

Fiskeridirektoratet
Forskningssenteret

FISKERIDIREKTORATETS
HAVFORSKNINGSINSTITUTT

TOKTRAPPORT

Bare til internt bruk

FARTØY : F/F "Michael Sars"
AVGANG : Bergen, 23. februar 1982
ANKOMST : Bergen, 7. mars 1982
OMRÅDE : Møre
FORMÅL : Akustisk mengdeestimering og biologisk prøve-
taking av gytebestanden av norsk vårgytende
sild.
PERSONELL : A. Aglen (til 27.2), O. Alvheim, O. Hagstrøm,
B. Kvinge, A. Nødtvedt, A. Romslo, I. Røttingen.

AKUSTISKE UNDERSØKELSER

INNLEDNING

Resultatene fra et omfattende merkeforsøk har i de siste år dannet basis for tilrådninger angående eventuelt fiske på norsk vårgytende sild. Imidlertid, det har lenge vært drøftet om en ikke kunne bruke resultater fra akustiske undersøkelser som grunnlag for disse anbefalingene, slik man gjør for andre fiskearter, f.eks. lodde. Men fordelingen av sild i gytetida har ikke vært særlig gunstig for akustiske undersøkelser. Det

har vært spredte forekomster langs deler av kystlinjen, ofte i små tette stimer, på grunt vann o.s.v. Men den viktigste årsaken til at den akustiske metodikk ikke har vært anvendt, er at en ikke har hatt tilstrekkelig kjennskap til tetthetskoeffisienten (C-verdien) for voksen sild.

Det ble imidlertid bestemt at en våren 1982 skulle starte opp med akustisk mengdemåling av gytebestanden (eller deler av denne) av norsk vårgytende sild. Årsaken var bl.a. at en våren 1981 oppdaget området (ved Breisundet) hvor det var nattregistreringer av sild som sto brukbart til for integrering. Videre er det i det siste blitt utført en del akustiske måleeksperimenter av sild som har hatt til hensikt å finne fram til pålitelige omregningsfaktorer fra integratorverdier til fisketetthet. Det ble videre planlagt å utføre et slikt eksperiment på dette toktet, nemlig sammenligning av integratorverdier og fangstmengde av sild i snurpenotkast.

METODER

Undersøkelsen ble utført med ekkolodd og integrator. Opplysninger om det akustiske utstyret er gitt i Tabell 1. Registreringen ble identifisert ved pelagisk trål. Fig. 1A-G viser kurslinjer, hydrografi-, plankton- og trålstasjoner. Det var bare om natten en hadde brukbare forhold for integrering, om dagen sto silda helt nede ved bunn og var vanskelig eller umulig å registrere.

Tettheten av sild er funnet ved å anvende formelen:

$$\rho = C \cdot M$$

hvor ρ = antall fisk pr. arealenhet

C = tetthetskoeffisient

M = integratorverdi

Integratorverdi: De viktigste områdene ble undersøkt flere ganger. Utbredelsesarealene ble funnet ved planimeter.

Fig. 2 angir områdene utenfor Sunnmøre hvor det ble registrert sild. I tillegg ble det også registrert sild på Buagrunnen. En hadde integratorutskrifter for hver nautisk mil (noen ganger også for hver kabellengde). Total integratorverdi for hvert område ble funnet ved å beregne gjennomsnitt av alle integratorverdier en hadde innenfor hvert område. I de områdene som er undersøkt flere ganger er det undersøkelser som har gitt høyest integratorverdi som er benyttet i bestandsberegningene.

C-verdi: I denne rapporten er det utarbeidet bestandsestimater hvor en har anvendt 4 forskjellige C-verdier. Disse C-verdiene har framkommet ved ulike metodikk.

1) C-verdi beregnet på grunnlag av jamføring av integratorverdi og fangst av sild i snurpenotkast.

Denne C-verdi ble funnet på grunnlag av data fra et eksperiment som ble utført på toktet. Hensikten med å utføre et slikt eksperiment var å få et mål for tetthet som var helt uavhengig av data fra de akustiske instrumentene. Ved å kjenne dimensjonene på nota (og derved vannvolumet som ble innesluttet av nota under kasting), og størrelsen på fangsten, vil en kunne beregne fiske-tettheten på det stedet hvor kastet ble utført. Dersom en også hadde integratorverdier fra det samme området, ville integratorverdier og fisketetthet kunne jamføres. For å unngå skyggeeffekter o.l. i forbindelse med den akustiske registrering burde kastet utføres på en oppløst forekomst, ikke på en tett stim.

Det ble funnet brukbare forekomster natten mellom 2. og 3. mars i posisjon $N62^{\circ}30.8'$, $E 5^{\circ}36'$. Fig. 3 viser hvordan eksperimentet ble utført. Etter at en hadde funnet en brukbar registrering ble snurpefartøyet "Roaldsen Senior" (RS) liggende i ro. "Michael Sars" (MS) integrerte så registreringen (utskrift for hver 0.1 n.mil), kurslinjen ble lagt 0.12 n.mil til side for akterenden på snurperen. Fig. 4 viser registreringen

på ekkogrampapiret til "Michael Sars". Etter at "Michael Sars" hadde passert gikk snurperen slik den stiplede linjen på Fig.3 viser. Ved A kastet en bøyen og nota gikk i sjøen. Den heltrukne linjen viser overkretsen av nota etter kastet. Lengden på nota var 260 favner eller 0.26 n.mil og det gir en flate på 0.00508 n.mil². Nota var 45 favner dyp, omtrent det samme som bunndypet hvor kastet gikk. En regner ikke med at det stakk sild under nota. Radarobservasjoner og dybdeangivelser fra ekkoloddet til snurpefartøyet under kasting viste at notkastet ble begynt i kabellengde 897.9, og at også deler av kabellengde 898.0 ble innsluttet i kastet (Fig. 3).

Fangsten fra snurpenotkastet ble levert og mengden bestemt til 815 hl. Det ble imidlertid observert at det gikk noe sild over flåen før pumpingen. Mengde sild innenfor notas omkrets ved setting ble satt til 900 hl, d.v.s. 83.7 tonn. Tabell 2 viser integratorverdier for loggnr. 897.9 og 898.0. Det er også tatt med verdier som er korrigert for TVF-avvik. TVF-avvik er beregnet på grunnlag av TVF-kurven som er vist i Figur 5.

Omregningsfaktoren C beregnes slik:

$$C = \frac{\text{Fangst} \cdot \text{Fangsteffektivitet}}{\text{Notas flateinnhold} \cdot \text{Integratorutslag}}$$

$$C = 0.2738 \text{ tonn/integratorenhet/nautisk mil}^2$$

(Fangsteffektivitet på nota er satt lik 1)

$$\text{En har: } MS = 10 \log C_i - 10 \log C$$

C_i beregnes ut fra formelen:

$$10 \log C_i = - [(SR+VR) - (20 \log R + 2\alpha R) + 10 \log^C \tau / 2 + \log \psi + A - V_0]$$

Innsatt verdiene i Tabell 1 gir dette

$$10 \log C_i = - 43.2$$

$$\text{og } TS = - 43.2 - 10 \log 0.2738$$

$$\text{): } TS = - 37.6 \text{ dB/kg}$$

Silda i notkastet hadde en middellengde på 34.6 cm, og C-verdien vil være proporsjonal med lengden på silda

$$C = k \cdot L$$

$$k = 0.2738/34.6 = 0.0079$$

derfor $C_{\text{sild}} = 0.0079 L$ (L = lengden på silda i cm).

2) C-verdi anbefalt av "ICES Planning Group on ICES-coordinated herring and sprat surveys".

Denne plangruppen anbefalte på et møte i mars 1982 at en lengde-avhengig C-verdi skulle brukes. De har, på grunnlag av data fra Nakken and Olsen (1977), Beltestad (1974) og Edwards and Armstrong (1981), utarbeidet en referansetabell. Den bygger i utgangspunkt på verdien $MS = -34.2$ dB pr. kg for 23 cm sild og på antagelsen at målstyrken er proporsjonal med kvadratet av fiskelengden. Av nevnte referansetabell er følgende formel for målstyrke av sild utredet:

$$MS_{\text{ind.}} = 20.3 \log L - 71.6 \text{ dB}$$

Og ved omregning til dB pr. kg sild har en brukt:

$$MS_{\text{kg}} = MS_{\text{ind.}} + 10 \log \frac{1000}{\bar{w}} \text{ dB}$$

hvor \bar{w} er gjennomsnittsvekt av silda i gram.

3) C-verdi fra Iversen et al. 1981.

Ved brislingundersøkelsene i Nordsjøen har Iversen et al. (1981) brukt følgende relasjon:

$$MS_{\text{kg}} = 10 \log L - 25 \text{ dB}$$

Denne relasjonen mellom målstyrke pr. kg og fiskelengde er i god overensstemmelse med resultater fra burkalibrering av fritt-svømmende sild som er presentert av Aglen et al. (1981).

Der ble $MS_{ind.}$ for sild med gjennomsnittslengde 23.7 cm funnet å være -38.3 dB.

4) C-verdi som anvendes ved loddeundersøkelser.

Ved loddeundersøkelsene brukes følgende C-verdi, beregnet etter "G.O. Sars" instrumentkonstanter:

$$C = 8.1 \cdot 10^6 \cdot l^{-1.91} \quad (\text{Dommasnes og Røttingen 1976})$$

Faktoren som angir lengdeavhengighet (-1.91) er en samlefaktor for målinger på mange Clupeiformes, deriblandt sild (Dalen et al. 1976).

En interkalibrering mellom "G.O. Sars" og "Michael Sars" i 1981 ga følgende resultat:

$$M_{G.O.Sars} = 0.19 M_{Michael Sars}$$

hvor $M_{G.O. Sars}$ og $M_{Michael Sars}$ er integratorverdier fra "G.O. Sars" og "Michael Sars" henholdsvis. Dette gir følgende C-verdi for "Michael Sars":

$$C = 1.46 \cdot 10^6 \cdot l^{-1.91}$$

RESULTATER

Beregninger av biomasse

De 4 C-verdiene er anvendt i bestandsberegningene. I Tabell 3 er samtlige registreringer i samtlige døgn oppført. I Tabell 4 er registreringen fra de døgn som ga høyest integratorverdier oppført, og de er også gruppert etter sørlig og nordlige gytekomponent. Utbredelsesområdene for silda i den sørlige gytekomponenten er ikke overlappende og har også forskjellige middel-lengder.

De fire C-verdiene gir biomasser som varierer fra 100 000 tonn til 330 000 tonn. Bestandsstørrelsen på den sørlige komponent har i de senere år blitt forlagt på grunnlag av merkeforsøk og ble våren 1982 anslått til 190 000 tonn. Bestandsestimatet hvor en har brukt C-verdi fra snurpeforsøket ligger nærmest dette. I Tabell 5 er estimat pr. årsklasse fra merkeforsøket våren 1982 og akustikkestimatet fra våren 1982 gitt.

KOMMENTAR

Det er en relativt god overensstemmelse mellom bestandsestimatet funnet på grunnlag av merkeforsøk og bestandsestimatet hvor en har brukt C-verdien fra snurpenotforsøket. Men det er en del usikkerhetsmomenter som knytter seg til dette estimatet.

En har regnet med en fangsteffektivitet på 1. Det kan imidlertid ha gått noe sild under nota før en begynte å snurpe opp, nota var omtrent like dyp som bunndypet, og det sto sild helt ned mot bunn (Fig. 4). Videre gikk det noe sild over flåen. En har imidlertid oppjustert fangsten med 10% for å kompensere for dette.

Natten hvor en hadde de beste registreringene i Goksøyrvika sto det en del sild helt ovenfor svingerdypet. Det ble samtidig registrert svært tette forekomster på 10-15 m, med integratorverdier på flere hundre tusen. Det er mulig at en enkelte ganger kan ha hatt en så sterk reflektert signal at en kunne få metning i forsterkeren. Det akustiske estimatet derfra er et underestimat. Skulle en dømme etter registreringene ser dette ikke ut til å være et problem i de andre områdene.

Det er mulig at en ikke har dekket hele gyteområdet for den sørlige bestandskomponenten. Men skal en dømme etter erfaringene fra prøvefisket på gytefeltene som en har hatt siden 1977, og fra andre observasjoner, så antar en at hovedfeltene for gyting er dekket.

Estimatene på den nordlige komponenten på buagrunden (Tabell 3) er klare underestimat. Det skyldes at silda ennå ikke samlet seg i det området.

Men undersøkelene ble utført over et relativt kort tidsrom, og det kan hende at ikke all gytesild var tilstede på det tidspunktet undersøkelene pågikk, det kan ha vært sild på vei til gytefeltene og som en ikke har fått registrert.

En har under denne undersøkelsen operert med flere delområder, det var ikke mulig å dekke hele utbredelsesområdet på en natt. Der kan ha vært en viss overlapping, sild som den ene natten ble registrert i et delområde kan ha seget over i et annet til neste natt og blitt registrert der. I så fall vil estimatet være et overestimat.

Videre bygger C-verdien bare på ett snurpenotkast. Det ville ha vært ønskelig med flere kast og under flere forskjellige tettheter.

BIOLOGISK PRØVETAKING

Fig. 6 viser lengde- og aldersfordelingen av sildeprøvene som ble tatt på toktet. Prøver fra snurpefartøyet "Roaldsen senior" ble også opparbeidet ombord i "Michael Sars", og de er vist på Fig. 7.

Prøven fra Grasøyane (Fig. 6A) var stort sett utgytt sild oppblandet med en del umoden sild av 1978 og 1979 årsklassene. Aldersfordelingen ligner ellers på den en har i den sørlige bestandskomponent, men 1975-årsklassen er noe sterkere representert enn hva den har vært i tidligere år. I Goksøyrvika (Fig. 6B) var det i gjennomsnitt noe større sild, men også her var 1976-årsklassen den sterkeste. I denne prøven var det flere sild som ikke hadde gytt. Prøven fra Kvalsvika (Fig. 6C) var kraftig oppblandet med umoden sild av 1979-årsklassen. Dette var en relativ sterk årsklasse på O-gruppe stadiet. Prøvene fra Buagrunden (Fig. 6D og 6E) har karakter av nordlig bestandskomponent, d.v.s. mye av 74 og 73-årsklassene samt i underkant av 10% av 69-årsklassen. Men det går fram at

det også her er betydelig innslag av ung sild av 1979 og 1978-årsklassene, særlig i Fig. 6D. Det er foreløpig ikke kjent hvor stor del av 1979-årsklassen vil rekruttere til henholdsvis nordlig og sørlig bestandskomponent. I 1979 ble det meste av O-gruppen funnet på Helgeland.

Prøvene vist i Fig. 7A og 7B er tatt i Lofoten, og tilhører den nordlige bestandskomponenten. I prøven fra Øyhellesundet er det en del sild av 1978-årsklassen. Det ble også funnet en del sild av denne årsklassen i Lofoten i november 1981 på det årlige fjordtoktet. Fig. 7C viser en prøve fra Buagrunden av sild som ikke hadde gytt. Aldersfordelingen kan tyde på at den tilhører den sørlige bestandskomponenten (sterk 76-årsklasse). Det er betydelig innslag av ung sild av 1979 og 1978-årsklassene. Antagelig er denne silda på veg sør til Breisundområdet for å gyte. Resten av prøvene (Fig. 7D-F) viser lengdefordelingen av sild fra Sunnmøre og de tilhører den sørlige bestandskomponent.

HYDROGRAFI

Fig. 8 og Fig. 9 viser temperatur og saltholdighet ved bunn i undersøkelsesområdet.

Bergen, 28/4-82

Olle Hagstrøm
(sign.)

Ingolf Røttingen
(sign.)

REFERANSER

- Aglen, A., Hagstrøm, O. and Håkansson, N. 1981. Target strength measurements and C-values determinations of live Skagerrak herring and cod. ICES C.M. 1981/82 [Mimeo].
- Beltestad, A.K. 1974. Beiteadferd og vertikalvandring hos O-gruppe sild (*Clupea harengus* L.) i relasjon til lysintensitet. Thesis, Univ. Bergen.
- Dalen, J., Raknes, A. and Røttingen, I. 1976. Target strength measurements and acoustic biomass estimation of capelin and O-group fish. ICES C.M. 1976/B:37 [Mimeo].
- Dommasnes, A. and Røttingen, I. 1976. Loddeundersøkelser i Barentshavet i september-oktober 1976. *FiskenHav.*, 77(2): 47-59.
- Edwards, J.I. and Armstrong, F. 1981. Measurement of the target strength of live herring and mackerel. ICES C.M. 1981/B:26 [Mimeo].
- Iversen, S.A., Aglen, A. and Bakken, E. 1981. Stock size of sprat in the North Sea estimated from an echo integrator survey in January 1981. ICES C.M. 1981/H:42 [Mimeo].

Tabell 1. Innstillinger og kalibreringsdata for det akustiske utstyret på "Michael Sars"

Ekkoloddfrekvens: 38 kHz

Skala: 0-250

TVF/Gain: 20 logR - 20dB

Svinger: A2 keramisk 8°x8°

Skriverforsterkning: 8

Diskriminator: Ekkolodd: 2-6

- " - Nord 10 pelagisk: 14.0 volt peak
bunn : varierende

Båndbredde/pulslengde: 3 kHz/0.6 ms

A : -19.4 dB

(SL + VL) -144.8 ref. 0dB. (målt jan. 1982)

10 log ψ - 19.6 dB

20 logR + 2 α R 64.5 (α = 10.5 dB/km)

10 log^{c τ} /2 - 3.5 dB

V₀ - 1.9

SL = Kildenivå (dB//1 μ Pasc ref. 1m)

VR = Voltage Response (dB//IV pr. μ Pasc)

α = Absorpsjonskoeffisient (dB pr.km) som brukes i TVF-funksjonen

ψ = Ekvivalent "åpnings" romvinkel for svingeren (steradianen)
) : 10 log (dB//ster)

c = Lydhastighet i m/sek.

τ = Pulslengde i sek.

A = Forsterkningen i integreringssystemet

V₀ = Middelspenning (dB//1 Volt) som kreves fra kalibrert uttak for å få 1 mm utslag pr.mil fra et dybdeintervall på 1 m.

Tabell 2. Integratorutskrifter "Michael Sars"

Dybde- intervall	Middel- dyp	Loggnr.				TVF-korresjons- faktor (Fig.5)
		897.9		898.0		
		Avlest	korrigerert	Avlest	korrigerert	
25-50	37.5	53673	38108	99591	70710	0710
50-75	62.5	6938	5599	7221	5827	0807
75-maks- dyp	80.0	1	0	143	121	0848
Sum		43707		76658		
Middelv.: 897.9 og 898.0		60183				

Tabell 3. Bestandsberegninger. Møre 1982. C_1 = C-verdi fra snurpenotforsøk, C_2 = C-verdi fra Aberdeenmøte, C_3 = C-verdi fra Aglen et al. og C_4 = C-verdi fra loddeundersøkelser. B_1, B_2 o.s.v. biomasse på grunnlag av de respektive C-verdier.

OMRÅDE	DATO	AREA nm ²	MIDDEL m	tonn/nm ² · mm				Biomasse (tonn)			
				C_1	C_2	C_3	C_4	B_1	B_2	B_3	B_4
Grasøyane	24-25.2	6.1	904.6	0.2594	0.1413	0.4786	0.4461	1432	779	2641	2462
N-Breisunddj.	"-	21.6	951.1	0.2738	0.1660	0.5129	0.5678	5625	3409	10536	11665
- " -	"-	2	1529					837	508	1568	1736
- " -	"-	1	281					77	47	144	160
- " -	"-	1	2193					600	364	1125	1245
- " -	"-	1	4000					1095	664	2051	2271
- " -	"-	1	30					8	5	15	17
Sum	24-25							9674	5776	18080	19556
Grasøyane	25-26	7.9	2644.1	0.2594	0.1413	0.4786	0.4461	5419	2952	9997	9318
Goksøyrvika	"-	31.5	3978.5	0.2639	0.1549	0.4943	0.4839	33073	19410	61948	60644
Sum	25-26							38492	22362	71945	69962
Goksøyrvika	26-27	12.4	13619.1	0.2639	0.1549	0.4943	0.4839	44567	26159	83476	81720
N-Breisunddj.	"-	1	3331	0.2738	0.1660	0.5129	0.5678	912	523	1708	1891
- " -	"-	2	25987					14230	8628	26657	29511
- " -	"-	2	2076.5					1137	689	2130	2358
Sum	26-27							60846	35999	113971	115480
Goksøyrvika	1-2.3	13.6	3987.2	0.2639	0.1549	0.4943	0.4839	14309	8400	26804	26240
N-Breisunddj.	"-	6.1	484.6	0.2738	0.1660	0.5129	0.5678	809	491	1516	1678
Sum	1-2.3							15118	8891	28320	27918
V-Runde-	3-4	26.2	5176.7	0.2356	0.1413	0.4395	0.4323	31954	19158	59615	58633
Kvalvika	2-3	7.8	40719.3	0.2738	0.1660	0.5129	0.5678	86962	52723	162902	180339
N-Breisunddj.								118916	71881	225117	238972
Sum											
Buagrunnen	4-5	76.9	722	0.2672	0.1706	0.5328	0.5512	14835	9472	29582	30604
Buagrunnen	5-6	110.1	865	0.2889	0.1706	0.5328	0.5512	27514	16247	50742	52494
- " -	"-	3	258	0.2889	0.1706	0.5328	0.5512	229	132	412	427

Tabell 4. Gytebestand av sild (tonn) mars 1982.

	Dato	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Grasøyane	25-26/2	5.419	2.952	9.997	9.318
Goksøyrvika	26-27	44.567	26.159	83.476	81.720
N-Breisunddj.	2-3/3	86.962	52.723	162.902	180.339
V-Runde- Kvalsvika	3-4	31.954	19.158	59.615	58.633
<hr/>					
Sørlig gytekomponent					
Sunnmøre		168.902	100.992	315.990	330.010
Nordlig gytekomponent					
Buagrunnen		27.735	16.379	51.154	52.494

Tabell 5. Registrert mengde sild av sørlig bestandskomponent, Sunnmøre våren 1982. Årsklassen 1979 og eldre, beregnet ved merkeforsøk og akustisk metodikk.

	Årsklasse (N x 10 ⁻⁶)									Sum	Tonn (x 10 ⁻³)
	1979	-78	-77	-76	-75	-74	-73	-72	-69		
Grasøyane	5	2	4	5	3	3	1			23	5
Goksøyrvika	20	29	40	47	14	10	5			165	45
N-Breisunddj.		24	74	85	24	42	25	1	5	280	87
V-Rundø	102	25	15	18		2	3			165	32
Sum akustikk	127	80	133	155	41	57	34	1	5	633	169
Merkeforsøk	133	107	117	175	45	77	42	1	3	700	190

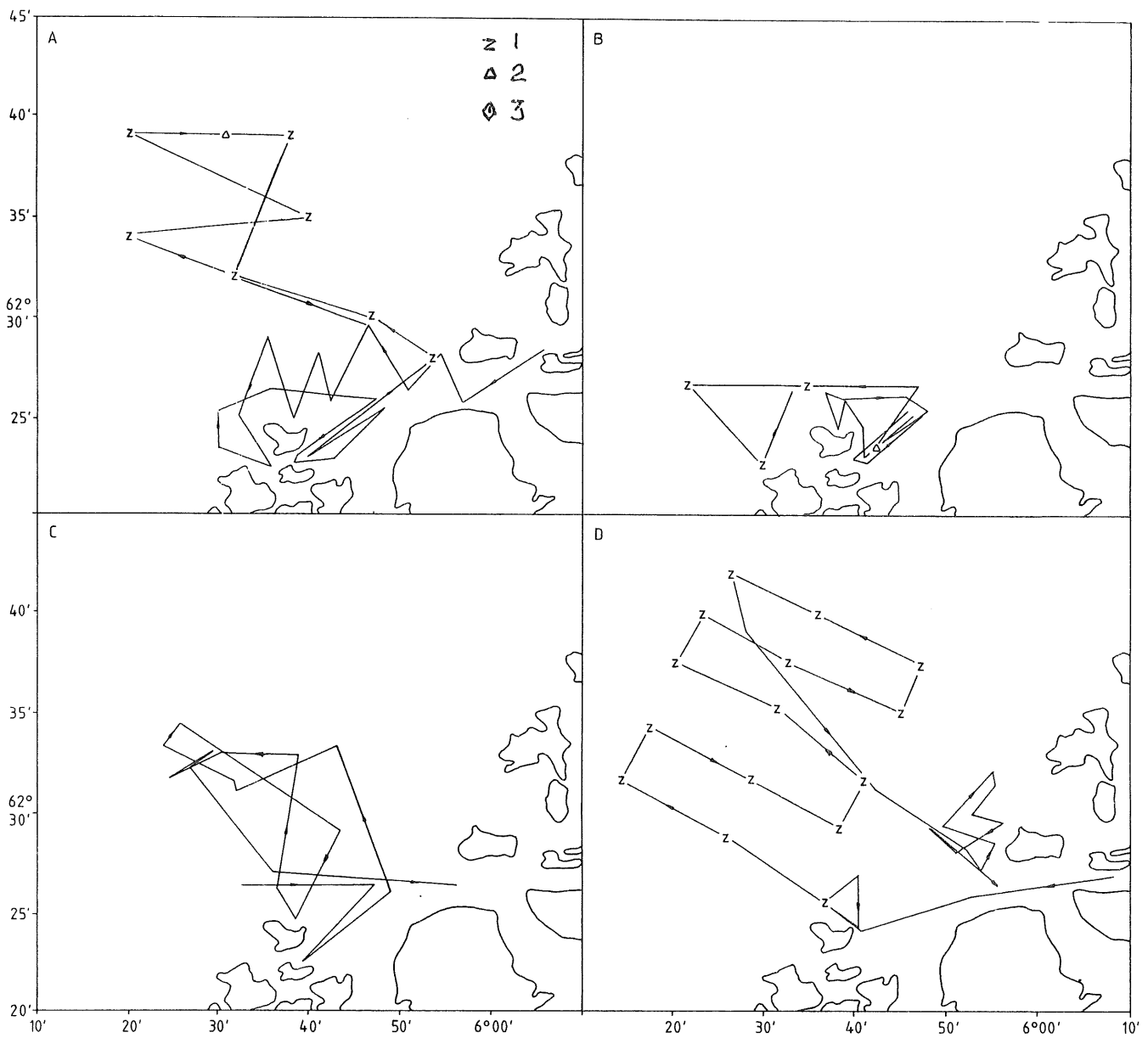


Fig. 1. Kurslinjer "Michael Sars" februar-mars 1982.
 1 = pelagisk trål, 2 = hydrografisk stasjon,
 3 = plankton stasjon.

- A. 24.2. - 25.2.
- B. 25.2. - 26.2.
- C. 26.2. - 27.2.
- D. 1.3. - 2.3.

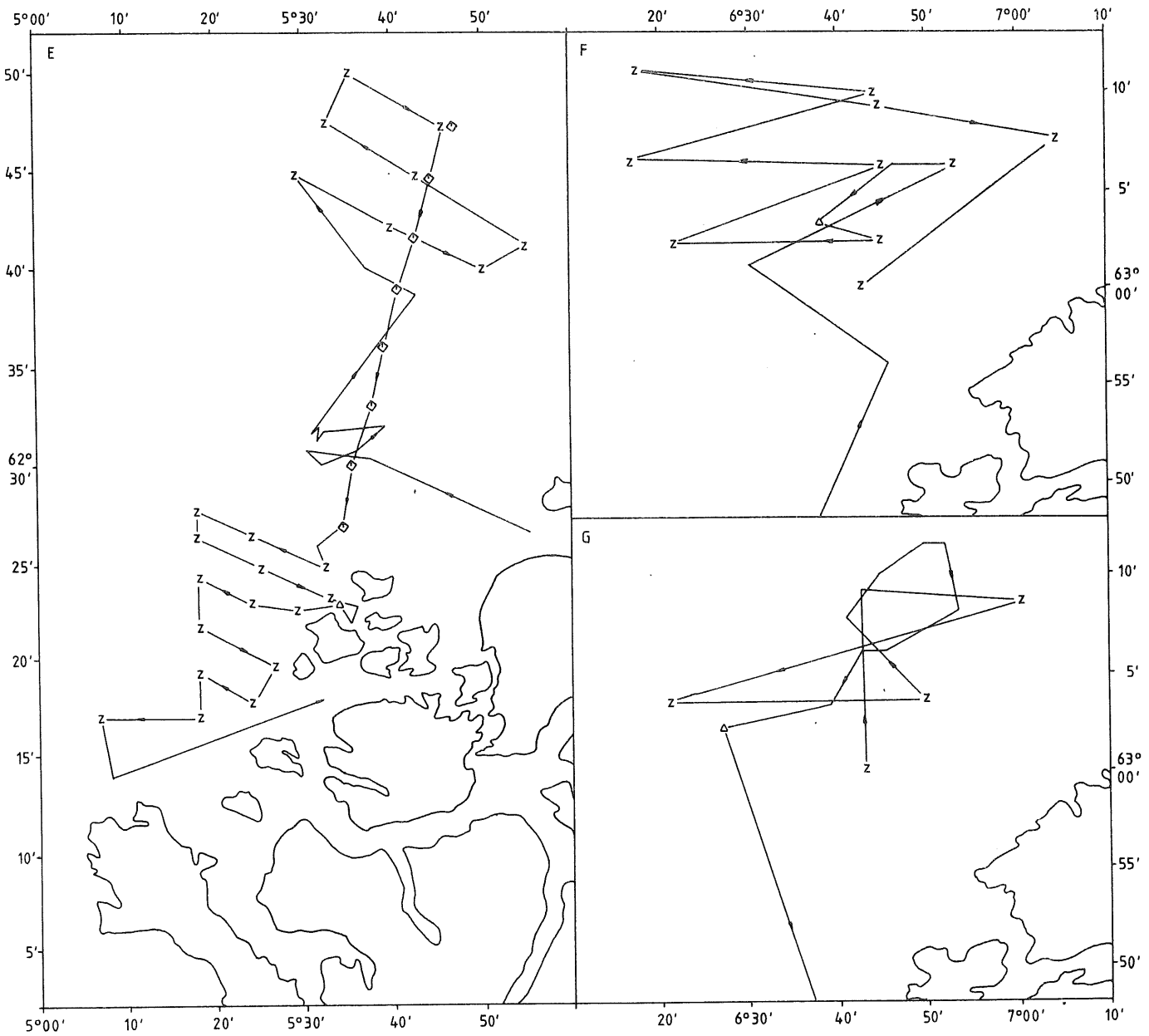


Fig. 1. (forts.)

E.	2.3.	-	4.3.
F.	4.3.	-	5.3.
G.	5.3.	-	6.3.

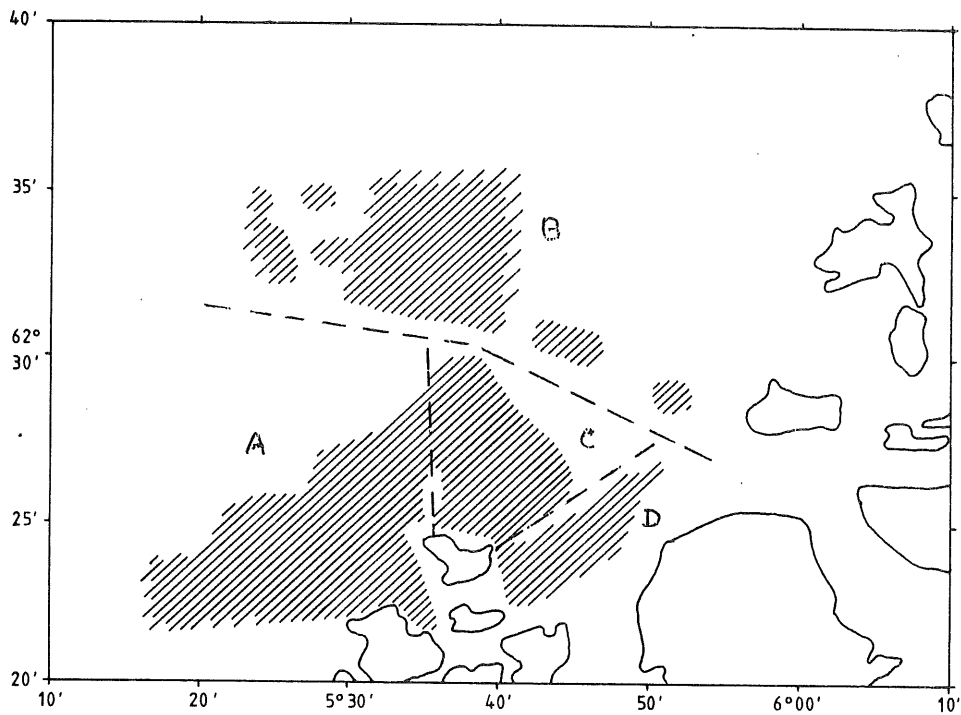


Fig. 2. Områder med silderegistreringer.

- A. Vest av Runde - Kvalsvika
- B. Nord av Breisunddjupet
- C. Goksøyrvika
- D. Grasøyane

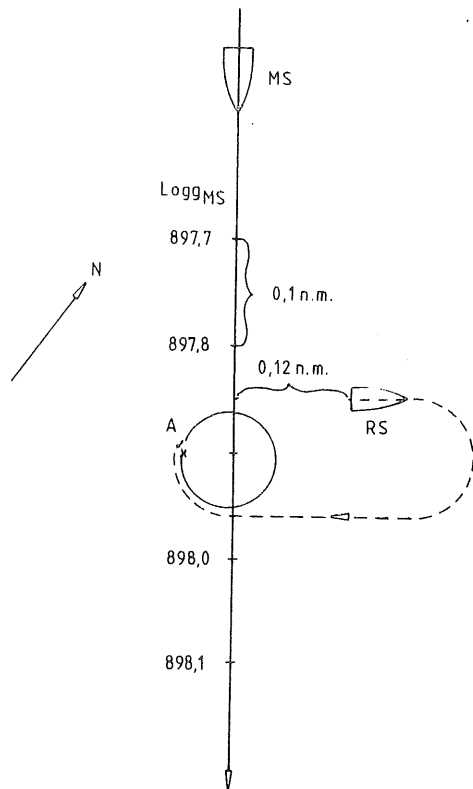


Fig. 3. Skisse av eksperiment for sammenligning av fisketetthet og integratorverdi. Se teksten for forklaring.

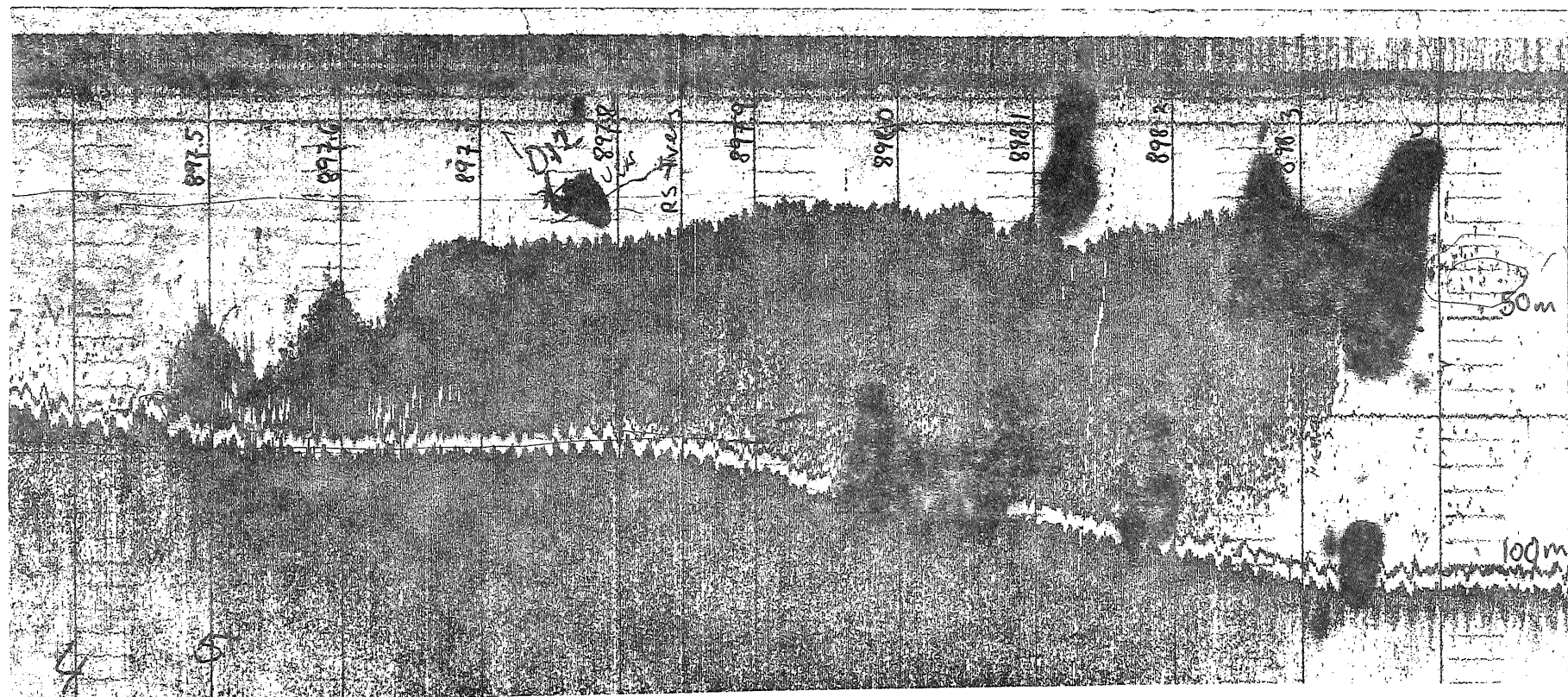


Fig. 4. Ekkogram fra "Michael Sars". Loggnr. viser til loggmarkering i Fig. 3.

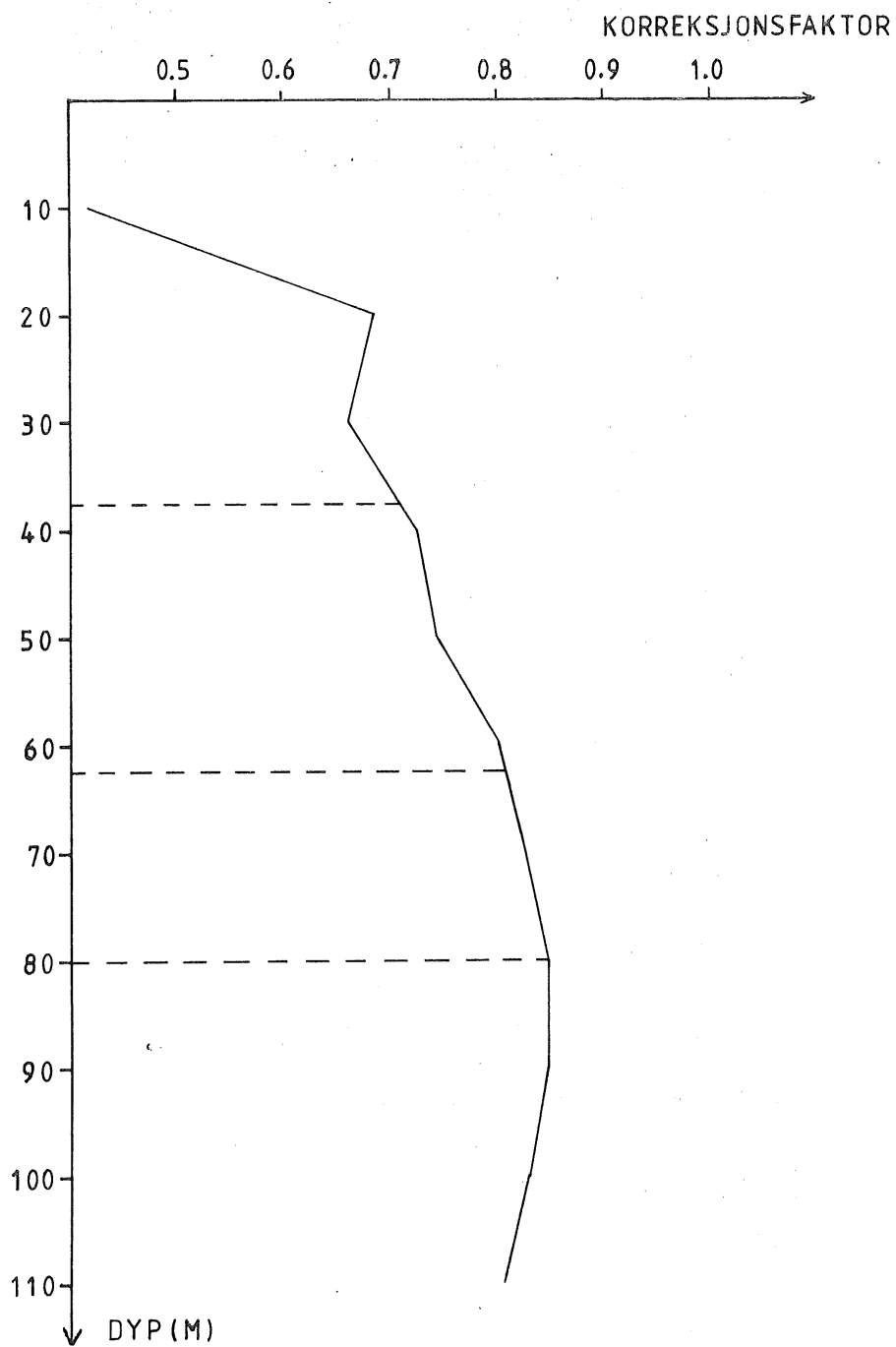


Fig. 5. TVF avvik "Michael Sars".

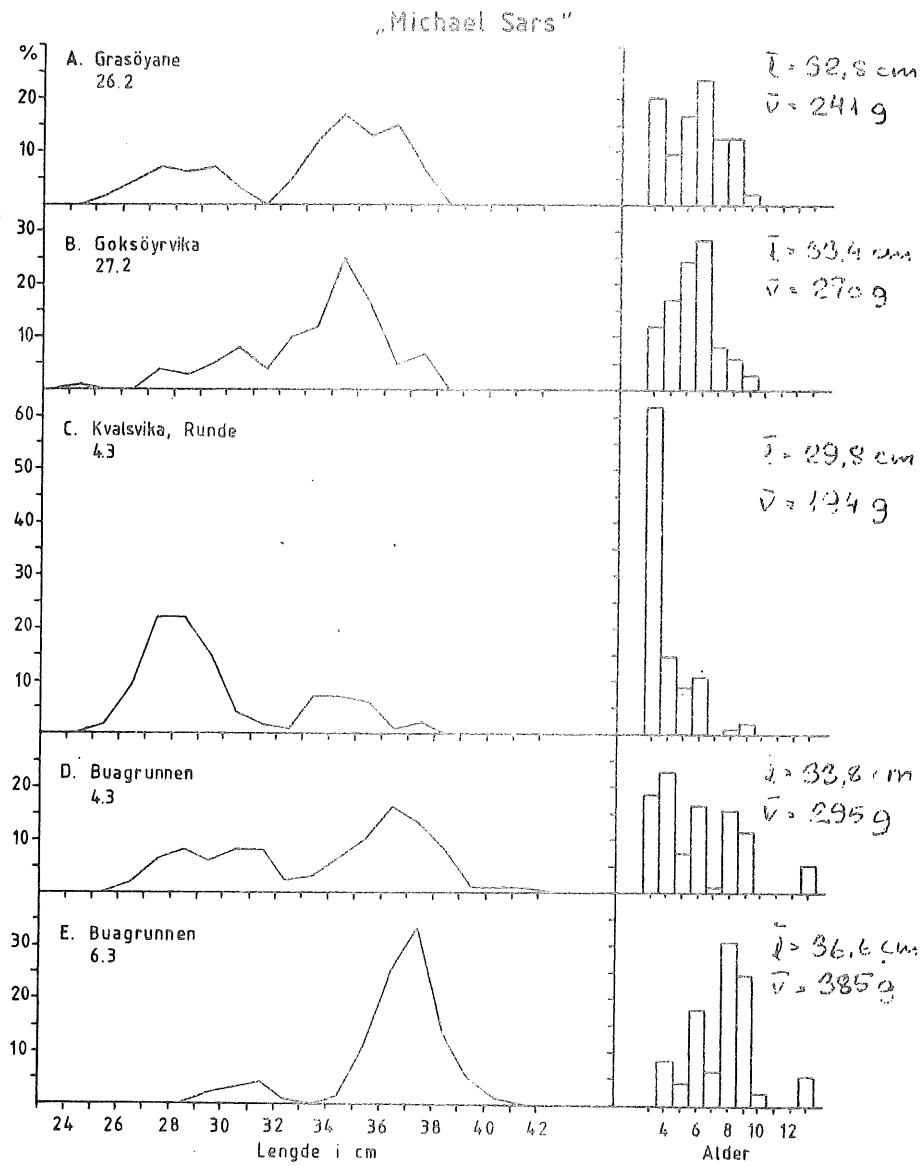


Fig. 6. Lengde- og aldersfordelinger av sild (F/F "Michael Sars").

„Roaldsen Senior“

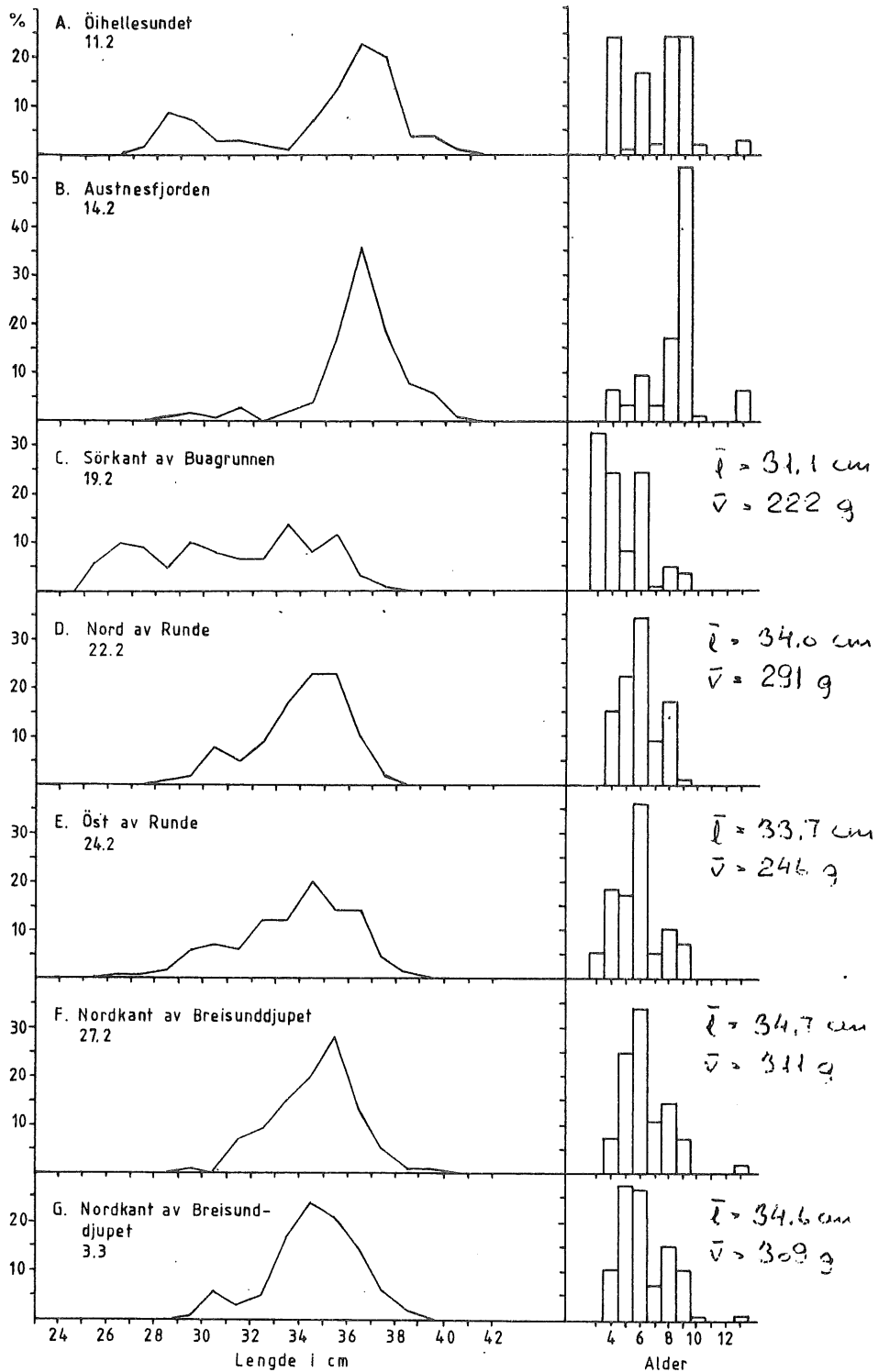


Fig. 7. Lengde- og aldersfordelinger av sild (M.S. "Roaldsen senior").

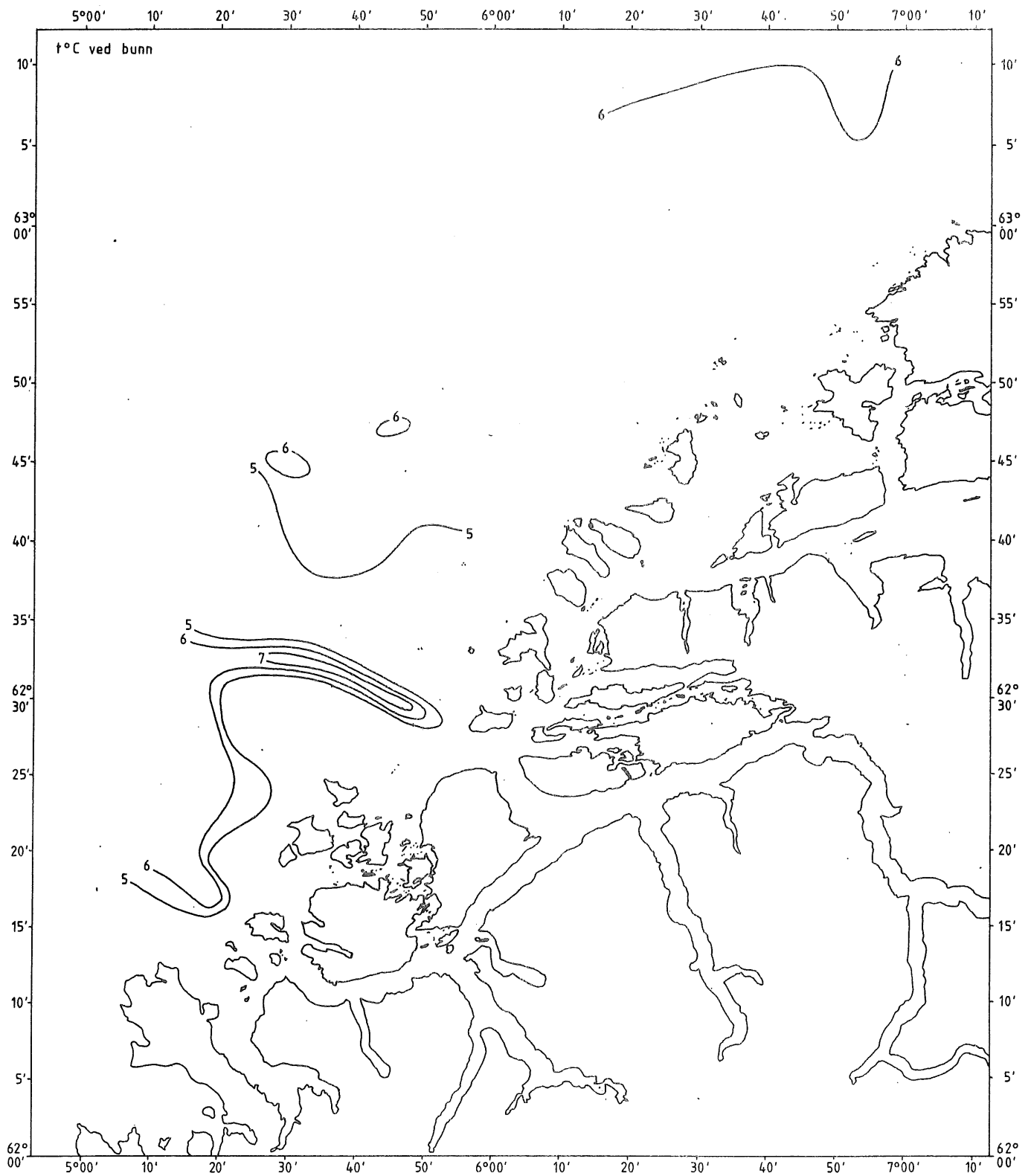


Fig. 8. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) i undersøkelsesområdet. Februar-
mars 1982.

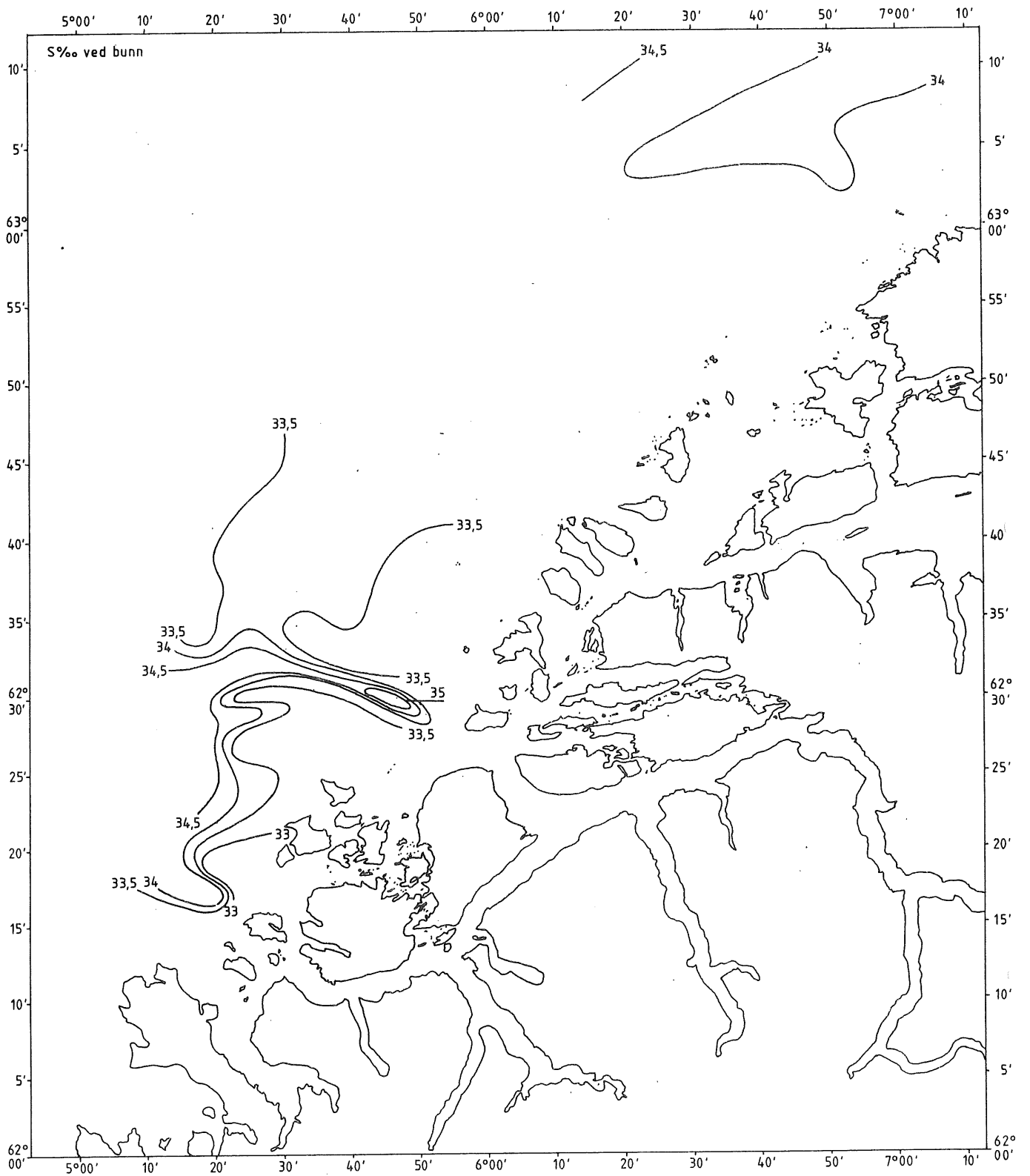


Fig. 9. Saltholdighet (S ‰) i undersøkelsesområdet.
Februar - mars 1982.