

TOKTRAPPORT

Tokt nr: 1999-012
Fartøy: G.O.Sars
Avgang: Bergen 12 oktober 1999
Ankomst: Bergen 22 oktober 1999

Formål: Akustisk mengdemåling av makrell

Dekningsområde:

Nordøstlige Nordsjøen (Norsk økonomisk sone)

Deltakere:

Helga Gill
Hans Petter Knudsen
Rolf Korneliussen
Bjarte Kvinge
Sigmund Myklevoll
Egil Ona
Dankert W. Skagen (tokleder)

Innledning

Toktet var en videreføring av tokt i 1996 og 1997, som hadde som formål å finne frem til måter å kartlegge og å mengdemåle makrell akustisk. Denne gangen ville vi spesielt undersøke om forskjellen i frekvensrespons (ekko-styrke ved forskjellige frekvenser) mellom makrell og andre arter, kunne utnyttes til å identifisere makrell, og til å skille makrellstimer fra andre registreringer. Toktet ble gjennomført med et kursnett som ved et vanlig akustisk mengdeberegningstokt, og dekket norsk økonomisk sone av Nordsjøen nord for 59°N, med unntak av Norskerenna.

Akustisk identifisering og måling av makrell har alltid vært betraktet som problematisk, siden makrellen mangler svømmeblære, og derfor gir et særdeles svakt ekko sammenlignet med f. eks. sild og torskefisk. Eksperimentelle akustiske målinger av makrell i fangenskap (se *Appendix I*) har vist at makrell gir et svært lavt ekko (målstyrke) ved den normale ekkoloddfrekvensen for fisk (38 kHz), men med et økende ekkonivå på høyere frekvenser, som ved 120 og 200 kHz. Målingene har vist at den økte midlere målstyrken på de høyere frekvensene er et resultat av sterk akustisk direktivitet i ekkoet fra makrell. Fisk med svømmeblære, som sild og torsk, har i samme og andre forsøk gitt lav frekvensrespons (mindre enn ca. 30% forskjell på frekvenser fra 18 - 200 kHz). Et modifisert EK 500 ekkolodd, som sender synkront på frekvensene 18, 38, 120 kHz, og trigger det ordinære loddet som nå sender på 200 kHz, ble brukt (se nedenfor under Kalibrering). Modifiseringen tillater eksakt samme pulslengde og samme digitale oppløsning på alle frekvenser, men begrenser derved maksimaldyp på alle ekkoloddene til 600 m. Den gjør det mulig presentere

ekkoogramregistreringene som kombinasjoner av ekkostyrken fra flere frekvenser, f. eks. som differanse, forholdstalls og ekstraherte ekkogrammer. Et viktig formål med toktet var å samle et datamateriale av registreringer for videreutvikling av programvare for ekstrahering av slik differanse-informasjon, til en egen program-modul i Bergen Ekko Integrator, BEI. Videre ville vi undersøke om vi ved å utnytte forskjellen i frekvensrespons til identifisering, kunne integrere registreringer av makrell på vanlig måte på flere frekvenser samtidig. Sammen med data fra målstyrkemålinger utført på makrell i fangenskap, ville vi prøve å utføre en estimering av mengde makrell i det utvalgte området som toktet dekket.

Gjennomføring.

Kursnett

Området fra 59°N til 61°30'N og mellom vestre kant av Norskerenna og sonegrensen mot Britisk sektor (ca 2°E) ble dekket to ganger, første gang fra sør mot nord, andre gang fra nord mot sør. Hver dekning ble gjort med øst-vest kurser med maksimalt 15 nm avstand. Andre dekning ble gjort med kurslinjer mellom kursene fra første dekning. Et område mellom 61°N og 60°45'N, der vi registrerte betydelige mengder makrell, ble dekket med kurser med 5 nm mellomrom. I enkelte områder med gode registreringer ble det gjort avvik fra kursnettet, (f.eks. snudd tilbake) for å få et større materiale av stimregistreringer for senere analyser. Kursnett og stasjoner er vist i Figur 1 og 2.

Tråling.

Tråling ble gjort med Åkratrål (åpning ca 30x30 m) på akustiske registreringer. Trålen ble dels kjørt i overflaten med to blåser på hver vinge, dels som vanlig flytetral i vekslende dyp. Dessuten fant vi at ved å ha bare en blåse på hver vinge og skyte tilstrekkelig wire (ca 140 m), dukket blåsene under og trålen gikk med overtelna stabilt i ca 25-30 m i tauefart 3.8 - 4.2 knop. Dette synes å være en god løsning på problemet med å få trålen vekk fra fartøyet og å få tilfredsstillende trålgeometri ved fiske i dybdeområdet 30-50 meter, der makrellen gjerne stod.

Prøvetaking.

Fangstene ble sortert på art. Alle arter ble lengdemålt (100 fisk eller hele fangsten). Full individprøve ble tatt av makrell og taggmakrell, maksimum 100 stk. i hver prøve, tilfeldig utvalgt. Sild ble veiet enkeltvis og undersøkt makroskopisk for soppsykdom (*Ichthyophonus hoferi*), i tillegg til lengdemålingene.

Ekkolodd og kalibrering:

Kalibrering ble utført 13. 10. 99 i Uggdalseidet, Tysnes under meget gunstige forhold. Det ble brukt 2 ekkolodd av typen EK500. Det ene inneholdt transceivere for de 3 laveste frekvensene 18, 38 og 120 kHz. Kontrollprosessen var modifisert med en spesial-PROM som gir fast 0,6 ms pulslengde og et samplingintervall på 2 cm. Dette for at pulsvolumet for hver frekvens skal være tilnærmet likt. Det andre ekkoloddet inneholdt transceiver for 200 kHz. Følgende måleresultater fremkom under kalibreringen:

Frekvens	18 kHz	38 kHz	120 kHz	200 kHz
Svinger	ES18-11-SK	ES38B-SK	ES120-7-SK	200-28E-SK
Kalibreringskule	cu64	cu60	wc38,1	wc38,1
Kuledyp	20,5 m	20,5 m	20,94 m	20,32 m
Temperatur i kuledyp	13,7 °C	13,7 °C	13,7 °C	13,7 °C
Saltholdighet	31,5 ‰	31,5 ‰	31,5 ‰	31,5 ‰
TS _{kule}	-34,22 dB	-33,6 dB	-39,53 dB	-39,06 dB
Absorpsjonskoeffisient	3 dB/km	10 dB/km	38 dB/km	53 dB/km
Pulslengde	0,6 ms	0,6 ms	0,6 ms	0,6 ms
Båndbredde	wide	Wide	Narrow	Narrow
Sendereffekt	2000 W	2000 W	1000 W	1000 W
10 log ψ	-17,0 dB	-21,0 dB	-20,8	-20,4
S _v svingerfølsomhet	23,36 dB	27,39 dB	26,00 dB	25,15
TS svingerfølsomhet	23,26 dB	27,80 dB	26,04 dB	25,15
Vinkelfølsomhet	13,9	21,90	21,0	0
langskips				
Vinkelfølsomhet	13,9	21,90	21,0	0
tverrskips				
3 dB strålebredde	11,0 °	7,0 °	7,2 °	7,2 °
langskips				
3 dB strålebredde	11,0 °	6,9 °	7,4 °	7,2 °
tverrskips				
Langskips avvik fra senter	-0,04 °	-0,02 °	-0,62 °	0
Tverrskips avvik fra senter	0,02 °	-0,09 °	0,33 °	0

Svingerfølsomheten for frekvensene 18 kHz og 38 kHz har vist meget god langtidsstabilitet, <0,3 dB. Imidlertid har svingerfølsomheten for de høye frekvensene, 120 kHz og 200 kHz vist seg å variere en del over tid. Det ble derfor besluttet å gå tilbake til Uggdalseidet og foreta en ny kalibrering, spesielt for 120 og 200 kHz, etter endt tokt 22. oktober 1999. De nye målingene ga følgende endringer:

Frekvens	120 kHz	200 kHz
S _v svingerfølsomhet	25,8 dB (-0,2 dB)	25,65 (+0,5 dB)
TS svingerfølsomhet	25,62 dB (-0,42 dB)	25,65 (+0,5 dB)
3 dB strålebredde	7,01 ° (-0,19°)	7,2 °
langskips		
3 dB strålebredde	7,18 ° (-0,22°)	7,2 °
tverrskips		
Langskips avvik fra senter	-0,52 ° (-0,1°)	0
Tverrskips avvik fra senter	0,52 ° (+0,19°)	0

Følgende tabell viser variasjon overt tid for S_V svingerfølsomhet for de ulike frekvensene:

	S_V svingerfølsomhet (dB)				
	før modifika- sjon 07.10.99	etter modifika- sjon 07.10.99	før tokt 13.10.99	etter tokt 22.10.99	etter tilbake- stilling til std. 22.10.99
18 kHz	23,36	23,36	23,36	ikke målt	23,10*
38 kHz	26,9	27,39	27,39	ikke målt	26,9 *
120 kHz	25,03	24,75**	26,00	25,8	25,8
200 kHz	26,05	ikke modif.	25,15	25,65	ikke modif.

*)Transceiveren var satt tilbake til sitt opprinnelige kabinett.

***)Lobedagrammet var ikke målt under denne kalibreringen og det er sannsynlig at målingen av S_V svingerfølsomhet er foretatt utenfor akustisk akse.

Sonar

Sonaren SA 950 ble brukt kontinuerlig. Under vanlig surveyfart, 11 knop, ble den stilt 90° til babord, med en passelig tilt (5° - 12°) for dybdeområdet for registrerte stimer på ekkoloddet. Maksimal rekkevidde brukt var stort sett 300 m. Stimdata ble logget på HP arbeidstasjon i instrumentrom, og kjørt i standardmodus, med redusert stimterskel (10). Sonaren gav gode registreringer av makrellstimene, som på avstander under 100 m ofte hadde en «pølseutsrekning» større enn strålebredden. Under tråling og i områder med tette stimregistreringer ble den stilt forover, og farten ble redusert til ca 8 knop eller mindre. Stimdata ble også logget på papirutskrifter for senere bearbeiding.

Hydrografi

CTD stasjoner ble tatt rutinemessig etter hvert trålhal, og dessuten i utvalgte posisjoner.

Arbeidsforhold

T.o.m. 20/10 var der svært gode forhold, med lite vind og sjø. De siste dagene var været for dårlig til å få brukbare registreringer. Dette begrenset det effektive dekningsområdet mot syd, og toktet ble avsluttet 1 døgn tidligere enn planlagt p.g.a. værforholdene.

Resultater

Akustiske registreringer.

Makrell ble identifisert som stimer av varierende tetthet, enkelte ganger nesten som diffuse slør, der integrert ekkomengde, s_A , ved 200 kHz var 3-5 ganger høyere enn ved 38 kHz. Ved de tre laveste frekvensene (18, 38 og 120 kHz), var integrert ekkomengde i stimene noenlunde like, spesielt var s_A verdien ved 120 kHz ikke synderlig høyere enn ved 38 kHz.

Stimene som ble identifisert som makrell stod uten unntak like over termoklinen, som ble registrert på omlag 50 m. Hovedtyngden av makrellregistreringene ble gjort over plataet mellom Norskerenna og grensen mot Britisk sektor, fra ca 60°N og nordover. Fiskeflåten opererte i deler av dette området. Norskerenna ble ikke dekket adekvat, men makrellregistreringene syntes å stoppe opp et stykke vest for kanten av renna. Derimot var det all

grunn til å tro at makrellen også var tilstede på britisk side av sektorgrensen. Her hadde vi imidlertid ikke anledning til å gå på dette toktet.

Sild ble registrert i relativt små stimer, for det meste nær bunnen, men også spredt i overflaten eller i slør dypere nede. Sild ble registrert i hele dekningsområdet, men mest i den sydlige delen.

På tidligere tokt mente en å kunne identifisere taggmakrell som kraftige, men meget små knuter nær overflaten, spesielt i Norskerenna. Slike registreringer ble gjort også denne gang. Ved tråling på slike registreringer ble det funnet 0-gruppe øyepål, 0-gruppe kolmule eller sild. Voksen taggmakrell ble funnet på to av disse trålstasjoner, begge om natten i vestre kant av Norskerenna. I tillegg ble små mengder 0-gruppe taggmakrell funnet i flere hal.

Tolking og måling av frekvensrespons

Datainnsamling på vanlig BEI format ble gjort på 4 frekvenser, 18, 38, 120 og 200 kHz. Dataene ble tolket på alle frekvenser i områder der det ble registrert makrell, men bare på 38 kHz i resten av området. Typisk ble 200 kHz brukt først for å avgrense og tolke makrellstimer ved å benytte stimboksfunksjonen i BEI. Når 200 kHz - kanalen var ferdigtolket gikk en videre til 38 - 120 og 18 kHz, og registrerte manuelt frekvensresponsen på stimene. Hver kanal ble tolket for makrell. Andre arter som sild, bunnfisk, plankton, kolmule, plankton/lysprikkfisk og taggmakrell, ble grovtolket på 38 kHz.

Vel avgrensede stimer var hovedsakelig av to kategorier. Den første kategorien hadde gjennomgående lave akustiske verdier ved 38 kHz og samtidig betydelig høyere (3 - 5 ganger) verdier ved 200 kHz. Denne kategorien ble tolket som makrell. Den andre hovedkategorien hadde betydelig høyere akustisk verdi i forhold til stimareal på 38 kHz, og avtagende akustisk respons på de høyere frekvensene. Denne kategorien ble klassifisert som sild. Lignende stimformasjoner, men med gjennomgående lavere S_A - verdi og betydelig høyere verdi ved 18kHz, ble antatt å representere stimer av fisk med ganske liten svømmeblære som man kunne anta ville være resonnante ved 18 kHz, slik som laksesild og 0-gruppe torskfisk (øyepål og kolmule).

I løpet av toktet ble der laget en tilleggsmodul til BEI, som fremstiller frekvensresponsen grafisk i et ekstra vindu. Figur 3 viser et område med mange stimer. For to av disse stimene er frekvensresponsen fremstilt på figuren. Den ene hadde den frekvensresponsen vi betrakter som typisk for makrell. Den andre hadde et helt annet mønster - svakt avtagende fra 38 kHz til 200 kHz, og litt høyere ved 18 kHz. Denne stimen ble antatt å være sild.

I en viss utstrekning lot det seg gjøre å bekrefte artssammensetningen ved tråling. De fleste fangstene inneholdt både makrell, sild og 0-gruppe torskefisk, for det meste øyepål, men der hvor en klarte å få rene fangster av velavgrensede stimer, svarte artsammensetningen i fangsten stort sett til den akustiske klassifiseringen. Tråling på makrell på dagtid var vanskelig, og ofte ble det registrert på sonaren at stimen svømte lenge foran fartøyet, i fartsretningen ved trålfart 4.0 knop.

Tråldata.

Artsammensetningen i trålfangstene er vist i Tabell 1. Tabellen viser også hvilke registreringer som foranlediget tråling. Spesielt fremgår det at der en traff registreringer som akustisk ble

antatt å være makrell, var fangsten dominert av makrell. Unntaket er stasjon 556, der en forsøkte å tråle gjennom en stor stim som ble antatt å være makrell, og fangsten var en blanding av makrell og sild.

Døgnvariasjon

For makrell var midlere integratorverdi pr. 5 nm var omtrent lik om dagen (0600 - 1800 UTC) og om natten, men der var en tendens til færre, men større stimer om dagen. Makrellen stimet både om natten og om dagen, med økende utstrekning og fortynning av tettheten i stimene om natten.

Sonarregistreringer

Sonaren ble brukt som støtte ved identifisering av makrell, og under fiske. Stimdata er samlet, men foreløpig ikke videre bearbeidet. Hovedinntrykket var at stimer av betydelig størrelse stort sett ble registrert, slik sonaren ble operert, mens mindre registreringer ofte skyldtes 0-gruppe fisk, spredt sild, taggmakrell eller støy.

Mengdemål makrel

Mengdemålingen av makrell er beregnet ut fra registreringene ved 200 kHz, men ville blitt omlag den samme på 38 kHz. Frekvensen 200 kHz ble valgt fordi den gav best tolking av makrell, og best dynamikk. Mengdeberegningen er gjort på følgende måte: Tolkede verdier fra BEI, inkludert 0-verdier, ble overført til BEIMAP og midlet på ruter,. Ruteposisjoner, rutearealer og midlet integratorverdi i ruten ble overført til fil ved hjelp av exportkommandoen i BEI, og importert i Excel regneark.

Antall makrell i ruten beregnes etter formelen:

$$N = \frac{\langle s_A \rangle \cdot A}{\langle \sigma \rangle}$$

Her er arealet A beregnet i BEIMAP til 145 - 154 nm², avhengig av posisjon. Et tilbakespredningstverrsnitt $\langle \sigma \rangle$ for 200 kHz for 35.0 cm makrell på 1.59E-4 (m²) ble brukt. Dette tilsvarer en målstyrke på $\langle TS \rangle = -49$ dB . Videre er biomassen beregnet ved å bruke en middelvekt på makrell på 360 gram, som registrert i prøvetakingen. Mengdemålet er beregnet for 3 dekninger (første halvdel, andre halvdel og begge). Resultatene er vist i tabell 2. Figur 4 viser den geografiske fordelingen basert på registreringene under hele toktet.

Det beste mengdemålet fikk vi antagelig under annen dekning, som ga et estimat på 1.03 millioner tonn. Første dekning var angagelig for grov, og det er mulig at makrellen vandret nordover foran oss, slik at vi ikke nådde den igjen før i den nordligste delen. Totaldekningen ligger noe høyere, 1.25 millioner tonn, men kan ha fare for dobbeldekning dersom fisken har vandret fra første til siste dekning.

Størrelses- aldersfordeling for makrell er vist i Tabell 3. Middelvekt ved alder og lengde er vist i Tabell 4. Makrell over 6 år var sjelden, mens 1996 årsklassen, som utgjorde 43% av de

aldersbestemte makrellene, ga inntrykk av å være en sterkere årsklasse enn gjennomsnittet. Individveksten i denne årsklassen synes å ha vært bedre enn i de foregående årsklassene.

Sild.

Lengdefordelingen for sild samlet er vist i Figur 5. En betydelig del av silden (nær 20%) viste tegn på angrep av *Ichthyophonus*, fortrinnsvis i form av lesjoner i hjertet, sjeldnere i form av ytre lesjoner. Tabell 5 viser prosentvis forekomst av sykdom i hvert trålhal. Der var stort sett lavere forekomst i hal der en markert stim ble fisket, enn når silden gikk spredt.

Taggmakrell.

Taggmakrell ble funnet på to stasjoner i den vestlige Norskerenna. Begge ganger var den akustiske registreringen små, tette knuter nær overflaten. Lengdefordelingen er vist i Figur 5. Den sterke 1982 årsklassen, som ventelig vil ha lengder over 35 cm, later ikke til å være dominerende.

Oppsummering.

Bruk av flere frekvenser og utnyttelse av forskjellen i frekvensrespons mellom arter synes å representere et stort fremskritt i utviklingen av metoder for å kartlegge makrell akustisk. Spesielt gjør bruk av 200 kHz ekkolodd at stimer av makrell sees vesentlig tydeligere, og ved å sammenholde 200 kHz registreringer med registreringer ved lavere frekvenser er det lett å skille makrell fra de fleste andre arter.

Det er fortsatt et problem å identifisere og kvantitere makrell når den går spredt, spesielt når den finnes i plankton-slør, når den går svært nær overflaten, og når den går dypere enn rekkevidden ved 200 kHz (dvs. dypere enn ca. 200 m). På dette toktet var der forholdsvis lite plankton i de akustiske registreringene, og makrellen sto stort sett mellom 30 og 50 m.

Makrellen ble påvist over et relativt begrenset område, fra 60°N og nordover, og bare over den grunne delen. Lenger sør fant vi ikke makrell. Fiskeflåten hadde operert i den sørlige delen av dekningsområdet få uker tidligere, slik at en må anta at makrellen nå var på vei nordover. Toktet var begrenset til norsk økonomisk sone, og det er ingen grunn til å tro at hele utbredelsesområdet ble dekket. Det var også påfallende lite eldre makrell i fangstene.

Det samlede akustiske mengdemålet må betraktes som høyst tentativt. Det er basert på en metodikk som fortsatt er under utprøving, er stort sett begrenset til måling av makrell som går i tydelige stimer, og utbredelsesområdet ble ikke dekket fullstendig. Den målte verdien på ca 1 million tonn kan virke noe lav, men neppe urimelig, sammenholdt med ICES arbeidsgruppens nåværende estimat på 3.75 millioner tonn gytebiomasse i 1999.

Makrellen var konsentrert i et ganske begrenset område, og antagelig med betydelige forflytninger selv i den korte tiden toktet varte. Dette må det tas hensyn til ved planlegging av fremtidige mengdemålingstokt. Muligvis vil en preliminær grovdekning etterfulgt av en detaljert dekning av områder med høye konsentrasjoner være det beste. Konvensjonell dekning med forhåndsplanlagte kurser vil innebære høy varians, fordi risikoen for å overse størstedelen av makrellen i området blir stor. Kursnettet ble til en viss grad modifisert for å ta hensyn til dette.

Slik tóktet ble lagt opp, ga det ikke grunnlag for å estimere mengden av taggmakrell. Tidligere har en ment at svært små og tette knuter nær overflaten, som typisk sees over Norskerenna, kunne representere taggmakrell. Inntrykket denne gang var noe mer nyansert - selv om taggmakrell fortsatt fantes i fangstene når en trålet på slike registreringer, var der også 0-gruppe av forskjellige torskfisk, og sild.

Der ble ikke gjort forsøk på å beregne noe akustisk estimat på sild. *Ichthyophonus* sykdom ble funnet hos nærmere 20% av silden i området.

Betydningen av presise målinger på høyere frekvenser er klart større når makrell skal måles, enn for de fleste andre arter. Gjentatte kalibreringer under toktet har vist problemer med kalibrering på 120 kHz og 200 kHz. Dette er forhold som må vies spesiell oppmerksomhet i forbindelse med fremtidig makrell-akustikk.

PT nr	Bredde (N)	Lengde (E)	Dato	Klokkeslett (UTC)	Fangst (kg)	% vekt			0-gr. torskefisk	Annnet	Registrering
						Makrell	Sild				
547	59.16	2.46	14-Oct	1055	0	0	0	0	0	0	Små knuter i overflaten
548	59.30	2.48	14-Oct	1818	33	0	0	91	9	9	Jevnt dryss over bunnen, på 70 - 100 m
549	59.30	3.15	14-Oct	2320	0.96	0	45	44	9	9	Små 'makrell' stimer på ca 50 m + små knuter i overflaten
550	59.30	3.09	15-Oct	20	13.2	52	42	6	0	0	Små 'makrell' stimer på ca 50 m
551	59.45	2.55	15-Oct	510	19.5	97	2	0	1	1	'Makrell' stimer på 25 m
552	60.00	2.24	15-Oct	1320	3.5	29	7	3	0	0	Tett dryss på sonar, lite på ekkolodd
553	60.00	3.08	15-Oct	1704	28.3	21	67	3	9	9	Tett dryss på sonar, lite på ekkolodd
554	60.14	2.52	15-Oct	2327	78.8	97	1	1	1	1	Stor 'makrell' stim
555	60.35	2.37	16-Oct	1140	320	0	100	0	0	0	Sildestim ved bunnen
556	61.00	2.06	16-Oct	2340	47.8	54	45	1	0	0	Stor 'makrell' stim
557	60.55	1.59	17-Oct	1815	85.5	0	69	19	0	0	Små knuter nær overflaten
558	60.56	2.48	17-Oct	2128	14.3	0	16	68	16	16	Markerte småknuter på sonar, småknuter på ekkolodd
559	60.49	2.20	18-Oct	417	12.2	98	0	1	1	1	Stim, antatt makrell
560	60.39	2.19	18-Oct	1420	3.3	100	0	0	0	0	Tynt slør på 30-60 m, sterkest på 200 khz
561	60.25	2.36	18-Oct	1941	255	94	6	0	0	0	Stimer - makrell + småknuter nedenfor
562	59.40	3.25	19-Oct	1505	5.1	11	42	0	47	47	Mulige makrellstimer i planktonslør
563	59.26	3.50	19-Oct	2042	157.3	2	0	0	98	98	Småknuter (200 kHz + sonar) i Norskerenna
564	59.25	2.34	20-Oct	205	129	0	99	1	0	0	Små stimer (makrell?) + sildestim
565	59.10	3.48	20-Oct	1400	1.1	0	100	0	0	0	Småknuter på sonar + små 'makrell' stimer 0-50 m
566	59.02	4.00	20-Oct	1703	105	17	1	0	82	82	Småknuter på sonar + små 'makrell' stimer 0-50 m

Tabell 1

Registreringer og arts sammensetning i trålfangster

Dekning	Estimat	Kommentar
12.10 - 17 - 10	384.000 t	Mangelfull dekning med grovt kursnett, mistet mye særlig i de tetteste områdene , men gav et godt overblikk over hvor dekninggraden burde økes.
17.10 - 22.10	1.03 millioner tonn	Bra dekning, særlig i nord
Full dekning, alle verdier 10 - 22- 10	1.25 millioner tonn	God dekning, noe fare for dobbeldekning dersom fisken vandret sørover i løpet av dekningen

Tabell 2

Oppsummering av mengdeestimer for makrell

Tabell 3

Alders - lengde fordeling for makrell

Lengde (cm) /Alder	Samfengt															Sum	Ubs	Sum	%	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					15+
21.0	1																1		1	0.2
22.0	1																1		1	0.2
23.0																	0		0	0.0
24.0																	0		0	0.0
25.0																	0		0	0.0
26.0																	0		0	0.0
27.0																	0		0	0.0
28.0																	0		0	0.0
29.0																	0		0	0.0
30.0		3	3	1													7		7	1.6
31.0		4	12	4		1											21		21	4.9
32.0			27	18	1												46		46	10.8
33.0			33	43	3	1											80	1	81	19.0
34.0			5	58	17	6	1										87		87	20.4
35.0			5	37	18	10	1										71	2	73	17.1
36.0				17	12	7	4										40	2	42	9.8
37.0				3	8	13	3	1	2								30		30	7.0
38.0						2	10	1	1								14	1	15	3.5
39.0						1	4	3	1								10		10	2.3
40.0							1		2			1					4		4	0.9
41.0							1		1	1	1		1				6		6	1.4
42.0									1								1		1	0.2
43.0													1				1		1	0.2
44.0													1				1		1	0.2
Sum	2	7	85	181	59	41	25	5	8	1	2	1	3	0	0	1	421	6	427	99.7
%	0.5	1.7	20.2	43.0	14.0	9.7	5.9	1.2	1.9	0.2	0.5	0.2	0.7	0.0	0.0	0.2	99.9			
L	22.0	31.1	33.0	34.4	35.5	36.3	38.1	38.9	39.8	41.5	40.5	40.5	43.2	0.0	0.0	41.5	34.9	36.0	34.9	
S(L)	0.7	0.5	1.1	1.3	1.2	1.5	1.6	0.9	1.8	0.0	1.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	2.4	1.6	2.4	

Tabell 4

Vekt ved alder og lengde for makrell

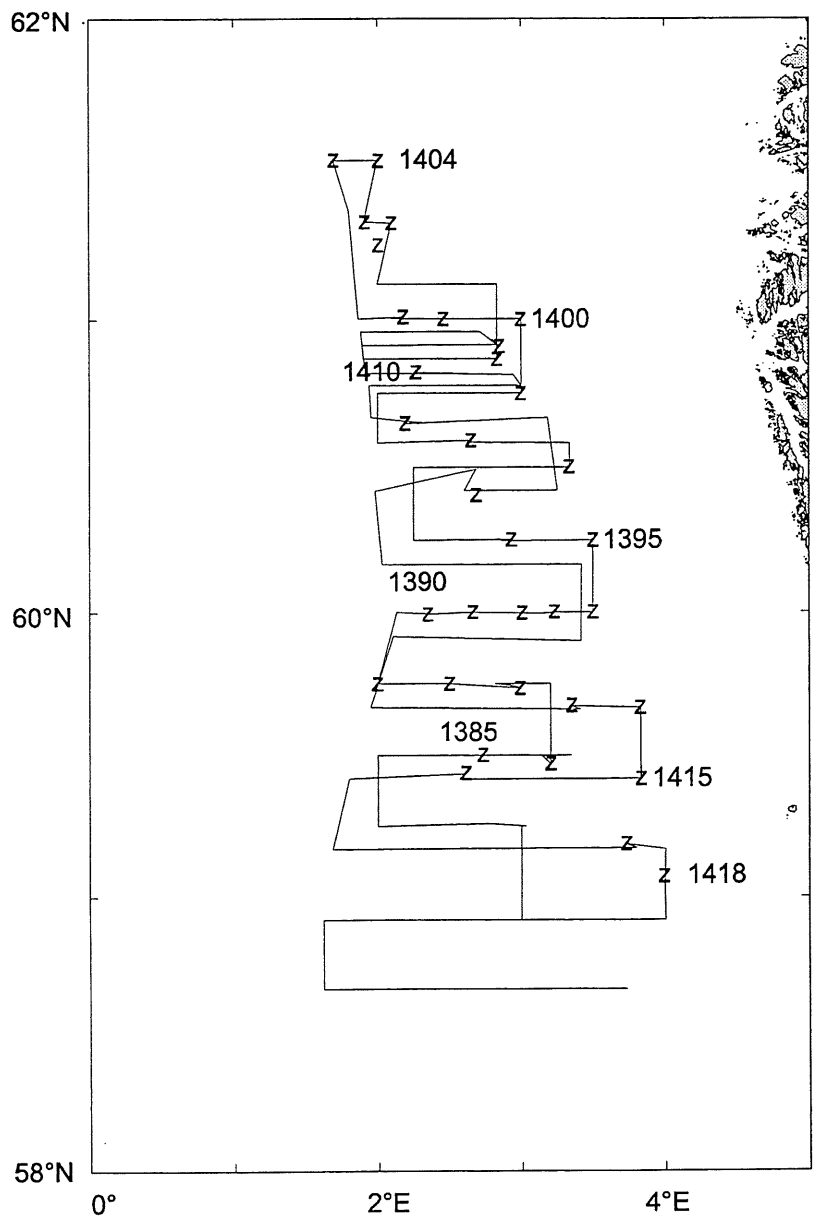
	Lengde/alder/middelvekt-fordeling															Samfengt		Ubs	N	Tot	N	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	Sum					N
21.0	67.0																67.0	1			67.0	1
22.0	76.0																76.0	1			76.0	1
23.0																	0.0	0			0.0	0
24.0																	0.0	0			0.0	0
25.0																	0.0	0			0.0	0
26.0																	0.0	0			0.0	0
27.0																	0.0	0			0.0	0
28.0																	0.0	0			0.0	0
29.0																	0.0	0			0.0	0
30.0		225.0	237.3	235.0													231.7	7			231.7	7
31.0		231.5	252.3	249.8		256.0											248.0	21			248.0	21
32.0			276.3	273.0	244.0												274.3	46			274.3	46
33.0			294.5	302.5	313.0	331.0											300.0	80	298.0	1	299.9	81
34.0			321.4	339.9	345.8	350.8	354.0										340.9	87			340.9	87
35.0			356.4	372.5	390.2	373.2	379.0										376.1	71	358.0	2	375.6	73
36.0				406.4	412.5	425.6	411.0										412.0	40	414.0	2	412.1	42
37.0				453.0	456.9	445.9	455.3	488.0	508.0								456.0	30			456.0	30
38.0						448.0	516.6	541.0	307.0								493.6	14	506.0	1	494.4	15
39.0						582.0	546.8	599.0	500.0		530.0						559.6	10			559.6	10
40.0							596.0		561.5			586.0					576.2	4			576.2	4
41.0							621.0		598.0	655.0	590.0		604.0			634.0	617.0	6			617.0	6
42.0									654.0								654.0	1			654.0	1
43.0																	747.0	1			747.0	1
44.0																	817.0	1			817.0	1
W	71.5	228.7	286.0	336.6	384.6	406.8	492.5	565.2	524.8	655.0	560.0	586.0	722.7	0.0	0.0	634.0	358.3	421	391.3	6	358.8	427
N	2	7	85	181	59	41	25	5	8	1	2	1	3	0	0	1		421		6		427

Prosent syke totalt (vektet mot fangstene) 19.2
 Prosent syke av undersøkte (uvektet) 25.2

Stasjonsnr.	Fangst (antall)	Antall undersøkt	Antall syke av undersøkte	Antall syke i samlet fangst
549	3	3	0	0
550	36	36	9	9
551	2	2	0	0
552	13	13	13	13
553	104	50	49	102
554	6	6	4	4
555	1793	100	25	448
556	118	118	18	18
557	391	100	3	12
558	13	13	7	7
559	1	1	1	1
561	82	82	15	15
562	13	13	13	13
564	796	100	0	0
565	3	3	2	2
566	10	10	5	5
Sum	3384	650	164	649

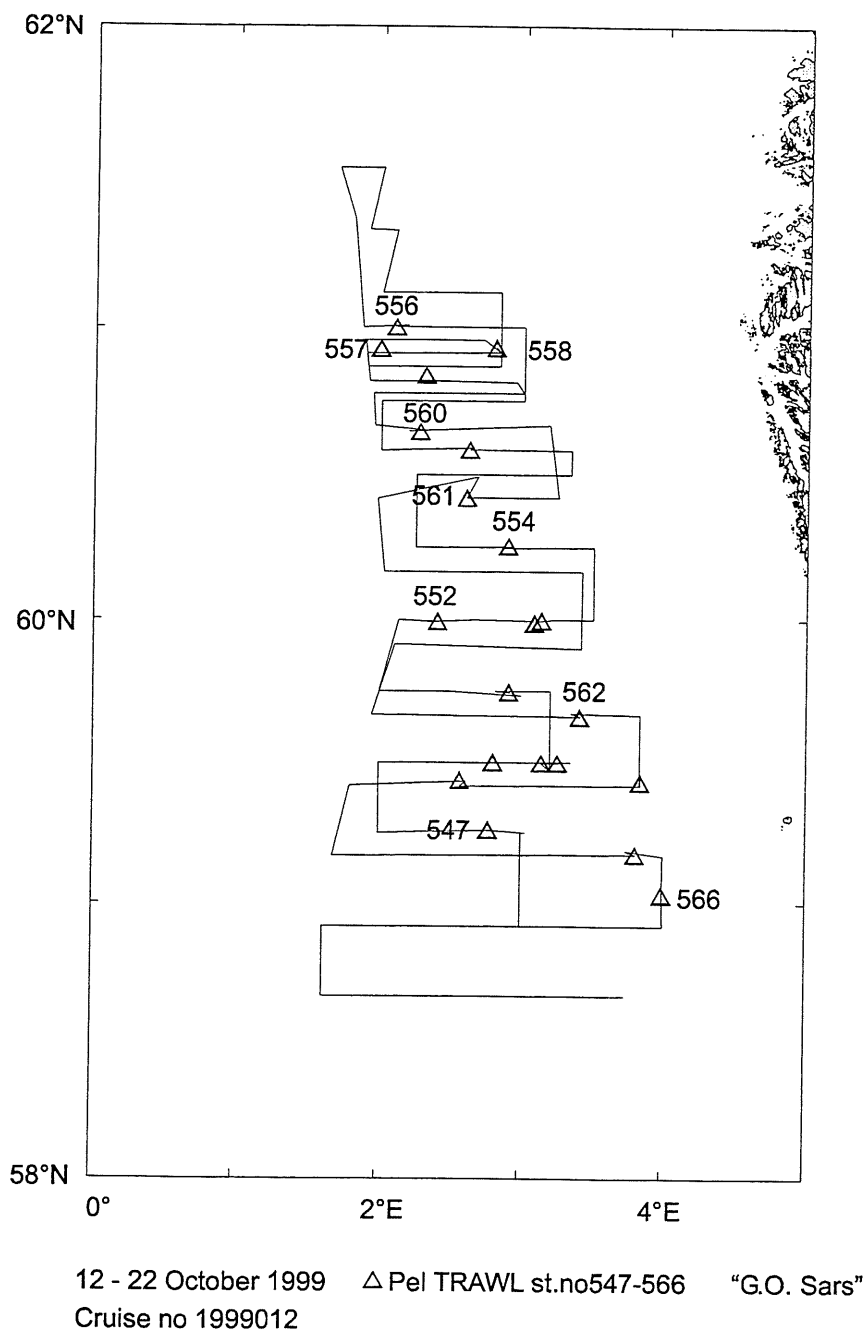
Tabell 5

Sild: Fangster og forekomst av Ichthyophonus - sykdom

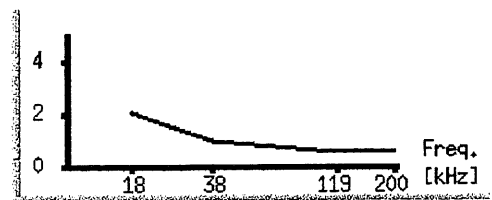
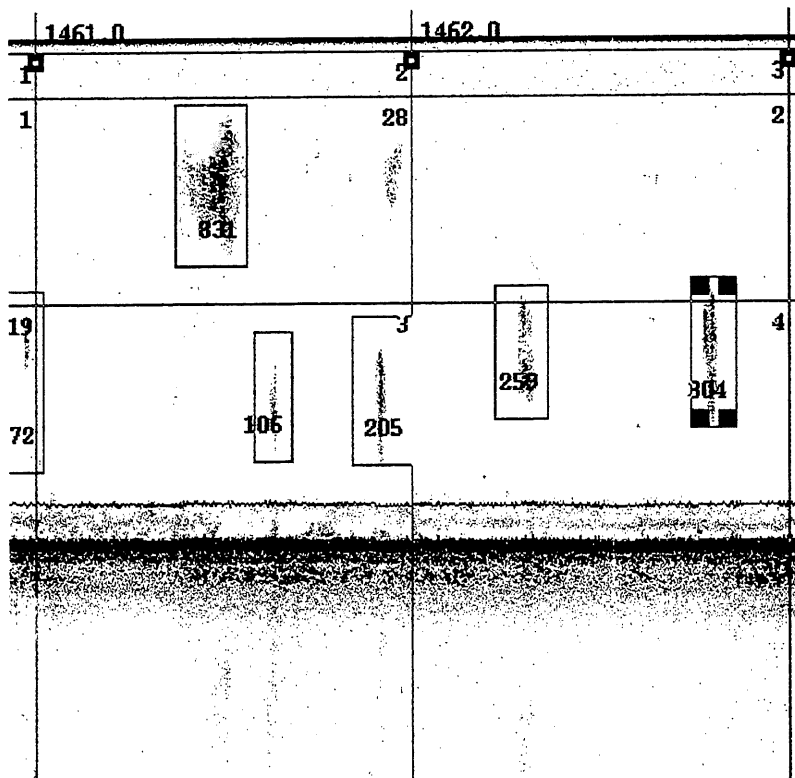
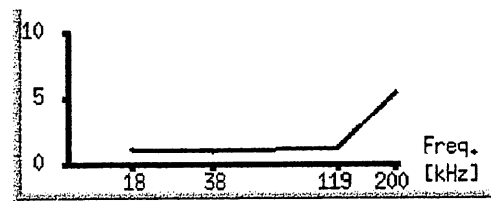
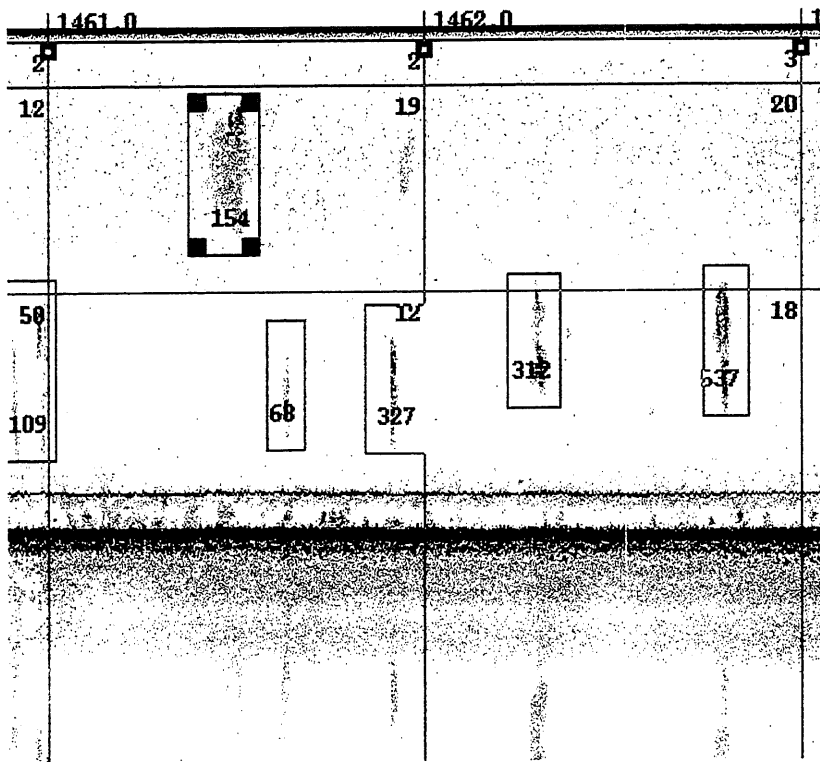


12 - 22 October 1999 z CTD st.no 1385-1418 "G.O. Sars"
 Cruise no 1999012

Figur 1
 Kursnett og CTD stasjoner



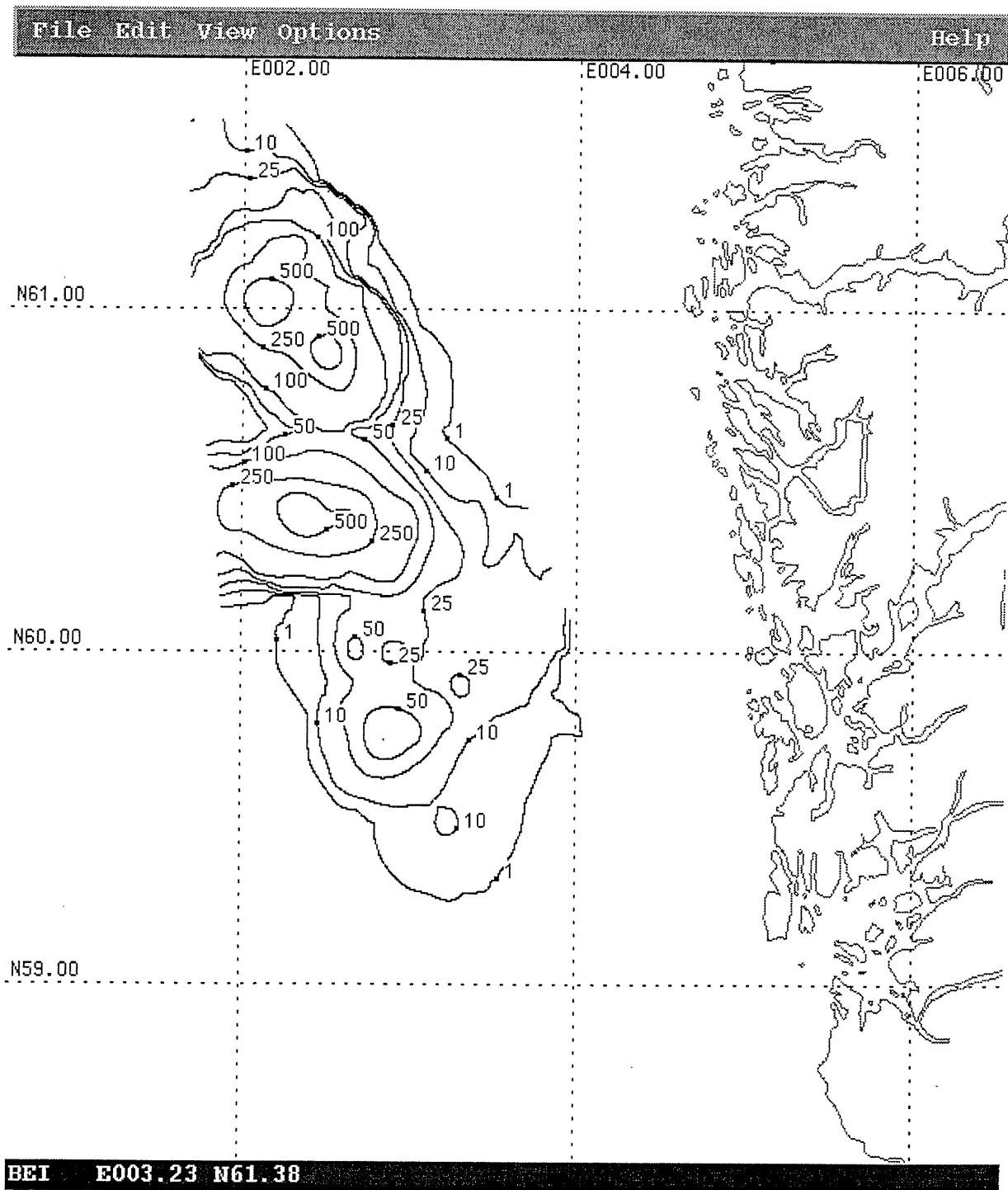
Figur 2
 Kursnett og trålstasjoner



Figur 3

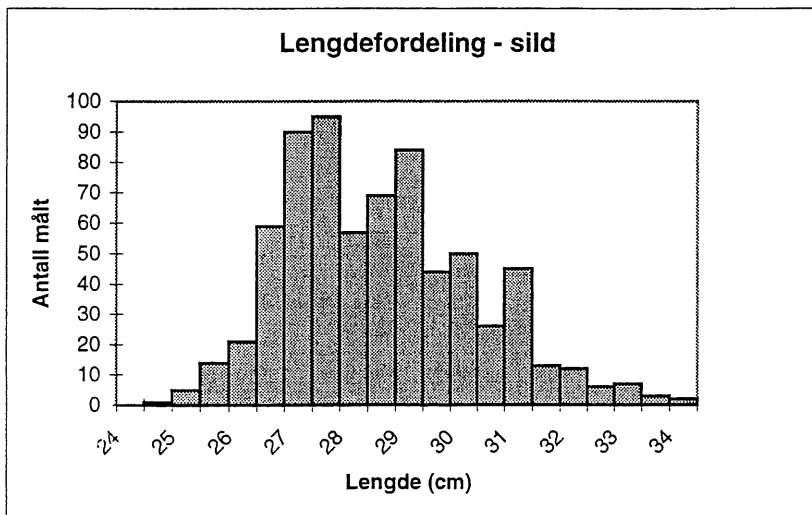
Figur 3

Utsnitt av ekkogram ved 38 kHz (øverst) og 200 kHz (nederst). Til høyre, frekvensrespons for stimen som er avmerket.

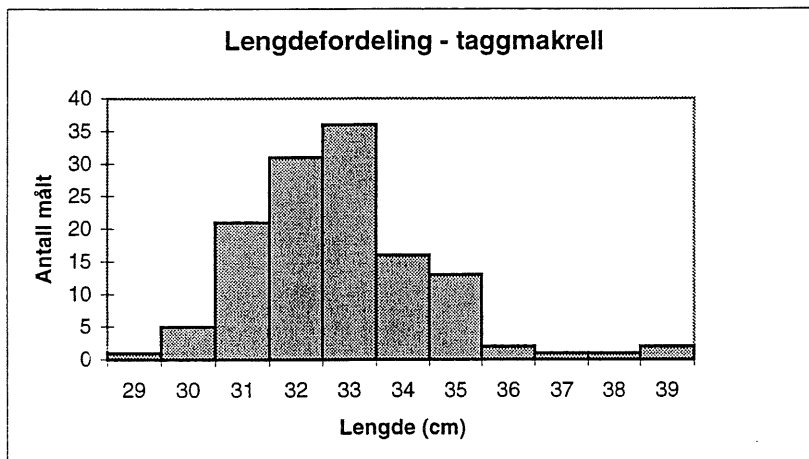


Figur 4
Fordeling av makrell, ref 200 kHz data.

Lengdefordeling for sild > 20 cm



Lengdefordeling for taggmakrell > 20 cm



Figur 5.

Lengdefordelinger i trålfagster av sild og taggmakrell

APPENDIX 1.

Målstyrkemålinger fra Austevoll.

Målstyrkemålinger utført under kontrollerte betingelser i merd i Austevoll er brukt for å fastsette målstyrken for makrell til bruk i mengdeberegningen. Målingene ble utført 25.01.98 i standardoppsettet benyttet i EU prosjektet for sild og torsk (EU 2142), og er i detalj beskrevet i Ona, 1996, 1997, 1998 og i Zhao, 1996). Målstyrkemålingene ble utført på to frekvenser, 38 og 120 kHz, imot 30 makrell tilført eksperimentmerden fra en lagringsmerd for makrell. Makrellen ble i et ernæringsprosjekt utsatt for oppforingsforsøk, og var feitere enn naturlig makrell på denne årstiden. Makrellen ble lengdemålt til 33.0 cm total lengde, men uten å knipe halefinnen sammen, og representerer derfor en total lengde som målt på tokt på omlag 34.0 cm. Gjennomsnittsvekten var derimot vesentlig høyere, 555 g, som gir en kondisjonsfaktor på 1.41 (ref korrigert lengde). Makrell målt på toktet hadde kondisjonsfaktor på 0.95.

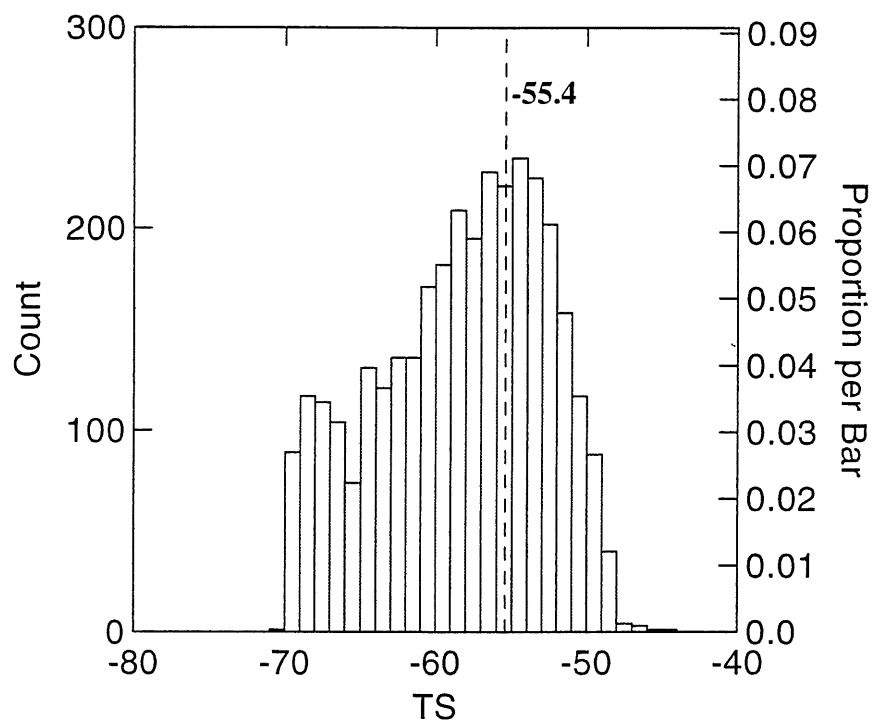
Målstyrkemålingene er utført etter en nøye kalibrering, og skikkelig deteksjon av enkeltfisk var kun mulig i komplett mørke. Den 25.1.98 var det overskyet vær og alt lys var avslått og avskjermet, og oppløsning av stimen ble observert. Enkeltfiskmålinger ble da gjennomført i perioden 1800 - 2100, med ca. 5000 aksepterte deteksjoner pr. kanal.

Etter tolking av dataene, (utvalg av områder med gode enkeltfiskdata) og target tracking satt en igjen med 3068 godkjente målstyrkemålinger på 38 kHz og 1305 målinger på 120 kHz. Det lavere antallet på 120 kHz skyldes at et av dybdeskiktene måtte utgå her på grunn av et svakt merdekk på samme dyp som deler av makrellen gikk i. Begge verdier gir likevel en rimelig god presisjon i middelerdi, der ca. 500 målinger er minstekrav for en stabil middelerdi. Resultater fra målingene er gitt i Tabell 1, og i figurene 1-4.

Tabell 1. Resultater fra målstyrkemålinger av makrell fra Austevoll, med midlere målstyrke , <TS>, standard error, 95% konfidensintervall og estimert konstantverdi for en størrelsesavhengighet, antatt 20logL (l i cm), gitt som est. b₂₀.

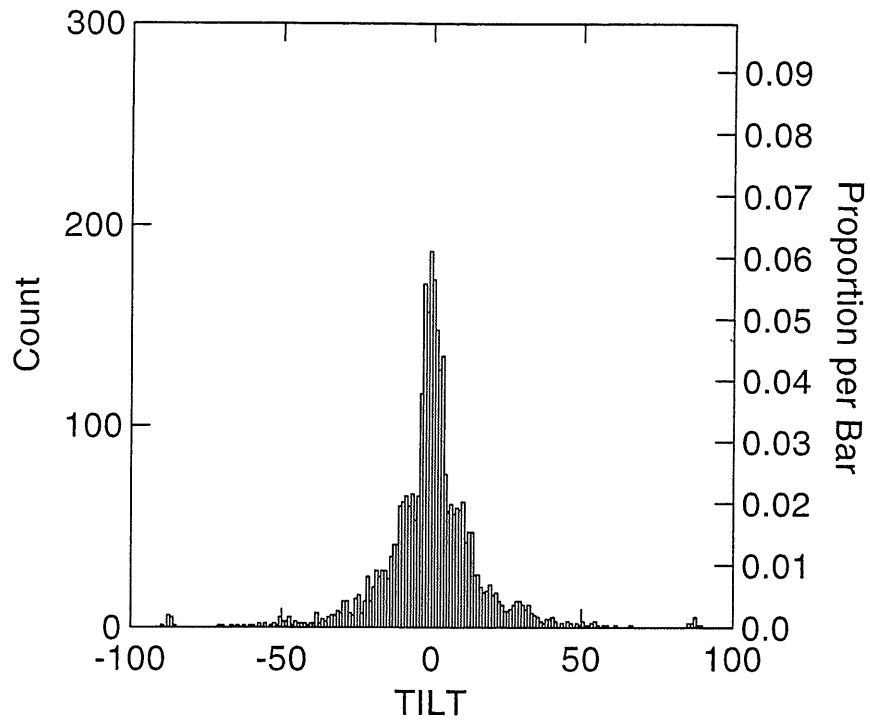
Frekvens	<TS> (dB)	SE (dB)	+95% CI (dB)	-95% CI (dB)	est (b ₂₀)
38 kHz	-55.4	0.08	-55.6	-55.2	-86.0
120 kHz	-48.8	0.11	-49.1	-48.7	-79.4

Target strength, mackerel, 38 kHz



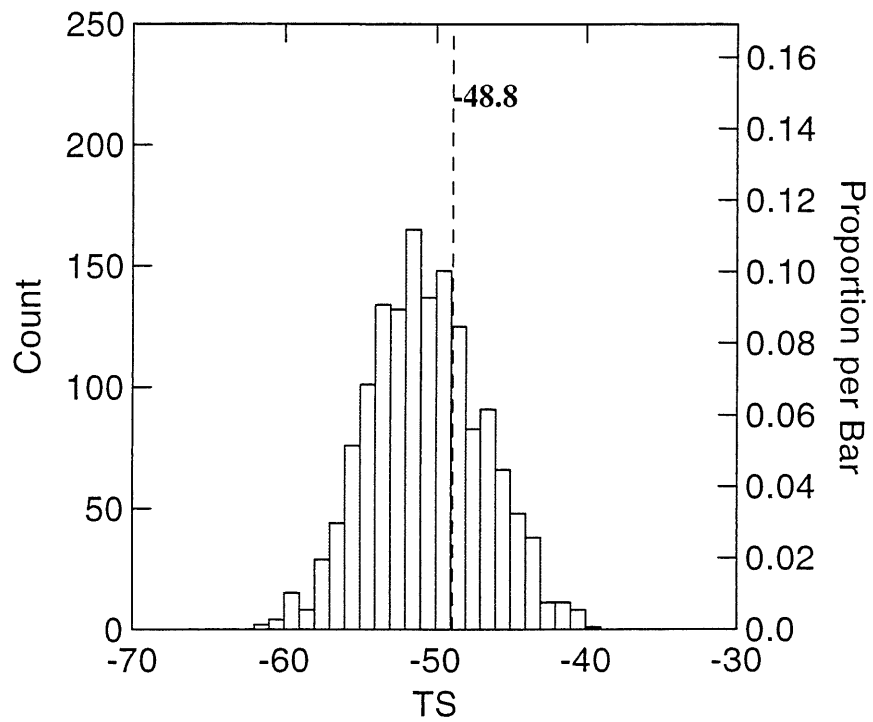
Figur 1. Målstyrkedata fra 38 kHz, Austevoll, 25.01.98, med fordeling og middelværdi vist. Middelværdien er beregnet lineært, dvs. fra tilbakespredningstverrsnittet.

Tilt angle mackerel 38 kHz, N=3068, N(-0.28,16.52)



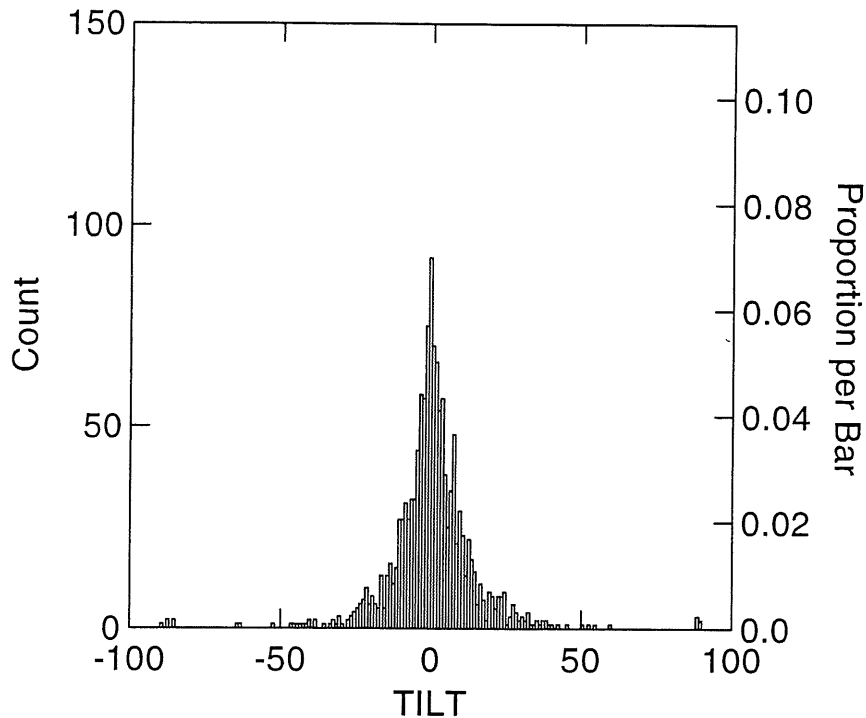
Figur 2. Tiltvinkelmålinger på 38 kHz data, målt ved target tracking.

Target strength Mackerel 120 kHz



Figur 3. Målstyrkedata fra 120 kHz, Austevoll, 25.01.98, med fordeling og middelværdi vist. Middelværdien er beregnet lineært, dvs. fra tilbakespredningstverrsnittet

Tilt angle Mackerel 120 kHz, N=1315, N(0.37,14.60)



Figur 4. Tiltvinkelmålinger på 120 kHz data, målt ved target tracking.

Konklusjoner

Målstyrken for makrell er svært lav på den vanligste frekvensen for måling av fisk. Den er faktisk nesten 19 dB lavere enn for en sild av tilsvarende lengde. Dette er faktisk også ca. 10 dB lavere enn om en tok ut all luften i svømmeblæren på silda og målte den tom. På høyere frekvenser, som 120 kHz, er fremdeles målstyrken lav, men bare omlag 12.4 dB lavere enn for en sild av tilsvarende størrelse. Dette er mer som forventet dersom en tømmer svømmeblæren fra en sild.

Dersom vi antar en lengdeavhengighet på $20\log L$, blir den estimerte relasjonen for makrell ved 38 kHz:

$$TS = 20\log L - 86.0 \text{ (dB)} \quad (38 \text{ kHz})$$

og:

$$TS = 20 \log L - 79.4 \text{ (dB) (120kHz)}$$

Et lite atterhald bør likevel taes, idet makrellen som ble målt i Austevoll var meget feit i forhold til makrellen som vi har målt på toktet.

Dersom det er «massen» av makrellen som bidrar mest til ekkoet, vil denne målstyrken være et overestimat av $\langle TS \rangle$. Den er derved for sterk, og bestandsestimatet blir for lavt. Dette er likevel spekulativt, og bedre ekperimentelle målinger må utføres på makrell med «normalt» fettinnhold og tyngde før en kan «spikre» dette med større sikkerhet.

Mengdeberegningene er utført med data fra både 38 kHz og 200 kHz, der målstyrken på 200 kHz har blitt estimert fra forskjellen i integratorverdi:

$$\rho_A = \frac{S_{A,38}}{\langle \sigma_{38} \rangle} = \frac{S_{A,200}}{\langle \sigma_{200} \rangle}$$

der $\langle \sigma_{200} \rangle$ skal estimeres når de tre andre er kjent:

$$\langle \sigma_{200} \rangle = \frac{S_{A,200}}{S_{A,38}} \langle \sigma_{38} \rangle$$

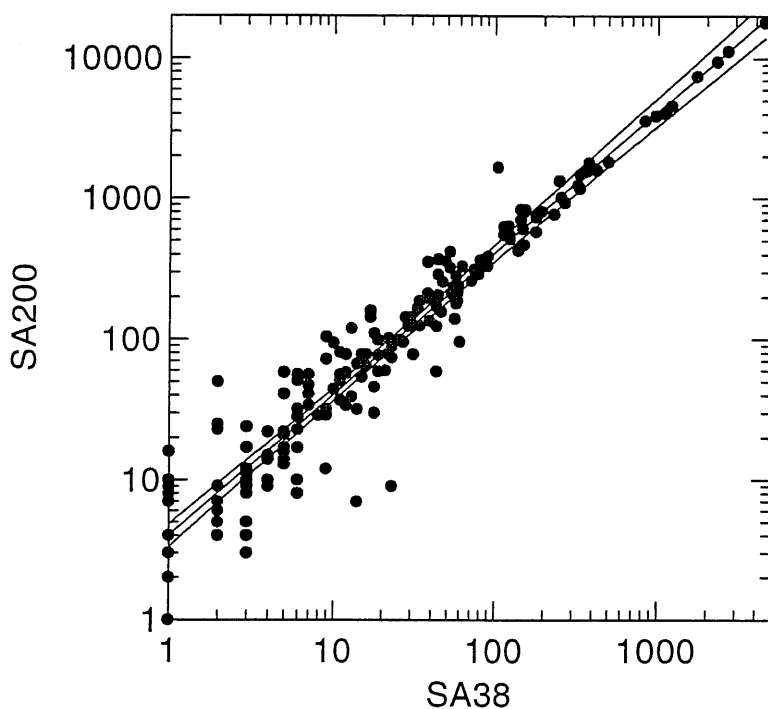
Fra målinger på stimer med bare ren makrell ble relasjonen mellom 38 kHz og 200 kHz som vist i Figur 5 og i regresjonsanalysen nedenfor, funnet.

I praktiske sammenhenger ligger altså forholdet mellom 38 kHz og 200 kHz på mellom 4.01 til 4.04, og vi setter dette i det videre til 4.02, eller 6.04 dB.

For å utføre mengdemålingen på 200 kHz må vi derfor benytte oss av følgende målstyrkerelasjon:

$$\langle TS \rangle = 20 \log L - 80.0 \text{ (dB) (200 kHz)}$$

denne verdien er benyttet under beregningen av makrellmengde og fordeling.



Figur 5. regressjon av forholdet mellom integrert ekkomengde på 38 kHz og 200 kHz for rene stimer av makrell, 95% konfidensintervall er vist. Legg merke til at ved svært lave tettheter registreres disse på 200 kHz, men dårlig på 38 kHz. Terskel, eller threshold for 38 kHz ligger på ca. $S_{A,200} = 17$.

Statistisk analyse, anta model : $S_{A,38} = k S_{A,200}$

Model contains no constant

Dep Var: SA200 N: 187 Multiple R: 0.998 Squared multiple R: 0.995

Adjusted squared multiple R: 0.995 Standard error of estimate: 132.205

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
SA38	4.044	0.020	0.998	1.000	199.330	0.000

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	DF	Mean-Square	F-Ratio	P
Regression	6.94451E+08	1	6.94451E+08	39732.634	0.000
Residual	3250927.758	186	17478.106		

Statistisk analyse , anta model : $S_{A,38} = b + k S_{A,200}$

Dep Var: SA200 N: 187 Multiple R: 0.997 Squared multiple R: 0.995

Adjusted squared multiple R: 0.995 Standard error of estimate: 131.545

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	16.981	10.025	0.0	.	1.694	0.092
SA38	4.034	0.021	0.997	1.000	191.752	0.000

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	DF	Mean-Square	F-Ratio	P
Regression	6.36257E+08	1	6.36257E+08	36768.900	0.000
Residual	3201278.993	185	17304.211		

Egil Ona

G.O.Sars, i sjøen 22.10.99