



NOTAT

Oppdragsnummer eller spesiell referanse.

GÅR TIL

Orientering	Uttalelse	Behandling	Etter avtale
-------------	-----------	------------	--------------

S. Olsen, HI

J.W. Valdemarsen

S.A. Iversen, HI

D. Skagen, HI

A. Aglen, HI

W. Jordan, Fisk.Dir.

E. Bakken, HI

Gjelder:

Mengdemåling og gjenfangst
av merka makrell i Skagerak/Nordsjøen

Underskrevet av: Ole A. Misund

Avd.: Fangst

Dato: 1990-09-17

Til FTFI's adm.: 1 ekspl. for arkivering

Tidsrom: 27/8 - 12/9

Fartøy: M/S "Endre Dyrøy" H-6-F

Personell: Ole Arve Misund, Svein Floen

Formål:

- Sonar-survey der arealet av observerte stimar skulle målast med Furuno CSH-70.
- Etablering av Stimareal - biomasse relasjon ved notfangst av sonarmålte stimar.
- Merkegjennfangst: Levering av fangstar til mottak med detektoranlegg.

Metode

Sonarsurveyet dekte områda langs kysten av Sørvestlandet, Sørlandet, Indre Skagerak og havområda rundt Egersundbanken (Fig. 1). Det vart søkt etter stimar frå overflata og ned til ca. femti meters djup i eit ca 600 m. breidt belte langs kurslinja (søkeradius = 300 m i 180° sektor retta forover).

Storleiken av registrerte stimar vart målt med "estimate"-funksjonen på Furuno CSH-70 sonaren (Tabell 1). Denne funksjonen gjev ein relativ storleik av stimen mellom 0 og 100 innan eit åttekanta areal med tverrsnitt lik 1/4 av valgt sonarområde. Det relative estimatet (a') er ein funksjon av stimen sin utbreiing og målstyrke, og vil også variere alt etter korleis styrkeledda i sonaren er innstilt. I samråd med skipper og bas vart det valgt å køyre toktet med ei fast sonarinnstilling som erfaringsmessig var egna for å registrere makrellstimar (Tabell 2). Ved å anta at forma på stimane var sirkulær og at

det er proporsjonalitet mellom målstyrke og stimareal, vart arealet av kvar ein skilde stim rekna ut etter:

$$\begin{aligned} A' &= a' \cdot s \\ &= 2R_i \cdot LW' \cdot n \cdot \tan(\varphi/2) \\ LW &= LW' - ct/2 \\ A &= \pi/4 \cdot (LW)^2 \end{aligned}$$

- A' = ukorrigert stimareal
 s = skaleringsfaktor (ved søkeområde = 400 m: 8850/100)
 R_i = horisontal avstand båt - stim
 LW = stimdiameter
 n = antal stråler stimen er projisert over
 φ = horisontal strålebreidde (6°)

Kva art som danna dei registrerte stimane vart forsøkt klassifisert etter følgande metodar:

I) Akustisk:

Kvalitativ vurdering av frekvensresponsen til registreringane både mellom sonarane og på tofrekvens-ekkoloddet (Tabell 3).

II) Fangst:

- 1) Harping med båten manøvrert rett over sonarkontaktar.
- 2) Ringnotkast på utvalgte stimar.

For å undersøke forholdet mellom areal og biomasse i stimane, vart utvalgte stimar fiska med ringnot, og arealet av desse stimane målt som beskrevne av Misund (1989). Biomassen av heile stimar som vart fanga blei estimert ut frå volumkurvene for lastetakane ombord, og kontrollmålt ved leveranse til landanlegg. Fangstane vart levert anten til konsumanlegg eller sildoljefabrikk som var utstyrt med detektorar for å plukke ut merka fisk.

Den horisontale strålebreidda i mottaksfasen på Furuno CSH-70 er noko uklar, ei brosjyre opererer med 6°, operatørmanualen med 5 - 10°, og attpåtil er den justerbar. I følge Misund (1990 b) bør målingar av stimar korrigerast for ein horisontal strålebreidde

som fører til at forholdet mellom tversutstrekning og langsutstrekning for stimane er avstandsuavhengig. For Furuno CSH-70 er dette kriteriet oppfylt for 5° og 6° horisontal strålebreidde både for sild og makrellstimane (Tabell 4). Dei etterfølgande arealutstrekingane er derfor korrigert for ein horisontal strålebreidde på 6°.

Resultat

Forutsetnaden om proporsjonalitet mellom arealet av stimane og det relative storleiks-estimatet synes å vere tilstades (Fig 2) ettersom målingar på to sildestimar sør av Stavern gav ein klar sammanheng mellom stimarealet og Furuno-estimatet ($r=0.58$, $p<0.001$, $n=67$). Den andre forutsetnaden om sirkulær form er truleg nokonlunde akseptabel for sildestimar (tversutstrekning/langsutstrekning = 1.22), men ikkje for makrellstimar (tversutstrekning/langsutstrekning = 1.92). Ved søkeområde på 400m er imidlertid oppløysinga på grunn av strålebreiddeforvrenginga såpass dårleg at dei fleste stimane såg tilnærma firkanta ut. Forutsetnaden om sirkulær form gjer det i alle fall mogleg å kome fram til eit strålebreiddekorrigert mål på stimen sin utbreiing.

Det var ein klar samanheng mellom arealet og biomassen i åtte makrellstimar i intervallet 14 til 300 tonn (Fig 3). Arealet av ein sildestim estimert til ca. 10 tonn passer også godt inn i dette mønsteret. Hestmakrellen synest derimot å organisere mykje lausare stimar med ein mindre biomasse per arealeining (3.7 kg/m^2 for den fanga stimen) enn dei andre artane (Fig 3). Samanhengen mellom areal (m^2) og biomasse (kg) for sild og makrellstimane kan uttrykkjast ved

$$\log(\text{Biomasse}) = 1.329 \cdot \log(\text{Areal}) + 0.428 \quad r=0.94$$

Sonarsurvey

Under sonarsurveyet vart det registrert i alt 1162 stimar fordelt på artane sild, makrell og hestmakrell. Langs kysten av Sørvestlandet vart det observert makrellstimar, i Skagerak nestan berre sildestimar, medan det i området Egersundbanken, Revet, Patchbanken vart registrert både sild, makrell og hestmakrellstimar. Gjennomsnittleg var

arealet av hestmakrellstimane omtrent det dobbelte av sild og makrellstimane. Biomassen i sild og makrellstimane var gjennomsnittleg rundt 1 tonn dersom den vart estimert ut frå ein areal-til-biomasse relasjon for nordsjøsil (Misund et. al. 1990), og ca 7.5 gonger meir dersom biomassen vart estimert ut frå areal-til-biomasserelasjonen etablert ved notfangst av utvalgte stimar under dette toktet (Tabell 5). Alt etter kva konverteringsrelasjon som vart nytta varierte maksimal stimstorleik for sild og makrellstimane frå ca. 30 til rundt 150 tonn. Hestmakrellstimane var ca. 2 tonn i gjennomsnitt.

Total biomasse av sild i Skagerak varierte frå 4000 til 30000 tonn alt etter kva areal-til-biomasse konverteringsrelasjon som vart nytta (Tabell 6). I Nordsjøen varierte totalbiomasse av sild tilsvarende frå 9000 til 65000 tonn. Det vart registrert berre ubetydelege mengder makrell i Skagerak, men frå 60000 til 430000 tonn i Nordsjøen alt etter om biomassen vart estimert ved konverteringsrelasjonen for nordsjøsil (Misund et. al. 1990) eller ved areal-til-biomasse relasjonen etablert under dette toktet. At det var lite makrell i Skagerak går også fram av resultatet frå harpeforsøka (Tabell 7).

Ringnotfiske

Det vart gjort i alt 15 ringnotkast under toktet og fiska tilsaman 908.5 tonn makrell til ein verdi av ca. 1.1 mill. kroner. Mesteparten av fangstane som varierte frå 14 til 300 tonn vart tekne i området Revet - Egersundbanken (Tabell 8). Sør for Stavern vart det fanga ein sildestim på 10 tonn som vart slept igjen. Fangstsuksessen (andelen kast med fangst) var på 80%, som er godt over gjennomsnittet i nordsjøfisket etter sild og makrell (Misund 1990a). Lengdefordelingane i fangstane er sumert i Figur 4.

Vurderingar

I følge Iversen & Westgård (1986) er Skagerak eit viktig beiteområde for I-gruppe makrell om hausten. Våre resultat kan derfor indikere at 1989-årsklassen av makrell er svært liten sidan det vart registrert berre ubetydelige mengder i Skagerak. Vidare fann vi nesten ikkje makrell under 30 cm i fangstane fra Revet - Egersundbanken (I-gruppe

makrell er mindre enn 30 cm). Det kan og vere at makrellen trekkjer inn i Skagerak litt seinare på hausten.

Den etablerte areal-til-biomasse relasjonen gjev ein biomasse på ca. 25 tonn for ein stim på 1000 m². Det er omtrent på same nivå som for tilsvarande relasjonar etablert tidlegare på same måten for sild (Misund 1990a) og makrell (Misund 1988), men ca 7 ganger meir enn dersom biomassen vert estimert ved konverteringsrelasjonar for nordsjøsilde etablert berre ved akustisk måling av stimane (Misund et. al. 1990). Grunnen til dette misforholdet kan vere at konverteringsrelasjonane etablert ved fangst er basert på målingar av nokre få utvalgte store stimar med relativt høg tettleik, medan konverteringsrelasjonane etablert ved akustiske målingar er basert på eit større og meir representativt antall stimar av varierende storleik og tettleik (Misund 1990b). Det er imidlertid faktorar som indikerer at akustiske målingar underestimerer biomassen i stimar (absorpsjon, unnaviking).

Likevel synest eit totalestimat av makrell i det undersøkte område i Nordsjøen på 430000 tonn å vere i meste laget. Som nemt kan dette skuldast at den etablerte konverteringsrelasjonen ikkje er representativ for dei utallige små og truleg litt lausare stimane som vart registrert. Det er også truleg at ein god del av stimane som vart klassifisert som makrell i røynda var hestmakrell. Trass i den karakteristiske skilnaden i frekvensrespons mellom desse artane, trudde alle at vi hadde kasta på ein stor makrellstim då vi fanga 12 tonn hestmakrell. Hestmakrellstimane synest å vere mest utbreidd i Norskerenna, og dersom ein antek at 1/2 av dei observerte stimane i rutene som dekte dette område var feilklassifiserte, vert totalestimatet av makrell redusert med ca. 1/4. Totalestimata av sild varierer og alt etter kva konverteringsrelasjon som vert nytta. I Nordsjø-områda vart det og observert ein del stimar som stod heilt i botnen og som ikkje vart registrert på Furuno CHS-70 sonaren, slik at talet på sildestimar i desse områda er underestimert.

Dersom det skulle vere interesse for å gjennomføre liknande forsøk på kartlegging og mengdemåling av makrell i norske farvatn i framtida, vil det truleg vere ein føremon å dimensjonere og tettleiksmåle eit større antal stimar med sonar og ekkointegrator. Ut frå slike data kan det truleg etablerast ein meir representativ areal-til-biomasse relasjon enn ved fangst av nokre få utvalgte stimar. Det vil vere ein stor føremon å kunne utføre

målingane med sonarutstyr med ein automatisk arealmålingsfunksjon utan krav til spesiell stimform (Misund, Dalen & Aglen 1989). Tettleiksmålingane bør utførast med Bergen Ekkointegrator/Simrad EK 500 som og gjev høve til tilbakespreiingsmål frå to frekvensar. Den relative frekvens-skilnaden i stimen sin målstyrke vil vere svært nyttig for artsklassifisering.

Referanser

- Iversen, S.A. and T. Westgård, 1986. The size and distribution of the 1984-yearclass of mackerel in the Skagerak and the North Sea the autumn 1986. *Working Doc. for the ICES Mackerel Working Group, 17-26 Feb 1986.*
- Misund, O. A. 1990 a. Sonarobservations of schooling herring: School dimensions, swimming behaviour, and avoidance of vessel and purse seine. Rapp.P.-v. Reun (in press).
- 1990b. Dynamics of moving masses. Variability in packing density and shape among pelagic schools. *Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea. C.M. 1990/ B:40* Session R.
1988. Sonarobservations of schooling mackerel during purse seining. *Coun.Meet. int.Coun.Explor.Sea, 1988/B:27.*
- Misund, O.A., J. Dalen & A. Aglen, 1989. Mengdemåling av stimar med sonar. System analyse I - Brukarvurdering. *Notat no. F08903. Havforskningsinstituttet, Bergen, 1989. 46 s.*
- Misund, O. A., A. Aglen, A. K. Beltestad & J. Dalen 1990. Relationships between geometric dimensions and biomass of schools. *Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea.C.M. 1990/C:41* Session R.

Tabell 1. Leiteinstrumenter, M/S "Endre Dyrøy".

Type		kHz	Strålebr. (-3 dB)	Puls. (ms)
Sonar	Furuno CSH-70	180	10° x 6° a) (fleistråle)	5 (400m)
	Simrad SU	24	8.5° x 9° a) (einstråle)	15 (1250m)
Ekkolodd	Skipper CS 119	200		
	(Tofrekvens)	50		
	Simrad EQ 50	49	8° x 18° b)	1.3

a): horisontal x vertikal

b): langskips x tverrskips

Tabell 2. Innstilling av Furuno CSH-70.

Funksjon	Interval	Valg
TVG NEAR	0 - 9	0
MEDIUM	0 - 9	5
FAR	0 - 9	5
Gain	0 - 9	7
AGC	0 - 9	2
HOR	0 - 9	0

TVG: tidsvariert forsterkning

AGC: automatisk styrkekontroll

HOR: horisontal strålebreidde

Tabell 3. Kvalitativ måling av ekkostyrken til stimar av dei ulike artane.
(Fargeskala: svake ekko: grå eller grøn, middels ekko: gul, sterke ekko: raud eller svart)

Instrument	Frekvens	Makrell	Hestmakrell	Sild
Simrad SU	24 kHz	grå, svak lyd	svart, sterk lyd	svart, sterk lyd
Furuno CSH-70	180 kHz	raud (gul)	raud	raud
Skipper CS 119	50 kHz	grøn	raud (grøn)	raud
	200 kHz	raud	raud	raud

Tabell 4. Gjennomsnittleg tversutstrekning/langsutstrekning (CW/LW) av stimane som funksjon av strålebreidde og avstand (rs: Spearmans rangkorrelasjonskoeffesient for CW/LW og horisontal avstand, NS: $p > 0.05$, S: $p < 0.05$).

Stråle- breidde	Sild			Makrell		
	CW/LW	rs	N	CW/LW	rs	N
5°	1.35	-0.10**NS	68	2.00	0.16**NS	81
6°	1.22	-0.14**NS	68	1.92	0.15**NS	81
8°	0.98	-0.25**S	68	1.75	0.11**NS	81
10°	0.73	-0.40**S	68	1.62	0.04**NS	81

Tabell 5. Gjennomsnittleg (Gj.sn) og maksimalt (max) areal og biomasse i dei registrerte silde-, makrell- og hestmakrellstimane.
(A: $\log \text{Biomasse} = \log \text{Areal} \cdot 1.55 - 1.10$, B: $\log \text{Biomasse} = \log \text{Areal} \cdot 1.329 + 0.428$, C: $\text{Biomasse} = 3.75 \cdot \text{Areal}$, N: antal stimar.)

	Areal (m ²)		Biomasse (tonn)					N	
	Gj.sn.	Max	A	Gj.sn. B	C	A	Max B		C
Sild	300.7	3450	1.0	7.5		25.1	139.5		175
Makrell	221.3	4071	0.8	5.5		31.3	168.0		932
Hestmakrell	565.4	2217			2.1			8.3	55

Tabell 6. Biomasseestimat for sild og makrell i Skagerak og nordaustre Nordsjø september 1990.
 (A: $\log \text{Biomasse} = 1.55(\log \text{Areal}) - 1.10$, B: $\log \text{Biomasse} = (\log \text{Areal})1.329 + 0.428$, X: gjennomsnittlig stimstorleik, Σ : totalestimat, RA: ruteareal, SA: søkt areal)

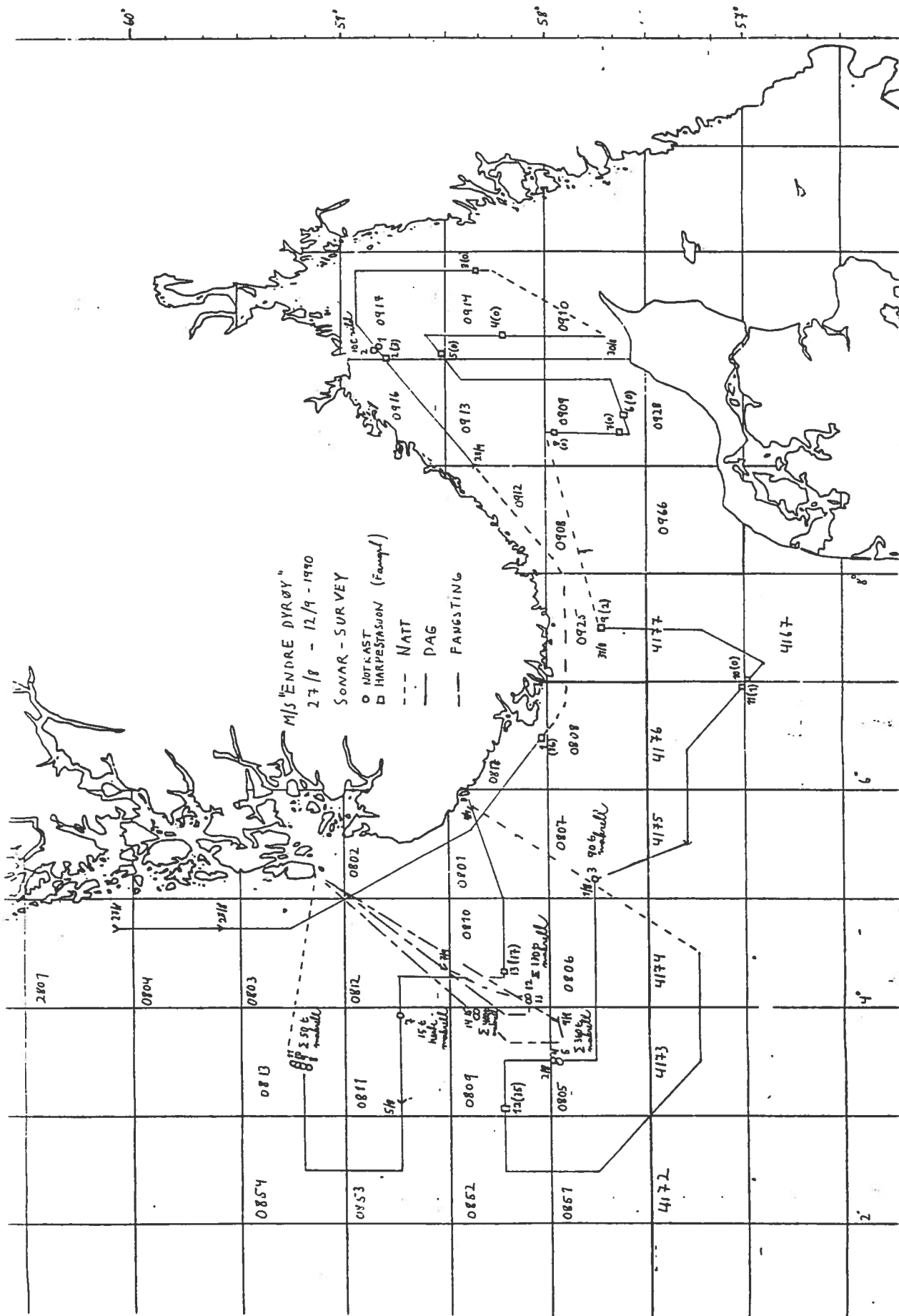
Rute	Seilt dist (nm)	Søkt areal (nm ²)	RA/SA	N	Sild Biomasse (tonn)				N	Makrell Biomasse(tonn)			
					Xa	Xb	Σ a	Σ b		Xa	Xb	Σ a	Σ b
Skagerak													
0916	28	9.07	50.00	2	3.0	21.0	305	2107	7	0.02	0.3	9	99
0917	80	25.92	34.23	15	1.0	7.4	510	3797					
0914	48	15.55	57.88	53	0.4	3.5	1279	10860					
0910	20	6.48	138.89	-	-	-	-	-					
0913	52	16.851	53.41	14	1.5	11.0	1158	8237	19	0.02	0.3	19	275
0909	67	21.712	41.46	18	1.0	7.1	761	5314					
Σ				102			4013	30315	26			27	374
Nordsjøen													
0802	33	10.69	42.10	1	0.02	0.2	1	10	111	0.2	1.7	950	8166
0801	50	16.20	55.56						119	0.5	3.5	3082	23214
0817	20	6.48	48.23										
0925	13	4.21	213.76						40	0.2	1.6	1544	13470
4177	32	10.34	87.04										
4167	14	4.54	198.24										
4176	37	11.99	75.06						3	0.1	0.9	21	219
4175	27	8.75	102.86										
0807	22	7.13	126.23	6	2.0	14.9	1541	11296	18	0.3	3.0	723	6881
0806	30	9.72	92.59	10	0.6	5.6	593	5190	5	2.7	17.7	1256	8215
0805	30	9.72	92.59						29	2.7	17.6	7279	47277
0809	30	9.72	92.59	19	1.9	12.5	3379	22055	75	1.9	12.9	13113	89569
0852	30	9.72	92.59						31	2.2	15.1	6372	43226
0851	35	11.34	79.37										
4173	35	11.34	79.37						5	2.2	15.3	887	6080
4174	15	4.86	185.19										
0810	35	11.34	79.37						188	1.3	9.4	20140	139867
0812	25	8.10	111.11						53	0.1	1.0	617	5798
0811	30	9.72	92.59	4	0.04	0.4	15	174	39	0.3	2.5	1040	8834
0859	30	9.72	92.59	14	0.2	1.9	186	1969	13	0.01	0.1	10	149
0854	30	9.72	92.59	18	2.3	15.2	3898	25455					
0813	12	3.89	231.36										
0803	33	10.69	84.19						56	0.1	1.2	602	5763
0804	30	9.72	92.59	1	0.01	0.2	1	16	121	0.3	2.2	2916	25194
Σ				73			9614	66165	906			60552	431922

Tabell 7. Harpestasjonar.

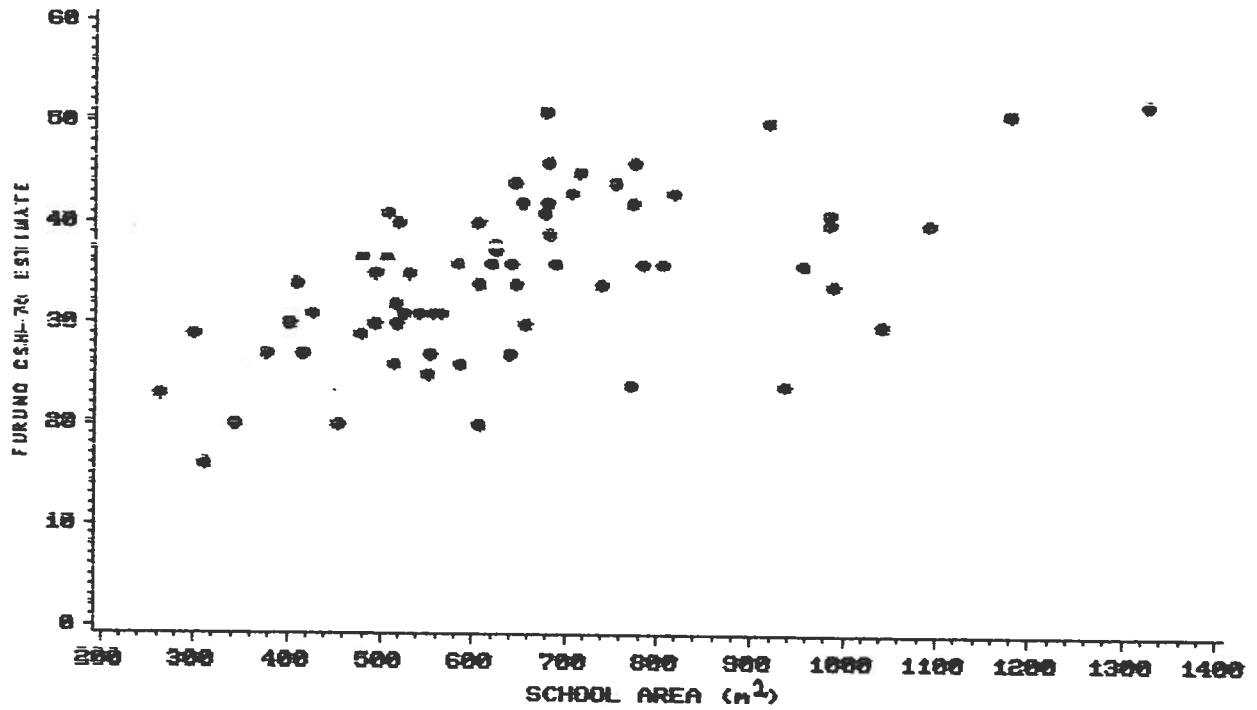
st.nr.	Dato	Kl.	Posisjon	Fangst
1	280890	2100	N58°2.0' E6°28.0'	36 makrell
2	290890	0950	N58°47.2' E10°0.0'	3 makrell
3	290890	2040	N58°20.9' E10°44.5'	-
4	300890	0750	N58°14.0' E10°11.9'	-
5	300890	1030	N58°31.2' E10°2.6'	-
6	300890	1740	N57°37.9' E9°24.0'	-
7	300890	1830	N57°37.4' E9°15.8'	-
8	300890	2040	N57°55.7' E9°13.1'	-
9	310890	0640	N57°43.0' E7°28.0'	2 makrell
10	310890	1210	N57°0.9' E7°1.0'	-
11	310890	1230	N57°1.9' E6°59.0'	1 makrell
12	020990	1000	N58°15.2' E3°3.4'	35makrell
13	040990	1230	N58°13.0' E4°23.8'	17 makrell

Tabell 8. Ringnotkast, "Endre Dyrøy" 1990.

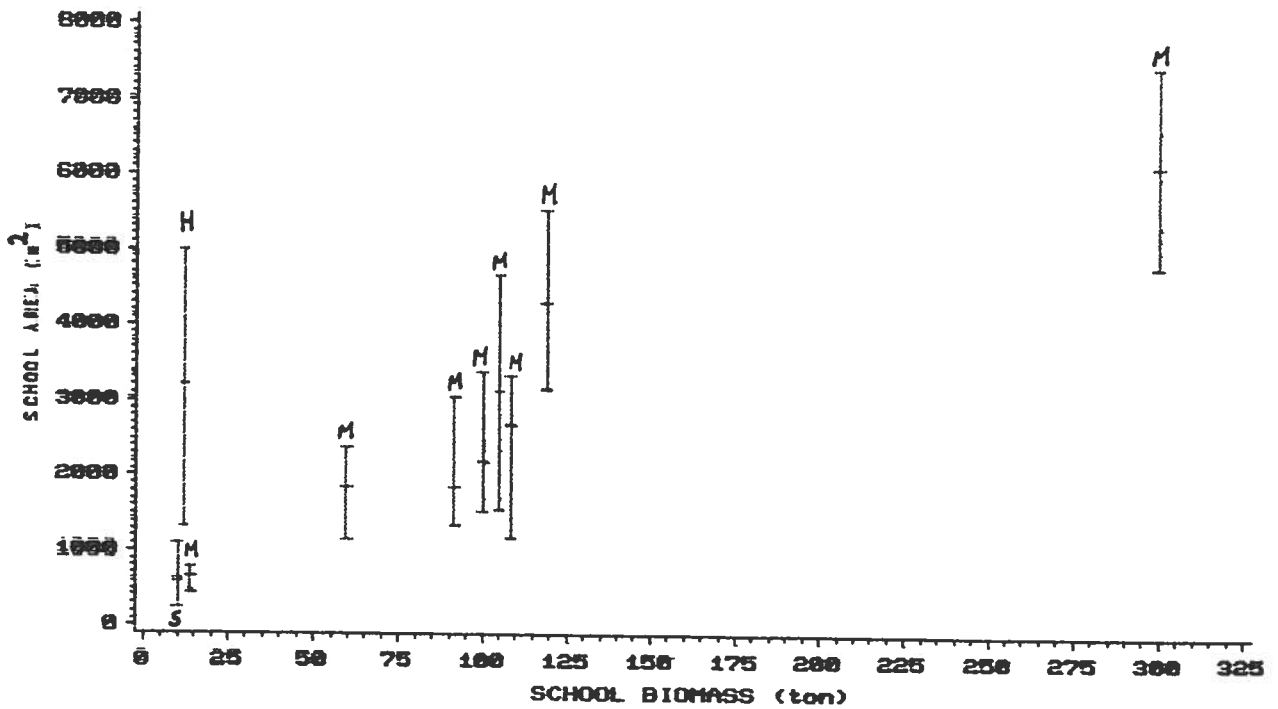
Kast	Dato	Kl.	Posisjon	Fangst
1	290890	1110	N58°47.8' E10°4.8'	-
2	290890	1500	N58°49.2' E10°5.1'	10 tonn sild
3	310890	2130	N57°48.3' E5°10.4'	90 tonn makrell
4	010990	1500	N57°56.6' E3°28.4'	150 tonn makrell
5	010990	1815	N57°57.6' E3°27.8'	70 tonn makrell
6	010990	2015	N57°58.9' E3°28.8'	140 tonn makrell
7	040990	1740	N58°45.9' E3°55.4'	12 tonn hestmakrell
8	050990	1450	N59°12.8' E3°25.1'	-
9	050990	1450	N59°12.5' E3°27.4'	6 tonn makrell
10	050990	1915	N59°15.4' E3°24.9'	-
11	050990	2120	N59°18.2' E3°28.4'	50 tonn makrell
12	070990	1200	N58°9.1' E4°3.9'	110 tonn makrell
13	070990	1655	N58°9.5' E3°58.9'	15 tonn makrell
14	100990	1235	N58°22.5' E3°57.9'	100 tonn makrell
15	100990	1530	N58°22.8' E3°58.0'	300 tonn makrell



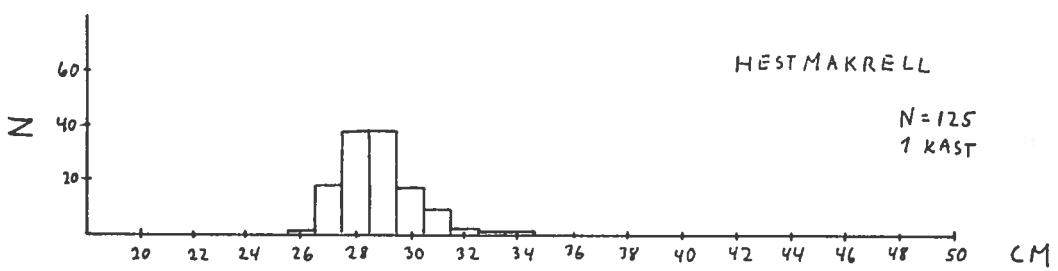
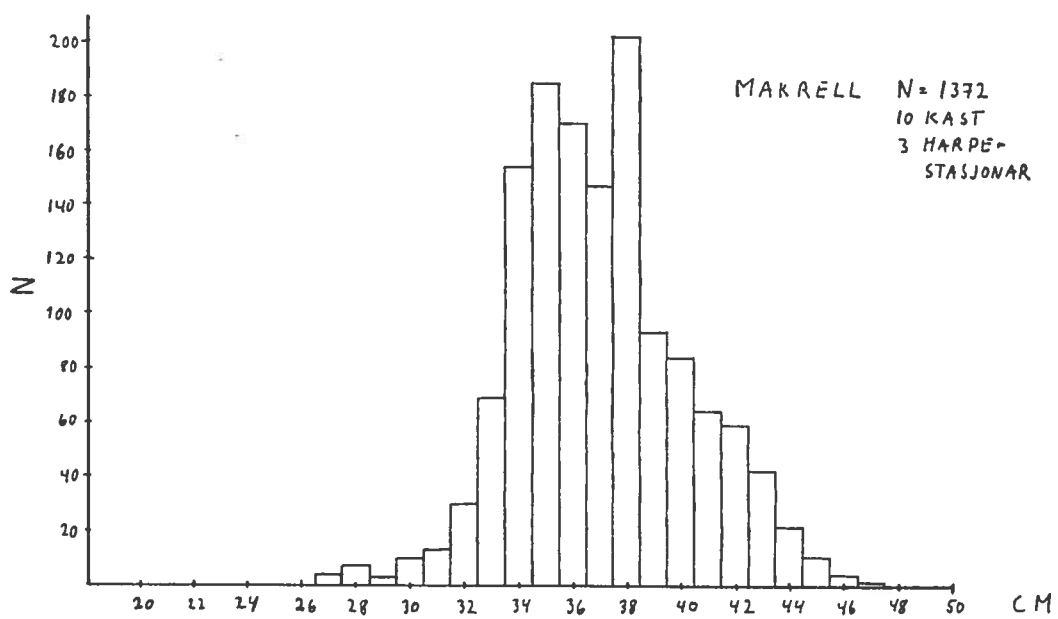
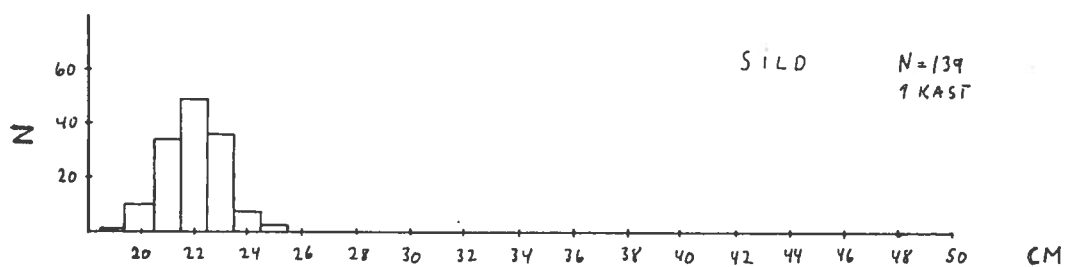
Figur 1. Kurslinjer, notkast og harpestasjonar med M/S "Endre Dyrøy", 1990.



Figur 2. Relasjon mellom stimareal og Furuno CHS-70 estimat for to sildestimar.



Figur 3. Relasjon mellom biomasse og stimareal for sild (s), makrell (m) og hestmakrell (vertikale stavar: maksimum, minimum).



Figur 4. Lengdefordeling av sild, makrell og hestmakrell fanga med M/S "Endre Dyrøy".