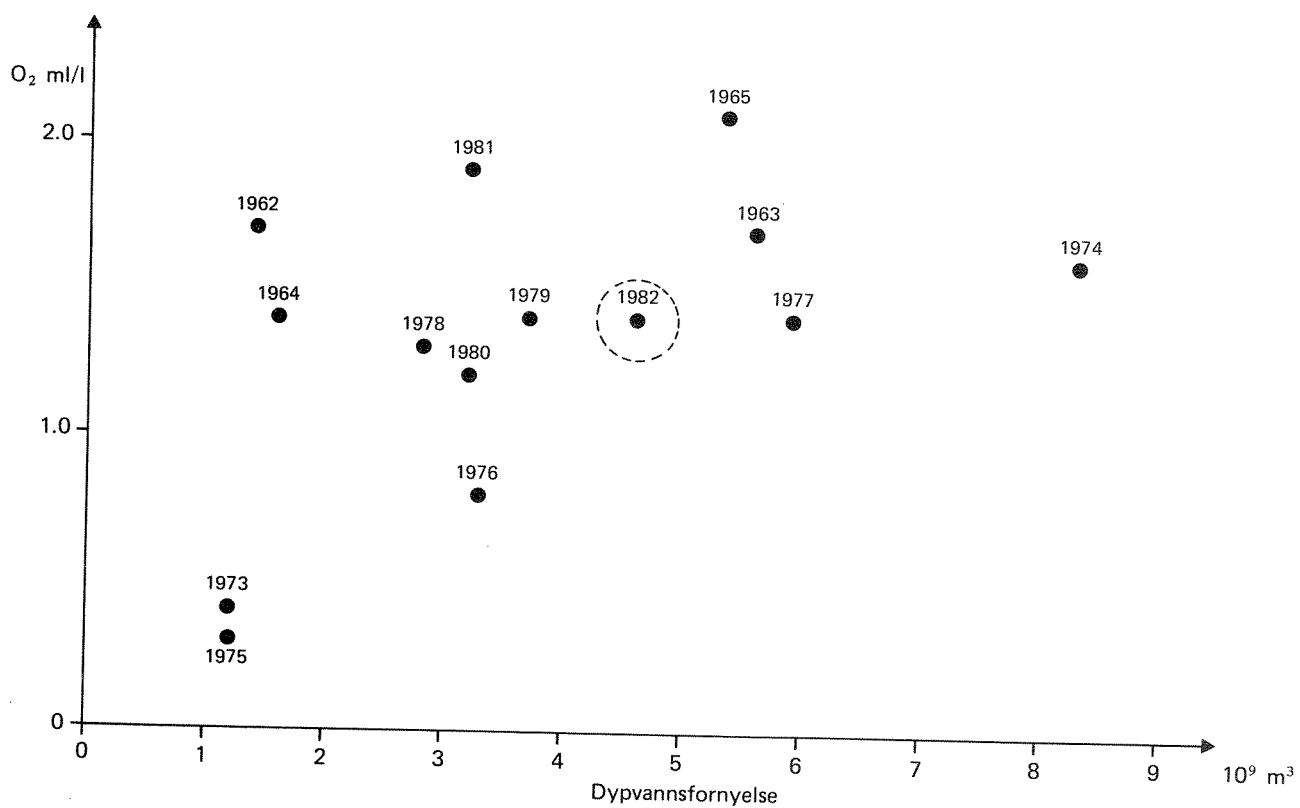


Fig. 16. Dypvannsfornyelse og oksygenkonsentrasjonen (oktober måned) på 80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) 1962-65 og 1973-82

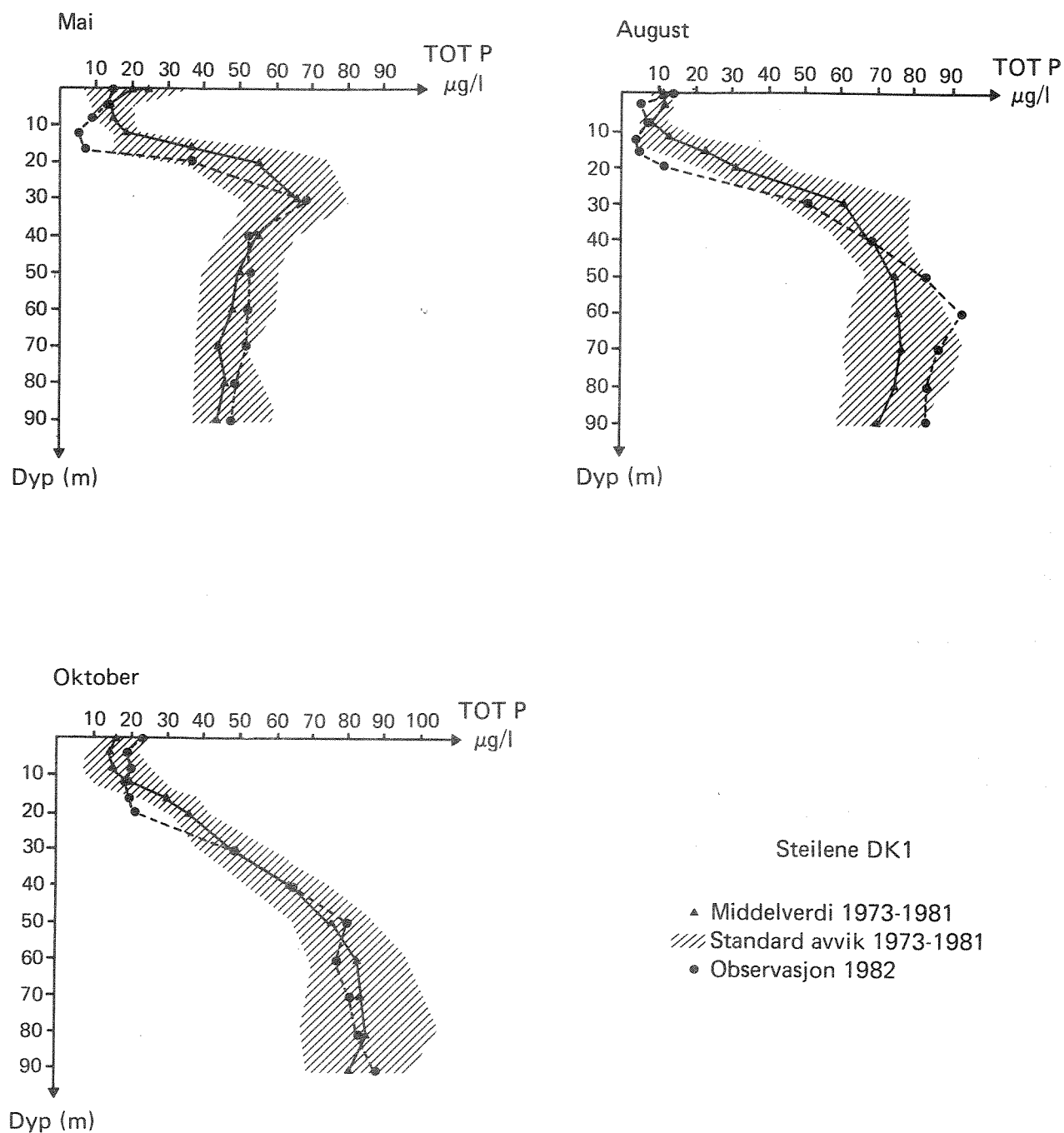


Fig. 17. Totalfosforkonsentrasjonen i Vestfjorden (DK1) i mai, august og oktober sammenlignet med observasjoner fra 1973-81

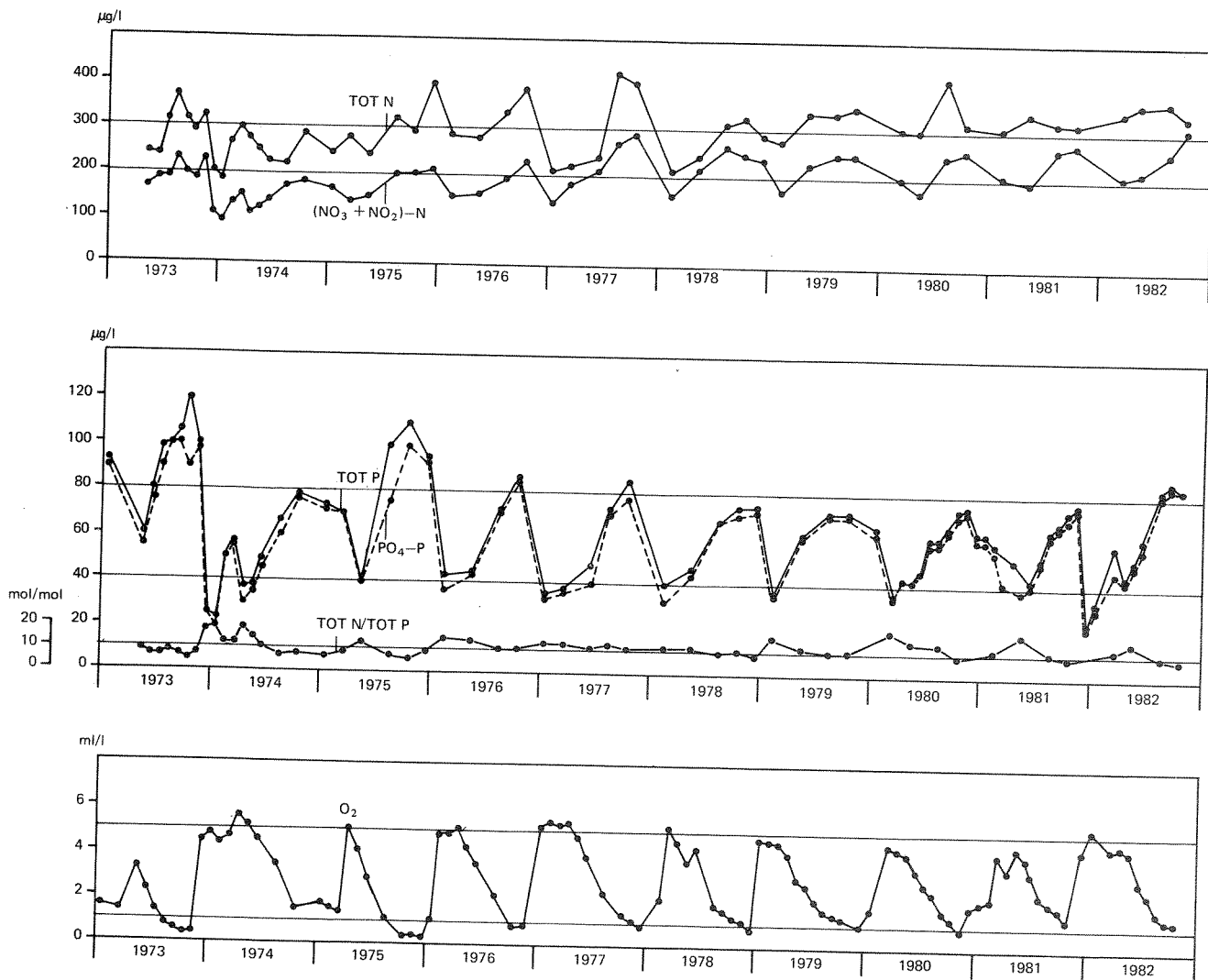


Fig. 18. Variasjonen av totalnitrogen, nitrat og nitritt, totalfosfor, ortofosfat ($\mu\text{g/l}$) og forholdet totalnitrogen/totalfosfor, (mol/mol), samt oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (DK1) på 80 meters dyp 1973-82

Den avtagende tendensen i ortofosfatkonsentrasjonen ved søndre Langåra (FL1) de senere år synes å ha bremsset opp i 1982 (fig. 9), men det er for tidlig å avgjøre om dette er en tilfeldig tilbakegang eller første trinn i en ny utvikling.

I løpet av 70-tallet fram til 1982 har således de hydrokjemiske forhold i Vestfjorden blitt forandret. De lavere fosforkonsentrasjonene sammenfaller med en periode med reduksjon av fosfortilførslene og det er trolig at endringen er en følge av rensetekniske tiltak.

3.3 Overflatevannets kvalitet

3.3.1 Siktedyp, klorofyll og planteplankton

Variasjonene i siktedyp og klorofyll a gjennom året er fremstilt i figurene 20 og 21 som et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden (DK1) til Lysakerfjorden (BN1), Havnebassenget (AP2), Bekkelagsbassenget (CQ1) og Bunnefjorden (EP1). I januar var det lave klorofyllverdier (lite planteplankton) i hele indre Oslofjord og siktedypet var stort, ca 15 meter i Vestfjorden og Bunnefjorden. Dette sammenfalt med dypvannsutskiftningen (se kap. 3). Ved det andre toktet for året (31.3) hadde våroppblomstringen allerede kuliminert, men på stasjon BN1 var det forholdsvis mye klorofyll (21 µg/l). Siktedypet var i slutten av mars 3,5 meter i Vestfjorden og mellom 1 og 2 meter på stasjonene lengst i nord.

Etter den første planktonoppblomstringen var det som vanlig et minimum i klorofyllverdiene i april. Den 21.4 var det mellom 1 og 2 µg klorofyll a på alle stasjoner unntatt EP1 (2.3 µg/l). Siktedypet økte også i denne perioden frem til mai.

I månedsskiftet mai-juni kom et nytt maksimum i klorofyllkonsentrasjonen. I Vestfjorden ble det funnet ca 4 millioner celler/l av Skeletonema costatum og ca 10 millioner celler/l av forskjellige "nakne" flagellater. I havnebasenget, hvor klorofyllinnholdet var 31 µg/l var det dinoflagellater og særlig Heterocapsa triquetra (1.4 millioner celler/l) som dominerte. Etter oppblomstringen i juni minket klorofyllinnholdet i Bunnefjorden, Vestfjorden

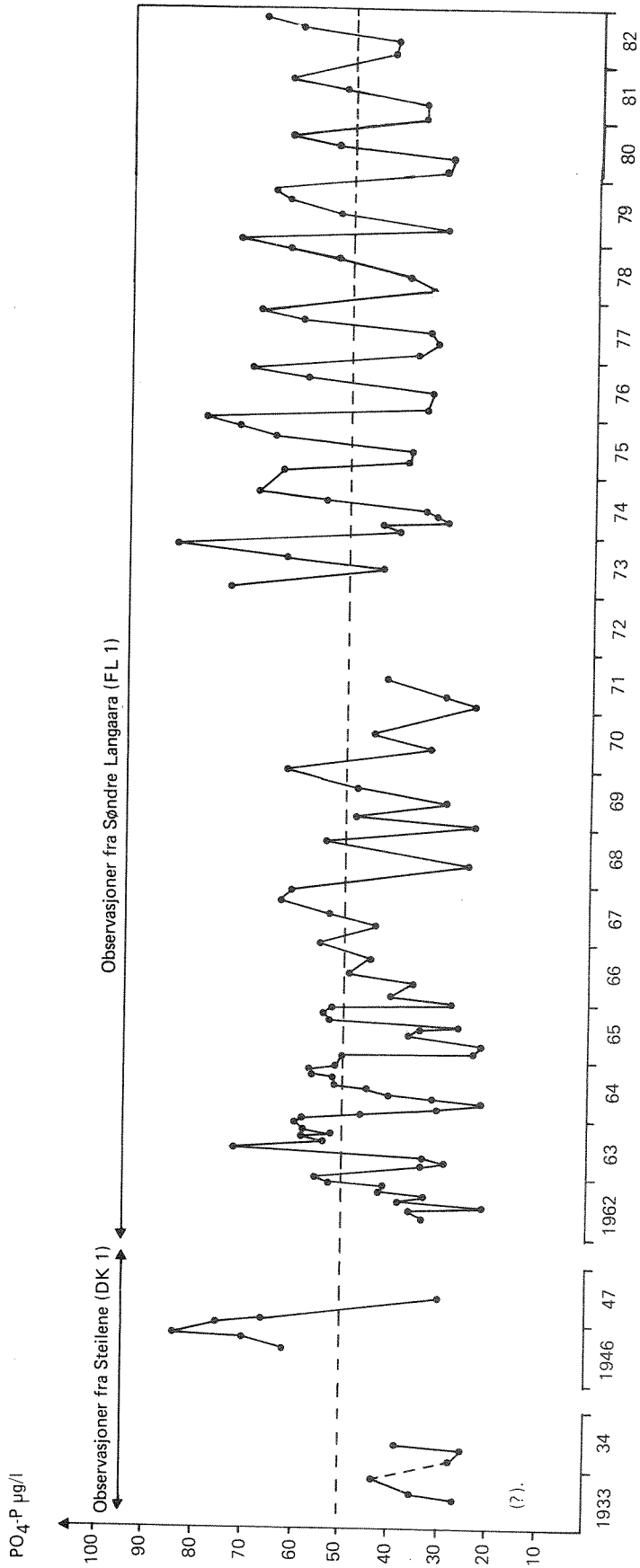


Fig. 19. Ortofosfatkonsentrasjonen (µg/l) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (Stasjon DK1 og FL1) i tidsrommet 1933-82. (Data fra Braarud og Ruud, 1937, Føyn 1952 og NIVA)

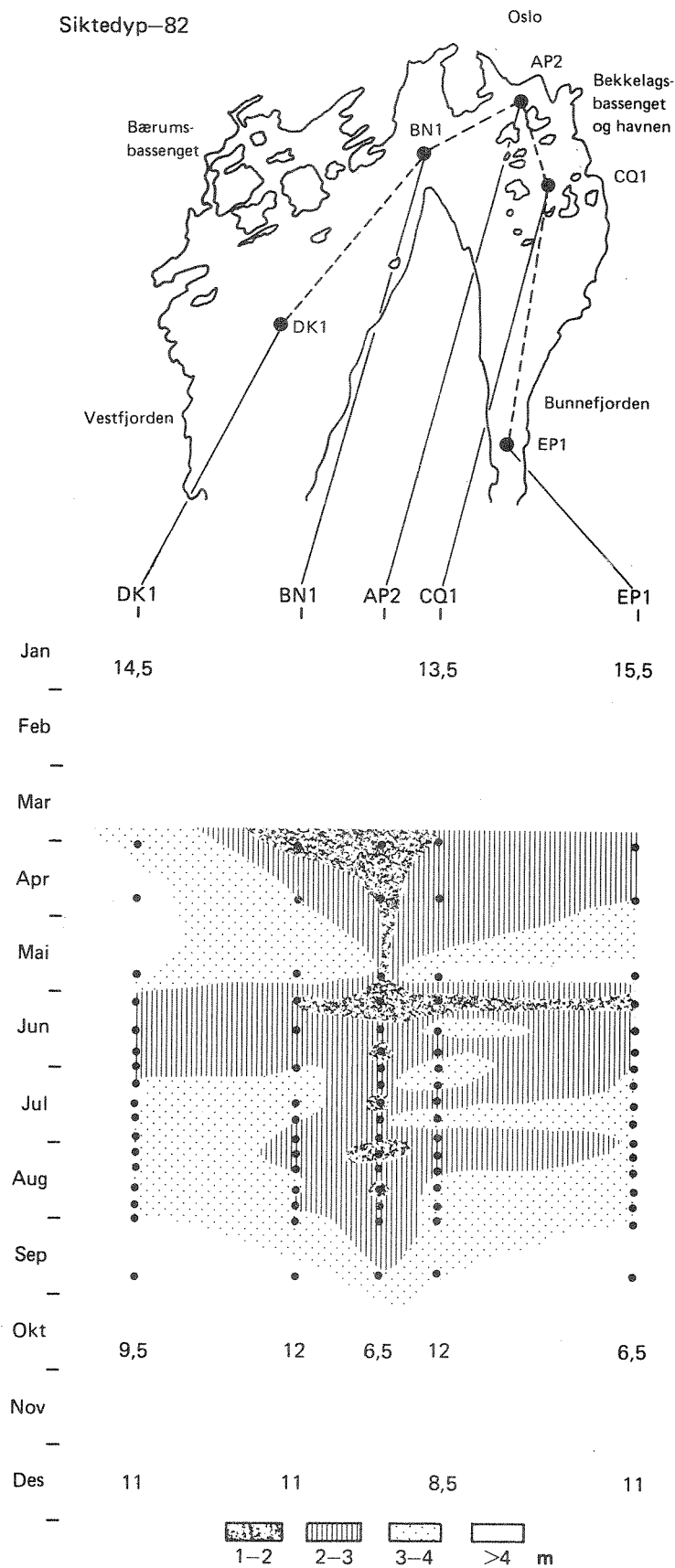


Fig. 20. Siktedypsvariasjonen gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden

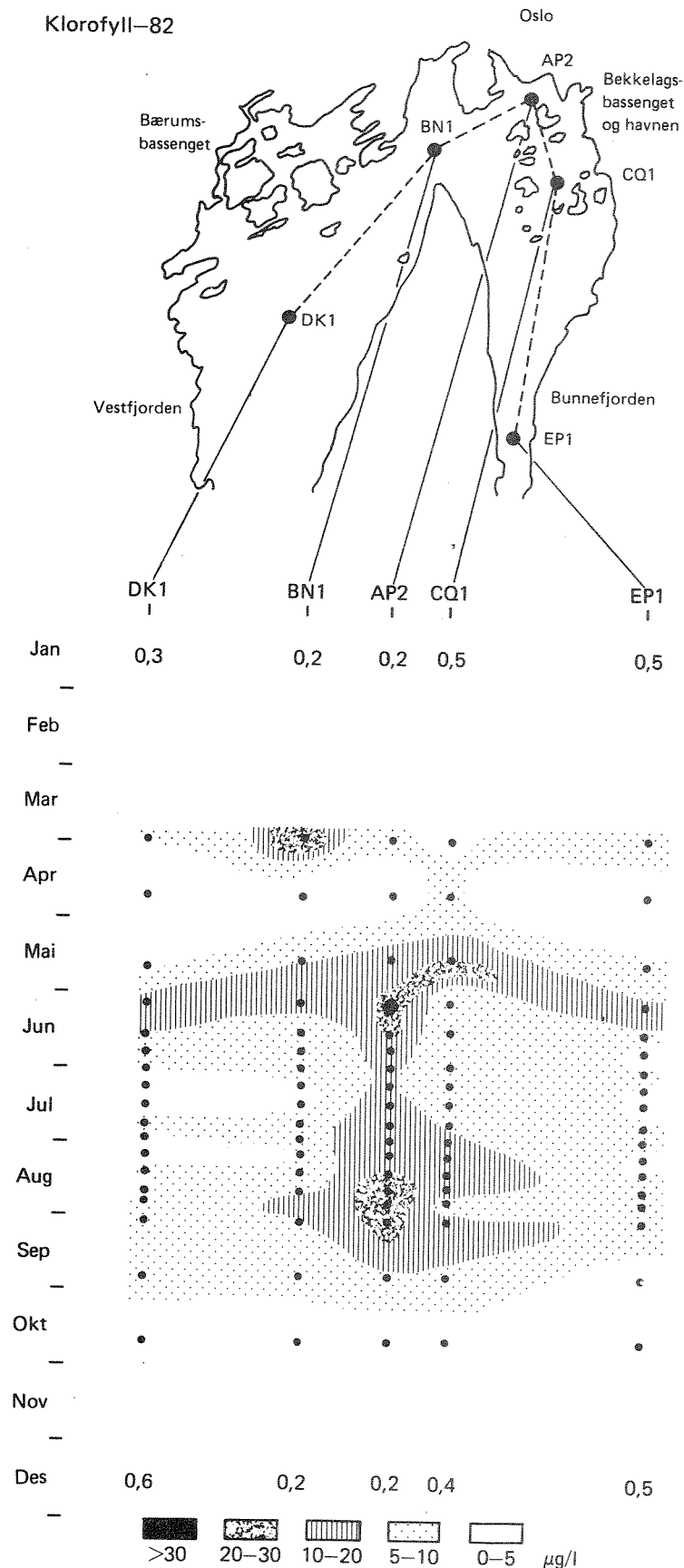


Fig. 21. Horizontalutbredelsen av klorofyll *a* i overflatevannet (0-2 m) gjennom året i et lengdesnitt av fjorden fra Vestfjorden til Bunnefjorden

og Lysakerfjorden, mens det i havnebassenget og Frognerkilen var forholdsvis høyt klorofyllinnhold gjennom hele sommeren. Det største bidraget til klorofyllinnholdet kom fra dinoflagellater. Av disse var Gyrodinium galatheanum og Heterocapsa triquetra de viktigste i juni og juli. I august skjedde en oppblomstring av Prorocentrum minimum. Den største forekomsten av denne potensielt giftige dinoflagellat på stasjon AP2 i havnebassenget (2.1 millioner celler/l) ble funnet den 23.8. Lokalt kan det ha vært betydelig høyere tetthet. I Frognerkilen ble årets høyeste klorofyllobservasjon (100 µg/l) gjort samme dag, men det er ikke foretatt analyse av algesammensetningen fra denne stasjon. Også lengre mot sør i fjorden (Bunnefjorden og Vestfjorden) var dinoflagellatene sannsynligvis de som mest bidro til klorofyllinnholdet i sommermånedene, men tettheten var lavere enn i området nærmest Oslo. I Vestfjorden varierte klorofyllinnholdet i sommermånedene, men tettheten var lavere enn i området nærmest Oslo. I Vestfjorden varierte klorofyllinnholdet i juli-august mellom 2,6-5,9 µg/l, mens det i havnebassenget var 11-29 µg/l i samme periode.

En mindre oppblomstring av Emiliana huxleyii kuliminerte i slutten av juli. Det ble da registrert 5 millioner celler/l i Vestfjorden (28.7) og 7 millioner celler/l i Bunnefjorden. Oppblomstringen var ikke kraftig nok til å gi den karakteristiske misfargingen av vannet. Det ble ikke målt siktedyp under 3,5 m på stasjon DK1 i juli og august.

I slutten av september økte siktedypet på samtlige stasjoner. I oktober var det uvanlig stort, særlig i Bærumsbassenget og Lysakerfjorden (12 m). Ved toktet i desember var det høye siktedyp i hele Indre Oslofjord.

Klorofyllinnholdet minket i september og var mindre enn 5 µg/l på alle stasjoner med unntak for Bunnefjorden i oktober. I desember var det meget lave klorofyllnivåer på samtlige stasjoner.

I Bærumsbassenget som ikke er inkludert i figurene 20 og 21 var klorofyllnivået i 1982 som regel på omtrent samme nivå som i Vestfjorden og lavere enn i Lysakerfjorden. Særlig i juli og første del av august var klorofyllinnholdet lavt (mindre enn 5 µg/l). Den høyeste registrerte verdien i Bærumsbassenget var 13,4 µg/l (1. september).

Den mengdemessige utviklingen av planteplankton fulgte i 1982 i store trekk det samme mønster som har vært observert i de foregående årene. Karakteris-

tisk er det observert minimum i klorofyllverdiene i april etter våroppblomstringen og deretter sommersituasjonen med mye alger 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 middelveidier for hele perioden 20.6-1.9 og dels månedsmiddelveidier for juni, juli og august.

Sommermiddelveidierne for fire stasjoner er sammenlignet med de 4 foregående årene i tabell 5. Det går frem av denne at klorofyllinnholdet i 1982 var forholdsvis lavt på de fleste stasjonene, og lavere enn alle de foregående 4 årene på stasjon EP1 og BN1. I havnebassenget var situasjonen ikke så gunstig, men gjennomsnittet for klorofyll var klart lavere enn i 1981. En enkel statistisk sammenligning av 1981 og 1982 viser at stasjonene i Bærumsbassenget og Lysakerfjorden hadde de mest signifikante endringer (signifikansnivå .5-5% ved t-test).

Siktedypet viser ikke tilsvarende reduksjon av planktoninnholdet som klorofyllverdiene tyder på. Gjennomsnittsverdiene var ikke spesielt høye på noen av stasjonene. Kun én stasjon viste en viss forbedring, nemlig Bærumsbassenget (BL4) (lav signifikansnivå 30% ved t-test). Månedsmiddelveidierne for klorofyll a på 7 stasjoner i indre Oslofjord er fremstilt i figur 22. Til sammenligning er også middelveidi for perioden 1974-81 tegnet inn. I forhold til perioden 1974-81 var klorofyllverdiene for juli lave på alle stasjoner. For juni og august var det på de fleste stasjoner mindre avvik, men i havnebassenget var det forholdsvis høye klorofyllkonsentrasjoner i juni og august. I Frognerkilen var middelveidien for august meget høy som følge av oppblomstring av Prorocentrum minimum i slutten av måneden (100 µg klorofyll a/l).

På stasjon BL4 i Bærumsbassenget var middelveidierne for klorofyll særlig lave gjennom sommeren 1982 sammenlignet med 1974-81. Det er sannsynlig at dette er et resultat av de reduserte tilførselene av kloakkvann i dette området etter tilknytningen til Sentralrenseanlegg Vest. En lignende, men mindre markert effekt kan man spore også på stasjon BN1 i den ytre del av Lysakerfjorden, men også stasjon EP1 i Bunnefjorden. På den siste stasjon er det vanskelig å tenke seg en direkte sammenheng med endringene i utslippsforhold.

Tabell 5. Gjennomsnittsverdier for klorofyll og siktedyp fra 20. juni til 1. september 1981 sammenlignet med foregående år. Gjennomsnittene er beregnet ved å ta gjennomsnittet av to tokt etter hverandre og multiplisere med antall dager mellom toktene, legge sammen disse tallene og dividere med antall dager i perioden.

STASJONER	Klorofyll a					Siktedyp (m)				
	1978	1979	1980	1981	1982	1978	1979	1980	1981	1982
Vestfjorden (DK1)	5.7	6.4	4.5	7.0	4.8	4.6	4.0	2.9	4.1	3.8
Bunnefjorden (EP1)	7.9	8.8	9.3	8.6	5.9	4.1	3.0	1.8	3.3	3.7
Lysakerfjorden (BN1)	10.9	12.1	8.5	9.9	7.3	3.5	3.0	2.1	3.5	3.1
Havnebassenget (AP2)	15.8	16.6	13.1	24.7	18.8	2.8	2.2	1.6	2.2	2.3

Siktedypsverdiene viser et noe annerledes bilde enn klorofyllverdiene. I juni var siktedypet på alle stasjonene lave i forhold til perioden 1974-81. Siktedypsmålingene tyder altså på en dårligere vannkvalitet enn klorofyllverdiene for juni måned. Det minimum i klorofyll som ble registrert på de fleste stasjonene i juli ga imidlertid også utslag i form av et maksimum i siktedyp. At de reduserte klorofyllnivåene i forhold til 1981 ikke har gitt en tilsvarende økning i siktedyp skyldes for en stor del at det først er ved de lavere klorofyllnivåene at en liten endring gir stort utslag i siktedyp. Dessuten er artssammensetningen av planteplankton av stor betydning for siktedypet. Særlig oppblomstringer av kalkflagellaten Emiliana huxleyii gir en kraftig reduksjon av siktedyp i forhold til biomasse eller klorofyllinnhold. Det ble registrert høyere antall av denne algen i 1982 enn i 1981. Andre partikler enn alger bidrar også til å redusere siktedypet. Dette ser ut til å være av størst betydning i de mest forurensede områdene av fjorden. Variasjoner i tilførselen av suspendert materiale er i høy grad bestemt av nedbør. Denne var imidlertid lavere enn normalt sommeren 1982 og spesielt i juni og juli.

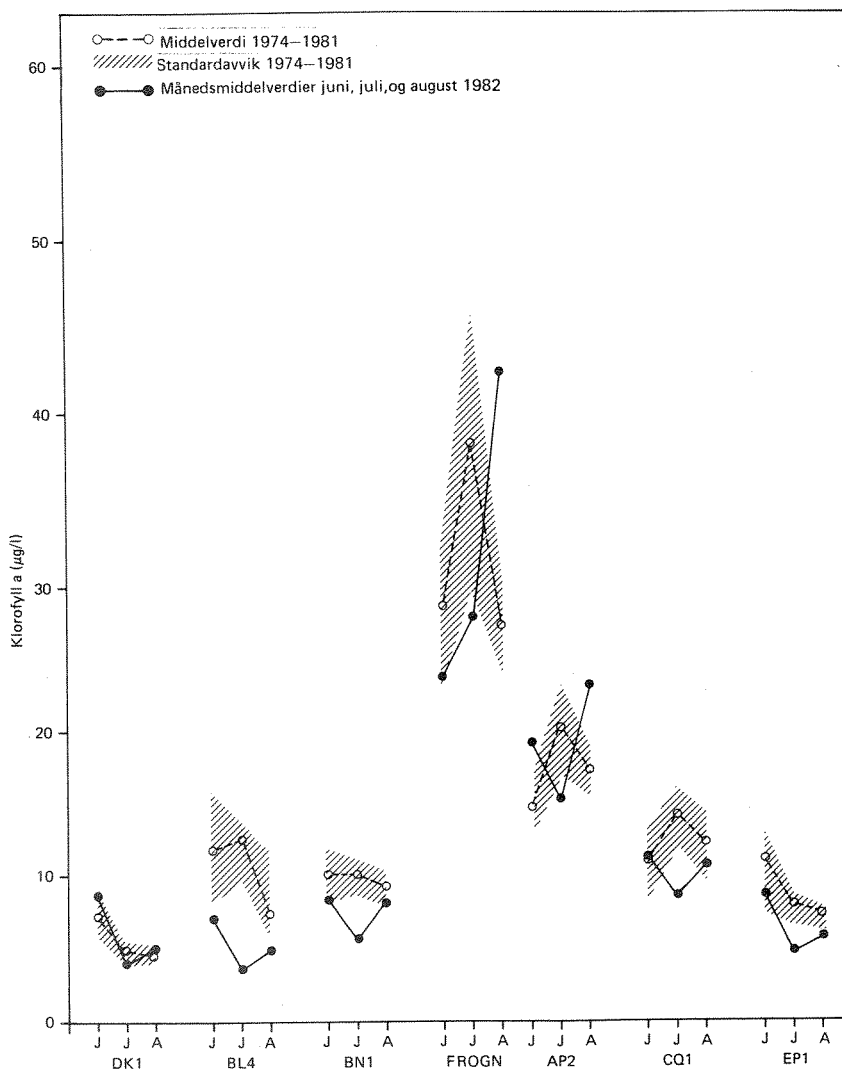


Fig. 22. Månedsmiddel (juni, juli, august) av klorofyll a 7 stasjoner i 1982, sammenlignet med middelerdi og standardavvik for perioden 1974-81

3.3.2 Giftige planktonalger

Også i 1982 var det et betydelig innslag av potensielt giftige dinoflagellater i Indre Oslofjord. Dette er arter som kan produsere giftstoffer som akkumuleres i blåskjell, eller det kan være andre stoffer som har en direkte akutt giftvirkning på andre marine organismer, for eksempel fisk og hvirvelløse dyr. Til den første kategorien hører Gonyaulax excavata der de aktuelle giftstoffene (PSP) har en paralyserende virkning på hvirveldyr (inkludert mennesker) samt Prorocentrum minimum, Prorocentrum lima, Dinophysis acuta og Dinophysis acuminata som kan produsere diaréfremkallende giftstoffer. Til den andre kategorien hører Gyrodinium aureolum som forårsaket fiskedød i Oslofjorden i 1981, og Olisthodiscus lutens. Denne arten er satt i sammenheng med fiskedød utenfor Norge.

Gjennom det meste av våren, sommeren og høsten ble en eller flere av disse artene observert i planktonet i indre og ytre fjord.

Observasjonene bygger på NIVAs ukentlige overflateprøver innsamlet fra 7 stasjoner i indre fjord fra juni til september; ca 3 prøver er analysert fra hver prøvedato. Dessuten er det analysert en rekke prøver fra indre og ytre fjord innsamlet ved Avd. marin botanikk, Universitetet i Oslo. Endel av disse observasjonene som gjelder forekomsten av Gyrodinium aureolum høsten 1982 er publisert av Dahl & Tangen (1983).

1. Gonyaulax excavata

Denne arten opptrådte fra april til august, men aldri i store mengder. Nervegiftstoffer (PSP) ble påvist i blåskjell i denne perioden, og helserådene i flere kommuner ved Indre Oslofjord fant det derfor nødvendig å advare publikum mot å sanke skjell for konsum. Gonyaulax dimorpha ble registrert i april og sporadisk utover sommeren. Det er ikke kjent om denne arten i likhet med Gonyaulax excavata og andre i "Tamarensis"-komplekset produserer PSP.

2. Prorocentrum minimum.

For andre år på rad var det en stor oppblomstring av Prorocentrum minimum på sensommeren og tidlig på høsten. Denne førte til gul-brun misfarging av overflatevannet, spesielt i Oslo havnebasseng. Også ytre fjord, inkludert innenskjærs farvann i Vestfold og Østfold,

samt deler av Skagerrak og Kattegat, var berørt av denne oppblomstringen. Utviklingen av store bestander synes å ha kommet senere igang i ytre områder enn i indre fjord, og det kan derfor synes som om bestandene bredte seg utover fra indre fjord og ga opphav til oppblomstringer utenfor Drøbak. Omkring midten av september ble det registrert store mengder av Prorocentrum minimum i avgrensede lokaliteter såvel i ytre fjord (f.eks. Singlefjorden i Østfold og i Sandefjord havn) som i indre fjord.

3. Gyrodinium aureolum

Også i 1982 ble denne arten registrert i Oslofjorden, men i betydelig mindre mengder enn i 1981. Imidlertid ble det for første gang observert en stor bestand om våren, da Gyrodinium aureolum hadde en oppblomstring i indre fjord sammen med kiselalgen Chaetoceros mitra (E. Paasche, pers. oppl.). En ny oppblomstring i Skagerrak-området i august-september gjorde seg ikke gjeldende innenfor Drøbak (Dahl & Tangen 1983). I Drøbaksundet (ved Solbergstrand) var bestanden 30-40000 celler/l i overflaten i siste halvdel av september og betydelig større i ytre fjord.

4. Andre potensielt giftige arter

Det er nå isolert og identifisert giftstoffer fra Dinophysis-arter (Kat et al. 1982, Kat 1983). Dette er stoffer som i likhet med PSP (fra Gonyaulax excavata og kanskje Gonyaulax dimorpha) og venerupin (fra Prorocentrum minimum) kan akkumuleres i matskjell og gi matforgiftninger, i dette tilfelle med diaré og oppkast. Giftstoffene fra Dinophysis går under betegnelsen "Dinophysis-toxin" og "Okadasyre" (Kat et al. 1982). Denne slekten var i 1982 representert med flere arter i indre fjord, også Dinophysis acuta og Dinophysis acuminata som begge har forårsaket skjellforgiftninger i Nord-Europa, også Oslofjorden i 1971 (Kat 1983). Begge arter ble observert i Oslofjorden om sommeren og høsten 1982, men ikke i store mengder. Spesielt Dinophysis acuminata er et vanlig innslag i planktonet i Oslofjorden (Tangen 1983).

"Dinophysis-toxin" og "Okadasyre" er også påvist fra Prorocentrum lima (Murakami et al. 1982) som ble registrert sporadisk i indre fjord om sommeren. Olisthodiscus lutens ble observert i havnebassenget i mai i

forholdsvis store mengder. Denne arten er tidligere kjent fra en stor oppblomstring i Oslofjorden høsten 1964 (Thronsen 1969). Hverken i 1982 eller tidligere er det rapportert om fiskedød i forbindelse med forekomst av Olisthodiscus lutens i Norge.

Observasjonene av giftige alger i 1982 er en ytterligere bekreftelse på at slike arter opptrer årvisst i planktonet i Oslofjorden om våren, sommeren og høsten. Såvidt vites ble det dette året ikke registrert skjellforgiftninger som med sikkerhet kan sies å ha vært forårsaket av slike arter. Imidlertid vil både mild venerupin-forgiftning, Okadasyreforgiftning og Dinophysis-toxin-forgiftning gi omtrent de samme symptomene som bakteriell matforgiftning, slik at muligheten for forvekslinger er tilstede.

3.3.3 Næringsalter og vekstpotensial

Analyseprogrammet for plantenæringsstoffer i overflateprøver (0-2 m) i 1982 omfattet total nitrogen (N), total fosfor (P), fosfat, nitrat og ammonium. I tillegg ble det gjort vekstpotensialmålinger og tilsetningsforsøk for identifisering av vekstbegrensende næringsstoff på stasjonene EP1, AP2, BL4 og DK1. Som testalge ble Phaeodactylum tricornutum brukt.

I januar, før våroppblomstringen, var konsentrasjonene av total P og N høye i hele indre Oslofjord. Mesteparten av fosforet var i form av ortofosfat. N/P-forholdet var lavt i januar på stasjonene AP2 og EP1 (6-7) og noe høyere på DK1. Nitrogen var begrensende i vekstpotensialmålingene på stasjonene med lavest N/P-forhold.

Ved våroppblomstringen sank overflatevannets innhold av P og N, men i forskjellig grad slik at N/P-forholdet øket. Konsentrasjonene av ortofosfat, nitrat og ammonium øket igjen noe i april når fytoplanktonbestanden var lav. Fra slutten av mai til september var konsentrasjonene av plantenæringsstoffer lave i Vestfjorden og Bunnefjorden ($<3 \mu\text{g/l}$ fosfat-P og $<10 \mu\text{g/l}$ $\text{NH}_4\text{-N}$). I havnebassenget var fosfatkonsentrasjonen høyere (4-12 $\mu\text{g P/l}$). I Bærumbassenget var konsentrasjonene av total P, total N og fosfat noe høyere enn i Vestfjorden, men klart lavere enn i havnebassenget.

I sammenheng med nedgangen i planktontettheten i slutten av september begynte konsentrasjonene av fosfat, nitrat og ammonium å øke. I oktober begynte også konsentrasjonene av total P og total N å øke frem til et nytt vintermaksimum. N/P-forholdet i desember var ca 20, dvs. mye høyere enn foregående vinter.

Resultatet av vekstpotensialmålingene er vist i figur 23 sammen med fosfatkonsentrasjonen på stasjonene DK1, BL4, AP2 og EP1. Som tidligere er det godt samsvar mellom disse to parametre, men ved enkelte tilfeller er vekstpotensialet lavere enn fosfatkonsentrasjonen skulle tilsi. Dette kan skyldes at andre næringsstoffer har vært begrensende. Tilsetningsforsøkene hvor P og N ble tilsatt ved vekstpotensialmålingene viste fosforbegrensning i 75% av prøvene (se tabell 6).

Tabell 6. Begrensende næringsstoff ved vekstpotensialmålinger 1982

Begrensende næringsstoff	Antall prøver	Prosent
P	38	75
P+N	7	14
N	6	12

Tilfeller med nitrogenbegrensning ble registrert i januar og august og i en prøve i oktober (BL4).

Sammenhengen mellom fosfatinnhold og vekstpotensial er også undersøkt ved lineær regresjon av de to parametrene som vist i figur 27. Data for prøver hvor nitrogenbegrensning ble påvist er ikke inkludert. Vekstpotensialet øker med ca $10^{6.7}$ celler /l for hvert μg P. Korrelasjonskoeffisienten er 0,901.

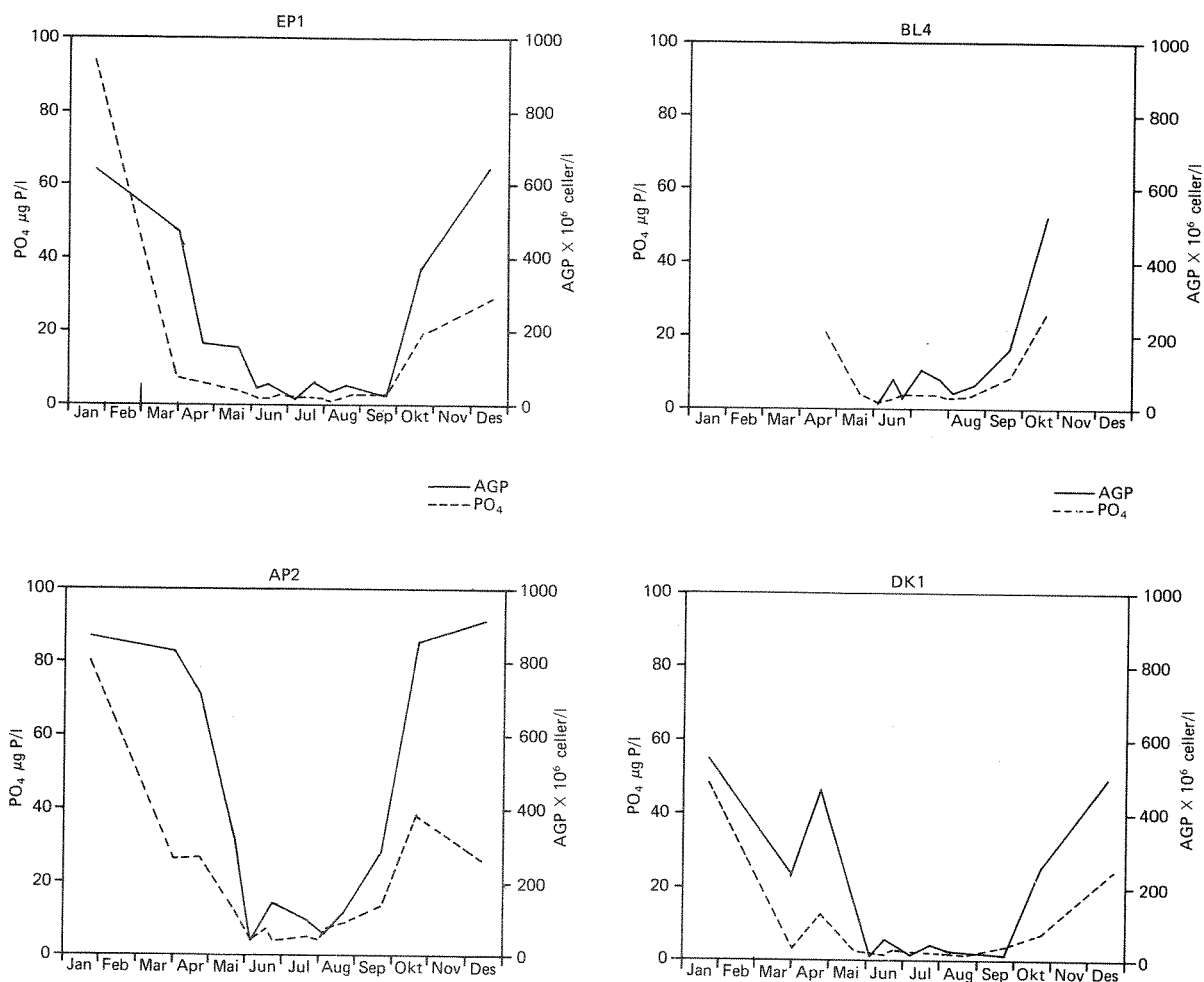


Fig. 23. Vekstpotensial (AGP) og ortofosfat (PO_4 -P) i overflatevann (0-2 m) fra stasjonene EP1, BL4, AP2 og DK1 i 1982.

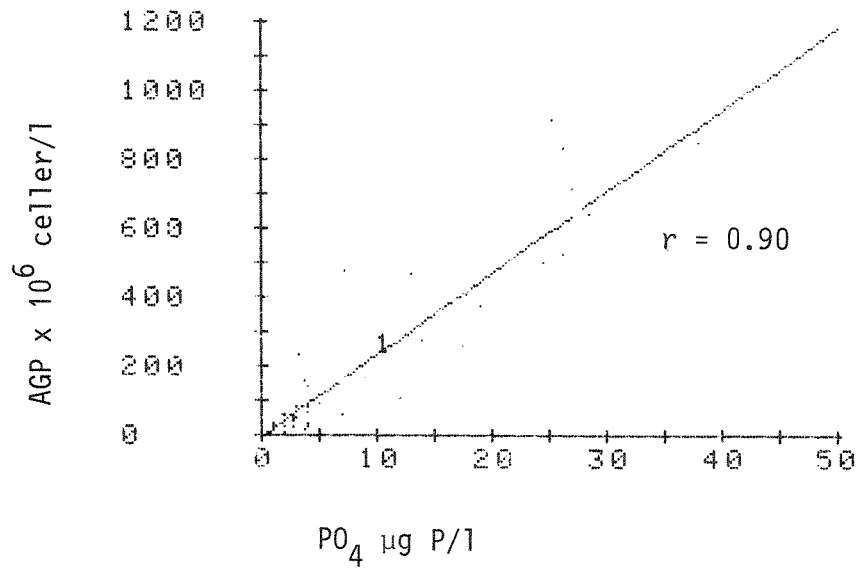


Fig. 24. Algevekstpotensial som funksjon av fosfatkonsentrasjon i prøver som ikke var N-begrensede i 1982. Korrelasjonskoeffisienten 0.90 viser at det er et sterkt samband mellom de to parametrene.

3.4 Vertikalutbredelse av gruntvannsorganismer

Formålet med denne biologiske undersøkelsen var å kartlegge nedre grense for algevegetasjonen i Indre Oslofjord (fig. 25). Forandringer i vertikalprofiler over et visst antall år, vil kunne gi oss muligheter til å se om det er skjedd forandringer av forurensningsforholdene i fjorden. Spesielt forventer vi oss at bedre gjennomskinnlighet i fjordens overflatevann vil gjenspeile seg i at nedre voksegrense blir dypere. Det må presiseres at flere fysiske og kjemiske faktorer, foruten lysgjennomgang, bestemmer algenes nedre grense, som f.eks. substratets konsistens, hellningsvinkel 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 alger. En annen begrensende faktor er beite-effekten. Beiting fra kråkeboller, slangestjerner og muslinger kan medføre at nedre vegetasjonsgrense løftes oppover (Jorde og Klavestad 1963).

Et sammendrag av resultatene er listet i tabell 7. Vertikalprofilene for hver enkelt stasjon finnes i vedlegg 4. Fjorden er i den følgende behandlingen inndelt i områder fra I til IV (fig. 25), etter Klavestads inndeling fra 1967.

Område II

Steilene (st. 1) ligger i en overgangssone fra den mindre forurensede ytre del av Vestfjorden (delområde I) til den forurensede indre del (delområde III og IV). I denne sonen vil en lettest kunne spore eventuelle forandringer i vertikalprofilene som muligens kan føres tilbake til forandringer i vannkvaliteten. Beklageligvis har stasjonen vært plassert slik at største dyp på stasjonen er nådd ved 11,5 meter og det er mulig at algene i dette området går dypere. Dette vil bli undersøkt i 1983. Selv om det ikke med full sikkerhet kan fastsettes en nedre grense for algevegetasjonen på stasjon 1, kan en se at antall arter har økt. Under 1 meters dyp ble det i 1981 funnet 5 arter, mens det i 1982 ble funnet i alt 18 arter (tabell 7). I 1981 ble nedre grense dominert av forurensningstolerante grønnalger, mens i 1982 hadde rødalgene etablert seg i betydelig grad under 1 meter. Det er tydelig at rødalgefraksjonen har økt. Dette kan ses som et positivt trekk

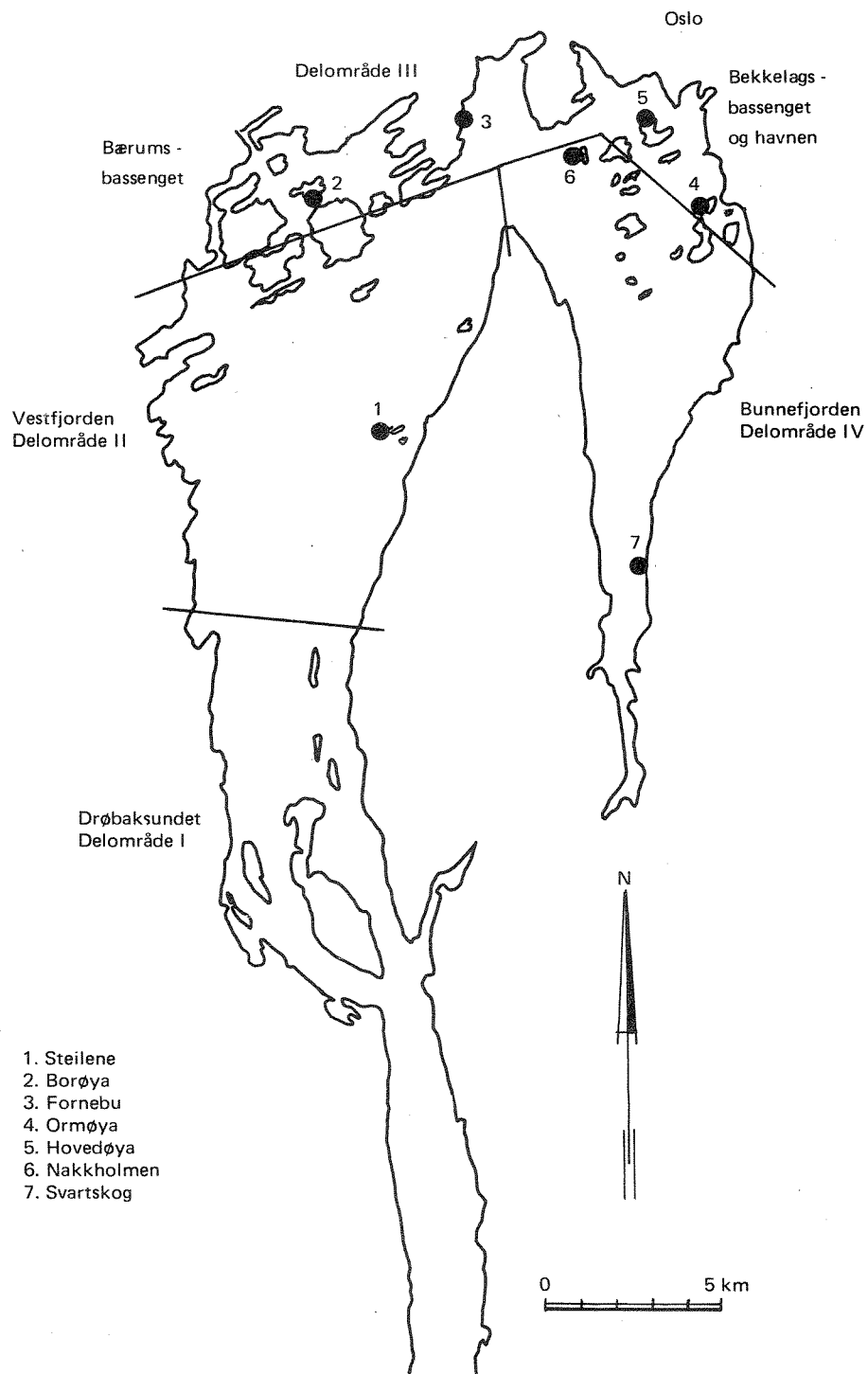


Fig. 25. Stasjonskart for undersøkelse av nedre voksegrense for fastsittende alger på 7 stasjoner i Indre Oslofjord den 2-3. 11. 82.

sett i forurensningsøyemed. Det må tilføyes at toktet i 1981 ble foretatt i slutten av september, mens toktet i 1982 ble utført i begynnelsen av november på et tidspunkt hvor grønnalgene forsvinner. Dette kan være en mulig årsak til en overvekt av rødalger.

De resterende stasjoner hører til det indre forurensede område av Oslo-fjorden, område III og IV (Klavestad 1967) og algevegetasjonen bærer tydelig preg av det. Den nedre grensen for alger har tidligere ikke vært registrert under 7 meters dyp i område III. (Sundene 1953, Klavestad 1967).

Område III

Generelt for område III er at antall alger har økt. Her har også spesielt antall arter av rødalger økt under 1 meters dyp. Angående nedre grense har denne også økt. Ved Borøya var nedre grense økt fra 0,7 meter i 1981 til 2 meter i 1982. Dette er mest sannsynlig en funksjon av at det dominerende blåskjellbeltet som ble observert i 1981 fra 30 cm til 2 m dyp, i 1982 var redusert til et 20 cm høyt belte som lå på ca 60 cm dyp, noe som gir bedre tilgjengelig substrat for algene. Det ser ut som at de steder hvor blåskjell dominerer, eksisterer et dårligere utviklet algesamfunn enn de områder hvor forekomsten av blåskjell er mindre dominerende. Dette kan sies å være et generelt inntrykk for hele område III og må tas med i vurderingen av algenes nedre grense når nedre grense for blåskjell ligger i samme område som nedre grense for algene.

De to stasjonene i dette området er noe forskjellige, men felles for dem er at antall arter, spesielt av rødalger, har økt fra 1 meters dyp og nedover på begge stasjonene. Nedre grense for Nakkholmen er omtrent tilsvarende den grense som ble observert i 1981, dvs. 7-8 meter. Nedre grense for algene ved Svartskog er økt fra 8 meter i 1981 til hele 13 meter i 1982. Dette er adskillig dypere enn det som tidligere ble observert av Sundene (1953) og Klavestad (1967), dvs. 7 meter.

Konklusjoner

Sammenlignet med registreringene i 1981 viser undersøkelsene fra 1982:

1. Algenes nedre grense for både flerårige og ettårige alger har økt.
2. Det er et betydelig større antall arter av rødalger fra 1 meter og dypere på alle stasjoner, unntatt ved Fornebu.
3. Substratet ser ut til å være sterkt begrensende faktor for dybde-utbredelsen 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 er det en tendens til at et bedre siktedyp/vannkvalitet har ført til at algene i Oslofjorden har etablert seg dypere ned i 1982 enn i 1981 og at antall arter i denne perioden har økt. For å underbygge dette vil videre undersøkelser bl.a. i 1983 være av stor betydning.

Tabell 7. 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 i 1981 og 1982.

Områder	II		III						IV					
	Steilene		Borøya		Fornebu		Ormøya		Hovedøye		Nakkholmen		Svartskog	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Ar														
Antall arter fra 1 m og dypere.	5	18	0	3	2	8	3	6	3	4	6	12	4	12
Forhold Rødalger/	3	12	3	3	1	5	0	4	0	3	3	8	2	7
Brunalger/	2	3	1	1	2	2	3	1	3	3	3	4	1	3
Grønnalger	3	3	2	0	0	1	2	1	2	3	2	1	0	2
Nedre grense for algevegetasjonen	11	11	0.7	2	7	8	5	7	6	9	7	8	8	13
Arter ved nedre grense		Ulva lactuca (havsalat)	Peyssonnelia dubyi Callithamnion corymbosum	Chondrus crispus F. disticus ssp.(gjevltang) Dumontia incrassata	Laminaria saccharina	Callithamnion corymbosum	Laminaria saccharina	Peyssonnelia dubyi	Fucus distichus ssp.edentatus Laminaria saccharina	Ectocarpus siliculosus Cladophora sp. (grønndusk) Callithamnion corymbosum	Laminaria saccharina (sukkertare)	Ahnfeltia plicata Laminaria saccharina Phyllophora truncata	Ceramium strictum Chondrus crispus	Phyllophora truncata Polysiphonia urceolata

3.5 Bakteriologiske registreringer i havnebassenget

I 1982 ble et samarbeid mellom Oslo Helseråd og NIVA innledet med det formål å kunne registrere eventuelle effekter av den kommende overføring av deler av Oslos kloakkvann til Sentralrenseanlegg Vest. Dessuten er det av generell interesse å få en oppfattelse av badevannskvaliteten i byens nær-område. I perioden 30.6.-1.9. 1982 ble det innsamlet prøver fra 6 stasjoner (fig. 26) ved 9 tokter. Samtlige analyser ble utført ved Oslo Helseråd.

Resultatene fra sommerens tokt fremgår av tabell 8. Her er de termotolerante koliforme bakterie-analysene presentert etter de krav som helsemyndighetene setter til godt badevann, dvs. at geometrisk middel for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (i badesesongen) skal være mindre enn 50 bakterier pr. 100 ml. Den verdi kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene. Oslo Helseråd gir i almenhet en advarsel når enkeltprøver viser mer enn 400 bakterier pr. 100 ml.

Observasjonene i Oslofjorden oppfyller ikke helt kravet til frekvens, men ligger nær denne og er til antall større. Derfor er forskjellen i bedømmelsesgrunnlaget ikke stor, trolig ingen.

Tabell 8 viser at stasjonene kan deles opp i tre grupper. Akershuskaien og utløpet av Akerselva har de klart høyeste verdier og oppfyller ikke helsemyndighetenes krav til godt badevann. Rådhuskaien, Kongen og Kavringen viser en geometrisk middel som ligger under helsemyndighetenes krav, men enkelte observasjoner i perioden overstiger dette i mer enn 10%. Det er bare Huk som oppfyller kravet til godt badevann.

Totalantall bakterier viser samme bilde; størst konsentrasjon i utløpet av Akerselva. Laveste konsentrasjoner ble observert ved Huk. Det finnes ingen kriterier for totalantall bakterier i sjøvann, slik som for termotolerante koliforme bakterier. Sammenlignet med den sterkt belastede Iddefjorden ligger imidlertid konsentrasjonene oftest lavere i utløpet av Akerselva enn tilsvarende observasjoner i utløpet av Tista i Iddefjorden.

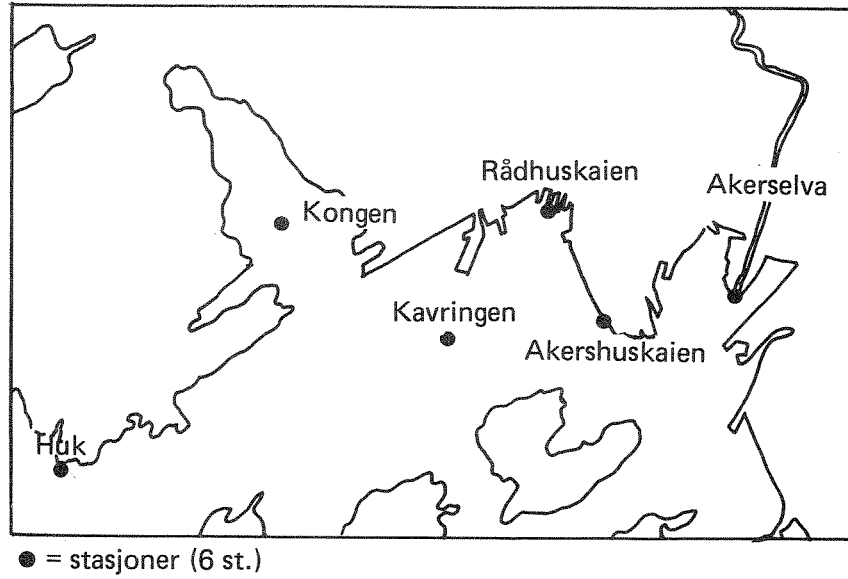


Fig. 26. Stasjonsnett termostabile koliforme bakterier

Tabell 8. Termotolerante og totalantall bakterier på 6 stasjoner i Havnebassenget 1982.

Termotolerante koliforme bakterier (pr. 100 ml).	Utløpet Akerselva	Akershuskaien	Rådhuskaien	Kongen	Kavringen	Huk
Geometrisk middel	350	350	20	10	8	4
Ant. obs.(%)						
> 100 bakt. pr. 100 ml.	78	100	22	22	22	0
Ant. obs.(%)						
> 400 bakt. pr. 100 ml.	67	44	0	0	0	0

Totalantall bakterier (pr. ml)	Utløpet Akerselva	Akershuskaien	Rådhuskaien	Kongen	Kavringen	Huk
Geometrisk middel	1761	310	55	20	43	13
Ant. obs.(%)						
> 100 bakt. pr. ml	88	88	67	22	33	11
Ant. obs.(%)						
> 400 bakt. pr. ml	75	56	11	0	0	0
Ant. obs.(%)						
> 1000 bakt pr. ml	62	33	0	0	0	0

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 dyrestand. *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.
- Dahl, E.A. & Tangen, K. 1983. Forekomsten av Gyrodinium aureolum høsten 1982. *Norsk fiskeoppdrett* 8: 17-19.
- Dannevig, A., 1945: Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter s. havundersøkelser. Vol. No. 4.
- Fagrådet for kloakksamarbeide i indre Oslofjord. 1983. Overordnet saneringsplan for kommunene ved indre Oslofjord. Fase II. Siv.ing. Elliot Strømme A/S.
- Haugen, I. og K. Kvalvågnæs 1974. Dykking som metode til kartlegging av marin flora og fauna. Norsk institutt for vannforskning. Arbok 1973.
- Jorde, I. & N. Klavestad, 1963: The natural history of the Hardangerfjord. 4. The benthonic algal vegetation. Sarsia. 9: 1-98.

- Kat, M., Speur J. & Otte, P.F. 1982. Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the occurrence of Dinophysis acuminata, September-October 1981. Cons. per. int. Explor. Mer, C.M. 1982/ L:24:1-12.
- Kat, M. 1983. Dinophysis acuminata blooms in Dutch coastal area related to diarrhetic mussel poisonings in the Dutch Waddensea. - Sarsia, in press.
- Kirkerud, L., 1977: Oksygenkrav hos marine bunnfisk og reker. Litteraturstudium. Norsk institutt for vannforskning. XR - 18.
- Klavestad, N. 1967: Undersøkelser over benthos-algevegetasjonen i indre Oslofjord i 1962-65. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. Delrapport 9. Norsk institutt for vannforskning.
- Murakami, Y., Oshima, Y. & Yasumoto, T. 1982. Identification of Okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate Prorocentrum lima. - Bull. Jap. Soc. sci. Fish. 48:69-72.
- 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. Adad. I. Mat.-Nat. Kl. 2: 1-244.
- Tangen, K. 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. - Sarsia 68: 1-7.
- Thronsen, J. 1969. Flagellates of Norwegian coastal waters. - Nytt Mag. Bot. 16:161-216.

V E D L E G G

1. Meteorologiske data.
2. Vertikalutbredelse av fastsittende alger

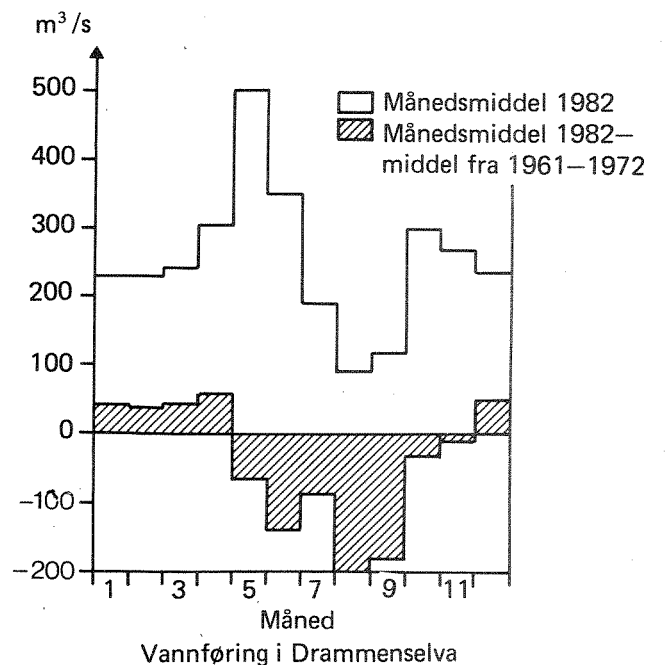
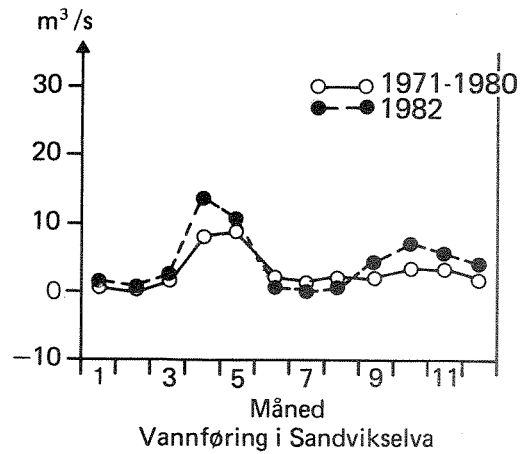
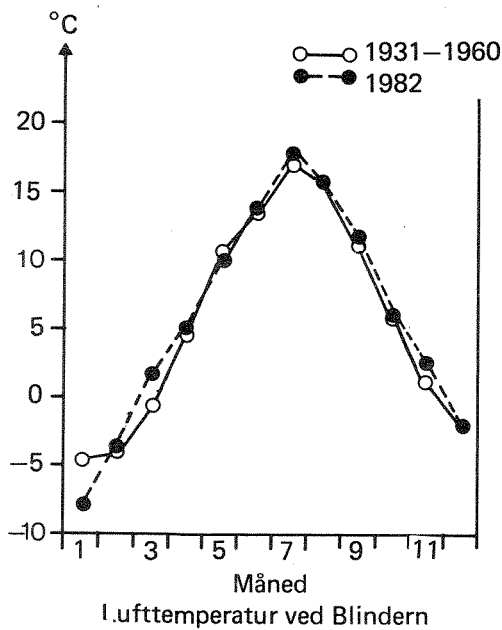
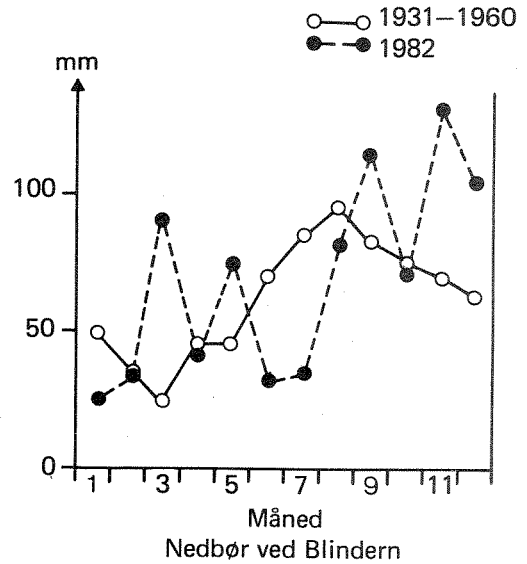
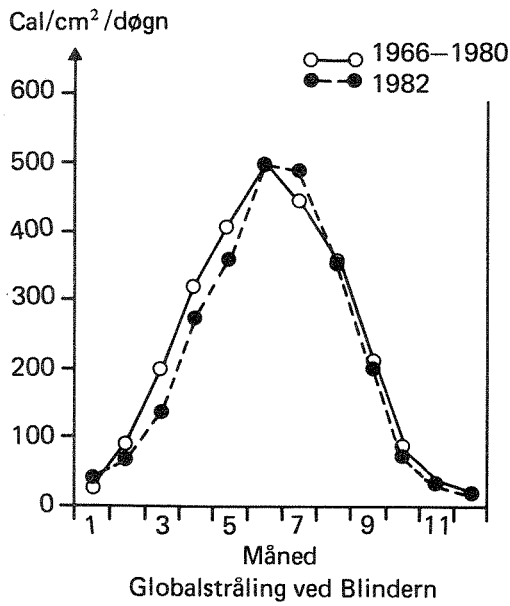
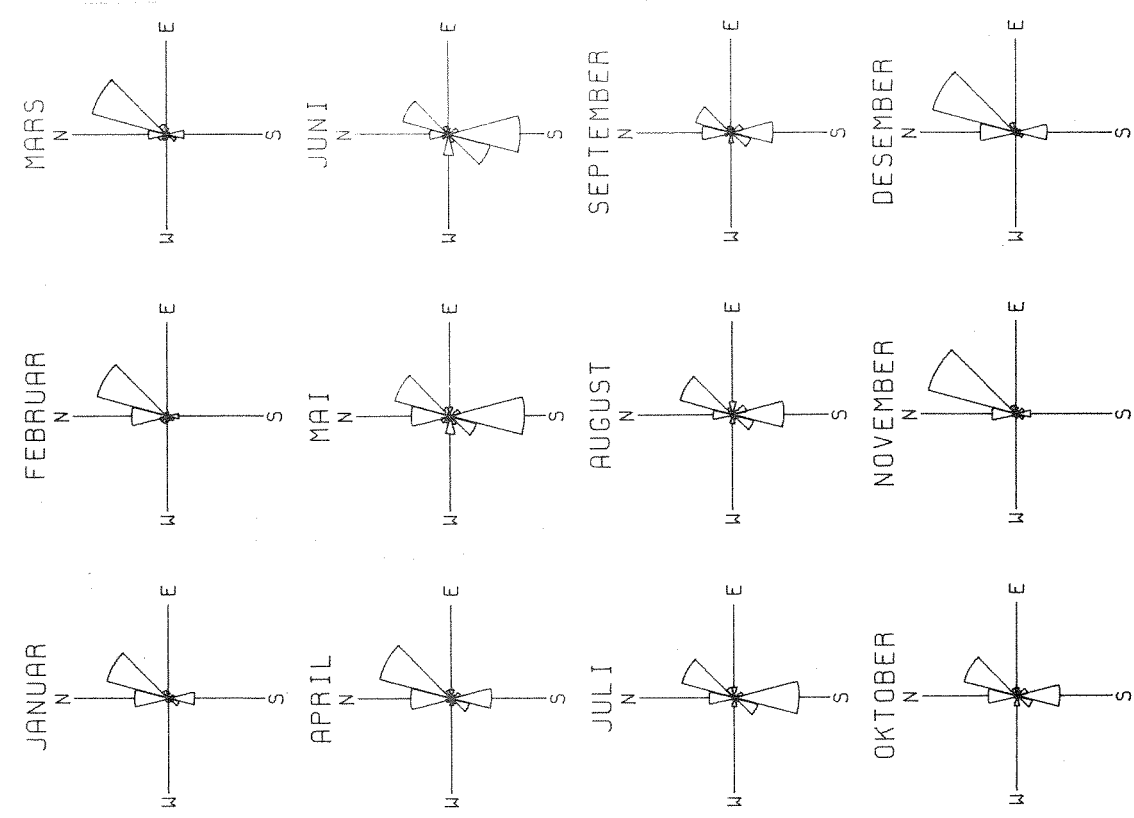


Fig. 1.

Solenergi, nedbør og temperatur (data fra Meteorologisk Institutt) samt vannføring i Drammenselva, Lysakerelva og Sandvikselva (data fra Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen) i 1982

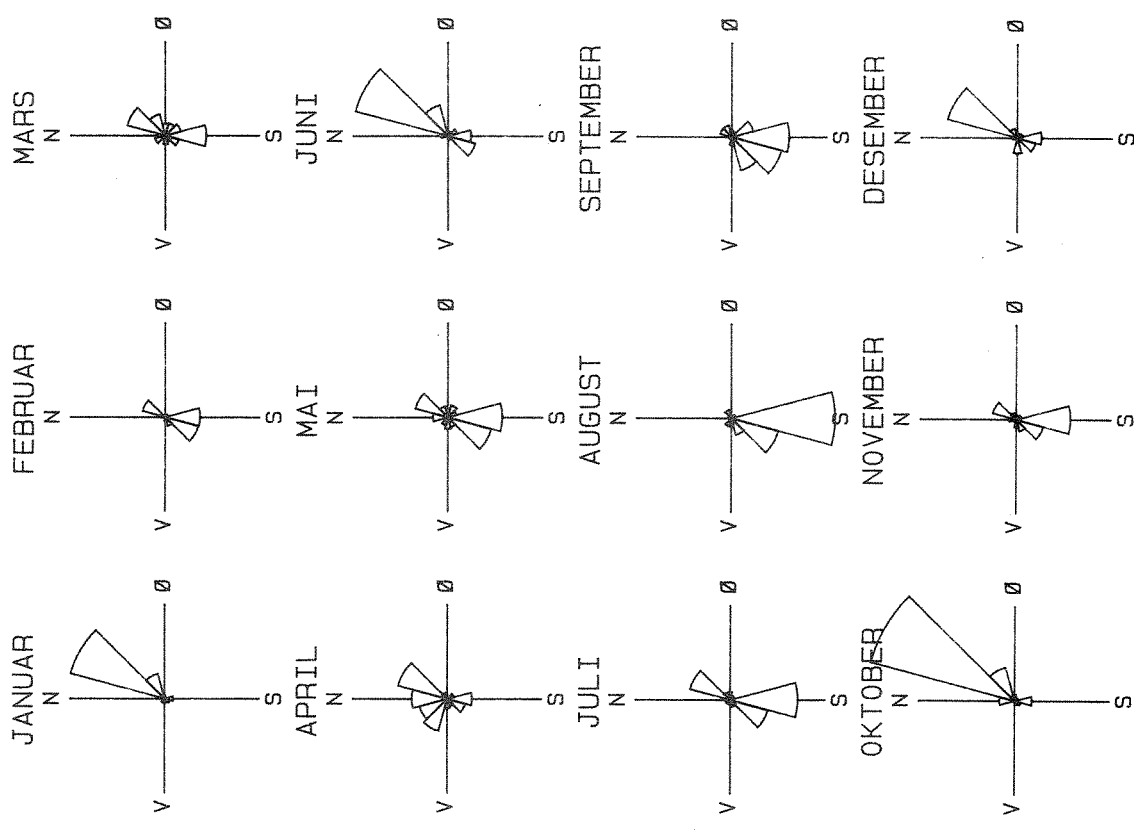
1931-60.



NYVA PROSJEKT: 89-11-11
 DATE: 89-11-11

0 50 100 150 200 250

1982



NYVA PROSJEKT: 89-11-11
 DATE: 89-11-11

0 50 100 150 200 250

Fig. 2. Vindmengde i 1982 og perioden 1931-60 (Vindmengde = % observasjoner i hver sektor (30°) x vindens
 middelhastighet (m/s) = ratien for hver sektor. (Data fra Meteorologisk Institutt.

Vindstress 1982

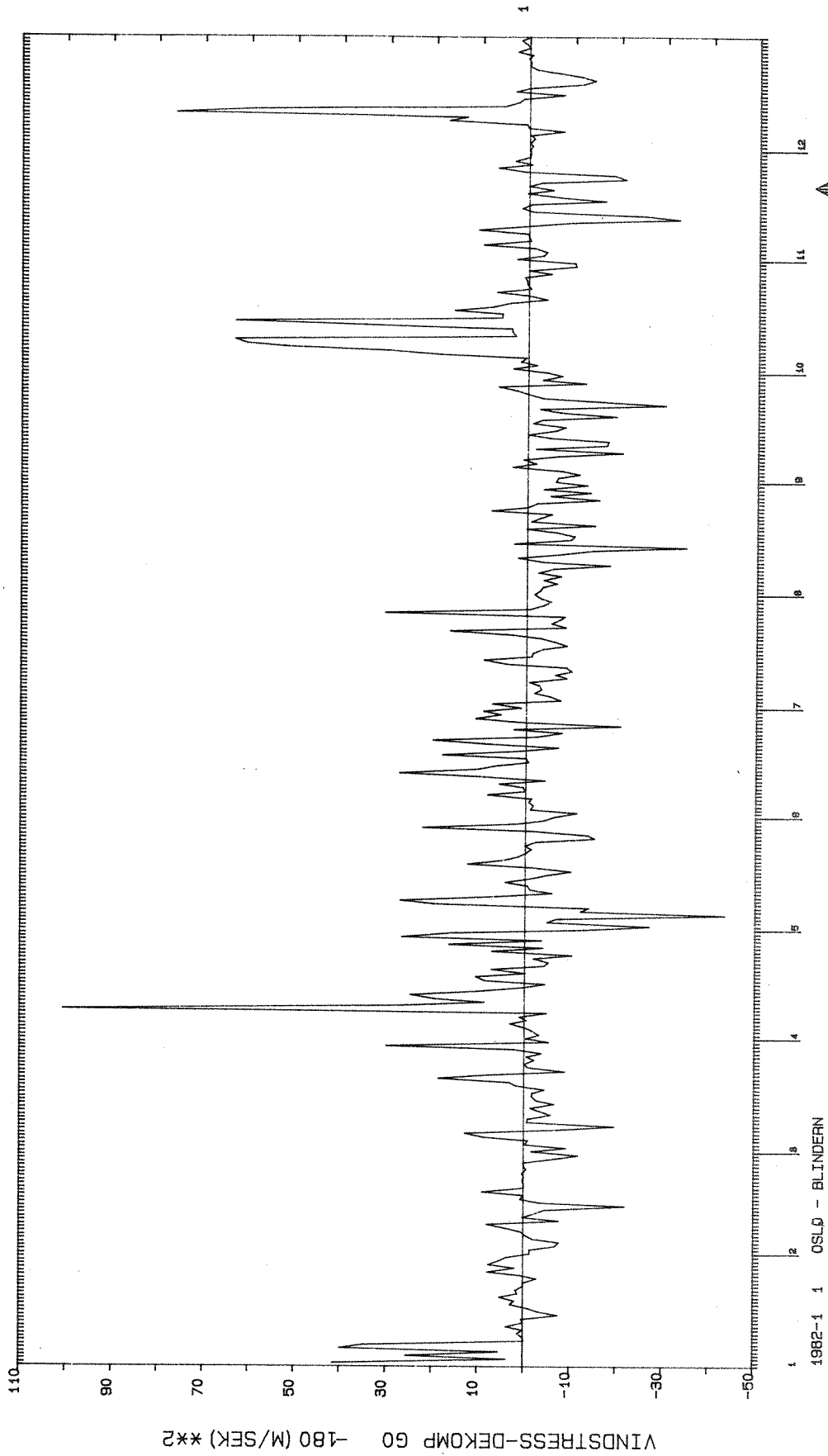


Fig. 3. Vindens nord/sydkomponent (m^2/s^2) i 1982.



NIVA: 1983-4 -25

V E D L E G G 2.

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

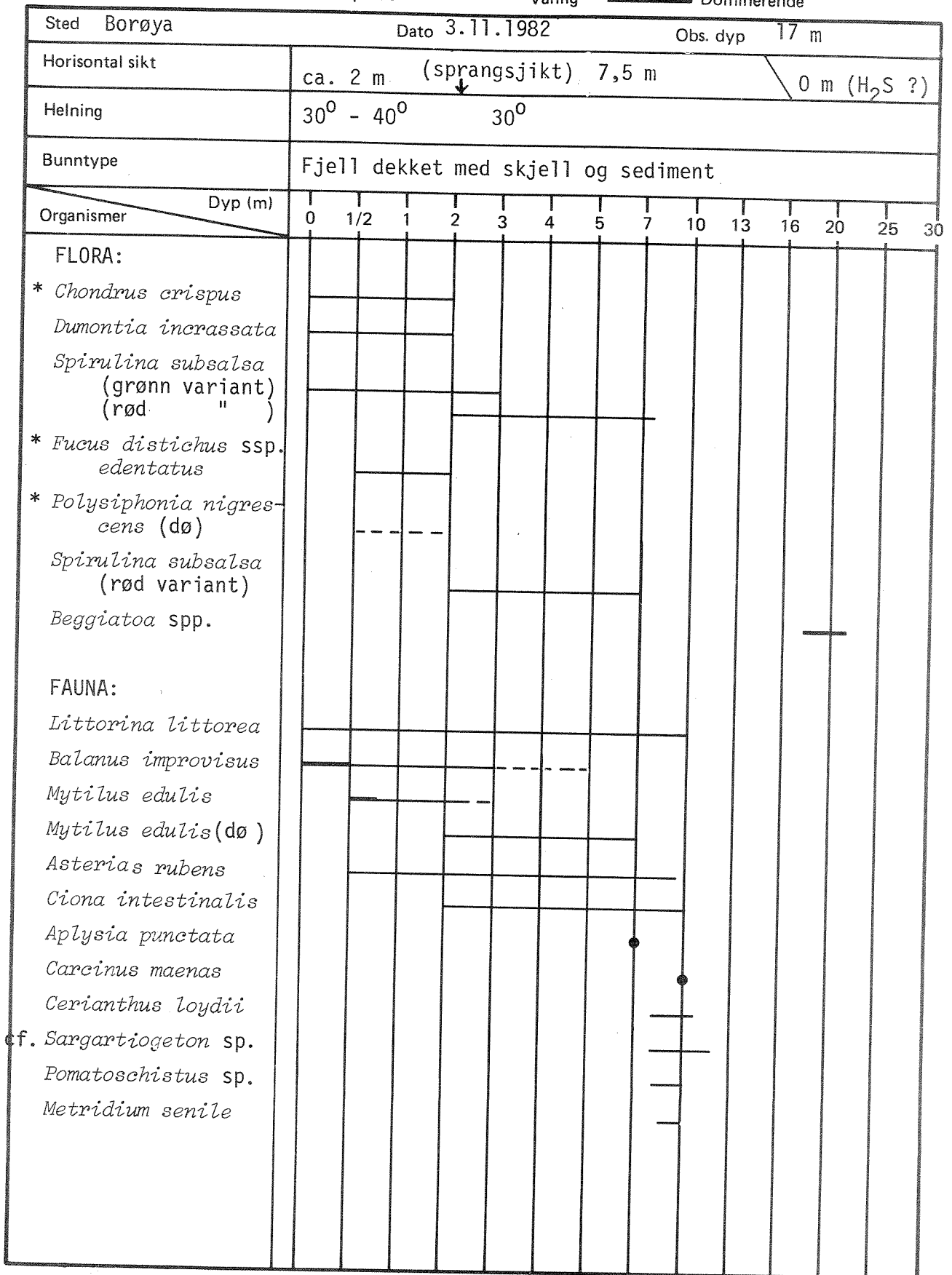
● Enkeltfunn - - - - - Spredt ——— Vanlig **—————** Dominerende

Sted		Steilene		Dato		2.11.1982		Obs. dyp		11.5 m					
Horizontal sikt		7,5 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
FLORA:															
* <i>Fucus distichus</i> ssp <i>edentatus</i>		—————													
* <i>Ceramium rubrum</i>			—————					- - - - -							
* <i>Cladophora rupestris</i>			—————												
cf. <i>Porphyra umbilicalis</i>			—————												
<i>Ulva lactuca</i>			—————				- - - - -								
<i>Ceramium strictum</i>			—————												
<i>Dumontia incrassata</i>			—————												
* <i>Polysiphonia nigrescens</i>									—————						
* <i>Fucus serratus</i>									—————						
* <i>Rhodomela confervoides</i>					—————										
<i>Spirulina subsalsa</i> (grønn variant)									—————						
<i>Porphyra purpurea</i>									—————						
<i>Spirulina subsalsa</i> (rød variant)									—————						
* cf. <i>Peyssonelia dubyi</i>										—————					
* <i>Laminaria saccharina</i>										—————					
<i>Callithamnion corymbosum</i>										—————					
cf. <i>Antithamnion</i> sp.										—————					
* <i>Polysiphonia urceolata</i>										—————					
<i>Enteromorpha</i> sp.										—————					
* <i>Phyllophora</i> cf. <i>truncata</i>											—————				

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

● Enkeltfunn - - - - Spredd ——— Vanlig ————— Dominerende



Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

Sted Svartskog		Dato 2.11.1982		Obs. dyp 15 m												
Horisontal sikt		10 m		↓ sprangsjikt												
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	
<p>FLORA:</p> <p><i>Ulva lactuca</i></p> <p>* <i>Ceramium rubrum</i></p> <p><i>Ceramium strictum</i></p> <p>* <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>endentatus</i></p> <p><i>Enteromorpha</i> sp.</p> <p>* <i>Fucus serratus</i></p> <p><i>Spirulina subsalsa</i> (rød variant)</p> <p><i>Dumontia incrassata</i></p> <p>* <i>Chondrus crispus</i></p> <p>* <i>Phyllophora truncata</i></p> <p>* <i>Polysiphonia urceolata</i></p> <p><i>Antithamnion plumula</i></p> <p>* <i>Laminaria saccharina</i></p>																

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

Sted Fornebu		Dato 3.11.1982		Obs. dyp 9											
Horisontal sikt	3-4 m		(sprangsjikt)		3-4 m										
Helning	30-50°				0-10°										
Bunntype	Fjell med flekker av sand				Sand, mudder										
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
FLORA:															
* <i>Chondrus crispus</i>							●								
* <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>edentatus</i>			—	—	—	—	—								
* <i>Phyllophora truncata</i>			—	—	—	—									
<i>Callithamnion corymbosum</i>									●						
* <i>Polysiphonia urceolata</i>			—	—	—	—									
* <i>Polysiphonia nigrescens</i>			—	—	—	—									
* <i>Cladophora</i> sp.							●								
* <i>Laminaria saccharina</i>								—							
FAUNA:															
<i>Balanus improvisus</i>			—	—	—	—	—								
<i>Mytilus edulis</i>			—	—	—	—	—			—					
<i>Ostrea edulis</i>								—							
<i>Metridium senile</i>										—					
<i>Asterias rubens</i>										—					
<i>Cerianthus loydi</i>										—					
<i>Laomedea</i> sp.										—					
<i>Balanus balanus</i>										●					
<i>Apporhais pes-pellicani</i>										●					
<i>Pomatoschistus</i> sp.										—					
<i>Carcinus maenas</i>										●					
<i>Littorina littorea</i>			—	—	—	—				●					
<i>Eupagurus</i> sp.										●					

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

Sted Nakkehlm.		Dato 3.11.1982		Obs. dyp 16											
Horisontal sikt		"god"		"dårlig"	"god"										
Helning		40°		5-10°											
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
FAUNA:															
<i>Asterias rubens</i>					—	—	—	—	—	—	—				
<i>Mytilus edulis</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—					
<i>Mytilus edulis</i> (dø)										—	—	—			
<i>Balanus improvisus</i>		—													
<i>Psammechinus miliaris</i>							—	—	—	—					
<i>Gibbula</i> sp.							●								
<i>Metridium senile</i>							—	—	—	—	—				
<i>Littorina littorea</i>		—	—	—	—	—	—	—	—						
<i>Carcinus maenas</i>										—	—				
<i>Camarodonta</i> indet.										—	—				
<i>Opisthobranchia</i> indet.										—	—				
<i>Cerianthus loyдии</i>											—	—	—		
<i>Dendrodoa grossularia</i>											—	—	—		
Ascidiae indet.											—	—	—		
<i>Anguilla anguilla</i>												●			
<i>Styela rustica</i>											—	—			
<i>Mya arenaria</i> (dø)									—	—	—				
Porifera indet.											—	—	—		
<i>Corella parallelograma</i>											—	—	—		
<i>Ciona intestinalis</i>											—	—			
<i>Pomatoceros triqueter</i>											—	—			
<i>Pomatoschistus</i> sp.											—	—			

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

Sted	Nakkenhlm.		Dato	3.11.1982		Obs. dyp	16								
Horisontal sikt				"god"	"dårlig"	"god"									
Helning				40°			5-10°								
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
<p>FLORA:</p> <p><i>Dumontia incrassata</i></p> <p>* <i>Fucus distichus</i> ssp. <i>endentatus</i></p> <p><i>Ulva lactuca</i></p> <p>* <i>Fucus serratus</i></p> <p>* <i>Chondrus crispus</i></p> <p><i>Sphaecelaria</i> sp.</p> <p>* <i>Ahnfeltia plicata</i></p> <p>* <i>Laminaria saccharina</i></p> <p>* cf. <i>Ceramium rubrum</i></p> <p>* cf. <i>Peyssonelia dubyi</i></p> <p>* <i>Rhodomela confervoides</i></p> <p><i>Callithamnion corymbosum</i></p> <p>* <i>Phyllophora</i> sp.</p>															

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

Sted	Hovedøya		Dato	3.11.1982		Obs. dyp	17 m									
Horisontal sikt	4,5 m		(0,5 m sprangsjikt)				4 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	
<p>FLORA:</p> <p>* <i>Fucus spiralis</i> —</p> <p>* <i>Fucus distichus</i> spp. ———</p> <p> <i>edentatus</i></p> <p>* <i>Ahnfeltia plicata</i> ———</p> <p> <i>Ceramium strictum</i> - - - - -</p> <p> <i>Ulva lactuca</i> ———</p> <p> <i>Callithamnion corymbosum</i> ———</p> <p> <i>Ectocarpus siliculosus</i> —</p> <p>* <i>Cladophora</i> sp. ———</p> <p> <i>Enteromorpha</i> sp. —</p> <p>Heterotrofe blågrønnalger (bl.a. <i>Beggiatoa</i> sp.) —</p>																

Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Tegnforklaring: * Flerårige

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

