

FYSISK OSEANOGRAFISKE UNDERSØKELSER I SENTRALE DELER AV BARENTSHAVET

I JULI 1979

[Physical oceanographic investigations in central parts of the Barents Sea, July 1979]

Av

HARALD LOENG

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

ABSTRACT

LOENG, H. 1980. Fysisk oseanografiske undersøkelser i sentrale deler av Barentshavet i juli 1979. [Physical oceanographic investigations in central parts of the Barents Sea, July 1979]. Fisken Hav. 1980(3): 29-60.

A limited area of the marginal sea ice zone in the Barents Sea was investigated in the period 9-19 July 1979 with the intention of describing the biological production system in the vicinity of an ice edge. This paper describes the physical oceanographic conditions in the observation period.

Two main sections, I and II, and three auxiliary sections, A, B and C, were worked out (Fig. 1). Section II was covered twice with 6 days interval between each coverage. All sections were characterized by a homogeneous surface layer of about 10 m. Below this there was a transition layer, which in both sections was most pronounced in the northern part.

In section II a tongue of cold Arctic water was penetrating southwards below the transition layer. This tongue was also observed in the sections A, B and C. The second coverage of section II showed that the southern part of the tongue was in process of being mixed with surrounding water masses. During this coverage the surface

temperature was 2-4°C higher than during the first coverage. This was due to heating by short wave radiation from the sun and was calculated to be 3.2°C in the upper 10 m.

Two anchor stations of duration 30 hours were made at two locations in section II, one in the southern part and one in the northern part. There was insignificant variations in the hydrographical conditions during these 30 hours at both stations.

At both anchor stations current measurements were carried out with Gytre current meters. In addition, at the southern anchor station, current was measured for 8 days with 4 Aanderaa current meters suspended from a subsurface buoy. All current measurements showed small velocities, and both speed and direction changed very little with depth.

#### INNLEDNING

Loddeundersøkelsene som Havforskningsinstituttet har drevet i Barentshavet gjennom flere år, har vist at det meste av loddas vekst skjer om sommeren og høsten, i perioden juni-oktober. For å få en bedre forståelse av de faktorer som påvirker loddebestandens vekst, er det vesentlig å få klarlagt ernæringsforholdene og dødeligheten i denne perioden. Som et første skritt i en slik kartlegging ble produksjonsforholdene i et begrenset område sør for iskanten undersøkt i perioden 9.-19. juli 1979. Undersøkelsen var innledning til nytt prosjekt som har fått navnet "Lodda på sommerbeite."

Prosjektet har sitt utgangspunkt i en hypotese som kort kan uttrykkes slik: Når isgrensen trekker seg nordover er det tilstede næringsalter i vannet. Straks lyset slipper til begynner derfor en oppblomstring, først av fytoplankton og deretter zooplankton. Deresom isens tilbaketrekning utover sommeren er noenlunde jevn, vil en fra iskanten og sørover finne ulike stadier i oppblomstringsprosessen; nærmest isen fytoplankton, deretter zooplankton og til slutt lodde som beiter på zooplankton.

Denne rapporten presenterer resultatene fra de fysisk oseanografiske undersøkelser i juli 1979 og diskuterer en del av de mest karakteristiske trekk. Undersøkelsene var lagt opp med det mål å få mest mulig klarhet i de prosesser som har betydning for de biologiske forhold. Blandt de ting man ønsket å få kunnskap om var :

1. den vertikale stabiliteten i vannmassene og hvordan denne endrer seg utover fra iskanten,
2. vertikale blandingsprosesser,
3. korttidsendring i de fysiske forhold,
4. strømforhold - hastigheter og strømskjær,
5. betydningen av de atmosfæriske forhold (temperatur, vind osv) på de oseanografiske forhold (herunder isutbredelse).

#### DATAINNSAMLING

Fig. 1 viser de snitt som ble tatt og plasseringen av de to døgnstasjonene. Snitt I ble lagt fra  $75^{\circ}30'N$   $23^{\circ}00'Ø$  og i retning  $162^{\circ}$ . Snittet gikk fra grunnplataet mellom Bjørnøya og Hopen og utover bakkekanten til Bjørnøyarennan. Snittet ble valgt på grunnlag av ekkoregistreringer av zooplankton og lodde som ble gjort under første del av toktet. Snittet ble tatt en gang med en hydrografisk stasjon hver 5. nautiske mil.

Snitt II gikk fra posisjon  $75^{\circ}04'N$ ,  $31^{\circ}53'Ø$  og i retning  $010^{\circ}$ , fra sørvestkanten av Sentralbanken til Storbanken. I den sydlige delen av dette snittet var det gode registreringer av lodde, og snittet strakte seg fra disse registreringene nordover til iskanten. Dette snittet ble tatt to ganger med knapt en ukes mellomrom. Avstanden mellom de hydrografiske stasjonene var 10 nautiske mil under første dekning og 5 eller 10 nautiske mil under den andre dekningen.

På det andre snittet ble det tatt to døgnstasjoner hvor båten lå oppankret i ca. 30 timer. Døgnstasjonene var plassert i posisjonene  $76^{\circ}42'N$ ,  $33^{\circ}08'Ø$  og  $75^{\circ}15'N$ ,  $31^{\circ}59'Ø$ . På døgnstasjonene ble temperatur og saltholdighet observert en gang pr. time. I tillegg ble det tatt tre kortere snitt, snitt A, B og C, ut fra iskanten nordvest av snitt II. Det ble her tatt stasjoner med avstand 2,5 nautiske mil og 5 nautiske mil. Hensikten var å undersøke om forholdene

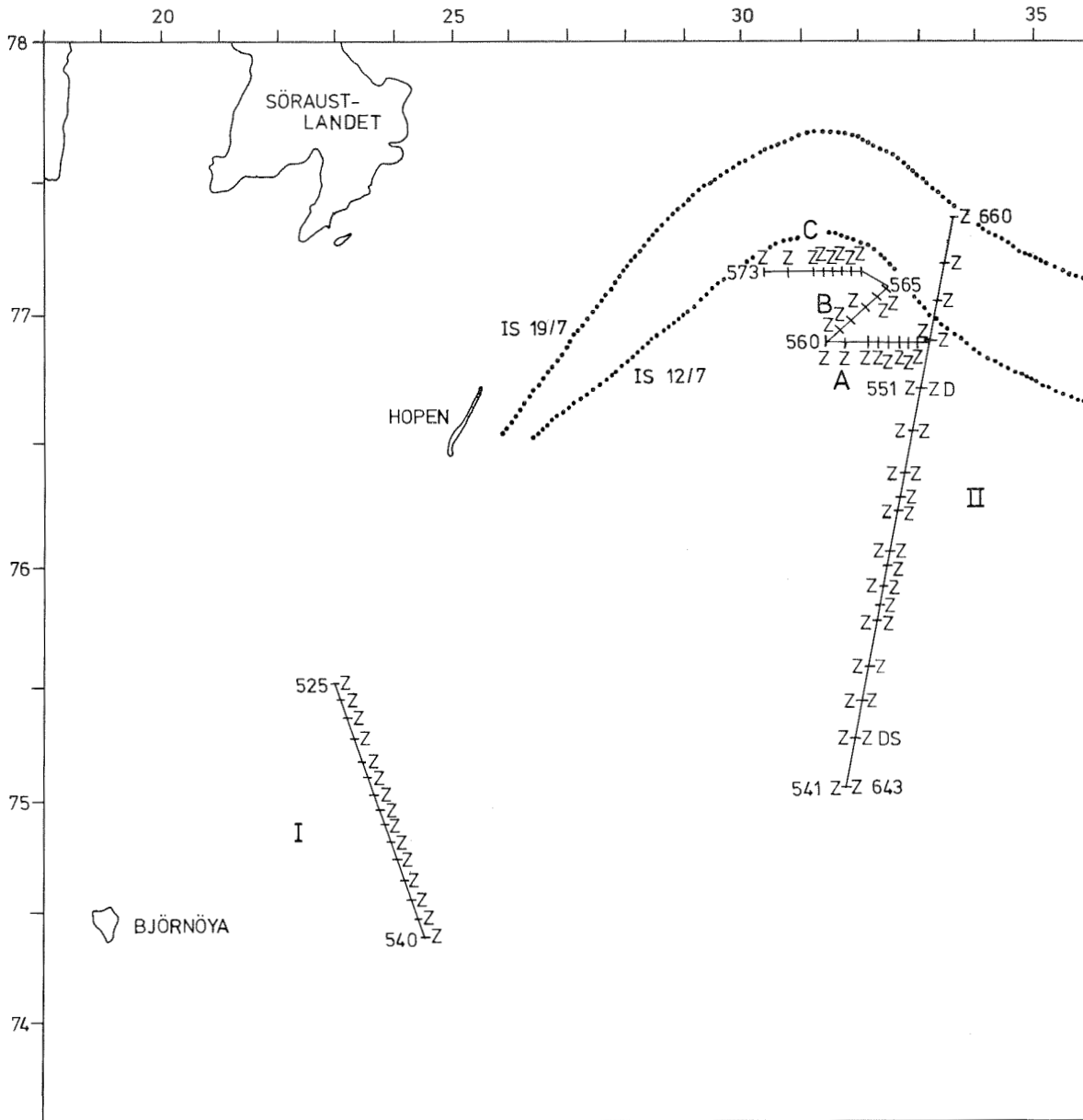


Fig. 1. Stasjonsnett for "G.O.Sars" under prosjektet "Lodda på sommerbeite" 9.-19. juli 1979. Z) CTD-sonde, S) strømmålingsrigg, D) døgnstasjon. De biologiske stasjoner er ikke tatt med. [Location of stations during the period 9-19 July 1979. Z) CTD-sonde, S) moored current meters, D) anchor stations].

endret seg på en annen måte ut fra iskanten her enn i snitt II.

Temperatur og saltholdighet ble registrert med CTD-sonde. Sonden var kalibrert til korrekte verdier før toktet, og var stabil i hele undersøkelsesperioden.

På begge døgnstasjonene ble det målt strøm med Gytte strømmålere (SD-2). Disse strømmålerne registrerte fart og retning over en periode på 4,5 min. Måledypene på døgnstasjon I var 5, 10, 15, 20,

30 og 40 m i hele måleperioden og i tillegg 75, 100 og 125 m i siste halvdel av observasjonsperioden. På døgnstasjon II var måledypene 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 m, hver time og 50, 75, 100 og 125 m annen hver time.

"G.O. Sars" var på begge døgnstasjonene forankret både forut og akterut. Med stabil svak vind inn på låring lå båten meget rolig slik at strømmålingene skulle være lite påvirket av bevegelser i båten.

I samme posisjon som den sydligste døgnstasjonen var det i perioden 11.-19. juli plassert en rigg med 4 stk Aanderaa-målere, RCM-4 (AANDERAA 1978). Disse målerne var plassert i dypene 15, 45, 140 og 308 m. Temperatur og strømmens fart og retning ble registrert hvert 5. min.

## RESULTATER

Med utgangspunkt i den hypotesen som er nevnt innledningsvis, ble snittene valgt på grunnlag av observasjoner av zooplankton og lodde som var gjort tidligere i toktet. Under framstilling av resultatene er det også tatt hensyn til framstillingen av de biologiske forhold. Av den grunn har snittene fått to ulike vertikalskalaer over og under 100 m. Vertikaloppløsningen over 100 m er valgt for lettere å kunne sammenligne de fysiske forhold med mengden av næringssalter og primærproduksjonen.

For å lette oversikten, er de forskjellige snitt og døgnstasjoner med hydrografi og strømmålinger beskrevet hver for seg i det følgende.

### Snitt I

Temperatur og saltholdighet i snitt I er vist på Fig. 2. De øverste 10-15 m var vertikalt homogene langs hele snittet. Under dette overflatelaget var det i nord et overgangslag med meget sterke gradienter både i temperatur og saltholdighet. Dette laget lå mellom 15-30 m. Under 30 m var forholdene igjen meget nær vertikalt homo-

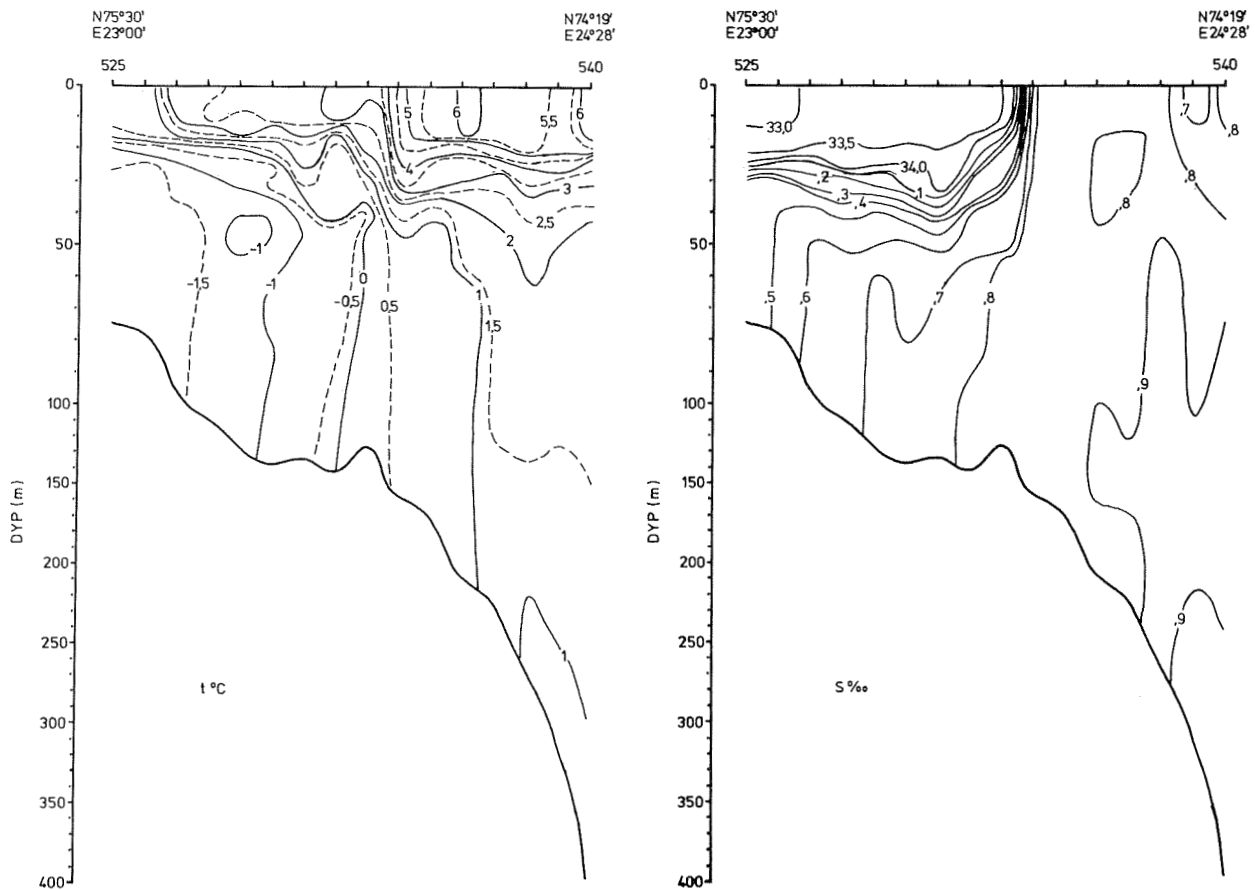


Fig. 2. Temperatur og saltholdighet i snitt I 9.-10. juli 1979. [Temperature and salinity distribution in section I, 9-10 July 1979].

gene. Dette viser at det over det grunne plataet er en meget god vertikal blanding. Både i overflatelaget og i vannmassene under sprangsjiktet var det horisontale gradienter. Under sprangsjiktet var det en forholdsvis jevn overgang fra Arktisk vann i nord mot Atlantisk vann i sør. I overflatelaget var det to områder med skarpe horisontale gradienter. Mellom stasjonene 526 og 527 var differansen i temperatur  $1,5^{\circ}\text{C}$  og i saltholdighet  $0,5 \text{ ‰}$ . Den sterkeste gradienten fant man ved st. 534 hvor Polarfronten lå. Temperaturspranget var ca.  $2,5^{\circ}\text{C}$  mens saltholdigheten økte med  $1,1 \text{ ‰}$ . Saltholdighetsgradienten ble mindre skarp dess dypere man kom og i 60 m var fronten borte. Det siste gjaldt også for temperaturen, hvor de sterkeste horisontale gradienter ble funnet mellom 20-40 m.

Sør for stasjon 535 var overgangslaget mindre skarpt. I saltholdigheten var de vertikale gradienter nesten borte, men i temperaturen

var gradientene størst mellom 20-50 m.

Ved bunnen lengst i sør fantes vannmasser med temperatur lavere enn  $1^{\circ}\text{C}$  og saltholdighet lavere enn  $34,90^{\circ}/\text{oo}$ . Dette er sannsynligvis vann som er dannet på grunnplatået lengre nord og øst, og som synker ned langs skråningen og strømmer langs denne ut av Barentshavet. I snittet Fugløya-Bjørnøya observeres dette jevnlig langs skråningen i nord (BLINDHEIM and LOENG, manuskript).

### Snitt II

Fig. 3, 4 og 5 viser fordelingen av temperatur, saltholdighet og  $\sigma_t$  i snitt II 11.-12. juli og 17.-19. juli. Selv om en del endringer har funnet sted, er hovedtrekkene i den hydrografiske situasjonen den samme under begge dekningene. Det mest karakteristiske trekk i bildet var tunga med kaldt Arktisk vann som strakk seg sørover med kjerne i ca. 30 m. Lengst i nord var temperaturen ved den andre dekingen  $-1,81^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheten lå mellom  $34,40-34,50^{\circ}/\text{oo}$ . Temperaturen økte langsomt sørover mens saltholdigheten i kjernen avtok gradvis til mellom  $34,20-34,30^{\circ}/\text{oo}$ . Den horisontale overgangen mellom de kalde og varme vannmassene var meget skarp under begge dekningene i dybdeintervallet 10-40 m.

Ved annen gangs deking var den sydligste delen av tunga med Arktisk vann i ferd med å bli blandet med de omliggende vannmasser. Dette sees meget tydelig av temperatursnittet som viser at man i sør hadde fått isolert en lomme med kaldt vann mellom 25-40 m. Sannsynligvis vil den kalde tunga trekke seg lenger nordover etterhvert som de omliggende vannmasser blir varmet opp og blanding finner sted.

Den oppvarmingen som fant sted i tidsrommet mellom de to dekningene, var begrenset til overflatelaget. I de øverste 10 m var det langs største delen av snittet en temperaturøkning mellom  $2-4^{\circ}\text{C}$ . Størst var økningen på de stasjonene som under første deking lå nærmest iskanten. Lengst i sør var temperaturøkningen jevnt over mindre i overflatelaget, men til gjengjeld nådde den dypere og kunne på flere stasjoner sees i 30 m (Fig. 6). Grunnen til at oppvarmingen

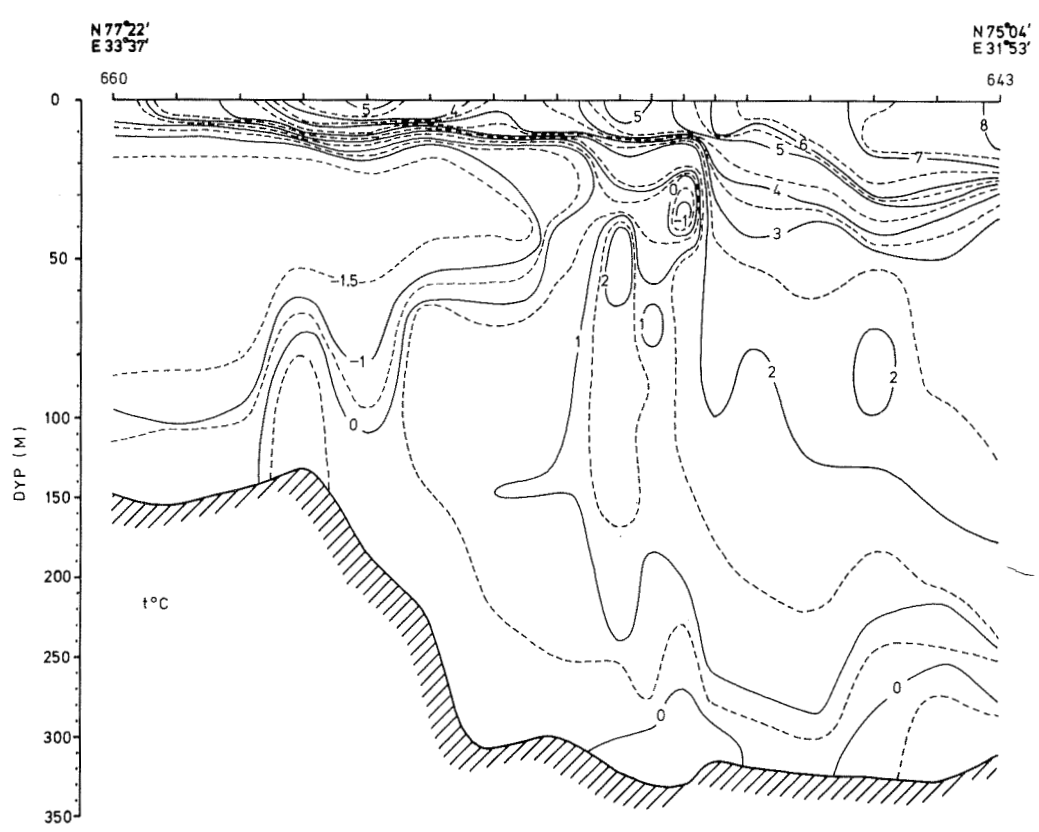
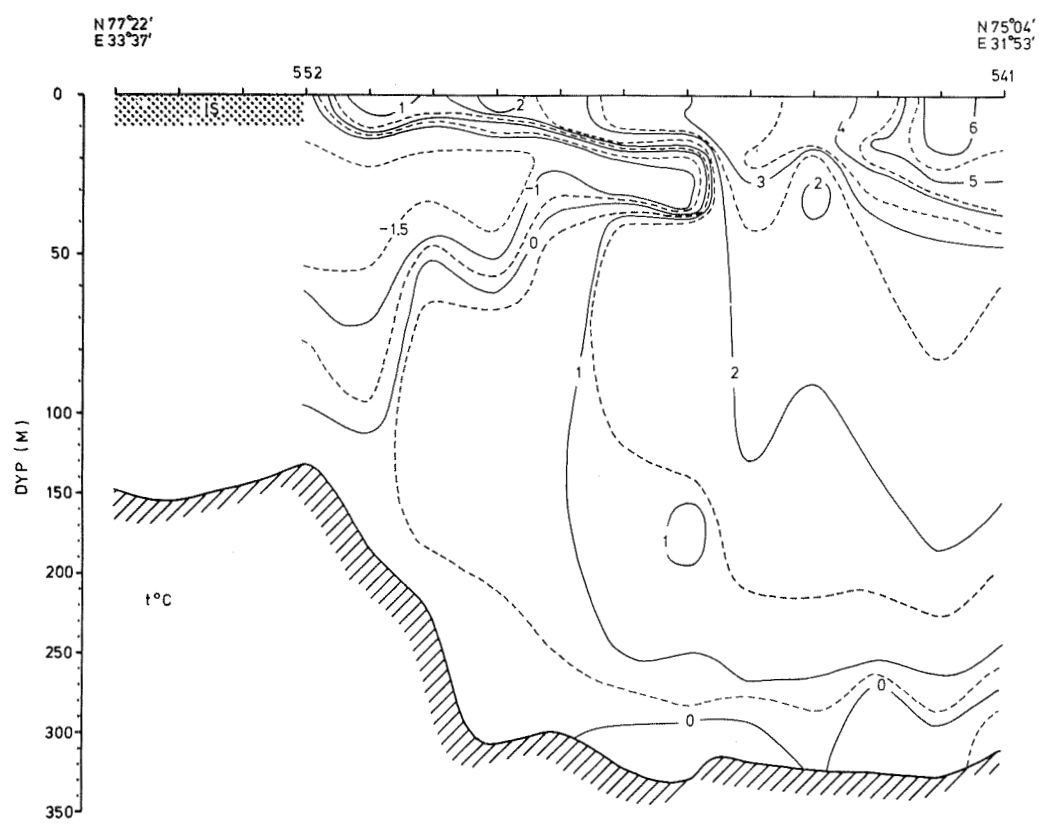


Fig. 3. Temperaturforholdene i snitt II, 11.-12. juli og 17.-19. juli 1979.  
 [Temperature distribution in section II, 11-12 July and 17-19 July 1979].



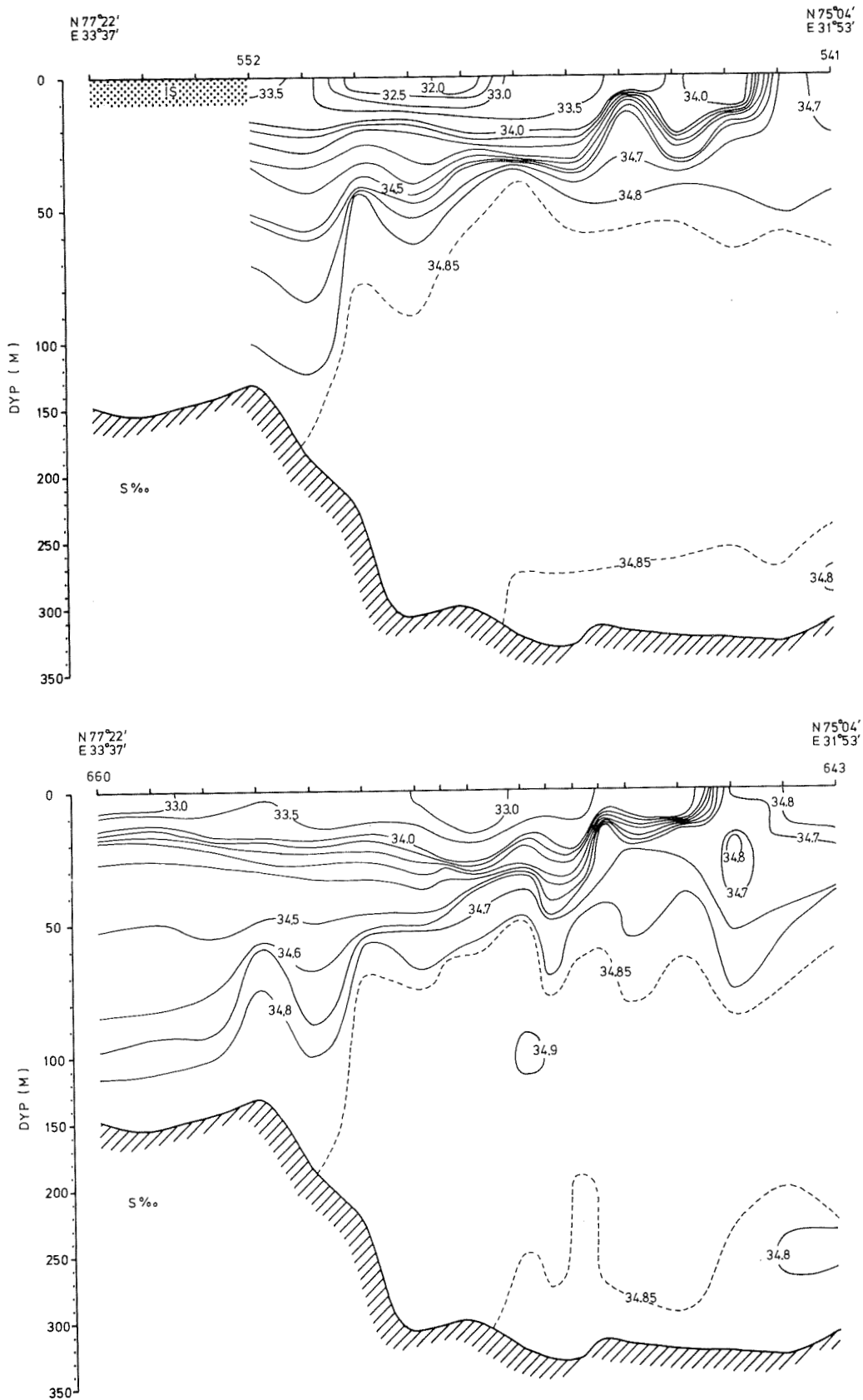


Fig. 4. Saltholdigheten i snitt II, 11.-12. juli og 17.-19. juli 1979.  
 [Salinity distribution in section II, 11-12 July and 17-19 July 1979].

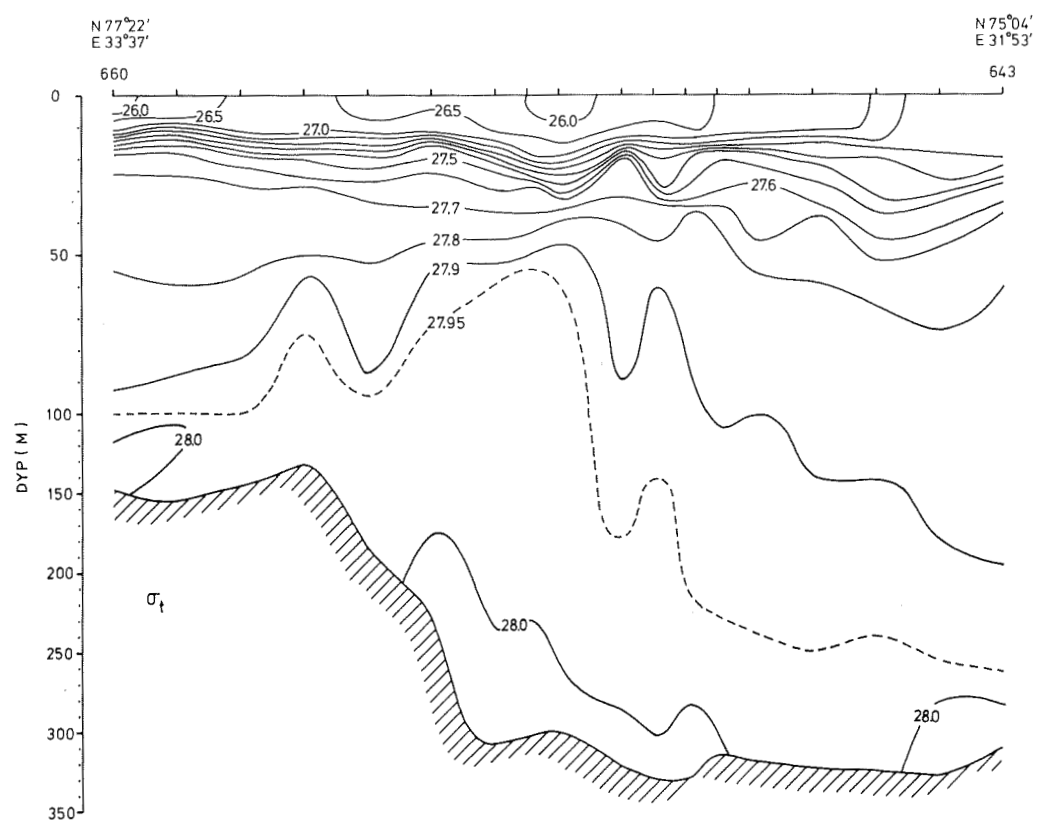
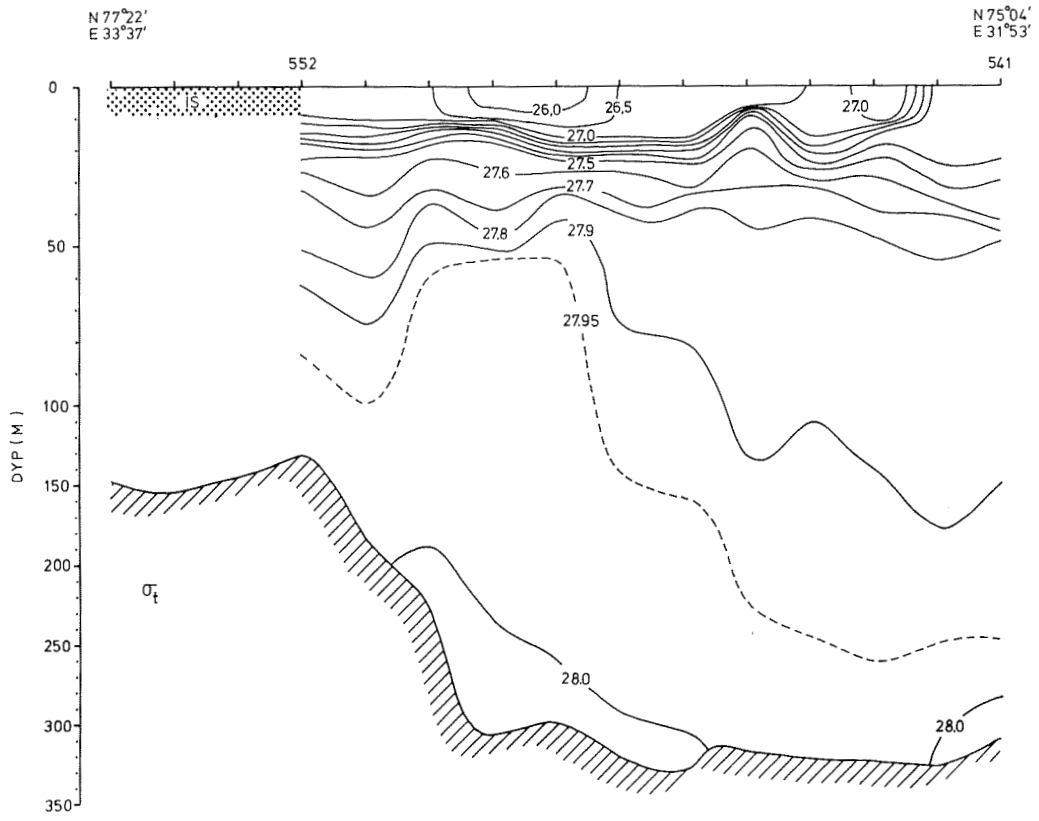


Fig. 5.  $\sigma_t$  i snitt II, 11.-12. juli og 17.-19. juli 1979.  
 [ $\sigma_t$  distribution in section II, 11-12 July and 17-19 July 1979].

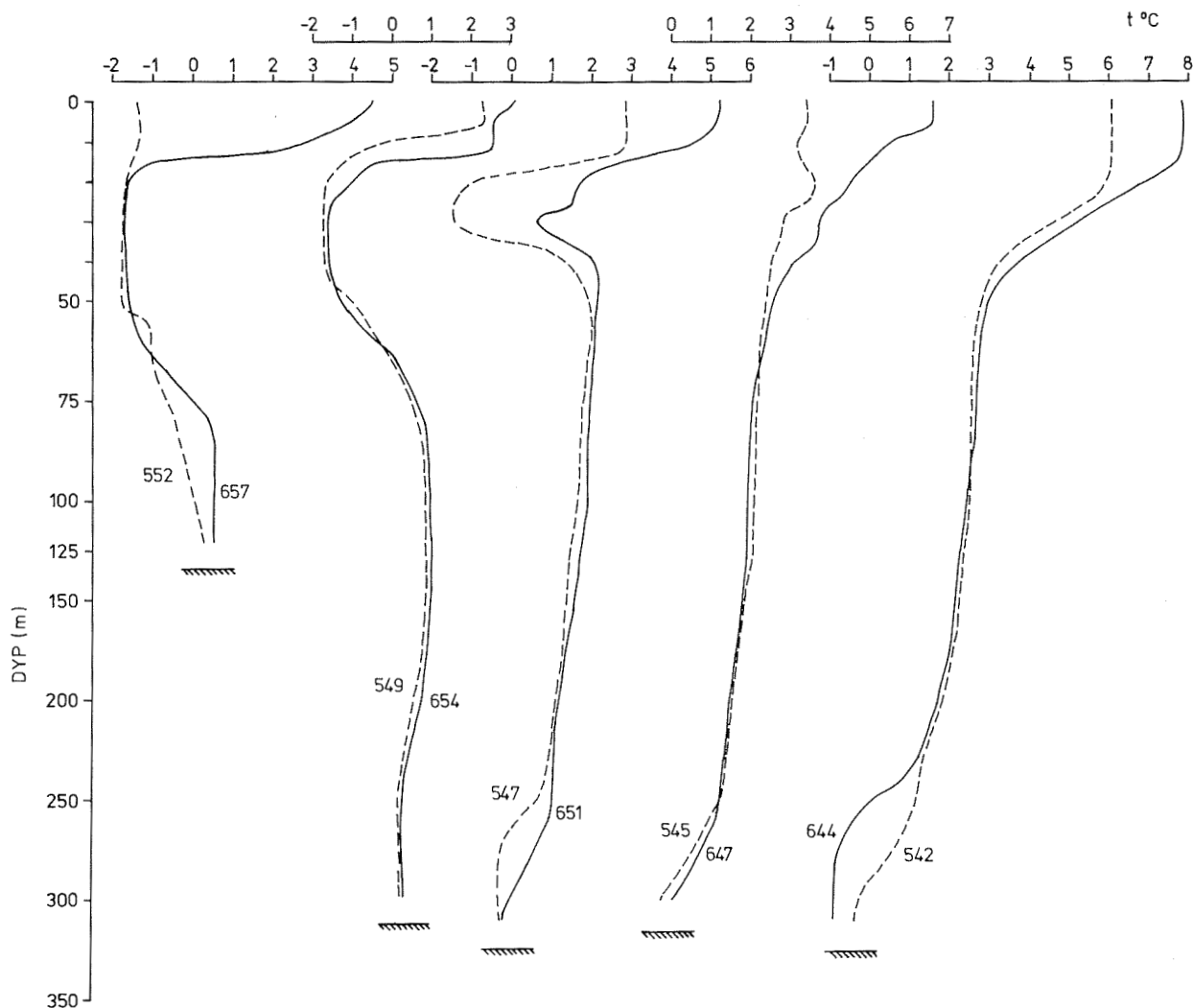


Fig. 6. Temperaturprofiler fra snitt II. Stiplet linje viser første gangs dekning, heltrukket linje annen gangs dekning. For stasjonsnummr jfr. Fig. 1 og 3. [Some vertical temperature distributions in section II. ---: first coverage, —: second coverage. For station numbers, see Figs 1 and 3].

skjedde over ulike dyp langs snittet var forskjellige stabilitetsforhold.

I nordligste delen av snittet var et homogent overflatelag skilt fra det Arktiske vannet med et skarpt sprangsjikt. I temperaturen fantes de skarpeste vertikale gradienter i dyp rundt 10 m. På flere stasjoner ble det registrert temperatursprang på 3-4°C over 5 m og i saltholdighet kunne spranget være opp til 1 ‰.

Sør for det Arktiske vannet endrer forholdene seg noe. De øverste 10 m var fortsatt tilnærmet vertikalt homogene, men under over-

flatelaget fant man ikke like sterke gradienter i temperaturen. I saltholdigheten var det fortsatt skarpe gradienter med unntak av de aller sørligste stasjonene. Dette skyldes at smeltevannet fra isen ikke hadde nådd disse stasjonene. Mellom de to dekningene hadde dette smeltevannet trukket seg noe nordover. I overgangen mellom smeltevannet og Atlanterhavsvannet lenger sør fikk man en forholdsvis sterk horisontal gradient.

I den sørligste delen av snittet var variasjonene i vannmassene under 50 m forholdsvis små. Vannmassene var i meget stor grad vertikalt homogene eller gradientene var små. Saltholdigheten lå i disse vannmassene mellom  $34,85 \text{ ‰}$ - $34,90 \text{ ‰}$ . Mot bunnen avtok saltholdigheten i den dypeste delen av snittet og var under  $34,85 \text{ ‰}$ . Temperaturen avtok også her sterkere enn den gjorde høyere opp, og ned mot bunnen ble det under begge dekningene funnet temperaturer lavere enn  $0^{\circ}\text{C}$ . Dette er vann som om vinteren blir dannet over grunne områder og som siger langs skråningen til de dypere områdene. Dette sees av  $\sigma_t$ -snittene (Fig. 5) og vil også bli diskutert under døgnstasjon II.

I kanten av Storbanken var det en økning i temperaturen (Fig. 3). I dyp mellom 90 m og bunnen lå temperaturen over  $0,50^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheten var også  $0,02$ - $0,03 \text{ ‰}$  høyere enn i de omliggende vannmasser. Dette skyldes sannsynligvis at det var en strøm av Atlantisk vann over eggakanten.

### Snittene A, B og C

Snitt A ble lagt fra den nordligste stasjonen på snitt II under første dekning og vestover. Snittene B og C ble lagt noe lengre nord (Fig. 1). Temperatur og saltholdighet er vist på Fig. 7, 8 og 9. Det kalde vannet ( $t < -1,5^{\circ}\text{C}$ ) som strakk seg sørover langs snitt II, fant vi igjen i alle tre snittene. I snitt A og B lå dette vannet mellom 20-50 m på tvers av hele snittene. I snitt C var forholdene noe annerledes. Den samme vannmassen var her begrenset til den østligste delen av snittet og hadde en noe større vertikal utstrekning. Helt i vest var det igjen en kjerne med kaldt vann i ca. 40 m, men de to kjernene var tydelig adskilt fra hverandre.

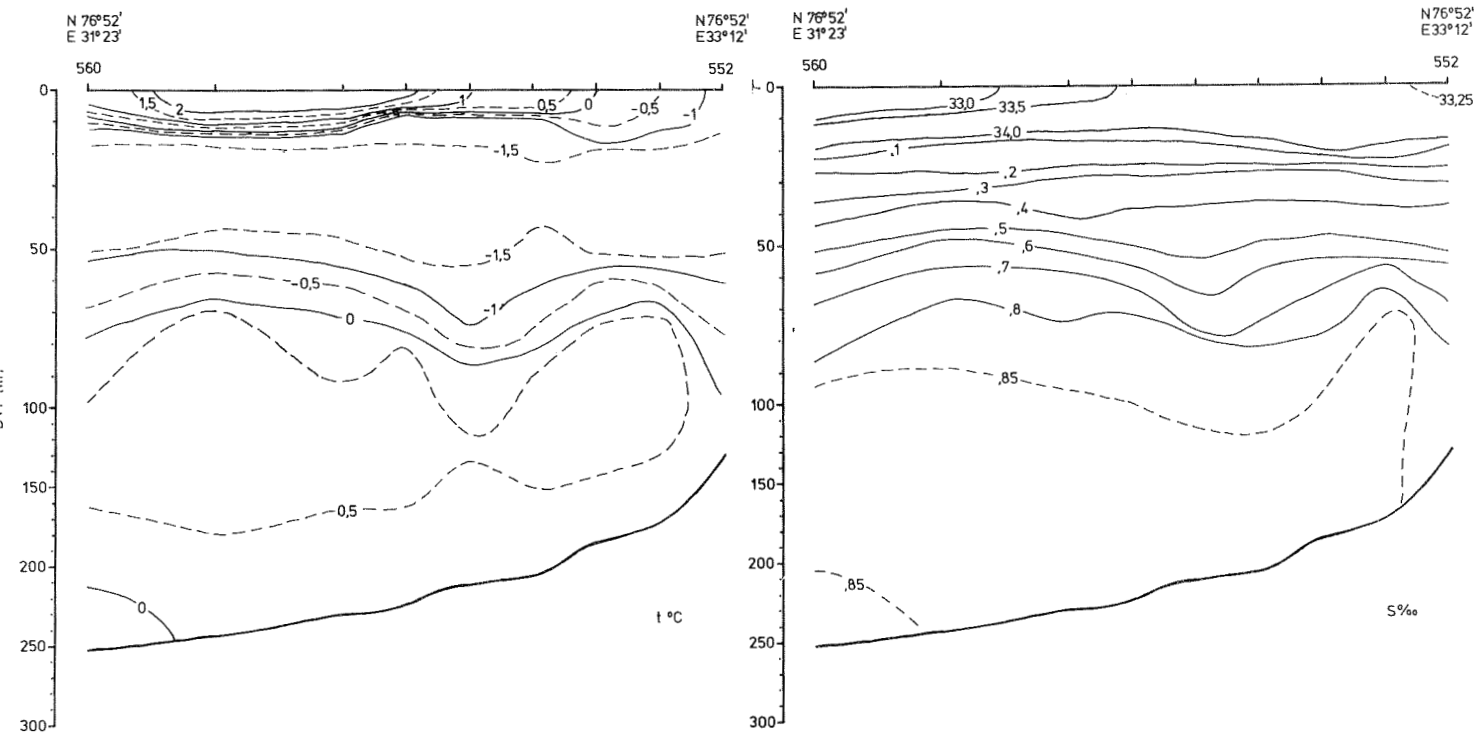


Fig. 7. Temperatur og saltholdighet i snitt A. [Temperature and salinity distribution in section A].

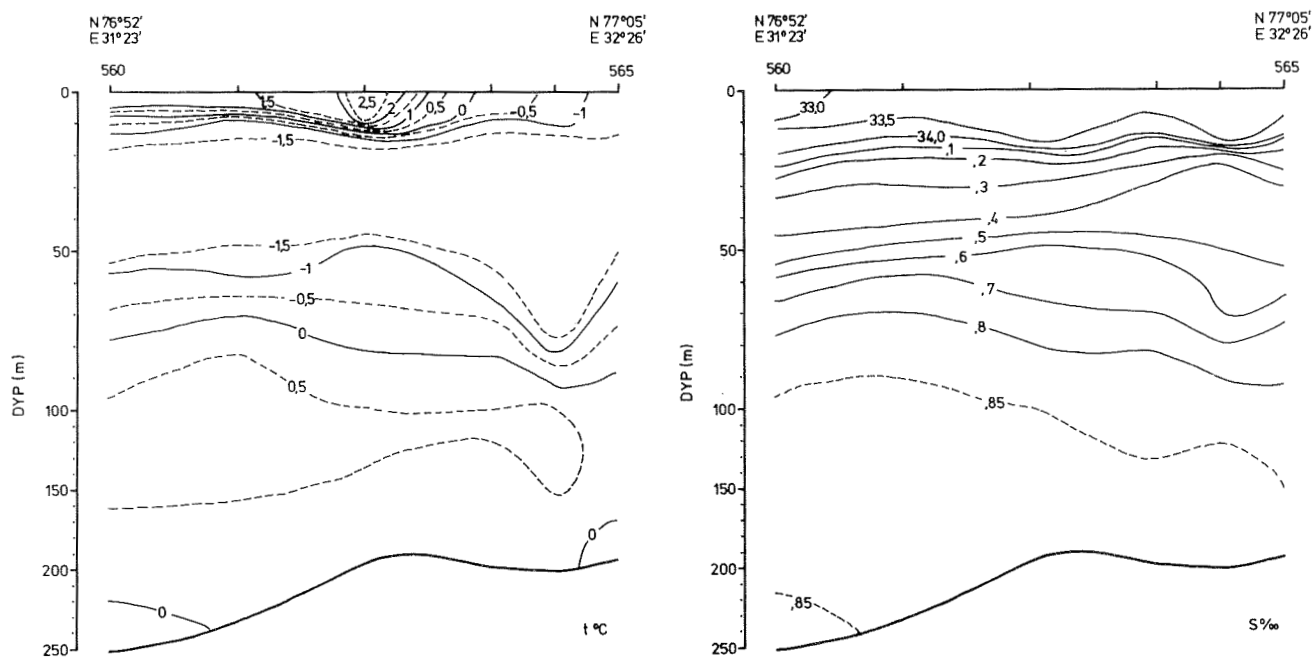


Fig. 8. Temperatur og saltholdighet i snitt B. [Temperature and salinity distribution in section B].

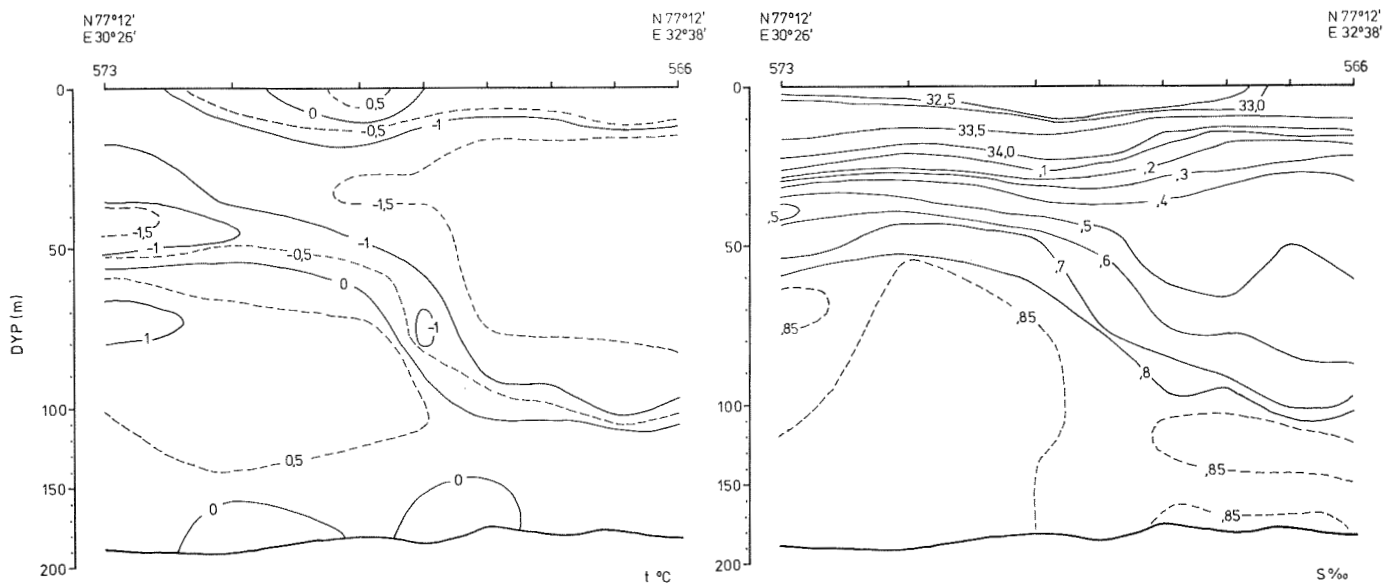


Fig. 9. Temperatur og saltholdighet i snitt C. [Temperature and salinity distribution in section C].

De største temperaturgradientene fant man over og under kjernen med kaldt vann. Som i snitt II var gradienten størst i ca. 10 m, men gradienten i snitt C er mindre markert enn i de øvrige snitt. Dette skyldes at overflatelaget foreløpig var lite oppvarmet etter at isen hadde trukket seg nordover. I saltholdigheten var forholdet omvendt, med de sterkeste gradienter i snitt C på grunn av lavere saltholdighet i overflaten. Mellom ca. 20-75 m var det forholdsvis jevne saltholdighetsgradienter i alle snittene.

I snittene A og B var det et temperaturmaksimum mellom 100-150 m med temperaturer høyere enn  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Under dette laget avtok temperaturen ned mot bunnen hvor den var meget nær  $0^{\circ}\text{C}$ . I snitt C var forholdene stort sett de samme, men temperaturer over  $0,5^{\circ}\text{C}$  fantes bare i den vestlige delen hvor også temperaturer over  $1^{\circ}\text{C}$  ble registrert. Saltholdigheten i disse vannmassene lå mellom  $34,80-34,90$  ‰, men det er vanskelig å finne noen klar sammenheng mellom temperatur og saltholdighet i disse dypene. Temperaturer så vidt over  $0^{\circ}\text{C}$  og saltholdigheter nær  $34,85$  ‰ indikerer imidlertid at dette er oppblandet Atlanterhavsvann og Arktisk vann.

st. 580 14/7-79 kl. 03.57 GMT

st. 627 17/7-79 kl. 00.02 GMT

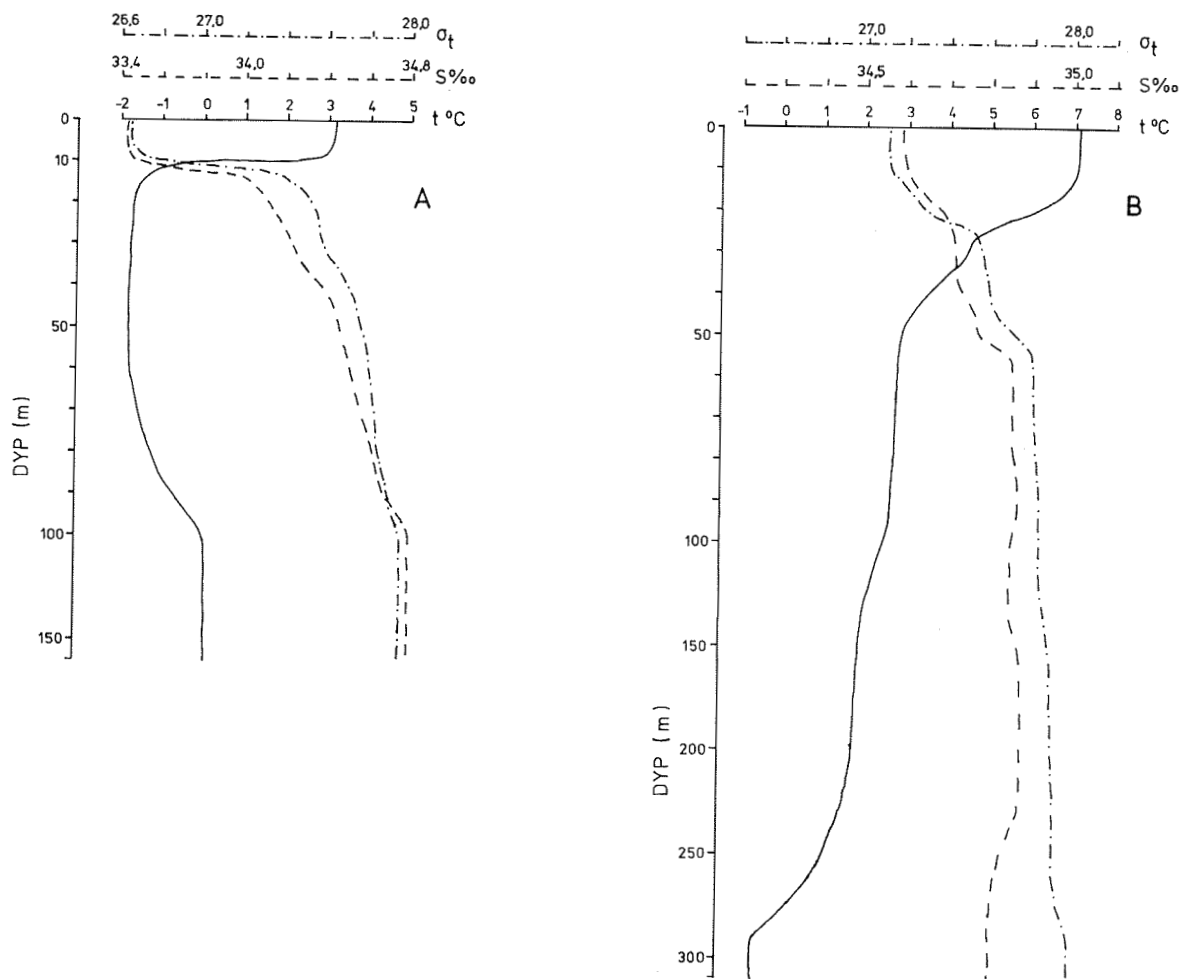


Fig. 10. Eksempel på vertikalprofil av temperatur, saltholdighet og  $\sigma_t$  for A) døgntasjon I, B) døgntasjon II. [Vertical profiles of temperature, salinity and  $\sigma_t$  at A) anchor station I, B) anchor station II].

### Døgntasjon I

Et eksempel på den vertikale fordelingen av temperatur, saltholdighet og  $\sigma_t$  for døgntasjon I er vist på Fig. 10. Det kan her skilles mellom tre vannmasser. De øverste ca. 10 m var godt gjennomblandet og bestod av oppvarmet smeltevann. Saltholdigheten lå rundt 33,40-33,50 ‰, og temperaturen varierte mellom 2,90-3,30°C i løpet av døgnet. Et meget markert sprangsjikt skilte dette overflatelaget fra de mellomliggende vannmasser som bestod av Arktisk vann. Kjernen i det Arktiske vannet lå i 40-50 m, mens den nedre grensen lå i ca. 100 m. Temperaturen i kjernen var -1,75°C, og saltholdigheten lå mellom 34,40-34,50. I hele denne vannsøylen var det en forholdsvis

jevn saltholdighets- og tetthetsgradient. Ved overgangen til de underliggende vannmasser var det igjen økte gradienter i både temperatur og saltholdighet. Vannmassene mellom ca. 100 m og bunnen hadde saltholdighet på 34,80-34,81 ‰, og temperaturen varierte mellom 0,10-0,20°C. Dette er opprinnelig Atlanterhavsvann som har blitt oppblandet med Arktisk vann og som lettest kan kjennes på den positive temperaturen.

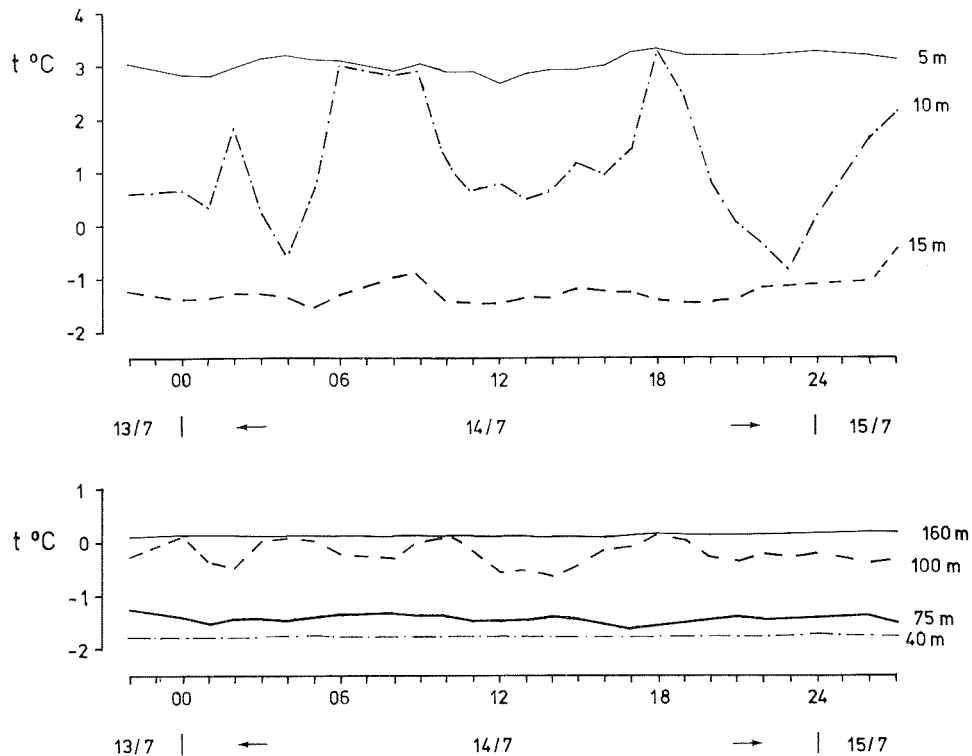


Fig. 11. Temperaturforholdene i 5, 10, 15, 40, 75, 100 og 160 m gjennom måleperioden ved døgnstasjon I. [Temperature distribution at 5, 10, 15, 40, 75, 100 and 160 m at anchor station I during the measuring period].

Temperaturvariasjonene i de enkelte lag går fram av Fig. 11. I 5 og 15 m var det små temperaturvariasjoner gjennom døgnet hvilket indikerer at det var de samme vannmassene som var tilstede hele tiden. I 10 m derimot var temperaturvariasjonene store hvilket viser at her vekslet det mellom overflatevann og Arktisk vann.

I kjernen av det Arktiske vannet (40 m) var forholdene praktisk talt konstante gjennom måleperioden. Temperaturen varierte mellom -1,71 og -1,77°C med middeltemperatur  $\bar{t} = -1,750$  og med standard-



avvik  $s_t = 0,010$ . Saltholdigheten varierte mellom  $34,36-34,45$  ‰ med midlere saltholdighet  $\bar{S} = 34,410$  ‰ og standardavvik  $s_S = 0,022$ . De samme konstante verdiene finner vi igjen ved bunn i 160 m dyp. Saltholdigheten var her konstant  $S = 34,81$  ‰, og temperaturen varierte mellom  $0,10-0,20$  °C.

I overgangen mellom det oppblandete Atlanterhavsvannet ved bunnen og de Arktiske vannmasser finner vi igjen større variasjon, men ikke så store som i det øvre spranget. I 100 m finner vi således temperaturvariasjoner på  $0,8$  °C gjennom døgnet. Observasjonene viser at beliggenheten av  $0$  °C isoterme svingte mellom 95-115 m i løpet av måleperioden.

### Døgnstasjon II

Vertikalfordelingen av temperatur, saltholdighet og  $\sigma_t$  er vist i Fig. 10. Som på døgnstasjon I var de øverste 10 m forholdsvis homogene, men både temperatur og saltholdighet hadde høyere verdier. På stasjon II var det ikke noe markert sprangsjikt mellom overflate- laget og de underliggende vannmasser. I temperaturen var det en forholdsvis sterk og jevn gradient mellom 10 m og 50 m. I saltholdigheten var også gradienten jevn, men saltholdighetsforskjellen over det samme dybdeintervallet var liten. Under 50 m varierte saltholdigheten mellom  $34,80$  ‰ og  $34,90$  ‰ med maksimum i intervallet 150-200 m. Temperaturen under 50 m avtok forholdsvis jevnt til minimum ved bunnen. Den vertikale stabiliteten var også meget jevn i dette dybdeintervallet, men betydelig svakere enn i de øverste 50 m.

Variasjonene gjennom døgnet synes å være noe større enn ved døgnstasjon I. Fig. 12 viser temperaturvariasjonene gjennom måleperioden. I det homogene overflatelaget var det en temperaturvariasjon på nesten  $1$  °C i løpet av måleperioden. I intervallet 10-50 m hvor man fant de sterkeste temperaturgradientene, hadde isolinjene en vertikalbevegelse på 5-10 m. Dette medførte temperaturvariasjoner på opptil  $1$  °C i et bestemt dyp. I de dypere lag var vertikalbevegelsen av isolinjene noe større, ca. 30-40 m. Unntatt var  $2,5$  °C isoterme som hadde en vertikalbevegelse på ca. 70 m. På grunn av

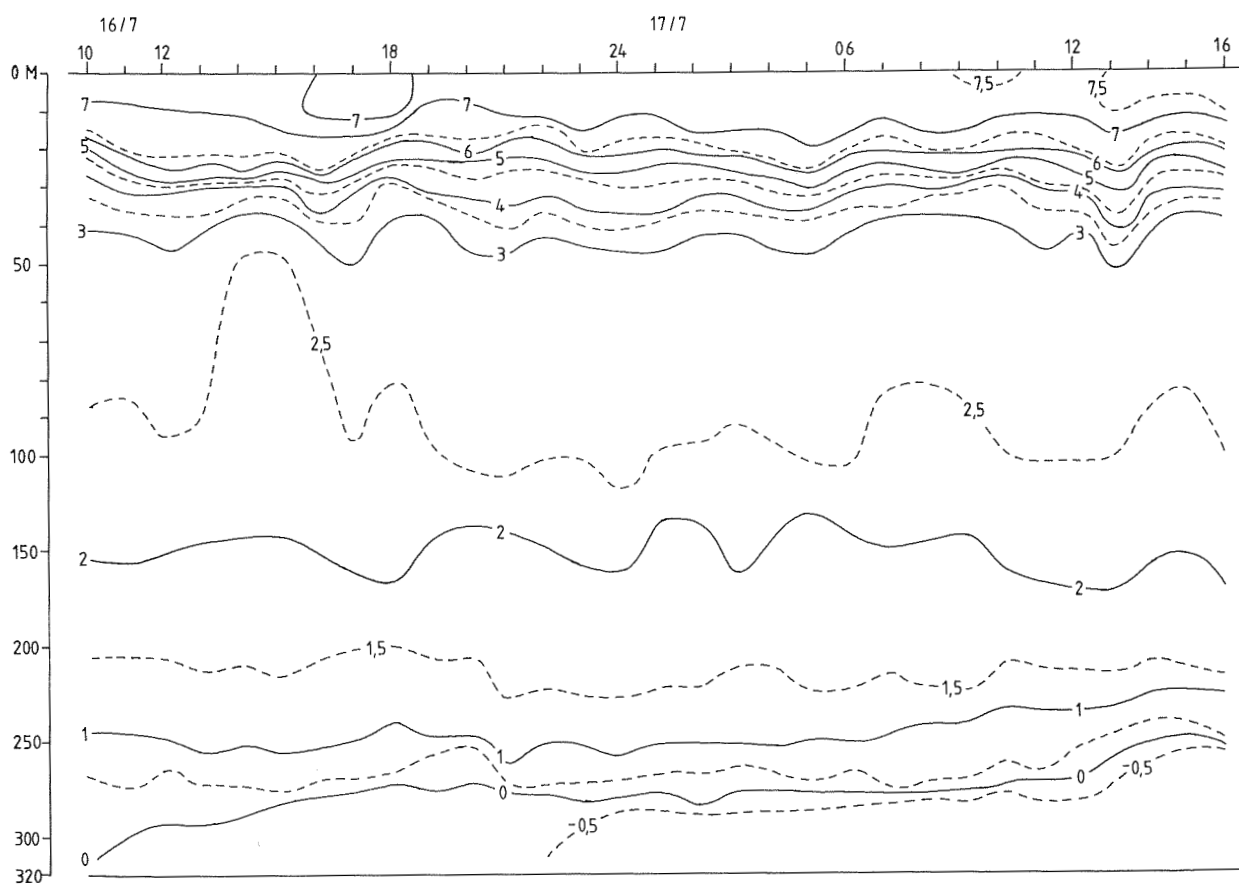


Fig. 12. Isoplethdiagram for temperaturen ved døgnstasjon II. [Temperature distribution at anchor station II].

de svakere vertikalkradienter, så førte ikke denne noe større vertikalbevegelse til større temperaturvariasjoner i et bestemt dyp enn hva tilfellet var i de øverste 50 m.

Ser man på temperaturforholdene ved bunnen, så avtok temperaturen jevnt fra  $0,0^{\circ}\text{C}$  til  $-0,9^{\circ}\text{C}$  i løpet av observasjonsperioden. Saltholdigheten avtok samtidig med  $0,02$  ‰ mens  $\sigma_t$  økte med  $0,02$ . Ser man på temperaturregistreringen fra Aanderaa-måleren i 308 m (Fig. 13), ser man at det ved bunnen vekslet mellom positive og negative temperaturer. Vannet med negativ temperatur er bunnvann fra Sentralbanken som siger ned langs skråningen mot de større dyp. Resultatet fra Aanderaa-måleren indikerer at slike nedsynkninger fra de grunnere områdene ikke foregår kontinuerlig, men periodevis.

I saltholdigheten var variasjonene under 50 m meget små i observasjonsperioden, maksimum  $0,03$  ‰. I de øvre 50 m og spesielt i

det homogene overflatelaget var variasjonene noe større. I dette overflatelaget var variasjonen  $0,40 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$  mens den har avtatt til mindre enn  $0,20 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$  i 20 m og mindre enn  $0,10 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$  i 30 m.

### Strømmålinger med Aanderaa-målere

Resultatet fra strømmålingene med RCM-4 er presentert i Fig. 13 og Tabell 1. Tidevannsstrømmene er tydelige i alle dyp, men var minst markerte nærmest bunnen. Et karakteristisk trekk var at den nordgående reststrømmen var av samme styrke som tidevannsstrømmen, noe som gjør at selv tidevannet bare sjelden gir strømmen en sørlig komponent. Nå er ikke strømmen i noe dyp særlig sterk. De største maksimumshastighetene ble registrert i 15 m med avtagende verdier ned mot bunnen. I 308 m ble det således ikke registrert hastigheter over  $15 \text{ cm/s}$ . Reststrømmen ved bunn lå rundt  $10 \text{ cm/s}$ , og den endret seg svært lite mot overflaten.

Reststrømmens retning var meget stabil i alle dyp gjennom hele måleperioden. Retningen kunne imidlertid variere noe mellom de ulike dypene, fra nord til nordøst. Dette går tydelig fram av de progressive vektordiagrammene (Fig. 14). Disse er fremstilt etter timesmidler i strømmen og viser derfor tydelig tidevannets innflytelse.

Strømretning mot nord viser at strømmen følger bunntopografien i området. Strømmene i dette området var fra før lite kjent da strømmålinger tidligere ikke har vært gjort. Den observerte retning stemmer bra med det man fra før kunne se av de hydrografiske forhold - at strømmen går nordover i den dype renna vest for Sentralbanken.

Ut fra bare en ukes målinger er det ikke mulig å trekke sikre konklusjoner om strømmens fart og retning generelt i området. Observasjoner fra lengre måleserier i området mellom Fugløya og Bjørnøya viser at reststrømmens retning kan være meget konstant over 2-3 uker for så å skifte retning for en tid (LOENG 1979). Dette skyldes imidlertid meteorologiske forhold. Under den måleperioden som her er beskrevet, var de meteorologiske forhold svært

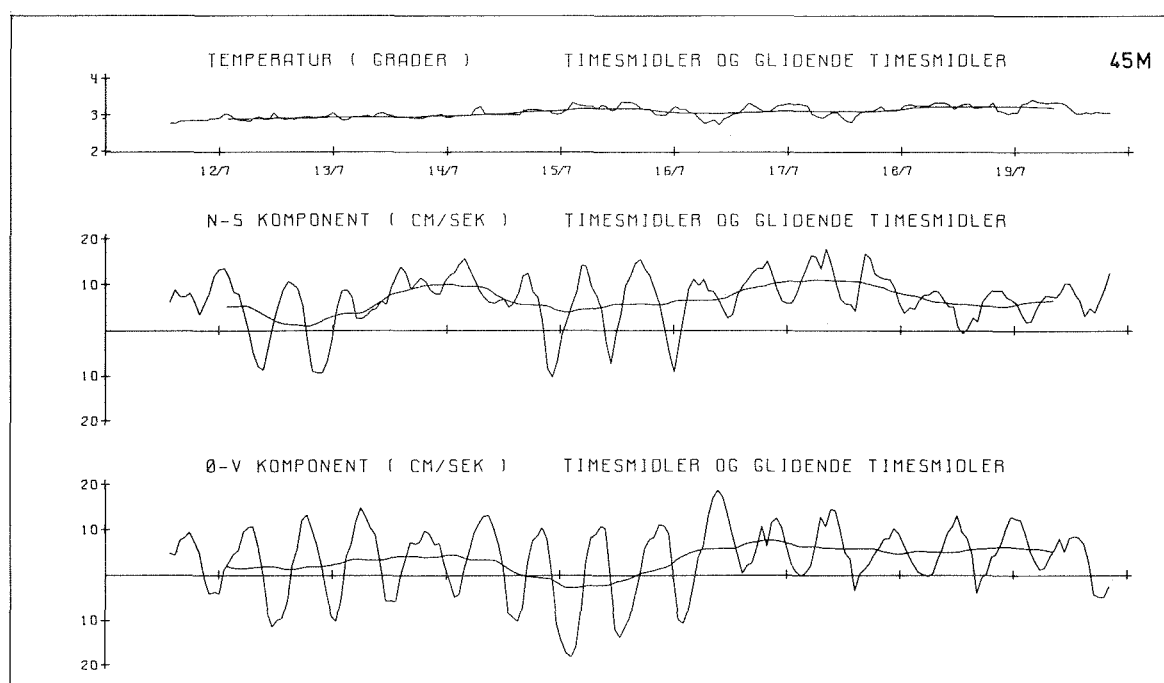
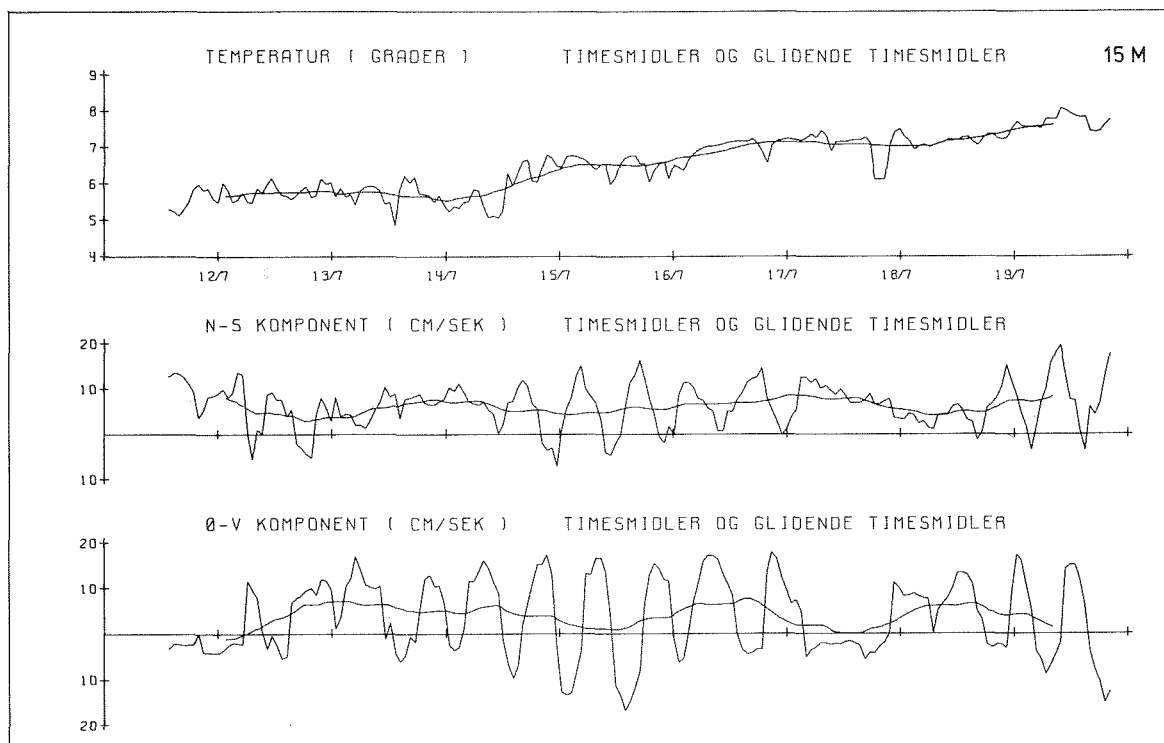


Fig. 13. Timesmidler og 25 timers glidende midler av temperatur og strøm i 15, 45, 140 og 308 m målt med RCM-4. [Hourly average and 25 hours' running average of temperature and current (decomposed in north-south and east-west directions) at 15, 45, 140 and 308 m. Measurements done with Aanderaa current meters].

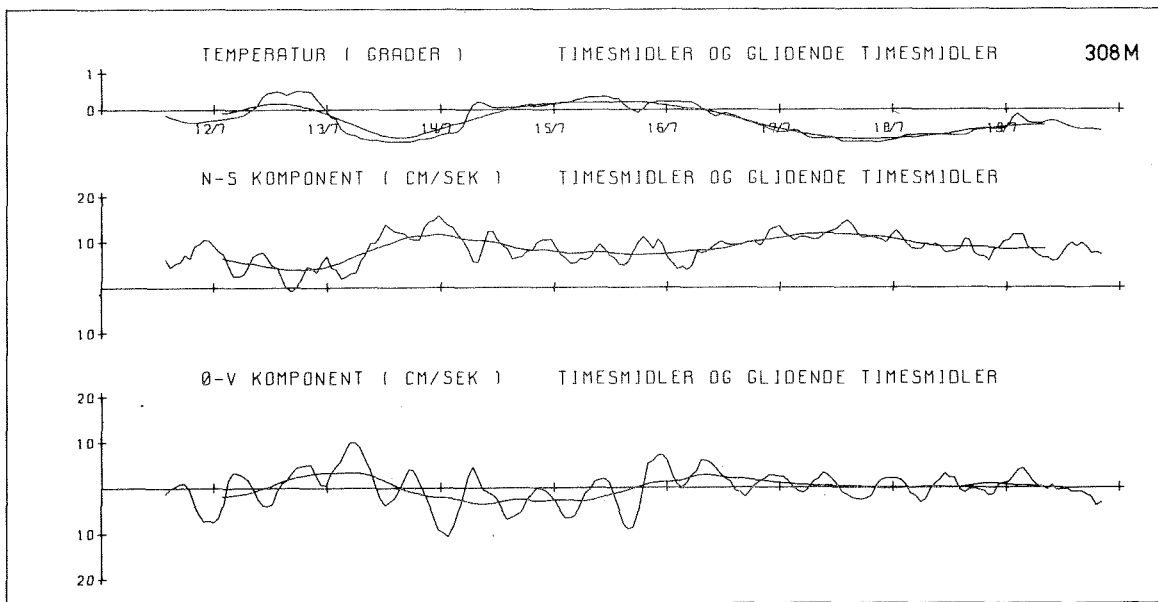
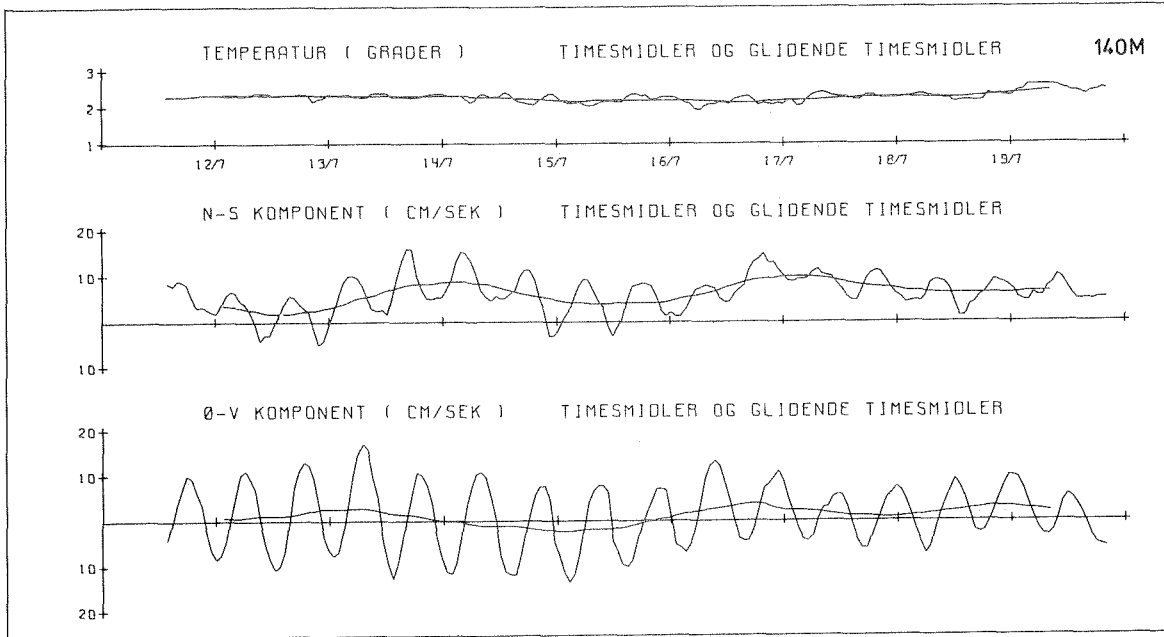


Fig. 13. Forts. [Cont.]

rolige med meget svake vinder. Hvordan strømforholdene endrer seg under andre vindforhold er det ikke mulig å si noe om.

De rolige vindforholdene medførte også liten sjø, og innvirkningen på forankringssystemet ble derfor minimal. Med undervannsbøyen bare 15 m under overflaten, skal det svært lite sjø til for at det skal oppstå bevegelse i undervannsbøyen, noe som ville ha påvirket

Tabell 1. Frekvenstabell for hastighet (cm/s) og retning (grader) målt med RCM-4 i 15, 45, 140 og 308 m i perioden 11.-19. juli. [Frequency distribution of velocity (cm/s) and direction (degrees) at 15, 45, 140 and 308 m in the period 11-19 July].

FREKVENSTABELL, 15 m										FREKVENSTABELL, 45 m										
Hastighet (cm/s)										Hastighet (cm/s)										
	0	5	10	15	20	25	30	SUM	%		0	5	10	15	20	25	30	SUM	%	
	0- 10 :		2	2	4	1		9	0.4		0- 10 :		83	89	46				218	9.1
	10- 20 :		3	5	3			11	0.5		10- 20 :	1	62	81	26	3			173	7.2
	20- 30 :		1	8	2	1		12	0.5		20- 30 :		65	96	9	3			173	7.2
	30- 40 :		7	13	8	1		29	1.2		30- 40 :	1	45	93	17	10			166	6.9
	40- 50 :		12	27	16	3		58	2.4		40- 50 :	2	63	112	25	6			208	8.6
	50- 60 :		52	91	44	2		189	7.9		50- 60 :	3	75	150	30	1			259	10.8
	60- 70 :		96	175	87	5		363	15.1		60- 70 :	2	46	142	27	5			222	9.2
	70- 80 :		31	103	79	3		216	9.0		70- 80 :		15	55	14	2			86	3.6
	80- 90 :		21	41	36			98	4.1		80- 90 :		18	44	9				71	3.0
	90-100 :		13	44	18	3		78	3.2		90-100 :	1	11	19	1				32	1.3
	100-110 :		5	31	13			49	2.0		100-110 :		7	18					25	1.0
R	110-120 :		11	27	5			43	1.8	R	110-120 :		2	21					23	1.0
	120-130 :		7	16	1			24	1.0		120-130 :			13					13	0.5
E	130-140 :		4	14				18	0.7	E	130-140 :		1	10					11	0.5
	140-150 :		7	10				17	0.7		140-150 :		5	16					21	0.9
T	150-160 :		4	1				5	0.2	T	150-160 :		3	11					14	0.6
	160-170 :		11	1				12	0.5		160-170 :		9	17					26	1.1
N	170-180 :		1	3				4	0.2	N	170-180 :		3	1					4	0.2
	180-190 :		4	1				5	0.2		180-190 :		5	4					9	0.4
I	190-200 :		3	1				4	0.2	I	190-200 :		3	3					6	0.2
	200-210 :		1	1				2	0.1		200-210 :		4	3					7	0.3
N	210-220 :		5	1				6	0.2	N	210-220 :		7	3					10	0.4
	220-230 :		3	4				7	0.3		220-230 :		8	8					16	0.7
G	230-240 :		4	3				7	0.3	G	230-240 :		3	6					9	0.4
	240-250 :		3	4	1			8	0.3		240-250 :		5	5					10	0.4
	250-260 :		5	6				11	0.5		250-260 :		9	9					18	0.7
	260-270 :		4	6	3			13	0.5		260-270 :		7	33	2				42	1.7
	270-280 :		11	13	3			27	1.1		270-280 :		4	15	12				31	1.3
	280-290 :		6	12	9			27	1.1		280-290 :		6	12	15				33	1.4
	290-300 :		9	14	18	1		42	1.7		290-300 :	1	5	32	6	2			46	1.9
	300-310 :		15	16	13	3		47	2.0		300-310 :		5	34	5				44	1.8
	310-320 :		32	19	20	9		80	3.3		310-320 :		15	41	11				67	2.8
	320-330 :		41	24	12	5	1	83	3.5		320-330 :		24	19	7				50	2.1
	330-340 :		92	78	16	7	1	194	8.1		330-340 :		13	42	6				61	2.5
	340-350 :		217	254	65	6		542	22.5		340-350 :		30	60	14				104	4.3
	350-360 :		28	28	8	1		65	2.7		350-360 :		45	40	12				97	4.0
	SUM :	0	771	1097	484	51	2	2405			SUM :	11	711	1357	294	32	0		2405	
FREKVENSTABELL, 140 m										FREKVENSTABELL, 308 m										
Hastighet (cm/s)										Hastighet (cm/s)										
	0	5	10	15	20	25	30	SUM	%		0	5	10	15	20	25	30	SUM	%	
	0- 10 :		9	56	40	7		112	4.7		0- 10 :		30	225	155				410	17.0
	10- 20 :		12	73	59	13		157	6.5		10- 20 :		30	148	164				342	14.2
	20- 30 :		7	53	41	14		116	4.8		20- 30 :		12	39	58				109	4.5
	30- 40 :		5	107	56	19		187	7.8		30- 40 :		23	53	37				118	4.9
	40- 50 :		5	99	57	28		189	7.9		40- 50 :		18	52	4				74	3.1
	50- 60 :		5	86	86	13		190	7.9		50- 60 :		21	26	13				60	2.5
	60- 70 :		4	64	59	20		147	6.1		60- 70 :		4	7	5				16	0.7
	70- 80 :		6	50	54	12		122	5.1		70- 80 :		4	29	11				44	1.8
	80- 90 :		1	32	10			43	1.8		80- 90 :		7	3	3				13	0.5
	90-100 :		17	1				18	0.7		90-100 :		13						13	0.5
	100-110 :		12	1				13	0.5		100-110 :		11						11	0.5
R	110-120 :		4					4	0.2	R	110-120 :		3						3	0.1
	120-130 :		8					8	0.3		120-130 :								0	0.0
E	130-140 :		5					5	0.2	E	130-140 :								0	0.0
	140-150 :		3					3	0.1		140-150 :								0	0.0
T	150-160 :		4					4	0.2	T	150-160 :								0	0.0
	160-170 :		1	2				3	0.1		160-170 :								0	0.0
N	170-180 :		3					3	0.1	N	170-180 :								0	0.0
	180-190 :		2					2	0.1		180-190 :		1						1	0.0
I	190-200 :		2	5				7	0.3	I	190-200 :								0	0.0
	200-210 :		1	4				5	0.2		200-210 :								0	0.0
N	210-220 :		1	3				4	0.2	N	210-220 :								0	0.0
	220-230 :		8					8	0.3		220-230 :								0	0.0
G	230-240 :		3	9				12	0.5	G	230-240 :								0	0.0
	240-250 :		2	22				24	1.0		240-250 :								0	0.0
	250-260 :		1	26	2			29	1.2		250-260 :								0	0.0
	260-270 :			27	7			34	1.4		260-270 :								0	0.0
	270-280 :			36	30			66	2.7		270-280 :								0	0.0
	280-290 :		4	54	24			82	3.4		280-290 :								0	0.0
	290-300 :		2	37	53			92	3.8		290-300 :		5	7					12	0.5
	300-310 :		2	61	46	2		111	4.6		300-310 :		24	15					39	1.6
	310-320 :		5	74	31	8		118	4.9		310-320 :		62	28	3				93	3.9
	320-330 :		12	70	33	6		121	5.0		320-330 :		57	54	38				149	6.2
	330-340 :		12	105	53	7		177	7.4		330-340 :		6	102	36	13			157	6.5
	340-350 :		10	62	36	3		111	4.6		340-350 :		2	156	137	7			302	12.6
	350-360 :		3	45	26	4		78	3.2		350-360 :		21	200	216	2			439	18.3
	SUM :	115	1328	805	156	0	0	2405			SUM :	210	1189	943	63	0	0		2405	

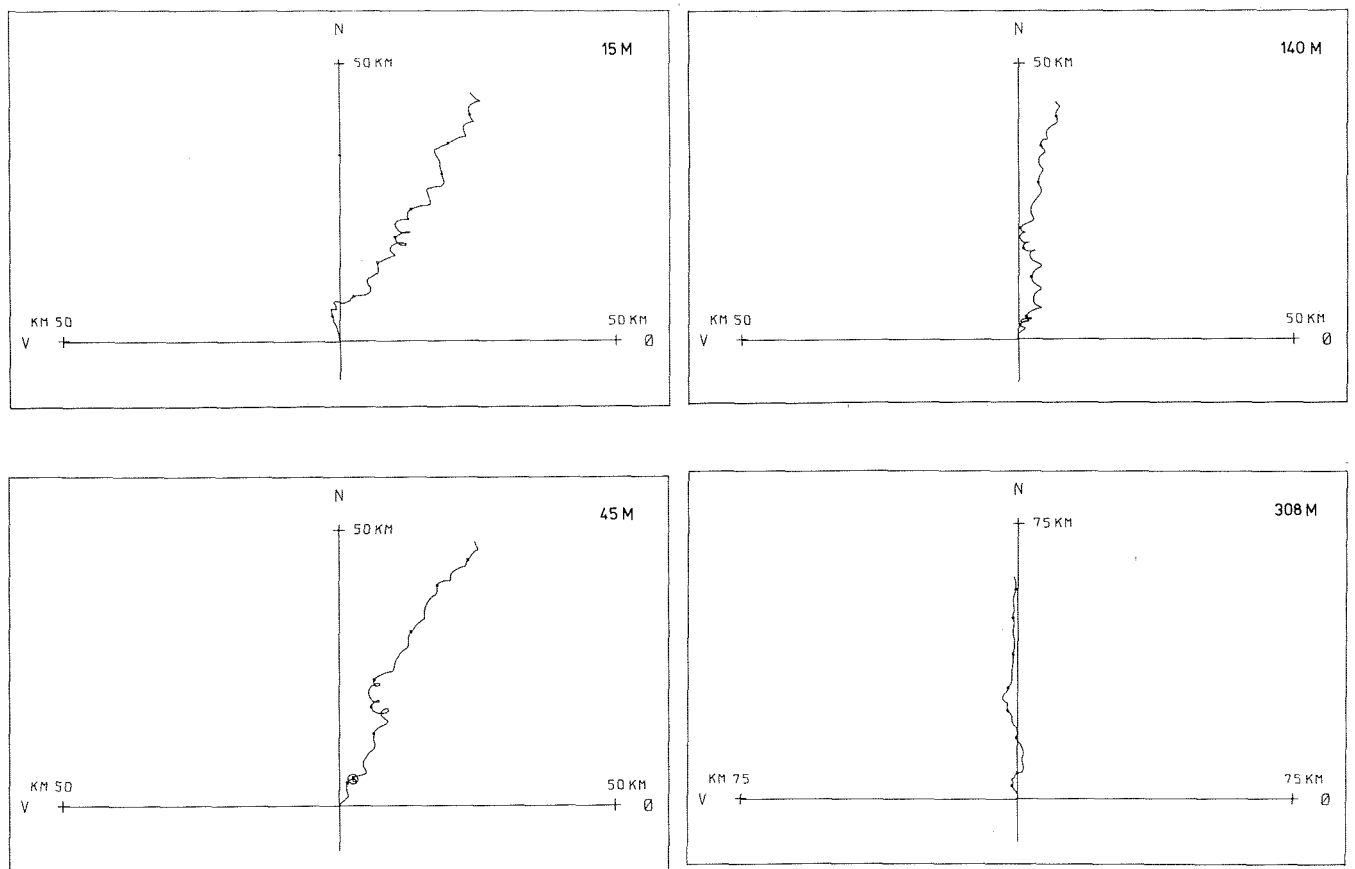


Fig. 14. Progressive vektordiagram framstilt etter timesmidler av strømmen målt med RCM-4. [Progressive vector diagrams of current at 15, 45, 140 and 308 m].

observasjonene (GOULD and SAMBUCCO 1975, LOENG 1976). De hastigheter som ble registrert skulle derfor ikke være beheftet med slike feil.

Det går tydelig fram av Fig. 13 at det i 15 m har vært en jevn temperaturstigning ( $2,5^{\circ}\text{C}$ ) gjennom hele måleperioden. Dette skyldes oppvarming fra atmosfæren. En temperaturøkning kan også spores i 40 m, men her var økning betydelig mindre, ca.  $0,5^{\circ}\text{C}$ . I 140 m hadde temperaturen variert totalt med  $0,8^{\circ}\text{C}$  (Tabell 2), men det var ingen trend i utviklingen. At oppvarming skulle nå så dypt, ville heller ikke vært mulig. Alle endringer i dette dypet skyldes advektive prosesser. Det samme gjelder de temperaturendringer som skjer i 308 m. Temperaturen varierte her mellom  $-1,0^{\circ}\text{C}$  og  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Dette er tidligere kommentert under døgntasjon II (side 46).

#### Strømmålinger med Gytre-strømmålere

Resultatene fra strømmålingene på døgntasjon I er vist i Tabell 3 og Fig. 15. Karakteristisk er det at den midlere farten gjennom en

Tabell 2. Temperaturfordeling i 15, 45, 140 og 308 m i perioden 11.-19. juli målt med RCM-4. [Temperature distribution at 15, 45, 140 and 308 m in the period 11-19 July].

TEMPERATUR, 15 M

TEMP	+	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	*
3											1	*
4		2		3		3	2	4	7	7	9	*
5		16	34	63	53	87	98	85	117	107	104	*
6		48	102	54	37	33	45	110	122	72	47	*
7		123	173	249	89	38	43	58	77	44	11	*
8		5	13	6	2	2						*

\*\*\*\*\*

TEMPERATUR, 45 M

TEMP	+	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	*
2						2	13	12	92	288	422	*
3		591	252	299	375	36	16	2	4	1		*

\*\*\*\*\*

TEMPERATUR, 140 M

TEMP	+	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	*
1										18	35	*
2		231	408	636	864	117	71	25				*

\*\*\*\*\*

TEMPERATUR, 308 M

TEMP	+	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	*
-1		141	276	187	183	234	80	227	140	108	89	*
0		175	210	133	104	104	14					*

\*\*\*\*\*

tidevannsperiode varierte forholdsvis lite med dypet. Ser man på midlere hastighet, så avtok den fra 10 til 40 m. Ut fra de progressive vektor-diagrammene går det fram at tidevannsstrømmen var mere markert i 40 m enn i 10 m. Det vil si at tidevannsstrømmen gir et større bidrag til farten i 40 m enn i 10 m. At man i 75, 100 og 125 m fikk høyere hastighet kan skyldes at midlingsperioden er halvert og således ikke er direkte sammenlignbar.

Observasjonene av strømmen ble gjort i de kalde vannmassene. Strømretningen viser at i dette området strømmet det Arktiske vannet sørover, det vil si at det fra undersiden av isen var en jevn tilførsel av Arktisk vann.

Resultatene fra døgnstasjon II er oppsummert i Tabell 3. Middel-



farten var også her jevn i alle dyp, og det var også svært liten retningsspredning. I motsetning til hva man fant ved den første døgnstasjonen, så var hastigheten her lite variabel med dypet. Også her skal man være forsiktig med å sammenligne midlene fordi det i enkelte dyp bare ble observert hver annen time. Sammenlignet med målingene fra Aanderaa-målerne stemmer fartsobservasjonen forholdsvis bra overens mens det er en større divergens i retningen. Årsaken til disse forskjellene kan ligge i at det var en avstand på ca. 500 m mellom målepunktene.

Tidevannets innflytelse kunne også tydelig registreres på denne stasjonen. Forskjellen fra den første døgnstasjon lå i at man her ikke hadde den samme rotasjon i vannmassens bevegelse. Dette ble heller ikke observert med Aanderaa-målerne som lå ute 1 uke.

Tabell 3. Midlere øst/vest ( $\bar{u}$ ) og nord/syd ( $\bar{w}$ ) komponent av strømmen, middel-hastighet ( $\bar{V}_h$ ), midlere strømretning og middelfart ( $\bar{V}_f$ ) ved døgnstasjon I (til venstre) og døgnstasjon II. Verdiene er midlet over 25 t med en observasjon hver time. Dyp merket  $^{\circ}$ : Verdiene er midlet over 12 t med en observasjon hver annen time. Dyp merket  $^x$ : Verdiene midlet over 24 t med en observasjon hver annen time. [Average east-west ( $\bar{u}$ ) and north-south ( $\bar{w}$ ) component of current, average velocity ( $\bar{V}_h$ ), average direction and average speed ( $\bar{V}_f$ ) at anchor station I (left) and anchor station II (right). Averaging period 25 h. Depth marked  $^{\circ}$ : Averaging period 12 h. Depth marked  $^x$ : Averaging period 24 h.]

Dyp m	$\bar{u}_{-1}$ cm s <sup>-1</sup>	$\bar{w}_{-1}$ cm s <sup>-1</sup>	$\bar{V}_{h-1}$ cm s <sup>-1</sup>	Retning o	$\bar{V}_{f-1}$ cm s <sup>-1</sup>
5	-1.8	-6.4	6.6	196	14.3
10	-4.7	-4.9	6.8	224	11.9
15	-1.2	-5.3	5.5	193	12.9
20	0.3	-4.9	4.9	177	14.1
30	-0.7	-3.4	3.5	192	14.2
40	-1.5	-1.6	2.2	224	13.7
75 <sup>o</sup>	-3.3	-6.7	7.5	244	15.6
100 <sup>o</sup>	-6.6	-0.1	6.6	269	16.3
125 <sup>o</sup>	-3.4	-0.9	3.5	255	12.3

Dyp m	$\bar{u}_{-1}$ cm s <sup>-1</sup>	$\bar{w}_{-1}$ cm s <sup>-1</sup>	$\bar{V}_{h-1}$ cm s <sup>-1</sup>	Retning o	$\bar{V}_{f-1}$ cm s <sup>-1</sup>
5	6.7	4.8	8.3	54	10.1
10	4.7	4.1	6.3	49	11.5
15	5.2	5.4	7.5	44	10.6
20	4.0	6.0	7.3	34	10.5
30	4.5	6.8	8.2	34	11.9
40	2.1	8.7	8.9	14	11.9
50 <sup>x</sup>	4.2	7.7	8.8	28	11.4
60	3.5	7.6	8.4	25	11.5
75 <sup>x</sup>	4.3	9.5	10.4	24	12.5
100 <sup>x</sup>	3.1	9.7	10.1	18	11.9
125 <sup>x</sup>	3.9	9.2	9.9	23	11.3

#### OPPVARMING AV VANNMASSENE

Som nevnt under avsnittet om snitt II, varierte temperaturøkningen i vannet mellom første og annen gangs dekning med dypet. I de øverste 10 m kunne således temperaturstigningen variere mellom 2-4°C.

I hele denne perioden var det meget godt vær. Det var derfor grunn

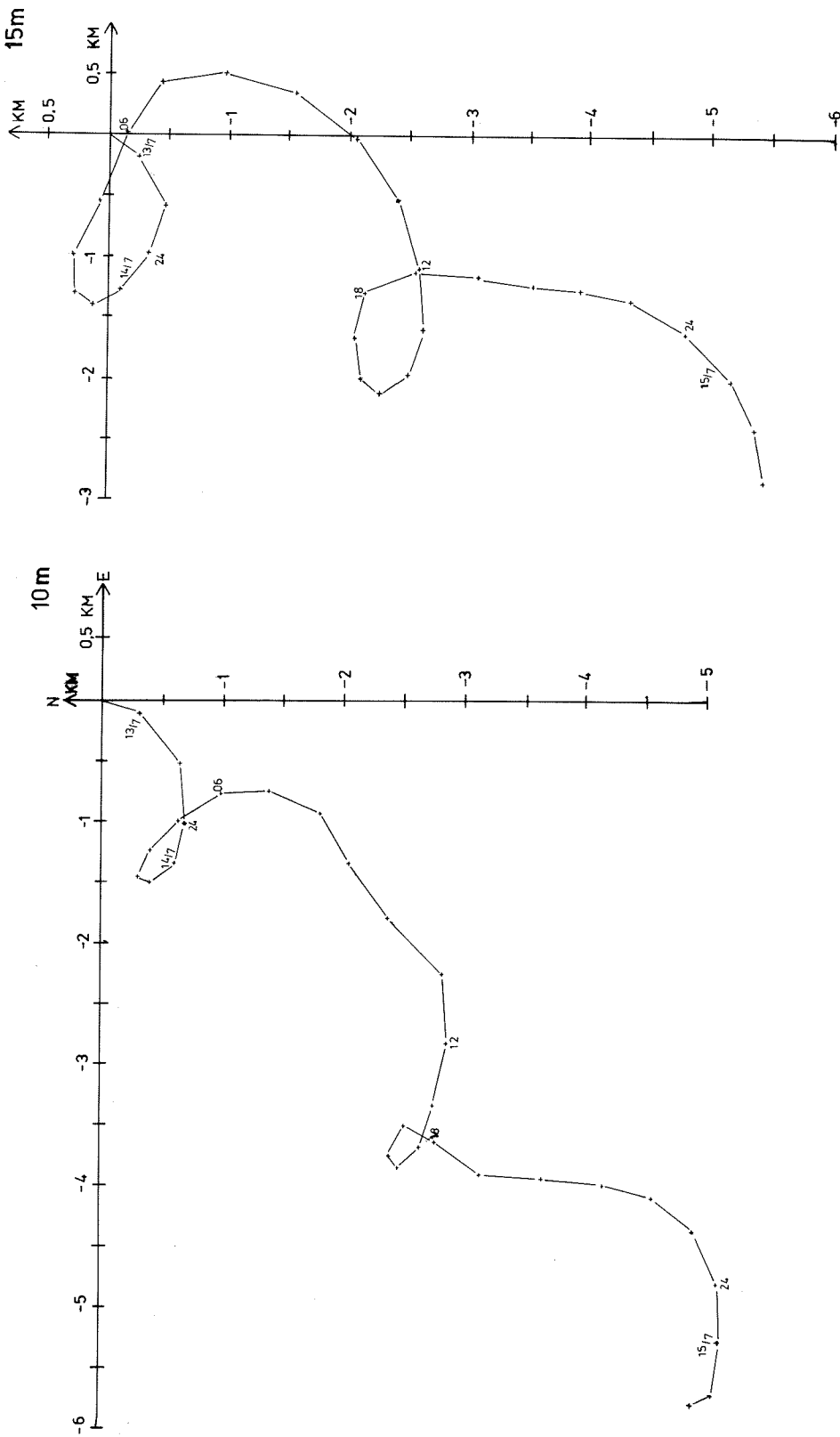


Fig. 15. Progressive vektordiagram ved døgnsstasjon I basert på strømmålinger med Gyte-strømmålere. [Progressive vector diagrams based on current measurements with Gyte current meter at anchor station I].

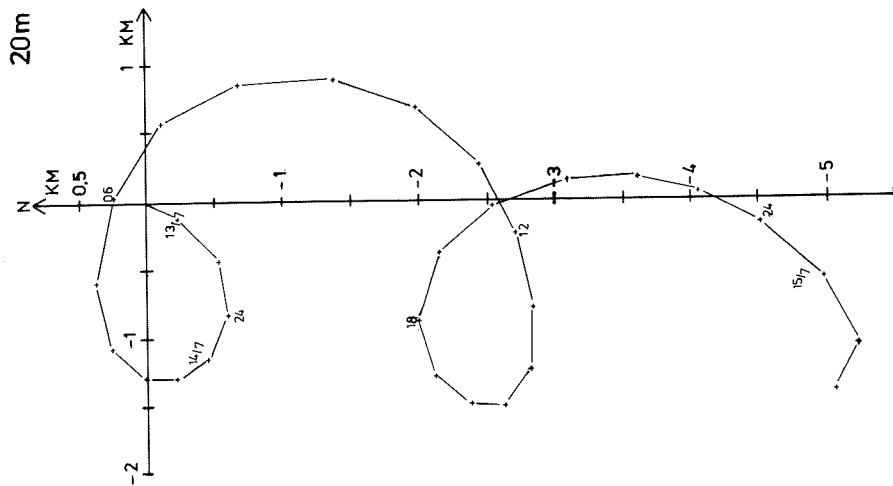
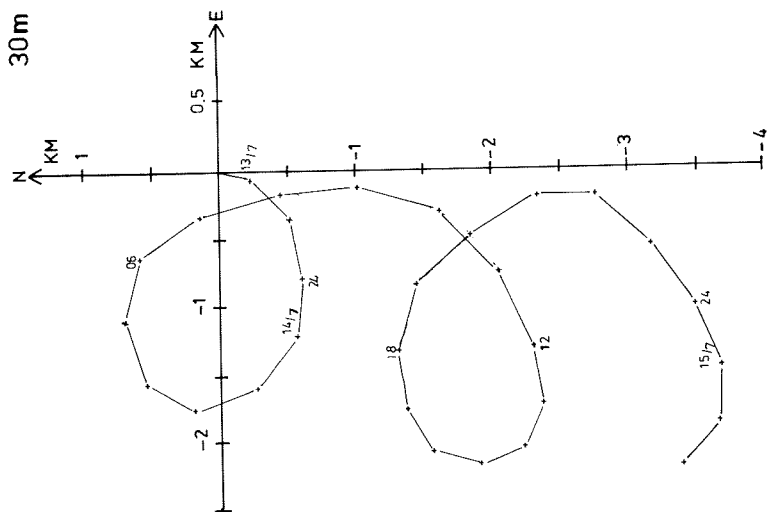
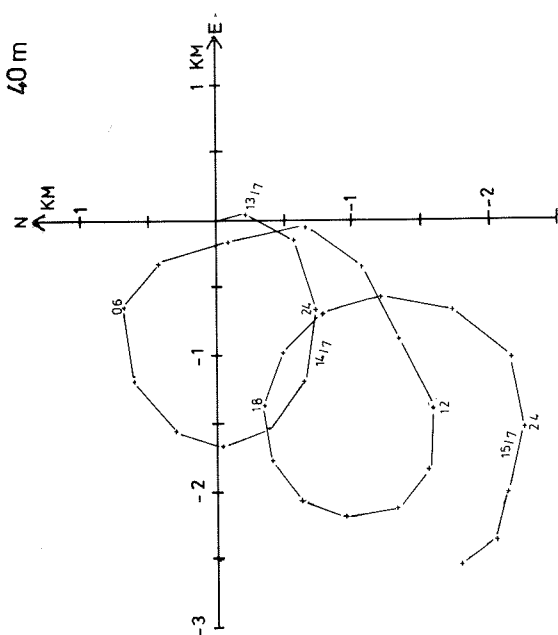
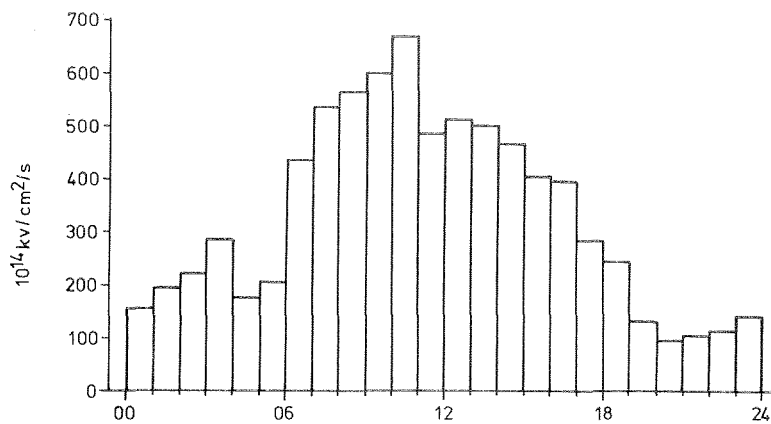


Fig. 15. Forts. [Cont.]



14/7-79

Fig. 16. Timesmidler av registrert irradians (Q) i området 400-700 nm, 14. juli 1979. [Hourly means of irradiance (400-700 nm) measured 14 July 1979].

til å anta at den temperaturøkning som ble registrert i de øvre vannlag mellom de to dekningene i vesentlig grad skyldtes kortbølget stråling fra solen.

Ved hjelp av et kvantemeter (Lambda 190-S) ble innkommende stråling målt. Kvantemeteret var montert i masten på "G.O. Sars" og man fikk registrert irradians (Q) i området 400-700 nm som kvanter  $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . For hver time ble det skrevet ut middelerverdier (Fig. 16). For å beregne hvor stor varmemengde som tilføres vannmassene gjennom kortbølget inn stråling er det imidlertid nødvendig å kjenne den totale irradians (E) angitt i  $\text{Wm}^{-2}$ . MOREL og SMITH (1974), JERLOV (1974) og JITTS, MOREL and SAIJO (1976) angir alle verdier for omregningsfaktoren som skal benyttes. Verdien av omregningsfaktoren varierer noe, blandt annet fordi det er benyttet noe forskjellig spektralområde. I middel kan vi sette

$$\frac{E}{Q} = 0,840 \cdot 10^{-18} \frac{W}{\text{kvanter s}^{-1}}$$

hvor E er irradiansen for området mellom 350-3000 nm.

Summering av varmen som er tilført gjennom kortbølget stråling i perioden 12.-17. juli gir  $37\,473 \text{ Wm}^{-2}$ . Forutsatt at oppvarmingen som har skjedd på denne måten, er begrenset til de øverste 10 m får man en temperaturøkning på  $3,2^{\circ}\text{C}$ . Dette er meget nær hva som ble målt langs snittet.

I et fullstendig varmebudsjett inngår imidlertid langt flere ledd som enten gir varmegevinst eller varmetap. Av de leddene som gir varmegevinst er den turbulente varmeutveksling mellom hav og atmosfære (lufttemperaturen var høyere enn sjøtemperaturen) og langbølget innstråling fra atmosfæren. Dessuten er heller ikke den kortbølgete stråling fra solen med bølgelengde utenfor området 0,4-3  $\mu\text{m}$  kommet med. Leddet fordampnings(kondensasjons)varme gir ikke bidrag av betydning hverken den ene eller andre veien under de forholdene som var. Det største tapsleddet i varmebudsjettet er tilbakestråling fra sjøoverflaten. Et overslag viser at dette tapsleddet i måleperioden var noe større enn summen av vinstleddene langbølget innstråling og turbulent varmeutveksling, og bare sjelden var balansert av disse. Dette betyr at den beregnede temperaturøkning totalt sett er noe for høy.

Et ledd i varmebudsjettet som ikke er nevnt, er varme tilført ved havstrømmer. I den nordligste delen av snittet var strømretningen mot sør, det vil si at det var tilførsel av Arktisk vann fra nord. I den sørligste delen av snittet var imidlertid strømretningen mot nord og nordøst. Det betyr at det her kunne være en tilførsel av vann med høyere temperatur. Dette har også sannsynligvis vært tilfelle fordi den temperaturøkning som har vært i vannsøylen i den sørligste delen av snittet, er større enn hva som kan forklares ut fra den innkommende solstråling.

## DISKUSJON

Begge døgnstasjonene viste at det var små endringer i de hydrografiske forhold gjennom døgnet. Dette betyr at snittene meget nær gir et synoptisk bilde av forholdene til tross for at observasjonene ble tatt over godt og vel et døgn. Heller ikke i tiden mellom de to dekningene av snitt II var det skjedd store endringer bortsett fra at: 1) den sydligste delen av tunga med kaldt vann var i ferd med å bli oppblandet med omliggende vannmasser, 2) det hadde foregått en sterk oppvarming av overflatelaget.

Under hele perioden var det rolige vindforhold hvor det stort sett blåste laber bris eller svakere. Med sterkere vind over samme

periode kunne man fått et helt annet bilde i de øverste 50 m under annen gangs dekning. Under dette dypet ville vinden hatt liten virkning under de stabilitetsforholdene som var. Et annet spørsmål er om man ville fått et like godt synoptisk bilde av snittene med sterkere vind.

Et karakteristisk trekk i snitt II er at det helt inn til iskanten var et 10 m homogent overflatelag skilt fra de underliggende vannmasser med et meget tydelig sprangsjikt. Det samme bildet fant man igjen i snittene A, B og C selv om temperaturgradienten i snitt C var langt mindre tydelig enn i de øvrige snitt. Dette betyr at det foregår en smelting bak isgrensen, slik at når et område blir isfritt så eksisterer allerede et sprangsjikt i ca. 10 m. Denne vertikale strukturen er vesentlig forskjellig fra vintersituasjon hvor et slikt spranglag ikke eksisterer. Hvordan utviklingen av det observerte spranglaget er utover våren og sommeren etter som ismeltingen foregår, er et spørsmål en i den videre undersøkelse bør forsøke å finne svar på.

Snitt I gikk fra det grunne plataet mellom Bjørnøya og Hopen og ut mot Bjørnøy-renna. Snittet startet et stykke fra iskanten og forholdene var noe ulike forholdene ved snitt II. Et fellestrekk var imidlertid at det også i snitt I var et ca. 10 m vertikalt homogent overflatelag langs hele snittet. På den annen side er ikke overgangslaget mellom overflatelaget og de underliggende vannmasser like skarpt. Et annet trekk ved snitt I er de noe skarpe temperaturgradientene horisontalt, og som synes å ha en viss innflytelse på de biologiske forhold (ELLERTSEN, LOENG og REY 1979).

Strømmålingene viste en del fellestrekk. De vertikale gradientene var små og strømrretningen var stort sett den samme gjennom hele vannsøylen. Tidevannet var tydelig i alle strømmålingene, men i den sydligste posisjonen var reststrømmen mot nord av samme styrke som tidevannet og strømmen fikk derfor bare sjelden en sørlig komponent. På døgnstasjon I hadde strømmen en tydelig rotasjon på grunn av tidevannet mens det på den andre måleposisjonen nesten ikke var rotasjon i strømmen. Strømfarten var forholdsvis lav i begge posisjonene, og enkeltobservasjoner over 20 cm/s var sjeldne.

Med tanke på de problemer man på forhånd hadde reist, vil man ut fra de foreliggende resultater kunne besvare disse slik:

1) og 2). Den vertikale stabiliteten var størst i overgangen mellom smeltevannet i overflaten og de underliggende vannmasser. Spesielt skarpt var sprangsjiktet mellom smeltevann og Arktisk vann i snitt II og blandingen mellom disse vannmassene synes å være liten i perioden. I dyp under 50 m var det ingen steder særlig sterke tetthetsgradienter.

3) Det var små endringer i de hydrografiske forhold med tiden. Dette fremgikk av døgntasjonene og de to dekningene man hadde av snitt II.

4) Strømforholdene var karakterisert med lave hastigheter og små variasjoner med dybden.

5) Vind svakere enn laber bris hadde liten innflytelse på de fysiske forhold. Hvordan sterkere vind vil innvirke, er det ikke mulig å si noe om ut fra de foreliggende observasjoner. Det ble vist at kortbølget solstråling har stor betydning for oppvarming av overflatelaget.

#### REFERANSER

AANDERAA INSTRUMENTS 1978. Operating manual for recording current meter model 4. Technical Description 119, Bergen, March 1978: 1-80.

BLINDHEIM, J. and LOENG, H. (manuskript). Variability of Atlantic influence in the Norwegian and Barents Seas.

ELLERTSEN, B., LOENG, H. og REY, F. 1979. En orientering om prosjektet "Lodda på sommerbeite". Foredrag på årsmøte i Norske Havforskeres Forening, Hurdal, 2-4 november 1979.

GOULD, W.J. and SAMBUCCO, E. 1975. The effect of mooring type on measured values of ocean currents. Deep-Sea Research, 22: 55-62.

- JERLOV, N.G. 1974. A simple method for measuring quanta irradiance in the ocean. Københavns Universitet, Institut for fysisk oceanografi, Report no. 24: 1-10.
- JITTS, H.R., MOREL, A. and SAIJO, Y. 1976. The relation of oceanic primary production to available photosynthetic irradiance. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 27: 441-454.
- LOENG, H. 1976. A comparison of current meters and mooring methods in the Kattegat. Geophysical Institute, University of Bergen, Report 43: 1-17.
- LOENG, H. 1979. Strømmålinger i området Fugløya-Bjørnøya i perioden juni 1978 - mars 1979. Fisken og Havet Ser. B, 1979(9): 1-84.
- MOREL, A. and SMITH, R.C. 1974. Relation between total quanta and total energy for aquatic photosynthesis. Limn. Ocean. 19: 591-600.