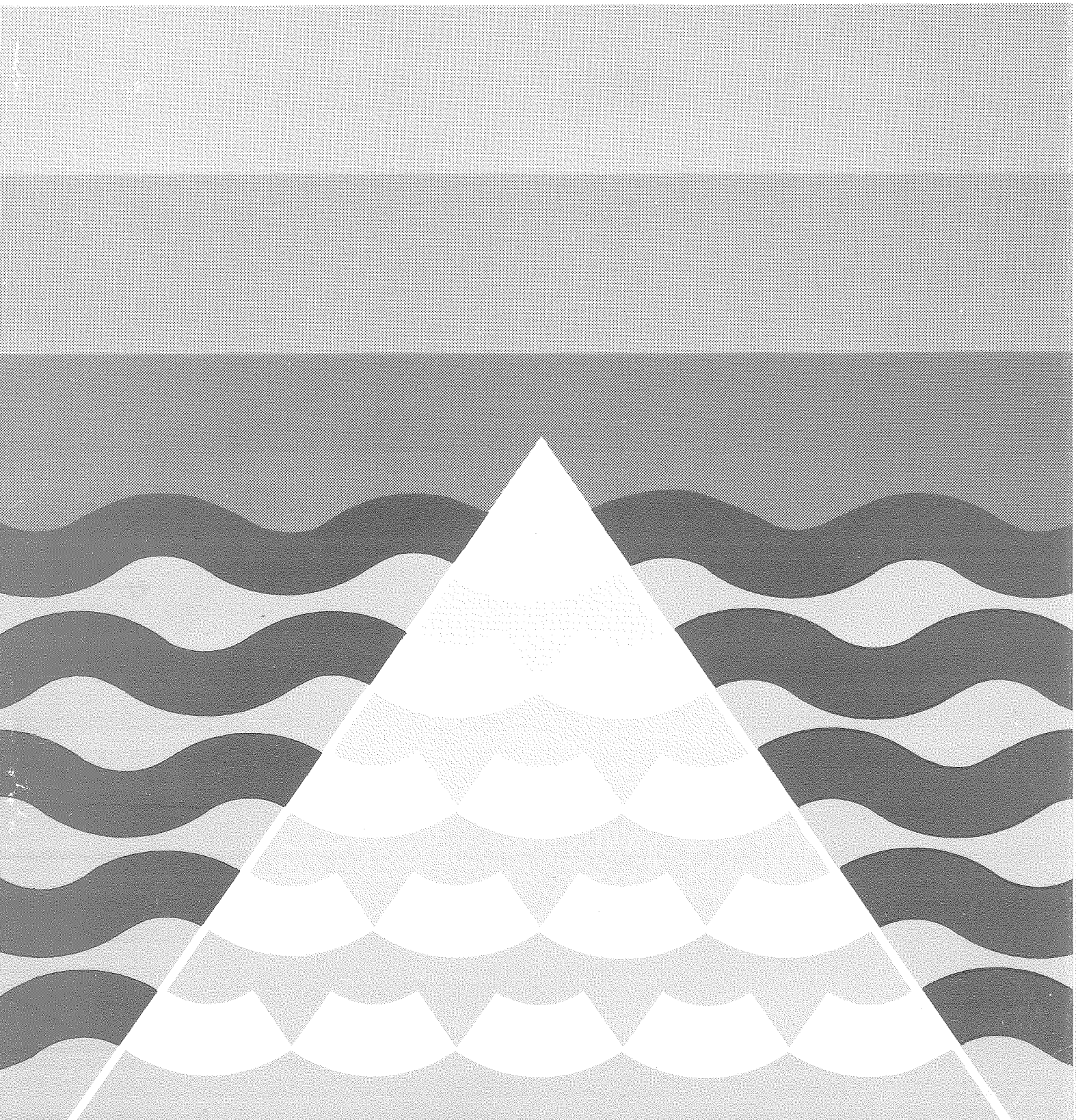


SERIE B
1978 Nr. 5

FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1978 Nr. 5

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

PRIMÆRPRODUKSJONEN OG PLANTEPLANKTONBESTANDEN
I OMRÅDET ANDØYA - NORDKAPP I 1975

Av

FRANCISCO REY OG GRIM BERGE
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Boks 1870-72, 5011 Bergen-Nordnes

Redaktør
Erling Bratberg

November 1978

INNLEDNING

De grunnleggende undersøkelsene Havforskningsinstituttet foretok ved Finnmarkskysten mellom Andøya og Nordkapp i 1975, hadde som formål å beskrive det marine miljø og de biologiske produksjonssystemer i dette området som basis for et etterfølgende overvåkingsprogram i forbindelse med den foreslåtte oljevirkksomheten nord for 62°N.

Planteplanktonet (groen) er havets primærprodusenter. Fra enkle uorganiske forbindelser og med lys som energikilde produserer de organisk materiale som utgjør basisenergien for de marine økosystemer og deres potensielle vekst.

Primærproduksjonshastigheten er forskjellig fra område til område og er vesentlig avhengig av bestandssammensetning og mengde, lysforholdene, stabiliteten i de øvre vannlag og tilgjengeligheten av næringssalter. Men miljøkvaliteten i videste forstand vil imidlertid være medvirkende, og analyser av produksjonshastigheten gir således også et grunnlag til å vurdere miljøkvaliteten.

Som regel vil en høy primærproduksjon resultere i en tilsvarende økning i bestanden av primærprodusenter, men dette er ikke alltid slik. Beitende dyreplankton kan i varierende grad redusere bestanden. Sammenliknende målinger av primærproduksjonen som uttrykk for miljøkvaliteten må ta hensyn til dette ved å berekne dem til en enhetlig bestand (produksjonsindeks).

TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det angjeldende området har ikke tidligere vært undersøkt systematisk med hensyn på produksjonsforholdene gjennom hele vekstperioden. Det foreligger imidlertid enkelte spredte data fra engelske, norske og russiske undersøkelser som berører deler av området, og som vesentlig dreier seg om utviklingen i våroppblomstringen og den nærmest eksplosive vekst som da finner sted. Tidligere taxonomiske undersøkelser viser at våroppblomstringen vanligvis tar til i begynnelsen av april og har sitt høydepunkt i overgangen april-mai.

(GAARDER 1938; BRAARUD et al. 1958; GRUZOV og PAVSHTIKS 1959;

DEGTJARJOVA 1960; DEGTJARJOVA og POVSHTIKS 1959; DEGTJARJOVA 1963, 1969).

Vekstperioden faller omtrent sammen med verdier på innkommende solenergi på mellom 0,100 lumen/min og 0,150 lumen/min ved Tromsø, og stemmer med verdiene oppgitt av SMAYDA (1958) som den energimengde hvorved planteplankton begynner sin våroppblomstring i norske kystfarvann. Imidlertid vil de hydrografiske forhold spille en avgjørende rolle, og manglende skikting av overflatelagene vil regionalt kun forsinke eller til og med hindre en typisk oppblomstring. Etter våroppblomstringen foregår det en forandring i planktonsamfunnets sammensetning samtidig med en gradvis nedgang i mengden henimot en forholdsvis liten sommerbestand (GAARDER 1938; BRAARUD et al. 1958). En slik liten planteplanktonbestand er blitt funnet i området av flere forskere (PAASCHE 1960, BOGDAROVA 1971) og skyldes delvis den store beiting av zooplankton som foregår i denne perioden og delvis en nedgang på tilgjengelige næringssalter. I slutten av august og begynnelsen av september er det registrert en svak økning med et såkalt høstmaksimum i produksjonen, men etterhvert som konveksjonen øker utover høsten nedbrytes denne mot en vintersituasjon med en meget liten planktonbestand.

Denne generelle beskrivelsen passer både på kystvannet og det atlantiske vannet i området. Tidspunktene er imidlertid noe forskjellig idet våroppblomstringen i det atlantiske vannet gjerne ligger noe etter i tid og høstopplomstringen er heller ikke så fremtredende som i kystvannet, et forhold som igjen skyldes de forskjellige skiktingsforhold i disse vannmassene.

Sammensetningen av planteplanktonartene i de forskjellige periodene varierer fra år til år. Generelt karakteriseres våroppblomstringene av små diatomeer nær kysten og en økende mengde av Phaeocystys spp utenfor kysten. Blant diatomeene er de mest representative artene Thalassiosira decipiens, T.gravida, T.longissima, Chaetoceros decipiens, Coscinodiscus sp og Fragilaria sp. Om sommeren er de mest vanlige artene Rhizosolenia sp., Ceratium sp. og Peridinium sp. På slutten av sommeren og i begynnelsen av høsten er det mulig å finne arter som Rhizosolenia alata, Coccolithus huxleyii og flere dinofla-

gellater.

Den produserende planteplanktonbestanden kan blant annet uttrykkes i mengden klorofyll a som er det katalytiske fargestoff i fotosyntesen. Fra et vinterminimum mellom 0,5 - 1 mg klorofyll a pr. m³ øker mengden under våroppblomstringen til mere enn 10 mg/m³ for så å avta gradvis mot sommersituasjonen med verdier mellom 1-2 mg/m³. Vinterminimum har verdier lavere enn 1,0 mg/m³.

De tilgjengelige data om primærproduksjonen i området er utilstrekkelig for å beskrive kvantitativt forløpet av primærproduksjonen gjennom året. Noen isolerte målinger av primærproduksjonen viser verdier på omtrent 0,28 gC/m²/dag i mai og 0,76 gC/m²/dag i juni 1954 (CORLETT 1958; BERGE 1958). Observasjoner lenger øst i havet nær Murmansk viste at primærproduksjonshastighetene der i løpet av juni og august varierte fra 0,04 til 0,59 gC/m²/dag med et gjennomsnitt på 0,30 gC/m²/dag (VEDERNICOV og SOLOV'YEVA 1972). De tidligere undersøkelsene utført av Havforskningsinstituttet i områdene utenfor Troms, antyder betydelige variasjoner i primærproduksjonshastigheten fra år til år (BERGE 1961).

MATERIALE OG METODER

Materialet til denne undersøkelsen ble innsamlet i perioden mai - oktober 1975 hvor det ble foretatt seks tokter med forskningsfartøyene "Johan Hjort" og "G.O. Sars". Et nett med 52 stasjoner i området skulle besøkes månedlig (Fig. 1), men opplegget lot seg ikke helt gjennomføre, og derfor varierer antall stasjoner noe fra tokt til tokt. Tabell 1 viser en oversikt over de forskjellige tokt og stasjoner.

På toktene ble følgende parametre målt i flere dyp på hver stasjon: saltholdighet, temperatur, klorofyll a og feopigmenter, primærproduksjon, siktdyp og gjennomskinnelighet. På hvert tokt ble det foretatt kontinuerlige restistreringer av gjennomskinnelighet som uttrykk for partikkelkonsentrasjoner og av in vivo fluorescens. Andre parametre som partikkelvolum og næringssalter ble også målt, men behandles ikke i denne rapport.

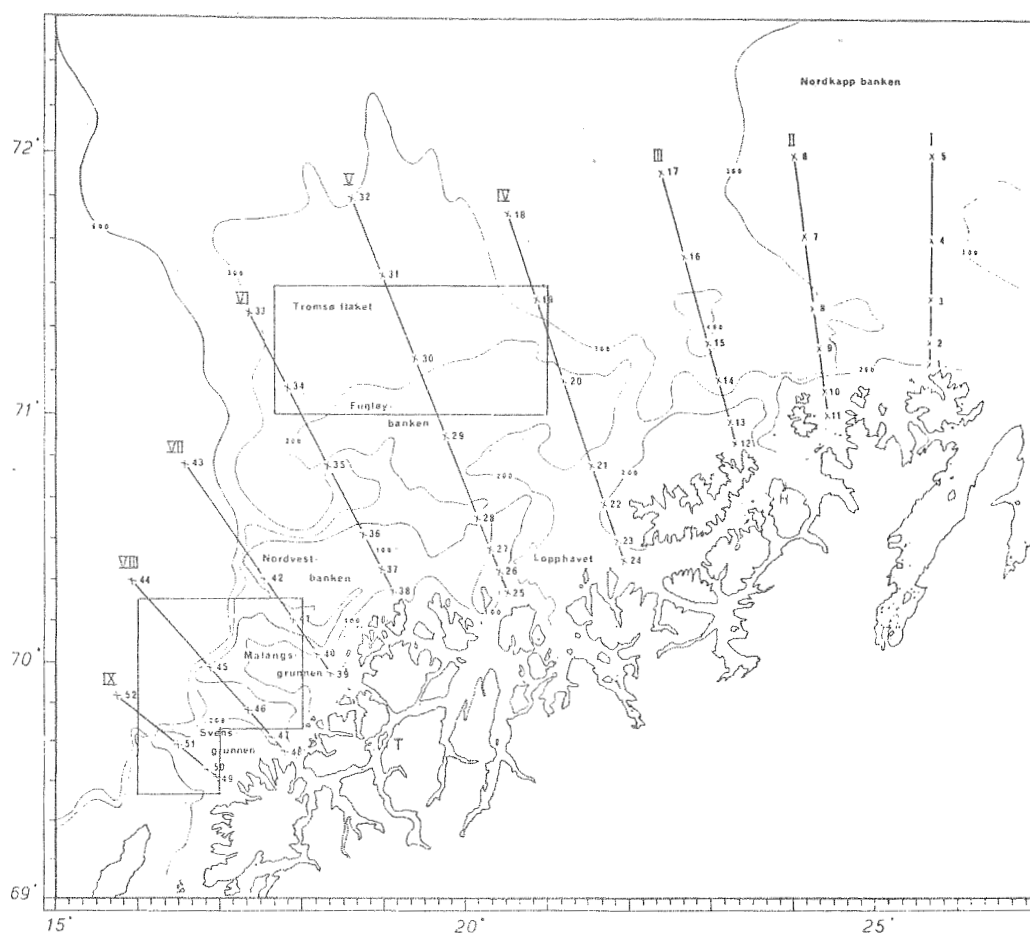


Fig. 1. Oversikt over stasjoner. Oljeboringsfeltene er avmerket med de store feltene.

Tabell 1. Oversikt over de forskjellige tokt og antall stasjoner.

Tokt	Fartøy	Tidsrom	Antall stasjoner
1	"Johan Hjort"	3. - 12. mai	71
2	"G. O. Sars"	27. mai - 1. juni	57
3	"	21. - 25. juni	38
4	"	28. juli - 4. august	44
5	"	18 - 22. august	32
6	"	8. - 13. oktober	35

Til beregningene av dags- og årsproduksjon er nyttet data over innstrålingen ved Tromsø, stilt til rådighet fra Meteorologisk institutt.

Klorofyll a og pheophytin ble målt etter den fluorometriske metoden, beskrevet av HOLM-HANSEN et al. (1965), med et Aminco Mikrofluorometer utstyrt med en fotomultiplikator som er ekstra følsom i den røde del av spektret (Hamamatsu R-446). Pigmentkonsentrasjonene ble

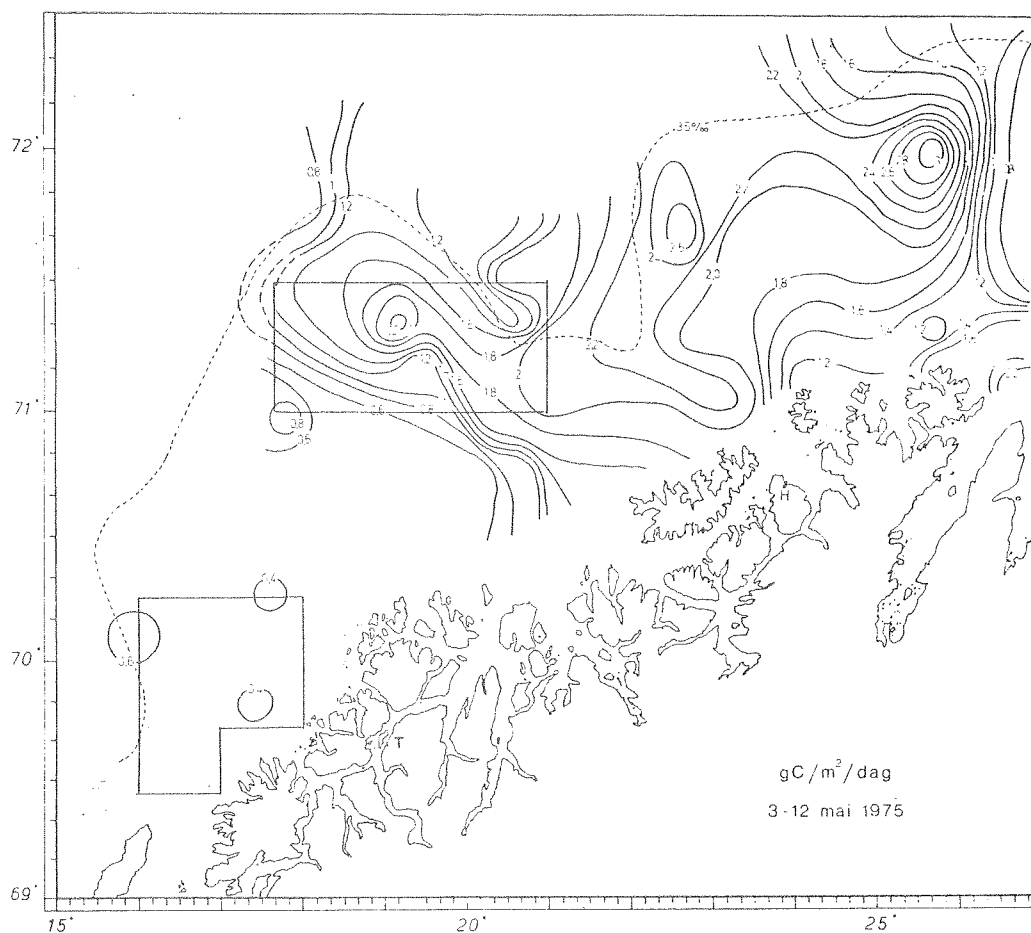


Fig. 2a. Horisontalfordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC}/\text{m}^2/\text{dag}$.
3.-12. mai 1975.

beregnet etter likninger publisert av LORENZEN (1966). Dessuten ble kontinuerlige målinger av in vivo fluorescens i 5 m dyp gjennomført på hvert tokt med et Turner III fluorometer utstyrt med en R-446 fotomultiplakator og gjennomstrømningscelle koblet til inntaket for gjennomskinnelighetsmåleren.

Vannprøvene for primærproduksjon ble tatt til alle døgnets tider, inokulert med ^{14}C og inkubert i 4 timer ved in situ temperatur i en inkubator med en belysning på 3660 lux. Deretter ble prøvene filtrert gjennom et membranfilter ($0,45 \mu$ porestørrelse) hvorpå filterene ble tørket og lagret. I laboratoriet ble filterene behandlet med saltsyredamp i 10 minutter, og radioaktiviteten ble deretter målt i en liquid scintillation-teller (Packard Tri-Carb).

Dataene ble først uttrykt som produksjonskapasitet ($10^{-4} \text{mgC}/\text{m}^3/\text{lux-time}$). Videre ble verdiene over produksjonskapasitet brukt til be-

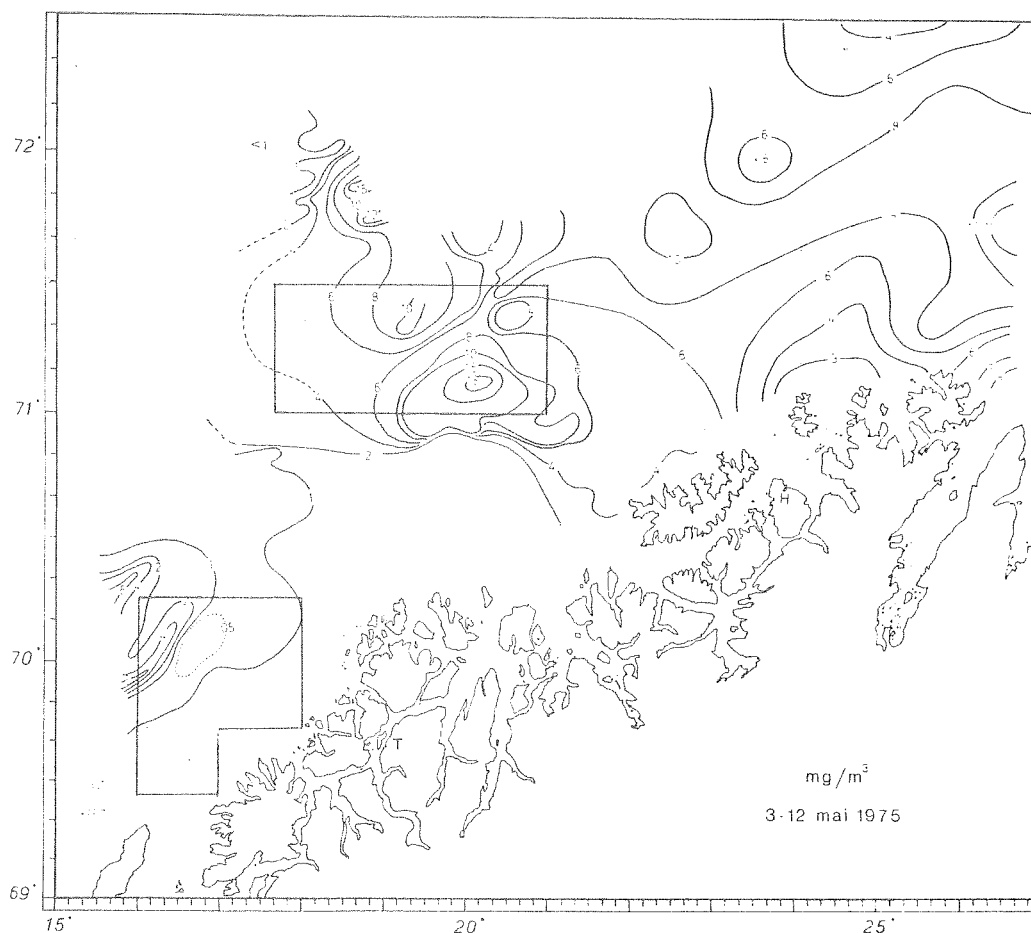


Fig. 2b. Horizontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m³.
3.-12. mai 1975.

regning av produksjonsindeks (10^{-4} mgC/mg klor.a/luxtime) og daglig primærproduksjon (mgC/m³/dag). Den sistnevnte verdi ble beregnet ved å anta at produksjonshastigheten øker proporsjonalt med lysintensitet opp til et lysmetningsnivå som var bestemt eksperimentelt. Ingen korreksjon for mulig inhibering av produksjonshastighet ved høy irradians er foretatt da denne virkning er funnet å være uvesentlig ved de aktuelle breddegrader (DOTY 1958). For beregning av primærproduksjonen i vannkolonnen ble verdiene fra hvert enkelt dyp integrert fra overflaten og ned til dypet med 1% av blått lys ved overflaten (kompensasjonsdypet). Dette ble målt med undervanns lysmåler eller beregnet på empirisk grunnlag som 3 ganger siktdypet bestemt ved Secchiskive. På nattstasjonene ble kompensasjonsdypet tilsvarende beregnet fra gjennomskinnelighetsverdier. Gjennomskinneligheten (g.sk.) er et relativt mål for sjøvannets svekningskoeffisient (BERGE 1963), og i den undersøkte perioden ble følgende relasjon funnet mellom kompensasjonsdyp og gjennomskinnelighetsregistreringene:

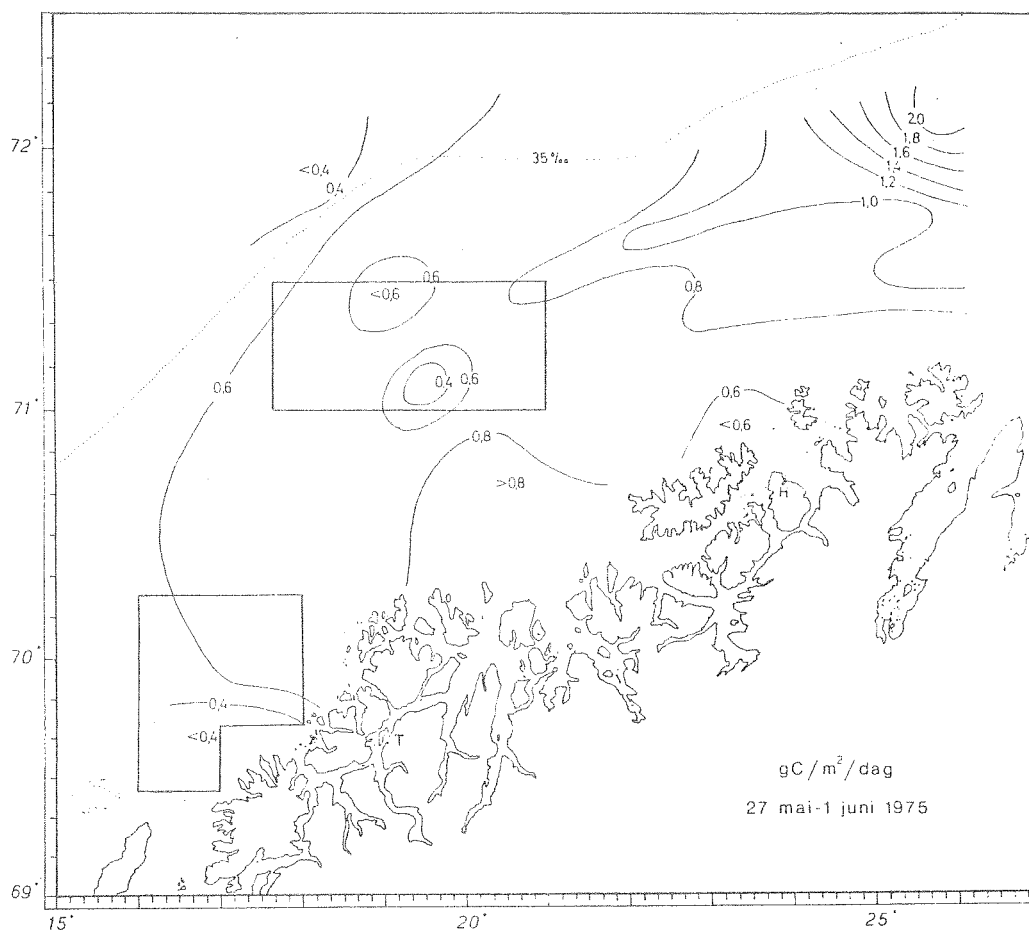


Fig. 3a. Horizontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC/m}^2/\text{dag}$. 27. mai - 1. juni 1975.

$$\text{Kompensasjonsdyp} = \frac{1,95 \text{ (g.sk.)} + 118,2}{\text{g.sk.}} \quad (n=106, r=0,84)$$

Gjennomskinneligheten ble kontinuerlig registrert i 5 m dyp med gjennomskinnelighetsmåleren beskrevet av BERGE (1963). Det ble anvendt rødt lys som indikator på partikkeltettheten (seston).

RESULTATER

Primærproduksjonen, klorofyll a og partikkelfordeling.

3.-12. mai

Denne perioden ble karakterisert av to klart atskilte produksjonsområder (Fig. 2a). Det ene området lå syd av Fugløybanken med en jevn og relativt lav produksjon med verdier mindre enn $0,6\text{gC/m}^2/\text{dag}$.

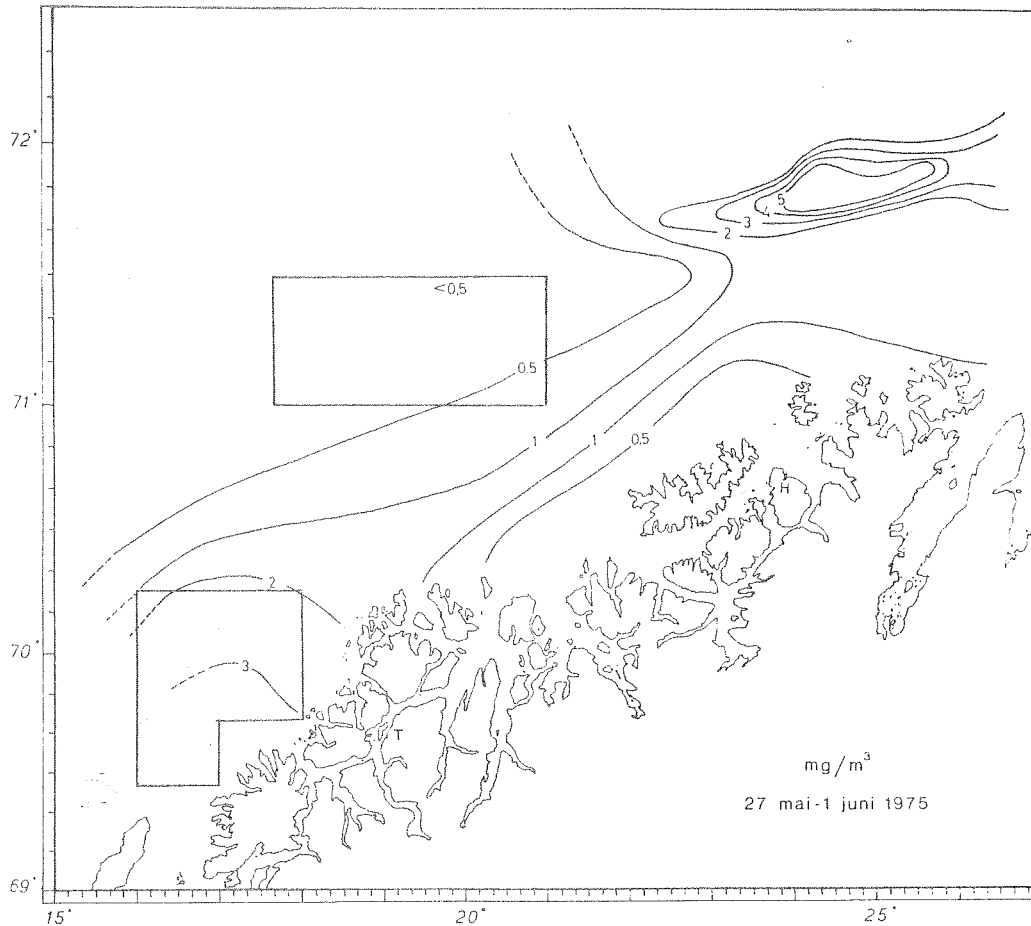


Fig. 3b. Horisontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m^3 . 27. mai - 1. juni 1975.

Det andre området lå over Fugløybanken og Tromsøflaket og strakte seg mot nordøst langs kysten til Nordkapp. I dette området var produksjonen ujevnt fordelt med høye verdier, ofte over $2 \text{ gC/m}^2/\text{dag}$. Tre avgrensede mindre sentra med høy produksjon ble funnet et stykke fra kysten over typiske hvirvelområder (SUNDBY 1976). Et generelt trekk var at produksjonen økte gradvis fra vest mot øst.

Fig. 2b viser den samtidige fordeling av klorofyll a i 5 m dyp. Den følger stort sett samme mønster som primærproduksjonen, med de høyeste verdier (over $10 \text{ mg klor. a/m}^3$) over Fugløybanken og Nordkappbanken. Områdene over Svensgrunnen og Malangsgrunnen hadde meget lave verdier (under 1 mg klor. a/m^3).

Gjennomsnittsverdiene fulgte nøyaktig det samme mønster som registreringene av klorofyll a og ga supplerende informasjon om planktonfordelingen mellom de spredte observasjonspunktene.

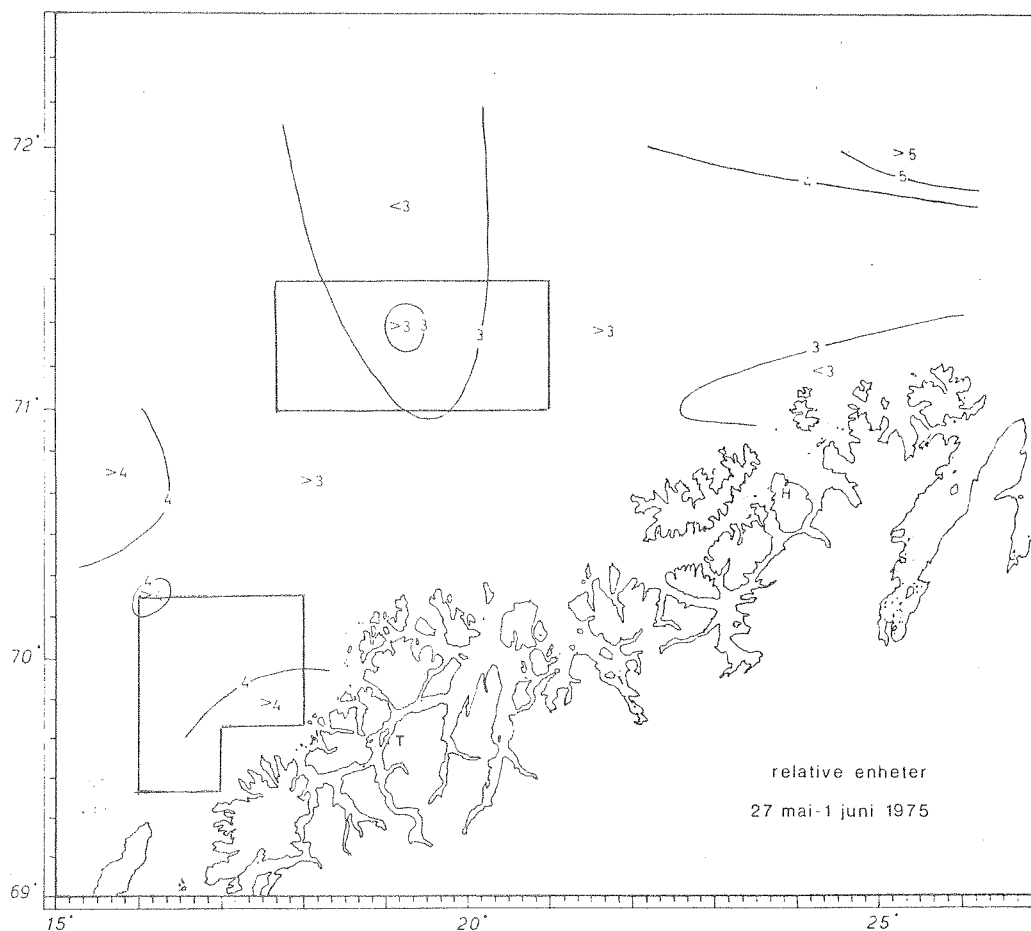


Fig. 3c. Horizontal fordeling av gjennomsnittlighet i 5 m dyp i relative enheter. 27. mai - 1. juni 1975.

27. mai - 1. juni

Produksjonshastigheten i denne perioden (Fig. 3a) avtok kraftig i hele området, særlig over Fugløybanken. Kun over Nordkappbanken fantes det relativt høye verdier som muligens representerte det samme vann som tidligere ble observert på Fugløybanken. Klorofyll a (Fig. 3b) viste også betydelig lavere verdier enn i den forrige perioden, og fordelingsmønsteret var det samme som for produksjon. Forskyvningen av senteret med høye klorofyllverdier mot senteret med stor produksjon kan skyldes de mer detaljerte og nøyaktige målinger av klorofyll med kontinuerlig in vivo fluorescens metodikk. Partikkelfordelingen, basert på gjennomsnittlighetsregistreringer (Fig. 3c), viste denne gang delvis uoverensstemmelse med klorofyllfordelingen og indikerte at det autotrofe planktonet var iblandet betydelige mengder av andre partikler.

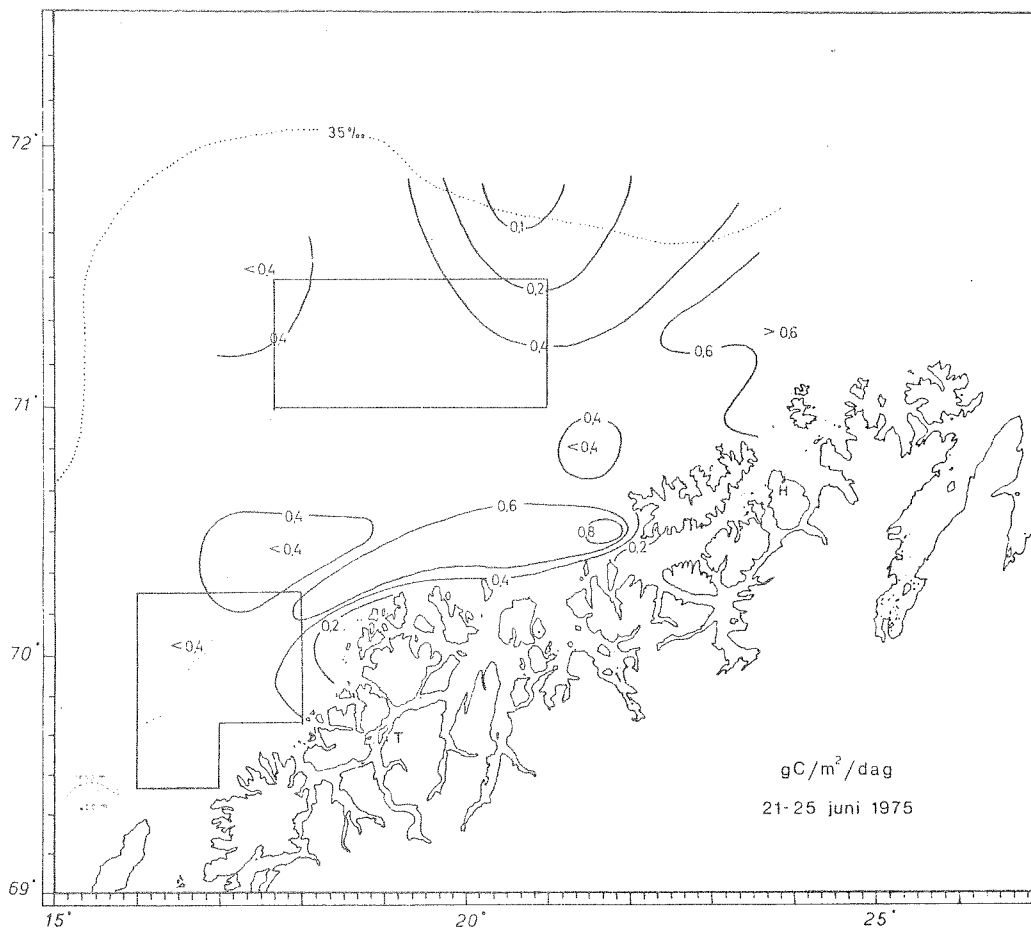


Fig. 4a. Horizontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC/m}^2/\text{dag}$. 21.-25. juni 1975.

21. - 25. juni

Denne perioden var karakterisert av lave produksjonshastigheter (Fig. 4a) over hele området, særlig over Tromsøflaket. Noe høyere verdier ble funnet nær kysten ved Lopphavet. Fordelingen av klorofyll a viste stort sett samme mønster som produksjonen, med relativt lave verdier over hele området og to sentra med høyere konsentrasjoner ved Lopphavet og syd for Fugløykalven (Fig. 4b).

28. juli - 4. august

Produksjonshastigheten i denne perioden var lav og jevnt fordelt over hele området med unntak av lokale sentra med høyere produksjon nær kysten, nemlig ved Hekkingen og Tarhalsen (Fig. 5a). Fordelingen av klorofyll a (Fig. 5b) fulgte det samme mønster som produksjonen. Det var et senter over den vestlige del av Nordvestbanken med relativt høy klorofyllkonsentrasjon som ikke ble reflektert i høyere

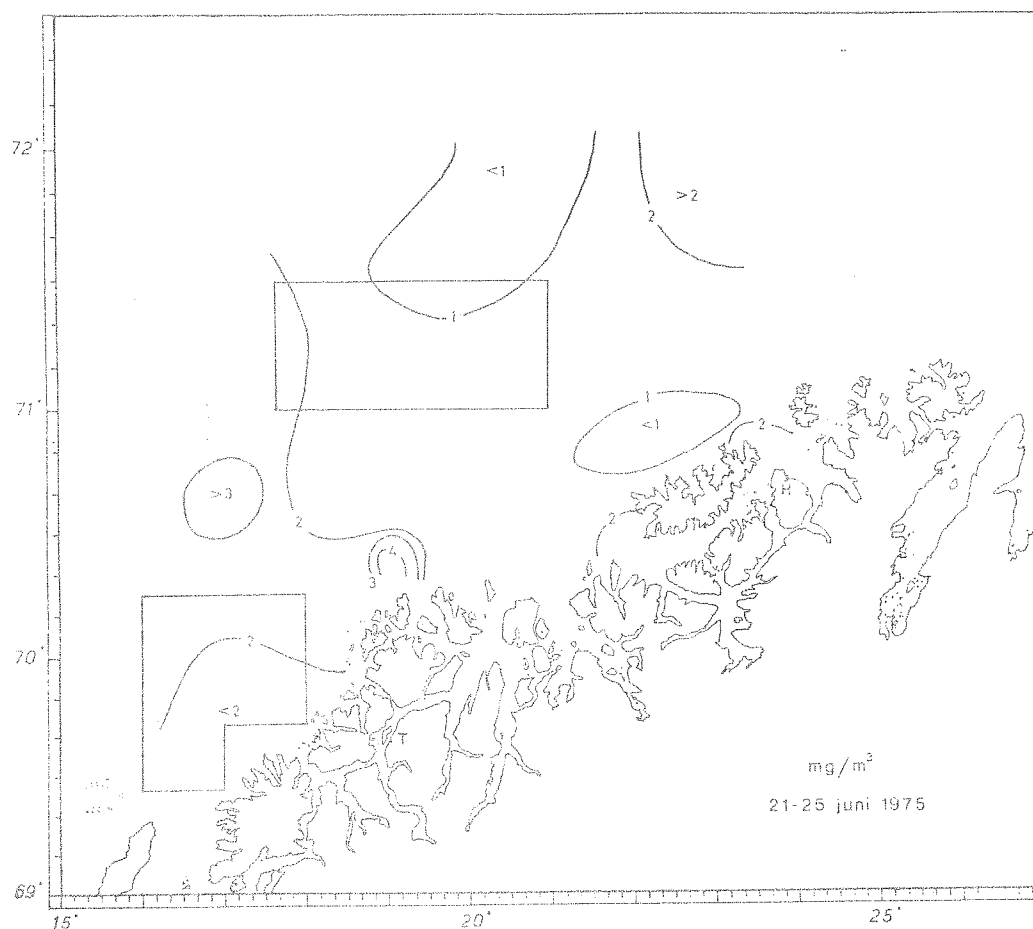


Fig. 4b. Horizontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m^3 . 21. - 25. juni 1975.

produksjonsverdier. Gjennomsnittsmålerne indikerte meget lave partikkelkonsentrasjoner over Tromsøflaket og havområdet nordenfor med en gradvis økning mot kysten. De høyeste verdier ble funnet ved munningen til de forskjellige fjordsystemer, særlig i Tarhalsen (Fig. 5c).

18. - 22. august

I denne perioden var produksjonshastigheten stort sett som i forrige periode (Fig. 6a). Det ble observert en svak økning av produksjonshastighet over Nordvestbanken, og de lokale sentra med høy produksjon nær kysten var forsvunnet. Fordelingen av klorofyll a (Fig. 6b) var ganske jevn over hele området med lave konsentrasjoner og viste tilsvarende et lite senter over Nordvestbanken. Partikkelfordelingen basert på gjennomsnittsmåleren fulgte det samme mønster som for klorofyll a (Fig. 6c).

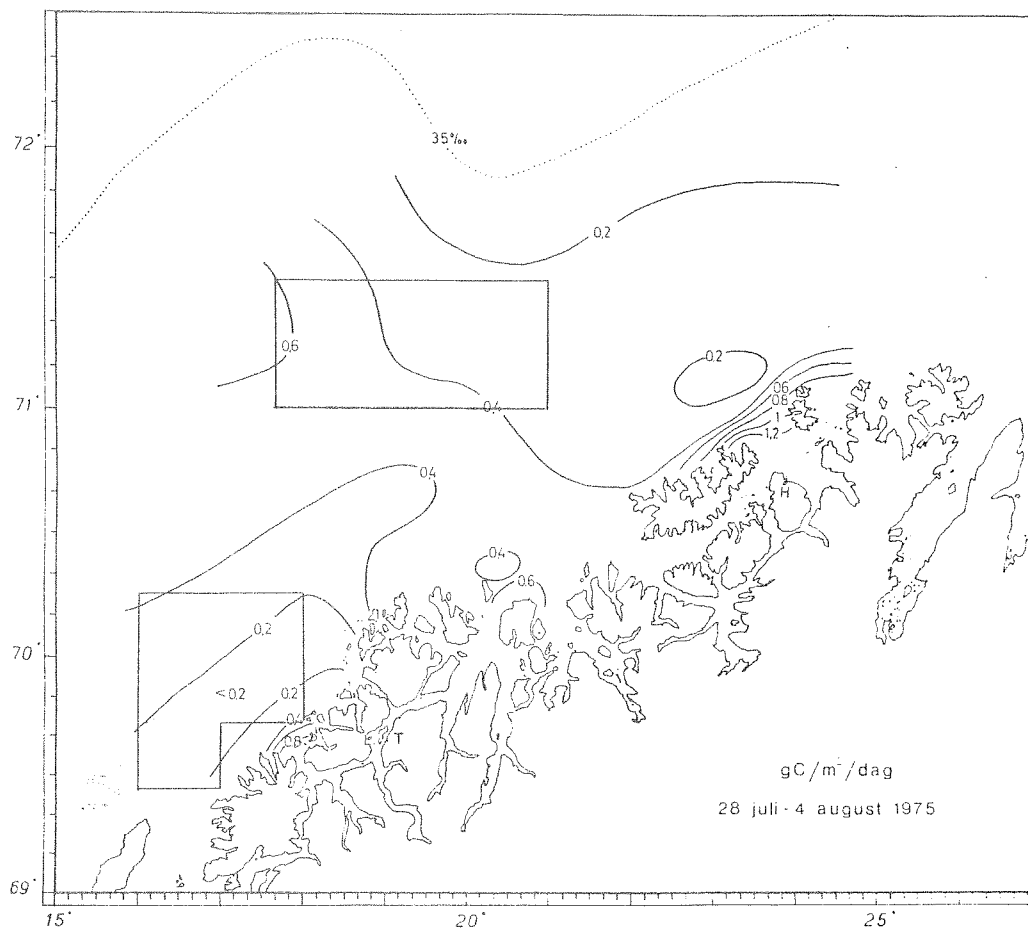


Fig. 5a. Horizontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC/m}^2/\text{dag}$.
28. juli - 4. august 1975.

8. - 13. oktober

De laveste verdier av produksjonshastighet, konsentrasjon av klorofyll a og partikkeltetthet ble målt i denne perioden, og alle de tre parametre viste jevn fordeling over hele området. (Fig. 7a, b og c).

Fordelingen av den integrerte primærproduksjon for den undersøkte perioden er vist i Fig. 8. Den viser en gradvis økning av produksjonen nordøstover med maksimale verdier over Tromsøflaket og bankene utenfor Finnmarkskysten, særlig over Nordkappbanken. De ekstreme verdier var henholdsvis 34,1 og 94,5 gC/m^2 , med et gjennomsnitt på 69,3 gC/m^2 . Selvom det mangler data fra periodene før mai og etter oktober, er bare den første periode som kunne ventes å influere på beregningen av årsproduksjonen i noen grad. Noen data, samlet i området i april, indikerer at bidragene fra denne perioden kan anslås til ca. 10-15% av den årlige produksjon hvilket skulle tilsi at den

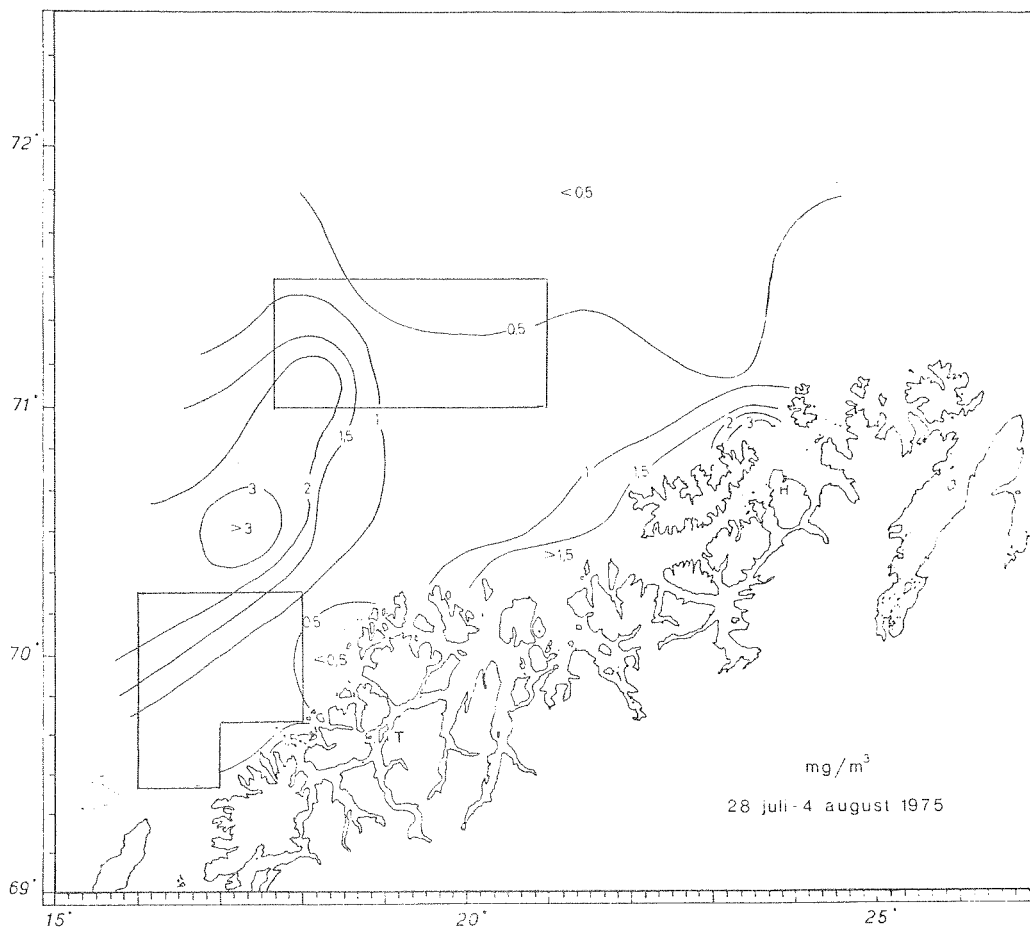


Fig. 5b. Horisontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m^3 . 28. juli - 4. august 1975.

Tabell 2. Oversikt over verdier av daglig primærproduksjon ved de forskjellige tokt i området Andøya-Nordkapp

Primærproduksjonshastighet (i $\text{gC}/\text{m}^2/\text{dag}$)				
Tidsrom	Gjennomsnitt	Maksimum	Miminum	Antall verdier
3. 5. - 12. 5.	1, 349	3, 145	0, 252	71
27. 5. - 1. 6.	0, 821	2, 012	0, 264	47
21. - 25. 6.	0, 470	0, 470	0, 928	33
28. 7. - 4. 8.	0, 377	1, 296	0, 051	40
18. - 22. 8.	0, 387	0, 830	0, 124	29
8. - 13. 10.	0, 085	0, 187	0, 029	33

årlige produksjon er ca. $75\text{-}80\text{gC}/\text{m}^2$.

De gjennomsnittlige verdier av primærproduksjonshastigheten fra hvert enkelt tokt er vist i tabell 2.

En ideell fordeling av primærproduksjonen i 1975 basert på disse

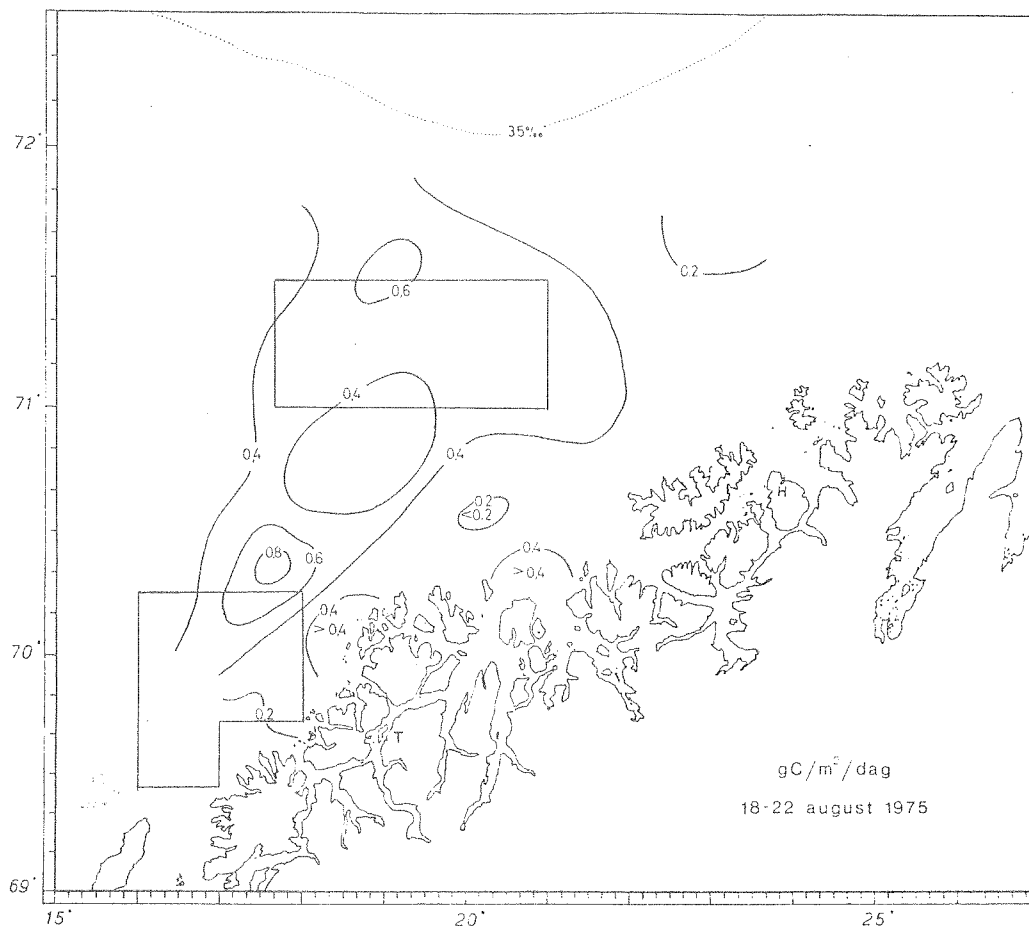


Fig. 6a. Horizontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC/m}^2/\text{dag}$. 18.-22. august 1975.

Prosentfordelingen av produksjonsindeksverdiene for hele området på hvert enkelt tokt er vist i Fig. 10. Det går frem av figurene at P.I. varierte mellom 0,2 - 4,0. Verdiene fulgte stort sett en normal fordeling med de høyeste prosenter i klasser med ganske like P.I.-verdier omkring 2,0. Den samlede produksjonsindeks for alle tokt er vist i Fig. 11 hvor normalfordelingen er enda tydeligere. De høyeste P.I.-verdier er fra oktober og reflekterer mer den lave konsentra-

Tabell 3. Produksjonsindeks i $10^{-4} \text{mgC/mg klor. } \mu\text{/lux time}$.

Tidsrom	Gjennomsnitt	Standard avvik	Antall verdier
3.5. -12.5.	1,80	0,85	166
27.5. -1.6.	2,09	1,61	46
21.6. -25.6.	1,19	0,59	28
28.7. -4.8.	2,60	1,85	84
18.8. -22.8.	1,70	0,57	36
8.10. -13.10.	4,32	2,34	83
3.5. -13.10.	2,20	1,33	431

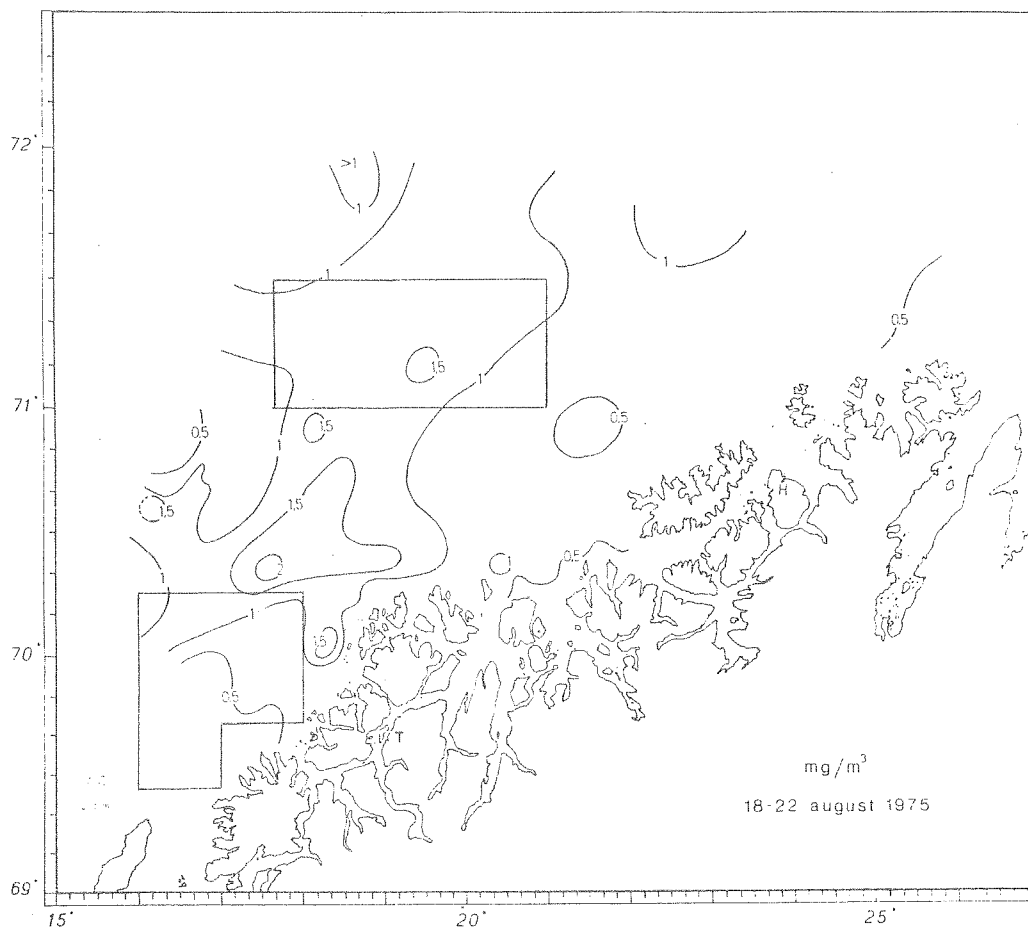


Fig. 6b. Horizontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m^3 . 18.-22. august 1975.

sjon av klorofyll enn en økning i produksjonen. En samlet oversikt over P.I.-verdier fra den undersøkte perioden er vist i Tabell 3.

DISKUSJON OG KONKLUSJONER

Den årlige syklus i primærproduksjonen i området, som observert i 1975, er karakterisert av et dominerende maksimum om våren, et minimum om sommeren og et mindre maksimum om høsten. Avvikelser fra dette finnes nær kysten hvor et større høstmaksimum inntreffer. Denne beskrivelse er i god overensstemmelse med de tidligere undersøkelser i området. Den årlige primærproduksjon på ca. 75 gC/m^2 kan betraktes som middels sammenlignet med andre havområder, men relativt stor når breddegraden tas i betraktning (PLATT og SUBBA RAO 1975). Et særlig viktig trekk i den årlige syklus er at mer enn 65% foregår i mars-juni, og at over 50% av årsproduksjonen finner sted i april-mai. Dette viser at miljøforholdene i den korte vår- og

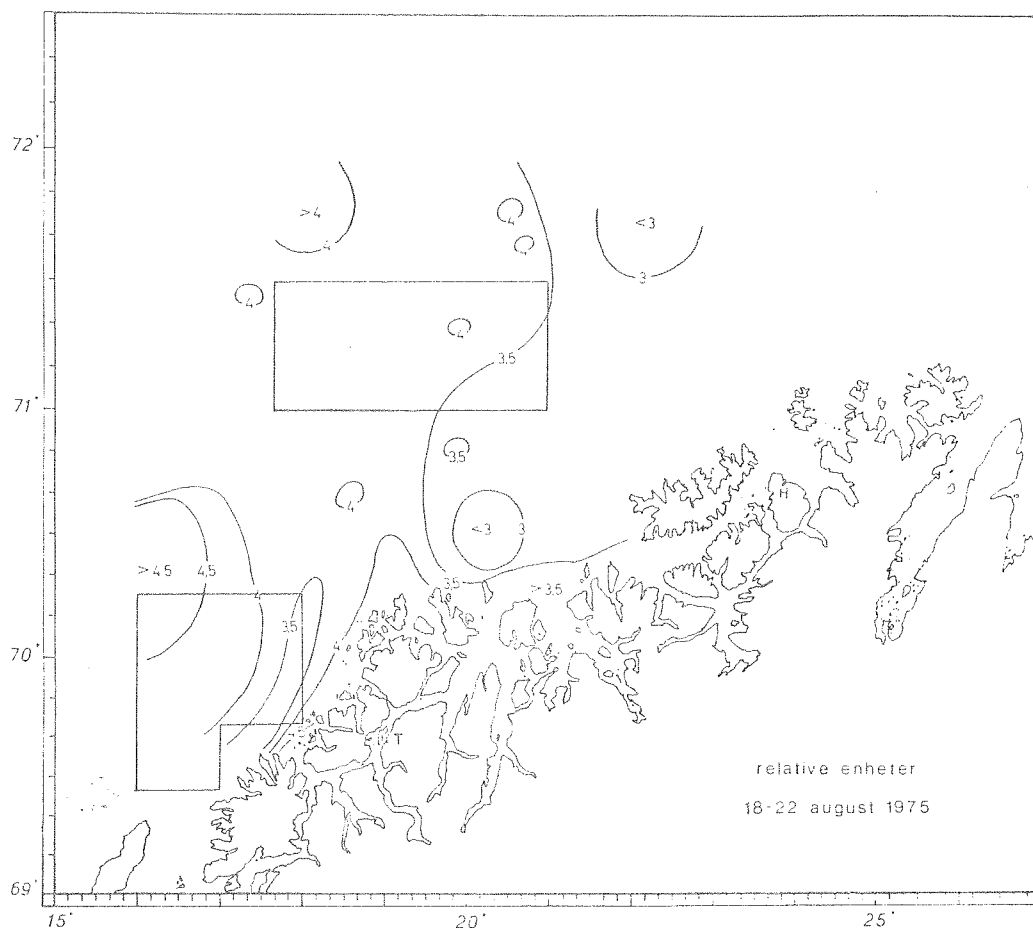


Fig. 6c. Horisontal fordeling av gjennomsnittlighet i 5 m dyp i relative enheter. 18.-22. august 1975.

sommersesongen i dette området kan være avgjørende for de planteetende organismer og dermed for resultatet av reproduksjonen av fisk som på denne tid gyter i området.

Mengden av disponibel lysenergi i perioden spiller også en vesentlig rolle i fordelingen av årsproduksjonen, men neppe for størrelsen da denne, som ellers i våre farvann, er begrenset av mangel på nærings-salter. De sterke strømhastighetsgradienter i området syd for Fugløybanken kan bidra til å øke den turbulente blandingen mellom kystvannmasser og atlantiske vannmasser. Blandingene blir mer intense over Fugløybanken og Tromsøflaket hvor storstilt turbulens og større hvirvler er dominerende (SUNDBY 1976). Disse prosesser kan medføre en god tilførsel av næringsrikt vann fra nivåer under produksjons-lageret og en akkumulering av planktonorganismer og andre partikler i hvirvlene. Periodevis synes hvirvlene å løsrives, og store planktonansamlinger driver østover med strømmen. Slike planktonflekker

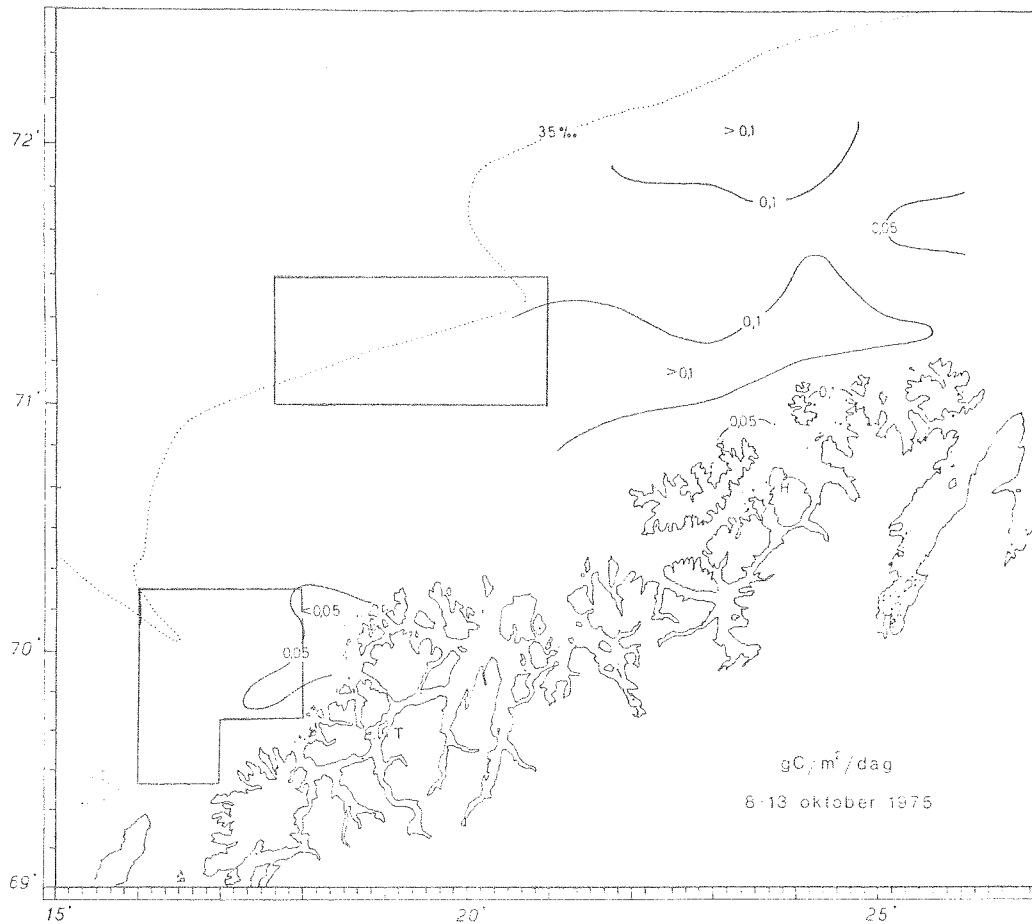


Fig. 7a. Horisontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i $\text{gC}/\text{m}^2/\text{dag}$. 8.-13. oktober 1975.

ble registrert både på Fugløybanken og lenger øst (Fig. 2a). Man kan således finne usedvanlig store konsentrasjoner samtidig med god tilførsel av næringssalter, noe som kan medføre veldig høy produksjonshastighet over visse områder, som for eksempel på Tromsøflaket og Nordkappbanken i mai (Fig. 2a). Hvis en dessuten tar i betraktning den lave stabiliteten som særlig i sommerhalvåret (SUNDBY 1976) kan medføre en kraftig vertikal blanding helt til bunns, kan det også ventes en ekstra tilførsel av dypvann. Dette er rikt på næringsalter som kan gi ytterligere grunnlag for produksjon.

De samme hydrografiske forhold, om enn noe svakere, finnes også fra Fugløybanken og østover langs kysten og kan bidra til de relativt store produksjonshastighetene over Nordkappbanken.

Den lave stabilitet er et utpreget trekk i området hydrografi. Vertikale konveksjoner vil periodevis gjennom hele vekstsesongen til-

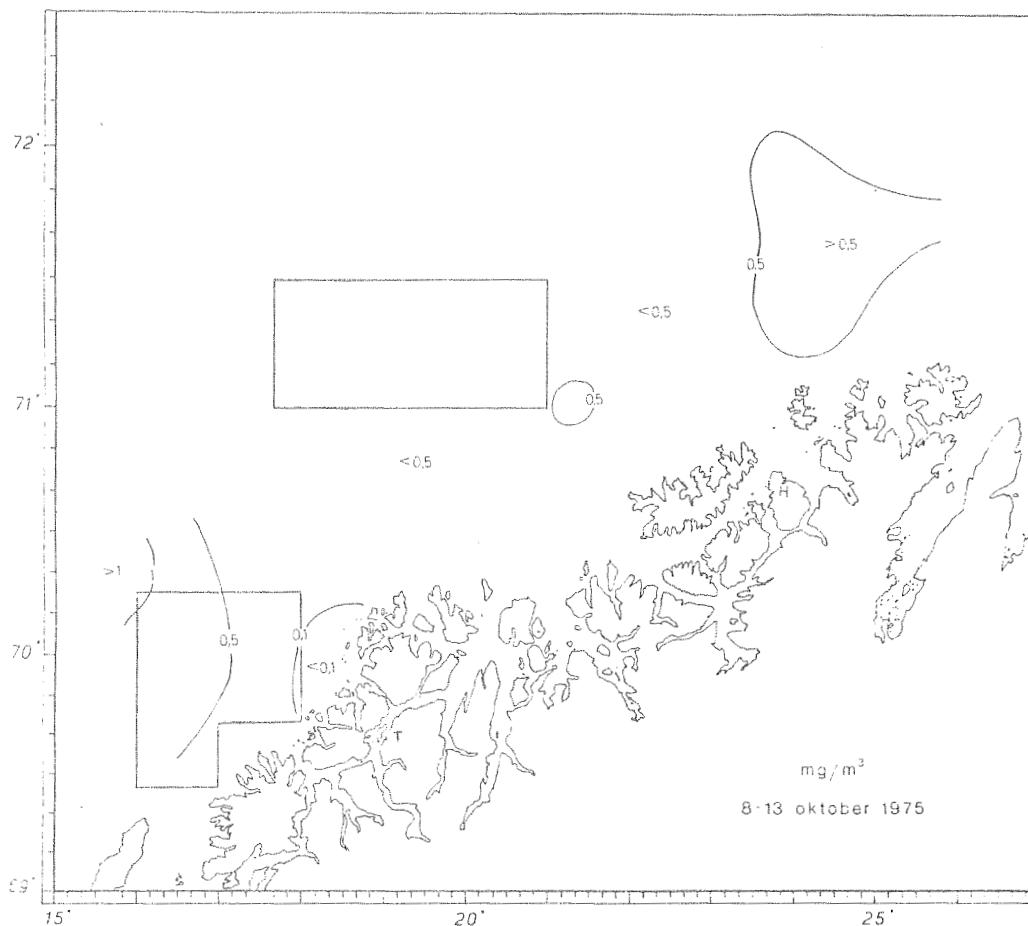


Fig. 7b. Horizontal fordeling av klorofyll a i 5 m dyp i mg/m^3 . 8.-13. oktober 1975.

føre næringsalter fra dypere vann til det produktive overflatelaget, og slike tilskudd forklarer de relativt høye og jevne produksjonsindekser som er observert gjennom sesongen. Produksjonsindeksen påvirkes av både kjemiske og fysiske miljøfaktorer og reflekterer primærproduzentenes fysiologiske tilstand og trivsel.

Under de betingelser forsøkene er utført på vil variasjoner i de fysiske forhold ikke influere, og variasjonene i produksjonsindeksen vil ventelig være et uttrykk for de kjemiske miljøkvaliteter. Metoden er således et mulig egnet redskap som ledd i en overvåkning av miljøkvaliteten når områdes- og årstidsnormaler er etablert. De standardiserte P.I.-verdier som ble funnet i 1975, svarer noenlunde til tilsvarende indekser observert over Helgelandsplatået i årene 1969-1975 (upubl. data), og gir et visst grunnlag for en videre overvåkning.

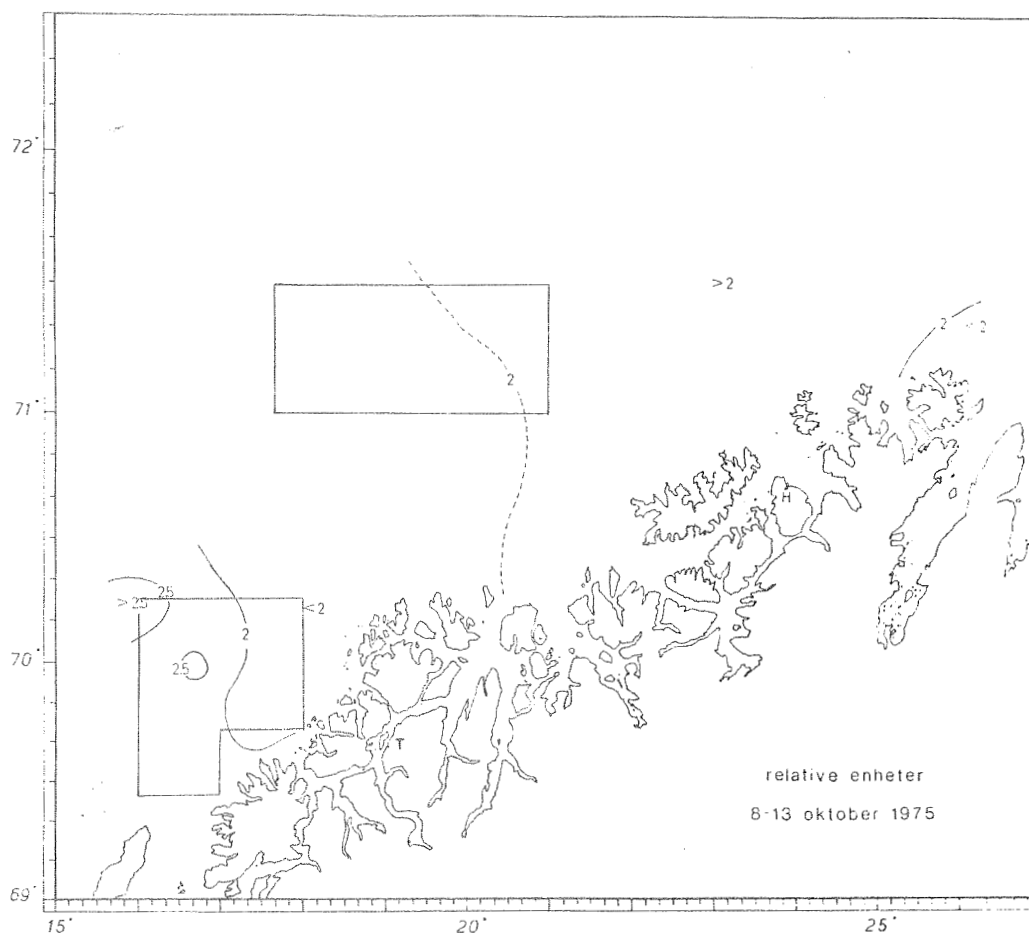


Fig. 7c. Horizontal fordeling av gjennomsinnelighet i 5 m dyp i relative enheter. 8.-13. oktober 1975.

LITTERATUR

- BERGE, G. 1958. The primary production in the Norwegian Sea in June 1954, measured by an adapted ^{14}C technique. Rapp P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 144: 85-91.
- BERGE, G. 1961. Measurements of the primary production and recordings of the water transparency in the Norwegian Sea during May-June 1958. (Preliminary Report). Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 149: 148-157.
- BERGE, G. 1963. A recording transparency meter for oceanic plankton estimation. FishDir. Skr. Ser. HavUnders., 13(6): 95-105.

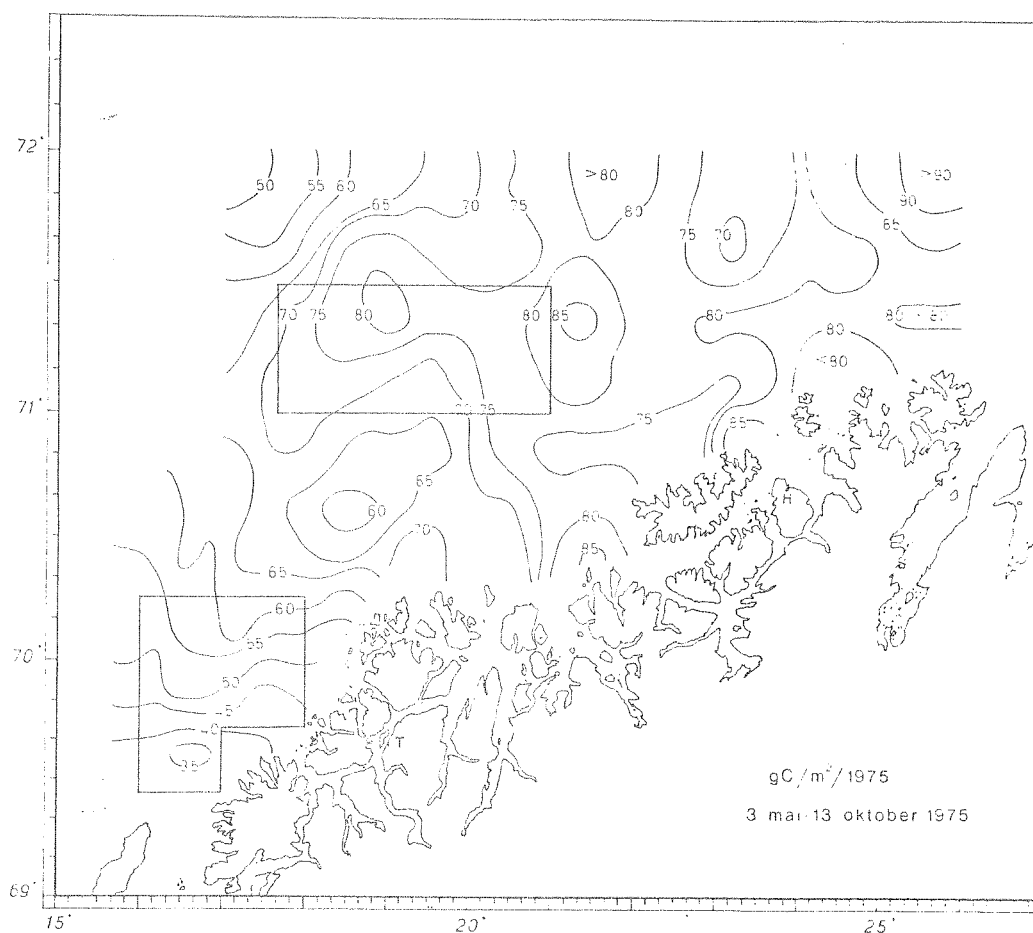


Fig. 8. Horizontal fordeling av primærproduksjonshastigheten i den undersøkte periode i $\text{gC}/\text{m}^2/1975$. 3. mai - 13. oktober 1975.

BERGE, G. og PETTERSEN, R. 1973. Telleinstrument for marine partikler. Fisken og Havet Ser. B, 1973(5): 1-8.

BOGDANOVA, K.N. 1971. Peculiarities of the zooplankton development in the Norwegian Sea in the spring-summer period, 1971. Annls. Biol. Copenh., 28: 54-55.

BRAARUD, T., GAARDER, K.R. and NORDLI, O. 1958. Seasonal changes in the phytoplankton at various points of the Norwegian west coast. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 12(3): 1-77.

CORLETT, J. 1958. Measurements of primary production in the western Barents Sea. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 144: 76-78.

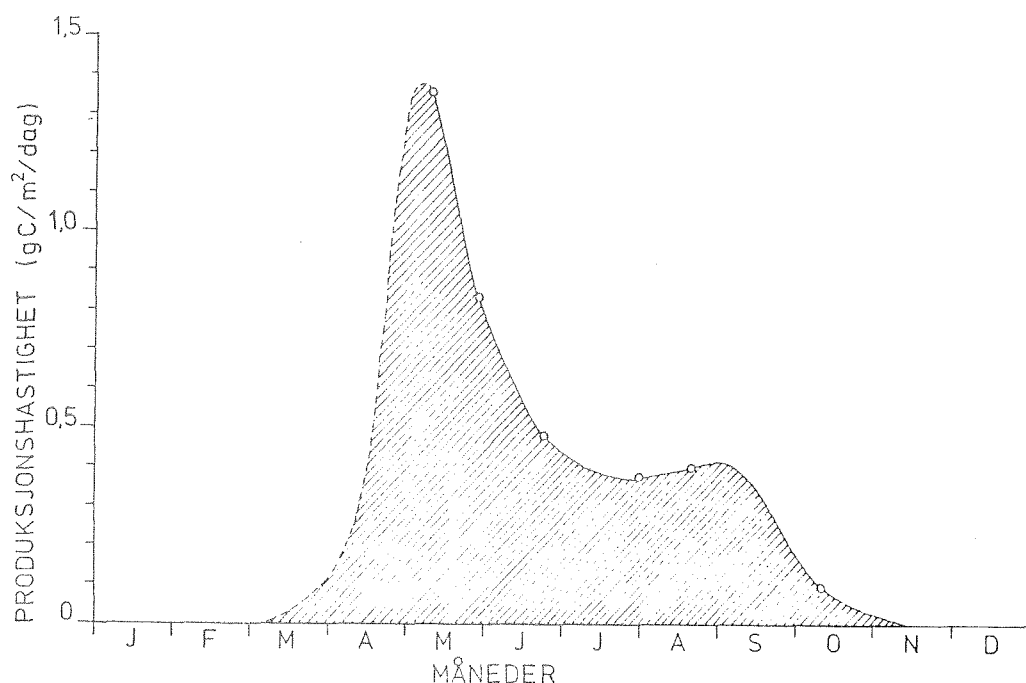


Fig. 9. Fordelingen av gjennomsnittlige primærproduksjonshastigheter gjennom året.

DEGTJARJOVA, A.A. 1960. Plankton investigations in the Barents Sea, 1960. Annls. Biol. Copenh., 17: 80.

DEGTJARJOVA, A.A. 1963. Results of the plankton investigations of the northwest coast of Norway and in the Barents Sea in 1963. Annls. Biol. Copenh., 20: 87-88.

DEGTJARJOVA, A.A. 1969. Results of plankton investigations of the northwestern coast of Norway and in the Barents Sea in 1969. Annls. Biol. Copenh., 26: 102-104.

DEGTJARJOVA, A.A. and PAVSHTIKS, E.A. 1961. Results of Soviet investigations on plankton in the Norwegian Sea and the Barents Sea, 1961. Annls. Biol. Copenh., 18: 60-62.

GRUZOV, L.N. and PAVSHTIKS, E.A. 1959. Soviet plankton investigations in the Norwegian Sea in 1959. Annls. Biol. Copenh. 16: 69-71.

GAARDER, K.R. 1938. Phytoplankton studies from the Tromsø district 1930-31. Tromsø Mus. Årsh. 55(1932): 1-159.

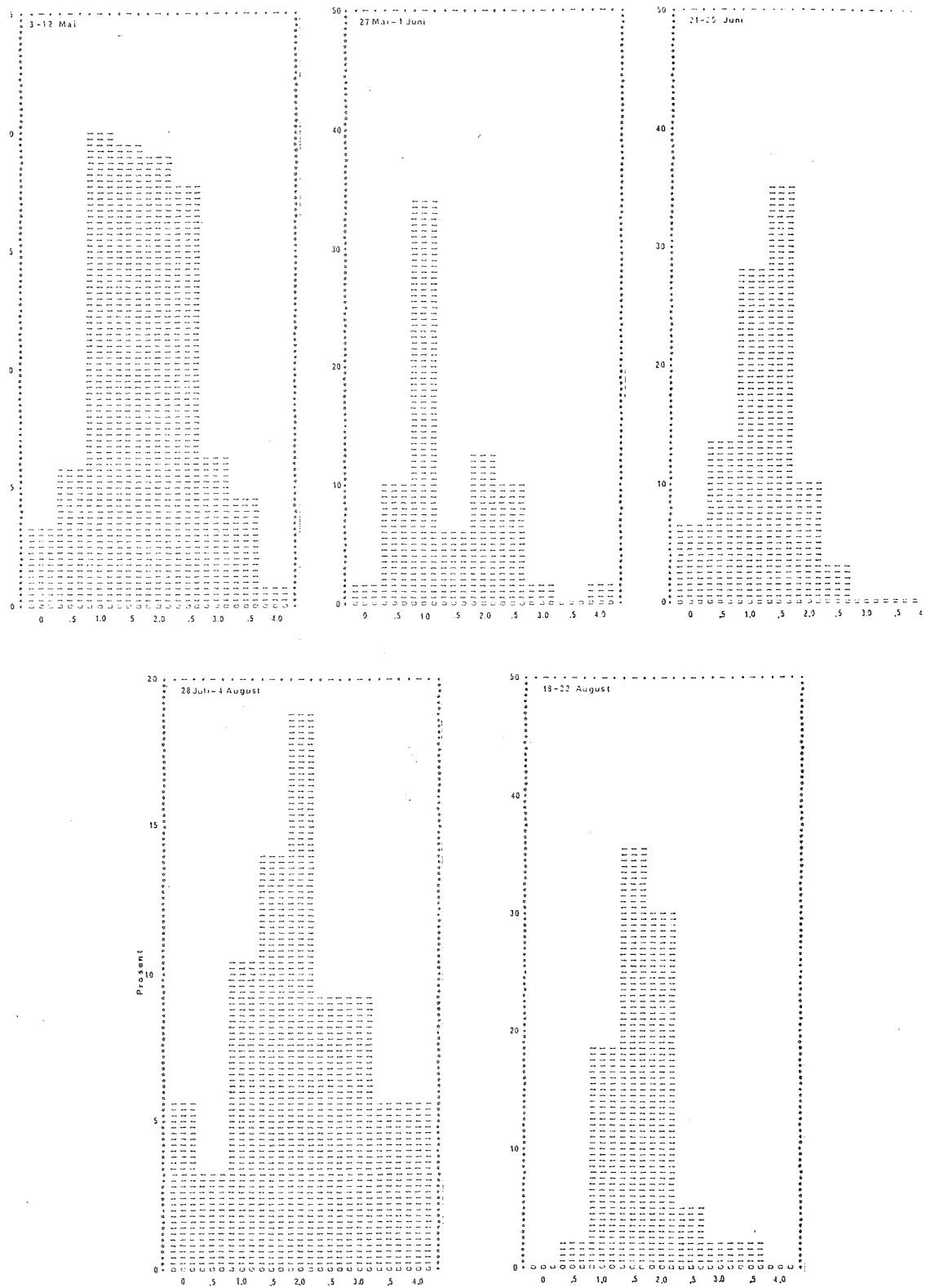


Fig. 10. Prosentfordelingen av produksjons indeks i hvert enkelt tokt.

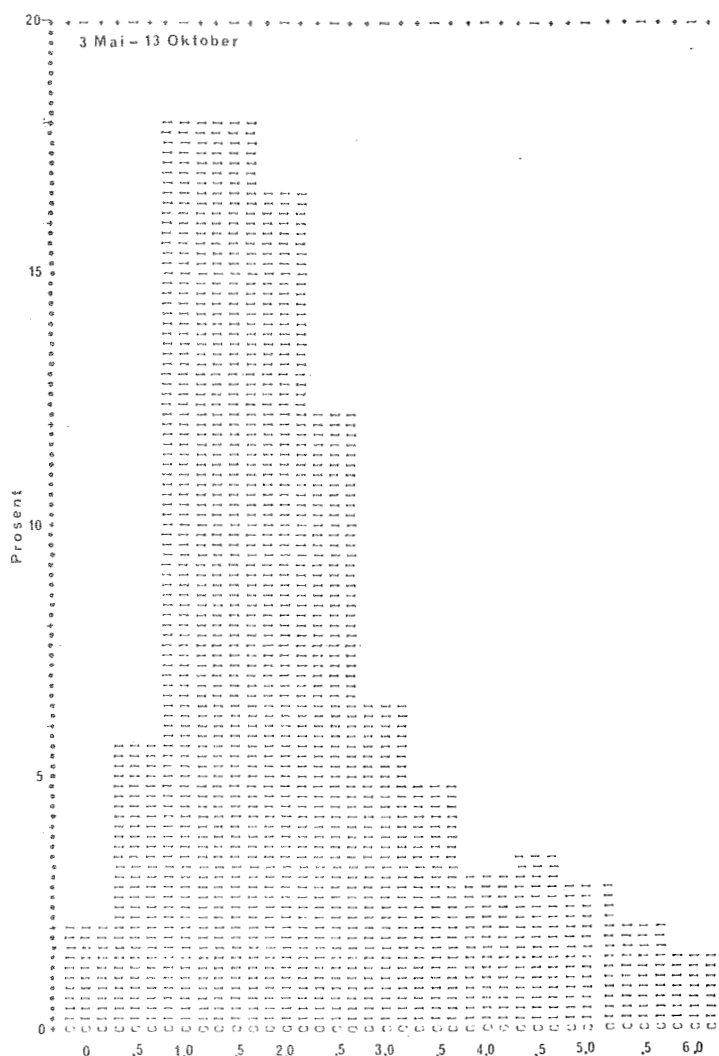


Fig. 11. Prosentfordelingen av produksjonsindeks i samlede tokt.

HOLM-HANSEN, O., LORENZEN, C.J., HOLMES, R.W. and STRICKLAND, J.D.H. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 30: 3-15.

LORENZEN, C.J. 1966. A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentration. Deep-Sea Res., 13: 223-227.

PLATT, T. and SUBBA RAO, D.V. 1975. Primary production of marine microphytes. P. 249-280 in Phytosynthesis and productivity in different environments. International Biological Programme 3. Cambridge Univ. Press.

- PAASCHE, E. 1960. Phytoplankton distribution in the Norwegian Sea in June, 1954, related to hydrography and compared with primary production data. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 12(11): 1-77.
- SMAYDA, T.J. 1959. The seasonal incoming radiation in Norwegian and Arctic waters and indirect methods of measurement. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 24(2): 215-220.
- SUNDBY, S. 1976. Oseanografiske forhold i området Malangsgrunnen - Fugløybanken - Tromsøflaket. En oversikt. Fisken og Havet Ser. B, 1976(1): 1-52.
- VEDERNIKOV, V.I. and SOLOV'YEVA, A.A. 1972. Primary production and chlorophyll in the coastal waters of the Barents Sea. Oceanology, 12(4): 559-565.

FISKEN OG HAVET SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

- 1978 Nr. 1 Roald Sætre: Midlere temperatur og saltholdighet i overflatelaget langs en del skipsruter i Nordsjøen.
- 1978 Nr. 2 Johan Blindheim og Harald Loeng: Strømmålinger i området Troms-Bjørnøya i 1970, 1971 og 1975.
- 1978 Nr. 3 Kenneth G. Foote and Odd Nakken: Dorsal aspect target strength functions of six fishes at two ultrasonic frequencies.
- 1978 Nr. 4 Oscar Ingebrigtsen: Beretning for 1977 fra akvakulturstasjonen Matre.