

eks. 2

ISSN 0804-2160

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

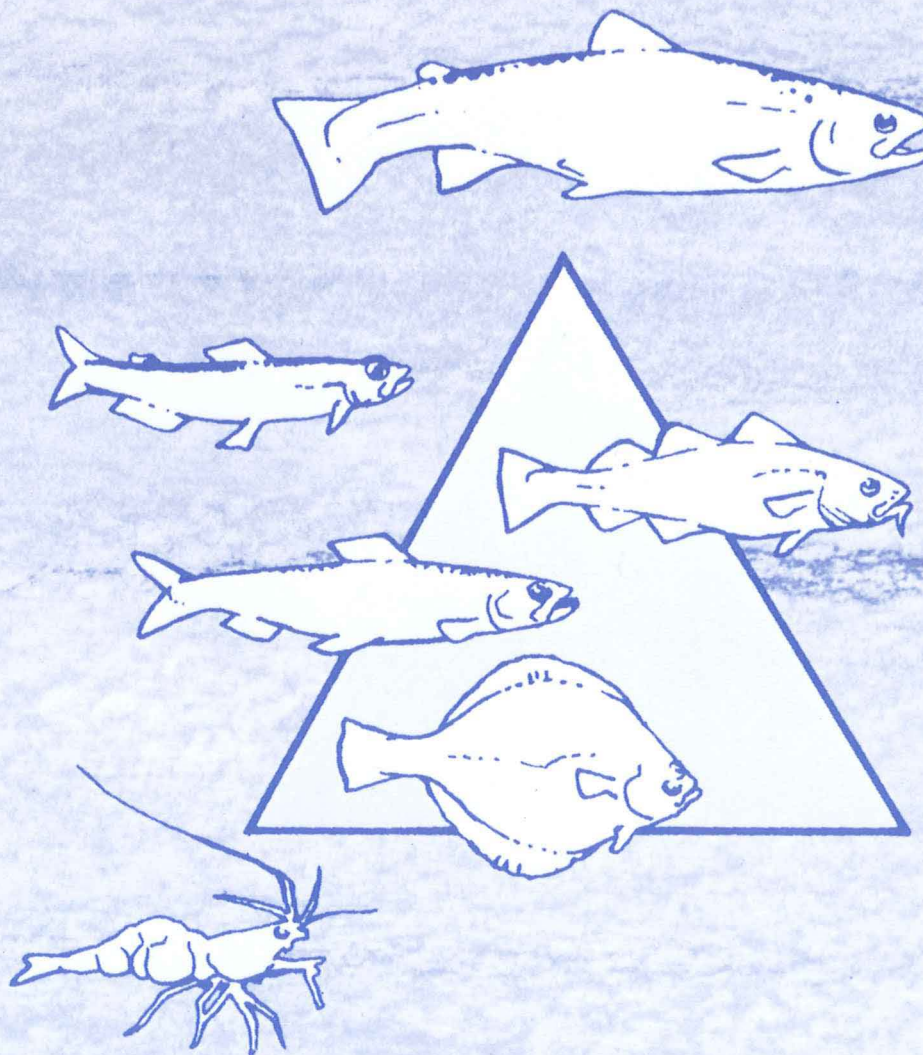
RAPPORT FRA FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN 1993 NR. 2

Jakob Gjørseter, Kate Enersen, Svein Erik Enersen og Odd Nakken

AKUSTISKE UNDERSØKELSER I RISØR- OG KRAGERØMRÅDET PÅ DEN NORSKE SKAGERRAKKYSTEN

- 1 MARS 1994

Fiskeridirektoratets
Bibliotek



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
RAPPORT FRA FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN 1993 NR. 2

Jakob Gjørseter, Kate Enersen, Svein Erik Enersen og Odd Nakken

**AKUSTISKE UNDERSØKELSER I
RISØR- OG KRAGERØMRÅDET PÅ
DEN NORSKE SKAGERRAKKYSTEN**

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

INNLEDNING

Fjordene på Skagerrakkysten er produktive, og en vet at de bl. a. kan inneholde mye krill og brisling. En vet også at det finnes mye 0-gruppe torsk og hvitting i noen av disse fjordene, men kvantitative undersøkelser av bunnfiskbestandene mangler.

Derfor gjennomførte vi i tiden 8. -12. mars 1993 et tokt med F/F. "G.M. Dannevig" for å undersøke om akustiske mengdemålinger kombinert med identifikasjon med trål kunne brukes for å anslå fiskemengden i fjorder og kystfarvann på Skagerrakkysten.

Kyststrekningen mellom Arendal og Kragerø (Fig. 1) og fjordsystemene ved Risør (Fig. 2) og Kragerø (Fig. 8) ble valgt som undersøkelsesområde.

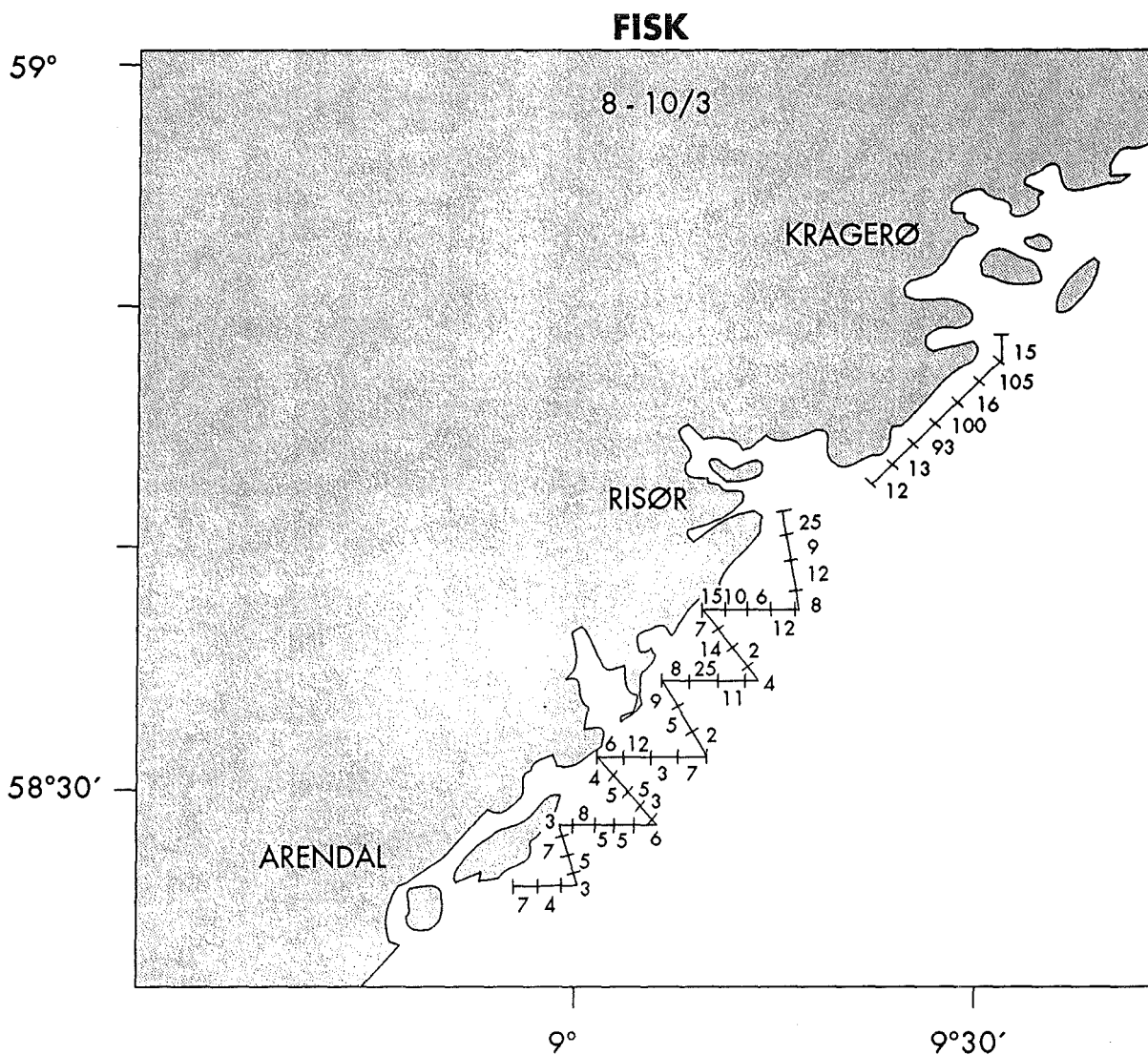


Fig. 1. Undersøkt område 8. - 12. mars 1993. Kartet viser kursnett og ekkomengde av fisk for kysten fra Arendal til Kragerø. kursnettet for Risør og Kragerø er vist i Fig. 2 og 8.

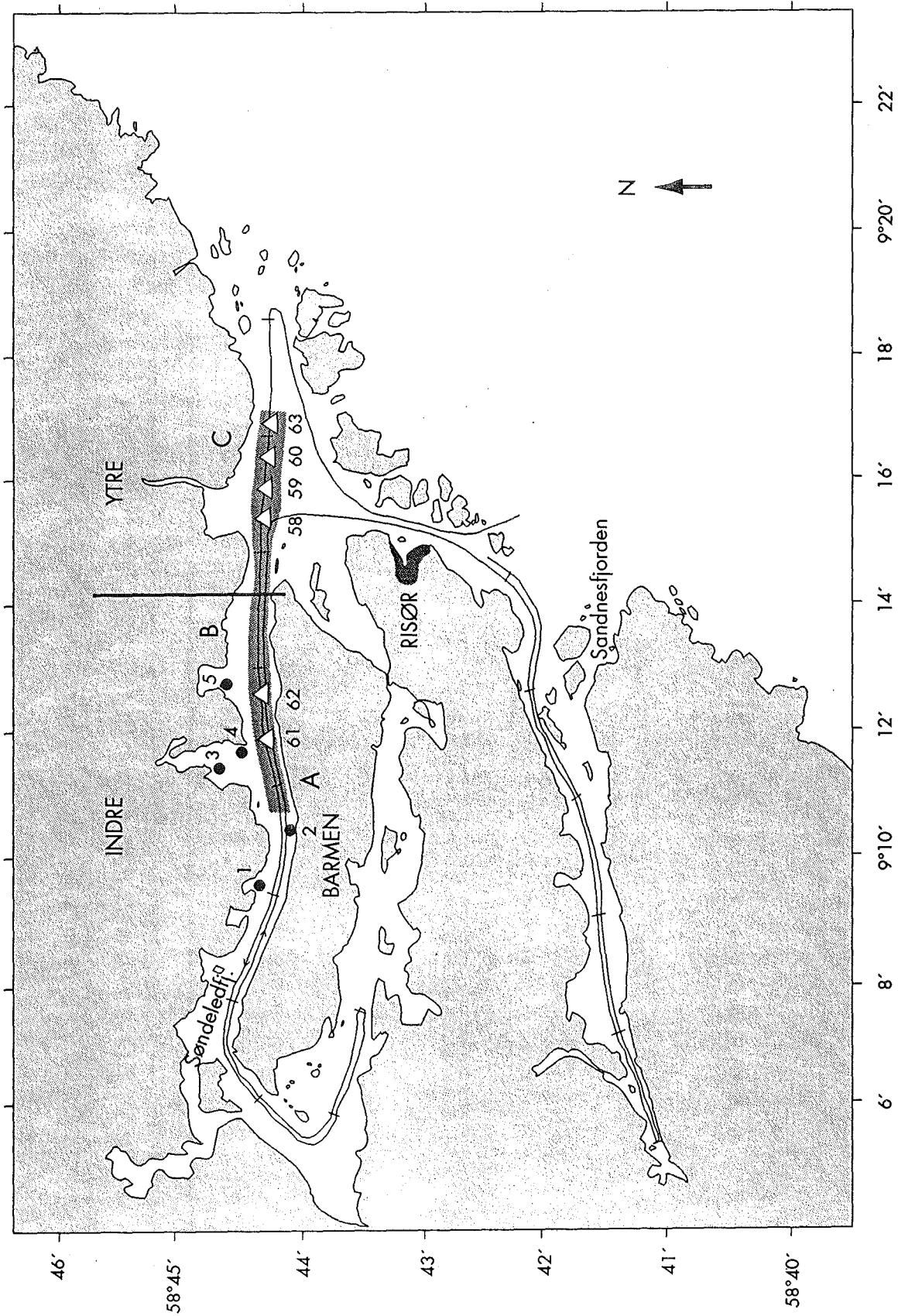


Fig. 2. Kursnett og trålstasjoner for Risørområdet. Kursene i det skraverte området ble gjentatt flere ganger. A, B og C refererer til målstyrken i Fig. 6.

DE UNDERSØKTE OMRÅDENE

En del topografiske og hydrografiske trekk ved de fjordene vi undersøkte er tidligere beskrevet av bl.a. Dahl (1906), Danielssen (1978) og Dahl og Danielssen (1987):

Søndeledfjorden (Fig. 2) ved Risør består av et 180 m dypt ytre basseng, avgrenset mot Skagerrak med en rekke øyer med smale sund mellom. Terskeldypet er omkring 15 - 20 m. Den ytre del av den nordlige grein av selve Søndeledfjorden har dyp mellom 100 og 125 m. Innover blir den grunnere og har en rekke terskler med dyp fra 20 til 40 m (Fig. 3). De grunneste tersklene finnes der fjorden svinger sørover innenfor Barmen. Den sørlige del av fjorden har også flere små terskler og bassenger med dyp opptil 80 m.

Søndeledfjorden er en forholdsvis lukket fjord, men har likevel relativt god vannsirkulasjon. Oksygeninnholdet i de dypeste bassengene kan imidlertid i enkelte perioder være lavt.

Sandnesfjorden er også avgrenset mot Skagerrak med en rekke øyer (Fig. 2). Mellom disse øyene er det sund med terskeldyp opptil ca 20m. Bassenget innenfor har et maksimaldyp omkring 60 m.

Sandnesfjorden har god sirkulasjon og ikke stagnerende vann.

Kilsfjorden er del av et større fjordsystem som er avgrenset mot det åpne Skagerrak med terskler på 20 - 30 m (Fig. 8). De største dyp inne i fjorden er omkring 100 m. Sirkulasjonen i disse fjordene er ikke god, og i betydelige perioder er det lite oksygen under ca 20 m.

Stølefjorden er en kort og åpen fjord med maksimaldyp omkring 70 m (Fig. 8). Avgrensningen mot Skagerrak er felles med de andre fjordene i Kragerøområdet, og har altså terskeldyp omkring 20 - 30 m.

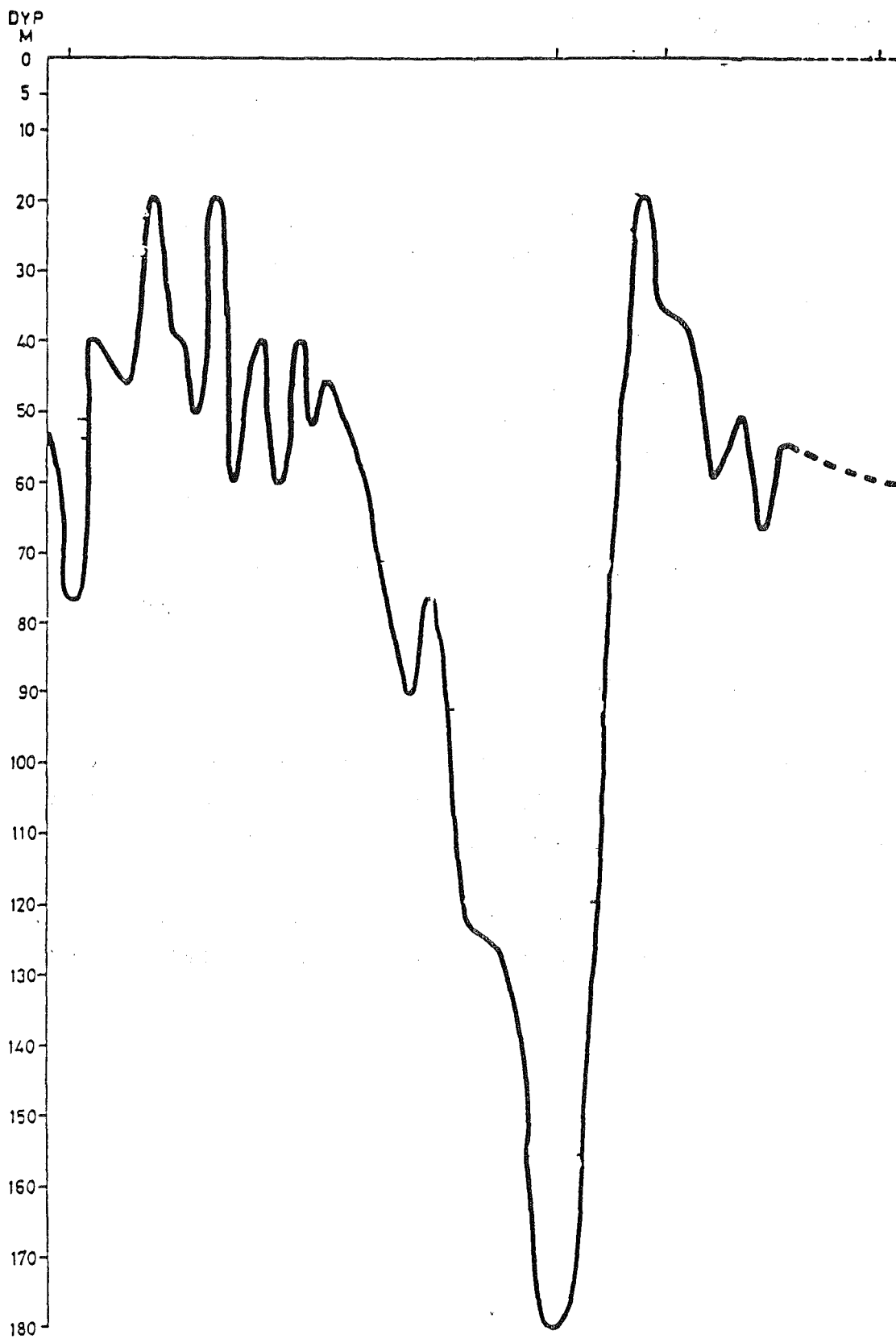


Fig. 3. Dybdefordeling i snitt langs Søndeledfjorden. Snittet følger omtrent den kurslinjen som går lengst inn i fjorden på Fig. 2.

METODER

Akustisk metodikk:

Flatetettheten av fisk (eller andre organismer som registreres) er gitt ved formelen:

$$P_A = \frac{S_A}{\bar{\sigma}} \quad (\text{I})$$

Hvor P_A er flatetetthet i antall individer per kvadrat nautisk mil.

S_A er ekkomengden (integratorverdien) i kvadrat meter per kvadrat nautisk mil

$\bar{\sigma}$ er midlere ekkoevne av fisken (som har bidratt til S_A) i kvadrat meter.

Ekkoevne (σ), målstyrke, TS, og fiskelengde, L, er relatert til hverandre slik:

$$TS = 10 \log \frac{\sigma}{4\pi} = 20 \log L - \text{Konstant} \quad (\text{II})$$

For torskefisk er Konstant = 68 og for sildefisk er Konstant = 72.

Ved kombinasjon av (I) og (II) og litt enkel regning fås:

$$\text{For torskefisk: } P_A = 5,02 \cdot 10^5 \frac{S_A}{L^2} \quad (\text{III})$$

$$\text{For sildefisk: } P_A = 1,26 \cdot 10^5 \frac{S_A}{L^2} \quad (\text{IV})$$

Disse to uttrykkene ble brukt til å regne om de observerte integratorverdier til flatetettheter av fisk.

Instrumentering og innstilling

All akustisk registrering ble gjort med EK-500 (38 kHz). Ekkoloddet ble i hovedsak kjørt på 0-250 m dybdeskala, og integreringen foregikk i dybdesjikt med 25 m dybdeutstrekning. To integratorkanaler fulgte bunnen i henholdsvis 1-10 m og 10-20 m over bunnen. Integratoren ble nullstilt for hver nautisk mil utseilt distanse. Ekkoloddet skrev ut frekvensfordelinger av målstyrken til enkeltindivider i alle dybdesjikt og for hver nautiske mil.

Tråling, fising

Registreringene ble identifisert med 4 dørs flytetrål; 6 x 6 favner med vertikal åpning omlag 12 m under tauing. Maskevidden i posen er 0,8 cm. Tråldypet ble kontinuerlig overvåket med Scanmar dybdesensor.

En natt ble det brukt trollgarn (5 sett à 2 garn). Disse ble satt ved land i dyp mellom 5 og 20 m.

Allokering av ekkomengde, SA, til art/artsgruppe

Ekkomengdeverdiene, SA, ble først korrigererte for bunnbidrag. Til tider var bunnbidraget betydelig fordi de bratte skråningene i fjordene ikke tilfredsstillere ekkoloddets "kriterier" for bunndefinisjon.

Ekkomengden ble allokert til art eller artsgruppe i henhold til

- registreringene slik de fremkom på ekkogrammet
- sammensetningen av arter/artsgrupper i trålfangstene
- funksjonsfordelinger av målstyrken (TS) til enkeltindivider.

Følgende artsgrupper ble benyttet:

FISK (Omfatter all torskefisk (i hovedsak øyepål, sei, torsk, hvitting)
SILD, BRISLING og KRILL/PLANKTON.

GJENNOMFØRING OG RESULTATER

To fjordsystemer, ett ved Risør og ett ved Kragerø ble undersøkt både på dag- og natt-tid (Fig. 2, 8). I tillegg ble de nære kystområdene på strekningen Torungen-Risør dekket. I kystområdene var registreringene sparsomme sammenlignet med fjordsystemene og de indre områdene i skjærgården (Fig. 4 og 9). Det er derfor lagt hovedvekt på å fremstille de vesentligste resultatene fra de to fjordsystemene.

Risør

Fig. 4 viser ekkomengdeverdier. Tid på døgnet og kursretning er indikert. Generelt er dagverdiene lavere enn nattverdiene (Se Tabell 6). Dette gjelder spesielt ekkomengdene av fisk, og i den indre delen av fjordsystemet. Hovedårsaken er forskjellen i fiskefordeling om dagen og natten. Om dagen var fisken i denne delen av fjorden samlet i stimer, mens den om natten spredte seg mer utover i et "slør" og ble registrert som enkeltfisk. "Dagekkomengdene" ble derfor helt avhengige av hvorvidt en/to relativt større stimer ble registrert, og forskjellen mellom "dagdekningene" nr. 1 og 3/4 skyldes nettopp dette (Fig. 4). Nattregistreringene varierer atskillig mindre og de antas å gi et riktigere anslag for ekkomengden av fisk i området. Fig. 5 viser typiske dag- og nattekkogrammer fra området ved Risør.

I ytre Risørområdet dominerte brisling (8-11cm) i ekkomengde (Fig. 4b, Fig. 5 og Tabell 2). Brislingen stod i et tett slør i 140-165 m dyp om dagen, men lettet seg noe og spredte seg ut oppover i vannsøyla om natten. Om dagen stod det spredte forekomster av fisk (sei og hvitting) over dette sløret. Trålfangstene viste også at det fantes betydelige mengder av krill i området. Lengre inne i Risørsystemet fantes ikke brisling. Ekkomengdene ble dominert av fisk; hovedsaklig øyepål.

Målstyrkefordelingene (Fig. 6) viste at noe av fisken i dette området var relativt stor ≥ 40 cm. Det ble kun fanget en fisk av slik størrelse i flytetråltrekket, men trollgarnsfangstene ga 19 torsk ≥ 40 cm. (Tabell 1, Fig. 7). All erfaring tilsier at fisk > 40 cm bare unntaksvis vil bli fanget med den flytetrålen som ble brukt. Trålen har for små dimensjoner. Dette sammen med trollgarnsfangstene gir grunn til å anta at større torsk var tilstede og bidro mer til ekkomengdene av FISK enn det trålfangsten indikerer.

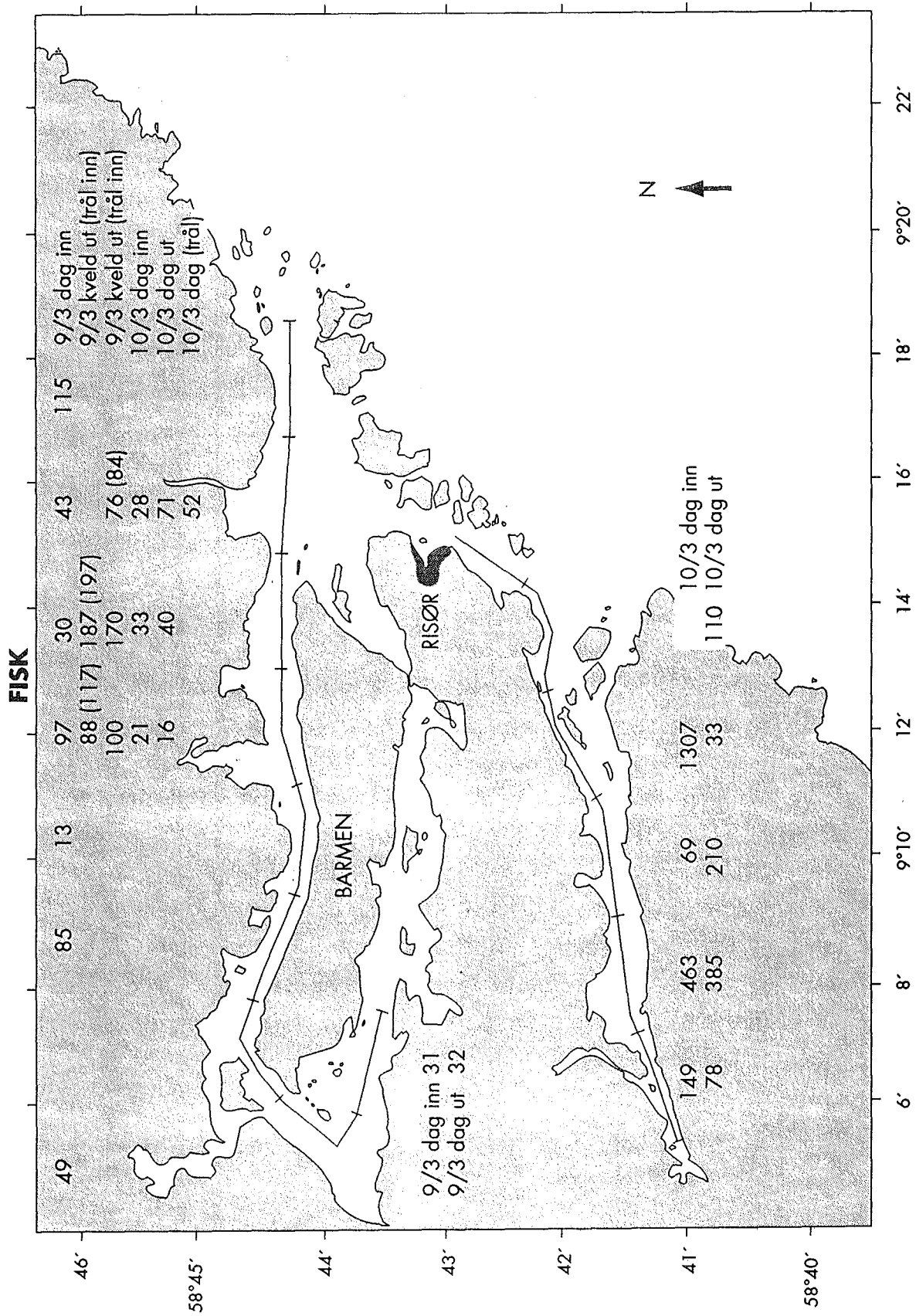


Fig. 4. Ekkekomst av fisk (a), brisling (b), sild (c), og krill (d) i Risørområdet.

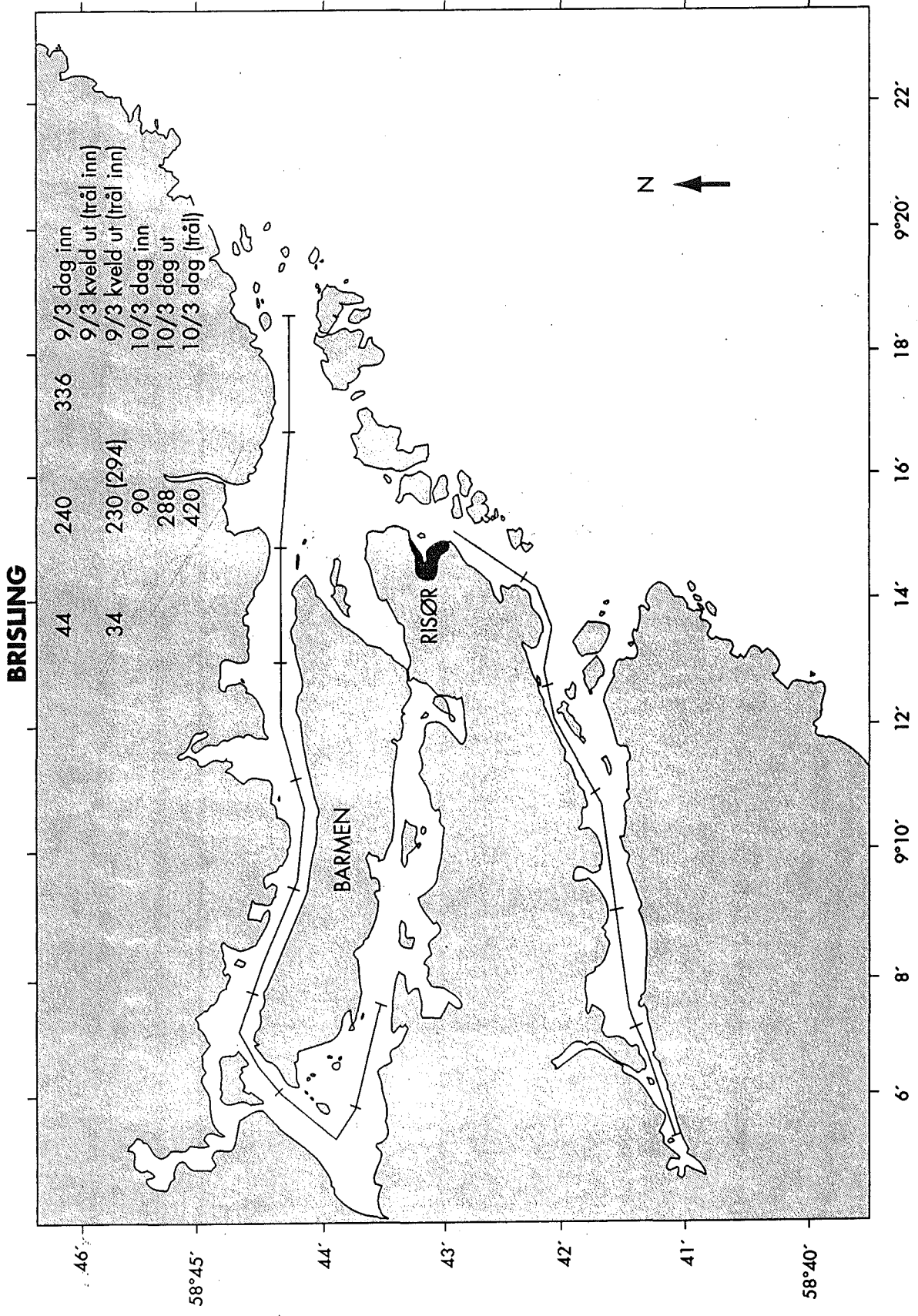


Fig. 4. Forts.

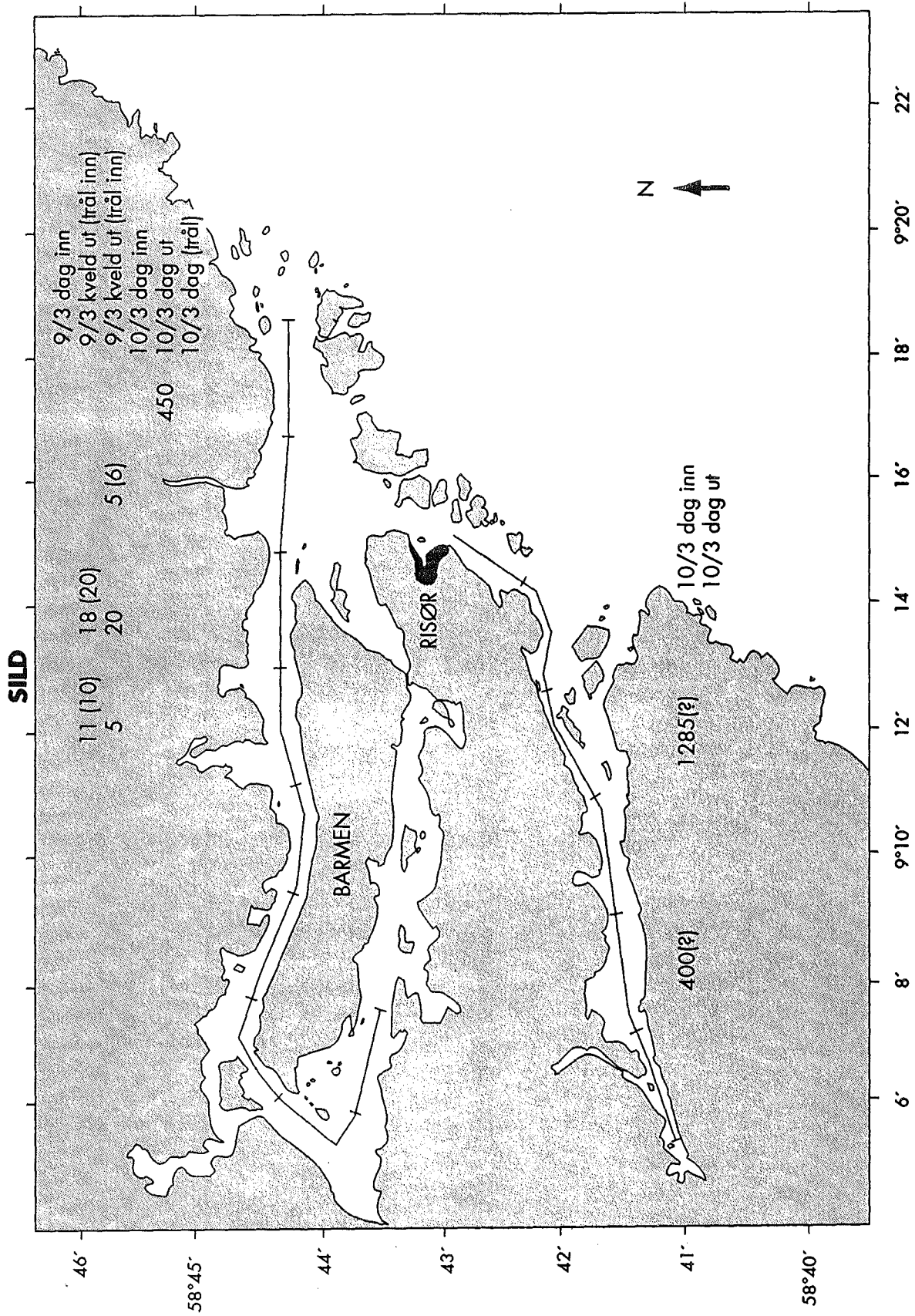


Fig. 4. Forts.

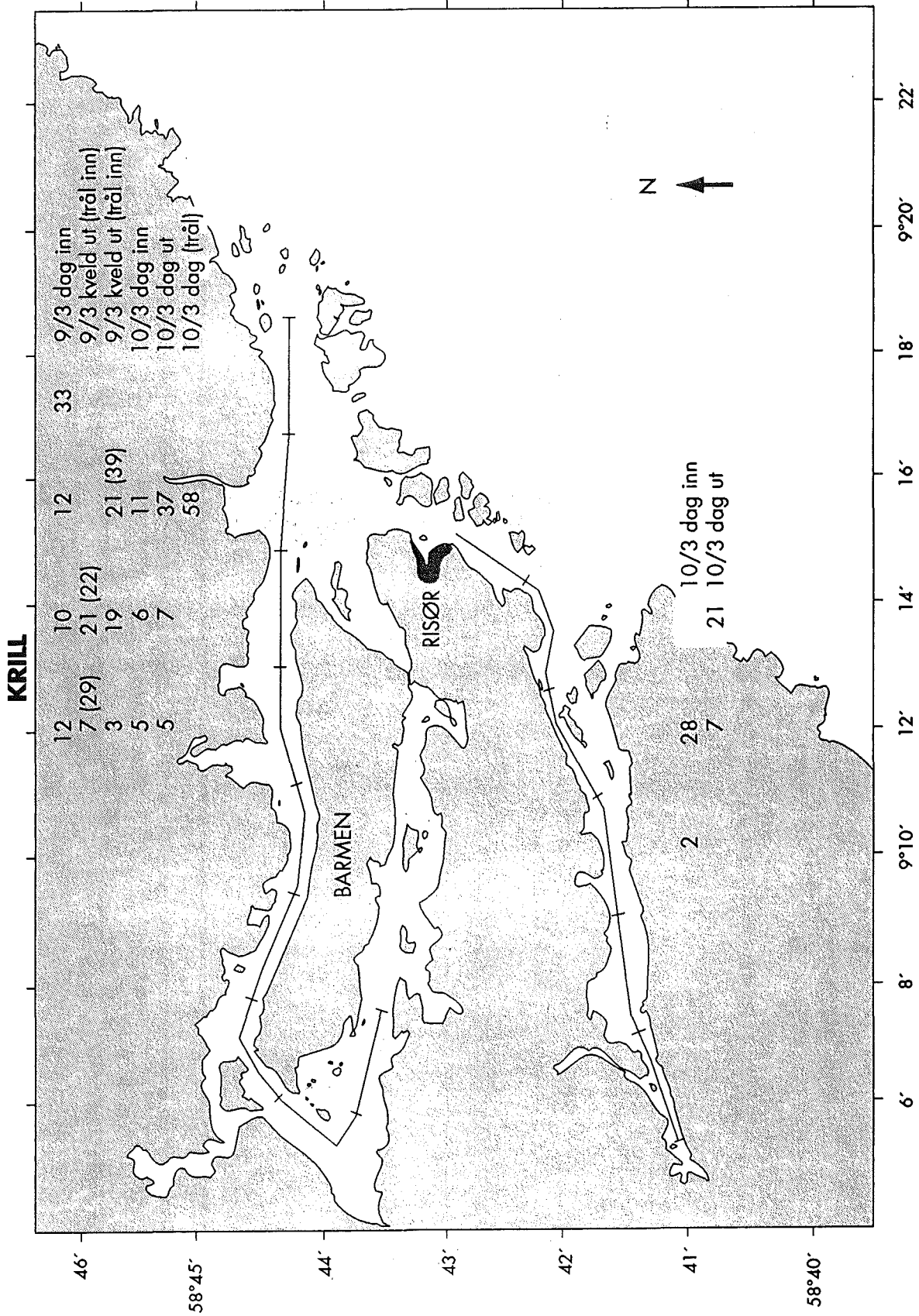


Fig. 4. Forts.

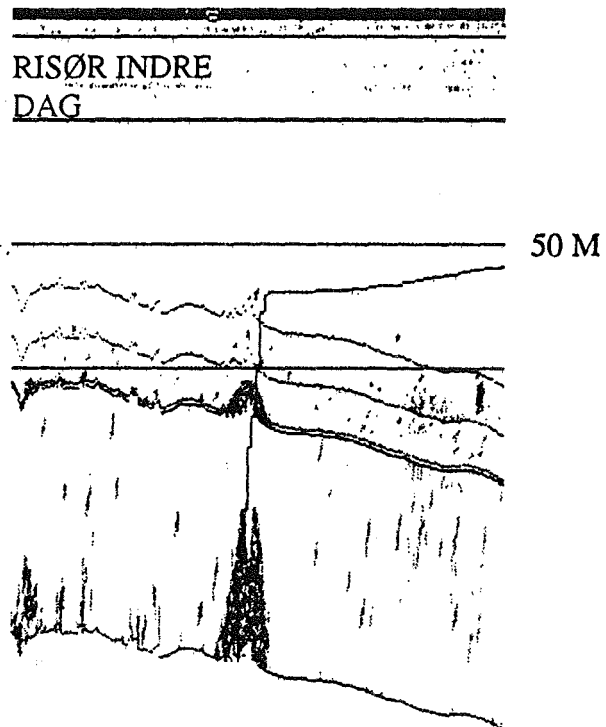
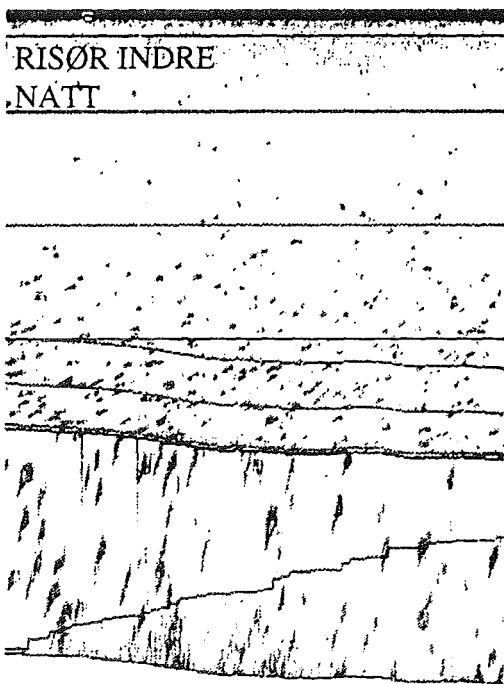
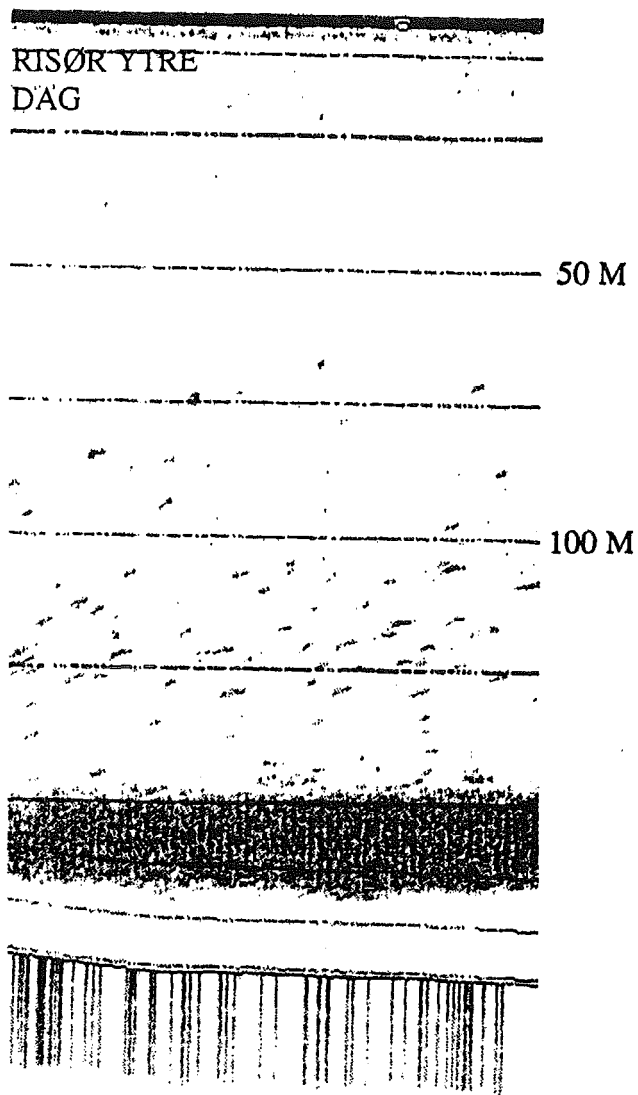
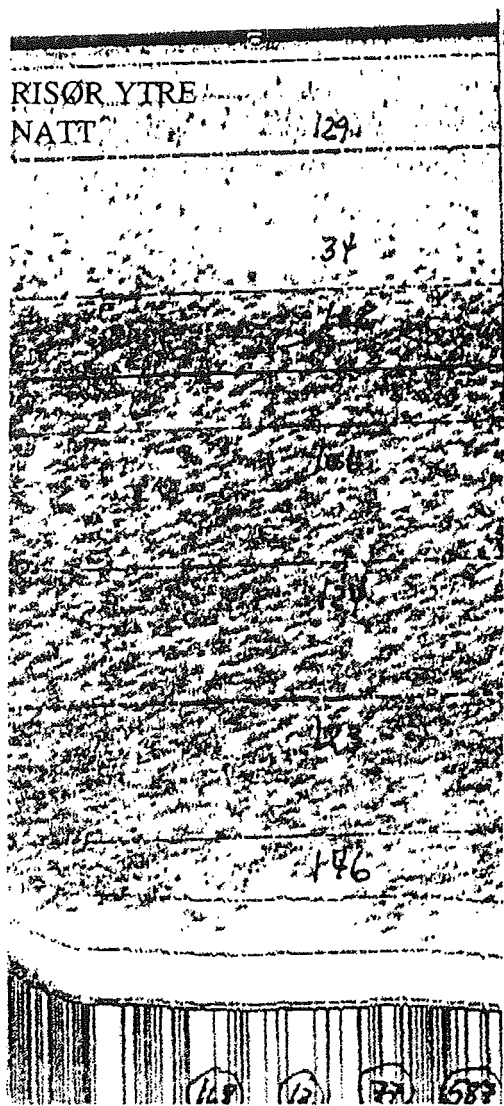
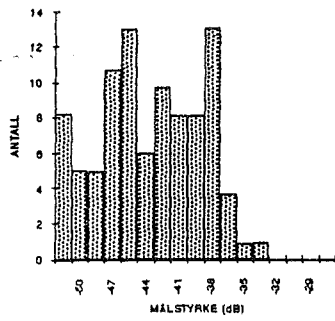
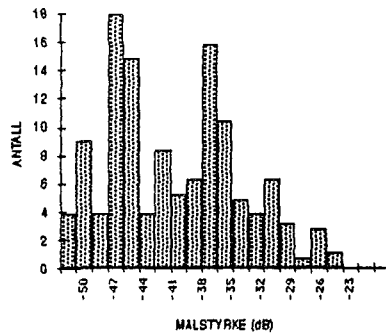


Fig. 5. Ekkogrammer fra Risørområdet, Mars 1993.

Risør A



Risør B



Risør C

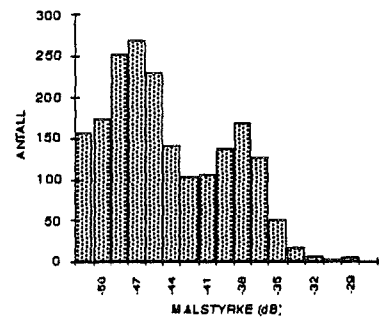
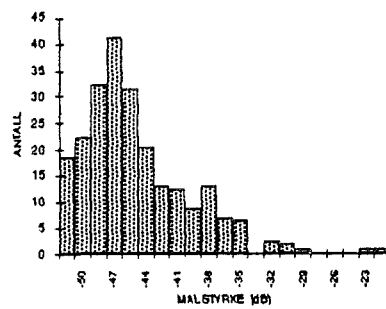
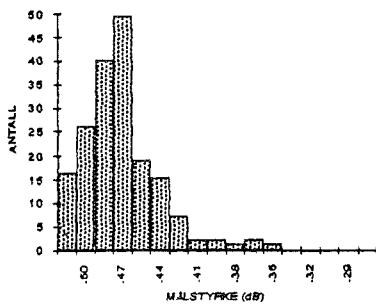
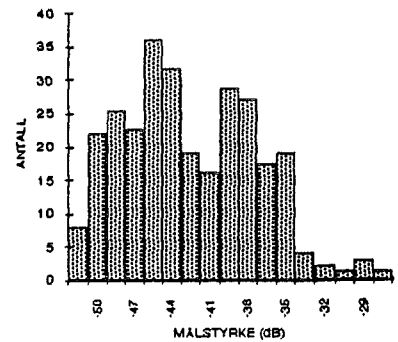
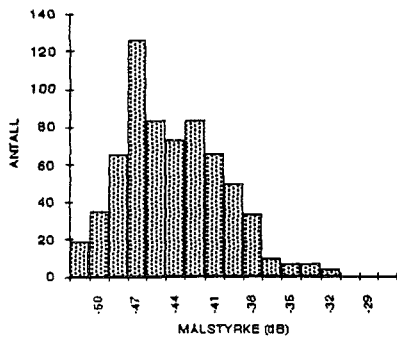
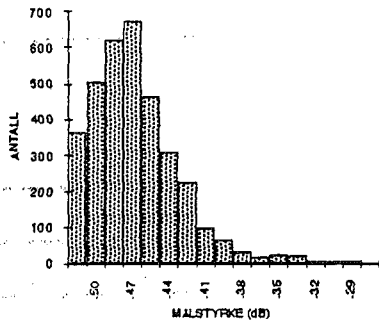
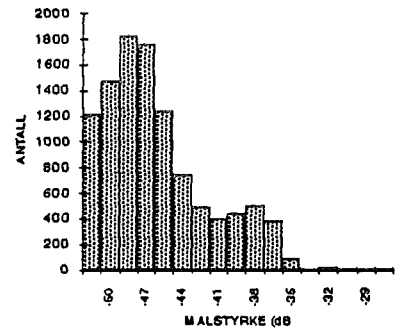
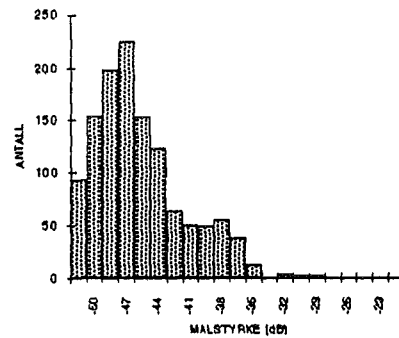
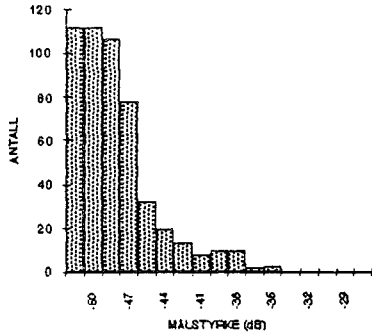
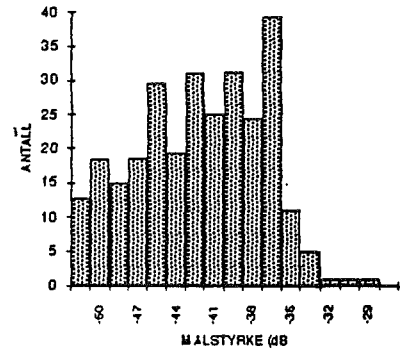


Fig. 6. Målstyrkeobservasjoner fra Risørområdet. Bokstavene viser til områdene vist i Fig. 2. Øverste rekke er observasjoner i 8 - 25 m, de neste rekkene er 25 - 50 m, 50 - 75 m, 75 - 125 m og nederste rekke er ved bunnen.

Tabell 1. Trålfangster i Risørrområdet 9-10 mars 1993.

Stasjon	58		59		60		61		62		63	
Tid	1330		1417		1905		2000		2110		1540	
Tråldyp	90		150		60-30		14		50		160	
ART	VEKT	N	VEKT	N	VEKT	N	VEKT	N	VEKT	N	VEKT	N
Krill	4,8		3,5		1,3		50		1,27		3,14	
Sei	3,02	7					1,8	6	1,3	2		
Hvitting	1	5	0,3	1	0,41	2	1,2	15				
Lyr	0,3	1										
Øyepål		7			5,3	126	0,6	38				
Sild		1					2,9	28				
Brisling		1	4,1	902		5	0,35	38		9	7,12	1243
Torsk			0,9	1	5	1						
Lysing					0,18	3						
Rødspette							0,6	1				

Tabell 2. Lengder av fisk i Risørrområdet.

Lengde	Risør indre						Risør ytre					
	Sild	Brisling	Hvitting	Øyepål	Torsk	Annet	Sild	Brisling	Hvitting	Øyepål	Torsk	Annet
5		23		28				173			4	
10		14	1	58				64			3	
15	2	6	6	30		1		3				
20	14		4	48		3	1					
25	8		3						1			
30	4		3			2			3			1
35					6	1			1			5
40					6	1			1			4
45						1					1	
50					1							
55					2							
60												
65					1							
70					1							
75					2							
80												
85					1							

Kragerø

Fig. 9 a - d viser eksempel på ekkomengdeverdier basert på dagobservasjoner. Som i Risør er generelt dagverdiene av fisk lavere enn nattverdiene. Fig. 10 viser typiske dag- og nattekko-grammer fra det indre området ved Kragerø.

Målstyrkefordelingene viste at det meste av fisken i dette området var relativt liten. Likevel viser ekkogrammene at det var en del større fisk tilstede og trolig bidro disse på samme måte som i Risør langt mer til ekkomengdene av FISK enn det trålfangsten indikerer.

I ytre Kragerøområdet dominerte sild (25 - 35 cm) i ekkomengde. Silda stod i tette stimer om dagen, men spredte seg ut oppover i vannsøykla om natten (Fig. 10). Trålfangstene (Tabell 3, 4) viste også at det fantes betydelige mengder av krill i området. Spredte forekomster av fisk (torsk og hvitting) gikk om natta og beitet på sild og krill.

Tabell 3. Trålfangster i Kragerøområdet 11 mars 1993.

Stasjon	64		65	
Tid	1910		2040	
Tråldyp	16-19		20	
ART	VEKT	N	VEKT	N
Krill			23,9	
Sei	5,6	9	0,75	5
Hvitting	4,4	27	4	23
Lyr	1,2	1		
Øyepål			1,8	109
Sild	0,13	1	40,4	218
Brisling	10,9	1940	1,7	83
Torsk	4,28	2	7,8	3
Laksesild				2
Sandflyndre			0,2	1
Sypike			0,5	13
Hyse			0,035	8

Tabell 4. Lengder av fisk i Kragerøområdet.

Lengde	Kragerø indre						Kragerø ytre					
	Sild	Brisling	Hvitting	Øyepål	Torsk	Annet	Sild	Brisling	Hvitting	Øyepål	Torsk	Annet
5		76						25		13		
10		48						53		65		2
15		5					1	5		30		12
20			5				12		5	1		4
25	1		17				34		9			
30			5				61		9			
35						5						
40						4						
45						1						1
50					1						1	
55												
60												
65					1							
70												2

KRAGERØ

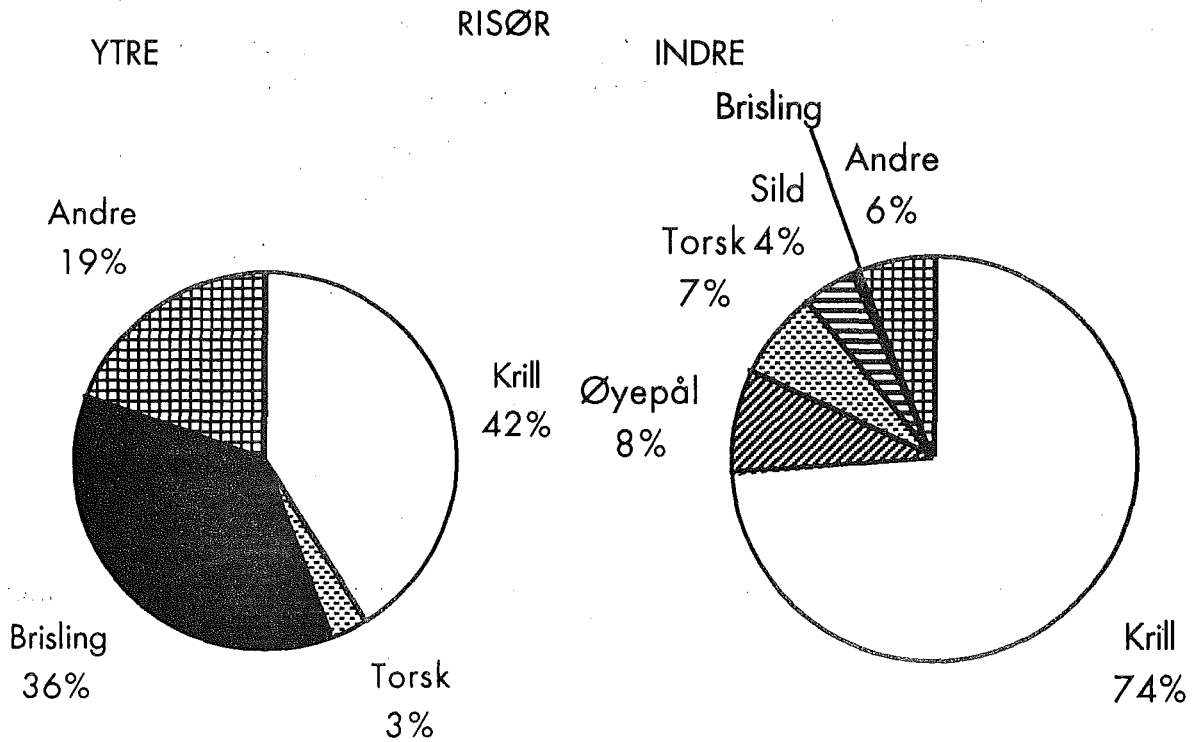
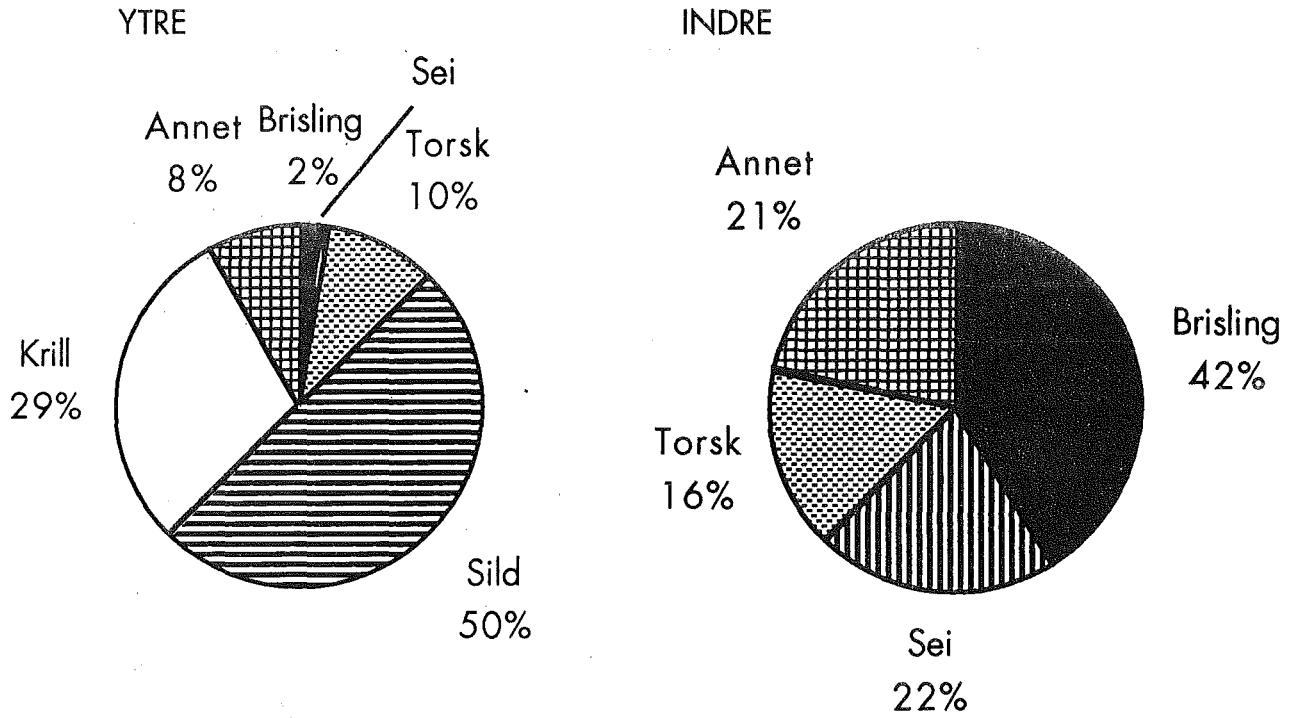


Fig. 7. Artssammensetning, i vekt, av trålfangstene i Risør og Kragerøområdet.

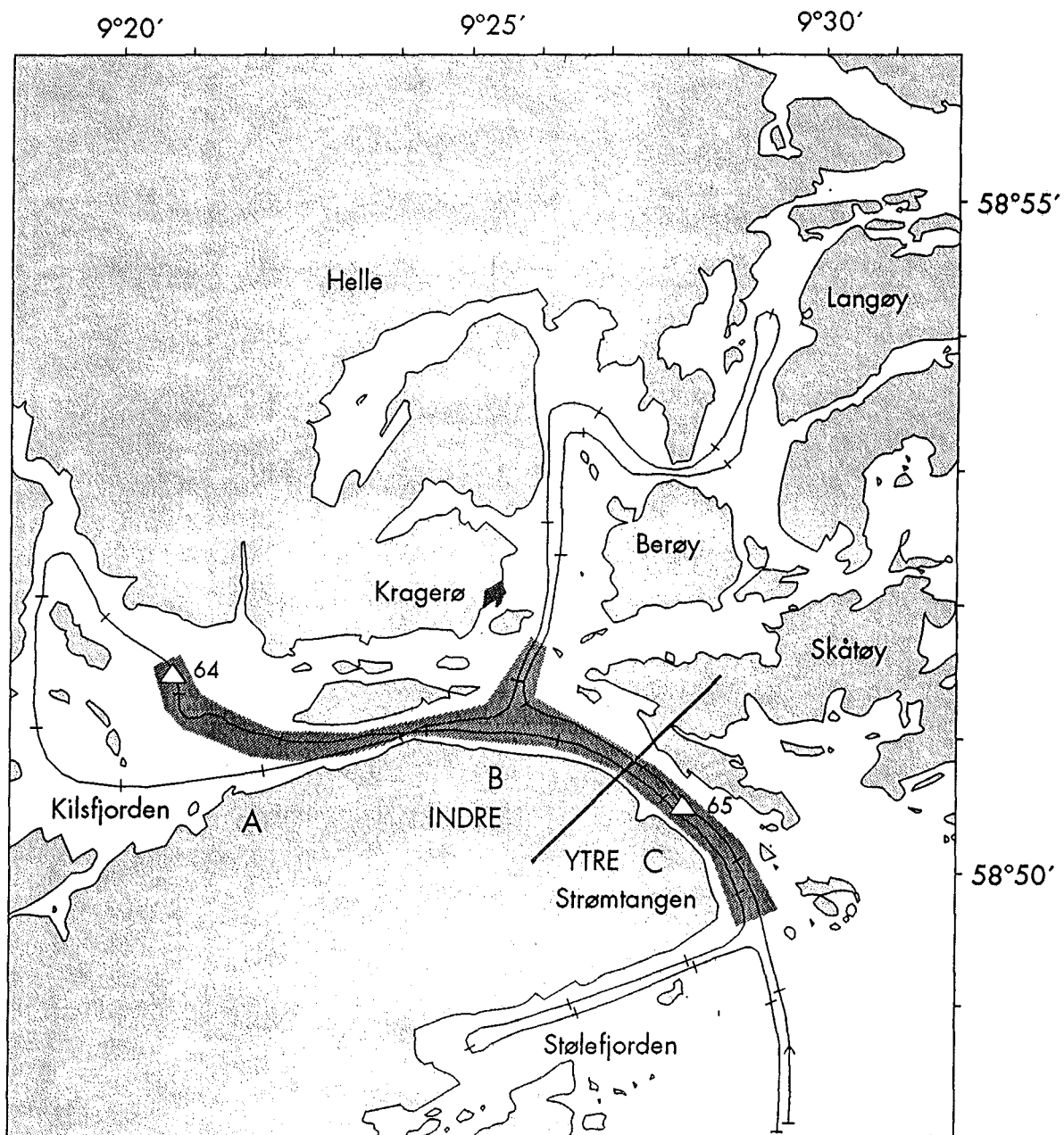


Fig. 8. Kursnett og trålstasjoner for Kragerøområdet. Kursene i det skraverte området ble gjentatt flere ganger. A, B, og C refererer til målstyrkefordelingene i Fig. 11.

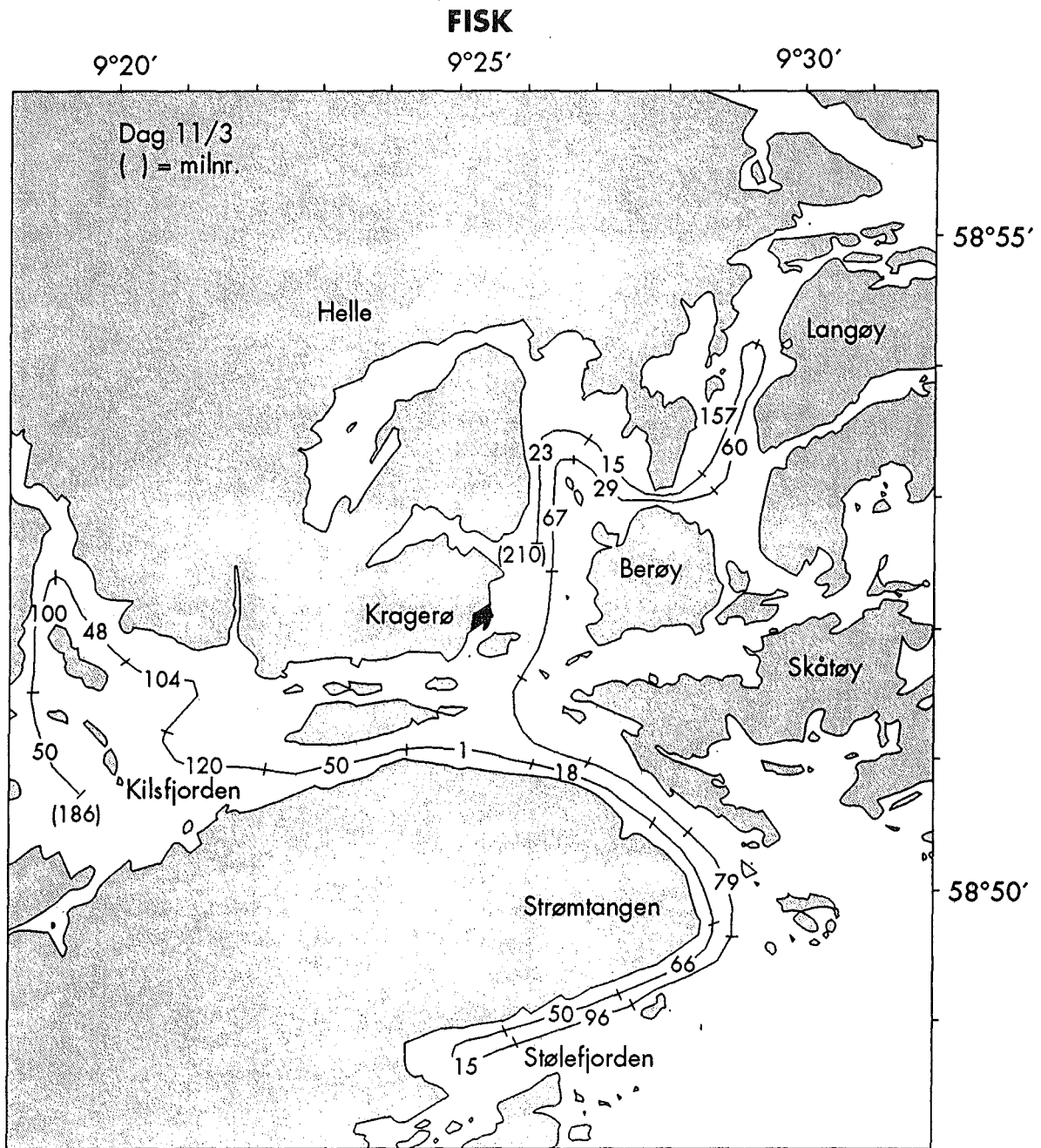


Fig. 9. Eksempel på ekkomengde av fisk (a), brisling (b), sild (c) og krill/plankton (d) i Kragerøområdet.

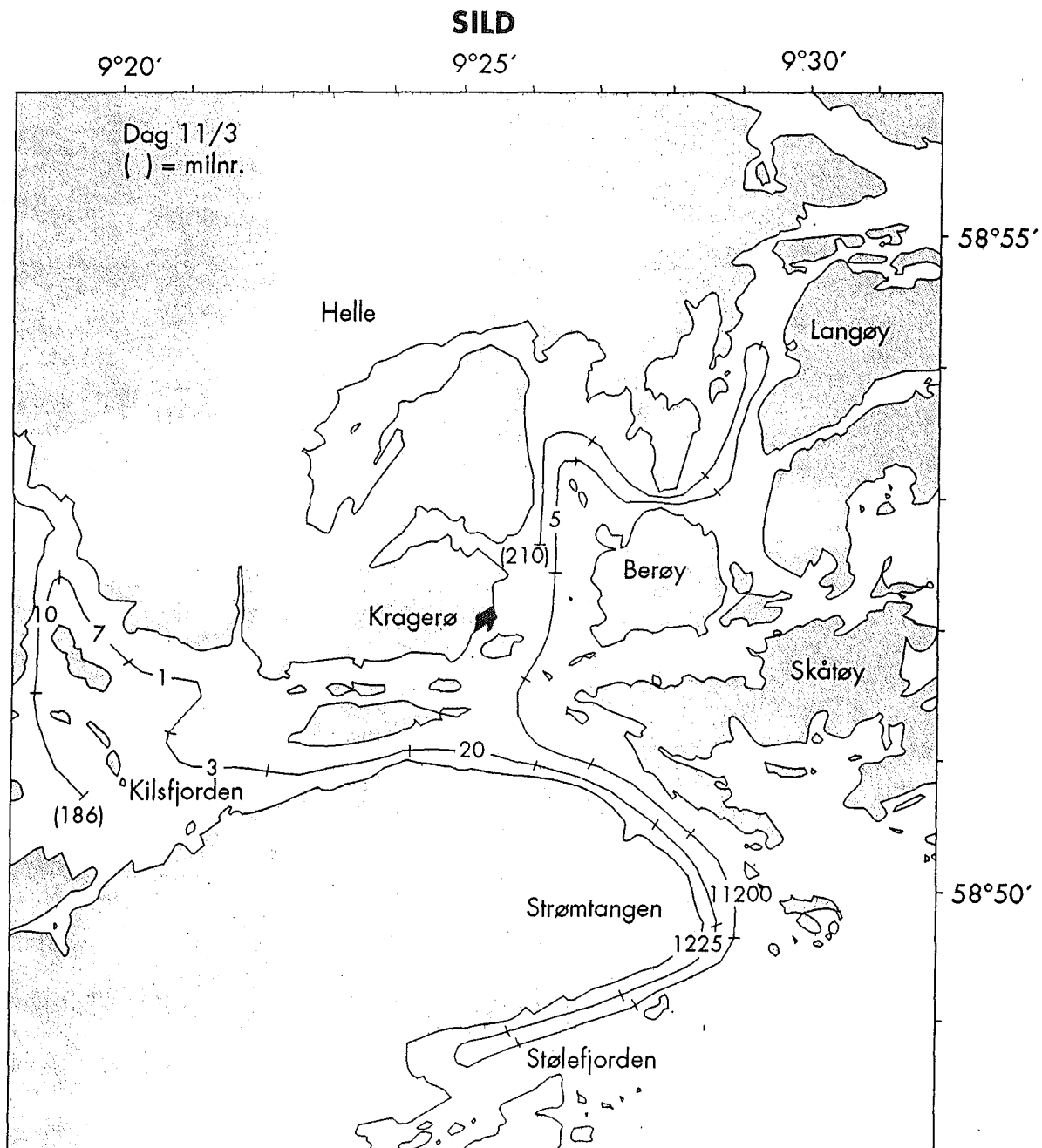


Fig. 9. Forts.

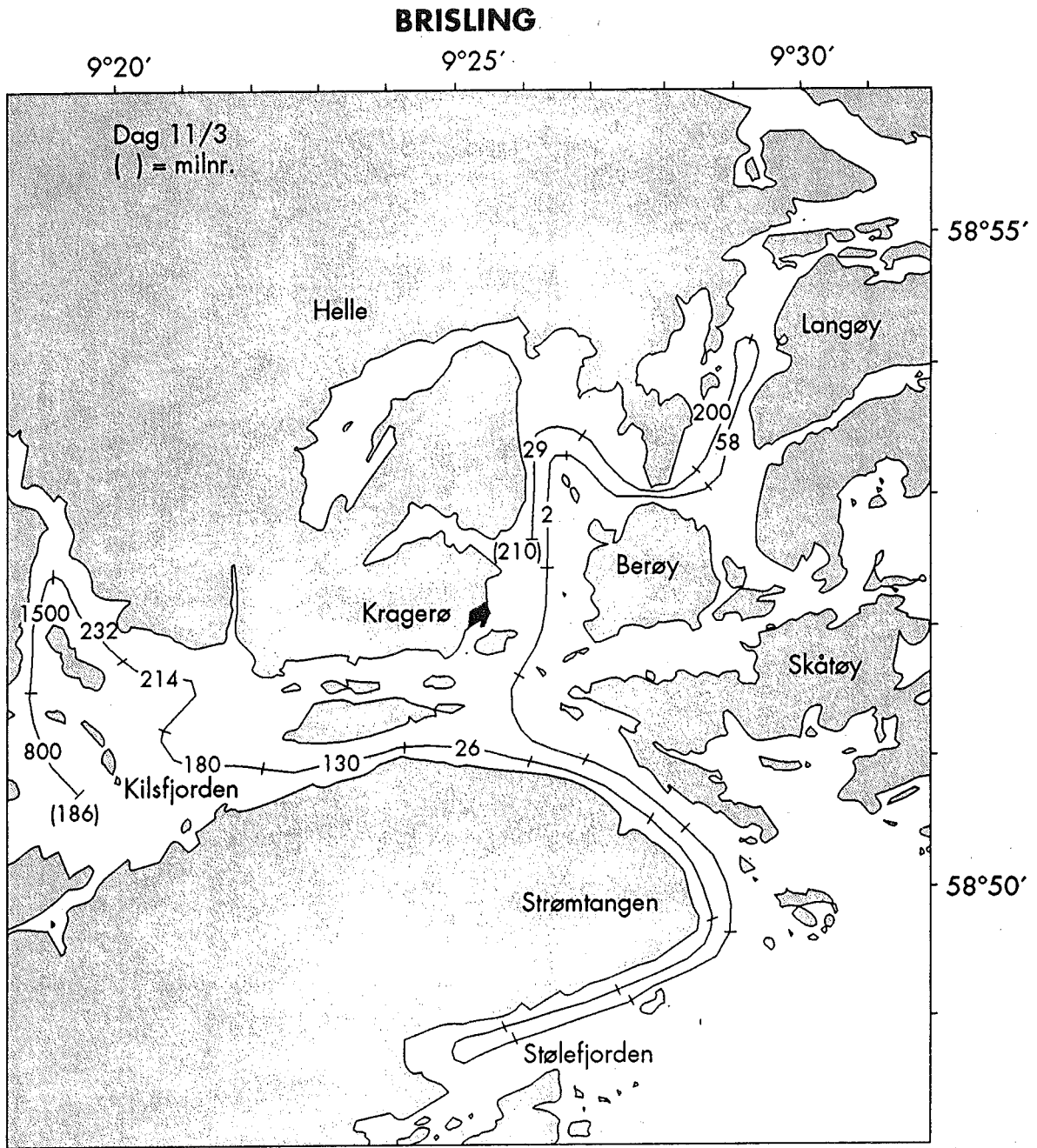


Fig. 9. Forts.

KRILL/PLANKTON

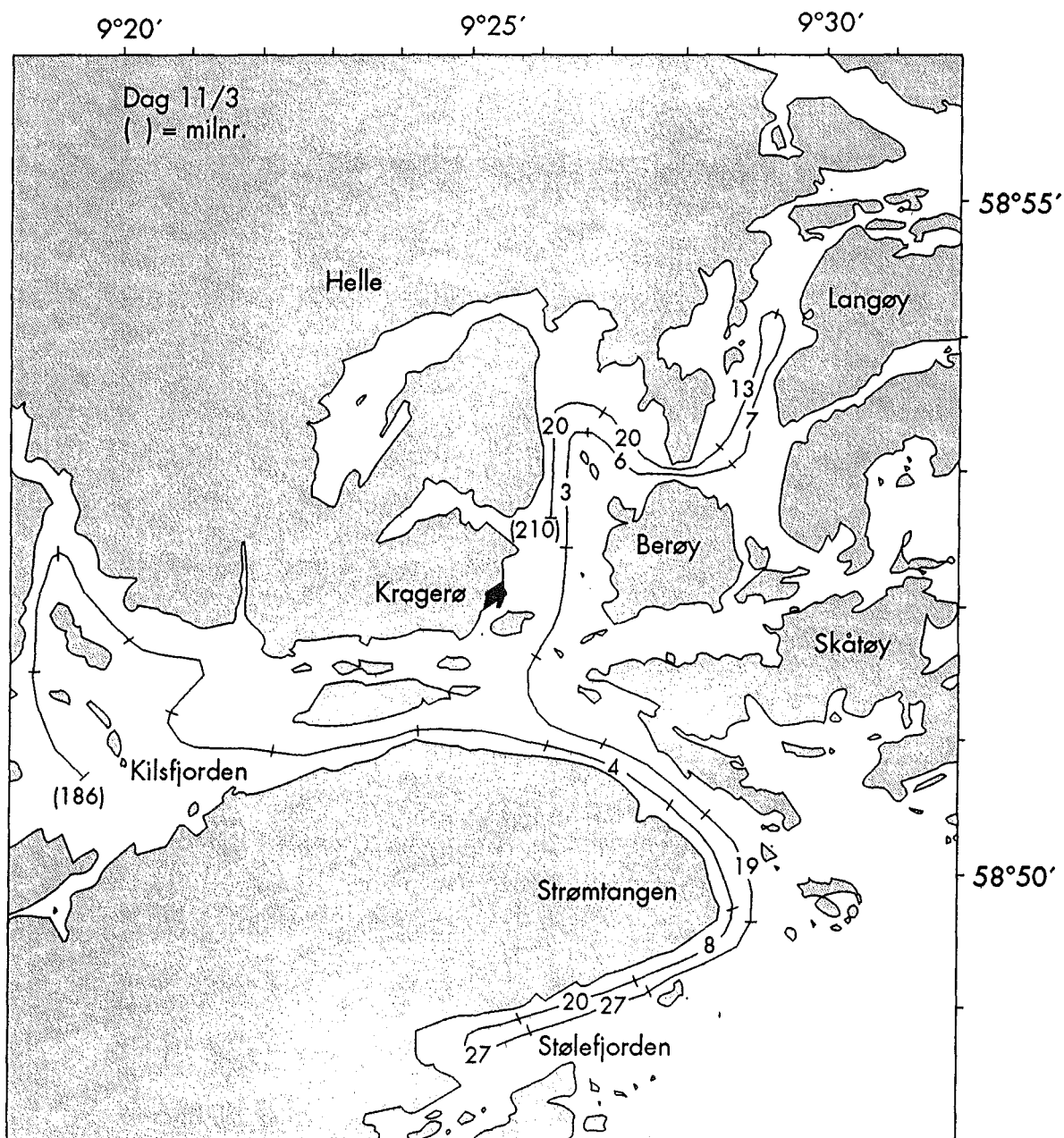


Fig. 9. Forts.

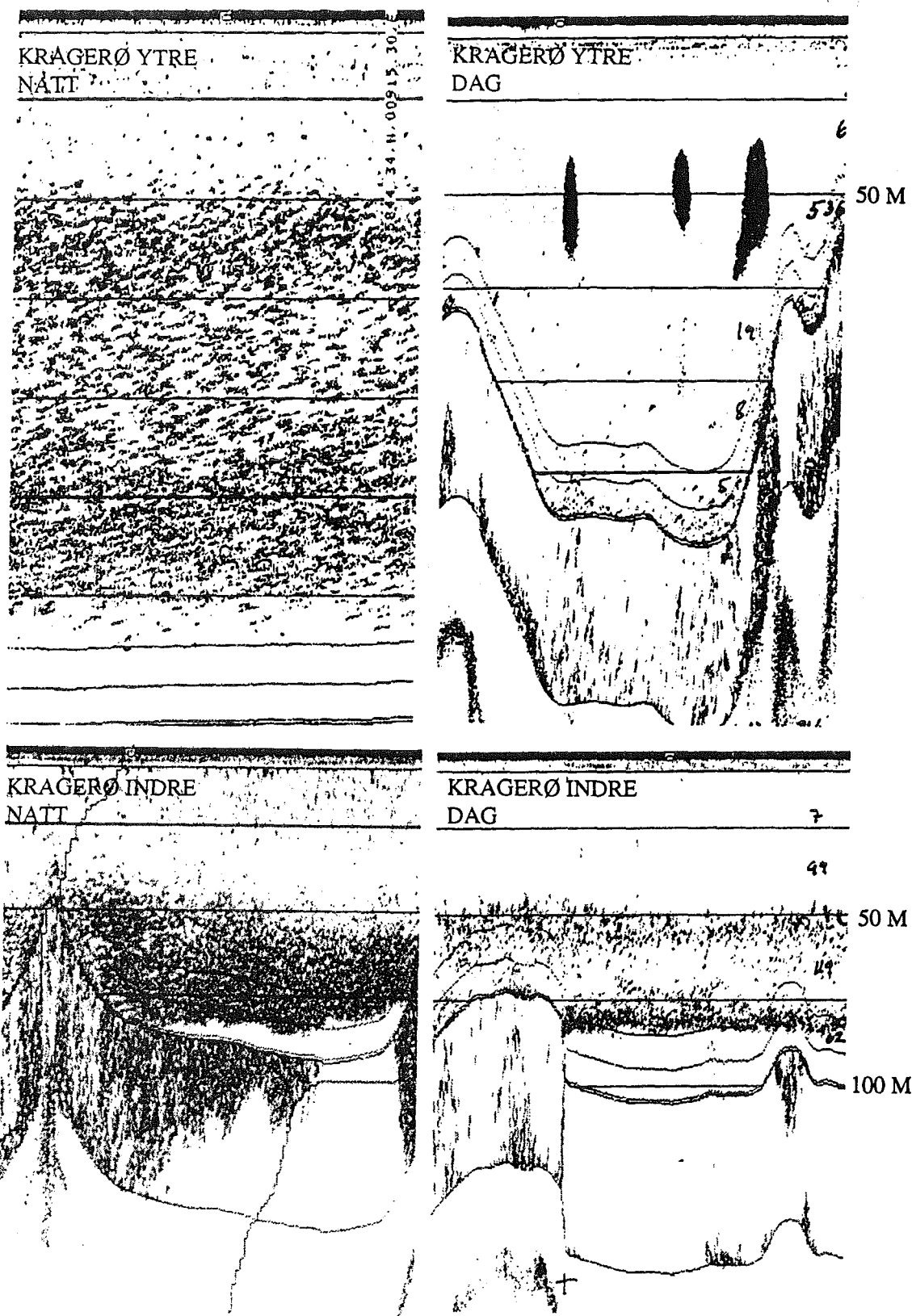
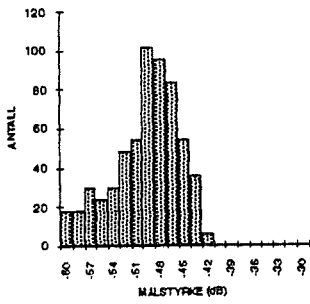
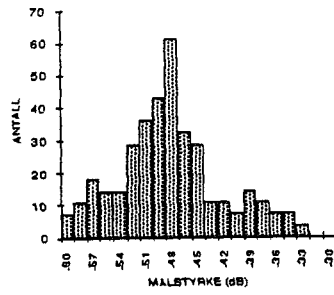


Fig. 10. Ekkogram fra Kragerøområdet, Mars 1993.

Kragerø A



Kragerø B



Kragerø C

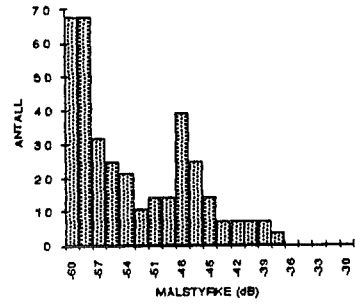
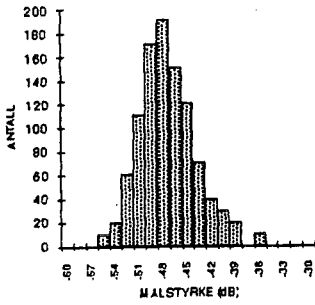
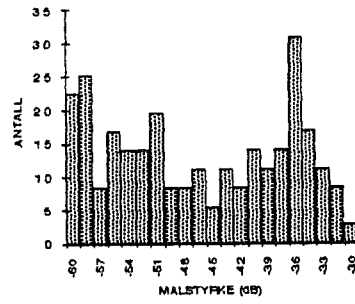


Fig. 11. Målstyrke i Kragerøområdet. Bokstavene viser til områdene vist i Fig.8. Øverste rekke er observasjoner i 8 - 25 m, nederste rekke er 50 - 75 m.

Mengdeberegninger

Middelverdier for ekkomengde, S_a , for dag og nattregistreringer og anslåtte arealer i ulike områder er vist i Tabell 6. På grunnlag av dette har vi anslått antall og vekt for de ulike artsgruppene i områdene (Tabell 7, 8). Anslaga viser store variasjoner mellom dag og natt, og det var også betydelige variasjoner når samme område ble dekket flere ganger til samme tid på døgnet. Resultatene må derfor kun tas som indikasjoner.

Tabell 6. Ekkomengde av fisk (untatt sild og brisling), brisling, sild og krill (inkludert andre planktonorganismer) i fjordene ved Risør og Kragerø.

OMRÅDE	Areal	EKKOMENGDE							
		Fisk		Brisling		Sild		Krill	
		dag	natt	dag	natt	dag	natt	dag	natt
Risør indre	2	39	94			2	1	4	3
Risør ytre	2	46	144	236	132	94	8	19	15
Sandnesfjorden	1,5	300	-	-	-	337	-	6	-
Kragerø indre	5	50	135	211	595	3	28	5	3
Kragerø ytre/ Støleffjorden	2,5	38	241	0	25	1243	541	13	42

Tabell 7. Antall i tusen av fisk (untatt sild og brisling), sild og brisling i fjordene ved Risør og Kragerø.

OMRÅDE	Areal	ANTALL I TUSEN					
		Fisk		Brisling		Sild	
		dag	natt	dag	natt	dag	natt
Risør indre	2	94	226	0	0	1	0
Risør ytre	2	111	347	661	370	39	3
Sandnesfjorden	1,5	542				139	
Kragerø indre	5	256	692	1329	3749	2	21
Kragerø ytre/ Støleffjorden	2,5	97	617	0	79	464	202

Tabell 8. Vekt i tonn av fisk (untatt sild og brisling), sild og brisling i fjordene ved Risør og Kragerø.

OMRÅDE	Areal	VEKT I TONN					
		Fisk		Brisling		Sild	
		dag	natt	dag	natt	dag	natt
Risør indre	2	19	45	0	0	0	0
Risør ytre	2	22	69	6	3	4	0
Sandnesfjorden	1,5	108				14	
Kragerø indre	5	51	138	11	32	0	2
Kragerø ytre/ Stølefjorden	2,5	19	123		1	46	20

Vurderinger

Kan "akustiske" tokt - kombinasjoner akustisk registrering og tråling for identifisering og prøvetaking - gi nødvendig informasjon for å kvantifisere mengder av fisk av ulike arter og størrelser i fjord- og kystområdene?

Kysten Arendal - Risør

De akustiske registreringene i området var tynne og spredte og nær bunnen både dag og natt. Bunnforholdene i området var svært ujevne - i likhet med kysten ellers -, og tråling med bunntål kan bare foregå på "kjente" lokaliteter. Alt kommersielt rekefiske i området foregår på gamle, faste felt - ofte svært snevre - hvor skipperen vet nøyaktig hvilke kurser som kan taues. Bunntåling for identifisering av ekkoregistreringer på stedet hvor registreringene gjøres er helt utelukket, unntatt i unntakstilfeller.

Den ujevne bunnen gjør det også vanskelig å få prøver med pelagisk trål nær bunnen i hele området. Under toktet lettet ikke fisken seg tilstrekkelig til at forsøk med den pelagiske trålen hadde noen hensikt.

Fjordområdene ved Risør og Kragerø

Heller ikke her tillater bunnforholdene bruk av bunntål. I begge disse områdene lettet imidlertid fiskeforekomstene seg tilstrekkelig om natten til at det ble oppnådd "representative" fangster med den pelagiske trålen. Utseendet av ekkogrammene og målstyrke-

fordelingene tydet på at det - spesielt i indre del av Risørsystemet - fantes en del stor fisk (≥ 50 cm) som ikke ble fanget i trålen. Trollgarnfangstene i samme området viste at det fantes stor torsk i dyp 5-30 m langs fjordsidene. I tråltrekkene ble det bare tatt 4 store torsk. All erfaring tilsier at torskefisk som er større enn 35-40 cm bare unntaksvis vil bli fanget i så små pelagiske tråler som den som brukes av "G.M. Dannevig". For den mindre fisken; øyepål, hvitting, sild og brisling syntes imidlertid trålen å gi brukbare fangster om natta. Ved akustiske "surveys" i disse fjordområdene bør det derfor brukes garn i tillegg til trål, for å få prøver av fisken som er for stor for trålen.

Om dagen stod fiskeforekomstene i relativt tette konsentrasjoner med liten utstrekning både horisontalt og vertikalt, men de løftet seg i vannsøylen og spredte seg utover om natten. Silda var mest ekstrem i så måte, men også torskefiskartene viste et tilsvarende døgnmønster, om enn mindre utpreget. Ved et slikt atferdsmønster vil dagsverdiene av ekkomengde for alle arter/artsgrupper bli sterkt avhengige av hvorvidt en på kurslinjene treffer konsentrasjoner/stimer. Dagsverdiene vil følgelig variere mye. Ekkoregistreringene må derfor foregå på natt-tid da fisken er mer jevnt fordelt og høyere i sjøen slik at den også lettere kan skilles fra bunnekk. Trålingen må også i hovedsak foregå om natten; fisken står da høyere i sjøen og den er også lettere å fange.

I begge fjordsystemene - spesielt i Kragerøområdet - finnes det sidearmer og sund der det ble registrert tildels tette forekomster av fisk på dagtid. Det ble ikke tatt fangster/prøver av denne fisken. Det må vurderes om natt-tråling i/eller nær overflaten eller om eventuelt fiske med garn av ulike maskevidder er det mest hensiktsmessige prøvetakingsredskap på disse stedene. Samlet sett tyder disse foreløpige undersøkelsene i de to fjordsystemene på at metodikken er vel anvendelig for formålet. De akustiske registreringene i kombinasjon med fangster i pelagisk trål gir et godt bilde av arts- og størrelsessammensetning og horisontal/vertikal-fordeling av forekomstene. Hovedbegrensningene er at stor fisk som f.eks. gytetorsk, ikke lar seg fange med trålene som kan brukes fra "G.M. Dannevig".

