

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

O - 71160

UNDERSØKELSE AV HYDROGRAFISKE
OG BIOLOGISKE FORHOLD I INDRE
OSLOFJORD

Overvåkingsprogram - Årsrapport 1979

Oslo, 4. juni 1981

Saksbehandler: Jan Magnusson

Medarbeidere : Torsten Källqvist
Karl Tangen (UiO)

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:	0-71160
Undernummer:	XXXII
Løpenummer:	1284
Begrenset distribusjon:	Fri


Rapportens tittel:	Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingsprogram - Årsrapport 1979.	Dato:	4. juni 1981
Forfatter(e):	Torsten Källqvist Jan Magnusson <i>Karl Tangen, Universitetet i Oslo</i>	Prosjektnummer:	0-71160
		Faggruppe:	Fjordseksjonen
		Geografisk område:	
		Antall sider (inkl. bilag):	52

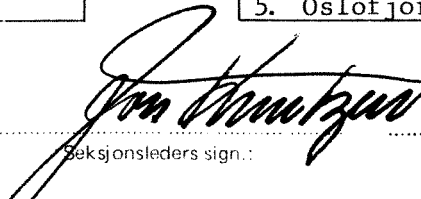
Oppdragsgiver:	Fagrådet for kloakksamarbeid i indre Oslofjord.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):	
----------------	---	----------------------------------	--

Ekstrakt:	<p>Overvåkingsprogram for oppfølging av forurensningsutviklingen i Oslofjorden 1979 ved beskrivelse av fjordens hydrografi (vannutskifting, oksygenutvikling), algevekst i overflatelag og fastsittende alger. Utskiftingen av dypvannet startet noe tidligere enn vanlig og hadde middels omfang. Den omfattet også Bunnefjorden. Overflatevannkvaliteten var preget av betydelige og stadige planktonoppblomstringer. Registreringene av siktedyp og klorofyll ga i gjennomsnitt henholdsvis noe lavere og noe høyere verdier enn tidligere år. Det ble observert oppblomstring av to giftige dinoflagellater, i mai/juni og oktober.</p>
-----------	---

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Hydrografi
3. Marin biologi
4. Toksiske phytoplankton
5. Oslofjorden

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Hydrography
3. Marine biology
4. Toxic phytoplankton
5. Oslofjord


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttets sign.:

ISBN 82-577-0378-8

F O R O R D

OSLOFJORDKONTORET (Kontoret for interkommunalt kloakksamarbeid i indre Oslofjord) anmodet i 1972 Norsk institutt for vannforskning (NIVA) om å utføre overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden, i den hensikt å studere fjordens forurensningsutvikling. Oslofjordkontoret ble nedlagt 31.12.1976, og i stedet ble Fagrådet for kloakksamarbeid i indre Oslofjord konstituert den 22.11.1977 som et samarbeidsorgan for kommunene rundt indre Oslofjord. En av Fagrådets oppgaver er å forestå undersøkelser og overvåking av fjorden. Den faglige styringen av overvåkingsundersøkelsene har Fagrådet delegert til Styringsgruppe (I) for overvåkingsundersøkelser i indre Oslofjord, (opprettet den 30.5.1978). Styringsgruppens formål er "å lede overvåkingsundersøkelsene av de hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord". Det er også oppnevnt en Styringsgruppe (II) for å arbeide med kartlegging av tilførslene til indre Oslofjord.

Medlemmer av styringsgruppe I er:

Oslo vann- og kloakkvesen	Overing. P. Hallberg (formann)
Institutt for marinbiologi og limnologi	Professor E. Paasche (til våren 1980). Amanuensis A.T. Andersen (f.o.m. høsten 1980).
Bærum vann og kloakkvesen	Cand.real. H.K. Hoff
Vestfjordens Avløpsselskap	Siv.ing. O. Stangebye
Statens forurensningstilsyn	Cand.real. G. Jørgensen (f.o.m. høsten 1980).

Overvåkingsprogrammet har fortsatt som tidligere under den nye styringsgruppen. Denne rapport er nummer seks i dette prosjektet, og omfatter året 1979.

Vi vil takke for lånet av Universitetets forskningsfartøy G. Knudsen, vinteren 1979, samt skipper T. Tønnesen for god innsats i vanskelige isforhold. Videre vil vi takke stipendiat F.E. Dahl ved Institutt for geofysikk for hydrografiske observasjoner vinteren 1979, samt for praktisk toktsamarbeide i denne periode.

Cand.real. Karl Tangen ved Institutt for Marin Biologi og limnologi avd. Marin Botanikk har stått for bearbeidelse og rapportering av planteplanktonmaterialet (kap. 4), mens følgende personer ved NIVA har deltatt i planlegging og gjennomføring av arbeidet:

Tor Bokn (fastsittende alger)

Torsten Källqvist (overflatevannets kvalitet m.m.)

Jan Magnusson (hydrografi, prosjektledelse)

Norman Green og

Frank Kjellberg (feltarbeide og databearbeidelse)

Einar I. Andersen (skipper på H.H.Gran).

Hydrografiske rådata blir presentert i egen rapport.

Blindern/Brekke, 4. juni 1981

Jan Magnusson

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

	Side:
FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
1. INNLEDNING	8
2. HYDROGRAFI	10
2.1 Stasjoner, parametre og metoder i 1979	10
2.2 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold i 1979	14
2.3 Vannutskiftninger i 1979	14
2.4 Oksygenforholdene i fjordens dypvann i 1979 sammen- lignet med tidligere observasjoner	27
2.5 Hydrokjemiske observasjoner	32
3. OVERFLATEVANNETS KVALITET BEDØMT VED SIKTEDYP, KLOROFYLL OG PLANTENÆRINGSSALTER	35
3.1 Utviklingen i 1979	35
3.2 Sammenligning med tidligere år	40
4. PLANKTONALGER I OVERFLATEVANNET	43
4.1 Totalbestanden	43
4.2 Artssammensetning	46
4.3 Giftige planktonalger	47
5. SAMFUNNENE AV FASTSITTENDE ALGER	50
6. LITTERATURHENVISNINGER	51

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I overvåkingen av indre Oslofjord er det i 1979 samlet inn hydrografiske data fra 5 stasjoner (fig. 1) på 4 tokt i februar, mai, august og oktober samt ved 7 kompletterende tokt til to stasjoner i januar, mars, april, juni, juli, september og desember. I tillegg er det benyttet data fra tokt utført av Universitetet i Oslo.

Vannprøver ble analysert på temperatur, saltholdighet og oksygen ved samtlige tokt. På de 4 hovedtoktene ble det dessuten analysert på total fosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat og nitritt og ammonium (ufiltrerte prøver).

I perioden mai-september ble det innsamlet overflateprøver (0-2 m) omtrent hver uke fra 4 stasjoner for å bestemme vannets innhold av klorofyll a og planteplankton. På samtlige stasjoner ble det også observert siktedyp.

Utbredelsen av 5 fastsittende alger ble registrert på 120 stasjoner nord for Filtvedt.

1. I 1979 var ferskvannstilførselen normal, unntatt august måned hvor Drammenselva hadde en ekstra stor flomtopp. Nedbøren var mindre enn normalt i begynnelsen av året samt i juni, og større enn normalt i mars.

Vindforholdene var noe uvanlige med en større mengde sørlig vind i mars, mai, juni og september. Juli måned var vindmengden betraktelig mindre enn normalt.

2. Dypvannsutskiftningen startet i desember 1978 og var stort sett avsluttet i mars 1979. Utskiftningen berørte dette år også Bunnefjorden hvor en bunnær hydrogensulfidholdig vannmasse ble erstattet med relativt oksygenrikt vann. Totalt ble ca. $3.700 \times 10^6 \text{ m}^3$ vann utskiftet, hvilket tilsvarer vel 60% av volumet under 20 meters dyp i indre fjord.
3. Dypvannsutskiftningen ble omtrent "middels" sammenlignet med tidligere år på 70-tallet og klart bedre enn 1978.

4. Den tidlige vannutskiftningen ga høye oksygenkonsentrasjoner i Vestfjordens dypvann i januar-februar mot normalt mars-april. Nedbrytning av organisk materiale og reduksjonen av oksygen i det stagnante dypvannet medførte derved lavere oksygenkonsentrasjoner i april-august, en forskyvelse av prosessen i forhold til normalåret. Likevel var oksygenkonsentrasjonen innenfor normalvariasjonen i september-oktober, men klart under middelverdien.
5. Som for Vestfjorden var oksygeninnholdet i dypvannet i Bunnefjorden påvirket av den tidlige vannutskiftningen. Det bunnære hydrogensulfidholdige vannet ble erstattet med oksygenholdige vannmasser i februar-mars med konsentrasjoner over det normale. Fram til september var oksygenkonsentrasjonene i dypvannet over normalverdien. I september-oktober var konsentrasjonene nede på middelverdien.

Bunnefjorden har en større vannutskiftning som regel hvert tredje år og disse årene ligger oksygenkonsentrasjonen alltid over normalverdien. Både den tidligere vannutskiftningen, og for Bunnefjordens del også størrelsen, gir det "unormale" oksygenkonsentrasjonsbilledet.

6. Oksygenreduksjonen i Vestfjordens dypvann fra mai til oktober har fortsatt vært større enn i periodene fra 1933-40, slutten av 40-tallet, begynnelsen av 50-tallet og perioden 1962-65. Den organiske belastningen på dypvannet er fortsatt så stor at det er mulighet for hydrogensulfiddannelse også i Vestfjorden hvis vi får år med dårlig vannutskiftning. Dette vil innebære en kraftig forverring av forurensningstilstanden i fjorden. Imidlertid har de siste fire år vist økende oksygenkonsentrasjoner. Trolig skyldes dette mest bedre vannutskiftning, muligens i noen grad også rensetiltak.
7. Utviklingen av de observerte hydrokjemiske parametre i Vestfjordens dypvann (80 m) var den samme som tidligere, med fortsatt avtakende fosforkonsentrasjoner og muligens noe økende nitrogenkonsentrasjoner (ingen sikker tendens). Dette innebærer at Tot-N/Tot-P forholdet har økt i løpet av 70-tallet og ligger over 10:1 (Mol/Mol.). Imidlertid lå ortofosfatkonsentrasjonene vel over tidligere observasjoner fra 1960-tallet.

8. Sommeren 1979 ble det registrert lavere siktedypsverdier og høyere klorofyllverdier enn foregående år. Klorofyllinnholdet var høyest i havnebassenget og lavest i Vestfjorden.
9. I 1979 var overflatevannet preget av meget store algebestander med en sammenhengende serie av oppblomstringer etter våroppblomstringen. Periodene med lite planktonalger var uvanlig kortvarige. Dette kan skyldes den relativt dårlige utskiftningen av overflatevann. Som tidligere år var planktonbestanden størst på stasjonene nærmest Oslo.
10. I 1979 var det en stor forekomst av giftige dinoflagellater. En giftig art (*Prorocentrum minimum*) har ikke tidligere blitt rapportert fra norske farvann. En massiv oppblomstring høsten 1979 er beskrevet i egen rapport (Tangen, 1979). Gjennom at algegifter akkumuleres i bl.a. blåskjell vil spising av blåskjell kunne medføre forgiftning. Forgiftningssymptomene i lettere tilfeller er oppkast og diarré eller andre ubehag, men ingen tilfeller er rapportert fra Oslofjorden 1979. Den andre giftige planktonarten (*Gonyaulax excavata*) ble registrert i mai-juni samtidig med at det ble målt høye giftverdier i blåskjell fra indre fjord (Underdal et. al. 1980). *P. minimum* ble registrert om høsten og tilsier forsiktighet ved blåskjellsanking også i denne tiden som tidligere ansåes mindre farlig. Fra et helsemessig synspunkt er det å anbefale en løpende overvåking av matskjell i Oslofjorden i hele tidsrommet april-oktober, eventuelt også av planteplankton. Imidlertid ser det ikke ut til at fisk akkumulerer disse giftstoffene, selv ved store bestander av disse planktonarter.

1. INNLEDNING

Overvåkingen av indre Oslofjord er konsentrert omkring effekten av en overbelastning av næringssalter og organisk stoff fra husholdning og industri. Overgjødslingen øker planteplanktonproduksjonen, slik at vannet misfarges. Den store biomasseproduksjonen belaster i sin tur dypvannet hvor nedbrytningen av organisk stoff reduserer dypvannets begrensende oksygeninnhold. Når alt oksygen i vannmassen er oppbrukt, dannes hydrogensulfid, som er en dødelig gift for nesten alt marint liv. Lave oksygenverdier i vannet utgjør i seg selv dårligere livsvilkår for fisk, zooplankton og reker m.m. I de lukkede indre fjordområder med stor tilførsel av kloakkvann dannes hydrogensulfid hvert år (Bærumsbassenget og Havne- og Bekkelagsbassenget). Når vannutskiftningen er dårlig, dannes hydrogensulfid også i Bunnefjorden og Lysakerfjorden. I Vestfjorden blir oksygeninnholdet lavt, men dypvannsfornyelse hver vinter holder oksygennivået over grensen for hydrogensulfiddannelse. Balansen mellom vannutskiftninger og stor produksjon av organisk stoff som følge av næringssalter i kloakkutslipp er avgjørende for fjordens utvikling.

Da dypvannsutskiftninger er vanskelig å påvirke i indre Oslofjord, gjenstår kun mulighetene for å redusere innholdet av næringssalter og organisk stoff i kloakkvannet for å stanse en negativ utvikling.

Formålet med overvåkingsprogrammet er

- følge utvikling og tilstand i fjorden over tid
- gi løpende informasjon om forurensningssituasjonen
- utvide kjennskapen til prosesser i fjorden ved sammenligninger av dagens observasjoner med tidligere utførte observasjoner
- vurdere effekten av vernetiltak og det eventuelle behov for ytterligere vern.

Mengden planteplankton samt artssammensetningen studeres ved hyppige tokt i sommerhalvåret med prøveinnsamling begrenset til 0-2 meters dyp.

I strandsonen undersøkes eventuelle forskyvninger i fem brunalgers forekomst, hvilket indirekte kan indikere forandrede forurensningsforhold.

Effekten av den organiske belastningen på dypvannet observeres ved hydrografiske tokt hvor oksygeninnhold og næringssaltinnhold i vannet blir målt.

Tidligere år har overvåkingsprogrammet også inneholdt spesialundersøkelser bl.a. om miljøgifter i organismer og sedimenter. I 1979 ble det utført et ekstraarbeide i samband med en større algeoppblomstring i Oslofjordområdet. Resultatet er blitt rapportert (Tangen, 1979) og vil ikke bli behandlet i denne rapport.

Den hydrografiske utviklingen i 1979 er beskrevet i kap. 2. I kapittel 3 beskrives overflatevannets kvalitet og i kapittel 4 variasjonen i planteplanktonets mengde og sammensetning vår til høst. Utbredelsen av de fastsittende alger er kort behandlet i kap. 5. En mer utfyllende redegjørelse vil komme i forbindelse med seinere års rapporter.

2. HYDROGRAFI

2.1 Stasjoner, parametre og metoder i 1979

I 1979 ble vannprøver innsamlet ved 4 tokt fra 5 stasjoner på dypene 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125, 150 og 200 meter, samt blandprøver fra 0-2 meters dyp. Stasjonsnett fremgår av figur 1. Som komplement til hovedtoktene er det utført 7 tokt til stasjonene EP1 og DK1. I perioden januar-mars ble det dessuten utført tokt av stipendiat F.E.Dahl, Institutt for Geofysikk (Oslofjordens hydrografi nr. 5, 6, 7 og 8 1979). Tabell 1 viser toktfrekvensen i fjorden 1979.

På samtlige tokt ble det observert siktedyp og temperatur samt analysert på vannets saltholdighet og oksygeninnhold (hydrogensulfid). På de fire hovedtoktene ble det dessuten analysert på totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat og nitritt og ammonium. De kjemiske analysene ble utført på ufiltrert vann. Oversikt over parametre og analysemetoder er gitt i Tabell 2. Kvantitative planteplanktonprøver ble innsamlet fra (0-2), 4, 8 og 12 meters dyp. På hver stasjon ble det dessuten tatt et håvtrekk i overflaten.

I tillegg til de hydrografiske tokt ble det i mai-september innsamlet vannprøver for bestemmelse av klorofyll a og planteplankton samt observert siktedyp ca. 1 gang pr. uke på fire stasjoner (EP1, BN1, AP2, DK1). Temperatur og saltholdighet ble også målt med salinoterm.

Rå-data fra hovedtoktene og overflatetoktene blir presentert i egen data-rapport.

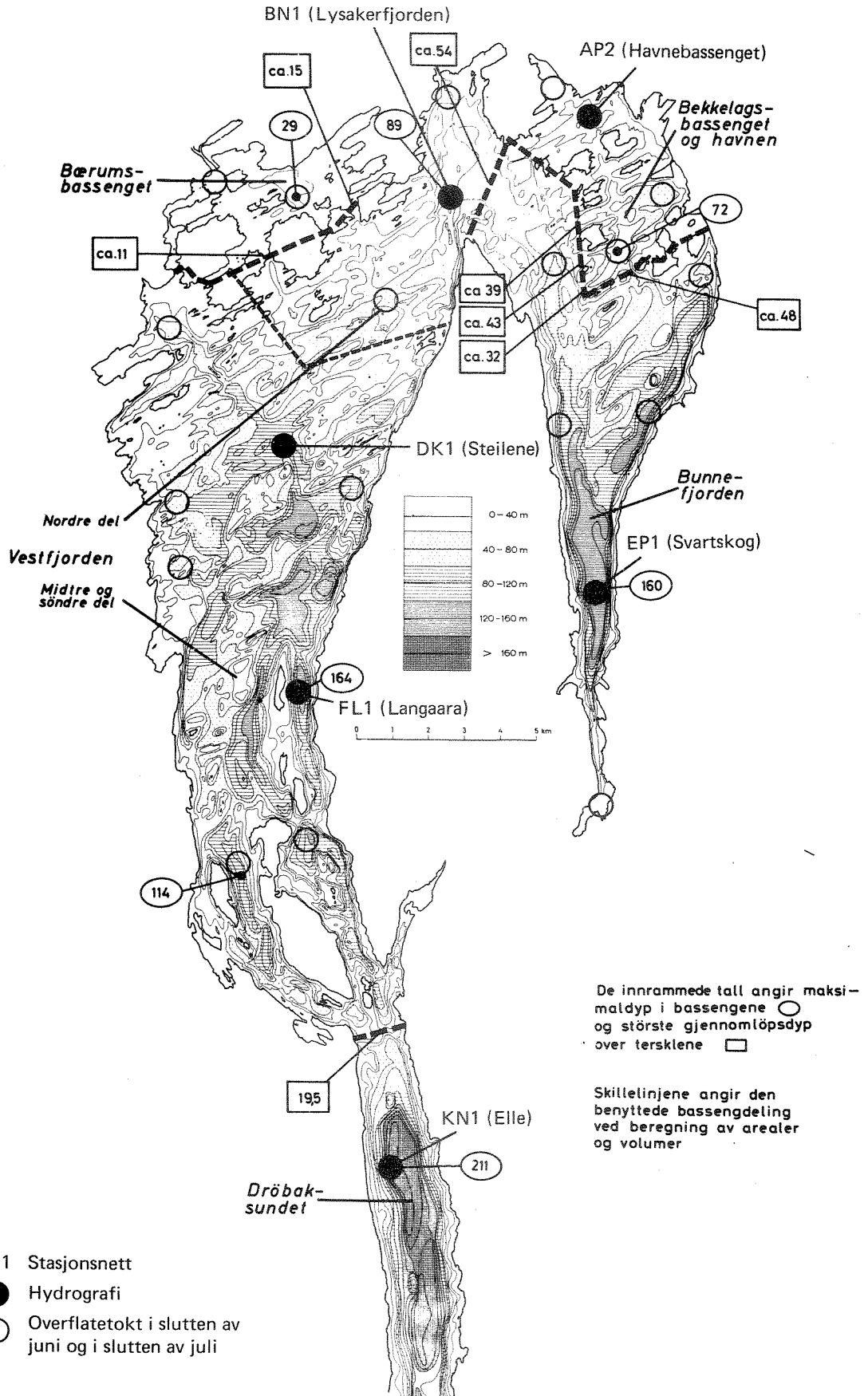


Fig. 1. Stasjonsnett 1979.

Tabell 1. Hydrografiske tokt i indre Oslofjord 1979

Dato	Stasjoner	Observatør
15.1. - 16.1.	DK1, EP1, BN1, Elle	NIVA/ F-E. Dahl
1.2.	Tofteholmen, Elle, DK1, Hellvik	F-E. Dahl (UiO)
15.2.	Elle, DK1, Hellvik	F-E. Dahl (UiO)
19.-20.2.	EP1, BN1, DK1, FLT, IM1, AP2	NIVA
1.3.	Elle, DK1, Snarøya, Berger	F-E. Dahl (UiO)
23.3.	EP1, DK1	NIVA
10.4.	EP1, DK1	"
23.-24.5.	EP1, BN1, DK1, FL1, IM1, AP2, BL4, CQ1	"
14.6.	EP1, DK1	"
17.7.	EP1, DK1	"
15.-16.8.	EP1, BN1, DK1, FL1	"
	IM1, BL4, AP2, CQ1	"
18.9.	EP1, DK1	"
10.10.	KN1	"
24.-25.10.	EP1, BN1, DK1, FL1	"
	IM1, AP2, CQ1	"
18.12.	CP3, DK1	"

Tabell 2. Oversikt over parametre og analysemetoder samt deteksjonsgrenser og antatt presisjon ved analyse av sjøvannsprøver

Parameter	Analysemetode	Presisjon	Deteksjonsgrense
Temperatur (TEMP)	Vendeterminometer avlest med lupe.	± 0.01 °C	-
Saltholdighet (SAL)	Konduktivitetsmålinger ved laboratorialesalimeter (Industrial Man).	± 0.003 ‰/‰	-
Oksygen/hydrogensulfid (O ₂ /H ₂ S)	Jodometrisk titrering. Modifisert Winkler-metode.	± 2-4%	-
Orotofosfat (PO ₄ -P)	Autoanalytator. Molybdenblåttmetoden.	± 2 µg/l	2 µg/l
Totalfosfor (TOT-P)	UV-oksydasjon. Bestemmelse som ortofosfat.	± 2 "	2 "
Nitrat+nitritt (NO ₃ -N)	Autoanalytator. Red. (Cd/Cu) til og best. som nitritt.	± 10 "	10 "
Ammonium (NH ₄ -N)	Autoanalytator. Indofenolblåttmetoden.	± 5 "	10 "
Totalnitrogen (TOT-N)	UV-oksydasjon. Bestemmelse som nitrat/nitritt.	± 10 "	10 "

2.2 Generelle meteorologiske og hydrologiske forhold i 1979

Ferskvannstilførselen til indre Oslofjord i 1979 er anskueliggjort i figur 2. Sandvikselva og Lysakerelva utgjør bortimot 40% av den direkte ferskvannstilførselen til fjorden. Viktigere for saltholdigheten i overflatelaget i hele indre fjord er tilførsler fra Drammenselva via Drøbakssundet.

Året 1979 var det i alt vesentlig normal ferskvannstilførsel frem til august da Drammenselva hadde en uvanlig flom. Også Sandvikselva og Lysakerelva hadde større vannføring i august, men også høy vannføring i april/mai.

1979 var relativt solfattig om våren og sommeren, med bedring utover sensommeren og høsten (fig. 2).

Vindforholdene (fig. 3) i 1979 var nær normale for indre fjord med unntak for mars, mai, juni og september hvor vind fra sør var til dels betydelig vanligere enn normalt. Likeså var vindmengden i juli totalt mindre enn normalt. Forøvrig framtrer "monsun"-karakteren hos vinden i Oslofjordområdet ved dominerende nordavinder vinterstid (oktober - april) og dominerende sydlige vinder sommerstid (se også fig. 4).

2.3 Vannutskiftninger i 1979

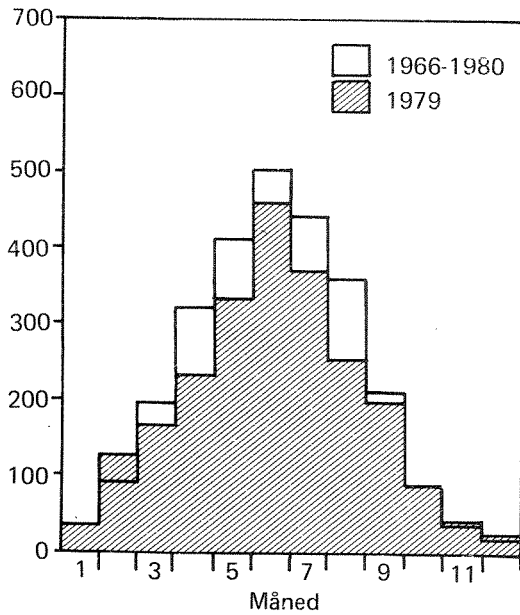
Den hydrografiske utviklingen i 1979 beskrives i figurene 5-13 som viser variasjoner i vannets saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold i Vestfjorden (DK1) og Bunnefjorden (EP1), vannets oksygeninnhold i Lysakerfjorden (BN1) samt saltholdighet og oksygeninnhold i Drøbaksundet (Ellelykt, KN1).

Dypvannsfornyelser

Dypvannsutskiftningen i indre Oslofjord startet i desember 1978 sammenfallende med kraftige nordlige vinder. Utskiftningen markerte seg i Vestfjorden (DK1) hvor oksygeninnholdet økte fra ca. 0.9 ml/l til over 4.7 ml/l på 80-90 meters dyp. Også i Lysakerfjorden (BN1) økte oksygeninnholdet.

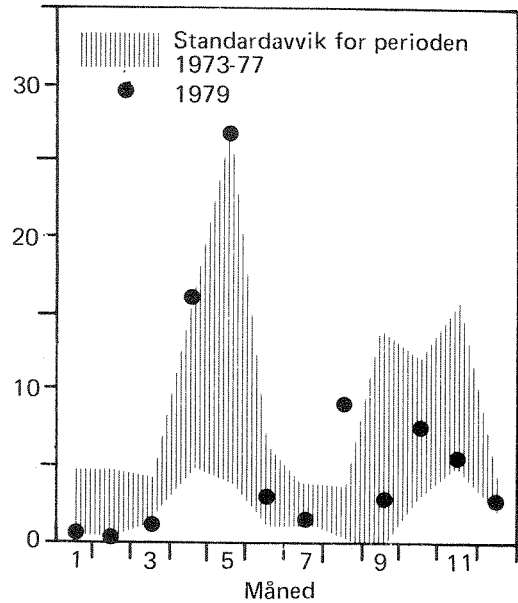
I Bunnefjorden (EP1) ble denne første vannutskiftning kun registrert som en mindre forstyrrelse i vannmassene. Først i midten av februar under neste utskiftningsperiode strømmet nytt vann over terskelen til Bunnefjorden hvor hydrogensulfidholdig vann over bunnen på 140 - 150 meters dyp ble løftet

Cal/cm²/døg.



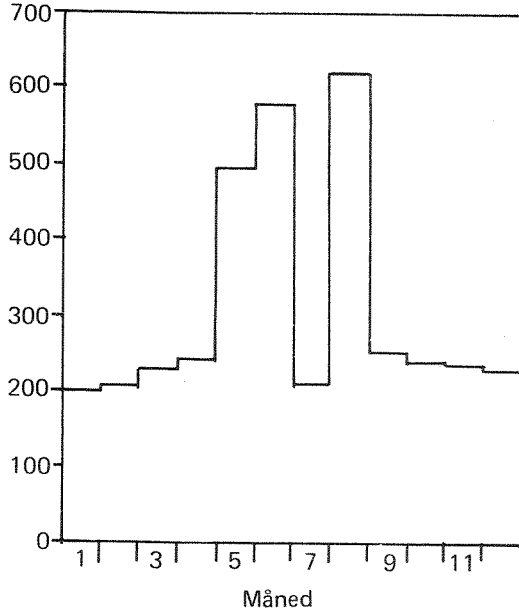
Globalstrålingen ved Blindern 1979 og middlet for perioden 1966-80. (Data fra Meteorologisk institutt).

m³/s



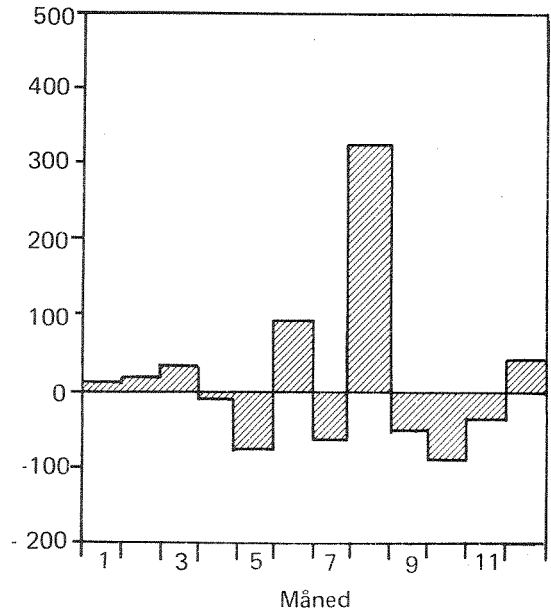
Variasjoner i vannføringen i Lysakerelva 1973-77 samt månedsmiddel 1979.

m³/s



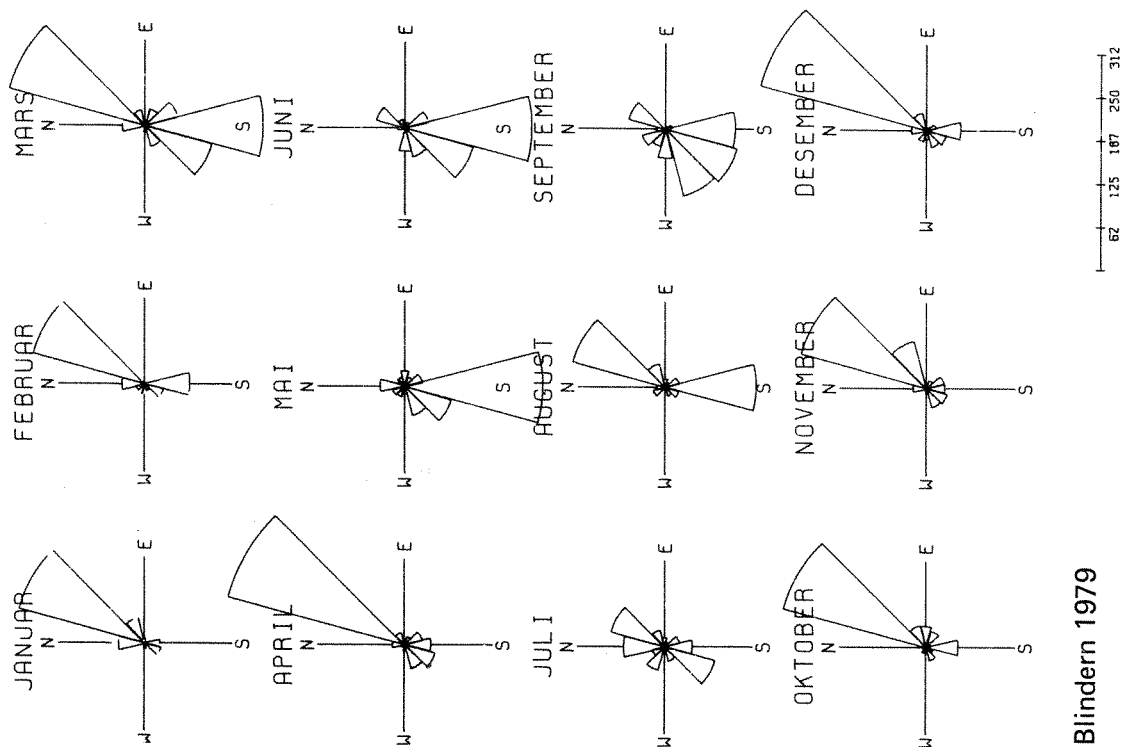
Vannføring i Drammenselva 1979 (Døviksfoss). Månedsmiddel

m³/s

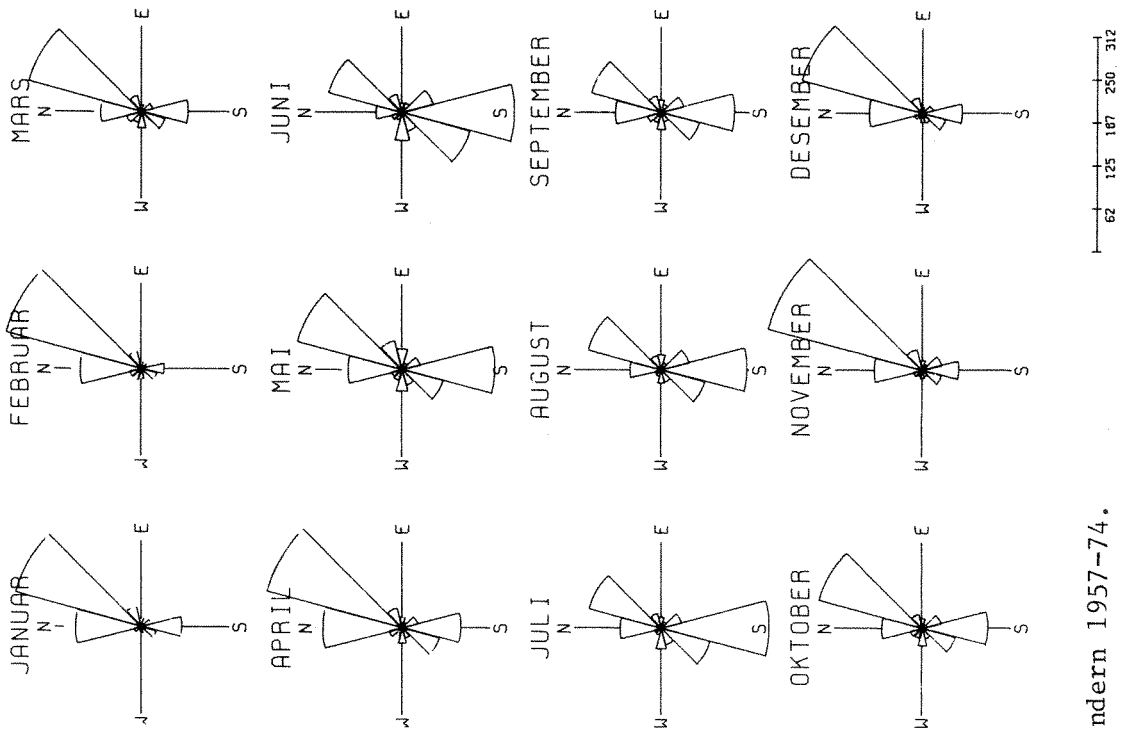


Vannføring i Drammenselva 1979 som avvik fra månedsmiddel for perioden 1961-72.

Figur 2. Ferskvannstilførsler, nedbør og soltimer 1979.



Blindern 1979



Blindern 1957-74.

Fig. 3. Vindmengde (% observasjoner i sektor x vindens middelhastighet (knop) = radien for hver sektor (30°)). (Data fra Meteorologisk institutt).

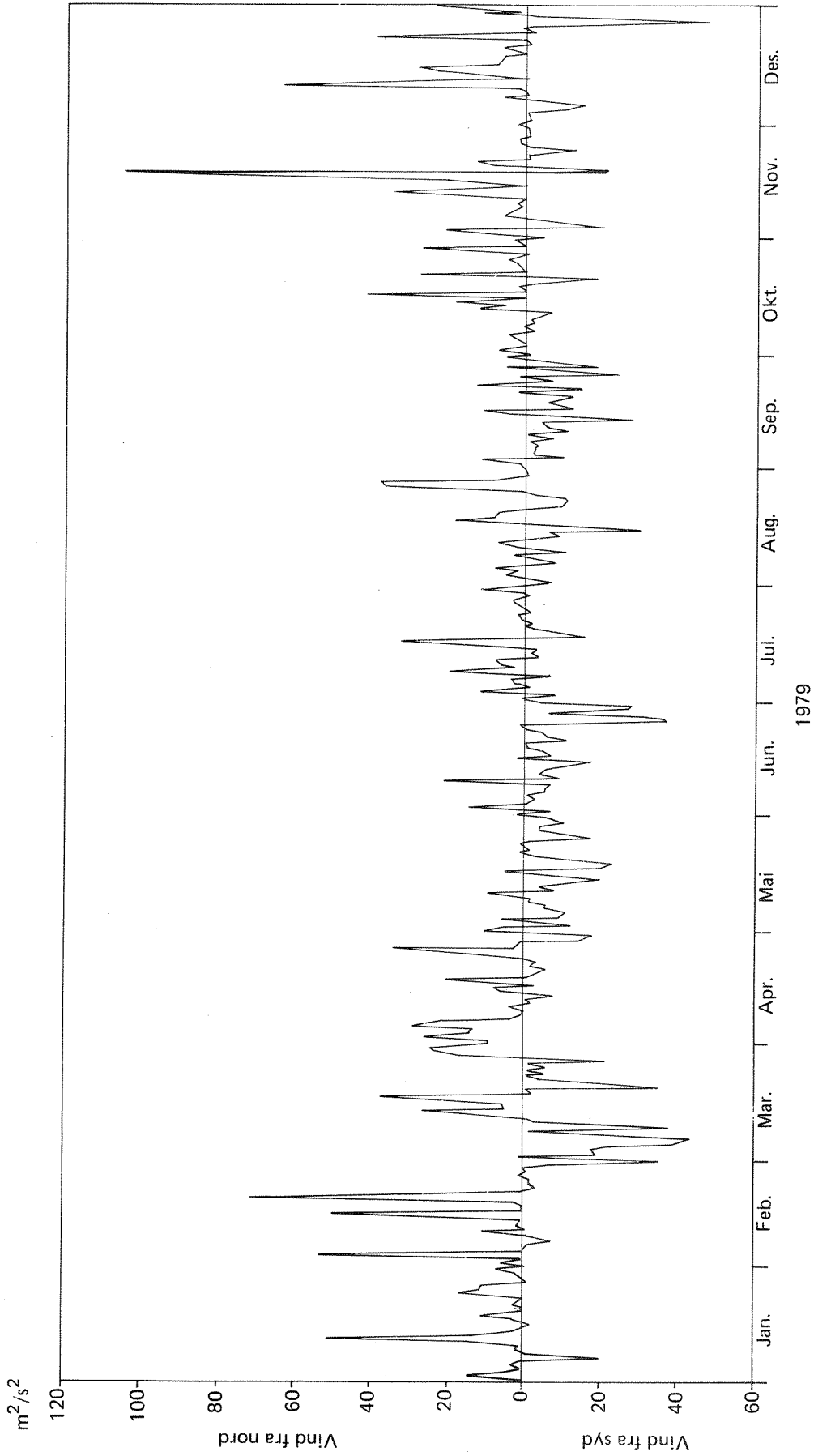


Fig. 4. Vindens nord-syd komponent (m²/s²) ved Blindern 1979 (Data fra Meteorologisk Institut).

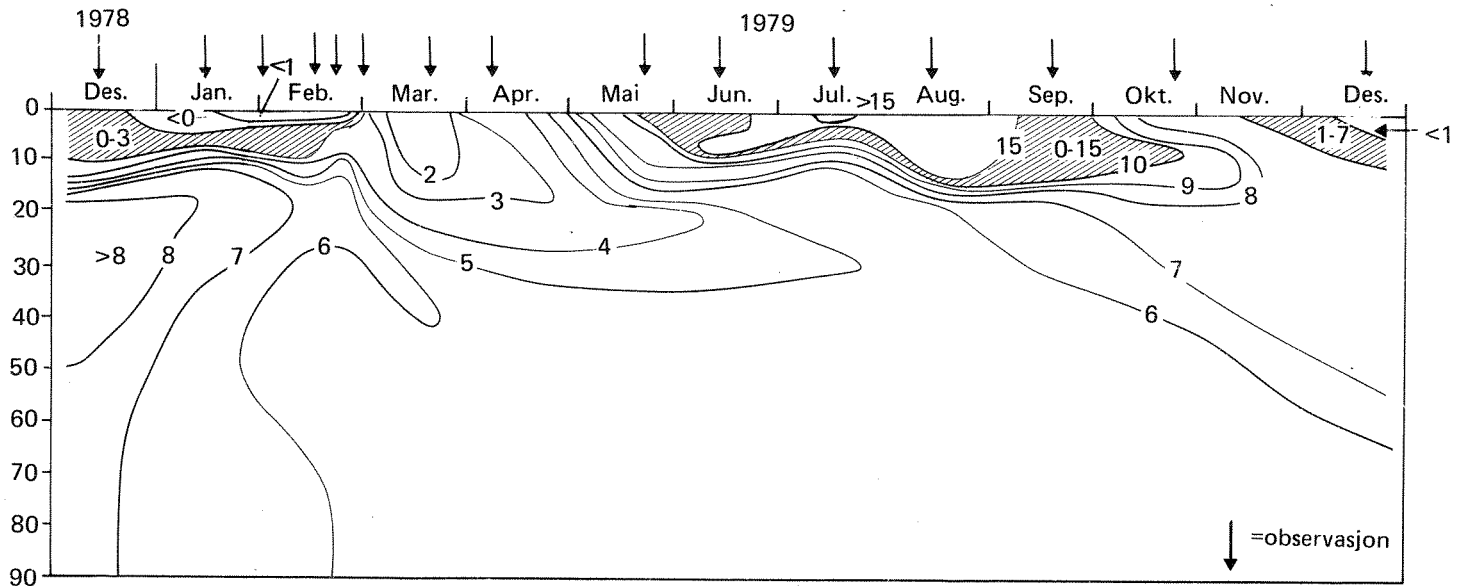


Fig. 5. Temperaturvariasjonen ($^{\circ}\text{C}$) i Vestfjorden (DK1) 1979.

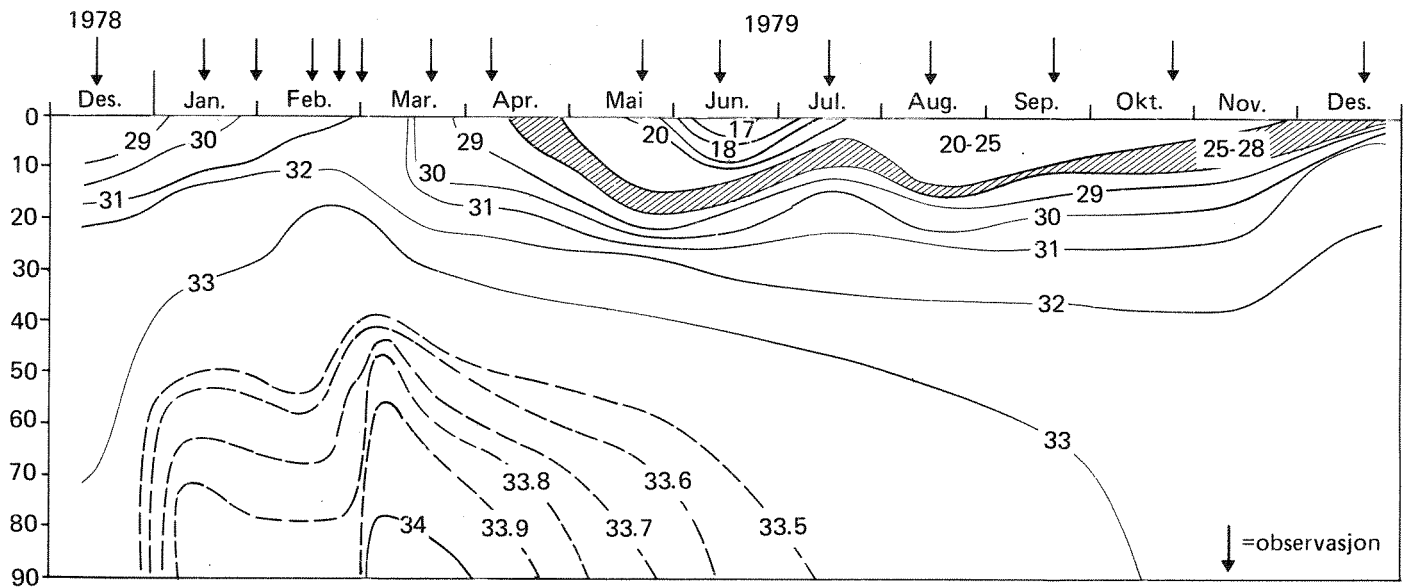


Fig. 6. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/\text{oo}$) i Vestfjorden (DK1) 1979.

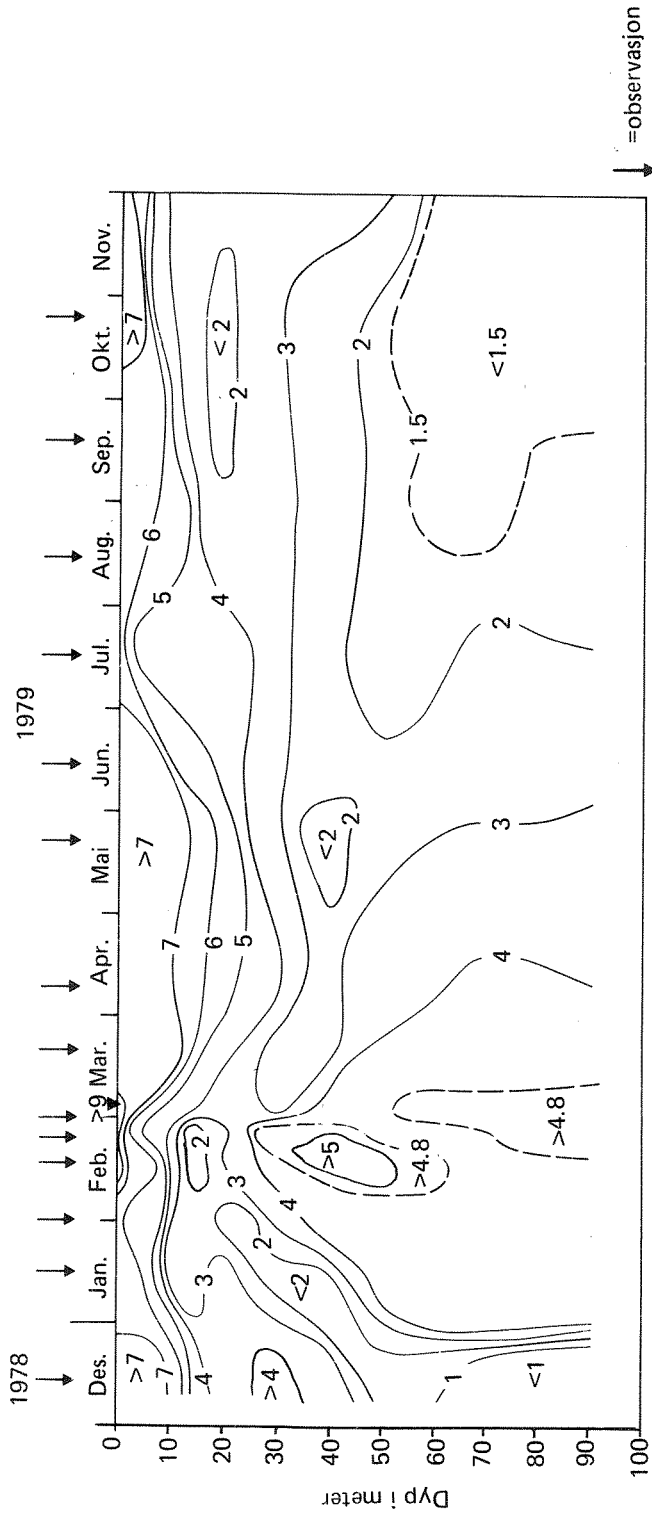


Fig. 7. Oksygenvariasjonen (mL/l) i Vestfjorden (DK1) 1979.

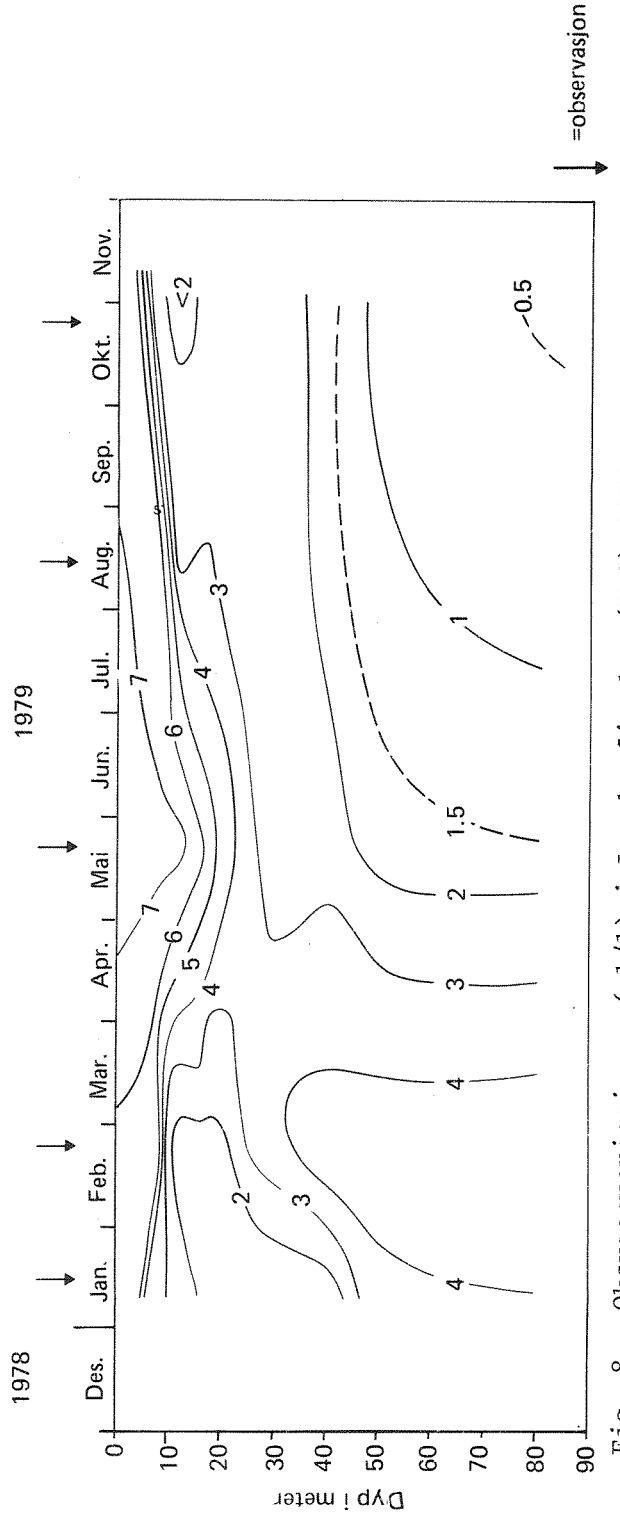


Fig. 8. Oksygenvariasjonen (mL/l) i Lysakerfjorden (BN1) 1979.

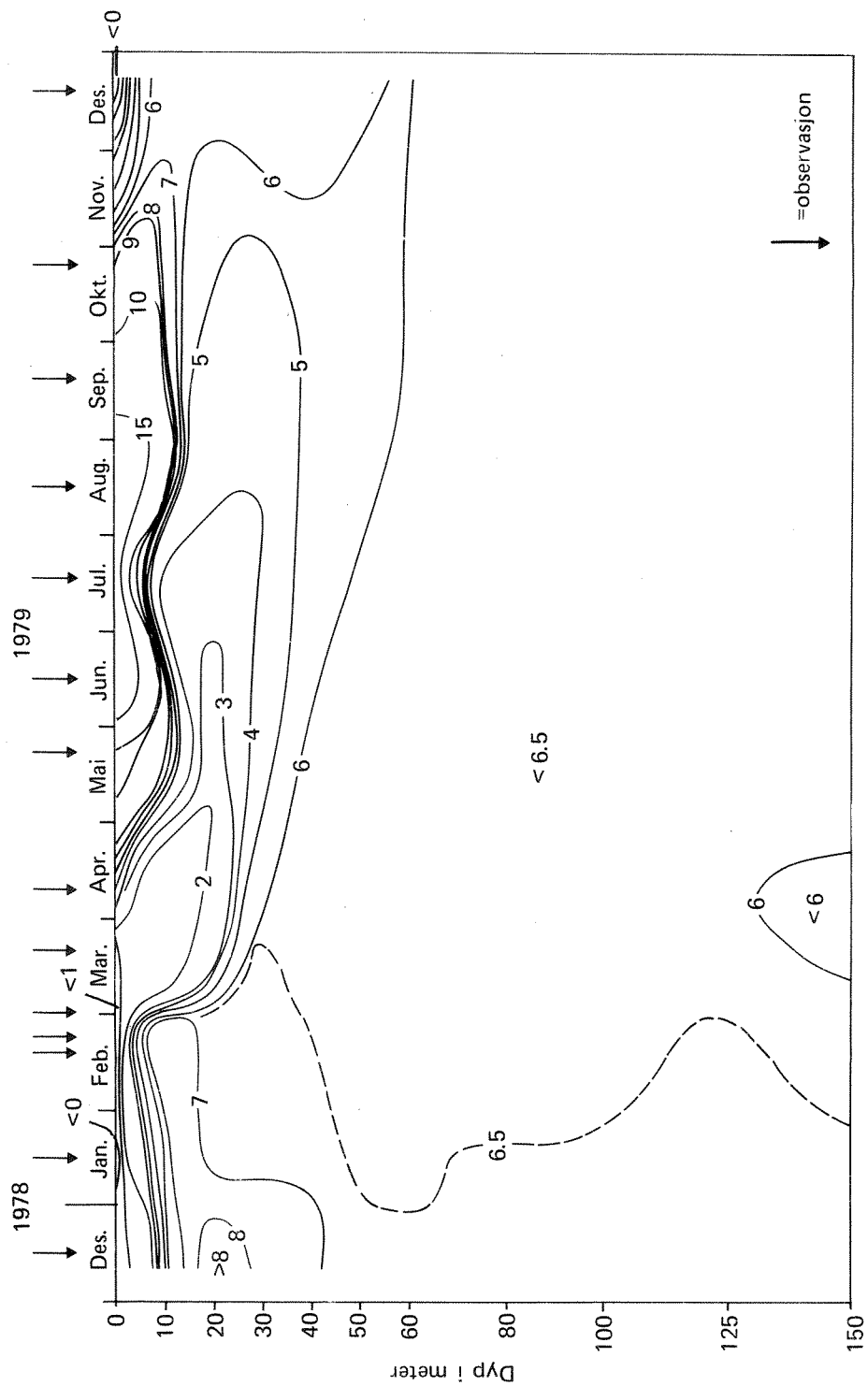


Fig. 9. Temperaturvariasjonen (°C) i Bunnefjorden (EP1) 1979.

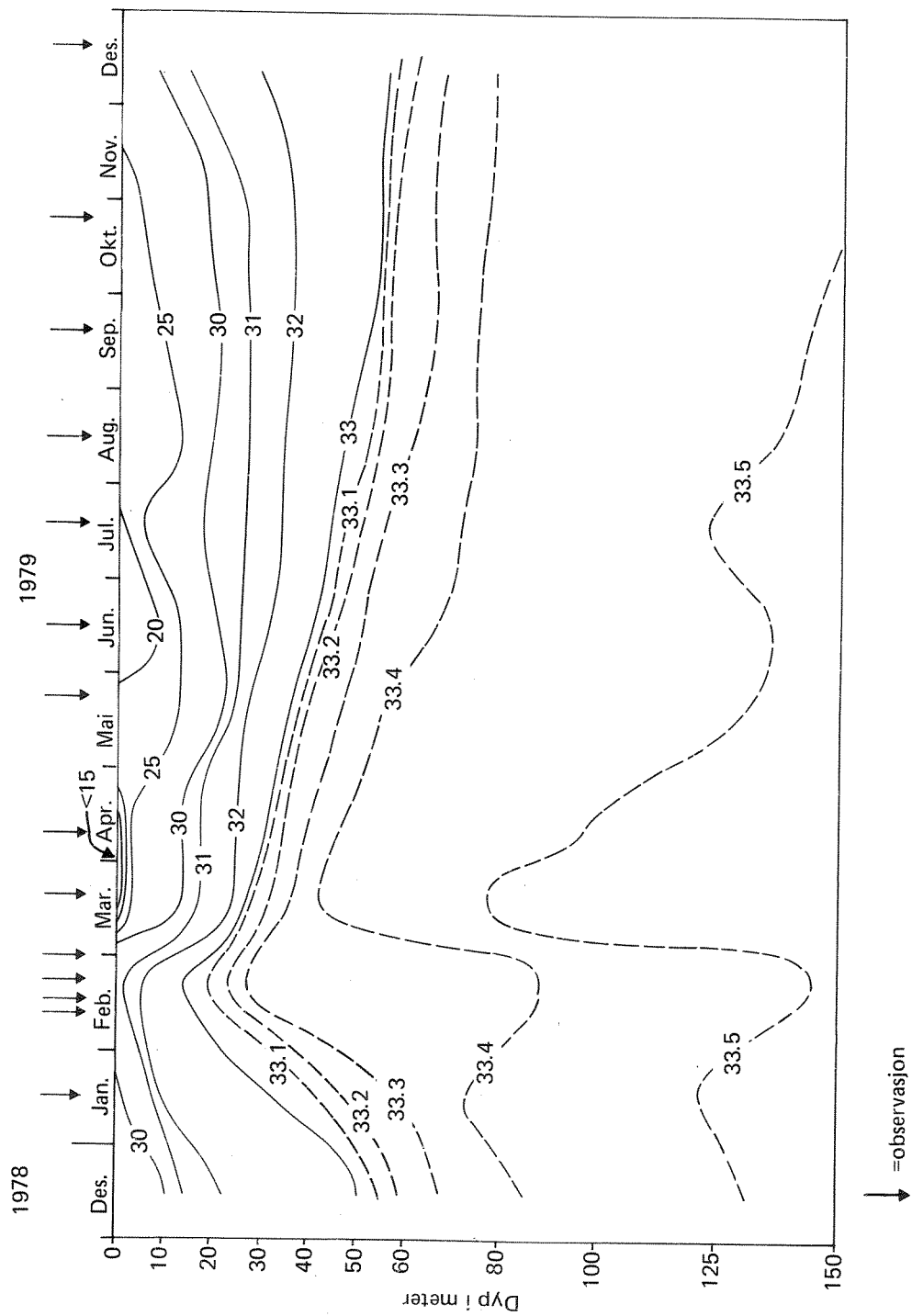


Fig. 10. Saltholdighetsvariasjonen ($^{\circ}/_{oo}$) i Bunnefjorden (EPI) 1979.

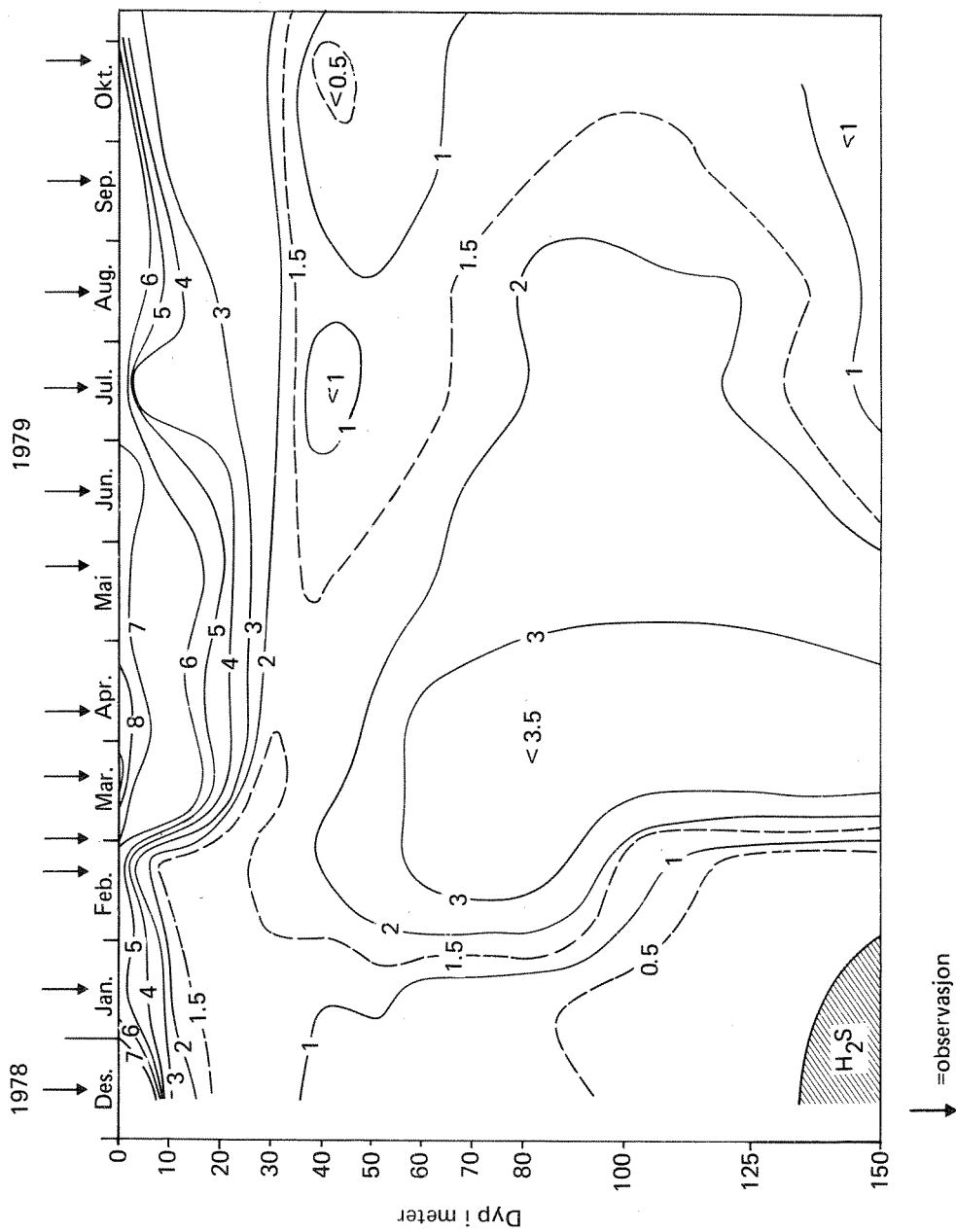


Fig. 11. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (EPI) 1979.

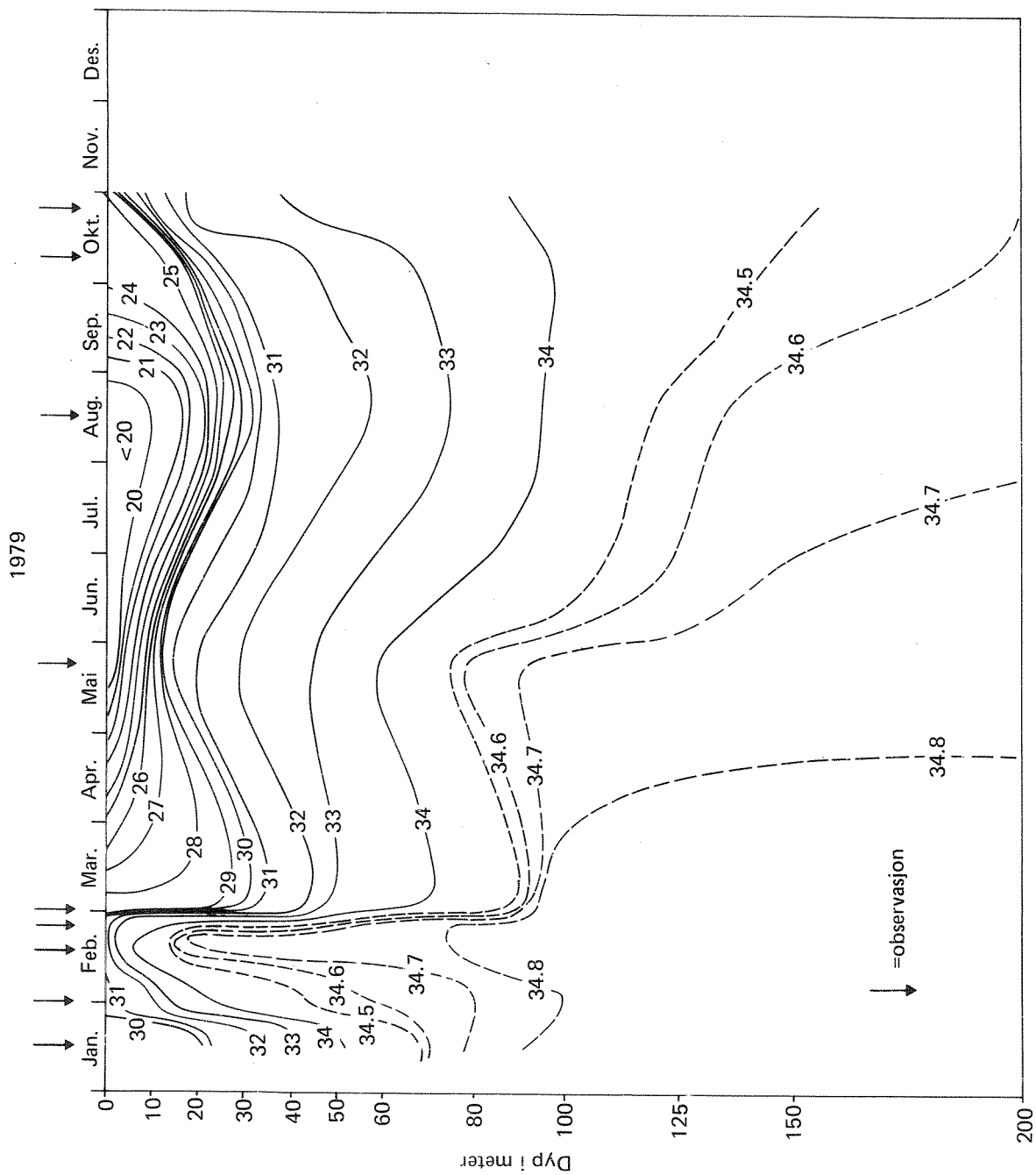


Fig. 12. Saltholdighetsvariasjonen (‰/∞) i Drøbakssundet (Elle lykt) 1979.

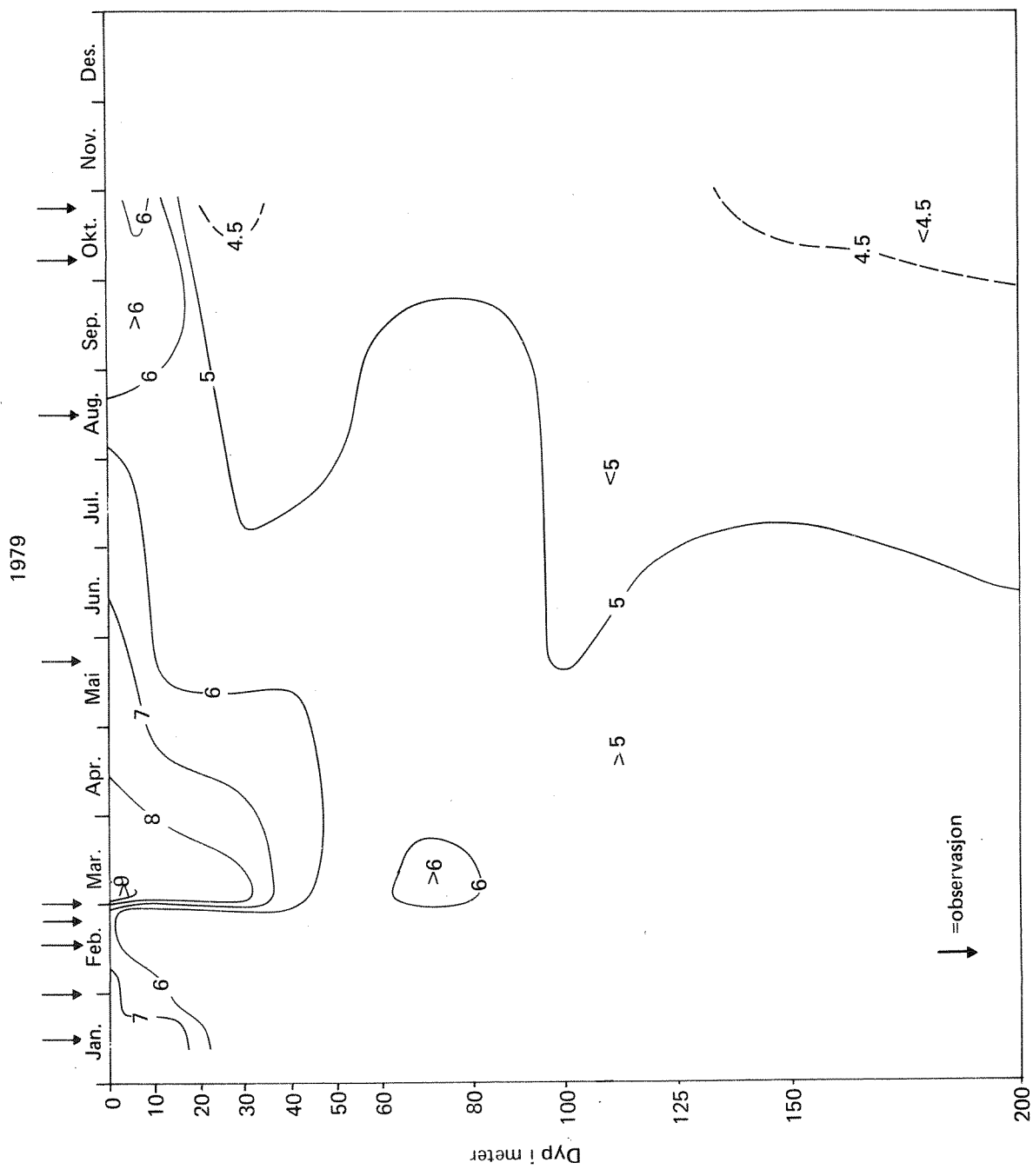


Fig. 13. Oksygenvariasjonen (ml/l) i Drøbakssundet (Elle lykt) 1979.

opp og blandet med oksygenrikt vann. Deretter var dypvannsutskiftningen over for 1979 bortsett fra en tilførsel av oksygenrikt vann mellom 20-30 meters dyp i april. Utover sommeren og høsten avtok som vanlig saltholdigheten i Vestfjordens dypvann fra over 34^o/oo på 90 meters dyp i mars til under 33^o/oo i oktober på samme dyp. Temperaturen falt fra 5.8^oC til 5.6^oC i samme periode og oksygeninnholdet avtok fra 4.9 ml/l til mindre enn 1.5 ml/l. I Lysakerfjorden og Bunnefjorden avtok dypvannets oksygeninnhold til verdier mellom 0.5-1 ml/l respektive 0.7-1.5 ml/l.

Vannutskiftningen 1978-79 er blitt beregnet som for tidligere år ved bruk av T-S diagram, oksygen og totalfosforinnhold. For de to sistnevnte parametere er forutsatt et enkelt blandingsforhold etter ligningen

$$P = Q_1 P_1 + Q_2 P_2$$

hvor P_1, P_2 = konsentrasjonene på innstrømmende respektive "gammelt" dypvann,

Q_1, Q_2 = andelen nytt og gammelt vann,

P = konsentrasjonen i vannet etter utskiftningen.

Som tidligere vist (NIVA, 1977) bygger beregningene på forholdsvis enkle antakelser om dypvannsutskiftningsprosessen. Ut fra T-S diagram studeres mulige blandingsvannmasser som oftest er beregnet til en blanding av to eller tre forskjellige vanntyper. Ved å bruke parametrene oksygen og totalfosfor når toktene er nær i tid slik at disse parametrene kan betraktes som approksimativt konservative, blir dette en kontroll på øvrige beregninger. For 1979 var totalfosfor enklest å bruke som følge av at det innstrømmende vannets konsentrasjon var ca. 30 µg/l, mens de øvrige parametere verdi varierte over et større konsentrasjonsintervall på noen få meters dyp. Når utskiftningen skal beregnes, blir valget av konsentrasjon på den utskiftende vannmassen kritisk og en stor variasjon gir store usikkerheter i beregningen.

Sammenlagt ble ca. $3.100 \times 10^6 \text{ m}^3$ dypvann utskiftet mellom desember 1978 og mars 1979. I den etterfølgende utskiftningen i april ble ytterligere ca. $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ vann mellom 20-30 meters dyp utskiftet, dvs. totalt ca. $3.700 \times 10^6 \text{ m}^3$. Dette volum tilsvarer vel 60% av vannmassene under 20 meters dyp i indre fjord.

Tabell 3. Beregnet dypvannsutskiftning 1973-79 samt prosentvis fornyelse av volumet under 20 meters dyp i indre Oslofjord.

År	Utskiftet vannvolum ($\times 10^6$) 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

*) Innbefatter også perioden november-desember 1973

År 1979 fremstår således som et år med relativt "normal" dypvannsutskiftning sammenlignet med øvrige år under 1970-tallet.

Overflatelaget

I tidligere rapporter er vannutskiftningen i overflatelaget (0-10 m) indirekte estimert ved å koble den nordlige vindkomponenten med en styrke over 3-4 m/s i over en uke til en fullstendig utskiftning. Dette ble definert som potensielle utskiftninger i 1977 og 1978 års rapporter. Sammenligningen baserte seg på feltobservasjoner sommeren 1977 under en ukes norlige vinder (NIVA 1978).

I 1979 var det sommerstid lite nordlig vind over 3-4 m/s i hele uker. Tabell 4 viser 13 utskiftningsmuligheter, hvorav kun to i løpet av sommeren.

Tabell 4. Antall potensielle utskiftninger av overflatelaget (0-10 m) i indre Oslofjord, beregnet etter nordlige vinder i 1979

Måned	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
Antall utskiftn.	2	1	3				1	1		1	1	3

Sammenlagt transportvolum skulle bli ca. $24.000 \times 10^6 \text{ m}^3$ vann, dvs. en midlere transport på $760 \text{ m}^3/\text{s}$. I 1977 var tilsvarende transport $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$ og i 1978 $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$, hvilket betyr en betydelig lengre oppholdstid på overflatevannet i 1979. I juni-august 1979 var transporten ca. $450 \text{ m}^3/\text{s}$ mot $700 \text{ m}^3/\text{s}$ i 1978 og $900 \text{ m}^3/\text{s}$ i 1977.

Utskiftningen av overflatevann som følge av nordlige vinder var således dårligere i 1979 enn de to foregående år.

2.4 Oksygenforholdene i fjordens dypvann 1979 sammenlignet med tidligere observasjoner

Oksygenreduksjonen etter en dypvannsutskiftning skyldes nedbrytning av organisk materiale tilført fjorden via elver og kloakkutslipp, eller fra produsert biomasse i fjordens overflatelag, som i sin tur også beror på tilførsel av næringssalter fra bl.a. kloakkvann. Det organiske stoffet i kloakkvann kan direkte bli tilført fjordens dypvann (dypvannsutslipp eller sedimentering av overflateutslipp), men også bli nedbrutt til næringssalter i overflatelaget og deretter medvirke til oppbygging av store planteplanktonmasser, som i sin tur belaster fjordens dypvann. Hvis tilførselen av oksygen ved dypvannsfornyelser er den samme fra år til år, vil variasjoner i tilførselen av organisk stoff til dypvannet gi variasjoner i dypvannets oksygeninnhold.

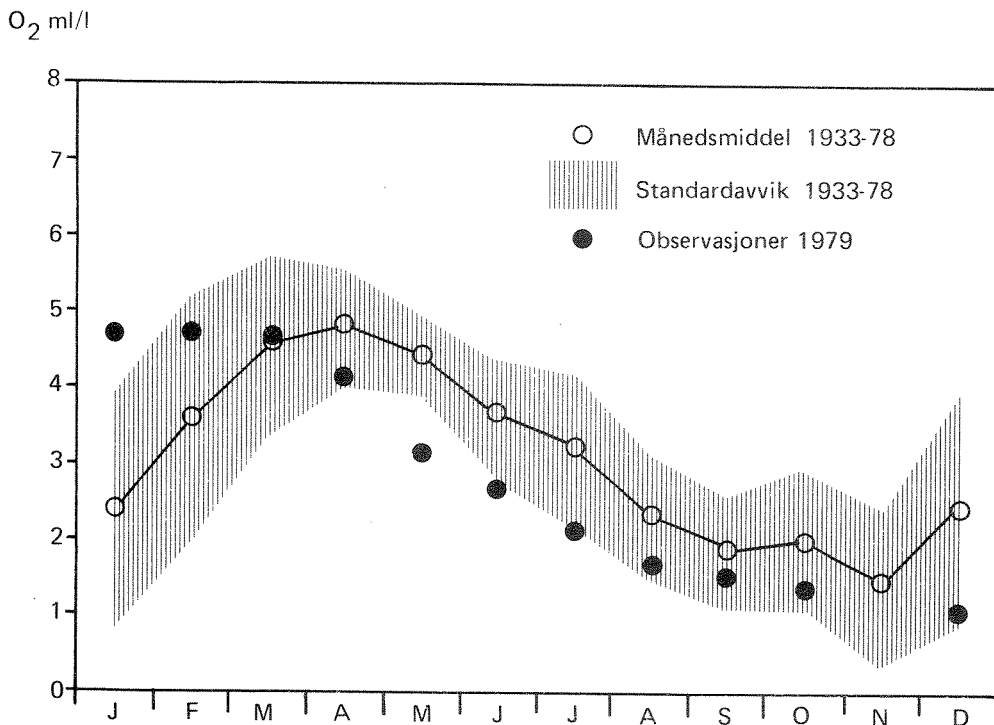
I tillegg til vannutskiftninger kan klimatiske variasjoner ha innflytelse på produksjonen av organisk stoff, dvs. den biomasse som vokser frem i fjordens overflatelag. Klimavariabler av interesse er solenergi og vind, samt vannmassenes stabilitet. Hvis disse klimavariasjoner kan elimineres, gjenstår kun variasjoner i tilførselen av kloakkvann for å forklare oksygenvariasjoner i fjordens dypvann. Klimaeffekten er fortsatt stort sett en faktor som det er vanskelig å tallfeste betydningen av.

Figurene 14 og 15 viser oksygeninnholdet på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (DK1) og på 125 meters dyp i Bunnefjorden (EP1) for år 1979 sammenlignet med tidligere observasjoner. Her har vi i år lagt inn flere data fra perioden før 1962 enn vi har hatt tilgang til i tidligere års rapporter. For Vestfjorden ser vi at utskiftningen var tidligere på året enn "normalt", men på tross av dette nærmer oksygenverdiene seg det "normale" i september etter å ha vært under det normale i perioden mai-juli. For Bunnefjorden virker den kraftige utskiftningen i 1979 til å føre oksygenkonsentrasjonen over det normale eller i overkant av normalvariasjonen frem til september der verdiene nærmer seg det normale. Da Bunnefjorden kun har en større vannutskiftning ca. hvert tredje år, blir verdiene i år med vannutskiftning i denne fjorddel alltid liggende i overkant av normalvariasjonen. Bemerkelsesverdig er imidlertid at konsentrasjonen nærmer seg normalverdi i september, hvilket ikke er vanlig, men muligens kan forklares ved at utskiftningen kom relativt tidlig på året, eventuelt en høyere belastning av organisk stoff på dypvannet.

Sammenligner vi oksygenverdiene i Vestfjorden på 75-80 meters dyp over årstiden mai-oktober, da i de fleste år dypvannet er stagnant, kan vi se av figur 16 at mai-konsentrasjonene har avtatt noe fra 1930-årene til den siste perioden. Oktoberverdiene viser også avtakende oksygeninnhold fra 1933 frem til 1973-76, men deretter øker oksygeninnholdet noe igjen. (Observasjoner fra 1976 er brukt i både de to siste periodene). Oppgangen 1976-79 er ikke spesielt stor og kan være tilfeldig. Fortsatt viser 1970-tallet de klart dårligste oksygenforhold av samtlige observerte perioder.

Tabell 5. Vannutskiftning i indre Oslofjord og oksygenkonsentrasjon i oktober på 80 meters dyp i Vestfjorden (Stasjon DK1, Steilene) (Vannutskiftningen 1962-65 etter Gade 1967).

År	Vannutskiftning x 10 ⁶ m ³	O ₂ (ml/l) i oktober på 80 meters dyp i Vestfjorden
1962	1.400	1.7
1963	5.600	1.7
1964	1.600	1.4
1965	5.300	2.1
1973	1.200	0.4
1974	8.300	1.6
1975	1.200	0.3
1976	3.300	0.8
1977	5.900	1.4
1978	2.800	1.3
1979	3.700	1.4



Antall observasjoner

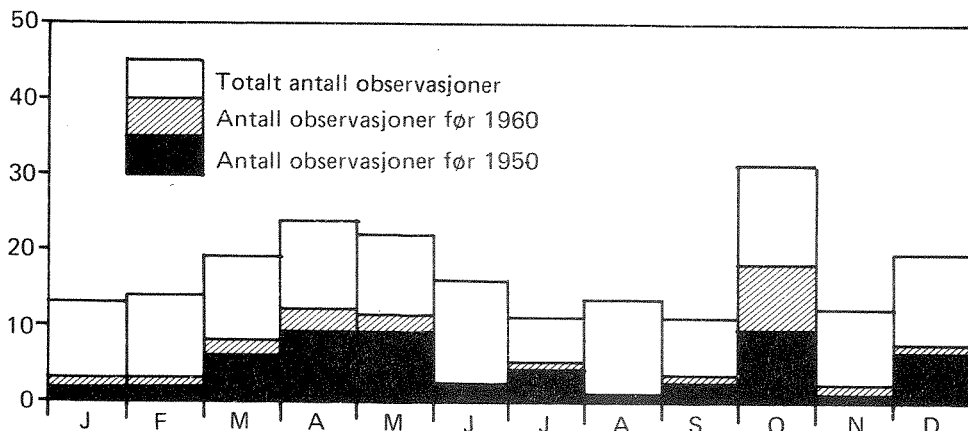


Fig. 14. Månedsmiddel og standardavvik for oksygenkonsentrasjonen på 70-80 meters dyp i Vestfjorden (stasjon DK1, Steilene) 1933-78, basert på data fra periodene 1933-40 (Braarud 1937 og Dannevig 1945), 1945-62 (Beyer og Føyn 1951 og Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen), 1962-73 (NIVA) og 1974-79 (Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen og NIVA), samt observasjoner fra 1979.

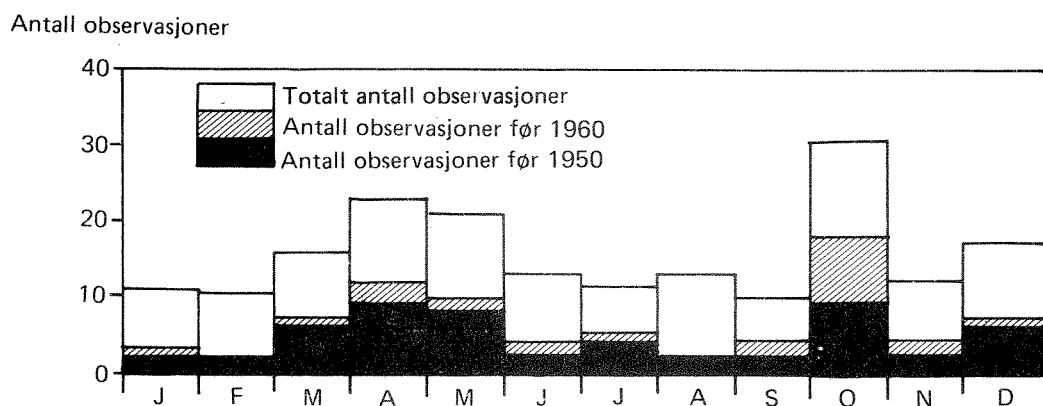
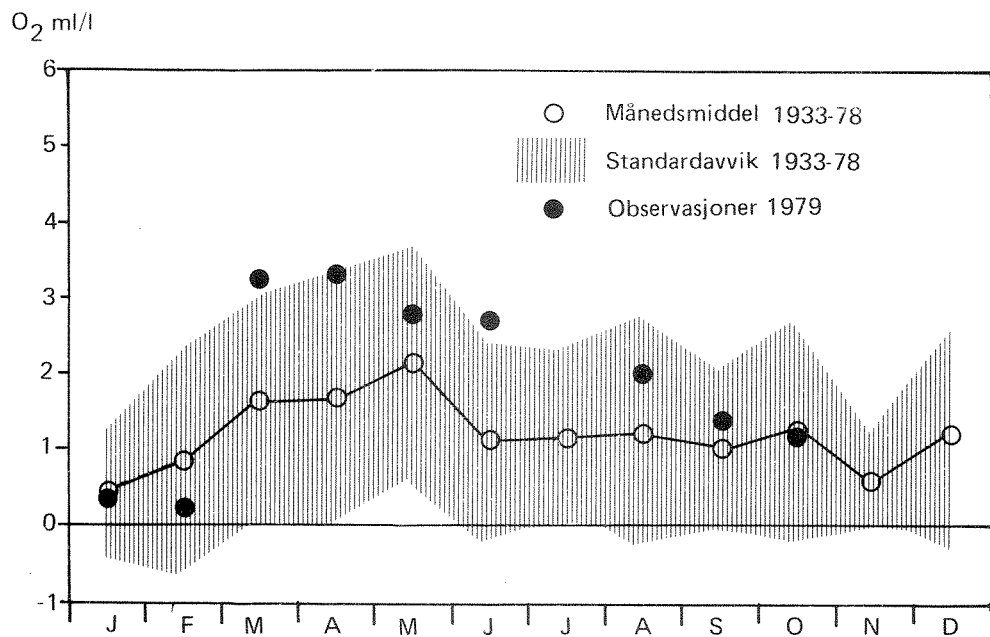


Fig. 15. Månedsmiddel og standardavvik for oksygenkonsentrasjoner på 125 meters dyp i Bunnefjorden (stasjon EP1, Svartskog) 1933-78, basert på data fra periodene 1933-40 (Braarud 1937 og Dannevig 1945), 1945-62 (Beyer og Føyn 1951 og Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen), 1962-73 (NIVA) 1973-79 (Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen og NIVA) samt observasjoner fra 1979.

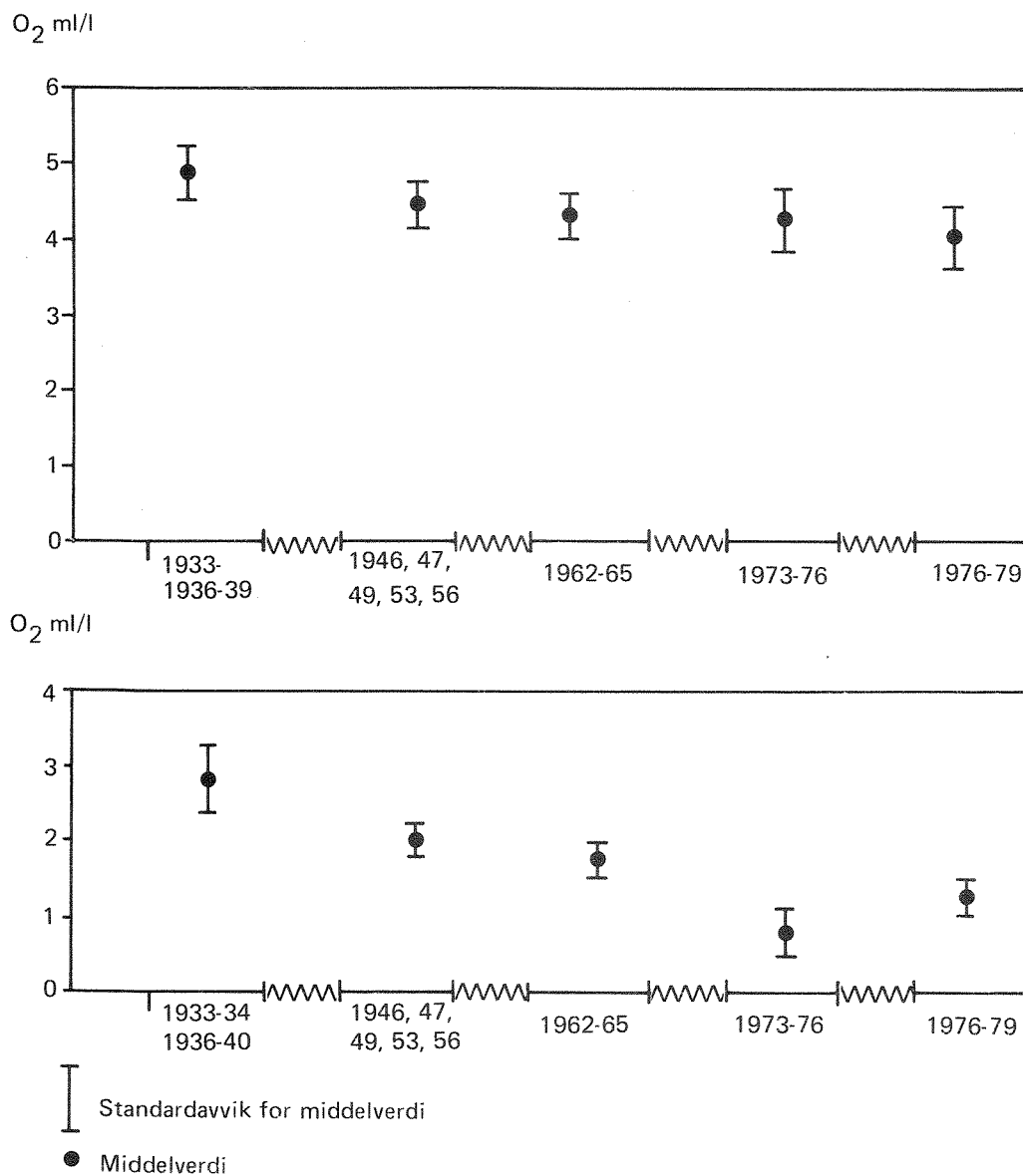


Fig. 16. Midlere oksygenkonsentrasjon (ml/l) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (stasjon DK1, Steilene) i mai og oktober måned beregnet for 5 perioder hvorav 1976 inngår i de to siste. Data fra Braarud (1937), Dannevig (1945), Beyer og Føyn (1951), Statens Biologiske Stasjon Flødevigen og NIVA.

Konklusjonen fra tidligere år gjelder fortsatt for indre Oslofjord. Vannutskiftningen (tabell 5) har ikke blitt dårligere på 70-tallet, og trolig er det ingen større forskjell fra tidligere perioder da oksygeninnholdet i mai ikke er signifikant forskjellig (fig. 16). Hvis vi ser bort fra klimaeffekter, viser observasjonene at kloakktilførselen fortsatt er tilstrekkelig stor for dannelse av hydrogensulfid også i Vestfjorden i år med dårlig vannutskiftning.

2.5 Hydrokjemiske observasjoner 1933-1979

Figurene 17 og 18 viser utviklingen av noen hydrokjemiske parametre i Vestfjordens dypvann. Fosfatkonsentrasjonen ved Langaara (FL1) (fig. 17) viser en klar økning fra perioden 1962-70 til perioden 1973-79. Likevel er enkelte høye registreringer på 70-tallet ikke unike (hvis vi sammenligner med året 1946). Utviklingen under 1970-tallet (fig. 18) er også vist for Steilene (DK1). Parallelt med et svakt økende oksygeninnhold på slutten av tiåret avtar fosforinnholdet noe, spesielt de oppmålte maksimale høstkonsentrasjonene. Samtidig er nitrogenkonsentrasjonen mer eller mindre konstant, og derved øker totalnitrogen-totalfosfor-forholdet (mol/mol).

Observasjonene viser omvendt tendens sammenlignet med oksygenobservasjonene dvs. 70-tallet markerer seg med et høyere konsentrasjonsnivå av fosfor i dypvannet enn tidligere og maksimalkonsentrasjonene på høsten har avtatt. Det er helt naturlig at fosfat- og oksygenkonsentrasjonene følges på denne måten da parametrene er avhengige av hverandre. En reell forbedring av fjorden skal gi utslag i lavere fosfor- og høyere oksygenkonsentrasjoner.

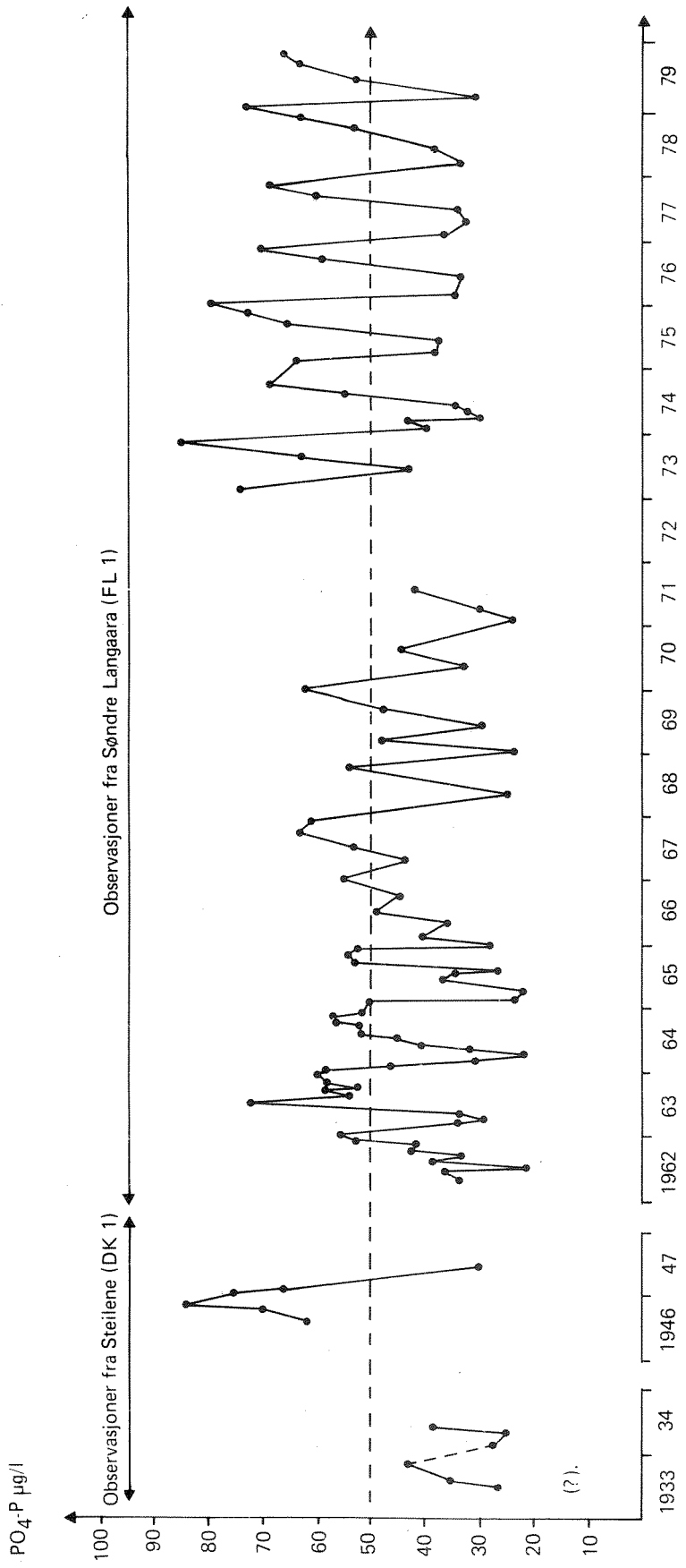


Fig. 17. Ortofosfatvariasjonen (µg/l) på 75-80 meters dyp i Vestfjorden (stasjon DK1 og FL1).

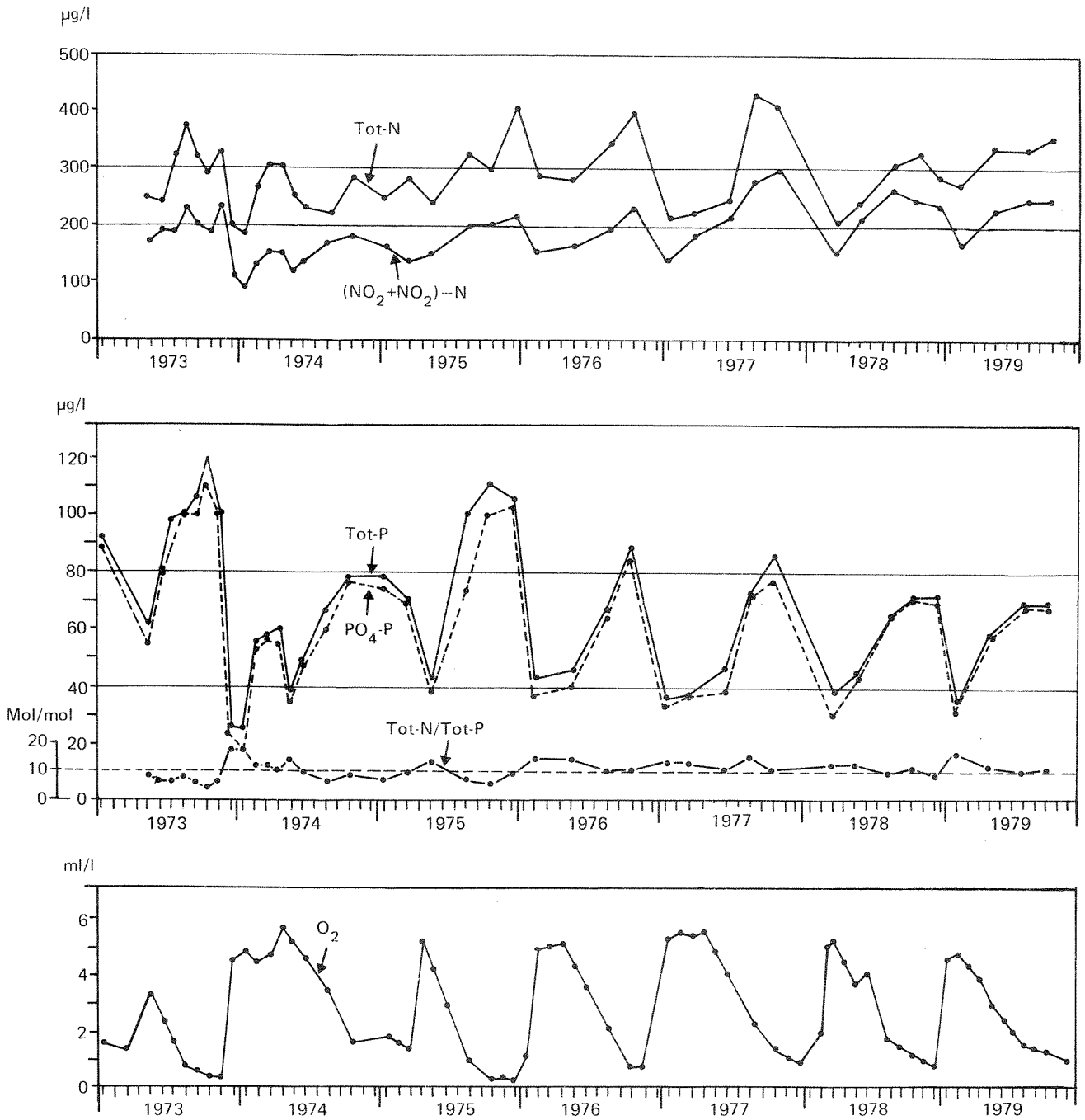


Fig. 18. Variasjonen av total nitrogen, nitrat og nitritt, total fosfor, ortofosfat ($\mu\text{g/l}$) og forholdet total nitrogen / total fosfor (mol/mol), samt oksygeninnholdet (ml/l) i Vestfjorden (DK1) på 80 meters dyp 1973-79.

3. OVERFLATEVANNETS KVALITET BEDØMT VED SIKTEDYP OG KLOROFYLL

3.1 Utviklingen i 1979

Figurene 19, 20, 21 og 22 viser observasjoner av klorofyll a og siktedyp i Bunnefjorden (EP1), Vestfjorden (Steilene - DK1), Lysakerfjorden (BN1) og Havnebassenget (AP2). Utviklingen av overflatevannets klorofyllinnhold gjennom året i et lengdesnitt fra Vestfjorden til Bunnefjorden er også fremstilt i figur 23.

I januar 1979 var det lite alger i Bunnefjorden og Vestfjorden som fremgår av de lave klorofyll-verdiene (2,4 µg klorofyll a/l). Siktedypet i Vestfjorden var 11 m. I havnebassenget var det imidlertid vesentlig mer alger (8,9 µg klorofyll a/l).

Våroppblomstringen begynte i Vestfjorden allerede i midten av februar. Ved toktet 19-20 februar var klorofyllinnholdet 26 µg/l. På dette tidspunkt hadde overflatevannet høy saltholdighet (30,6%). Temperaturen ved overflaten var -0,7°C. Klorofyllinnholdet avtok innover i fjorden og var ca. 4 µg/l i Havnebassenget og Bunnefjorden. Våroppblomstringen viste seg som et minimum i siktedypet i Lysakerfjorden i februar (3,5 m).

Etter våroppblomstringen fulgte en periode med meget lave klorofyllverdier i mars og april. Ved toktet 23. mars ble det registrert bare 0,4 µg klorofyll a/l på stasjonene i Vestfjorden, Lysakerfjorden og Havnebassenget, samtidig som siktedypet var forholdsvis stort. I Bunnefjorden hvor overflatevannet p.g.a. smeltevannstilførsel hadde meget lav saltholdighet var klorofyllinnholdet noe høyere (1,7 µg/l).

Perioden med små algemengder og forholdsvis klart vann ser ut til å ha fortsatt helt til slutten av mai, men observasjonsfrekvensen i dette tidsrommet var ikke høy nok til at kortvarige mindre oppblomstringer kan utelukkes. Siktedypsobservasjonene i denne perioden var 6,5-10 m i Vestfjorden.

Det vanlige sommer-bildet med størst algetetthet i de nordligste delene av fjorden begynte å etablere seg i april. I havnebassenget ble det

Bunnefjorden (EP1)

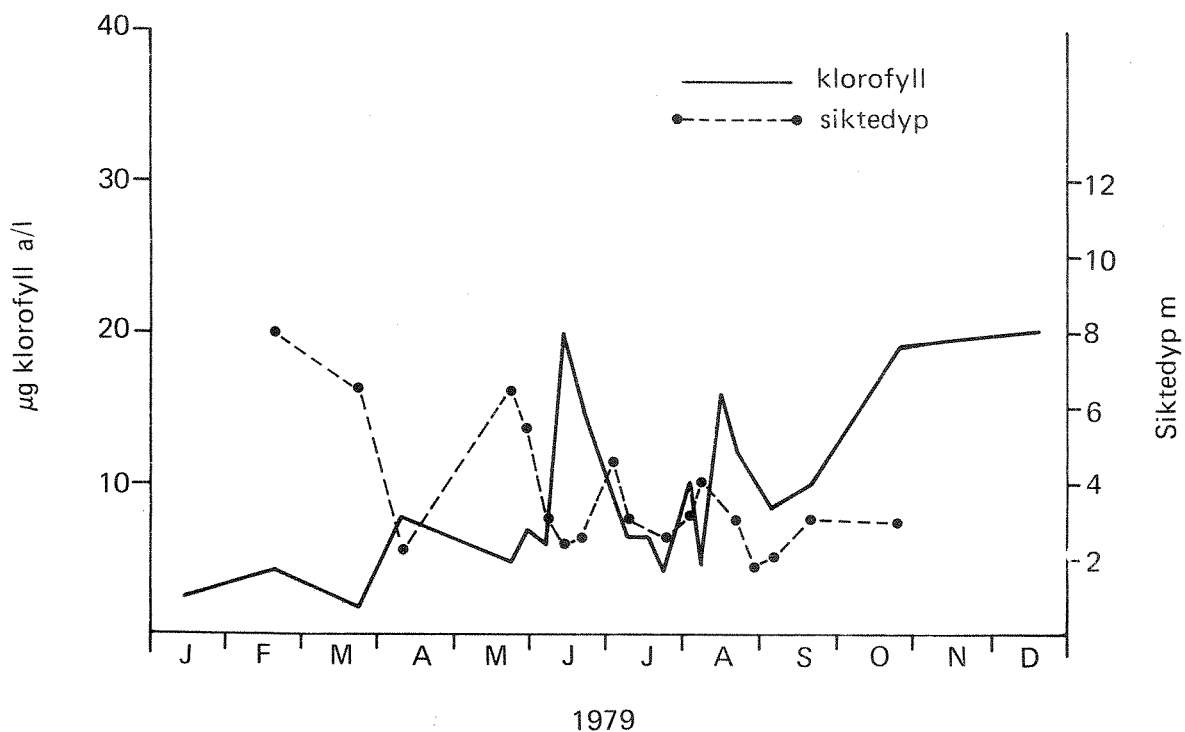


Fig. 19. Klorofyll a i 0-2 meters dyp og siktedyp i Bunnefjorden (EP1) 1979.

Steilene (DK1)

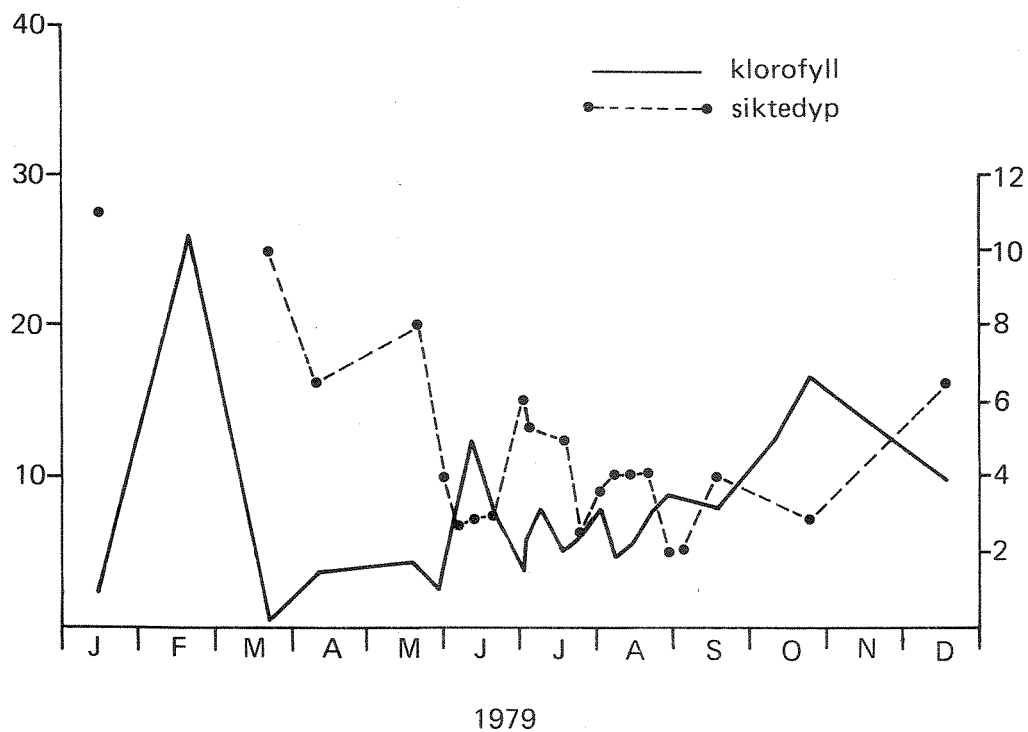


Fig. 20. Klorofyll a i 0-2 meters dyp og siktedyp i Vestfjorden (DK1) 1979.

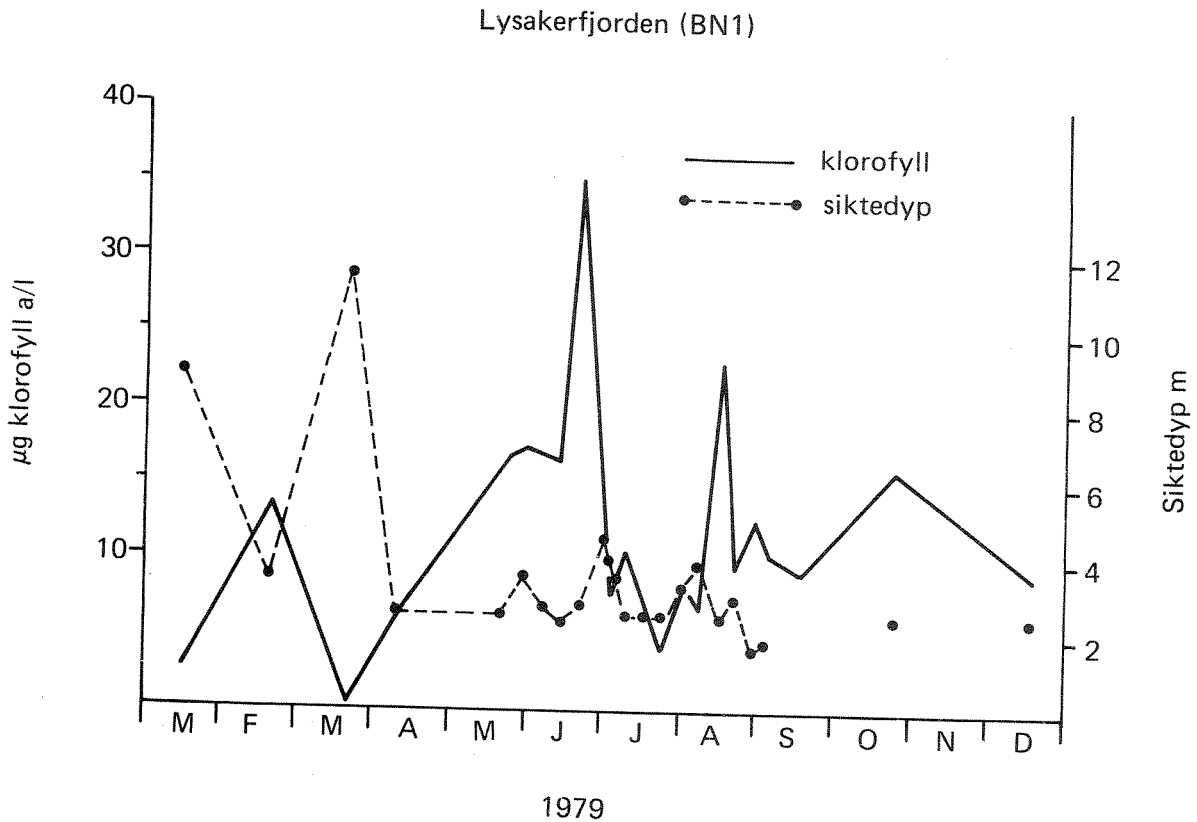


Fig. 21. Klorofyll a i 0-2 meters dyp og siktedyb i Lysakerfjorden (BN1) 1979.

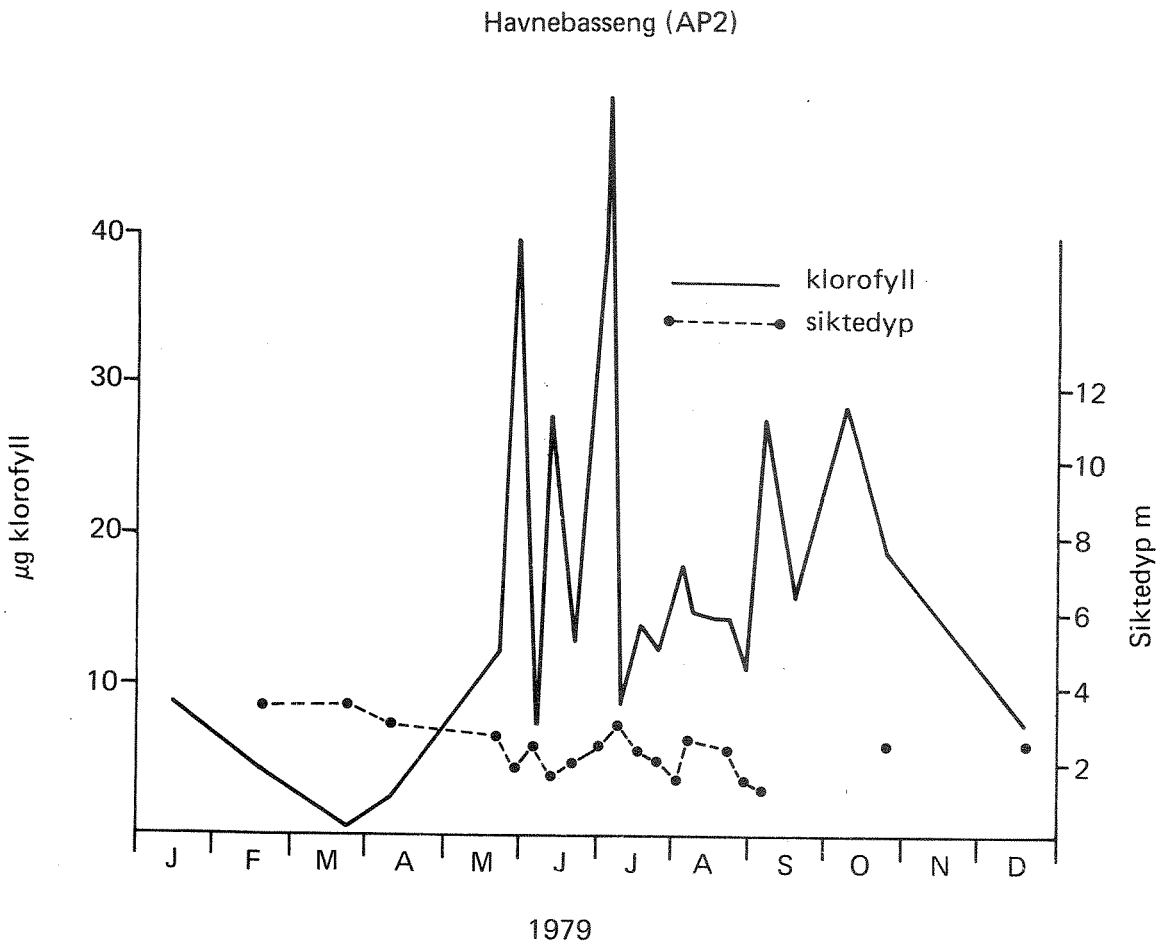


Fig. 22. Klorofyll a i 0-2 meters dyp og siktedyb i Havnebasseng (AP2) 1979.

registrert flere topper i klorofyllkonsentrasjonen i løpet av sommeren (39 µg/l 29. mai, 28 µg/l 12. juni, 48 µg/l 3. juli og 28 µg/l 4. september). Siktedypet varierte mellom 1.3 og 3.0. I Lysakerfjorden ble maksima i algemengde, målt som klorofyll, registrert på tildels andre tidspunkt enn i Havnebassenget. De høyeste observasjonene var 35 µg/l 20. juni og 23 µg klorofyll a/l 16. august. Siktedypet var gjennomgående noe høyere enn i havnebassenget (1.6 - 4.5 m).

Klorofyllinnholdet i Vestfjorden var mesteparten av sommeren mellom 5 og 10 µg/l med 12 µg/l den 12. juni som den høyeste observasjonen. Siktedypet var i denne perioden 2-6 m. Det største siktedypet ble registrert 2. juli og det laveste i overgangen august-september.

I Bunnefjorden (EP1) var klorofyllinnholdet på sommeren mere varierende og som oftest høyere enn i Vestfjorden. De høyeste verdiene ble funnet i midten av juni (20 µg/l den 12. juni) og i midten av august (16 µg/l den 16. august). I juli var klorofyllinnholdet 4-8 µg/l. Siktedypet varierte mellom 1.8 og 4.5 m. Det minste siktedypet ble registrert i overgangen august-september, dvs. samtidig som på stasjonene i Vestfjorden, Lysakerfjorden og Havnebassenget.

Ut over høsten ble klorofyllinnholdet i indre Oslofjord mere utjevnet ved at konsentrasjonen i Vestfjorden økte i oktober. Ved toktet den 25. oktober var klorofyllinnholdet på de fire hovedstasjonene i Vestfjorden, Lysakerfjorden, Havnebassenget og Bunnefjorden mellom 16 og 19 µg/l. Siktedypene lå fortsatt på omtrent samme nivåer som i sommerperioden.

I den siste delen av året er observasjonene for å få til at utviklingen av overflatevannets algeinnhold kan beskrives, men ved toktet 18. desember ble det funnet forholdsvis høye klorofyllkonsentrasjoner, særlig i Bunnefjorden hvor det var 20 µg/l. Siktedypet i Vestfjorden økte fra 2.9 m i oktober til 6.5 m i desember, men var da fortsatt lavere enn i januar. I Lysakerfjorden og Havnebassenget var siktedypene bare 2.5 m ved toktet 18. desember.

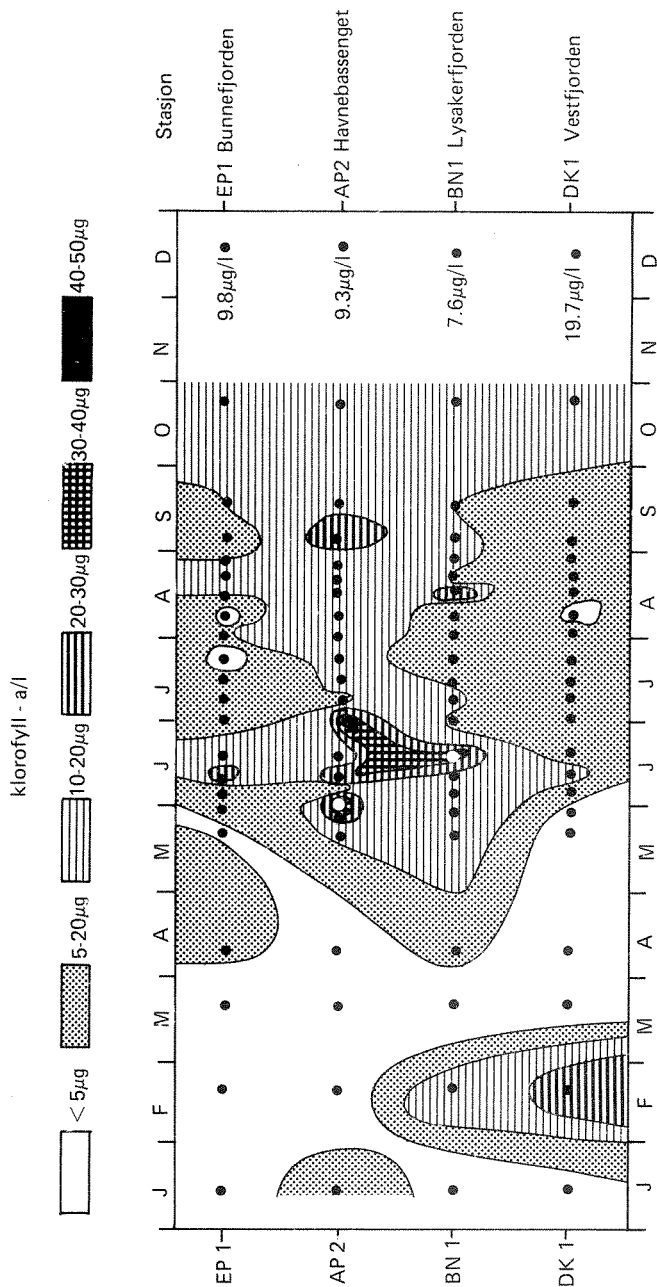


Fig. 23. Klorofyll a i 0-2 meters dyp fremstilt som variasjon over tid for fire stasjoner i indre Oslofjord 1979. Den vertikale skalaen er ikke geografisk korrekt.

3. 2 Sammenligning med tidligere år

Registrerte siktedyp i 1979 er i figur 24 og 25 sammenlignet med tidligere observasjoner i perioden 1936-40 og 1962-67 i Vestfjorden (stasjon DK 1) og Bunnefjorden (stasjon EP 1). Siktedypsregistreringene i 1979 avviker fra det vanlige variasjonsmønsteret i perioden mars-mai hvor siktedypet i 1979 var større enn normalt.

I tabell 6 er daglig gjennomsnittlig klorofyllmengde og siktedyp for de fire hovedstasjonene i perioden 20. juni - 29. august vist. (Daglige gjennomsnittsverdier er beregnet ved å ta gjennomsnittet av to tokt etter hverandre og multiplisere med antall dager mellom toktene, legge sammen disse tallene for hele perioden og dividere med antall dager i perioden.)

Sammenlignet med foregående år var gjennomsnittsverdiene for klorofyll høyere og for siktedyp lavere sommeren 1979. Dette tyder på at algemengden sommeren 1979 var noe høyere enn i 1978. Forholdet mellom de ulike delene av fjorden var imidlertid ganske likt disse to årene. Klorofyllinnholdet var 2.6 ganger høyere i Havnebassenget (AP2) enn i Vestfjorden. I 1978 var forholdet 2.8. I Bunnefjorden var klorofyllinnholdet noe høyere enn i Vestfjorden.

Tabell 6 . Daglig gjennomsnittsverdier for klorofyll og siktedyp fra 20. juni til 29. august 1979.

		Klorofyll a ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Siktedyp (m)
Vestfjorden	(DK1)	6.36	3.95
Bunnefjorden	(EP1)	8.79	3.01
Lysakerfjorden	(BN1)	12.06	2.98
Havnebassenget	(AP2)	16.60	2.15

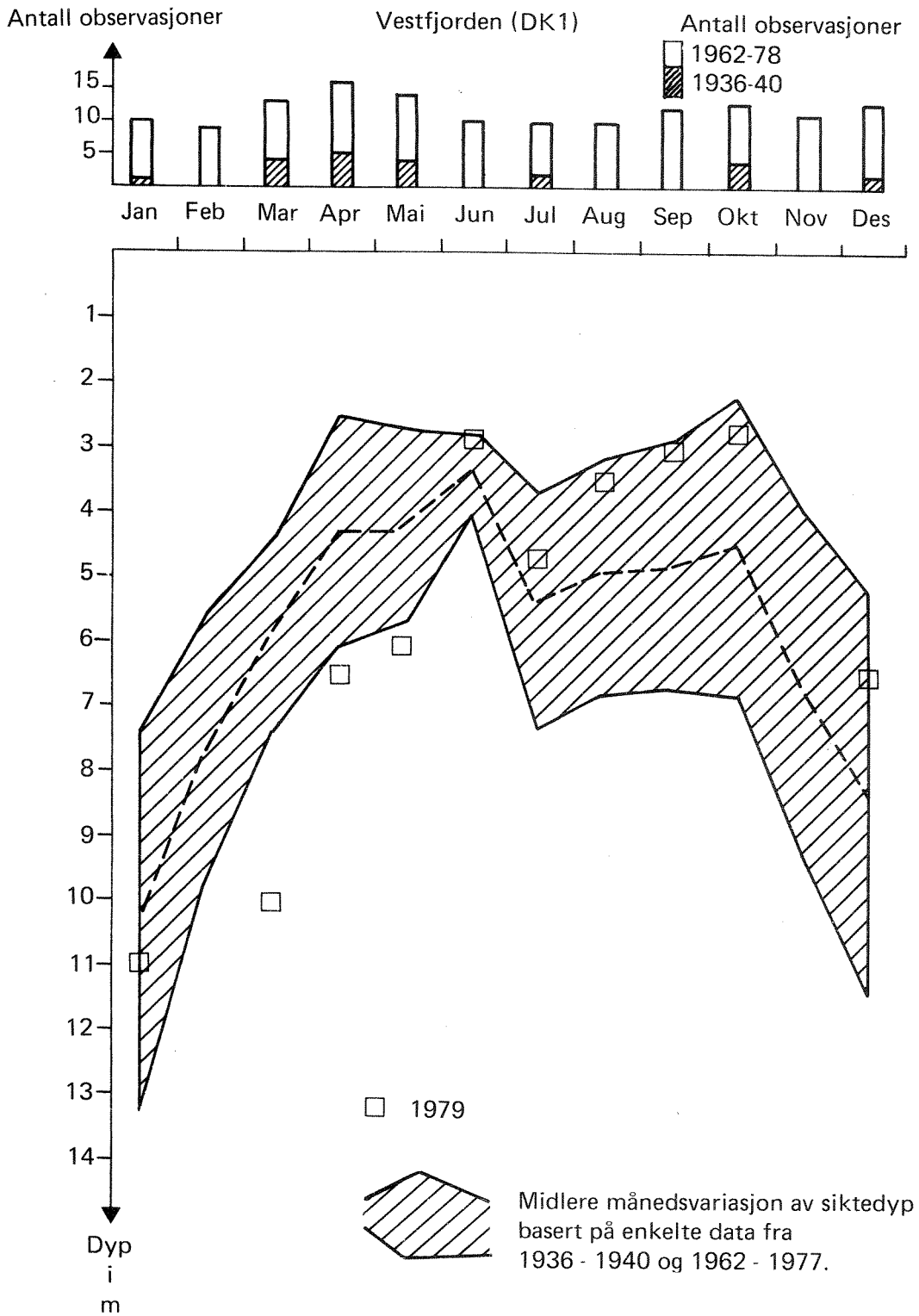


Fig. 24. Siktedyp i Vestfjorden (DK1) 1979 sammenlignet med tidligere observasjoner.

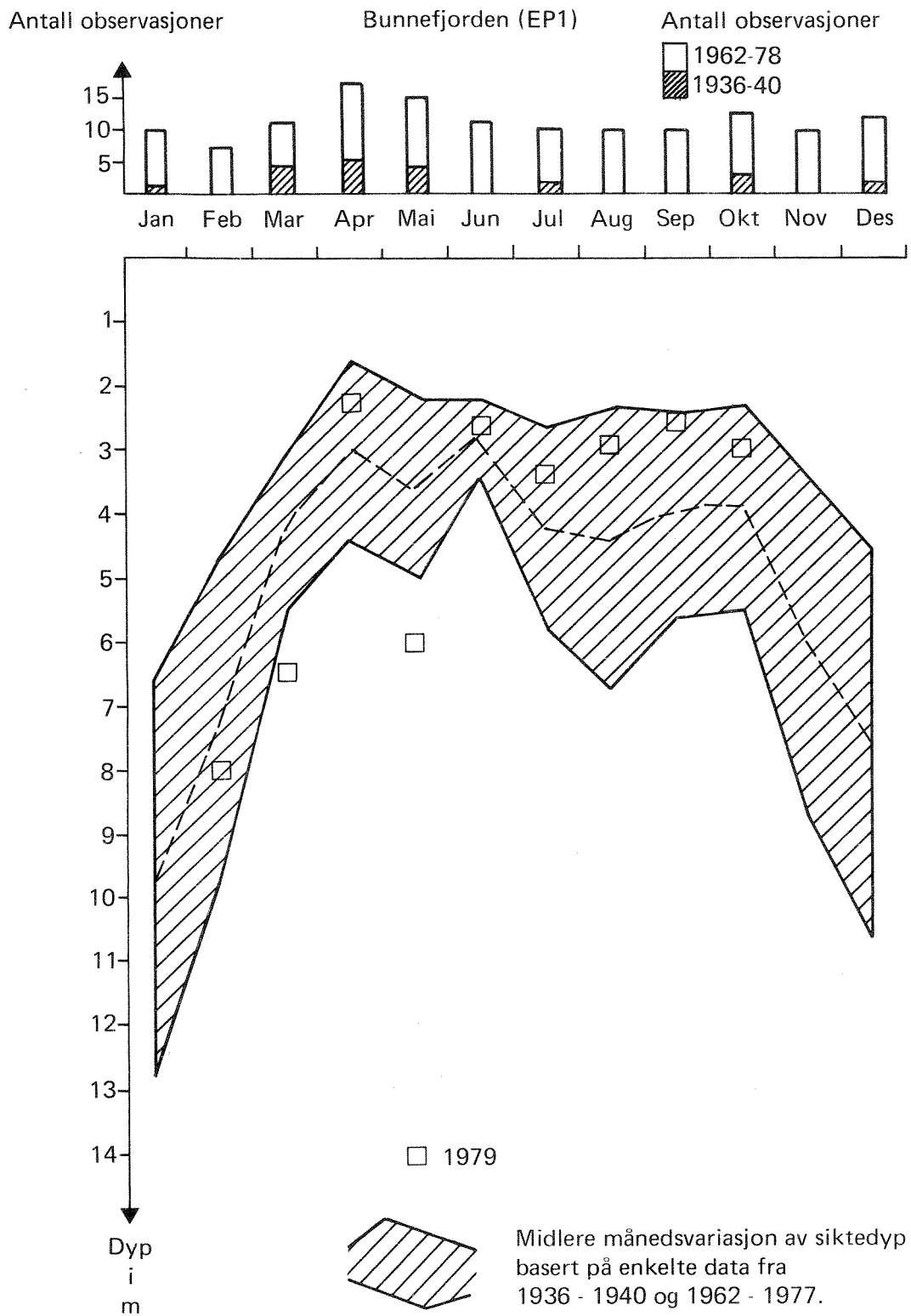


Fig. 25. Siktedyb i Bunnefjorden (EP1) sammenlignet med tidligere observasjoner.

4. PLANKTONALGER I OVERFLATEVANNET

Vannfarge og siktedyp i overflatevannet i Oslofjorden er for en stor del bestemt av størrelsen av planktonalgebestanden. I de senere år har fjorden vært preget av meget store bestander, tidvis med tydelig og karakteristisk misfarging, spesielt om sommeren og høsten. Slike oppblomstringer er beskrevet blant annet i 1974-årsrapporten (NIVA, 1976) og av Tangen (1979, 1980).

Undersøkelsene i 1979 var betydelig utvidet i forhold til de foregående år. Motivasjonen for dette var at man ønsket å få en oversikt over vekslingene i artssammensetningen og varigheten av de enkelte oppblomstringer om sommeren og høsten. Ukentlige prøver fra fire stasjoner i indre fjord fra perioden mai-september og månedlige prøveserier fra resten av året er bearbejdet kvantitativt. Utførlige analyseresultater foreligger i tabellform. Endel hovedtrekk fra resultatene er gjengitt nedenfor.

4.1 Totalbestanden

Størrelsen av totalbestanden gjennom året er vist i fig. 26 Bortsett fra en kortere periode i mars-april etter våroppblomstringen var overflatevannet preget av meget store algebestander. I likhet med 1978 var det en massiv oppblomstring i indre fjord i første halvdel av mai av dinoflagellaten *Katodinium rotundatum*. Også i 1980 har man observert en tilsvarende masseforekomst av denne arten. I 1960-årene ble denne perioden regnet med i planktonalgenes "vårminimum" (Braarud & Nygaard, 1967). De tidlige sommeroppblomstringene ser således nå ut til å opptre tidligere enn før, med et tilsvarende kortere "vårminimum".

Resten av året var en sammenhengende serie av oppblomstringer. Disse omfattet både diatoméer, dinoflagellater og forskjellige andre flagellater. Forholdene i august og september er utførlig rapportert av Tangen (1980). Nye trekk ved planktonforholdene i Oslofjorden var oppblomstringer senhøstes av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* og en vinteroppblomstring ved juletider av diatoméen *Skeletonema costatum*.

Emiliana huxleyi er kjent fra en rekke tidligere oppblomstringer i Oslofjorden, og alle tilfeller av misfarget grønnblakket overflatevann som er rapportert

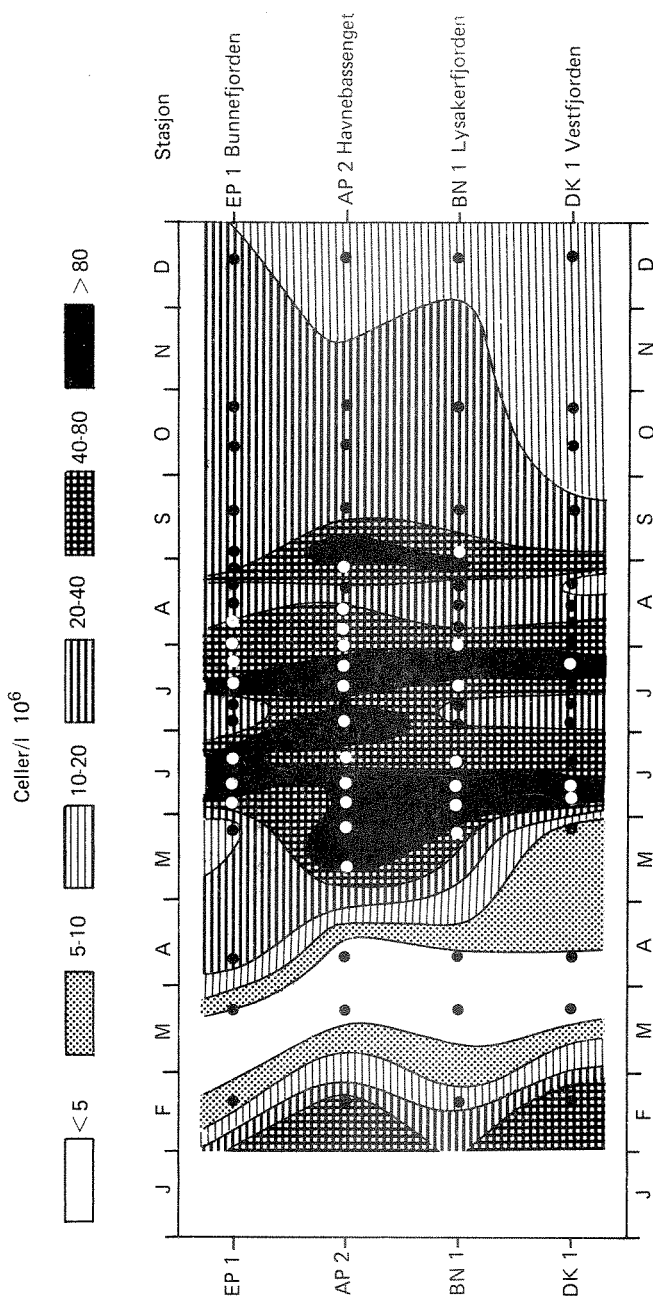


Fig. 26. Fordelingen gjennom 1979 av planktonalger, på fire stasjoner i Indre Oslofjord. Cellekonsentrasjoner gjelder totalbestanden i integralprøver fra 0-2 m dyp. Den vertikale skalaen er ikke geografisk korrekt.

i de senere år har skyldtes denne arten. Alle tidligere oppblomstringer har vært begrenset til sommeren. I 1979 ble det observert store mengder av *E. huxleyi* og misfarget vann i Bunnefjorden og Lysakerfjorden i slutten av august, og ytterligere en oppblomstring så sent som i slutten av oktober omfattet hele indre fjord og Drøbaksundet.

Skeletonema costatum hadde masseforekomst i slutten av februar, i mai-juni, i slutten av juli og i midten av desember og kan kanskje betegnes som den vanligste planktonalgen i Oslofjorden i 1979. Oppblomstringen i desember var bemerkelsesverdig siden det aldri har vært rapportert algeoppblomstringer i Oslofjorden på den tiden av året. Perioden november-januar vil vanligvis være en ugunstig tid for planktonalgevekst i våre farvann på grunn av dårlige lysforhold og dårlig sjiktning av overflatevannet, selv om det oftest vil være nok næring i overflaten til å underholde betydelige algebestander. I desember 1979 synes det å ha vært så gode værforhold i begynnelsen av måneden at overflatevannet ble lagdelt (se fig. 6) slik at det var betingelser for en algeoppblomstring i et tynt overflatelag.

Alt i alt synes resultatene fra 1979 å tyde på at minimumsperiodene for planktonalgevekst har vært uvanlig kortvarige i dette året. Det er ikke klarlagt hvorvidt dette skyldes uvanlige meteorologiske og hydrografiske forhold, eller om dette er et tegn på øket eutrofiering av fjorden.

Fig. 26 viser, i likhet med klorofyllanalysene (Fig. 23), at toalbestanden av planktonalger overveiende har vært størst på stasjonene nærmest Oslo by (AP-2 og BN-1) i sommer-høst-perioden. Imidlertid har det vært store bestander (> 10 mill. celler pr. liter) også i Bunnefjorden (EP1) og Vestfjorden (DK1) gjennom det meste av året.

Tabell 7. Maksimumsbestander av kvantitativt viktige arter/taxa.

Art	Celler/1 · 10 ⁶	Lokalitet	Dato
Diatomeer			
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	24	BN-1	29. mai
<i>Chaetoceros radians</i>	9.0	AP-2	10. oktober
<i>Leptocylindrus danicus</i>	13	BL-4	16. august
<i>Skeletonema costatum</i>	114	AP-2	29. mai
<i>Thalassiosira cf. angulata</i>	1.8	BN-1	25. oktober
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	21	AP-2	3. juli
Dinoflagellater			
<i>Gonyaulax excavata</i>	1.7	Langvikbukt	29. mai
<i>Gyrodinium galatheanum</i>	6.4	BN-1	9. juli
<i>Heterocapsa triquetra</i>	2.5	Frognerk.	4. september
<i>Katodinium rotundatum</i>	593	Hovedøya	16. mai
<i>Prorocentrum micans</i>	3.4	Bestumk.	11. september
<i>Prorocentrum minimum</i>	3.2	BN-1	28. august
Andre grupper			
<i>Emiliana huxleyi</i>	68	BN-1	28. august
<i>Cf. Syracosphaera epigrosa</i>	1.4	BN-1	4. september
<i>Apedinella spinifera</i>	1.0	AP-2	4. september
<i>Calycomonas gracilis</i>	5.9	EP-1	20. juni
<i>Calycomonas ovalis</i>	2.4	AP-2	17. juli
Ubest. Craspedophyceae	28	AP-2	29. mai
<i>Pyramimonas</i> sp.	4.8	Frognerk.	15. august
Ubest. Cryptophyceae	5.0	DK-1	8. august
Ubest. μ -alger	168	AP-2	12. juni

4.2 Artssammensetningen

I det bearbejdede materialet er det ca. 45 arter som har vært ført opp som "dominerende" art, dvs. kvantitativt viktig art i en eller flere prøver. De viktigste av disse er ført opp i Tabell 7. μ -alger var den tallmessig viktigste gruppen om sommeren og høsten og en viktig komponent også om vinteren. Dette er svært små (< 5 μ m) organismer som ikke lar seg identifisere i fikserte prøver. På grunn av den beskjedne størrelsen bidrar imidlertid denne gruppen forholdsvis lite til totalbiomassen av planktonalger. Dette gjelder også arter som er ført opp under "Andre grupper" i Tabell 7; dette er gjennomgående små organismer. Noen av disse artene (*Calycomonas gracilis*, *Calycomonas ovalis*, "Ubestemte Craspedophyceae" og endel "Ubestemte Cryptophyceae") er heterotrofe organismer som ikke inneholder klorofyll og derfor ikke bidrar til primærproduksjonen i fjorden.

4.3 Giftige planktonalger

Et viktig trekk ved planktonforholdene i Oslofjorden i 1979 var den store forekomsten av giftige dinoflagellater. Begge de to giftige artene som er kjent fra norske farvann, *Gonyaulax excavata* og *Prorocentrum minimum*, opptrådte i indre fjord om sommeren, *P. minimum* også utover høsten. Dette er organismer som hører til næringsgrunnlaget for blant annet skjell (muslinger), og giftstoffer fra begge arter kan akkumuleres i store mengder i de spiselige delene av skjell.

De mange meldinger fra forsommeren 1979 om dødelig giftige blåskjell i Oslofjorden skyldtes *Gonyaulax excavata*. Underdal & al. (1980) har publisert alarmerende høye giftverdier i blåskjell fra indre fjord i mai-juni. Imidlertid ble det ikke rapportert forgiftninger herfra. På Vestlandet (ved Bergen) ble det registrert alvorlige forgiftninger fra samme periode, men heldigvis uten dødsfall. De sist kjente dødsfall i Oslo på grunn av blåskjellforgiftning er fra 1901.

Prorocentrum minimum har ikke vært rapportert fra norske farvann før 1979. En massiv oppblomstring av denne arten i ytre Oslofjord høsten 1979 er utførlig beskrevet av Tangen (1979, 1980). I Japan der denne arten er skyld i flere hundre dødsfall, er det påvist to giftstoffer (venerupin) fra *P. minimum*. Disse giftstoffene adskiller seg fra de paralytiske giftene (PSP-"mytilotoksin") som produseres av *Gonyaulax excavata*, både hva angår kjemisk sammensetning og forgiftningssymptomer. Mens PSP er rasktvirkende nervegifter, er virkningen av venerupin forsinket i opptil flere dager; venerupin forårsaker nedbrytning av nyre- og lever-vev, i lettere tilfeller er symptomene oppkast og diarré og annet ubehag. Slike milde forgiftninger vil antagelig ikke bli registrert som blåskjellforgiftning, og det ble heller ikke rapportert slike tilfeller under oppblomstringen av *P. minimum*. En omfattende forgiftningsepedemi blant deltakerne i et årsmøte noe senere på høsten kan skyldes venerupin i blåskjell fra Sørlandet. Imidlertid har *P. minimum* vært påvist mange steder, f.eks. i Nederland, uten at det samtidig har vært påvist giftige skjell. Ved Institutt for næringsmiddelhygiene, Norges Landbrukshøgskole, ble to blåskjellprøver fra Hvaler testet med henblikk på PSP og venerupin, men med negativt resultat (Yndestad & Roset, 1980). Blåskjellprøvene var innsamlet fra rødfarget vann, dog uten at man kan si at misfargingen skyldes *P. minimum* eller *G. excavata*.

G. excavata forekommer regelmessig i våre farvann. I Oslofjorden finnes de største mengdene om våren og sommeren (mai-juli), men arten er tilstede hele året, dog oftest i beskjedne mengder om høsten og vinteren. Hvilesporer finnes i bunnsedimentet hele året og kan gi opphav til oppblomstringer når forholdene er gunstige. Imidlertid har man inntil 1979 kunnet betrakte høsten og vinteren som ufarlige årstider hva angår blåskjellforgiftning i Oslofjorden. Det forhold at *P. minimum* er registrert som et nytt element i fjordens flora, bør tilsi at man skal være forsiktig med å høste muslinger, f.eks. blåskjell, til konsum også om høsten. Det er åpenbart at dette forringer Oslofjordens verdi som rekreasjonsområde.

Fig.27 viser forekomsten av *G. excavata* og *P. minimum* i indre fjord i 1979. Det man kan merke seg er at forholdsvis små mengder *G. excavata* (10.000 - 200.000 celler pr. liter) medførte meget høye giftverdier (PSP) i blåskjell. Lokalt, f.eks. i Langvikbukta på Bygdøy, ble det imidlertid observert store bestander i slutten av mai (inntil 1.7 mill. celler pr. liter). Fra et helsemessig synspunkt er det grunn til å anbefale at det settes inn overvåkning av PSP og venerupin i matskjell i Oslofjorden i hele perioden april-oktober, eventuelt en fortløpende overvåkning av planteplanktonet for å registrere når de to aktuelle artene opptrer i fjorden.

Et lyspunkt i dette dystre bildet er at fisk ikke ser ut til å akkumulere PSP eller venerupin selv om det er store bestander av *G. excavata* eller *P. minimum* tilstede i planktonet.

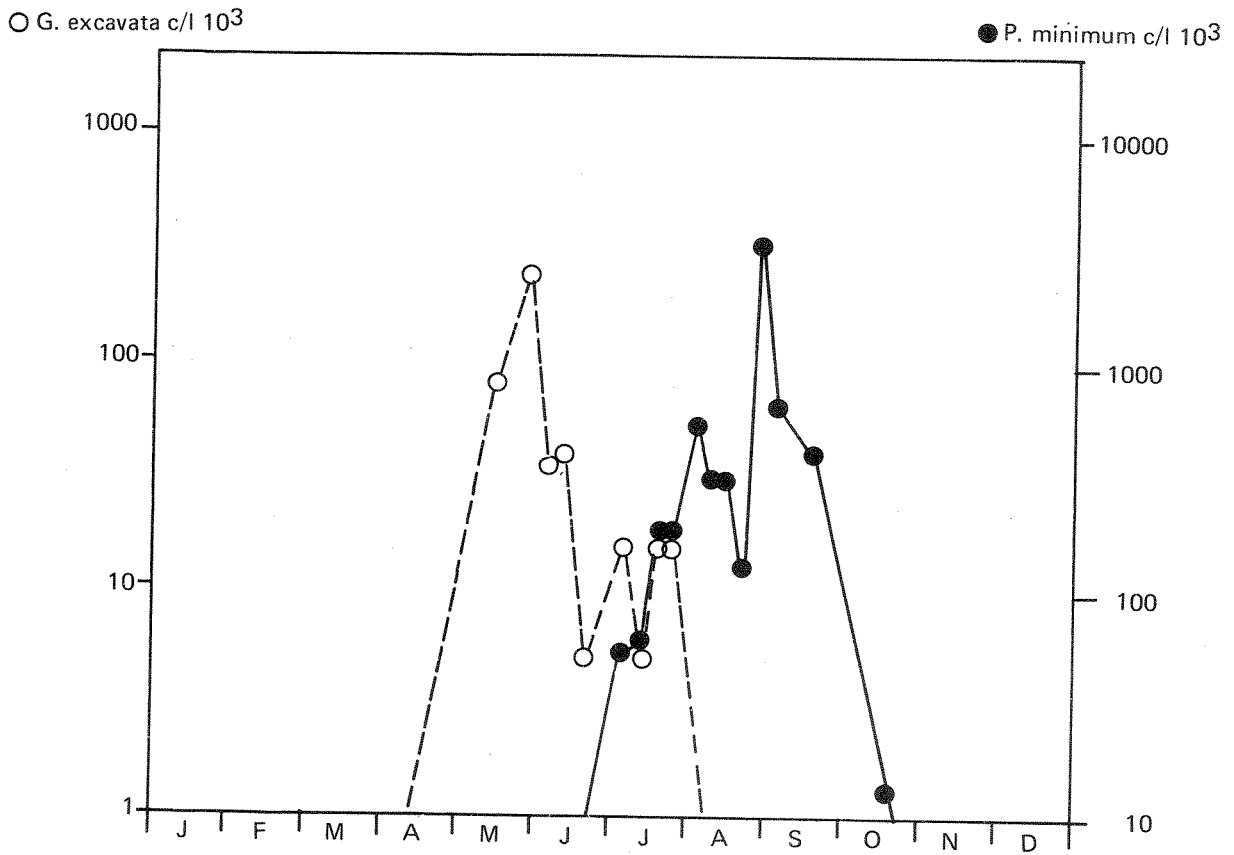


Fig. 27. Maksimumskonsentrasjoner av *Gonyaulax excavata* og *Prorocentrum minimum* i integralprøver (0-2 m dyp) fra AP2, BN1, EP1 eller DK1 gjennom 1979.

5. SAMFUNNENE AV FASTSITTENDE ALGER

I indre Oslofjord er det observert en endring i algesamfunnene i form av forskyvning av utbredelsesgrenser og reduksjon av artsantallet. Dette må antas å være en indirekte effekt av forurensningssituasjonen (endringer i lysforhold og vannkjemi) som påvirker konkurranseforholdene. For å følge den videre utviklingen har ca. 120 stasjoner blitt observert med start i 1974. Undersøkelsene i 1979 har stort sett fulgt samme mønster som i de tidligere år.

Resultatene fra denne undersøkelse skulle kun presenteres hvis spesielle forhold ble avslørt i 1979.

Ingen spesielle avvikende observasjoner ble gjort, og derfor vil resultatene presenteres i kommende rapporter.

6. REFERANSER

Beyer, F. & Føyn, E., 1951:

Surstoffmangel i Oslofjorden. En kritisk situasjon for fjordens dyrebestand. *Naturen* 75 (10): 289-306.

Braarud, T. & Nygaard, I., 1967:

Fytoplankton. I. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. 1. Undersøkelsen 1962-1965. Norsk Institutt for Vannforskning, 4, 1-171.

Braarud, T. & Ruud, J.T., 1937:

The hydrographic conditions and aeration of the Oslofjord 1933-34. *Hvalråd. Skr.*, 15: 1-56.

Dahl, F-E., 1979:

Oslofjordens hydrografi nr. 5-8 1979. Institutt for Geofysikk. Universitetet i Oslo. Notat.

Dannevig, A., 1945:

Undersøkelser i Oslofjorden 1936-50. Fiskeridirektoratets skrifter s. havundersøkelser. Vol. VIII No. 4.

NIVA, 1976:

Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkningsprogram. Årsrapport 1974. Bokn, T., Källqvist, T. & Magnusson, J. O-160/71. 1-165.

NIVA, 1977:

Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingsprogram. Årsrapport 1975-76. Bokn, T., Kirkerud, L., Krogh, T., Magnusson, J., Nilsen, G. O-160/71.

NIVA, 1978:

Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord, Overvåkingsprogram. Årsrapport 1977. Bokn, T., Kirkerud, L., Magnusson, J. og Nilsen, G. O-160/71.

Tangen, K., 1979:

Dinoflagellate blooms in Norwegian waters. 1: Toxic dinoflagellate blooms (Taylor, D.L. & Seliger, H.H., red.), 179-182.

Elsevier/North Holland, New York.

Tangen, K., 1979:

Dinoflagellatoppblomstringer i Oslofjordområdet i august-september 1979. Norsk Institutt for Vannforskning. O-160/71. 1-19.

Tangen, K., 1980:

Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. Blyttia, 38, 145-158.

Underdal, B., Yndestad, M., Olberg, I.H. & Sørli, G.A., 1980:

Mytilotoxin in mussels (*Mytilus edulis* L.) from different localities in Norway. Sarsia, 65, 53-56.

Yndestad, M. & Roset, O., 1980:

Toksikologiske undersøkelser i forbindelse med oppblomstring av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* i august-september 1979.

Fagrådet for kloakksamarbeide i Indre Oslofjord. Årsberetning 1979, 58-59.