

Forsker Odd Nakken
Fiskeridirektoratets
Havforskningsinstitutt

EKKOMÅLING AV FISK

EIT VIKTIG VERKTØY I BESTANDSVURDERINGANE

Foredrag på Norges Fiskeriforskningsråds
åpne rådsmøte i Oslo 12. mai 1982

Foredrag på Norges Fiskeriforskningsråds åpne rådsmøte 12. mai 1982, Oslo.

EKKOMÅLING AV FISK - EIT VIKTIG VERKTØY I BESTANDSVURDERINGANE

av

Odd Nakken

INNLEIING

Ein britisk fiskeskipper, Ronald Balls, var den første som gjorde systematiske freistnader på å bruka ekkolodd til å kartleggja fisk. Dette var i 1933. Nordmennene låg ikkje langt etter; allereide i 1934 såg den kjende notbasen Reinert Bokn brislingstimar på ekkolodd. Både Balls og Bokn samarbeidde med fiskeriforskningsinstitusjonar i dette arbeidet. Oscar Sund kartla skreien i Lofoten i åra frå 1935 og utover med ekkolodd, og fiskerikonsulent Runnstrøm bruka same metoden på gytesilda på Karmøyfelta eit par år seinare.

Ubåtjakta under krigen medførte ei rivande utvikling på området akustisk utstyr og leiteteknikk, og denne utviklinga kom fiskeriforskninga til gode seinare. Torvald Gerhardsen, første formannen i NFFRs sentralstyre, var ein av hovudmennene i utviklingsarbeidet i heile etterkrigstida; Finn Devold var den mest kjende brukaren av utstyret til forskningsformål. Tidleg i 1960-åra tok Havforskningsinstituttet i bruk det første instrumentet for å kvantifisera ekkoregistreringar. Dei siste 20-åra, og i serleg grad dei siste 10, har ekkomåling av fisk vorte eit viktig hjelpemedel i arbeidet med å vurdere fiskebestandar. Utstyr, metodar og kunnskapar er blitt stadig betre og sikrare. Norge har vore - og er framleis - eit føregangsland på dette området. Det har vakse fram eit breidt fagmiljø; der samarbeid og oppgåvedeling mellom ulike forskningsinstitusjonar og industri har gitt gode resultat. NFFR har sidan starten bidratt vesentleg til desse resultata.

METODAR FOR Å MÅLA FISKEMENGDE

Fig. 1 viser ein bas som brukar loddestreng. Dette var den mest vanlege og nøyaktigaste måten for direkte måling av fiskemengde like til for få år sidan. Peikefingeren til basen er måleinstrumentet; skallen hans er reknemaskina. Prinsippet for metoden er: Når ein fisk treffer strengen blir det eit lite slag som peikefingeren kjenner og skallen registrerer og lagrar. Desto fleire slag di fleire fisk. Styrken på slaga seier noko om storleik og art. Djupna til fisken og vertikal- og horisontalutstrekning av stimen framgår av kor mykje streng som er ute og distansen ein ror. Fart og retning finn ein ved å sjå forandringar over tid, eller dersom ein er retteleg flink; ved å kjenna om ein drar strengen langsetter eller på tvers av silda.

Metoden er god og nøyaktig og i prinsippet svært lik det ein gjer med akustiske instrument. Likevel, den kan knapt nyttast i fiskeriforskning som mengdemålingsmetode. Til det er læretida for lang og våt, og dekningsområdet for lite. Fig. 2 viser dette klårt. Kolmulefordelinga i Norskehavet kan berre kartleggast med akustiske instrument. Trass i svære avstandar og store djupner, kan ein på 2-3 veker få fram ein detaljrikdom i fordelingsmønsteret, som ville vore utenkjeleg utan moderne målemetodar og farty. Slike kart kan, i tillegg til at ein kan rekna ut kor mykje fisk dei inneheld, brukast til å studera korleis miljøet påverkar fiskefordelingar og korleis dei ulike artar og aldersgrupper fordeler seg i høve til kvarandre i havet.

Dei mest brukte metodane og datakjeldene for bestandsvurderingar av fisk er vist i Fig. 3. Like til nyleg har ein i stor utstrekning nytta materiale frå fiske- og fangstverksemd for å fastleggja storleiken av - og endringane i - fiskebestandane. Det er utarbeidd analysemetodar som gjev ettermåten gode og pålitelege resultat dersom grunnmaterialet er godt. Største problemet med eit slikt fiskeriavhengig materiale er at det gjev få og ofte ingen opplysningar om dei yngste aldersgruppene av fisk, småfisken. Og sidan det er mengda av småfisk som er avgjerande for korleis bestanden vil utvikla seg i åra framover, er det også

avgjerande for prognosar for bestandstilstand og fangstkvotar at ein har opplysningar om desse aldersgruppene. Slike opplysningar får ein vanlegvis frå spesielle forskningstokt.

Fiskeriavhengige data har også ei anna avgrensning. Etter at det nye økonomiske sone-systemet vart innført vart slike data mindre pålitelege. Dette har truleg å gjera med ulike måtar å tildekkja brot på kvoteavtalar og reguleringstiltak.

Både merkeforsøk og målingar av egg/larver (Fig. 3) har og avgrensningar. Merkeforsøk, krev eit ettermåten omfattande fiske for at ein skal finna att nok merke til at resultatet vert statistisk godt. Egg- og larvemålingar kan berre nyttast for å få opplysningar om foreldrebestanden (dei eldste aldersgruppene); gode rekrutteringsmål får ein først når fisken er over larvestadiet, og då nyttar ein gjerne tråltokt eller kombinasjonen akustikk/tråltokt.

AKUSTISKE MENGDEANSLAG

Fig. 4 viser i prinsippet korleis eit ekkolodd eller ein sonar (asdic) virkar. Frå ein svingar under skutebotnen vert det sendt ut ein lydimpuls. Frekvensen etter tonehøgda i denne lyden er vanlegvis noko høgare enn det eit menneske kan oppfatta. Lydimpulsen råkar ein fisk og blir reflektert - fisken gir ekko tilbake til svingaren. Fysisk er dette nett det same som når ein ropar mot ein låvevegg og høyrer ekkoet. Styrken av ekkoet varierer med fiskeart, fiskestorleik og fiskemengde; ekkoet aukar med aukande fiskestorleik og fiskemengde og er vesentleg veikare for fisk som manglar symjeblære enn for fisk med symjeblære. For alle dei viktigaste fiskeartane er det gjennom dei siste 10-15 åra gjort talrike målingar av ekkostyrke. Desse målingane har ført til at ein med ein rimeleg grad av sikkerhet veit kor stort ekko ulike fiskar gjev, og slik kunnskap er heilt naudsynt for å rekna om resultatata fra ekkomålingar til fiskemengde.

Fig. 5 viser hovudelementa i det som er kalla ekkomåling frå fisk. Førehandskunnskapane som ein lyt ha, kan delast inn i to grupper:

- a) Kunnskapar om målesystemet si yteevne. Desse vert framskaffa ved kalibrering. Dei siste par åra er det lagt ned mykje arbeid i å finna fram til kalibreringsmåtar som gjev det sikraste resultatet. Målesystema vert no kalibrerte mot standardmål. Vi bruker koparkuler som slike standardmål, og diameteren på kulene er tilpassa frekvensen på ekkoloddet/-sonaren. Kula blir plassert i sentrum av lydstrålen i 30-40 m djupn (Fig. 4) og ekkobidraget blir målt. Dette er fort sagt, men det er møysommeleg og hardt arbeid, og det må gjerast på ein straumstill stad i godt ver. Dersom tilhøva er laglege greier vi å kalibrera "G.O. Sars" på ein dag.
- b) Kunnskapar om ekkobidraget pr. fisk. Slike kunnskapar blir framskaffa på omlag same måten som kalibreringa blir utført. Målesystemet blir plassert på flåtar eller mindre fartøy i ein høveleg poll eller fjord. Fisk av ulike artar og storleikar vert målt både som enkeltindivid og i stim. Resultata av slike målingar viser korleis ekkobidraget varierer med art, storleik og fiskemengde, og som tidlegare nemnt er slike resultat naudsynte for å kunna få fram mengdeanslag.

Målingane som må utførast på sjølve toktet er også av to ulike typar:

- c) Registrering av ekkomengde. Sjølve målesystemet er eit spesiallaga ekkolodd som er tilkoplta ei datamaskin. Alle ekko, bortsett frå ekko frå botnen, blir registrerte og lagra i djupneintervall og til slutt summert kvar nautisk mil. Desse summene kallar vi ekkomengde. Så lenge alle fisk som er registrerte er same art og storleik, vil ekkomengda vera eit rimeleg påliteleg mål for kor mykje fisk ein har registrert. Og når ein kjenner ekkobidraget pr. fisk kan ein finna antal fisk ved å føreta ein enkel divisjon. Når ulike artar og storleikar er blanda, vert dette reknestykket noko meir komplisert, men ikkje vanskeleg. Ein treng då å vita blandingsforholdet mellom artar og storleikar for å gjennomføra utrekningane. Blandingsforholdet observerer ein med trålfangstar eller andre fiskemåtar.

- d) Trålfangstar. Desse skal i tillegg til at dei gjev informasjon om artssamansetjinga, også gi lengde- og aldersfordelingar av dei ulike artene. Og det er fangstsamansetjinga i tråltrekka som fastlegg kva verdiar for ekkobidrag pr. fisk som skal brukast i reknestykket (formelverket).

Slik Fig. 5 er laga kan det sjå ut som om både registrerte ekkomengder og data frå trålstasjonane går automatisk inn i reknestykket. Det er ikkje tilfelle. Det er rutine ombord, at ein dagleg gjennomgår alle data før dei går til utrekning. Dette er for å sikra at feilinnstillingar på utstyret, lite representative trålstasjonar, registrerte planktonslør og kjølvassekko m.m. skal innverka på resultatet.

Fig. 6 viser eit forskningsfartøy som føretek ekkomåling. Situasjonen er frå ein trålstasjon: Med ekkoloddsystemet måler ein fiskeregistreringa, netsonden på trålen sikrar at ein får ein prøve av den fisken ein registrerer og med sonaren ser ein om det ein måler med ekkoloddet er nokonlunde representativt for det som finst i havet rundt fartyet.

Lat oss no summera opp heile prosessen:

Når ein veit korleis utstyret verkar	(KALIBRERING),
og registrerer total ekkomengde	(EKKOMÅLING),
og veit kva slags fisk ein registrerar	(TRÅLING),
og veit kva ekkobidrag denne fisken gir	(EKSPERIMENT),

kan ein rekna ut fiskemengde.

Før eg viser nokre resultat av slike ekkomengdemålingar skal vi sjå litt på ei ekkoloddregistrering av skrei i Lofoten i år (Fig. 7). Figuren viser ein del av eit ekkogram (ekkoloddpapir) langs ei kurslinje frå omlag midt i Vestfjorden innover bankane mot Lofotsida. Ein ser at botnen stig heller raskt (i nautisk mil nr. 2) frå 250 m til omlag 120 m og flatar så ut innover Lofotbankane. Fisken, skrei eller gytetorsk, var konsentrert inn mot bakkekanten i djupner mellom 100 og 200 m og ned mot botnen innover bankane. Ekkomengdemålingar gav som resultat ca. 150 fisk

pr. dekar i gjennomsnitt for dei tre fulle nautiske milene i figuren (nr. 2, 3 og 4). Ein ser at fisken er fordelt i klumpar. Og den verkelige tettheita av fisk i desse klumpane er sjølvsagt langt større enn den gjennomsnittsverdien ein får frå ekkomålingane. Ein kan derfor ikkje utan vidare samanlikna einskildfangstar i fiskeoperasjonar (snurrevad, not, trål) med resultat frå ekkomålingar.

RESULTAT AV EKKOMÅLINGAR

Ekkomåling av fisk er no i bruk som eit av dei viktigaste verktya for å fastleggja storleiken av ei heil rekkje fiskebestandar. Fig. 8 gir ei oversikt over slike bestandar i Nordaustatlanteren, men metoden er nytta over heile verda. Anchovetabestanden i Peru er blitt målt akustisk sidan tidleg i 70-åra; dei store mengdene av mesopelagiske fisk i tropiske farvatn er påviste og målte i seinare år og mengdene av krill i Antarktis er i ferd med å bli målt.

Eg skal ikkje tala om alle desse resultatata, men eg vil visa litt detaljert nokre resultat som Havforskningsinstituttet har oppnådd for bestanden av torsk i Barentshavet. Kwart år i februar-mars har instituttet eit tokt til Barentshavet for å måla mengda av ungtorsk og hyse. I Fig. 9 er vist kurslinjer og trålstasjonar på dette toktet no i 1982. Toktet startar i aust og sluttar i vest. I 1981 og 1982 vart forskningsfartøyet "G.O. Sars" assistert av to trålarar, for å framskaffa fleire prøver av fisken. Trålarane dekte omlag det same området som "G.O. Sars" slik at talet på trålstasjonar i dette området vart vesentleg høgare enn det som framgår av kartet.

Fordelinga av ekkomengde er vist i Fig. 10. Ein ser at fisken var fordelt i to hovudområde; eit område langs landbakken utafor Finnmarkskysten og eit anna område noko meir til havs, over Nordkappbanken. Fisken på Nordkappbanken fylgde eit vestleg loddeinnsig innover mot kysten mellom Fugløya og Sørøya. Kor mykje fisk var der i dette kartet? Dette er sjølvsagt eit viktig

spørsmål, men minst like viktig er det å vita: Kor mykje fisk var der i høve til det ein venta å finna der?

Svara på begge disse spørsmåla er gitt i Fig. 11. [Tala for 1982: Fig. 11 er førebels, avdi alle aldersavlesningane ikkje var tilgjengelege då dette foredraget vart skrive, men eventuelle justeringar vil sannsynlegvis bli små.] Figuren gir antal fisk i kvar aldersgruppe frå 2 til 5 år, både dei målte resultatata i 1982 og det ein skulle venta å finna på grunn av tidlegare målingar. Ein ser at tala for forventet og observert bestand er svært godt samanfallande, og dette medfører at tilliten både til resultatata og til metodikken som er brukt, blir stor. Vi meiner difor vi er på trygg grunn når vi tilrår varsemnd i beskatninga av torsk. Torsk som er 6 år og eldre er ikkje teke med i denne samanlikninga. Denne fisken vil i stor utstrekning vera på gytevandring sørover langs Norskekysten i den tida toktet pågår, og den vil derfor vera sterkt underrepresentert i målingane.

Vi meiner og at vi har vore på trygg grunn når vi har tilrådd varsemnd i beskatninga av lodda ved Island-Jan Mayen. Fig. 12 viser resultatata av ekkomålingane som er gjorde av Islandske og norske forskningsfarty sidan 1978, og det er verdiane for gytebestanden som er viste. Ein ser både korleis gytebestanden minkar utover i sesongen etter kvart som den blir fiska på, og korleis den har minka for kvart år sidan 1978. Konsistensen i målingane er svært god og avstanden mellom øvste og nedste kurva i figuren tilsvarar fangstkvantumet gjennom sesongen rimeleg godt.

KOR PÅLITELEGE ER EKKOMÅLINGAR?

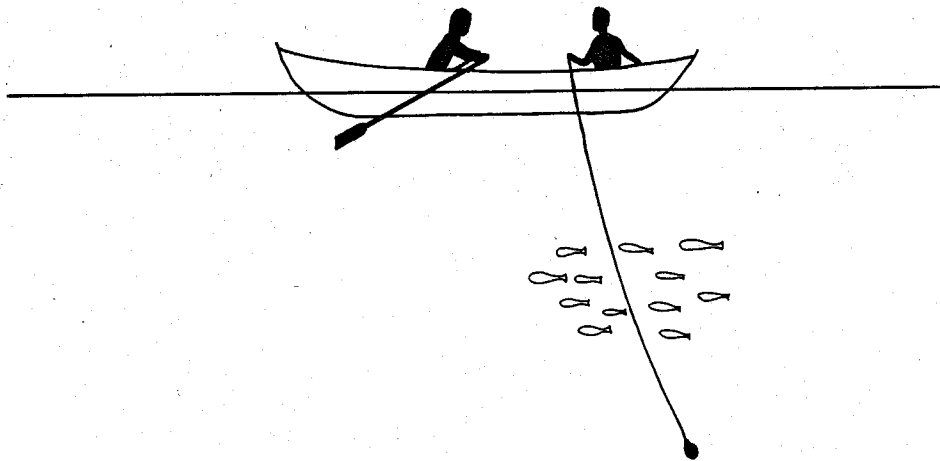
Det er umogeleg å gje eit presist svar. Beste måten å undersøkje presisjonen i målingane på er å samanlikna resultat frå tokt til tokt og år til år, slik som demonstrert i Fig. 11 og 12. For ein-skilde bestandar har ein vore i stand til å samanlikna resultatata med dei som er oppnådde med andre og heilt ulike metodar. Slike samanlikningar tyder på at ekkomålingar med føremun kan nyttast på svært mange bestandar; og spesielt på ungfiskdelen av bestandane som det er vanskeleg å få målt med andre metodar.

Dei viktigaste feilkjeldene ved såkalla akustiske mengdeanslag er:

- a) Dårleg ver. Vind og bylgjer fører små luftbobler ned i sjøen og desse luftboblene reduserer lydsignalet vesentleg. Denne feilen blir dels omgått ved å plassera svingaren i ein taua lekam som kan slepast under bobleteppet. Dels blir feilen korrigert for ved å observera den dempinga av lyden som luftboblene medfører.
- b) Utilstrekkelege kunnskapar om fisk sine refleksjonseigenskapar. Sjølv om ein for mange arter veit ein del om dette står mykje arbeid att. Blant anna er der ingen fullgod modell som beskriv refleksjonsmønsteret frå fisk.
- c) Utilstrekkelege kunnskapar om korleis registreringsfartøyet påverkar fisken. Det er vist at fisken blir påverka av registreringsfartøyet på to måtar; for det første dukkar den og derved vert ekkobidraget mindre, dessutan kan den symja til sides slik at tettheita i registreringsaugneblinken blir lågare enn elles.
- d) Ikkje representative fiskeprøver. Føresetnaden om at trålene fangar fisk og andre organismar som gjev ekko i "sant" mengdeforhold er aldri heilt oppfylt. Og dette er svært ofte ei av dei største feilkjeldene.

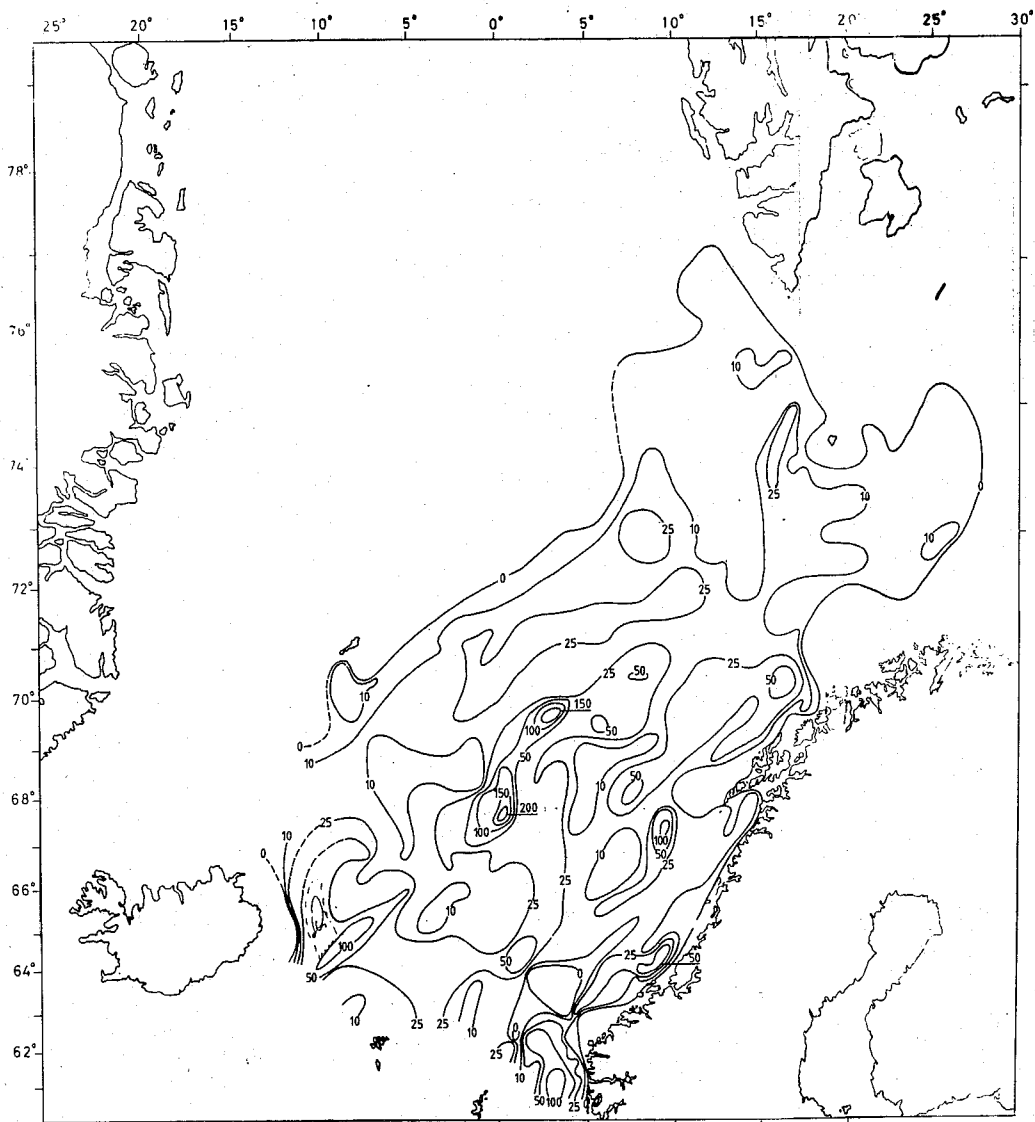
På alle desse områda blir det både i Norge og i utlandet arbeidd målmedvite for å auka kunnskapane. Resultata som er oppnådd dei siste åra skal diskuterast på eit symposium i fiskeriakustikk som Det internasjonale råd for havforskning skal halda i Bergen 21-24 juni i år. Vonleg vil drøftingane på dette symposiet føra oss eit godt steg framover både på den teoretiske/eksperimentelle og på den meir praktiske sida, slik at kunnskapane våre om havet og produksjonsprosessane der kan aukast. Men dette er ikkje nok; desse kunnskapane må også brukast til å styra utnyttinga av havsressursane. Først då får samfunnet att renter for den kapitalen det har investert i fiskeriforskning generelt og i ekkomålingar spesielt; renter i form av eit stort og varig utbytte som skapar verksemd, tiltak og framtidstru i kystsamfunnet.

FIG. 1



Bas som brukar loddestreng.

FIG. 2



Fordeling av kolmule (ekkomengde) i Norskehavet sommaren 1981.

FIG. 3

MATERIALE OG METODAR FOR BESTANDSVURDERING

MATERIALE FRÅ FANGSTVERKSEMD

Fangststatistikk (art, område, sesong)

Fangst per innsatseining

Biologisk prøvetaking

MATERIALE FRÅ FORSKINGSVERKSEMD

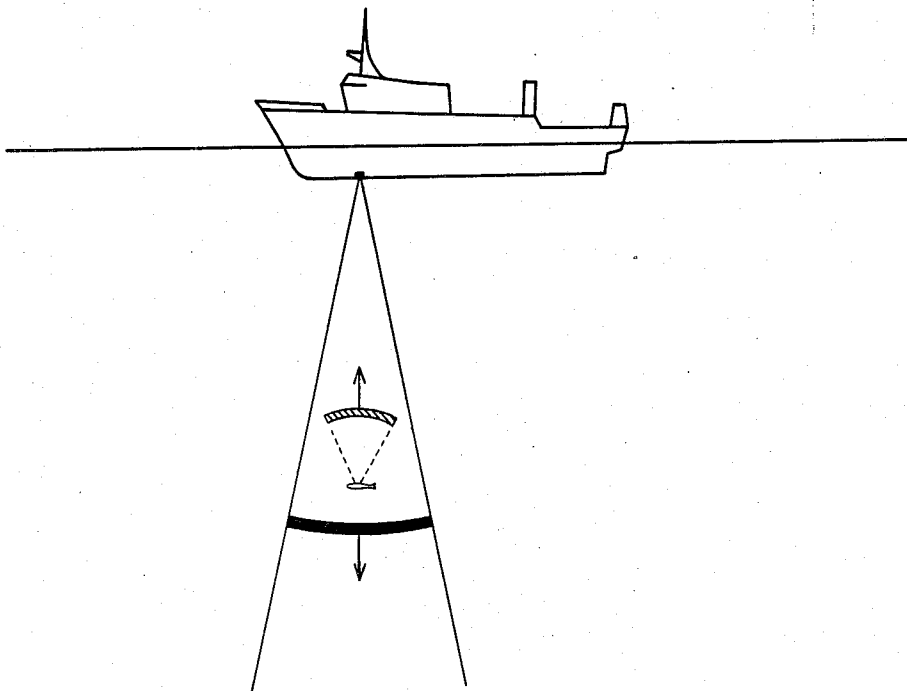
Merkeforsök

Måting av egg og larver

Fisketokt

Akustikk / tråltokt

FIG. 4



Prinsippet for eit ekkolødd.

FIG. 5

AKUSTISK MENGDEANSLAG

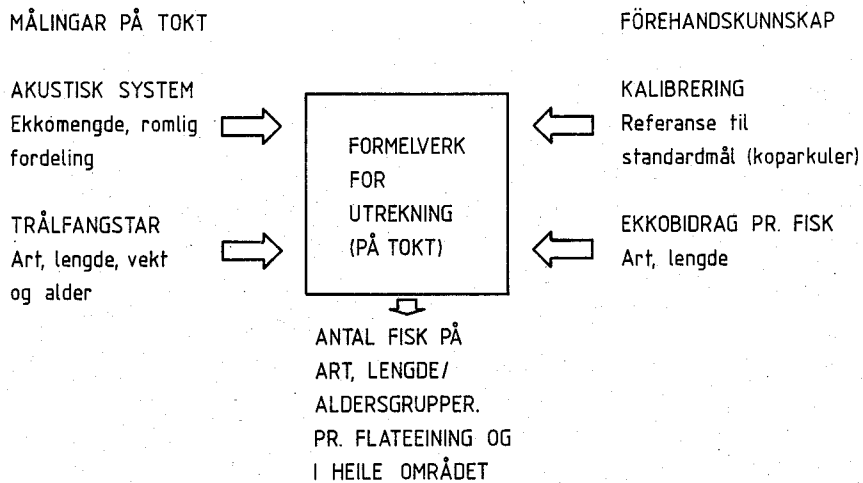
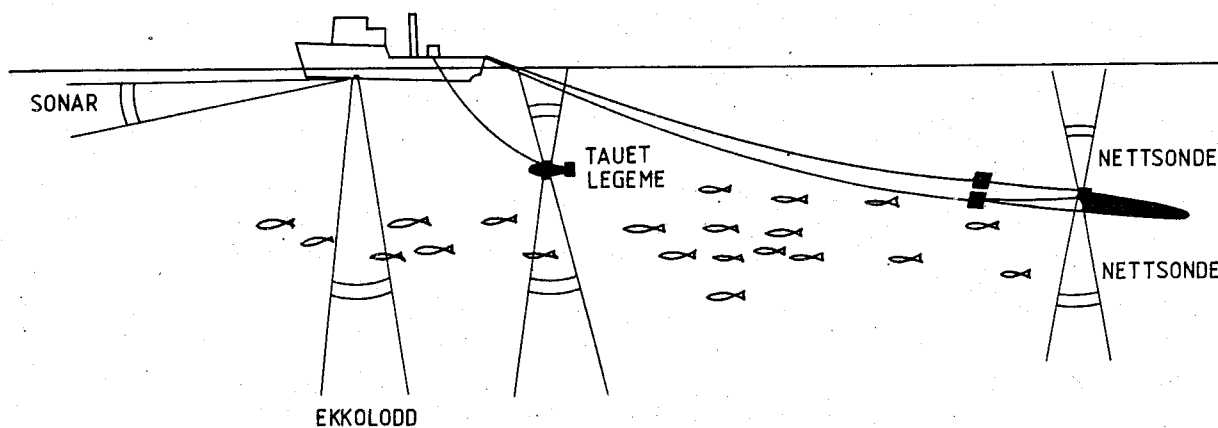
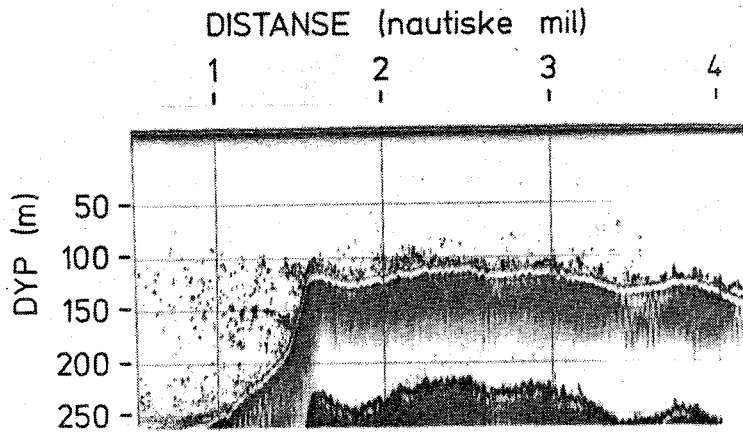


FIG. 6



Forskningsfartøy i arbeid.

FIG. 7



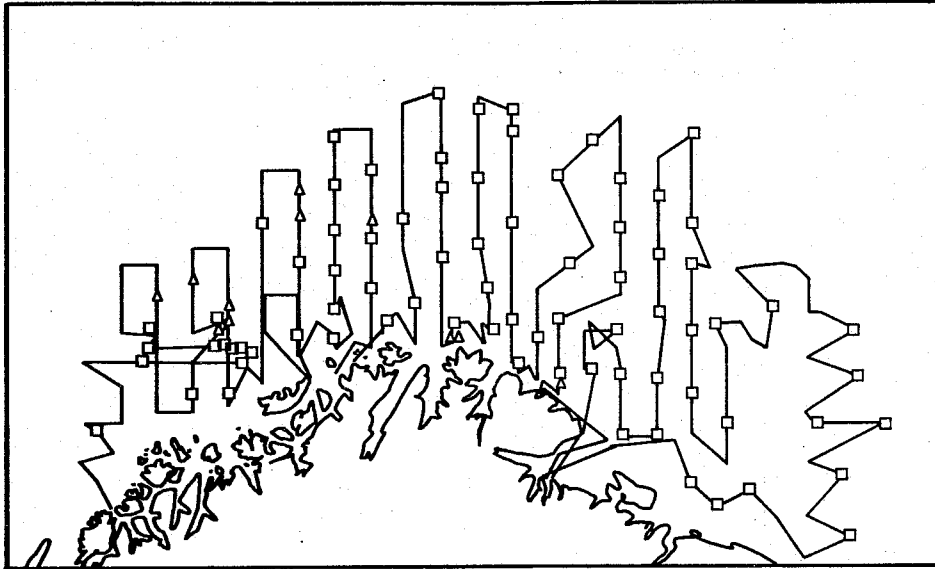
EKKOLODD-REGISTRERING AV SKREI I
LOFOTEN I FEBRUAR 1982.

FIG. 8

BESTANDSANSLAG UT FRA EKKOMÅLINGAR
(I N-Ø ATLANTEREN)

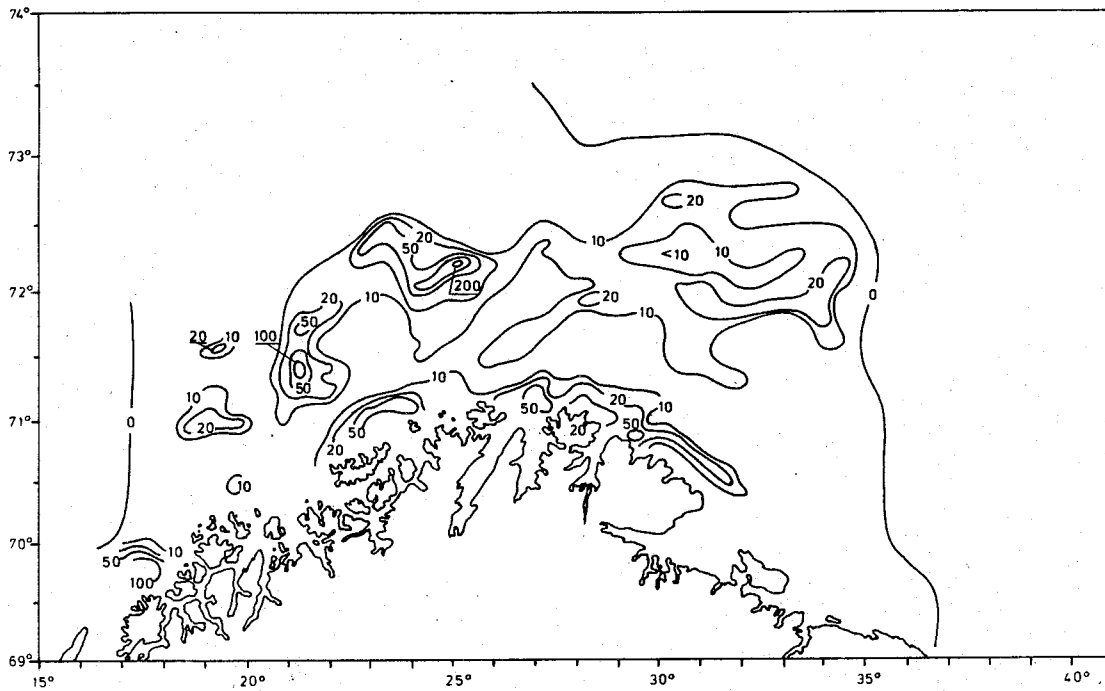
Lodde	Island/ Jan Mayen
Lodde	Barentshavet
Sild	Norsk vårgytande (0 - gruppe)
Sild	Østersjøen
Sild	Skagerak/ Kattegat/ Nordsjøen
Brisling	Norskekysten og Nordsjøen
Kolmule	Vest av dei britiske öyane (gytebestanden)
Torsk/hyse	Barentshavet

FIG. 9



KURSLINJER OG TRÅLSTASJONAR I BARENTSHAVET
I FEBRUAR 1982.

FIG. 10



Fordeling av torsk og hyse (ekkomengde) i Barentshavet
i februar 1982.

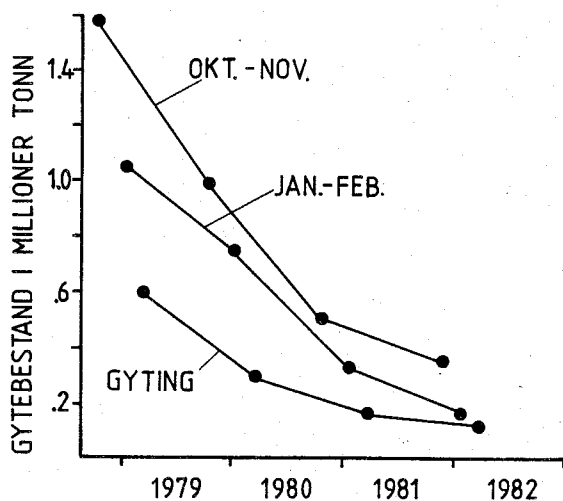
FIG. 11

TORSK

FORVENTA OG MÅLT UNGFISKBESTAND
I FEBRUAR 1982 (I MILLIONER INDIVID)

ALDER I ÅR	MÅLT BESTAND	FORVENTA BESTAND	AVVIK (ANTAL)	AVVIK (PROSENT)
1	1	—	—	
2	4	—	—	
3	69	60-100	+9,-31	+15,-31
4	84	76	+8	+11
5	88	92	-4	-4
SUM 3-5 ÅR:	241	228-268	-13,+27	-6,+10

FIG. 12



Gytebestanden av lodde ved Island.
Resultat frå ekkomålingar.