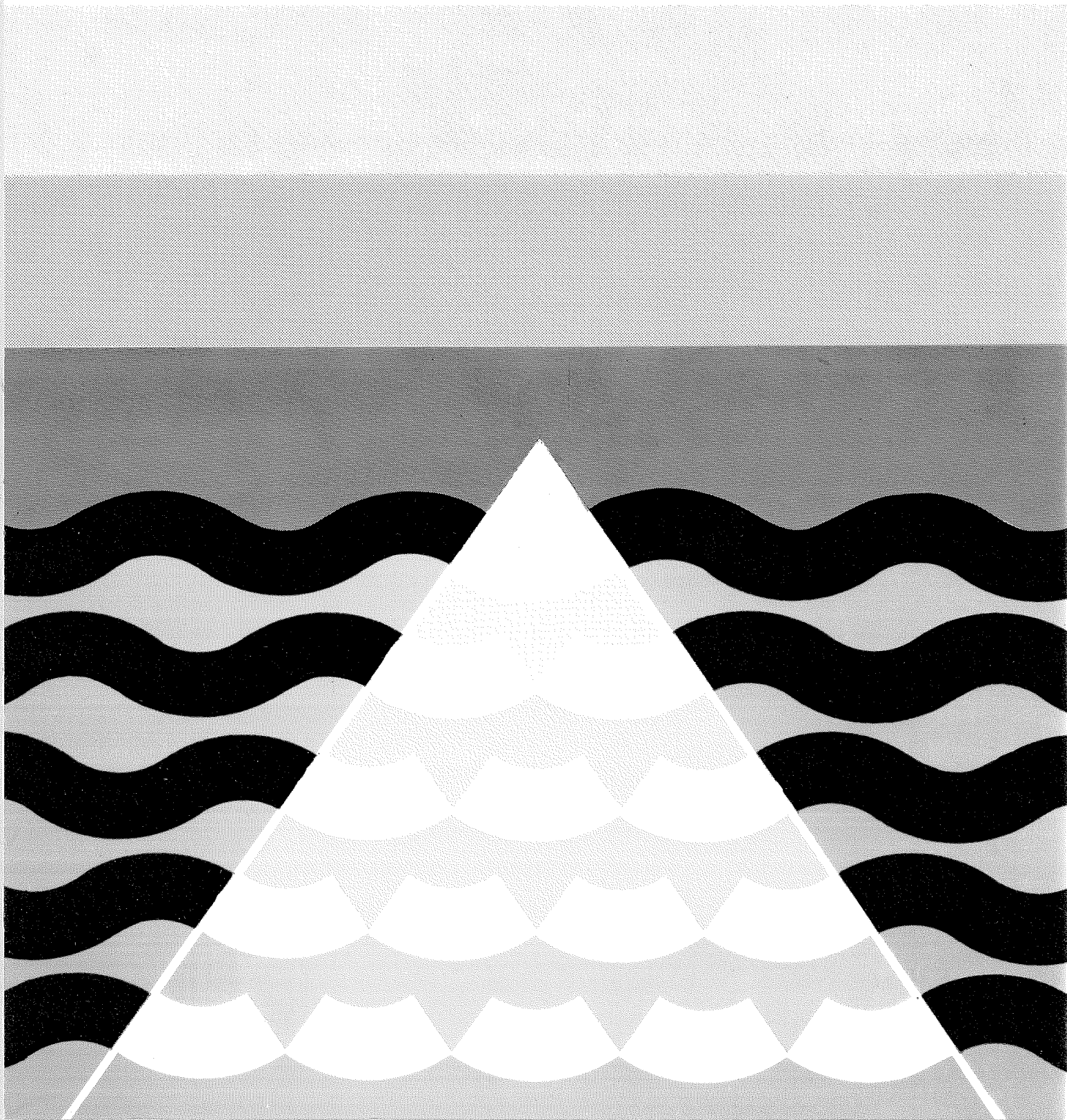


SERIE B  
1976 Nr. 1

# FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER  
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B  
1976 Nr. 1

Begrenset distribusjon  
varierende etter innhold  
(Restricted distribution)

OSEANOGRAFISKE FORHOLD I OMRÅDET  
MALANGSRUNNEN-FUGLØYBANKEN-TROMSØFLAKET.  
EN OVERSIKT

AV

Svein Sundby

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Boks 2906, 5011 Bergen-Nordnes

Redaktør

Erling Bratberg

Januar 1976

## FORORD

Fremstillingen bygger hovedsakelig på litteraturstudier. I tillegg er det tatt med en del hydrografisk materiale for å underbygge litteraturen, og for å understreke betydningen av spesielle fenomener. Materialet er hentet fra Havforskningsinstituttets faste hydrografiske stasjoner, Kyststrømprosjektet og "base line"-undersøkelsene i området i 1975. Bare en del av publikasjonene i litteraturlisten er referert i teksten.

Harald Kismul har utført de fleste tegningene.

Roald Sætre og Lars Midttun har kommet med verdifull kritikk.

---

## INNHOLD

	Side
LOKALISERING OG TOPOGRAFI	5
GENERELL BESKRIVELSE AV VANNMASSENE I OMRÅDET NORSKEKYSTEN - BARENTSHAVET	6
METEOROLOGISKE FORHOLD	8
HYDROGRAFISKE FORHOLD	9
STRØMFORHOLD	14
OPPSUMMERING	18
LITTERATUR	20
FIGURER	27

## LOKALISERING OG TOPOGRAFI

De to områdene øremerket som potensielle oljeletingsområder ligger på kontinentalsokkelen nordvest av Senja i Troms og nordvest av Sørøya i Finnmark (Fig. 1 og 1a). Området utenfor Senja er på ca. 3 500 km<sup>2</sup> og dekker store deler av sokkelområdet fra Sveinsgrunnen til Mulegga. Dybdene er fra 50-100 m på grunnene og går ned i 450 m i dypområdene.

Området utenfor Sørøya er på ca. 4 500 km<sup>2</sup> og dekker nordlige deler av Fugløybanken og sørlige deler av Tromsøflaket. Feltet ligger i sin helhet på bankområder, om enn noe dypere banker enn i det andre området i sør. Bunnen skrår fra 150 m dyp i sør til 250 m dyp nordover mot Tromsøflaket. I motsetning til feltet i sør, som rekker helt inn mot Senja og Kvaløya, er den nærmeste avstanden mellom feltet i nord og Sørøya på ca. 70 km.

Sokkelområdet utenfor Troms og Finnmark er på mange måter spesielt hva topografien angår, noe som også virker inn på de oseanografiske forhold i området. Mellom de slette grunnplatåene fra Vesterålsbankene til Fugløybanken skjærer det seg inn store markerte dyp fra egga med dybder ned til 450 m (HOLTEDAHL 1940). Bunnsstratene i dypene er hovedsakelig sand og leire, mens grunnene består stort sett av vesentlig hardere materiale. Det synes dessuten å være en gradvis overgang fra grovt bunnsstrat som fjell og stor stein i sør ved Vesterålsbankene til finere partikler som sand og leire nordover til Fugløybanken og Tromsøflaket.

Egga er stort sett meget bratt i området, og sokkelen er i den søndre delen smalere enn noe annet sted på kysten. Ved Andenes er bredden på sokkelen mindre enn 10 km. Herifra går egga med mindre avvik i nordlig retning vest for Bjørnøya og Vest-Spitsbergen og danner et naturlig skille mellom det dype Norskehavet og grunnhavet Barentshavet i øst. Middeldypet i Barentshavet er på ca. 300 m. Bjørnøyrenna, som strekker seg østover fra egga til omlag 28° Ø mellom Bjørnøya og Tromsøflaket, har dyp på 500 m.

Sammen med de meteorologiske forhold (HILL and LEE 1958, MIDTTUN 1969) spiller de topografiske forhold (LJØEN 1962) langs Norskekysten og i Barentshavet en dominerende rolle når det gjelder vannmassefordelingen og strømsystemene.

## GENERELL BESKRIVELSE AV VANNMASSENE I OMRÅDET NORSKEKYSTEN - BARENTSHAVET

Selv om vi har sparsomt med detaljkunnskaper, er det storstilte bildet av vannmassene og strømsystemene godt kjent. Det eksisterer et fyldig materiale både av publikasjoner og tilgjengelige data. Ved siden av de opplysninger som vi har fra termograaftjenesten på rute-skipene og Havforskningsinstituttets faste stasjoner langs kysten, er det gjort en rekke feltundersøkelser. De siste 11 årene er det dessuten årlig gjennomført feltundersøkelser i Barentshavet.

Vannmassene langs Norskekysten deles vanligvis inn i to (Fig. 2), det salte Atlantiske vannet og det ferskere og lettere Kystvannet som ligger som en kile inn til kysten over Atlanterhavsvannet. Utenfor Vestlandskysten er grenseområdet mellom Kystvann og Atlantisk vann relativt klart definert, særlig i vårflommånedene da ferskvannstilførselen fra land er maksimal. Etter hvert som Atlantisk vann og Kystvann renner nordover skjer det en blanding mellom de to vannmassene både vertikalt og horisontalt.

Vanligvis blir Atlantisk vann definert som vann med saltholdighet på over  $35^{\circ}/\text{oo}$  og Kystvann som vann med lavere saltholdighet enn  $35^{\circ}/\text{oo}$ . Det er hensiktsmessig å definere skillet mellom de to vannmassene slik der hvor forandringen i saltholdighet er sterk (Fig. 3). Et slikt skille blir mer kunstig når en har en svak overgang fra lavere til høyere saltholdighet ut fra kysten (Fig. 12).

Kystvannets utbredelse varierer endel gjennom året. I tidsrommet mai-sept. kan Kystvannet rekke langt til havs og er konsentrert i de øverste 50-100 m. Om vinteren er det ikke så utbredt, men rekker dypere ned, ca. 200 m. Kystvannet kan spores som en klart definert strøm som går nordover langs Norskekysten og

kalles Kyststrømmen. Den fortsetter videre fra Varangerhalvøya østover i Barentshavet langs den russiske kyst.

Atlanterhavsvannet følger egga nordover og vil også delvis ligge inn over kontinentalsokkelen avhengig av årstid og lokalitet. Forholdene utenfor Vesterålsbankene og Andøya er spesielle fordi egga ligger så nær kysten. Atlanterhavsvannets kjerne kommer her tett opp mot land (Fig. 3). Ved Fugløybanken går endel av Atlanterhavsvannets øvre lag inn over sokkelen og fortsetter parallelt med Kyststrømmen mot øst. I dette området foregår det en utstrakt blanding mellom Kystvann og Atlanterhavsvann (LJØEN 1962). Hovedtyngden av Atlanterhavsvannet ligger dypere enn sokkelplatået og fortsetter nordover langs egga til omlag 73° N. Her splittes strømmen i to. Den delen som fortsetter videre nordover langs egga forbi vestsiden av Bjørnøya og Vest-Spitsbergen kalles Vest-Spitsbergenstrømmen. Det antas å være en rekke kvasistasjonære sykloniske virvler i denne strømmen (ALEKSEEV & ISTOSHIN 1956)(Fig. 4). Vest-Spitsbergenstrømmen blir møtt av 2 strømmer på veien mot Svalbards vestkyst, Bjørnøystrømmen og Øst-Spitsbergenstrømmen (Fig. 5). Bjørnøystrømmen har sin opprinnelse i Polhavet. Strømmen løper i store trekk langs nordkanten av Bjørnøyrenna. Den runder Bjørnøya og fortsetter nordover i samme retning som Vest-Spitsbergenstrømmen.

Nord for Bjørnøystrømmen og parallelt med denne løper Øst-Spitsbergenstrømmen mellom Hopen og Edgeøya. Strømmen runder Sørkapp, og deretter fortsetter også denne langs Spitsbergens vestkyst. Under denne strømmen trenger vann av Atlantisk opprinnelse, som er tyngre og saltere, inn i Storfjordrenna.

Den andre greinen av Atlanterhavsstrømmen dreier rundt Tromsøflaket og fortsetter østover inn i Barentshavet som Nordkappstrømmen. Hoveddelen av strømmen setter østover i Bjørnøyrenna. Den utgjør en bred og mektig strøm av varmere og saltere vann enn de øvrige vannmasser. Parallelt og i motsatt retning av Nordkappstrømmen renner Bjørnøystrømmen med vesentlig kaldere vann fra Polhavet. Grenseflaten mellom disse Polare og Atlantiske vannmassene er

meget skarp. Temperaturen kan forandre seg med opptil 3° C på 100 m (Fig. 6). Grenseflaten danner den oseaniske polarfronten i Barentshavet og viser påfallende like trekk med bunntopografien. Fronten fortsetter, som sees av figuren, rundt Bjørnøya og nordover hvor den danner grensen mellom Polarvannet og Vest-Spitsbergenstrømmen. Nordkappstrømmen fortsetter som en klar definert strøm til omkring 30° Ø. Her splittes den opp i flere greiner, og strømbildet blir meget kompleks og er lite kjent. En vesentlig del av strømmen følger imidlertid Murmanskysten og dreier nordover langs Novaya Zemlyas vestkyst. Det foregår en meget utstrakt blanding med de Polare vannmassene i området, og polarfronten er derfor lite markert i dette området (LJØEN 1962).

Beskrivelsene av vannmassene og strømsystemene som er gjort til nå, må betraktes som et gjennomsnittsbilde av de store trekk. Det er betydelige årlige variasjoner såvel som kortperiodiske variasjoner (MIDTTUN 1969). Nordkappstrømmen er f.eks. klarest definert om vinteren. Da er det dominerende vind fra sørvest som bidrar til å forsterke strømmen. Om sommeren er den betydelig svakere som følge av dominerende østlig vind. Det kan også oppstå kortperiodiske variasjoner som kan forandre det hydrografiske bildet totalt i løpet av et par døgn. Polarfronten er ingen fiksert front. Den kan forsvinne for kortere eller lengre tid, og posisjonen på fronten kan variere fra år til år avhengig av mektigheten av Atlanterhavsvannet og vannet fra Polområdene.

#### METEOROLOGISKE FORHOLD

Kyststrekningen mellom Lofoten og Nordkapp ligger meget utsatt til for uvær fra nordvest. Lavtrykksdannelser i området Island - Jan Mayen representerer en alvorlig fare, særlig fordi uværet utvikler seg i løpet av meget kort tid. Ofte kan det også oppstå små, intense lavtrykk i kalde nordlige og nordvestlige luftstrømmer. Slike instabiliteter i luftstrømmene kan få alvorlige virkninger i et begrenset område og er ofte umulig for meteorologer å varsle (DANNEVIG 1966).



Fig. 7 viser de 2 mest fremherskende vindretninger for de meteorologiske stasjonene på Fruholmen, Torsvåg og Andenes. Vindretninger for hver måned representerer månedsmiddelet for en 10-årsperiode. Fruholmen og Andenes ligger relativt åpent til og skulle derfor representere et godt bilde av vindfordelingene på kysten og bankene. I Torsvåg kan vinden i noen grad være dominert av lokale topografiske effekter. Det framgår imidlertid av figurene at fordelingen av vindretningene er nokså lik for alle 3 stasjoner. Når det gjelder vindstyrken, er det en økning fra sør mot nord. For januar måned utgjør vindstyrker høyere enn liten kuling 12% av registreringene på Andenes, 19% i Torsvåg og 33% på Fruholmen.

Det er om vinteren de høyeste vindstyrkene oppstår. Fremherskende vindretninger er da fra sørvest, stort sett langs kysten. Utover våren avtar vindstyrken, og i mai måned er det ingen markert fremherskende vindretning. I månedene fram til august/september er det allikevel en svak fremherskende vindretning som nå er fra øst og nordøst. Denne perioden er den roligste med liten lavtrykksaktivitet. Allerede fra september setter det igjen inn med sørlig og sørvestlig vindretning samtidig som vindstyrkene øker på.

Det er viktig å ta i betraktning at utenom dette midlere vindbildet kommer de plutselige og kraftige stormene fra nordvest. Disse kamufleres i de beregningsmåtene som fig. 7 bygger på. Slike avvik fra middelet kan i løpet av meget kort tid sette opp en betydelig transport av overflatevannlagene i en annen retning enn den retningen som den såkalte fremherskende vindretning bidrar med. Således kan Kystvannmasser føres langt ut i det Atlantiske vannet som større og mindre lommer (KRÅKENES 1974). Slike vindforhold får også følger for den vertikale gjennomblandingen av vannmassene.

#### HYDROGRAFISKE FORHOLD

Som det framgår i kap. 2, kan en vanligvis betrakte Kystvannet som en kile av ferskere vann som strømmer nordover langs kysten (Fig. 2). Dette er et sterkt stilisert bilde som ikke må tolkes for direkte.

Det gir et noenlunde riktig bilde dersom en tar et middel av flere situasjoner gjennom lengre tid. Den virkelige Kyststrømmen varierer mye i tid, ikke bare når det gjelder årlige variasjoner, men også når det gjelder variasjoner fra dag til dag. Det er også betydelige romlige variasjoner som følge av varierende topografi, meteorologiske forhold og ferskvannsavrenning langs norskekysten. Enkelte steder kan Kyststrømmen være bred og diffus, mens den andre steder kan være smal med høye strømhastigheter og sterke gradienter.

Kystvannmassene undergår en relativt sterk forandring på strekningen Vesterålsbankene - Nordkapp. For å illustrere denne forandring er det valgt ut en hydrografisk stasjon fra hvert område, h. h. v. Eggum og Ingøy.

#### Hydrografiske forhold ved de faste stasjonene Eggum og Ingøy for normalåret 1936-1970

Fig. 8 og 9 viser hvordan temperatur og saltholdighet forandres gjennom året på 2 av Havforskningsinstituttets faste stasjoner. Diagrammene representerer gjennomsnittet av 35 år fra 1936 - 1970. Stasjonene ligger inn mot kysten og representerer de indre deler av Kystvannmassene på hvert sitt sted. Forskjellen mellom de to stasjonene er på sett og vis karakteristisk for den forandring som kystvannmassene gjennomgår på veien fra Vesterålen til Nordkapp, og særlig kan en se hvordan den statiske stabiliteten i Kystvannet forandres på strekningen.

#### St. Eggum (Fig. 8)

Oppvarmingen av vannmassene starter i overflaten i begynnelsen av april og når sitt maksimum i midten av august. Først i begynnelsen av juni blir det fart i oppvarmingen da virkningen av vårflommen starter. Den økende ferskvannstilførselen øker den vertikale stabiliteten i vannmassene, og dermed hemmes den turbulente vertikale varmeledningen. Oppvarmingen ned til 150 m dyp vil av denne grunn forsinkes, og maksimumstemperaturen

nåes først i slutten av november eller ca.  $3\frac{1}{2}$  måned senere enn i overflaten. Den årlige temperaturgang er på ca.  $7^{\circ}\text{C}$  i overflaten, med minimumstemperatur i midten av mars på ca.  $4^{\circ}\text{C}$  og maksimumstemperatur i midten av august på over  $11^{\circ}\text{C}$ . I 150 m dyp er den årlige temperaturgang på bare  $2.5^{\circ}\text{C}$ .

Under 150 m dyp er vannmassene i større grad påvirket av Atlantisk vann. Tetthetssjiktningen er mindre, og vertikal blanding skjer lettere. Det er ingen større forsinkelse i årlige temperaturforandringer med dypet.

Tetthetssjiktningen i Kystvannet avtar sterkt fra slutten av oktober. Dette skyldes den kombinerte effekten av minkende ferskvannstilførsel, avkjøling av overflatelagene og ikke minst en sterk økning i vindhastighetene som resulterer i større horisontal og vertikal turbulens.

Vertikalstabiliteten når sitt minimum i midten av mai. Etter den tid øker stabiliteten som følge av sommeroppvarming, økende ferskvannstilførsel og overgang til roligere vær-situasjoner.

#### St. Ingøy (Fig. 9)

Forskjellen mellom Eggum og Ingøy er først og fremst at tetthetssjiktningen er svakere ved Ingøy. Skillet mellom Atlantisk vann og Kystvann er mindre markert og ligger dypere. Den årlige temperaturgang er mindre med minimumstemperatur i månedsskiftet mars/april på under  $4^{\circ}\text{C}$  og med maksimumstemperatur i slutten av august på ca.  $9^{\circ}\text{C}$ . Temperaturekstremene opptrer altså noe senere ved Ingøy. Dette viser at adveksjonen, d. v. s. transporten av Kystvannet fra sør mot nord er vesentlig.

Som følge av den svakere sjiktningen går varmetransporten i vertikalretning hurtigere ved Ingøy. Forsinkelsen i temperaturmaksimum mellom overflaten og 150 m dyp er her på bare ca.  $1\frac{1}{2}$  måned. Under 150 m dyp skjer temperaturforandringene omtrent samtidig i vannkolonnen. Konveksjon kan i området nå helt til bunns ute på bankene.

En april/mai-situasjon (Fig. 10, 11 og 12)

På dette tidspunktet er som nevnt den vertikale tetthetssjiktningen minimal. Sommeroppvarmingen er såvidt kommet igang. På tross av at Kyststrømmen på dette tidspunktet er lite markert, kan en antyde Kystvannet som en kile inn mot kysten.

Snittet Hekkingen - Miss Boyd bank (Fig. 10) viser at Kystvannskilen strekker seg vestover til egga hvor  $35^{\circ}/\text{oo}$  når overflaten. Utenfor egga og tett opp til denne sees kjernen i det Atlantiske vann med høyere saltholdighet enn  $35^{\circ}/\text{oo}$ .

Snittet Fugløya-Bjørnøya (Fig. 11) viser hvordan det har oppstått en blanding mellom Kystvann og Atlantisk vann. Isohalinen for  $35^{\circ}/\text{oo}$  strekker seg lenger ut. Den delen av det "rene" Atlantiske vann som går inn over sokkelen og inn i Barentshavet, runder utsiden av Tromsøflaket og setter inn i Bjørnøyrenna (Nordkappstrømmen).

Nordkappsnittet (Fig. 12) viser hvorledes det Atlantiske vannet her "slår inn" mot kysten samtidig som de to vannmassene har forandret karakter, og skillet mellom dem er blitt svakere. Dette er virkningen av den omfattende blandingsprosessen av vannmassene over Fugløybanken og Tromsøflaket hvor gradientene brytes ned.

Hydrografiske forhold i 1975

St. Ingøy (Fig. 13) og St. Eggum (Fig. 14)

Figurene viser isopletdiagram for 1975. Det går fram at det har vært en meget mild vinter. Minimumstemperaturen i overflatelagene er omlag  $1^{\circ}\text{C}$  høyere enn for normalåret. Temperaturekstremene er også noe senere. Ved Eggum er det temperaturminimum i midten av april, ved Ingøy i slutten av april. På grunn av den kjølige sommeren i Nord-Norge ble oppvarmingen forsinket og temperaturmaksimum i overflaten kom først i slutten av august. Maksimumstemperaturen var da  $1^{\circ}\text{C}$  lavere enn for normalåret.

Vannmassene har hatt mindre sjiktning i 1975 som følge av den høyere vintertemperaturen og lavere sommertemperaturen. Selv i juli var sjiktningen beskjeden, og konveksjon har trolig hatt betydning også i sommermånedene.

Data fra Kyststrømprosjektet i juni (Fig. 15-21)

Sommeroppvarmingen har ikke kommet skikkelig igang på dette tidspunkt. Maksimumstemperaturen ligger i 100-200 m dyp hvor saltholdigheten omtrent ligger på  $35^{\circ}/\text{oo}$ . Maksimumstemperaturen er derfor ennå knyttet til det Atlantiske vann. Øst for Tromsøflaket har de dypere vannmassene lavere temperatur enn overflaten fordi bunnvannet i stor grad er påvirket av forholdene i Barentshavet.

Snittet Hekkingen (Fig. 15) viser de høyeste og laveste saltholdighetene og igjen viser det seg at gradientene sør for Fugløybanken er forholdsvis store omkring  $34,5 - 35,0^{\circ}/\text{oo}$  og markerer skillet mellom Kystvann og Atlantisk vann.

Snittet Fugløykalven (Fig. 16) som er et snitt gjennom Fugløybanken og Tromsøflaket, viser hvordan atlantiske vannmasser runder Tromsøflaket i form av Nordkappstrømmen. Det er ingen markerte gradienter hverken i saltholdighet eller temperatur, noe som antyder at oppblandingen mellom de to vannmassene er igang. Denne blandingen sees i enda større grad på neste snitt, Tarhalsen (Fig. 17). Her er det flere tolkningsmuligheter. Det kan antydes en horisontal hvirvel med saltholdighet under  $34,9^{\circ}/\text{oo}$ , eller det kan være vindvirkning som har ført store mengder ferskere vann utover fra kysten. Det er en markert heving av isohalinen for  $35^{\circ}/\text{oo}$ . Et karakteristisk trekk ved Nordkappsnittet (Fig. 18) er den store horisontale saltholdighetsgradienten i 100-200 m dyp. Det samme går igjen ved snittet Tanasnaget (Fig. 19). Disse trekkene går også igjen i resultater fra de internasjonale 0-gruppe toktene i Barentshavet i årene 1965-75. Det er trolig et markert strømskjær i dette området. Som en kan se av Fig. 18 og 19, har  $\sigma_t$ -linjene en sterk helning inn mot kysten, noe som skulle indikere en dynamisk drevet strøm.

Temperaturbildet ved snittene Nordkapp og Tanasnaget er relativt kompleks, og dette indikerer sterke blandingsprosesser i området.

Horisontalkartene for isotermer og isohaliner er lite detaljerte (Fig. 20 og 21). De viser imidlertid at Kystvannet strekker seg ut over store deler av sokkelen til Tromsøflaket. Fig. 21 antyder dessuten blanding mellom Kystvann og Atlanterhavsvann på Fugløybanken-Tromsøflaket.

### Sommersituasjon 1975

Horisontalkartene fra 0 og 30 m er tegnet på grunnlag av observasjoner tatt omtrent i tiden med maksimumstemperatur, i begynnelsen av august. En kjenner igjen bildet: Sterke gradienter langs den bratte egga utenfor strekningen Andøya-Nordvestbanken, og blanding av vannmassene over Tromsøflaket med en tunge av varmere vann inn over sokkelen fra Norskehavet. Kystvannet har øket sin utbredelse i forhold til juni-situasjonen og strekker seg nå ut over hele Tromsøflaket.

### STRØMFORHOLD

Det totale strømbildet er et resultat av virkningen av en rekke krefter. Tilsammen danner disse et komplisert strømbilde som varierer sterkt både i tid og rom. For å lette analysene er det hensiktsmessig å dele strømmen opp i forskjellige komponenter. Fordi tidevannsstrømmen ideelt sett er en bølge uten noen netto massetransport, er det vanlig å trekke fra bidraget fra tidevannet. En står da igjen med den såkalte reststrøm. Dersom en også kan skille ut de andre mest vesentlige komponenter som kortperiodisk vind-strøm, treghetssvingninger og turbulente effekter, har en igjen en reststrøm som representerer en "steady state"-strøm over en gitt periode. Et godt estimert middel av denne "steady state"-komponenten over f. eks.  $\frac{1}{2}$  år eller 1 år gjør det mulig å tegne opp et strømkart over de permanente strømmer. Det må imidlertid presiseres at denne komponenten bare representerer en liten del av det totale strømbildet i et tidspunkt eller over en kortere tid. På

Norskekysten og i Barentshavet er tidevannet den viktigste strømkomponenten ved siden av vindstrømmen som primært påvirker de øverste 20-50 m. En sekundær virkning av vindeffekter er turbulens som har stor betydning for spredningsmekanismene i havet både horisontalt og vertikalt.

#### De permanente strømmer

Fra Vesterålsbankene og nordover til Nordvestbanken følger Kyststrømmen kystlinjen (Fig. 24). Hastigheten er høyest ved egga og synes å ha sitt maksimum i ca. 50 m dyp (SÆTRE og LJØEN 1971) i motsetning til lenger sør hvor maksimalhastigheten finnes i overflaten. Inne på de grunne bankområdene vil imidlertid hastigheten i dette dypet reduseres som følge av bunnfriksjonen. På skillet mellom de 2 vannmassene ved egga oppstår det store horisontale og vertikale strømgradienter. Over Fugløybanken og Tromsøflaket brer strømmen seg ut og blir svakere og utydelig. Området er dominert av blandingsprosessene med Atlantisk vann. Turbulens på stor skala og hvirvelbevegelser er vanlig. Materiale som føres med strømmen vil derfor kunne akkumuleres for kortere eller lengre tid i dette området. Ved Nordkapp smalner Kyststrømmen inn, hastigheten øker og retningen blir mer stødig mot øst med sterkest strøm helt inn mot kysten. Strømmen følger kysten videre langs Finnmark og Kolahalvøya. Her er strømsystemene mindre kjent.

Hognestad har i årene 1967-73 foretatt en rekke forsøk med strømflasker i Nord-Norge i månedene fra april til september (HOGNESTAD 1968-74). De fleste flaskene er sluppet i Lofoten-området og er funnet igjen på hele kyststrekningen til Sovjetunionen. Gjenfangsten av flaskene har variert betraktelig. Den har vært liten når fralandsvind har dominert omkring tidspunkt for utslipp. Dette kan bety at flaskene har fått en helt annen driftsvei idet de har blitt ført inn i Atlantiske vannmasser. Den gjennomsnittlige driftshastigheten ligger på ca. 4 nautiske mil/døgn eller snaut 10 cm/s, men det er funnet flasker som har drevet med en gjennomsnittshastighet på 20 nautiske mil/døgn i over en uke. Slike hastigheter viser hvilken effekt vinden kan ha.

De fleste strømflaskene er funnet på land, og strømhastighetene representerer derfor minimumshastigheter.

Strømmålinger foretatt på Malangsgrunnen i forskjellige tidsrom fra 1972-1975 (EIDE, 1973, 1974 og 1975) viser store variasjoner i reststrømmen fra måned til måned. Reststrømmen i 50 m dyp midlet over en 15 dagers periode viser hastigheter på fra 0,2 cm/s til 14,6 cm/s for en stasjon midt på Malangsgrunnen hvor dybden er 70 m. Materialet er noe spinkelt til å kunne beskrive den årlige variasjonen, men det kan synes som om hastigheten har et markert maksimum i september-oktober-november og et minimum i mars-april. Maksimumshastigheten skyldes trolig innflytelse fra den Atlantiske strømmen.

Atlanterhavsstrømmen vil i det alt vesentlige ligge på utsiden av feltene på Malangsgrunnen og Fugløybanken. Ved 71° N strekker den seg fra egga og ca. 1000 km vestover. Hastighetene er høye inn mot egga, i perioder med en reststrømhastighet opptil 50 cm/s. Ved 72° N begynner splittingen i 2 greiner: Vest-Spitsbergenstrømmen fortsetter videre nordover langs egga og Nordkappstrømmen bøyer østover rundt Tromsøflaket. Nordkappstrømmen går hovedsaklig inn langs Bjørnøyrenna, men vann av Atlantisk opprinnelse bøyer også sørover og "slår inn" mot Nordkapp. Nordkappstrømmen øker i styrke utover høsten og vinteren, noe som har sammenheng med den økende sørvestlige vindretningen. Ved ca. 30° Ø splittes strømmen i flere greiner, og bildet blir svært kompleks (TANTSURA, 1959). Den midlere hastighet på Nordkappstrømmen er beregnet til 10-12 cm/s.

Fig. 25 viser fordelingen av 0-gruppe torsk i august/september 1971 etter at den er blitt gytt i Lofoten-området. Det fremgår av figuren at den blir fordelt utover på en måte som kan tyde på at den hovedsaklig har drevet med Kyststrømmen og den Atlantiske strøm/-Nordkappstrømmen. Endel av 0-gruppe torsken er imidlertid også fordelt på vestkysten av Svalbard og må ha blitt ført med Vest-Spitsbergenstrømmen. Det er sannsynlig at en stor del av yngelen som er fordelt i vestlige Svalbard-området har blitt ført ut



fra kysten på et tidlig tidspunkt og hovedsakelig før Andøya er blitt passert. Mestedelen av yngelen vil imidlertid følge Kyststrømmen og Nordkappstrømmen. Under normale forhold vil derfor Vest-Spitsbergenstrømmen ha liten betydning som transportvei for vannmasser som passerer områdene på Malangsgrunnen og Fugløybanken, mens Nordkappstrømmen i stor grad vil innvirke på disse vannmassene.

Tidevannet følger kysten nordover som en progressiv bølge med dominerende periode på ca. 12 timer. Inn mot kysten vil partikkelbevegelsen stort sett være fram og tilbake langs en rett linje. Partikkelbevegelsen går over i elliptiske baner med økende lilleakse etter hvert som avstanden til land øker.

Tidevannsstrømmen øker i styrke etter hvert som den løper nordover langs Norskekysten. Selv om nettotransporten som følge av tidevannsstrømmen er liten, utgjør tidevannsstrømmen den sterkeste strømkomponenten på kysten utenfor Nord-Norge og i Barentshavet. Oppunder land kan maksimalhastigheten bli 2-3 knop. Tidevannet har stor betydning for blandingsprosessene mellom vannmassene.

De fremherskende vindretninger er til en viss grad med på å prege reststrømmen. Således kan en tilskrive økningen i Kyststrømmen og Nordkappstrømmen utover høsten den tilsvarende økning i fremherskende vindretning fra sørvest. Den daglige variasjonen i vinden kan også gi en ganske stor effekt på transporten i overflate-lagene (øverste 10-20 m).

Vindstrømmen er naturlig nok meget vanskelig å prediktere i Nord-Norske farvann hvor vindforholdene er så sterkt varierende. Som tidligere nevnt, kan det særlig i vintermånedene oppstå plutselige små intense lavtrykk som kan gi enorme vindstyrker. Når en i tillegg vet at vindstrømmen i overflaten kommer vanligvis opp i 3-5% av vindhastigheten, avhengig av hvor lang tid vinden har fått virke, kan en få vindstrømhastigheter på 2-3 knop ved storm styrke. Under slike forhold vil også bølger bidra til å øke transport av materiale fra overflaten og ned i dypet (til ca. 50 m).

## OPPSUMMERING

Det opprettholdes et relativt markert skille mellom Kystvannmasser og Atlantiske vannmasser fra Vesterålsbankene til Nordvestbanken. Strømhastighetene har sitt maksimum i området omkring eggakanten. I dette området er det trolig også sterke hastighetsgradienter, noe som bidrar til å øke den turbulente blandingen mellom vannmassene. Over Fugløybanken og Tromsøflaket blir blandingen mellom vannmassene mer intens. Storstilt turbulens og større hvirvler er dominerende, og reststrømmen er svak. I motsetning til forholdene lenger sør vil dette kunne medføre at materiale som egg og yngel kan akkumuleres i området for kortere eller lengre tid. Den statiske stabiliteten er liten, noe som bevirker at selv mindre perturbasjoner som f.eks. overflateavkjøling eller vindvirkning kan gi vertikal blanding helt til bunns på bankene selv i sommerhalvåret.

Videre østover fra Fugløybanken øker hastigheten i reststrømmen og blir mer stødig mot øst og langs kysten. Maksimalhastigheten finnes her tett opp under land. Den vertikale stabiliteten fortsetter å avta, og skillet mellom Kyststrømmen og Nordkappstrømmen blir stadig mer diffus. Den videre transporten østover i Barentshavet er komplisert og lite kjent, men det er trolig storstilte virveldannelser i de sentrale og østlige deler av Barentshavet. Dette betyr at vannmassene vil kunne akkumuleres for kortere eller lengre tid.

Vindvirkningen kan på kort tid forandre det fremherskende strømbildet i overflatelagene. Derfor er det idag umulig å prediktere transportprosessene fra dag til dag, men vi har god oversikt over de storstilte bevegelsene. Storparten av vannmassene som passerer området Malangsgrunnen-Fugløybanken vil føres langs Finnmarkskysten og østover i Barentshavet. Under normale forhold vil vannmassene befinne seg ved 30° Ø etter 3-6 uker. Under ekstreme vindforhold kan denne tiden kortes ned til ca. 1½ uke.

Sannsynligheten for å få transport mot vestkysten av Svalbard er større for vannmassene som passerer Sveinsgrunnen og Malangs-

grunnen enn for vannmassene som er kommet til Fugløybanken. Sannsynligheten øker med østlig og nordøstlig vind.

Tidevannsstrømmen i Barentshavet og langs nordlige Norskekysten er meget sterk og bidrar i blandingsprosessene mellom vannmassene. Hastighetene kan komme opp i 2-3 knop opp under land og over grunne områder.

LITTERATUR

- ALEKSEEV, A.P. og ISTOSHIN, B.V. 1956. Scheme of constant currents in the Norwegian and Greenland Seas. Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeang., 9: 62-69. Transl. U.S. Fish. Wildlife Service, Spec. Sci. Report 1956: 69-76.
- ANON. 1965. Preliminary report of joint Soviet-Norwegian investigations in the Barents Sea and adjacent waters September 1965. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1965 (161): 1-5. [Mimeo.]
- ANON. 1966. Preliminary report of the joint international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters August-September 1966. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1966 (H:23): 1-9. [Mimeo.]
- ANON. 1967. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters August-September 1967. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1967(H:31): 1-18. [Mimeo.]
- ANON. 1968. Preliminary report of the 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1968. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1968 (H:33): 1-4. [Mimeo.]
- ANON. 1969. Preliminary report of the 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1969. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1969 (F:34): 1-5. [Mimeo.]
- ANON. 1970. Preliminary report of the joint Soviet-Norwegian 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1970 (H:34): 1-5. [Mimeo.]

- ANON. 1971. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1971. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1971 (H:32): 1-5.  
[Mimeo.]
- ANON. 1973 a. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1972. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1973 (H:15): 1-15.  
[Mimeo.]
- ANON. 1973 b. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1973. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1973 (H:25): 1-5.  
[Mimeo.]
- ANON. 1974. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1974. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1974 (H. 33): 1-16.  
[Mimeo.]
- ANON. 1975. Preliminary report of the international 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1975. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1975 (H:48): 1-5.  
[Mimeo.]
- BOISWERT, W. E. 1970. Major currents along the coasts of Norway and the USSR to the Kurils.  
NAVOCEANO, TR 222: 1-22.

- DANNEVIG, P. 1966. Vær, vind og sjø på norskekysten. Nord-angers Nautiske Håndbøker, Bergen. 54 s.
- EGGVIN, J. 1940. Den store utskiftning av vannmasser langs norskekysten i 1940. Norges Fiskeriers Årsberetning, 1940: 113-126.
- EIDE, L.I. 1973. Strømmålinger på Malangsgrunnen. Rapport I. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, N.T.H., Trondheim, 1973: 1-6, 42 fig.
- EIDE, L.I. 1974. Strømmålinger på Malangsgrunnen. Rapport II. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, N.T.H., Trondheim, 1974: 1-6, 137 fig.
- EIDE, L.I. 1975. Strømmålinger på Malangsgrunnen. Rapport III. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, N.T.H., Trondheim, 1975: 1-6, 155 fig.
- ELLIOTT, F.E. 1956. Some factors affecting the extent of ice in the Barents Sea area. Arctic, 8: 249-258.
- FOSTER, L.A., JOHANNESSEN, O.M., ISOPPO, C. 1974. Oceanographic summary of the Barents Sea south of Bear Island in the summer. Saclantcen Memorandum, 1974 (SM-52): 1-14.
- FROGNER, E. 1948. Means and extremes of sea temperature by the Norwegian coast. Geofys. Publ. 15(3): 1-82.
- HELA, I. 1959. Hydrographic results of the "Aranda" expedition to the Barents Sea July 1957. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 149: 17-24.
- HILL, H.W. and LEE, A.J. 1958. The effect of wind on water transport in the region of the Bear Island fishery. Proc. Roy. Soc., 148 (930): 104-117.

- HOGNESTAD, P. 1968. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1967. Fiskets Gang, 54: 175-179.
- HOGNESTAD, P. 1969. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1968. Fiskets Gang, 55: 38-45.
- HOGNESTAD, P. 1969. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1969. Fiskets Gang, 55: 841-844.
- HOGNESTAD, P. 1971. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1971. Fiskets Gang, 57: 128-131.
- HOGNESTAD, P. 1971. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1971. Fiskets Gang, 57: 847-851.
- HOGNESTAD, P. 1973. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1972. Fiskets Gang, 59: 289-293.
- HOGNESTAD, P. 1974. Forsøk med strømflasker i Nord-Norge i 1973. Fiskets Gang, 60: 347-349.
- HOLTEDAHL, O. 1940. The submarine relief off the Norwegian coast. Det Norske Videnskaps akademi i Oslo, 1940: 1-43.
- KISLYAKOV, A.G. 1962. "Hydrographic conditions in the Norwegian Current and the North Cape Current in the spring of 1960". Annls Biol. Copenh., 17: 24-25.
- KISLYAKOV, A.G. og BOROVAIA, L.I. 1963. Hydrological conditions in the north-eastern part of the Norwegian Sea and the adjacent areas of the Barents Sea in April-June 1961. Annls Biol. Copenh., 18: 26-29.

- KISLYAKOV, A.G. 1964. Horisontalsirkulasjonen av vannet på grensen mellom Norskehavet og Barentshavet. Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeang., 16: 183-194. (På russ.)
- KISLYAKOV, A.G. and ROSSOV, V.V. 1973. Some features of a circulation of waters in central and north-eastern areas of the North Atlantic. Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeang., 34: 10-35. (In Russian).
- KRAUSS, W. 1955. Zum System der Meeresströmungen in der höheren Breiten. Dtsch. Hydr. Z., 8(3): 102-111.
- KRÅKENES, A. 1974. Den norske Kyststrøm utenfor kyststrekningen Lofoten-Varangerhalvøya i tidsrommet juli-september 1955-61. Hovedfagsoppgave i oseanografi. Univ. i Oslo, 1974: 1-53.
- KUDLO, B.P. 1961. Some data on the water exchange between the Barents Sea and Norwegian Sea. NAVOCEANO, Transl. 350, 1967: 1-10.
- LEE, A.J. 1959. Hydrographic conditions in the Barents Sea and Greenland Sea during the IGY compared with those in previous years. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer., 149: 41-43.
- LEE, A.J. 1963. The hydrography of the European Arctic and Subarctic Seas. Oceanogr. and Mar. Biol. Ann. Rev. 1963, 1: 47-76.
- LJØEN, R. 1962. The Waters of the western and northern coasts of Norway in July-August 1957. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders. 13(2): 1-39.



- MIDTTUN, L. 1959. Norwegian hydrographical investigations in the Barents Sea during the International Geophysical Year. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 149: 25-30.
- MIDTTUN, L. 1969. Variability of temperature and salinity at some localities off the coast of Norway. Progress in Oceanogr., 5: 41-53.
- MIDTTUN, L. 1975. Observasjonsserier av overflatetemperatur og saltholdighet i norske kystfarvann 1936-1970. Fisken og Havet, Ser. B, 1975 (5): 1-51.
- MORK, M. 1968. Hydrographic and meteorological data from the Bear Island cruise, 1966. Geof. Inst., Univ. i Bergen 1968: 1-50.
- MOSBY, H. 1938. Svalbard waters". Geofys. Publ. 12(4): 1-85.
- NAKKEN, O. 1966. Hydrografiske undersøkelser i Varangerfjorden og ved Finnmarkskysten. Hovedoppgave i oseanografi. Univ. i Bergen 1966: 1-64.
- SOOT-RYEN, T. 1956. Report on the hydrographical conditions in West-Finnmark March-April 1937. ACTA BOREALIA, 1956(10):37 s.
- SÆLEN, O.H. 1957. On "Zum System der Meeresströmungen in den höheren Breiten" by W. Krauss. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 22: 214-215.
- SÆTRE, R. and LJØEN, R. 1971. The Norwegian coastal current. Proc. of the first Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under Arctic Cond. Vol. I. Univ. i Trondheim, 1971: 514-536.

- SÆTRE, R. 1973. Temperatur og saltholdighetsmormaler for overflatelaget i norske Kystfarvann. Fiskets Gang, 59: 166-172.
- TANTSURA, A.I. 1959. Currents of the Barents Sea. Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeang., 11: 35-53. (In Russian).
- TANTSURA, A.I. 1973. On seasonal changes of currents in the Barents Sea. Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeang., 34: 108-112. (In Russian).
- TOLLAN, A. 1972. Variability of seasonal and annual runoff in Norway. Nordic Hydrology 1972(3): 72-79.
- TOLLAN, A. 1975. Hydrologiske regioner i Norden. Vannet i Norden, IHD-nytt, 1975 (1): 3-15.
- TRANGELED, S. 1973. Oceanography of the Norwegian and Greenland Seas and adjacent areas, Vol. I, Bibliography, Saclantcen Memorandum, 1973 (SM-4): 1-175.
- TRANGELED, S. 1974. Oceanography of the Norwegian and Greenland Seas and adjacent Areas, Vol. II, Survey of literature 1870-1970, Saclantcen Memorandum, 1974 (SM-47): 1-115.

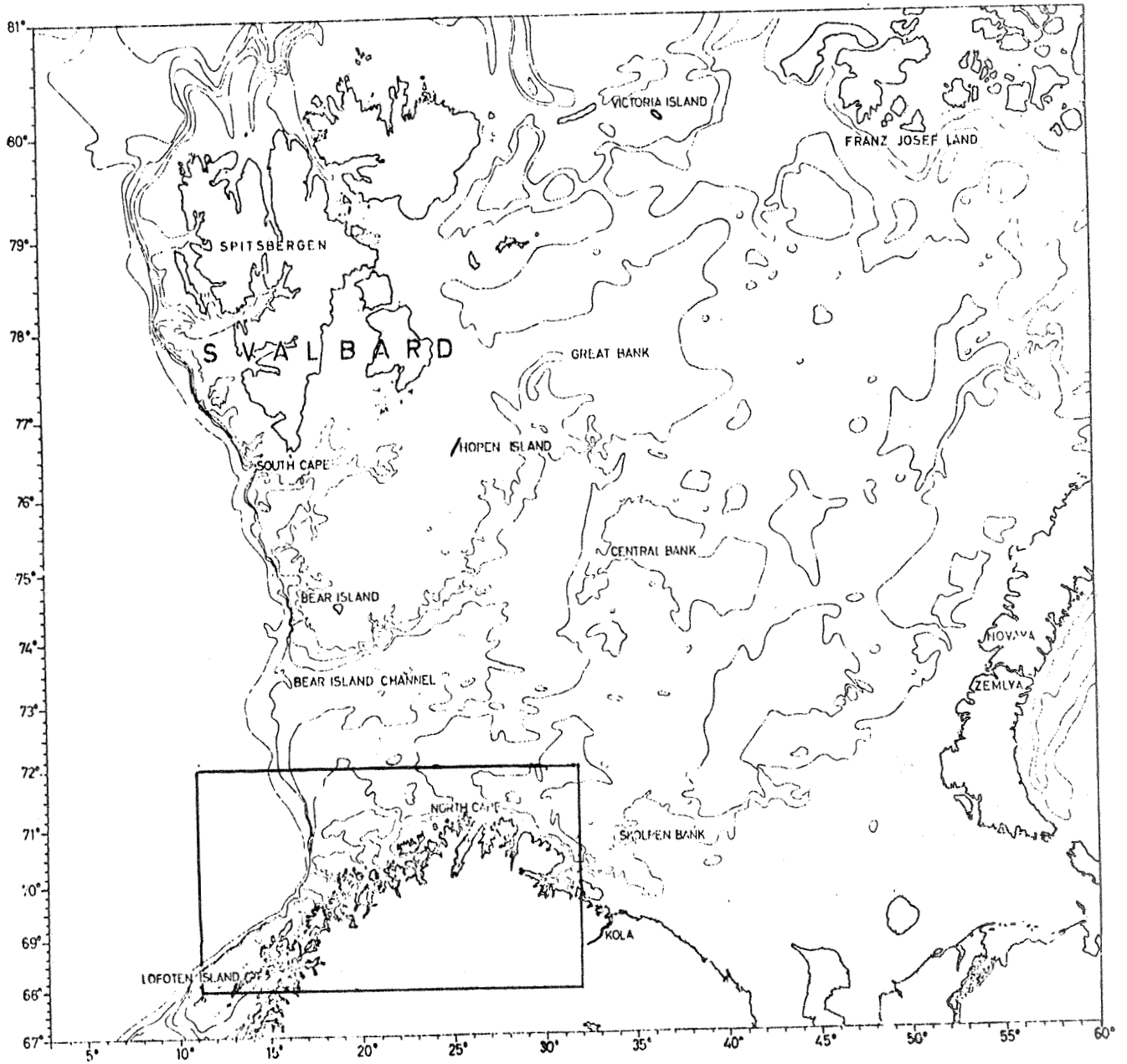


Fig. 1. Bathymetrisk kart over Barentshavet.

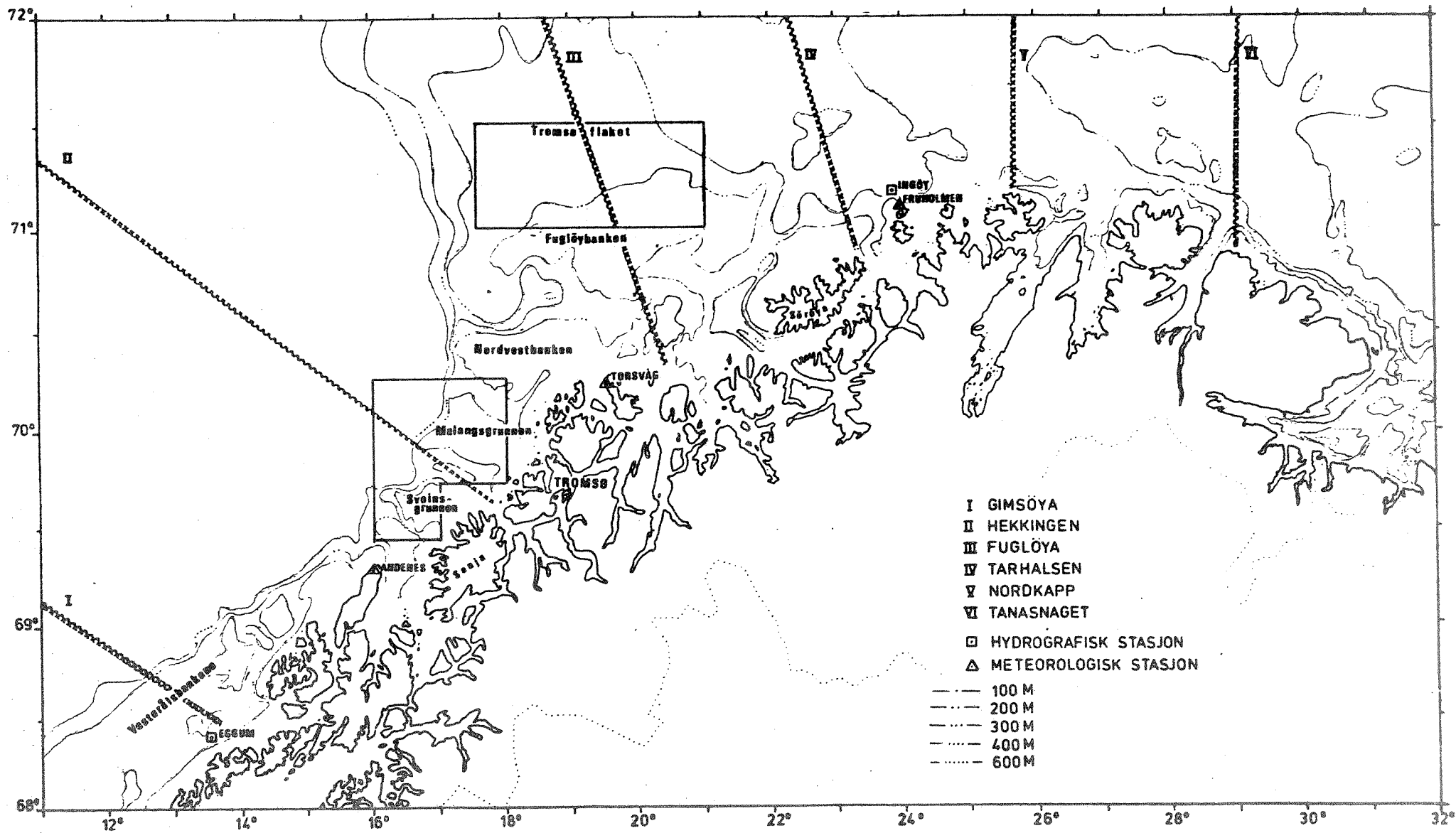


Fig. 1 a. Bathymetrisk kart over strekningen Vesterålen-Nordkapp med navn på stasjoner og snitt omtalt i teksten.

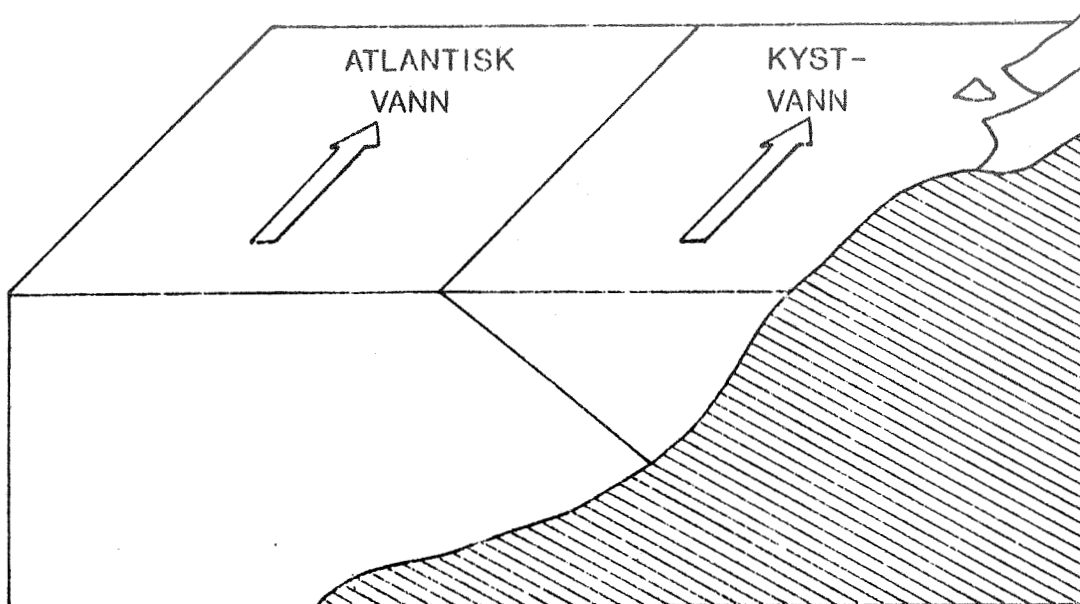


Fig. 2. Kystvannskilen (Etter SÆTRE og LJØEN, 1971).

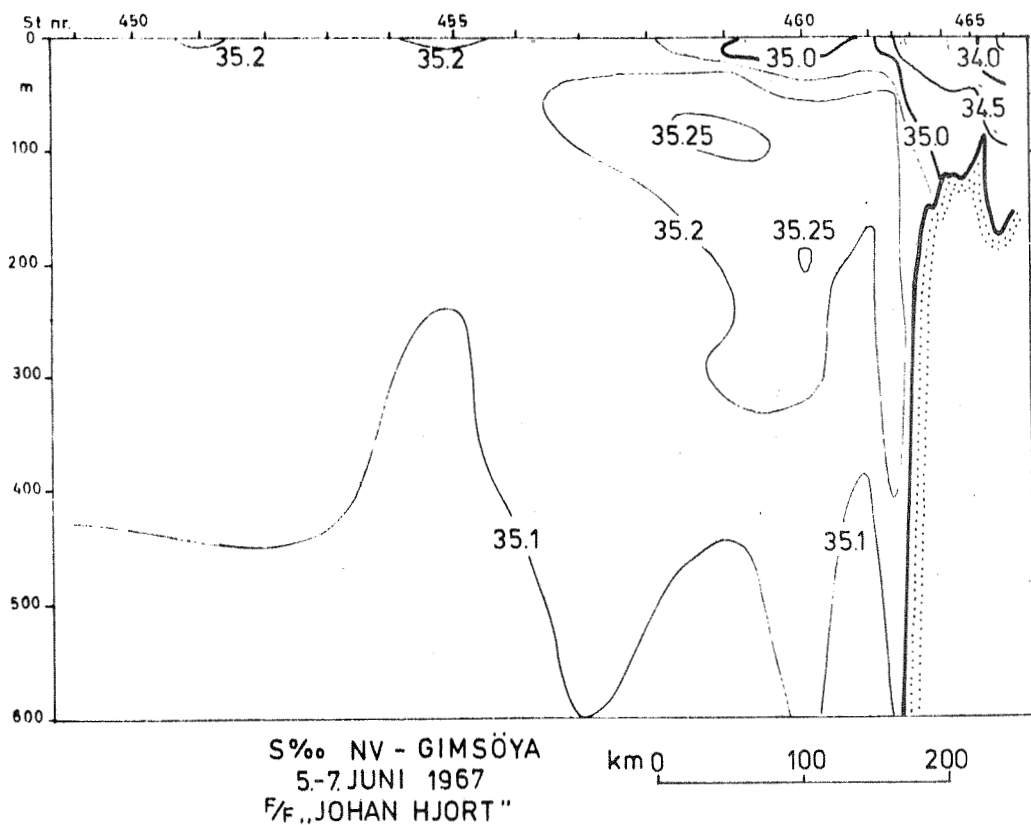


Fig. 3. Snitt Gimsøy, 5. -7. juni 1967. Saltholdighet.

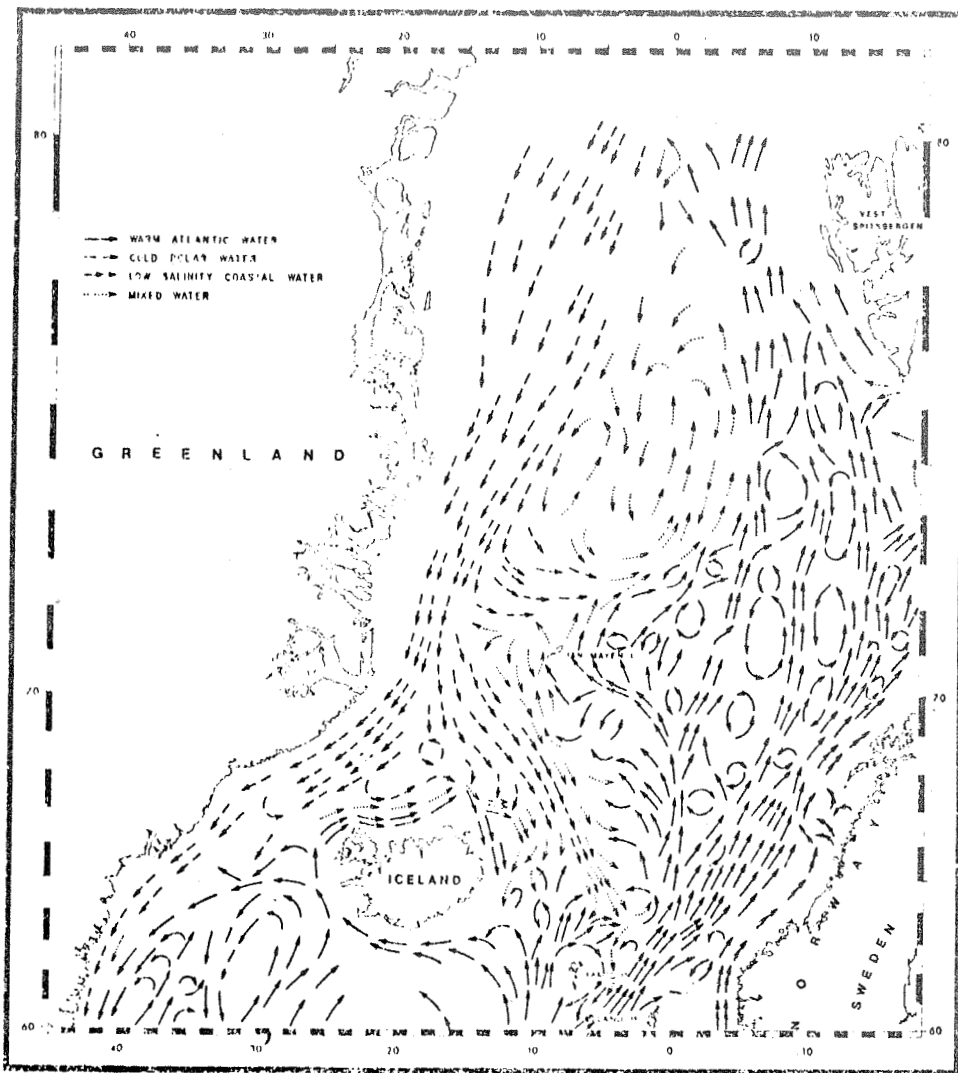


Fig. 4. Overflatestrømmer i Norskehavet (Etter ALEKSEEV og ISTOSHIN, 1956).

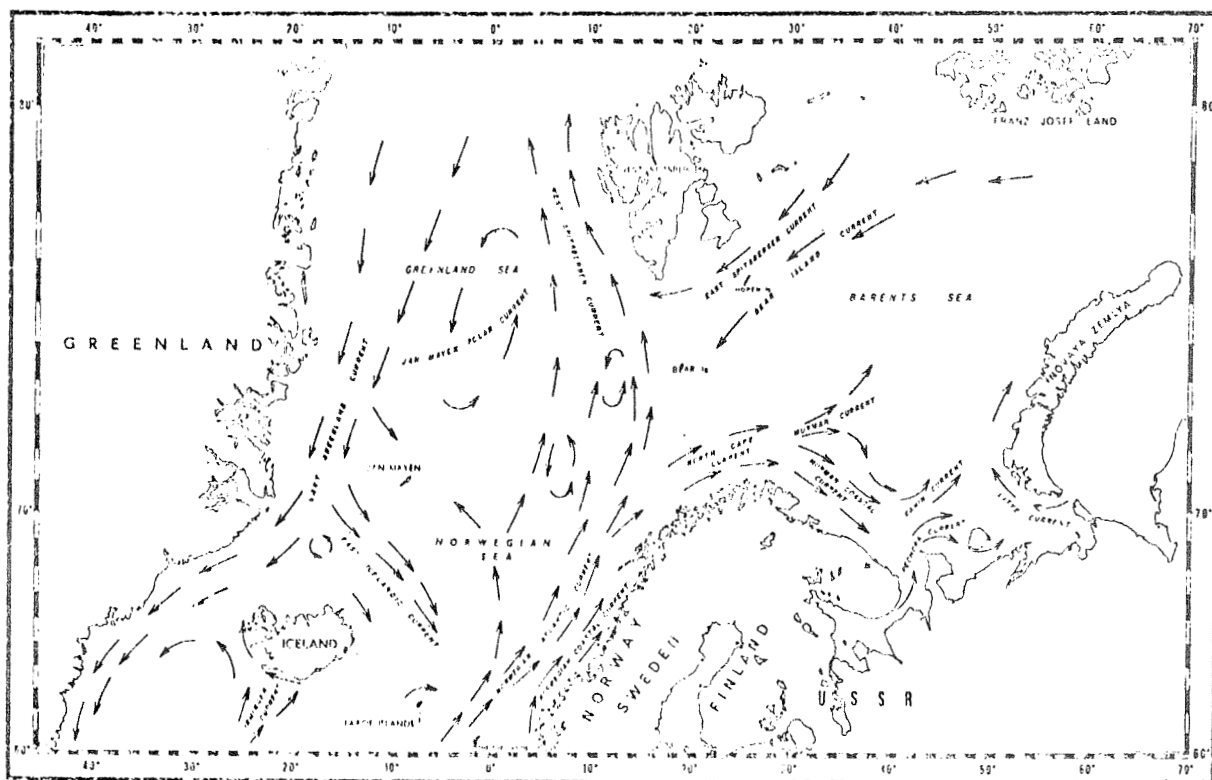


Fig. 5. Skisse over strømmer i Barentshavet og Norskehavet (Etter TRANGELED, 1974).

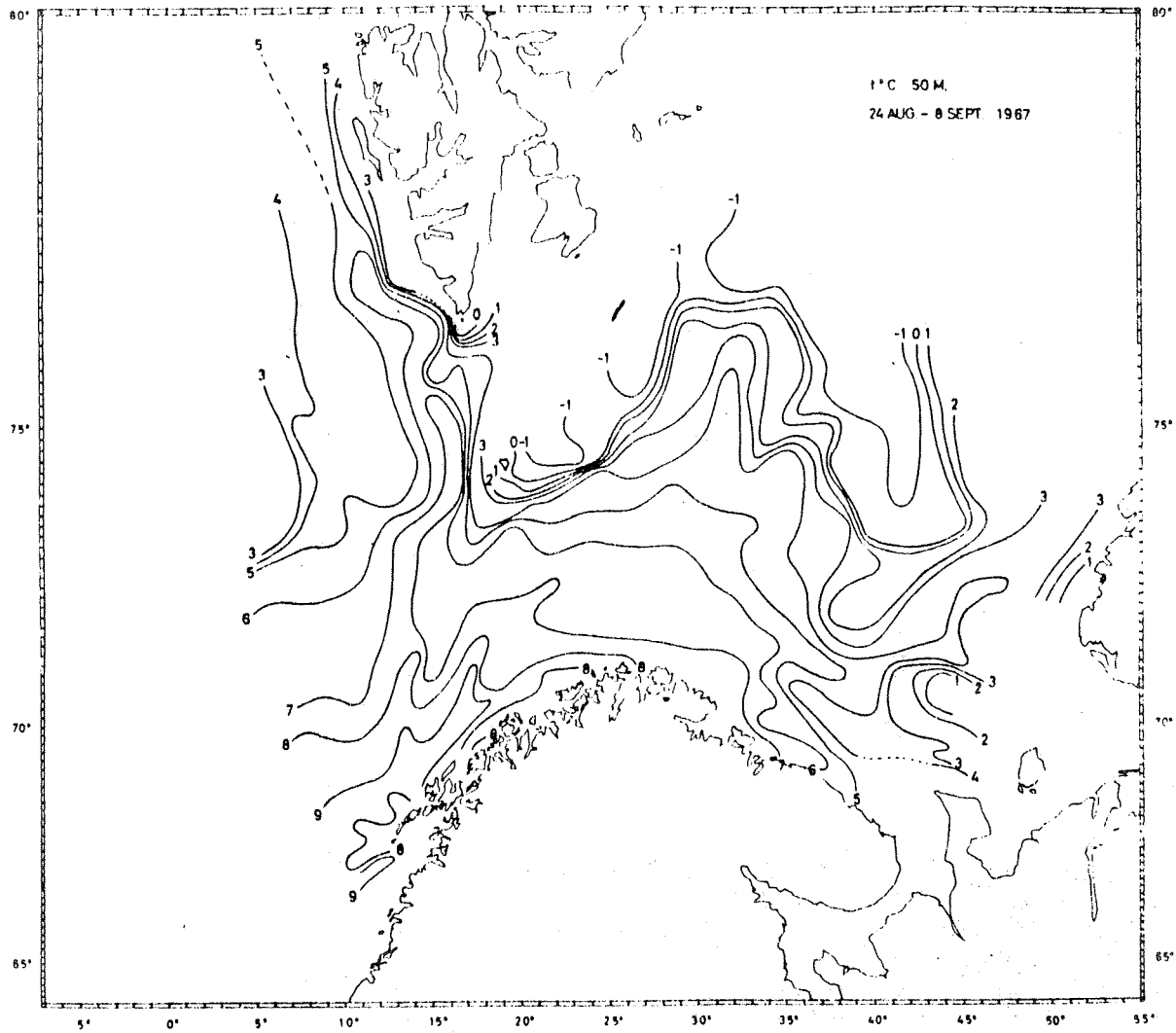


Fig. 6. Isothermer 50 m dyp. Internasjonalt 0-gruppe tokt i Barentshavet 1967.

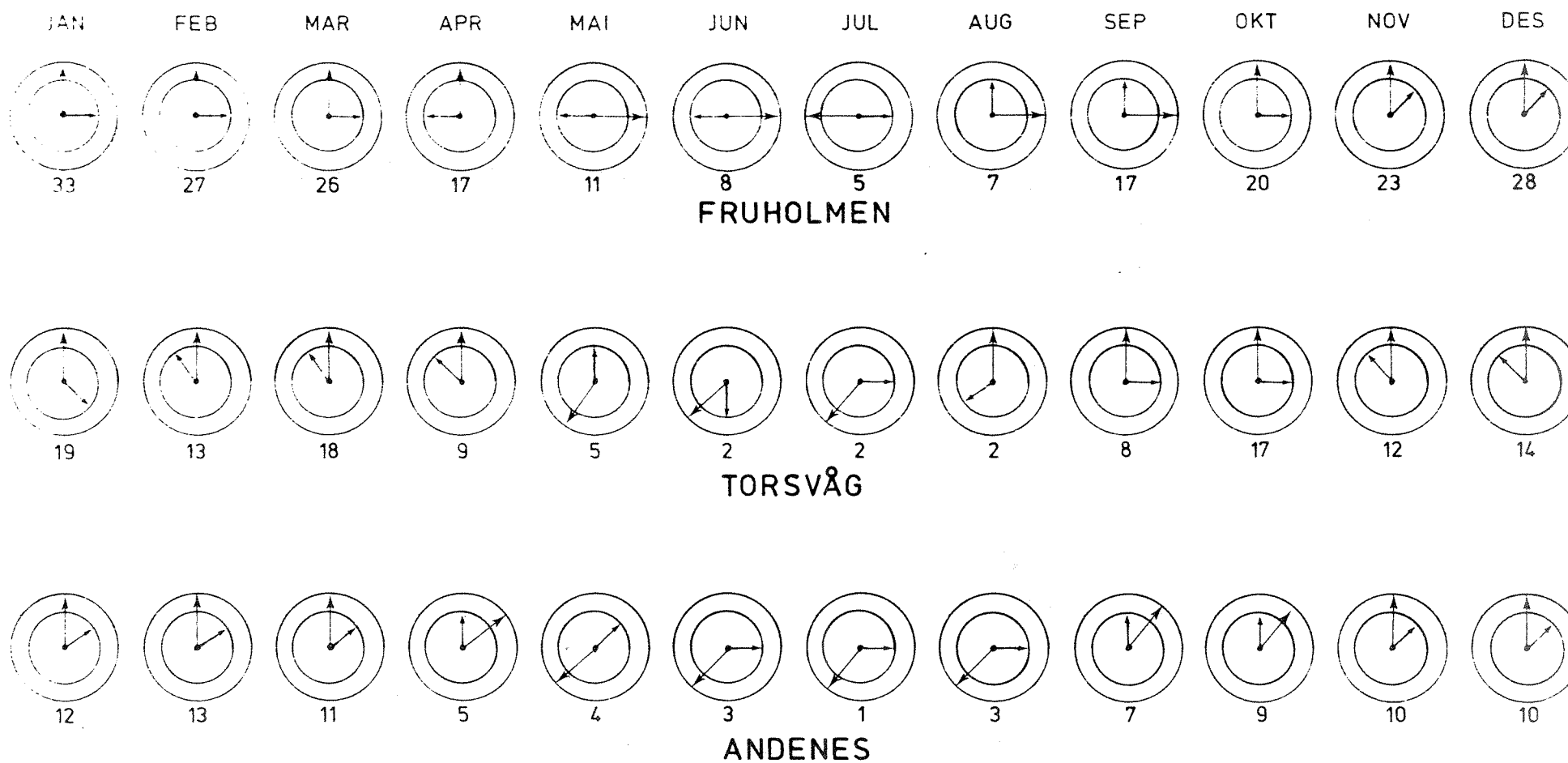


Fig. 7. Månedsmiddel over 10 år av de 2 mest fremherskende vindretninger for Metr. St. Andenes, Torsvåg og Fruholmen. Tallet under vindpilene angir prosentvise registreringer av vindstyrke "liten kuling" og høyere.



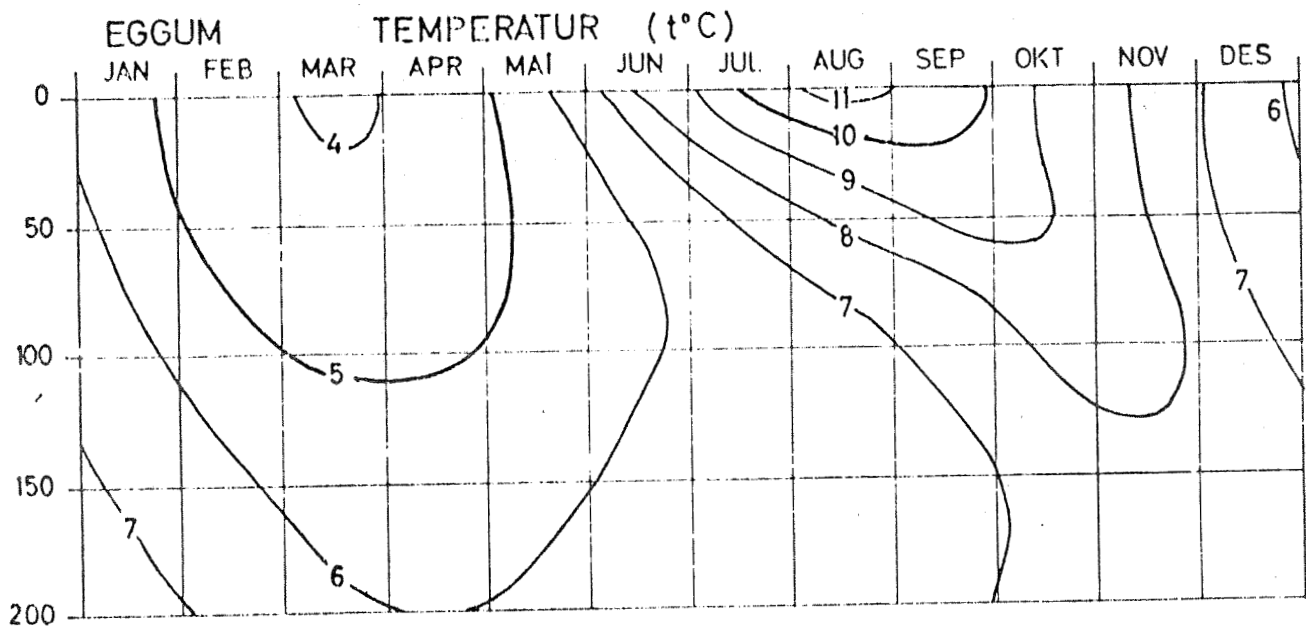
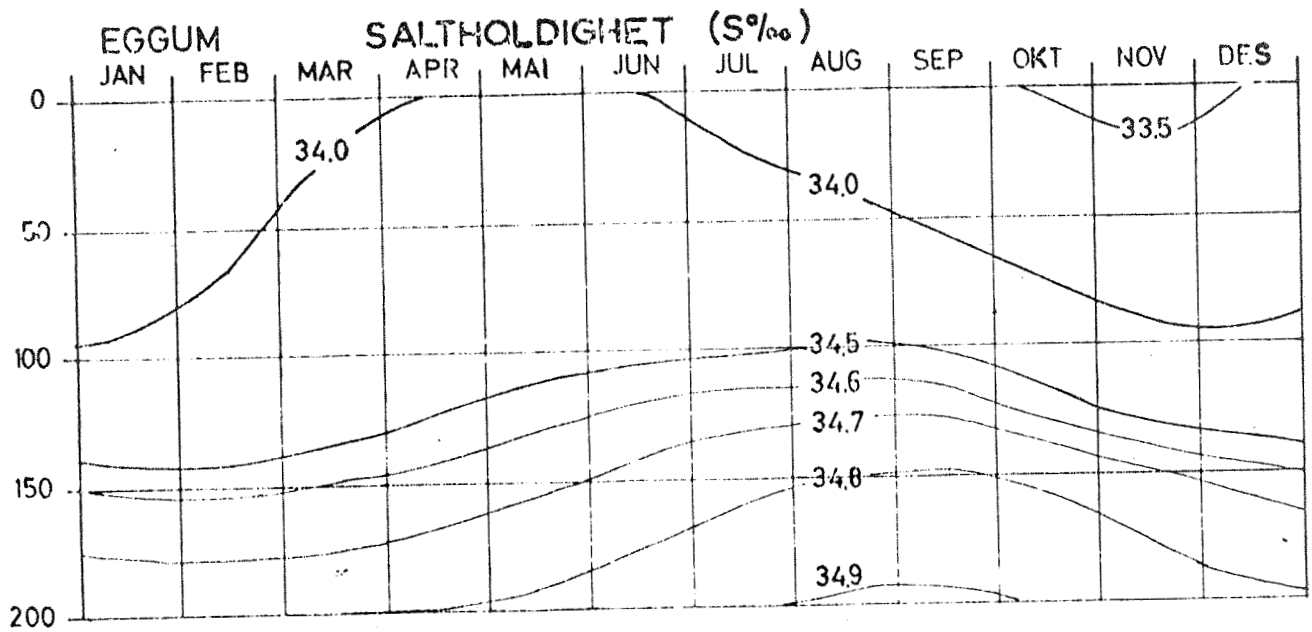


Fig. 8. Isopletdiagram for temperatur og saltholdighet for normalåret 1936-1970. St. Eggum.



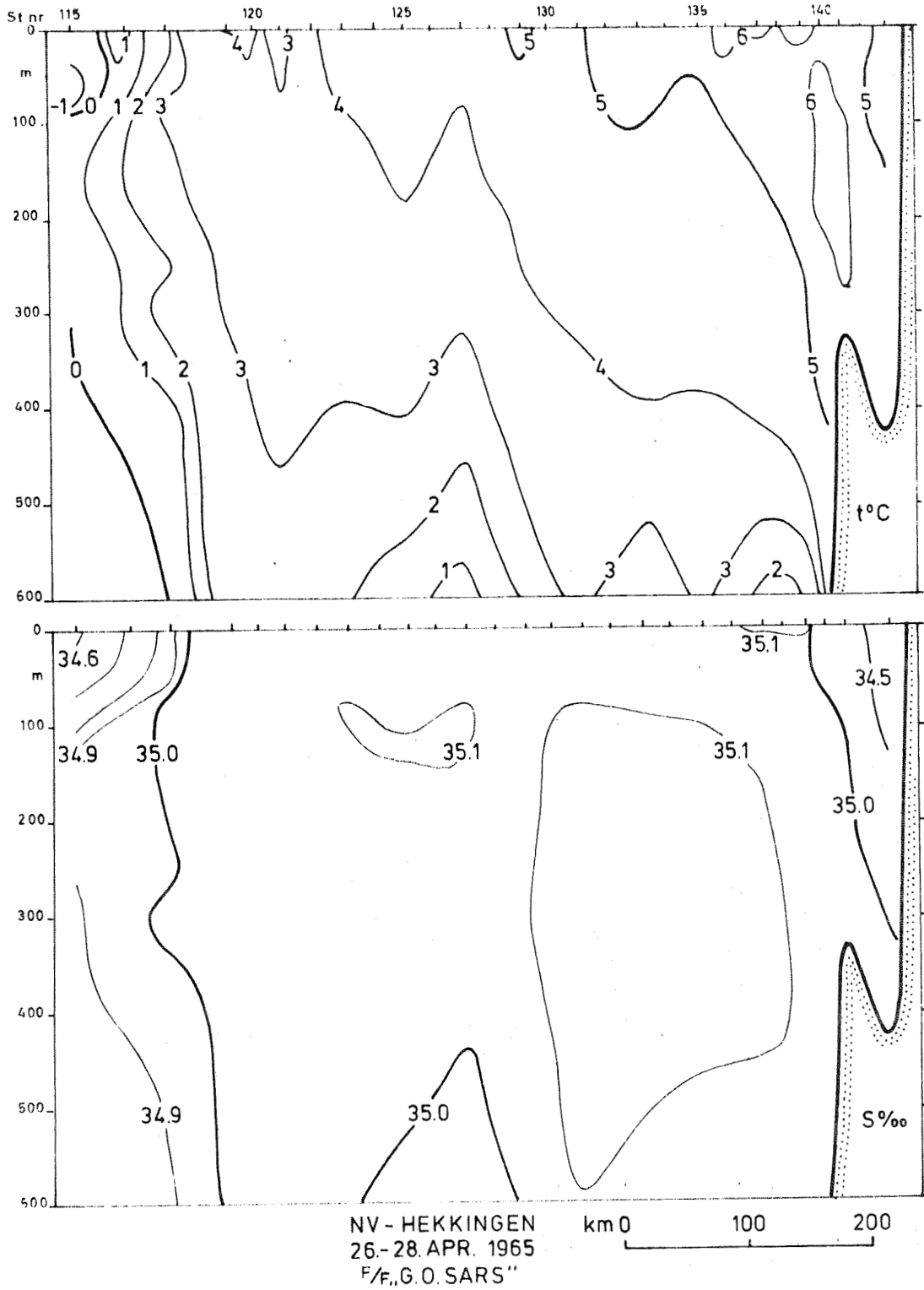


Fig. 10. Snitt Hekkingen 26. -28. april 1965. Temperatur og saltholdighet.

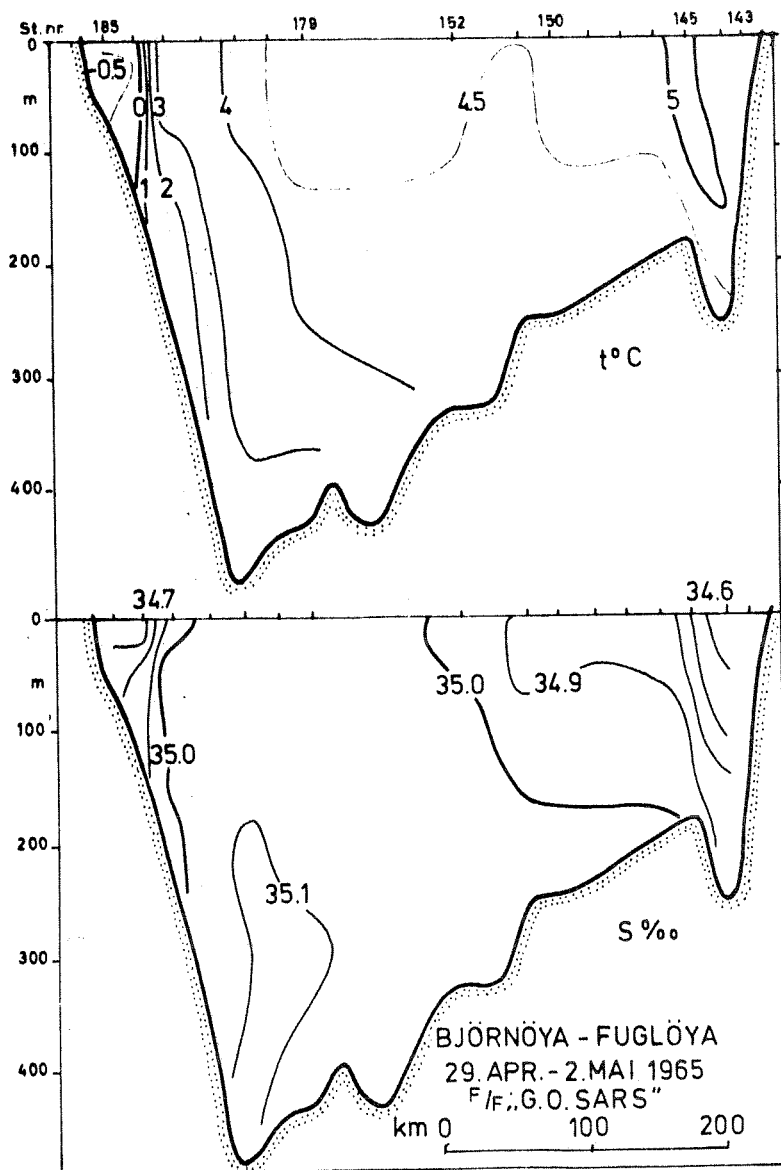


Fig. 11. Snitt Fugløya-Bjørnøya 29. april -  
2. mai 1965. Temperatur og  
saltholdighet.

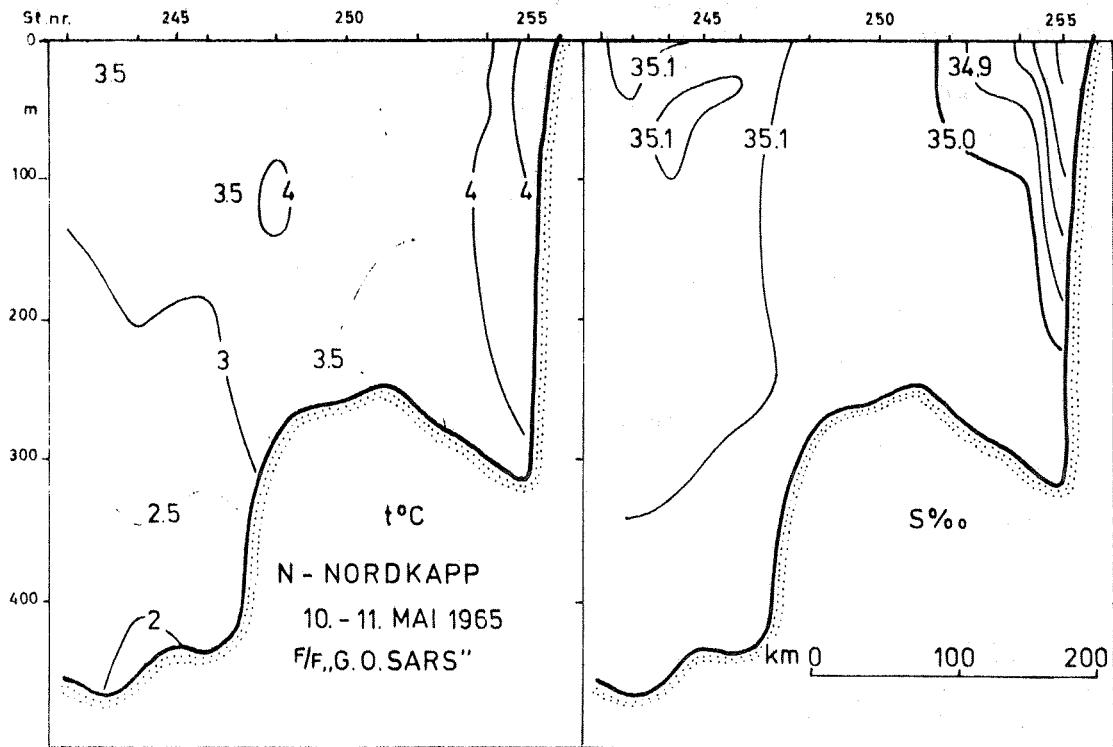


Fig. 12. Snitt Nordkapp 10. - 11. mai 1965. Temperatur og saltholdighet.

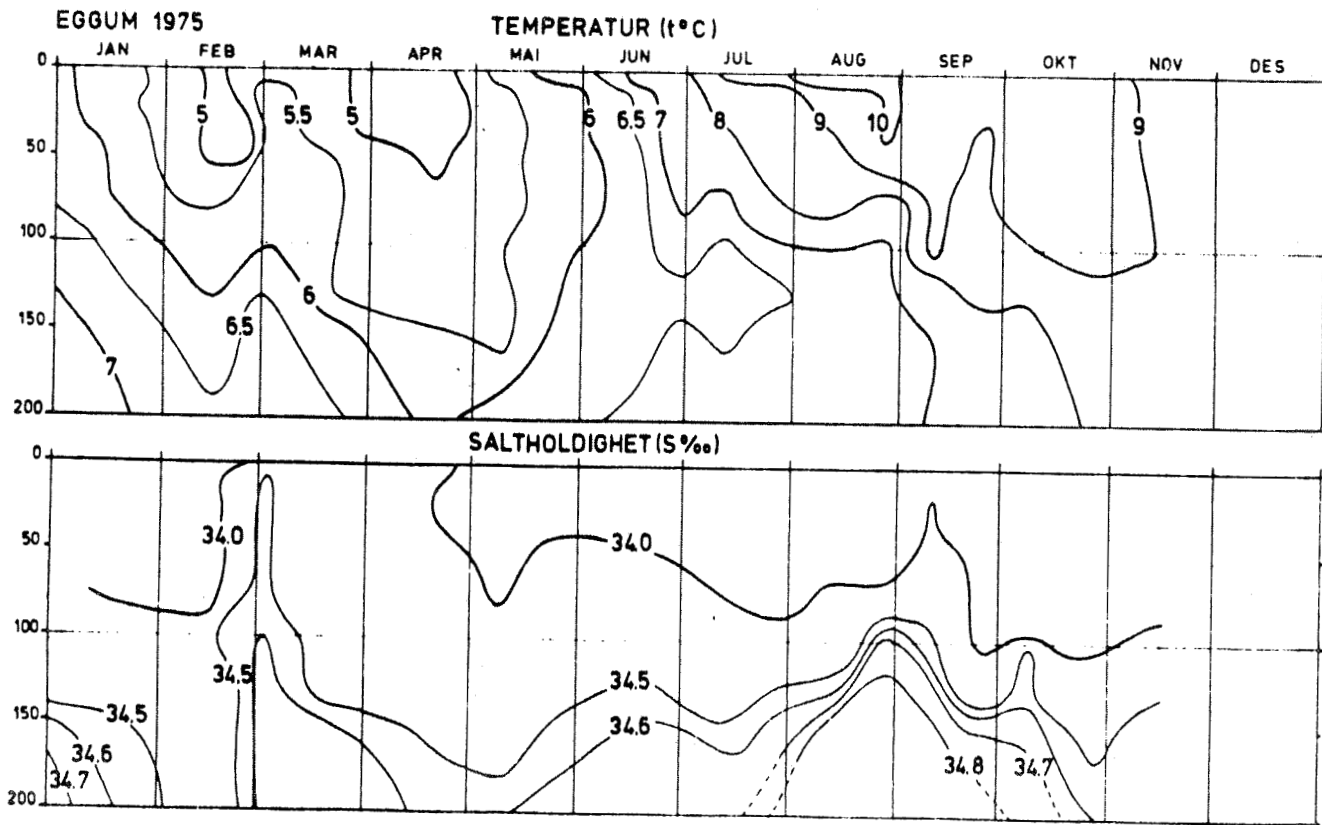


Fig. 13. Isopletdiagram for temperatur og saltholdighet for 1975.  
St. Eggum.

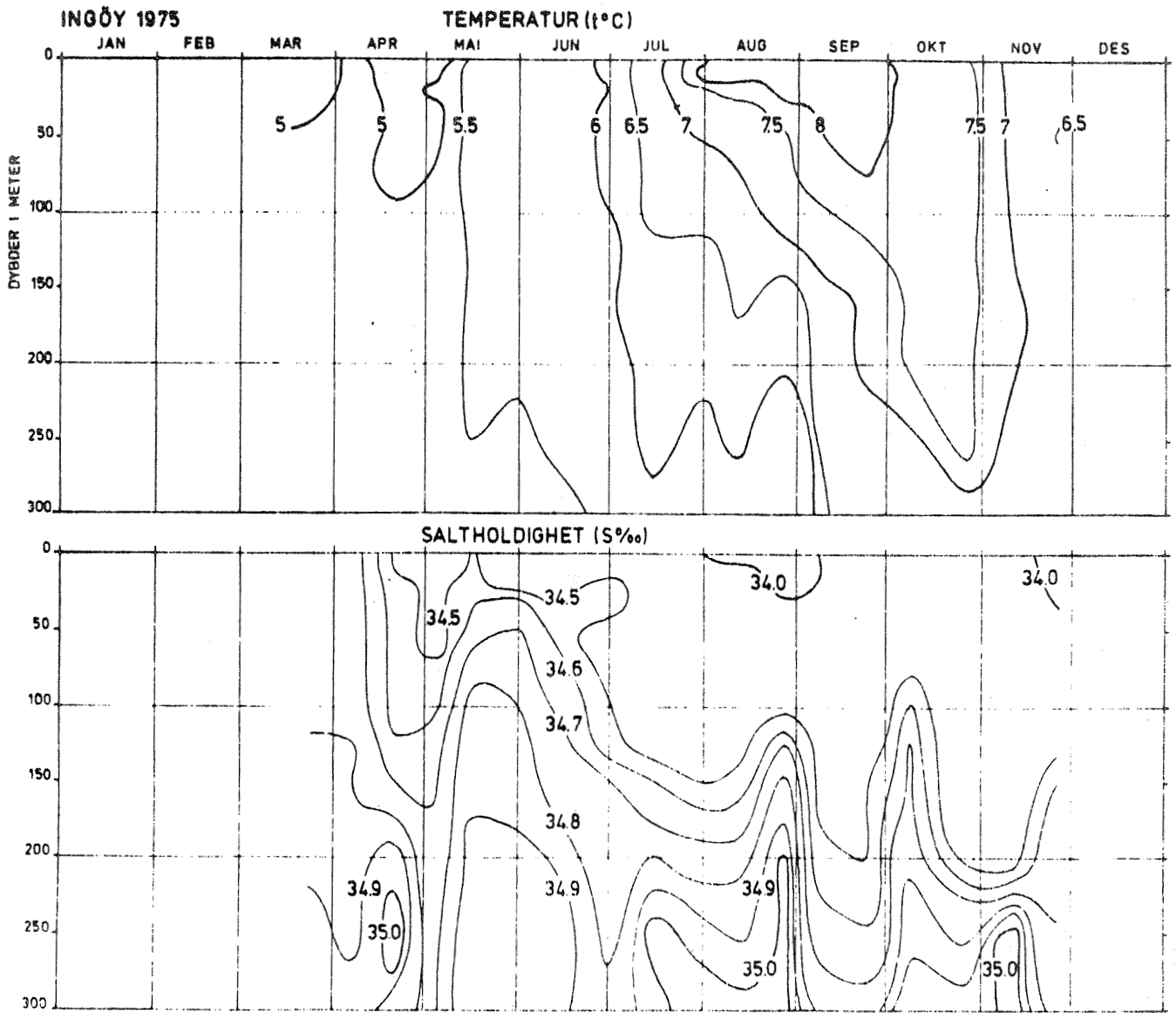


Fig. 14. Isopletdiagram for temperatur og saltholdighet for 1975.  
St. Ingøy.

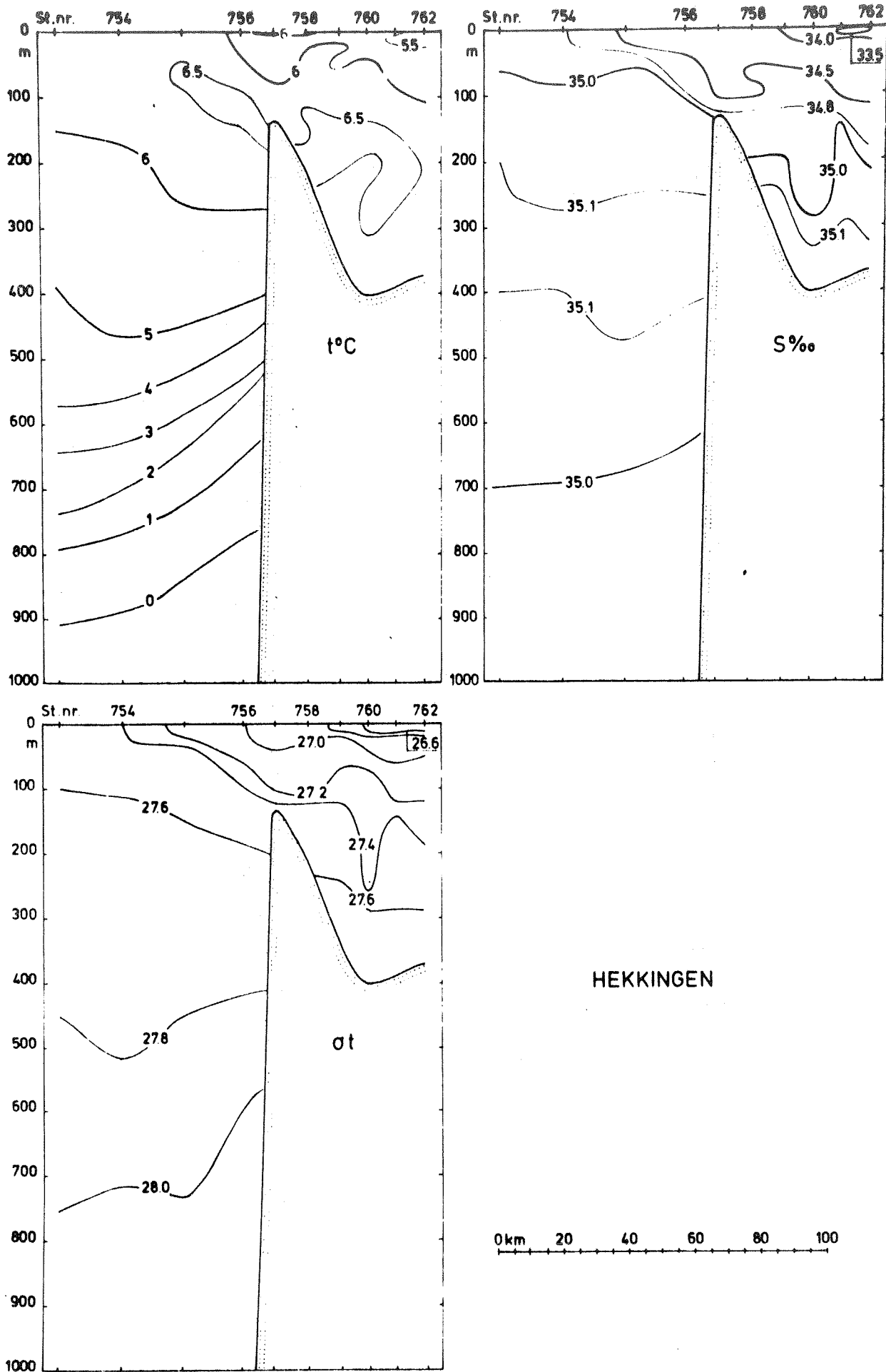


Fig. 15. Snitt Hekkingen. Fra Kyststrømprosjektet 1975, temperatur, saltholdighet,  $\sigma_t$ .



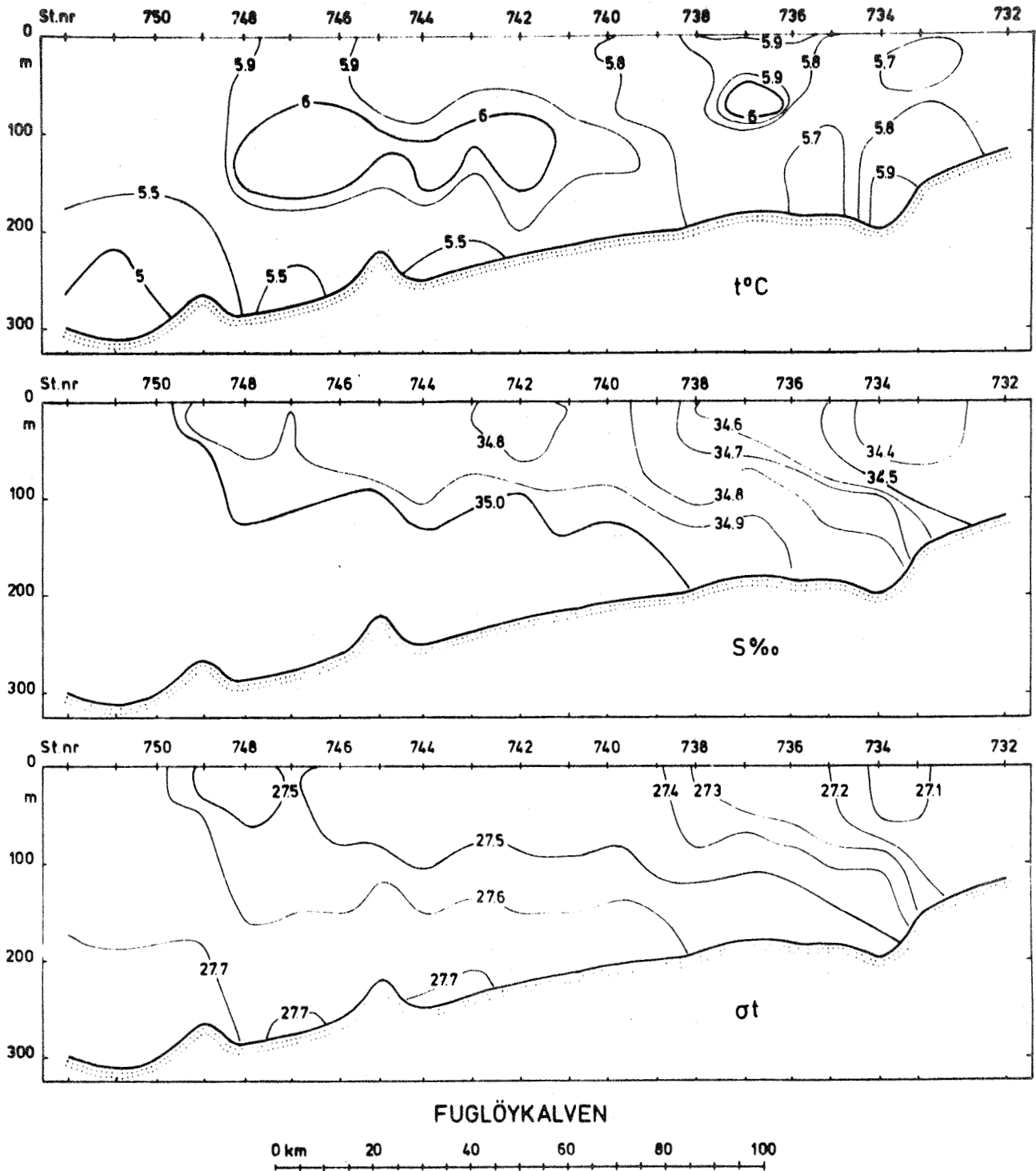


Fig. 16. Snitt Fugløykalven. Fra Kyststrømprosjektet 1975, temperatur, saltholdighet,  $\sigma_t$ .

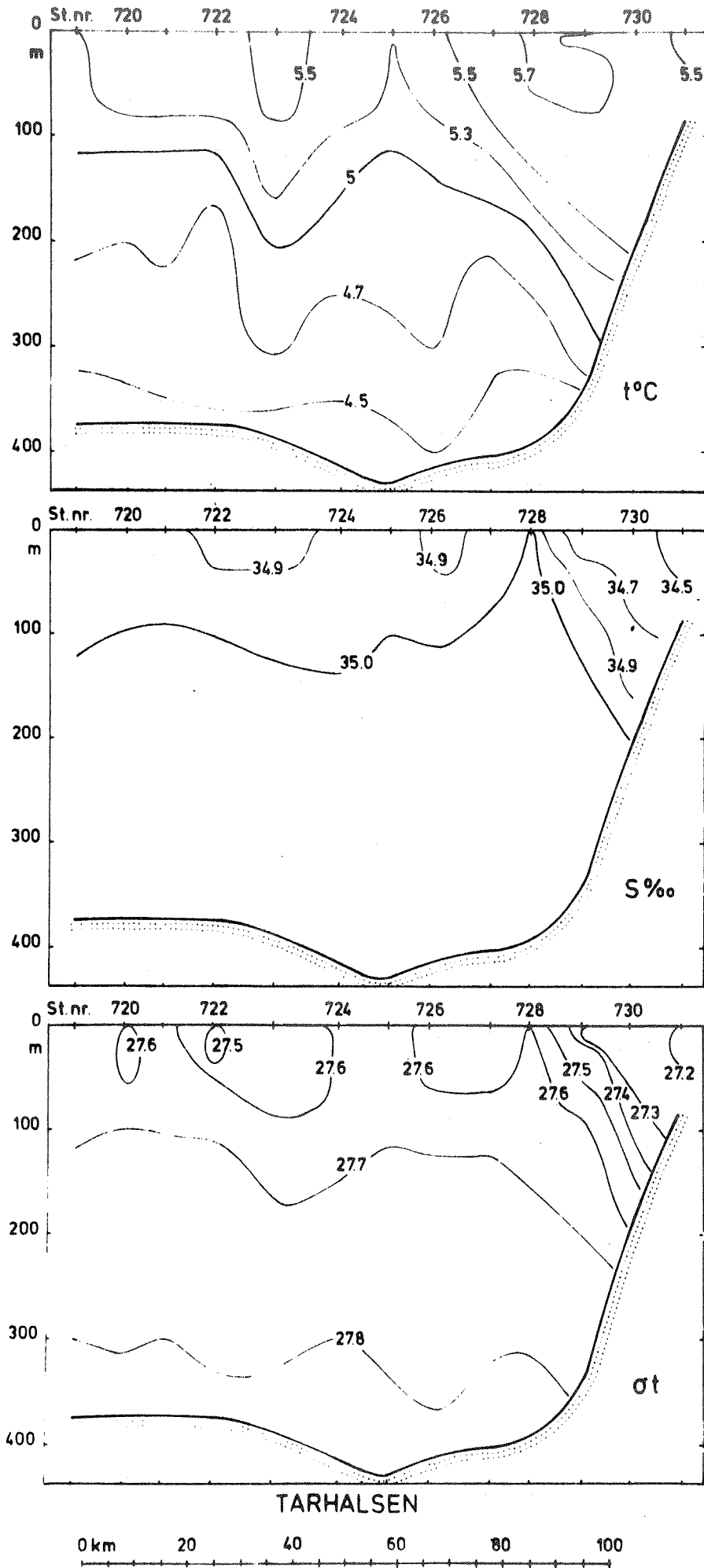


Fig. 17. Snitt Torhalsen. Fra Kyststrømprosjektet 1975, temperatur, saltholdighet,  $\sigma_t$ .

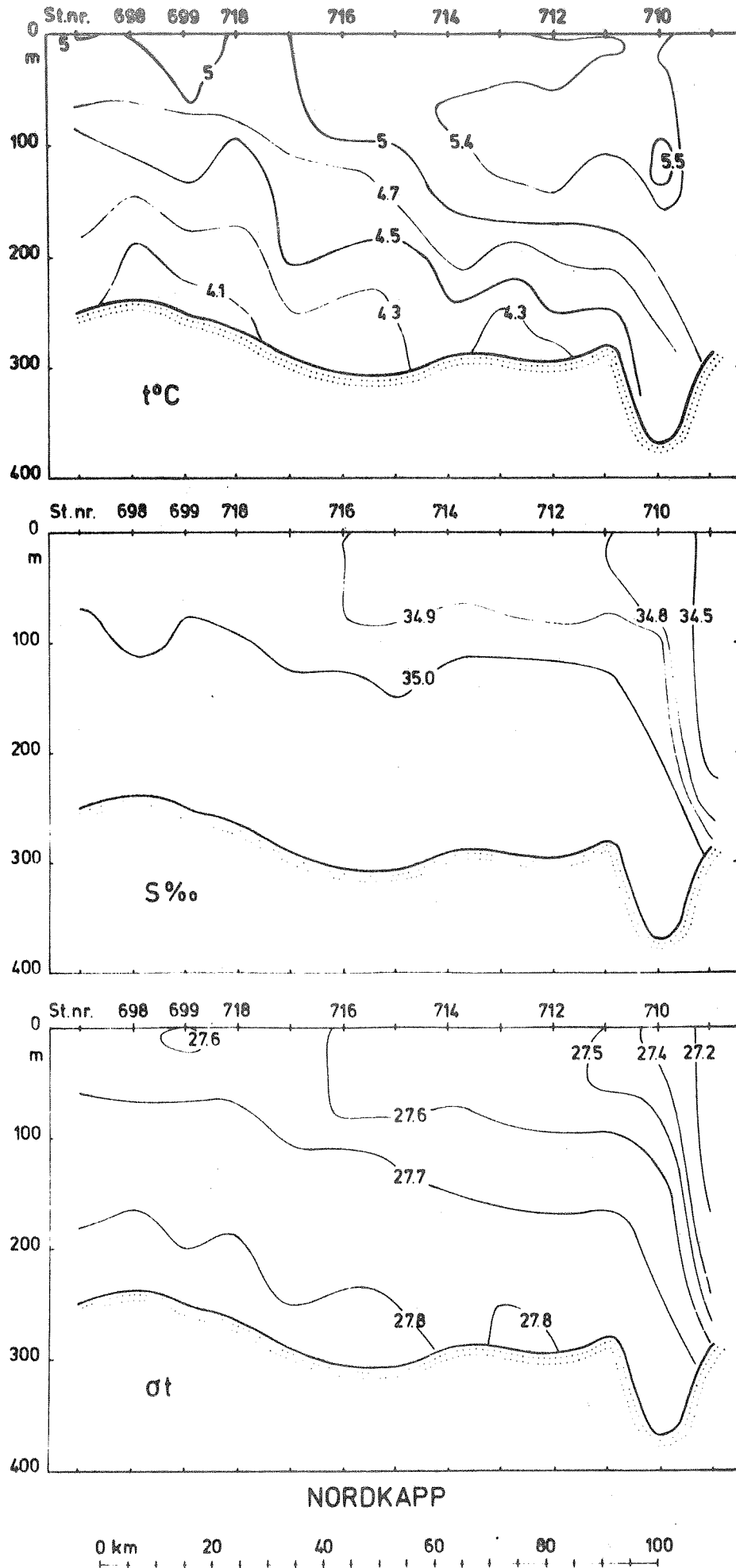
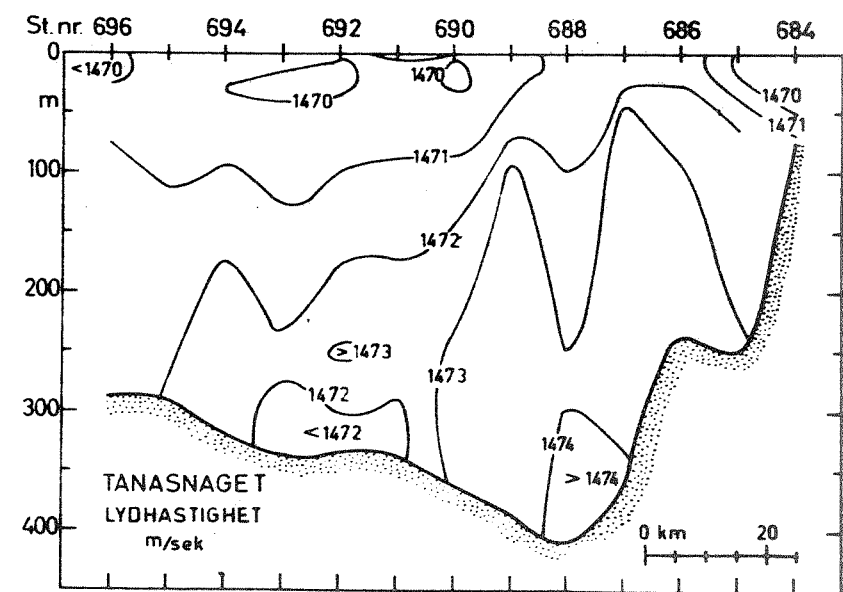
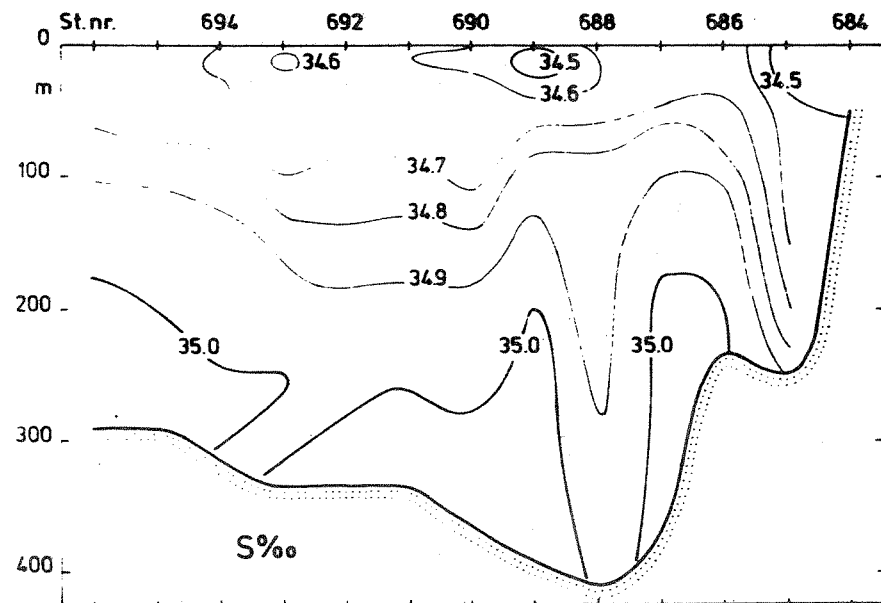
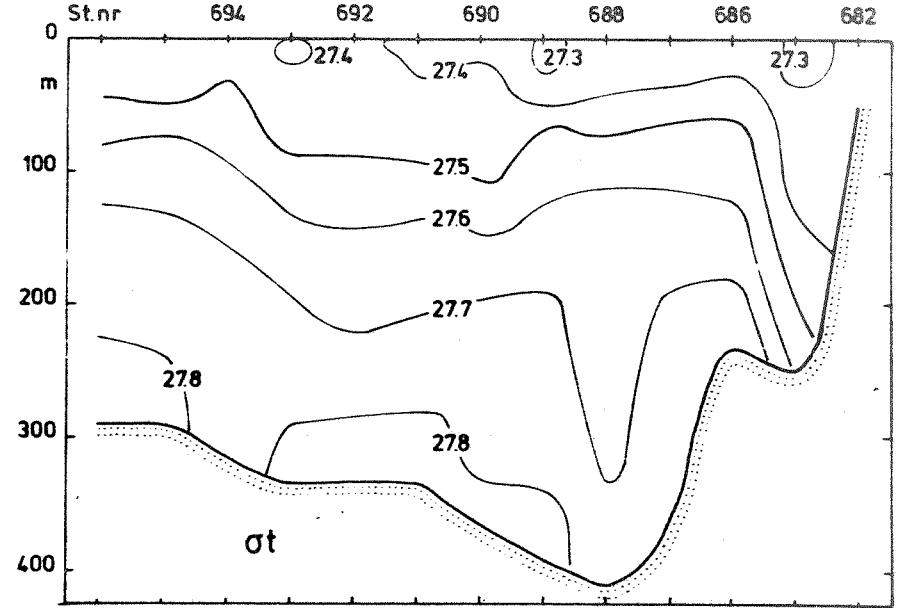
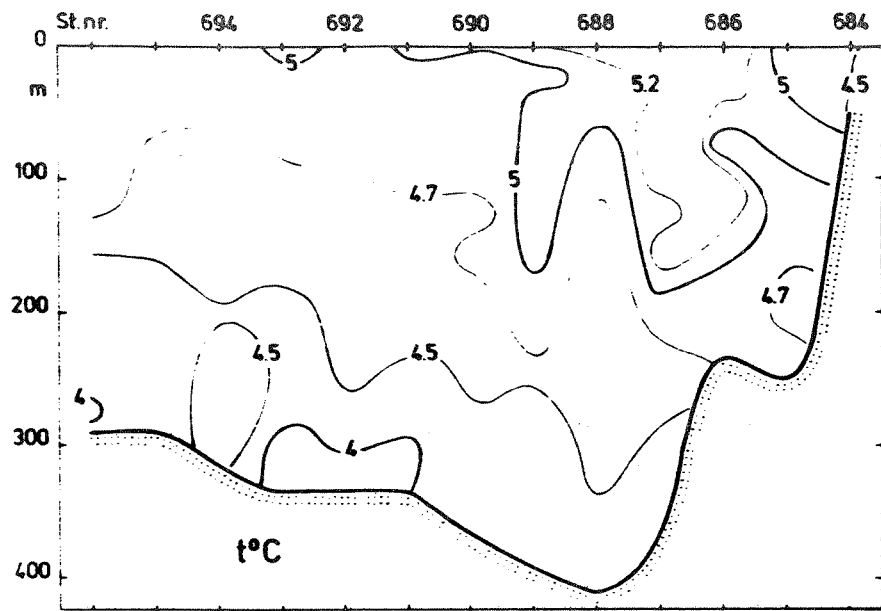


Fig. 18. Snitt Nordkapp. Fra Kyststrømprosjektet 1975, temperatur, saltholdighet,  $\sigma_t$ .



TANASNAGET



Fig. 19. Snitt Tanasnaget. Fra Kyststrømprosjektet 1975, temperatur, saltholdighet,  $\sigma_t$ .

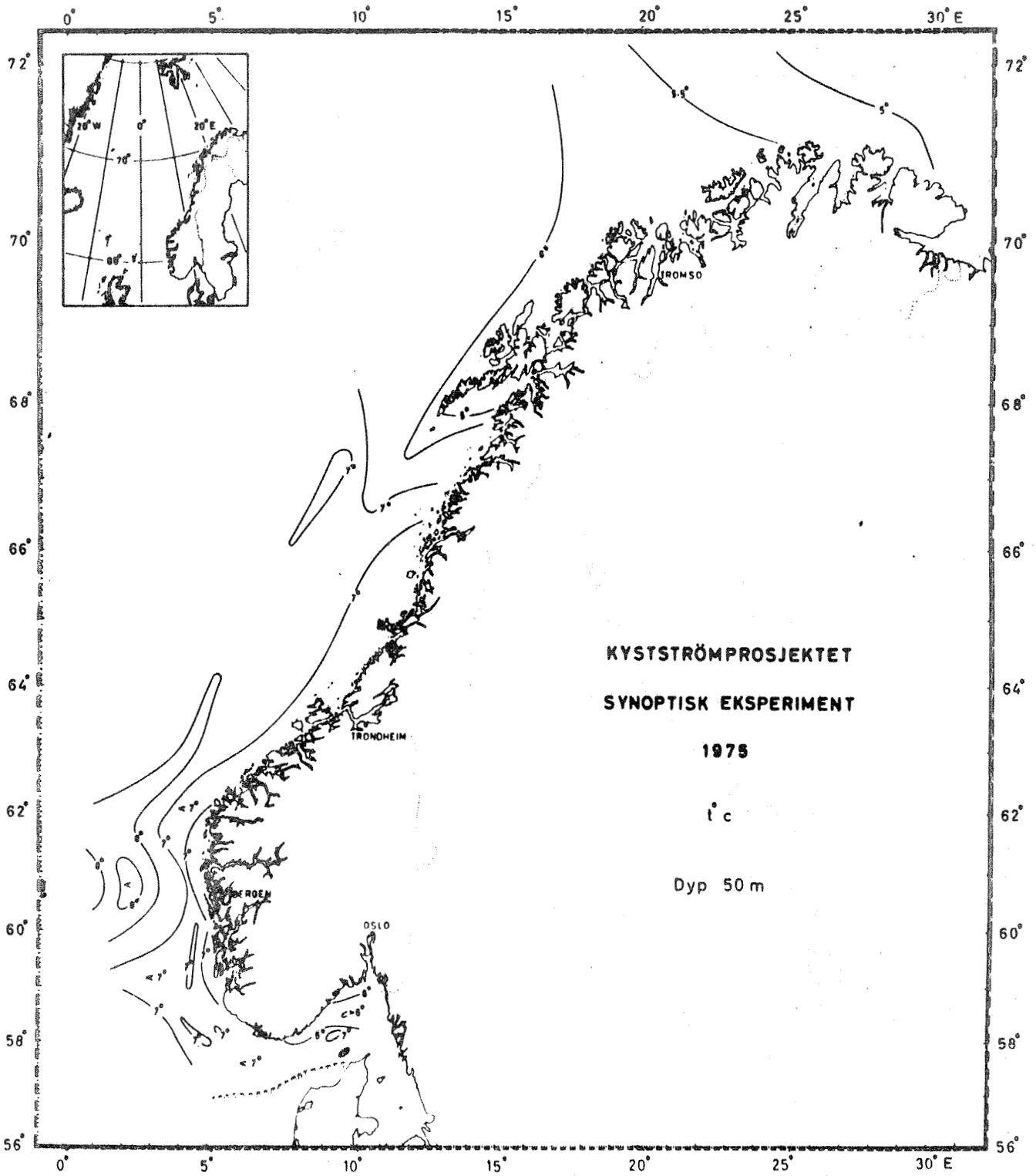


Fig. 20 a. Isothermer 50 m dyp. Fra Kyststrømprosjektet 1975.

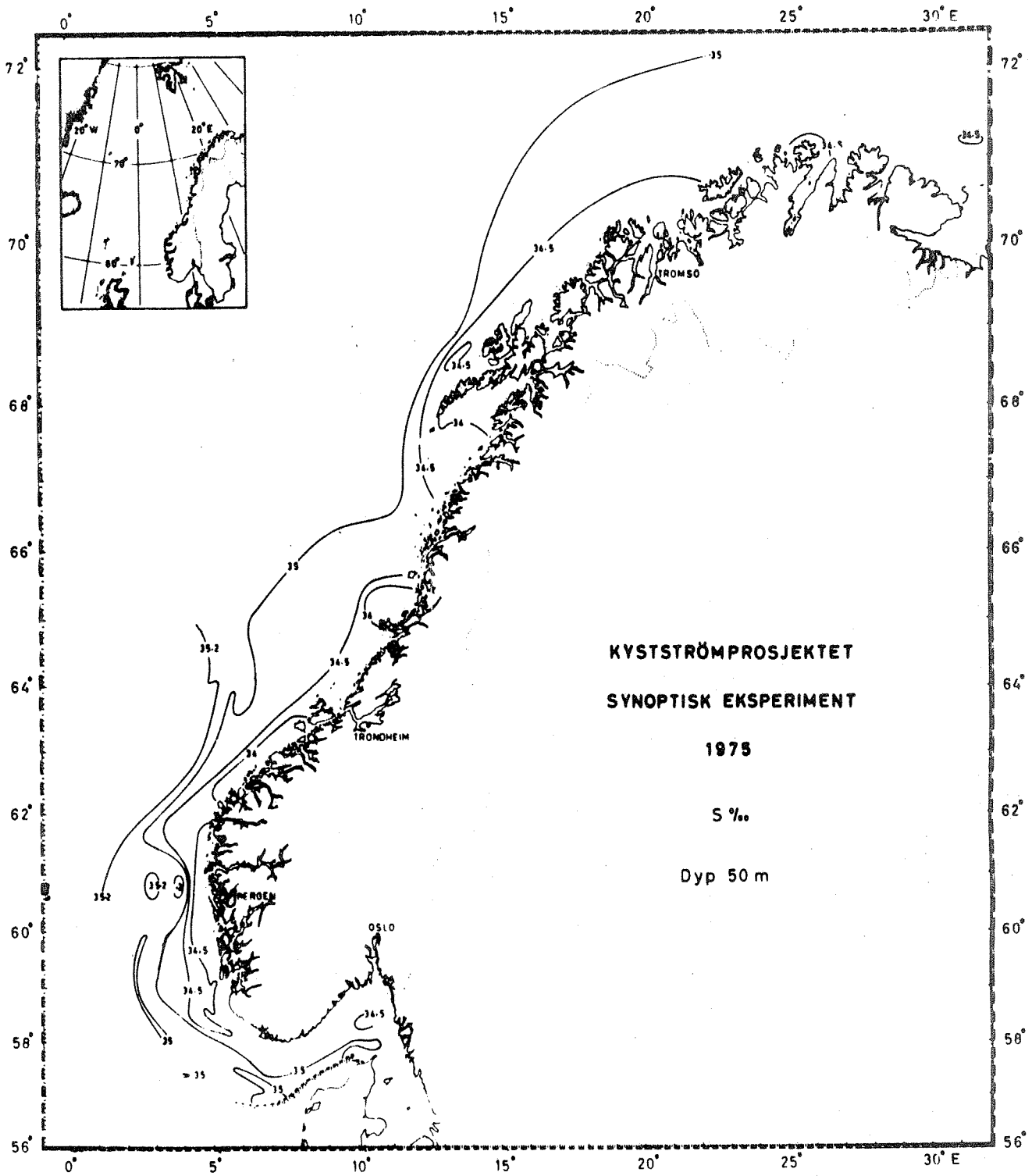


Fig. 20 b. Isohaliner 50 m dyp. Fra Kyststrømprosjektet 1975.

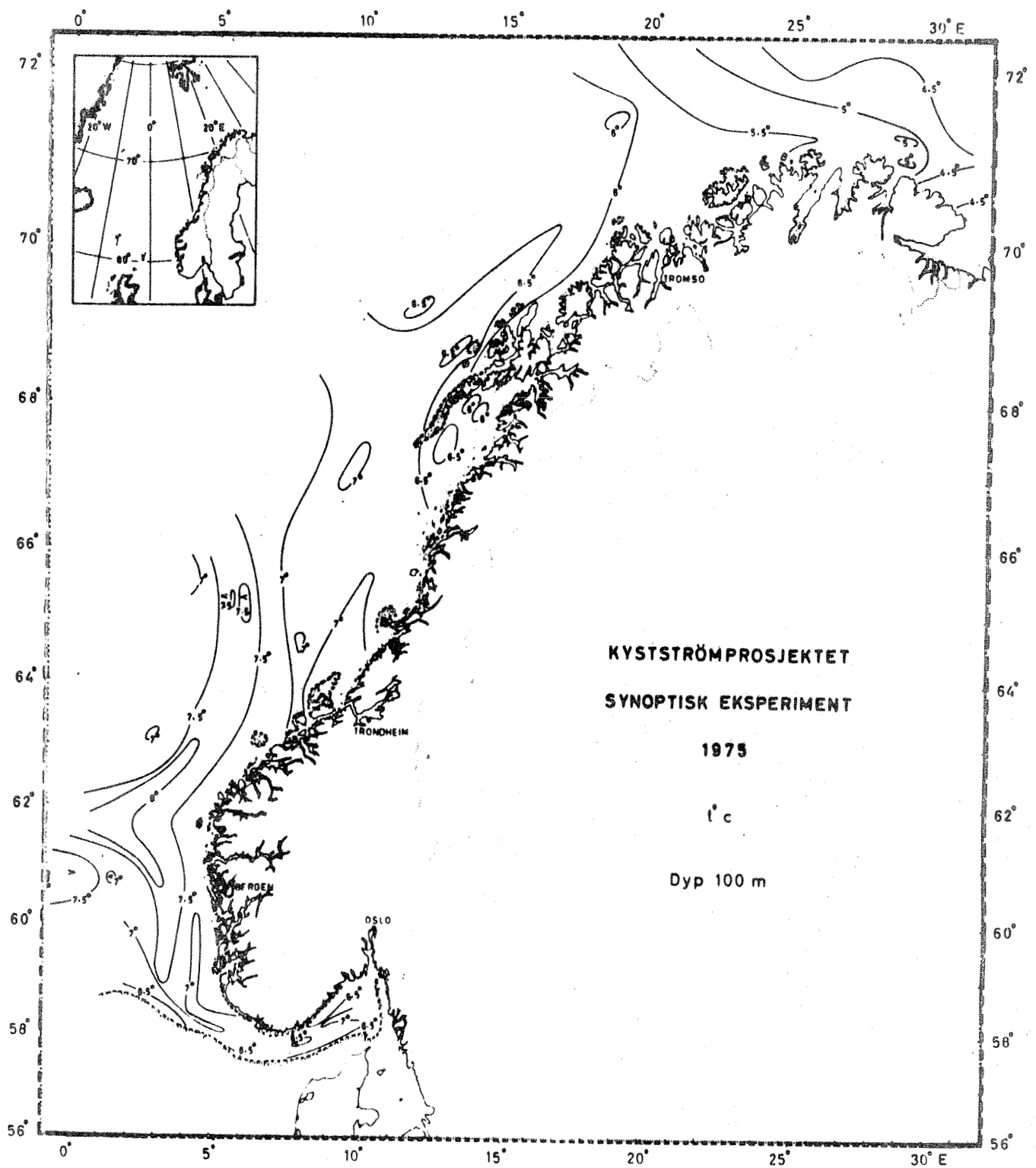


Fig. 21 a. Isothermer 100 m dyp. Fra Kyststrømprosjektet 1975.

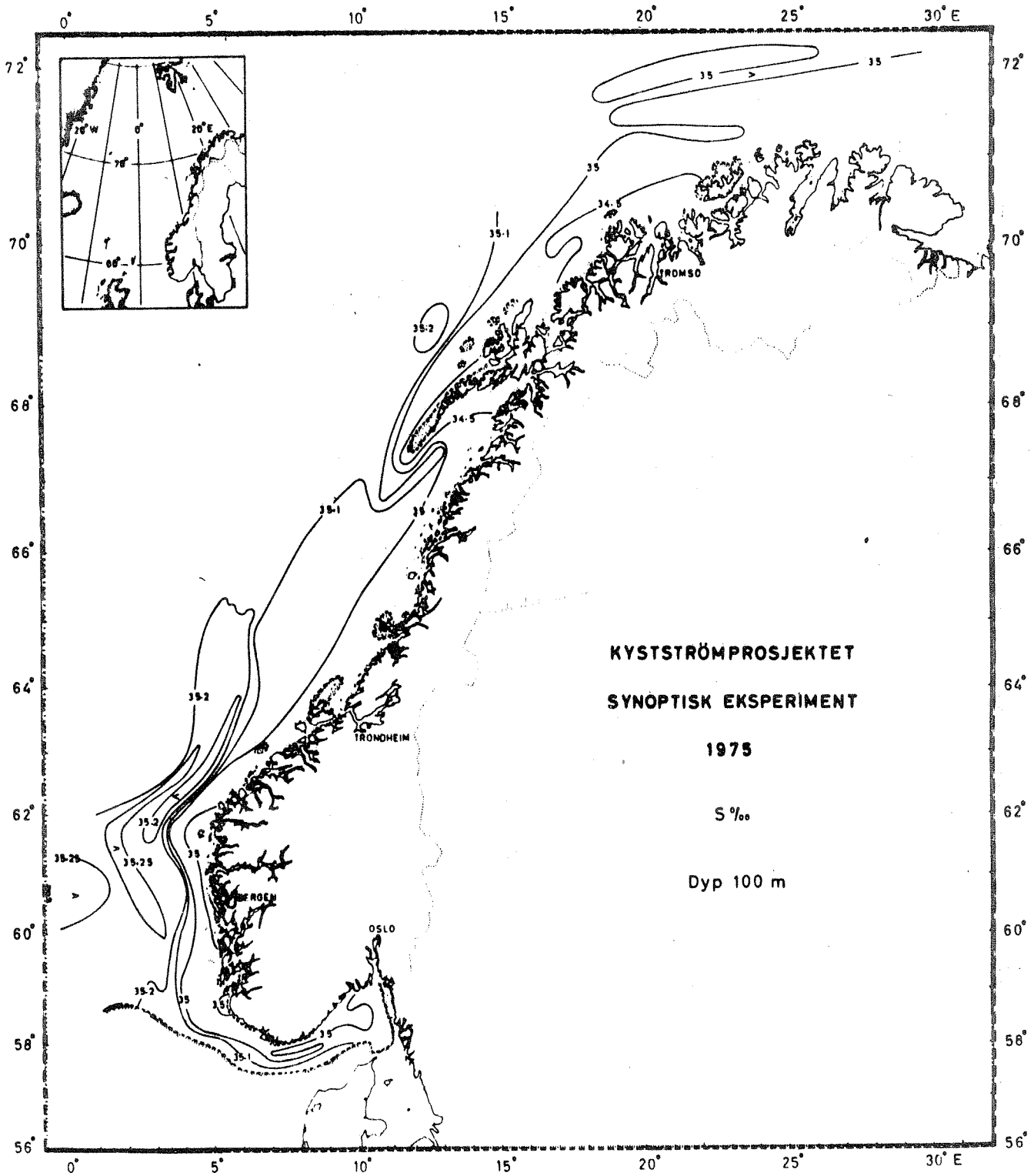


Fig. 21 b. Isohaliner 100 m dyp. Fra Kyststrømprosjektet 1975.



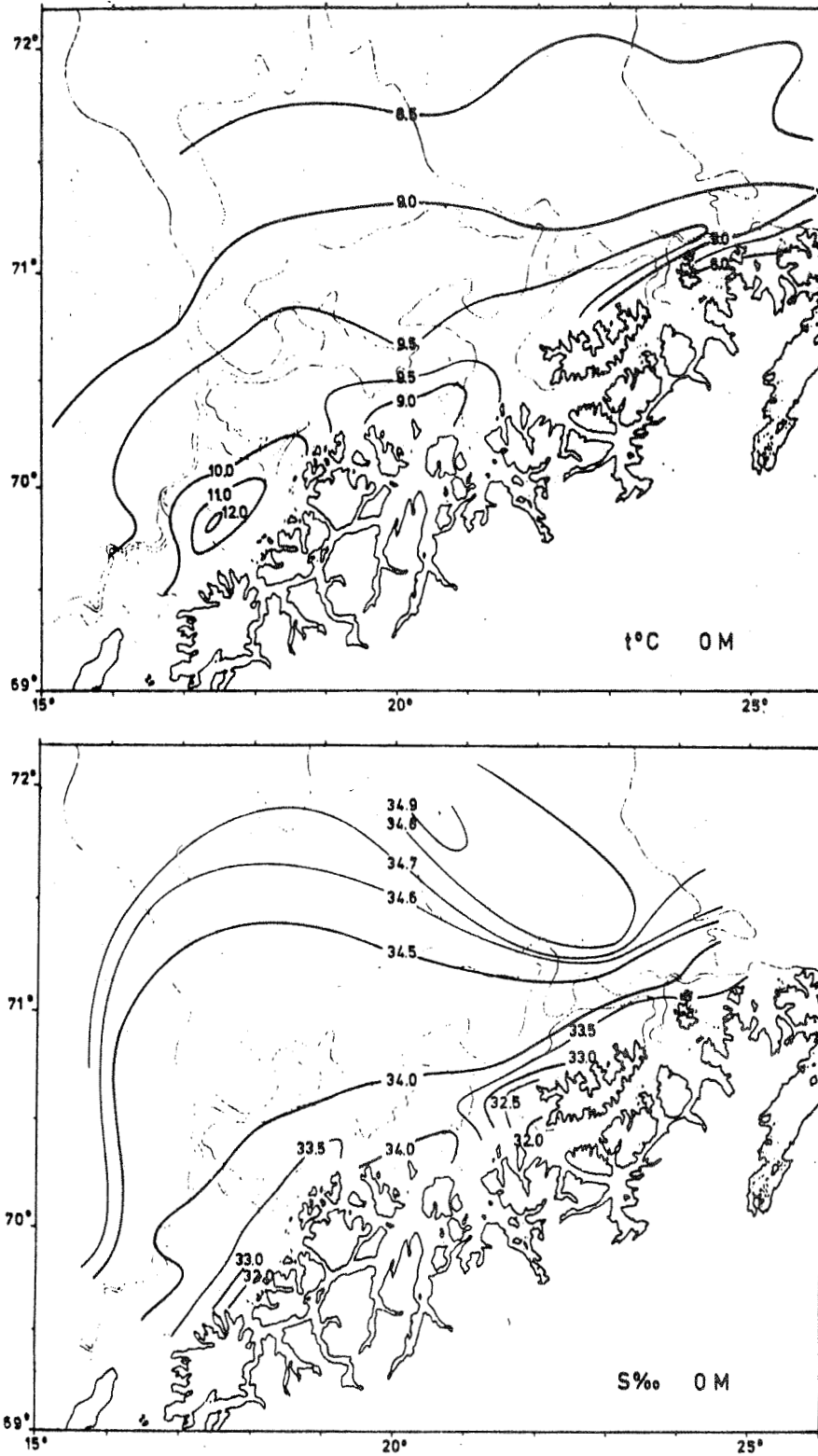


Fig. 22. Isotermer og isohaliner fra base-line undersøkelsene juli/august-1975. 0 m dyp.

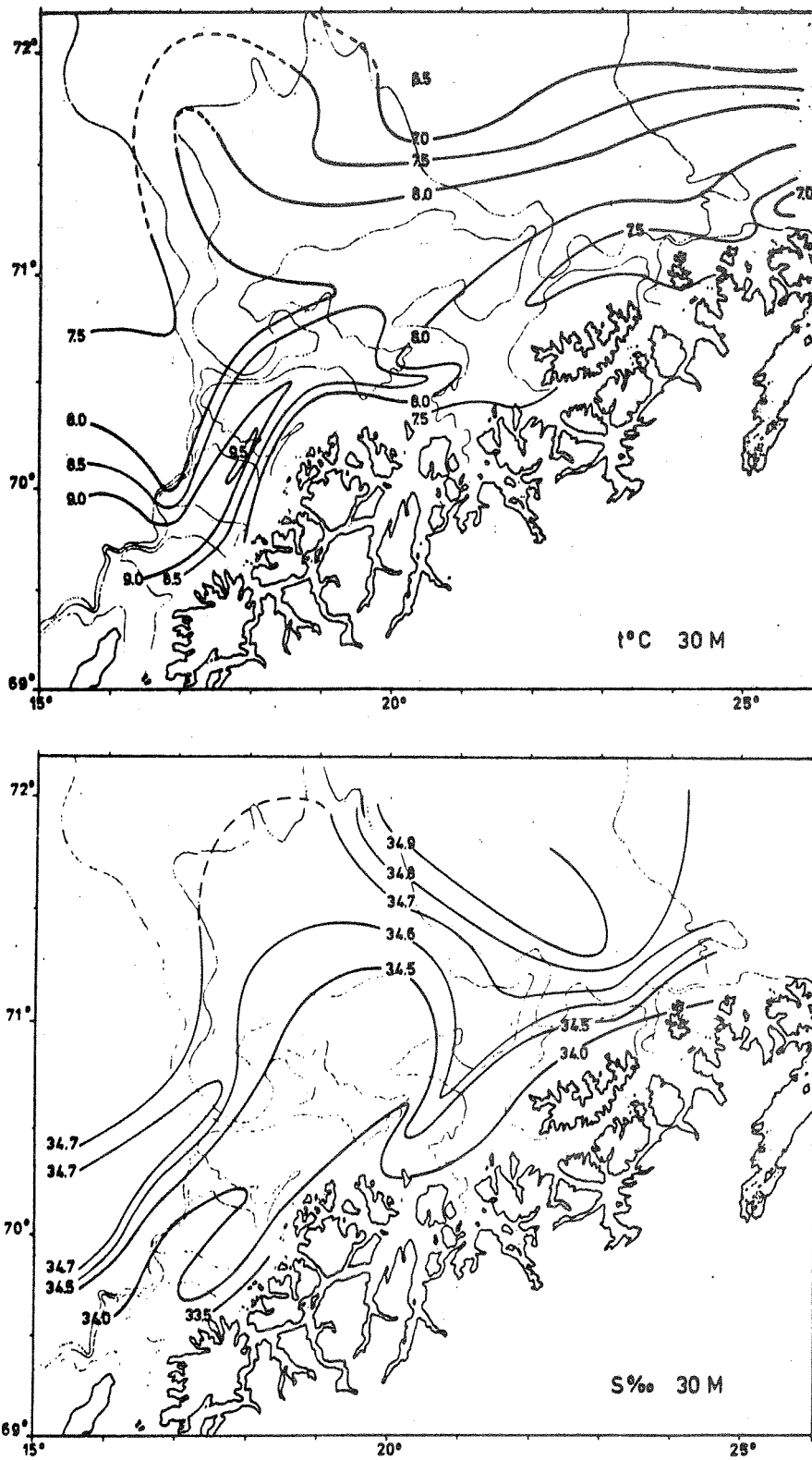


Fig. 23. Isotermer og isohaliner fra base-line undersøkelsene juli/august -1975. 30 m dyp.

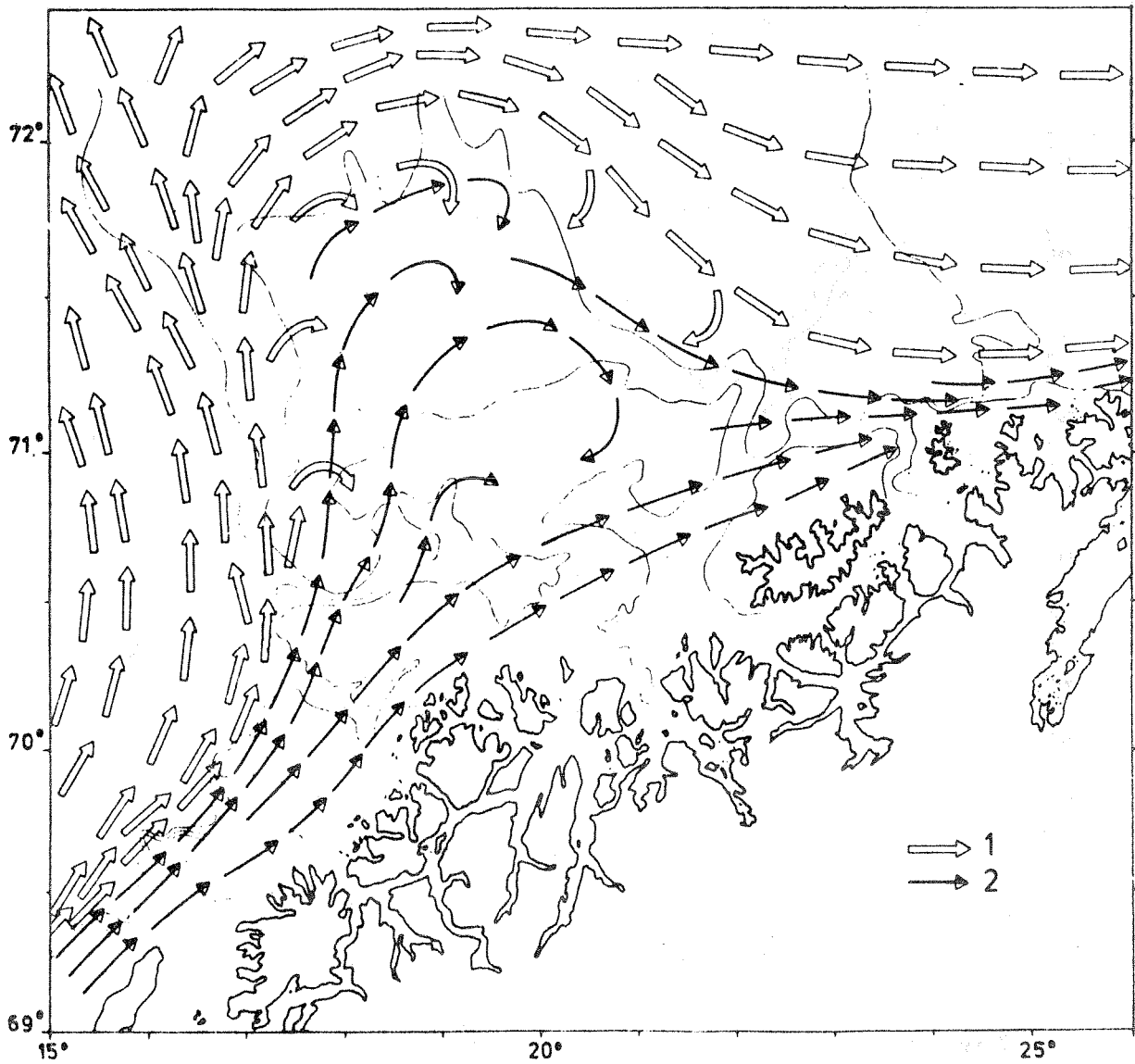


Fig. 24. Reststrøm i overflatelagene for kyststrekningen Vesterålen-Nordkapp.

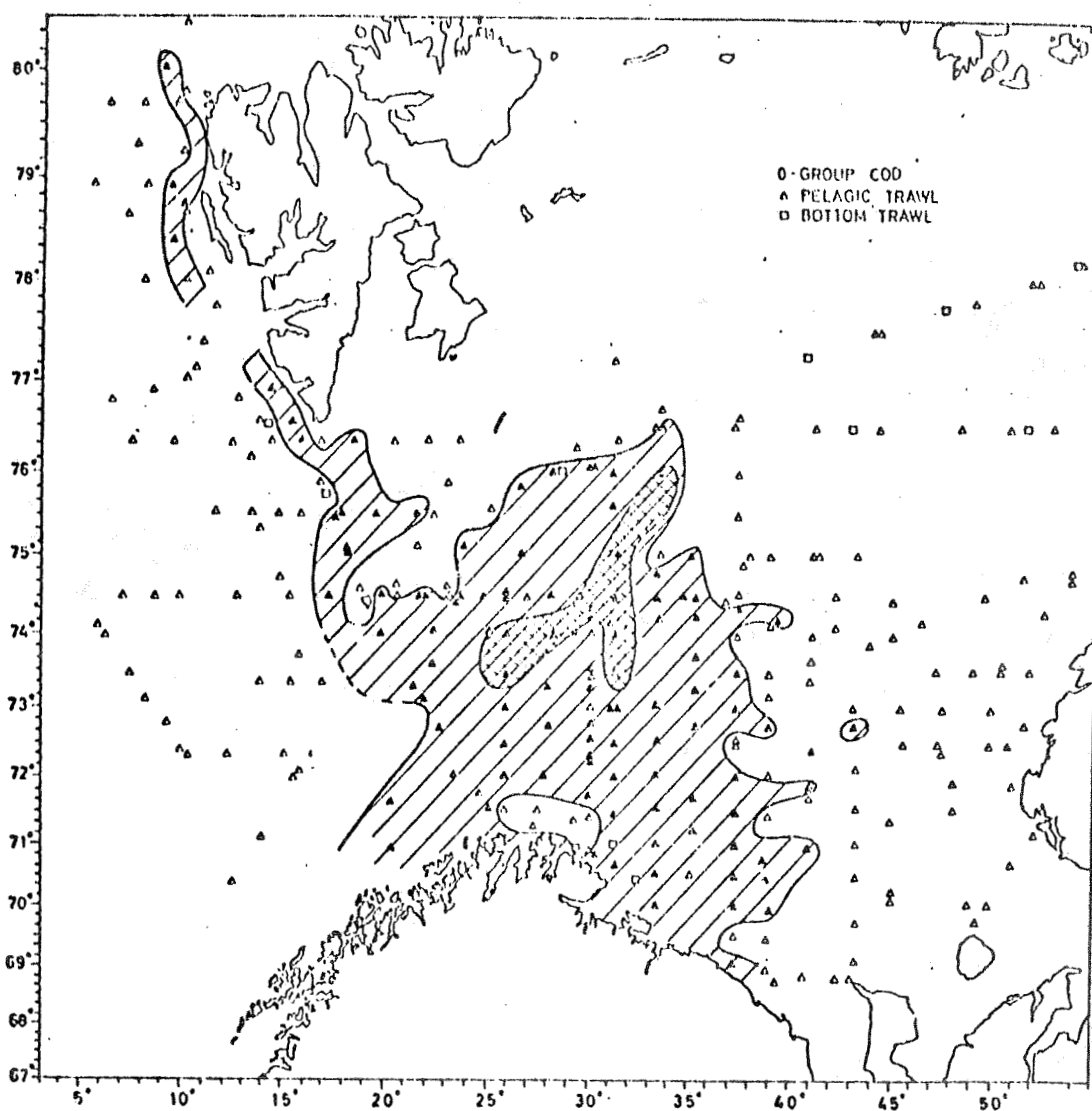


Fig. 25. Fordeling av 0-gruppe torsk. Internasjonalt 0-gruppe tokt i Barentshavet 1971.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over artikler som finnes i tidligere nr.

- 1975 Nr. 1 Oscar Ingebrigtsen: Erfaringer med pukkellaks (Oncorhynchus gorbuscha) under klekking og i settefiskstadiet.
- 1975 Nr. 2 Per T. Hognestad og Per Øynes: Marine ressurser i Karmøyregionen.
- 1975 Nr. 3 Dag Møller og Øyvind Bjerck: Sammenlignende vekstforsøk hos laksefisk. Fisk utsatt 1973 og 1974.
- 1975 Nr. 4 Roald Sætre: Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i vest-norge.
- 1975 Nr. 5 Lars Midttun: Observasjonsserier av overflate-temperatur og saltholdighet i norske kystfarvann 1936-1970. Observation series on surface temperature and salinity in Norwegian coastal waters 1936-1970.
- 1975 Nr. 6 Gary B. Smith: Oljeklumper i farvannene utenfor Norge