

2. BRUK AV EKKOLODD I HAVFORSKNING

Odd Nakken

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

INNLEDNING

Når en får ei registrering på ekkoloddskrivaren, melder fylgjande spørsmål seg:

1. Kva slags fisk er det ?
2. Kor stor fisk er det ?
3. Kor mykje fisk er det ?

I det fylgjande skal me sjå litt på korleis me prøver å svara på desse spørsmåla.

EKKOLODDETS OPPBYGNING OG VIRKEMÅTE

Fig. 1 viser skjematisk korleis eit ekkolodd er oppbygd og korleis det virkar.

fig. 84
br. 20a/c

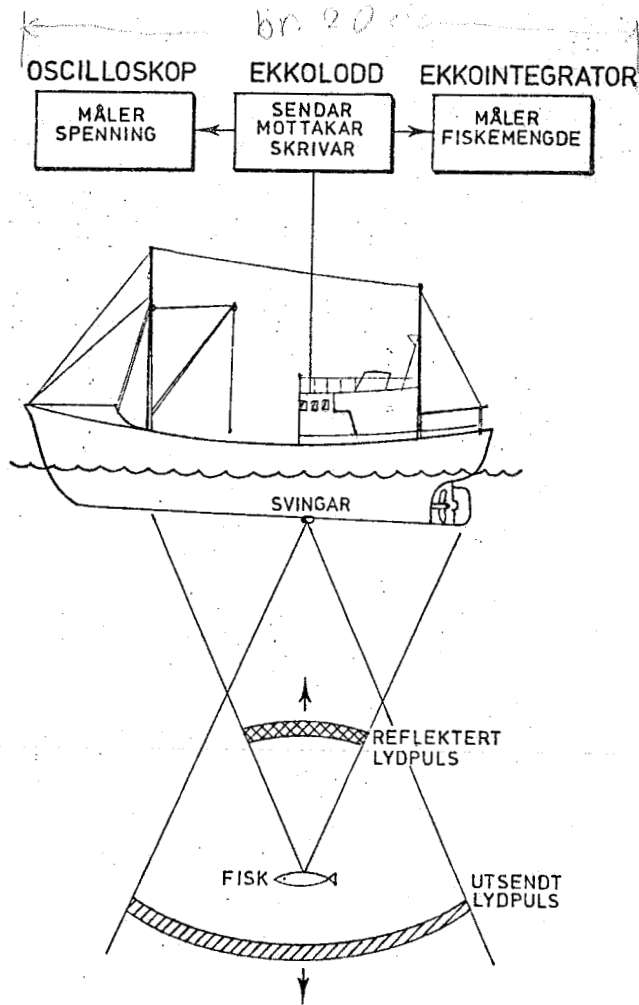


Fig.1 Ekkoloddets oppbygging og virkemåte.

Ekkoloddet er samansett av to hoveddelar: Svingaren som er montert under skutebotnen og sendar, mottakar og skrivar som står inne i båten ein stad, gjerne i rorhuset. Når skrivarpennen passerer 0-meters merket på skalaen, vil sendaren trykkja på svingaren ein elektrisk spenning. På vanlege ekkolodd varer denne spenninga omlag $1 - 2/1000$ sekund. I dette tidsrommet vil svingarflata som ligg ut mot sjøen, svinge i takt med den påtrykte spenninga. Svingningane vil forplante seg til sjøvatnet og ein får eit lyd-signal som forplanter seg nedover i sjøen. Dette signalet er svært kort. Lydfarten i sjøvatn er 1500 meter pr sekund og dersom svingaren arbeidar i $1/1000$ sekund blir lengden av

lydpulsen 1,5 m. Sett ovenfrå vil lydpulsen sjå ut som ein sirkel (eller ellipse) med større og større diameter di djupare han er. Altså kvar gong skrivarpenen passerer 0-meters merket vil svingaren senda ut ein lyd puls som er ca. 1,5 meter lang - eller ein kan kanskje førestilla seg ein lyd tallerken som er 1,5 m tjukk - og denne forplantar seg nedover i sjøen med 150 meter på 1/10 sekund.

EKKOET

Når lydpulsen treffer ein fisk eller eit anna objekt, vil ein del av lyden bli reflektert - me får eit ekko. Svingaren oppfanger ekkoet og produserer ein spenning til mottakaren og skrivaren. På den tida som har gått frå lydpulsen vart utsendt til ekkoet kjem inn til svingaren, har skrivarpenen gått eit stykke over papiret, og ekkoet medfører at pennen svertar papiret på ein avstand frå 0-meters merket som tilsvaret djupne til fisken. Dersom spenninga i ekkoet er høg, vil det bli sterkare sverting enn om ekkospenninga er låg.

Styrken av ekkospenninga er avhengig av størrelsen på fisken. Den er også avhengig av størrelsen og tettheit av fiskestimen, når me registrerer stimar. Ein liten fisk gir veikare ekko enn ein stor fisk og ein liten eller tynn stim gir veikare ekko enn ein stor eller tett stim. Det går derfor godt an å sjå på ekkolodd eller sonarskrivaren om registreringa er tynn eller tett - om den er verd å kasta eller tråla på eller om ein skal leita etter noko betre.

Ekkospenninga vil og variera med fiskeart. Det er velkjent at ein makrellstim gir vesentleg veikare ekko enn ein tilsvarende stor sildestim. Eit vanleg uttrykk er: silda svertar meir enn makrellen. Konklusjonen på dette blir at

ekkospenninga inneheld opplysningar både om fiskeslag, fiskestørrelse og antal fisk og at med nøyaktige målingar kan me til ein viss mun få svar på spørsmåla våre.

Skal ein måla spenninga i ekkoet nøyaktig for vidare bruk må ekkoloddet vera kalibrert. Dvs. me må vita kor mykje lydenergi me sender ut og denne energimengda må vera nøyaktig den same i kvar einaste utsendelse. I tillegg må ekkoloddmottakaren kompensera for det lydtapet ein har i sjøen slik at ein og same fisk gir like sterkt ekko anten han står i 10 eller 100 meter. Derfor brukar ein spesialbygde ekkolodd til dette, såkalla forskningslodd eller EK-lodd.

MÅLING AV EKKOSPENNING OG LENGDEMÅLING AV FISK

Ekkospenninga må målast nøyaktig i volt eller deler av volt-sverting på papiret er eit altfor grovt mål for spenning. For å måla spenninga brukar ein eit oscilloskop som er tilkopla mottakaren. Ein kan og bruka ein reknemaskin slik det vert gjort ombord i forskningsfartøya. Men skal det i det heile vera til nytte for ein størrelsesbestemmelse av fisken å måla spenninga i ekkoet, må ein vita om ekkoet kjem frå ein eller fleire fiskar - om det er eit enkelt fisk ekko eller om det er eit stimekko. Dette er viktig, fordi ein stor fisk og ein liten stim av småfisk, kan godt gje same ekkospenning. Ved å måla tida ekkoet varer kan ein finna ut dette. Eit ekko frå ein enkel fisk varer omlag like lenge som den utsendte pulsen, medan eit ekko frå fleire fiskar samtidig, vil vara lenger. Som regel er det så stor skilnad i ekkotid at det sjølv på skrivaren (ekkokogrammet) lettvis kan skiljast mellom enkle fisk og smådottar. For større stimar er ikkje dette noko problem i det heile tatt.

Arbeidet med å bestemme størrelsen av fisken direkte ved å måla ekkospenninga har gjeve rimeleg godt resultat. Fig.2 viser skjematisk ein del av resultatata. Kurva i Fig.2 er eit grovt gjennomsnitt for fisk med symjeblære.

fig. 85
br 20 46

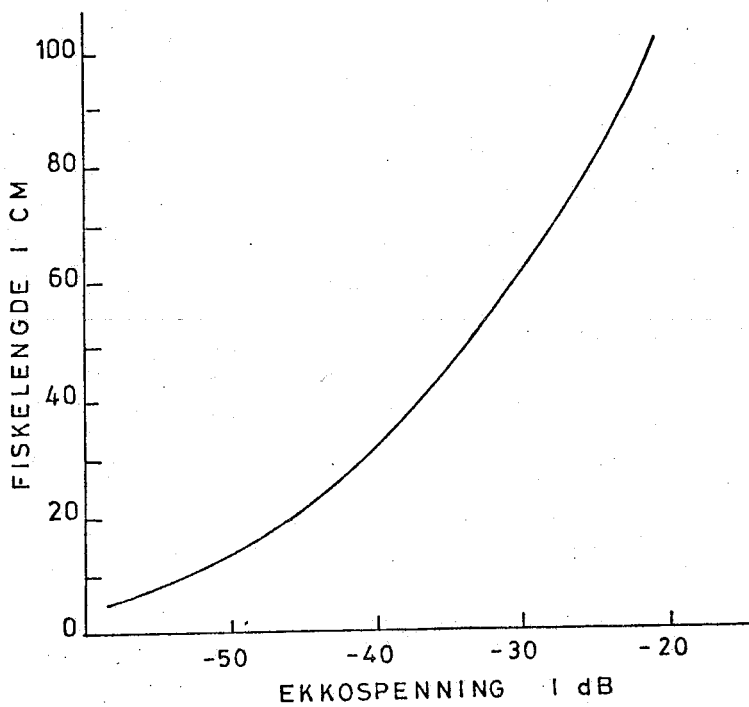


Fig.2 Samanhengen mellom ekkospenning og fiskelengde.

Fisk utan symjeblære som makrell og pigghå vil gi veikare ekko. Også ulike arter med symjeblære vil gi ulike ekkospenningar sjølv om fisken er jamstor. Derfor kan ein laga kurver som viser samanhengen mellom fiskelengde og ekkospenning for kvar art. Det går tydeleg fram av Fig. 2 at ein kan bestemma størrelsen av fisk ved å måla ekkospenninga direkte. Ombord i forskningsfartøya har ein ofte målt fiskestørrelsen ein ville få i trålen før fangsten kom på dekk, og kontrollmåling av fangsten viser lite avvik frå målingane gjort med ekkoloddet. Automatisk størrelsesbestemmelse av fisk er altså fullt mogeleg og det er teke i bruk ombord i "G. O. Sars" og "Johan Hjort". Dette er til god hjelp i identifiseringsarbeidet også, og ei verdifull støtte for å avgjera om ein skal tråle eller ikkje, og eventuelt kva reiskap ein skal bruke. Det er nok så at ein erfaren instrumentoperatør kan så nokolunde avgjera fiskestørrelsen ved å sjå på skrivaren, men nøyaktige målingar av ekkospenning er mykje sikrare og derfor langt å foretrekkja, og nødvendig når dette skal automatiserast.

MENGDÊMÅLING AV FISK

Me skal no freista finne ut kor mykje fisk der er i eit område. Dette arbeidet kan delast inn i to faser. Fyrste delen er å skaffa fram mål for kor mykje fisk der er i det vesle volumet av sjøen som ekkoloddet registrerer i. Til dette brukar me ein ekkointegrator som er tilkobla ekkoloddet (Fig. 1). Ekkoinntegratoren legg saman alle mottekne ekkospenningar og viser til ein kvar tid denne summen på ein skrivar. For kvar nautisk mil vil skrivaren 0-stille seg. Integratoren kan innstillast til å ta inn spenningar frå eit valgt dybdeintervall slik at berre fisk i f.eks. området 50 - 100 meter vert registrerte av integratoren. Summen av

ekkospenningane er proposjonal med antall fisk som er registrerte i dette dybdeintervallet. Verdien ein kan lesa ut av ekkointegratoren er difor eit mål for kor mange fiskar ein har fått ekko fra innafor integratorintervallet.

Fig.3 viser skjematisk korleis utslaget på ekkointegratoren varierer med fisketettheit på eit ekkogram. I Fig.3 har integratoren fått inn alle ekko i djupet mellom 50 og 100 meter. Me ser korleis utslaget aukar med aukande fiskemengde, og at stimane som står ved botnen ikkje er blitt tatt med.

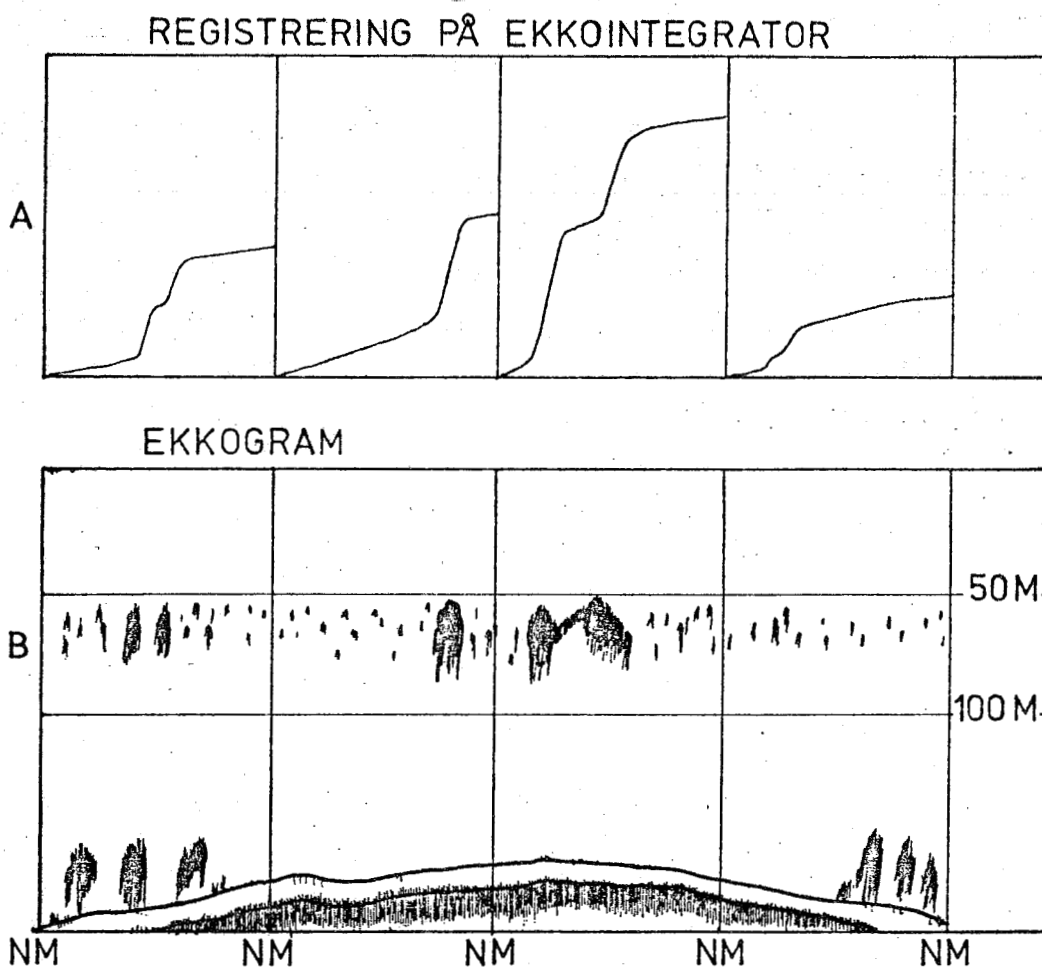


fig. 86
br.
20 ac

Fig.3 Registrering på ekkolodd (ekkoqram) og tilsvarande utslag på ekkointegrator. NM) strek for hver nautisk mil.

For å rekna ut kor mykje fisk eit visst integratorutslag tilsvargar må me kalibrera integratoren. Dette går ut på å finna kor stort integratorutslag 1 - ein - fisk gir. På målestasjonen vår har vi gjort mange slike målingar av dei fleste arter og størrelsesgrupper. Me festar ein og ein fisk i tynn gut i ekkoloddstrålen og måler ekkoet og integratorutslaget han gir. Me fyller og fisk inn i eit notbur og plasserer så buret i ekkoloddstrålen og måler integratorutslag. Ved å gjenta dette for fleire ulike fisketettheiter finn me ut kor stort ekko og integratorutslag dei ulike tettheitene gir. Resultata er gitt i tabellar (Tabell 1) som me seinare brukar for å rekne om integratorutslag til fiskemengder.

Etter at utslaget på ekkointegratoren er omrekna til fisketettheit, vert verdiane sett ut langs kurslinjene i eit kart (Fig.4) og det vert deretter trekte linjer gjennom punkter på kartet som har same integratorutslag. Desse linjene kaller vi isolinjer. Fig.4 viser ekkointegratorverdiane for lodde i Barentshavet hausten 1975. Fig.5 og 6 viser dei ferdige utrekna resultata for kvar årsklasse.

Tabell 1. Relative tetthetskoeffisienter ved 38 kHz. Tabellen viser kor mange fisk av kvar lengdegruppe av dei enkelte artene som trengst for å gi like stort utslag på ekkointegratoren som ein torsk på 100 cm.

| Lengde i cm | Torsk, sei, lyr | Hyse, kolmule | Sild, brisling | Makrell | Reke |
|----------------|--------------------|------------------|-------------------|---------|--------|
| 07 | 526,3 | (526,3) | 625,0 | | |
| 08 | 384,6 | (384,6) | 416,7 | | 1250,0 |
| 09 | 270,3 | (270,3) | 303,0 | | 833,3 |
| 10 | 208,3 | (208,3) | 277,8 | | 625,0 |
| 11 | 161,3 | (161,3) | 204,1 | | |
| 12 | 128,2 | (128,2) | 175,4 | | |
| 14 | 82,0 | (100,0) | 147,1 | | |
| 16 | 58,8 | (71,4) | 133,3 | | |
| 20 | 41,7 | 50,0 | 116,3 | | |
| 25 | 26,7 | 34,5 | 84,7 | 200,0 | |
| 30 | 17,2 | 24,1 | 53,2 | 149,3 | |
| 35 | 12,2 | 17,9 | (35,7) | 111,1 | |
| 40 | 8,9 | 12,5 | (25,0) | (80) | |
| 45 | 6,8 | 8,3 | | | |
| 50 | 5,3 | 7,1 | | | |
| 60 | 3,4 | | | | |
| 70 | 2,3 | | | | |
| 80 | (1,7) | | | | |
| 90 | (1,3) | | | | |
| 100 | (1,0) | | | | |

Fig 87 br 20 44

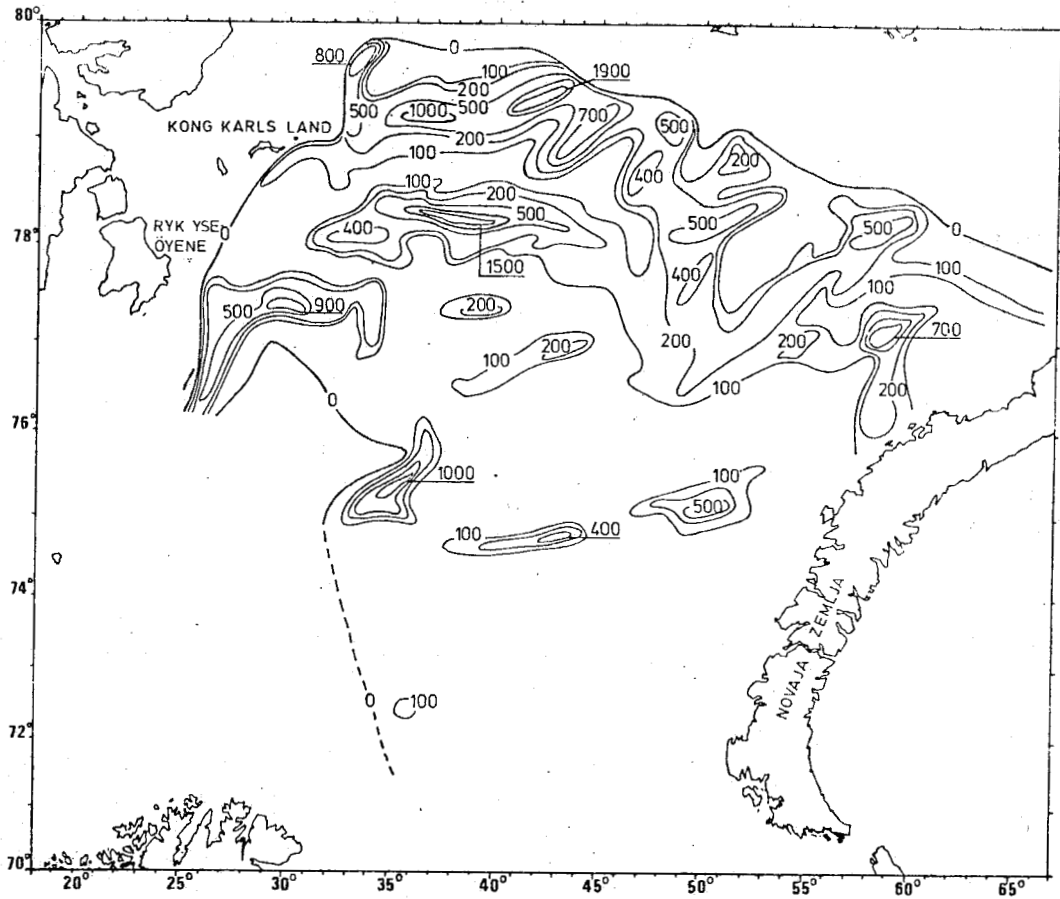


Fig.4 Integrert ekkointensitet av lodde, mm utslag ombord F/F "G.O. Sars" september-oktober 1975.

fig 88
br. 204c

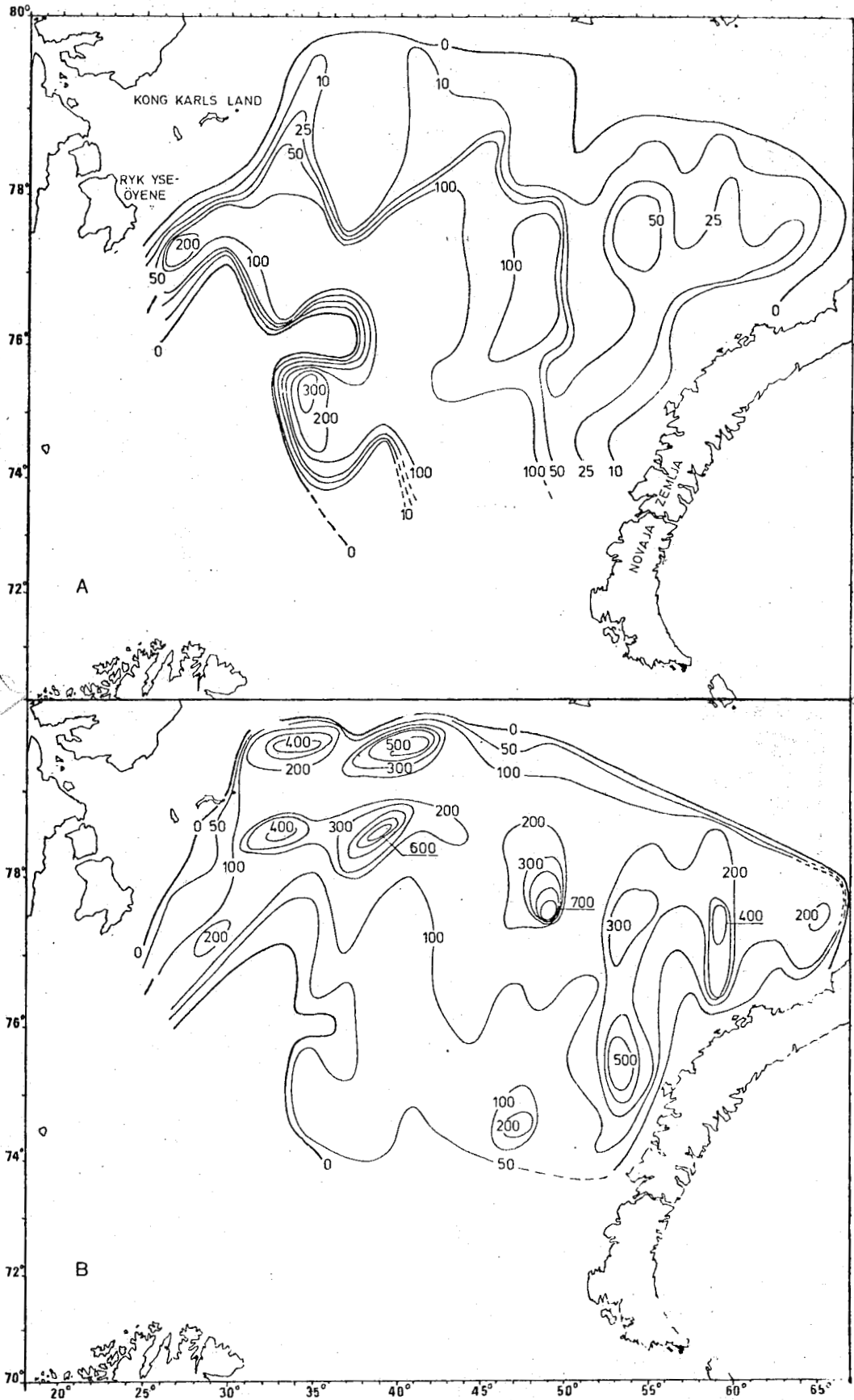


Fig.5 Utrekna tettheitsfordelingar av lodde (hl per (nautisk mil)²).
A) 0-åringar. B) 1-åringar.

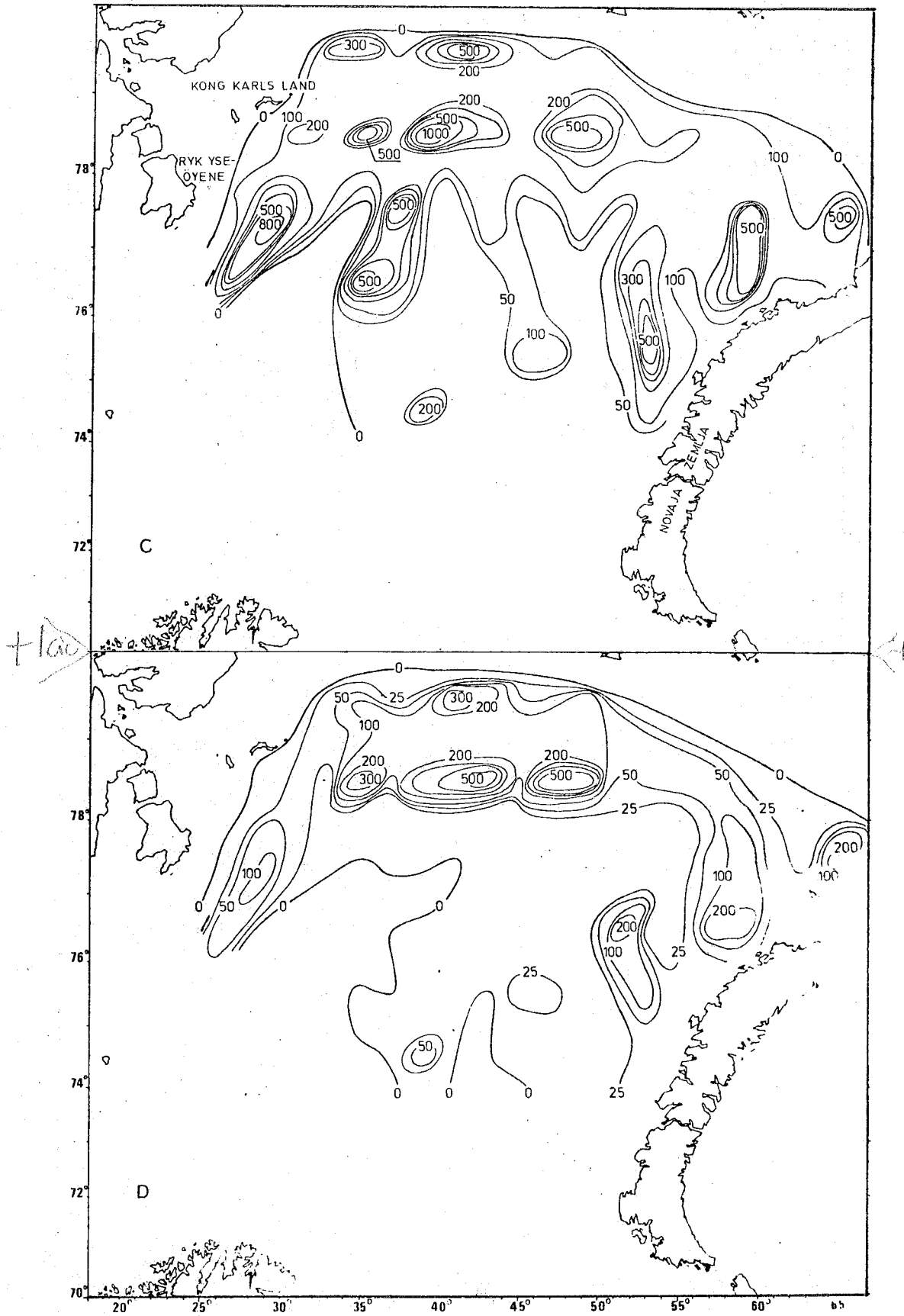


Fig.6 Utrekna tettheitsfordelingar av lodde (hl per (nautisk mil)²)

C) 2,åringar. C) 3,åringar og eldre.

OPPSUMMERING

Lat oss no summera opp kva som i dag er mogeleg og kva som ikkje er det:

1. Det er fullt mogeleg å automatisk bestemma størrelsen på fisken når enkle fisk blir registrert.
2. Det er ikkje mogeleg (eller berre i liten grad) å finna ut kva fiskeslag me registrerer. For å få greie på dette må me fiska. Ombord i forskningsfartøya gjer ein det då slik at er ein i tvil om kva fiskeslag ein registrerer, så fiskar ein. Som regel vert det fiska med trål.
3. Det er fullt mogeleg å få eit mål for kor mange fisk ein har registrert, og vidare kor mange fisk der er i eit område. Metoden er såvidt ny, at dette målet ein får, ikkje er heilt nøyaktig, men dette vil betra seg etter kvart.

Til slutt nokre ord om registreringar som kan fiskast på og registreringar som skal teljast. Dersom 2 millionar hl sild samlar seg på eit lite område, lat oss seia innafor ein firkant på 10 x 10 nautiske mil, då vil fiskerane seia at det var mykje sild. Dersom desse same 2 millionar hl spreier seg jamt utover i heile Nordsjøen, vil ein ikkje få steike-sild eingong og fiskarane vil seia: Det finst ikkje sild att. Men der er akkurat like mykje sild som før, og skal ein telja ho så må ein kunna gjera det anten ho står tett eller tunt. Difor går forskningsfartøya med stor forsterkning (mykje sverte) på ekkolodda. Under loddetokta i Barentshavet er ekkolodda ombord i forskningsfartøya slik innstilte at ein kan sjå ei enkel lodde på 150 m djupn, og då seier det seg sjølv at det blir mykje svart papir, sjølv berre av eit tynt slør. Ein er nøydd til dette, for det som ellers kunne henda

var at ein berre registrerer tette stimar når lodda eller silda står i eit tunt slør utover alt hav og ein ville da tru at det ikkje fantest hverken lodde eller sild.

Tette stimar likar ein ikkje å telja; frå svært tette stimar vil ein få for lite ekkospenning i forhold til talet på fisk av di ein del av lydenergien vil bli spredt i stimen (skyggeeffekt). Derfor vil integratorutslaget bli for lite og den totale fiskemengde for liten. Ein prøver difor å leggja fisketeljningstokt til tider då den fiskearten som skal teljast ikkje går altfor tett. Dei fleste fiskearter vil ha ein døgnvariasjon i oppførsla. Største delen av døgret kan dei stå som slør, medan dei i ein relativt kort periode kan vera i saman i tettare stimar. Korvidt ein forekomst i eit område er fiskeleg eller ikkje kan difor berre vurderast dersom ein har lege i dette området eit heilt døgn. Område der det berre er eit slør om natta kan kanskje visa seg å innehalda brukbare stimar morgon og kveld. Det ville kanskje vera ein ide om fiskarane når dei leitar etter forekomstar, brukte noko større styrke på ekkolodda. Dei ville då lettare sjå forekomstar som kanskje kan fiskast nokre timar seinare. For å vurderera mengden kan ein jo berre redusera styrken att.

SPØRSMÅL I FORBINDELSE MED ODD NAKKENS FOREDRAG OM
EKKOLODDET

Vet man noe om hvordan fisken reagerer på lydimpulsene fra ekkoloddet ?

Det er lite trolig at fisk reagerer på lydimpulsene fra ekkoloddet. Dette kan forklares ved at ekkoloddet sender ut en lydfrekvens med 20 000 hertz og vi vet at fisk reagerer bare opptil 5 000 hertz.

I allefall vil støyen fra maskin, propell, båt, hjelpe-maskin langt overstige den eventuelle lyden som måtte komme fra ekkoloddet.

Hva kommer det av at en får så forskjellige reaksjoner på ekkoloddet for de forskjellige fiskslag ?

Det har trolig sammenheng med bl.a. fiskens svømmeblære og bevegelse. Vi vet for lite til å kunne si om ekkoet fra fisk varierer med årstidene, om ekkoet er sterkere f.eks. om sommeren enn på andre tider av året. Det kan imidlertid tenkes at like før gytingen om våren, kan fisken kanskje gi et kraftigere ekko, fordi den da er tykkere.

Hvorfor er det så ofte feilmeldinger fra forskere med hensyn til sild og lodde ?

Det er nok for lite ressurser engasjert i letingen, men dette er i første rekke et økonomisk spørsmål. Vi bruker bare Johan Hjort og G.O. Sars til mengderegistrering. Til å lete burde det være med flere fartøyer, men det kommer under Fiskeridirektoratets båtkontor, og det er de som avgjør hvor mange letefartøy som bør være med. Ved prioritering innen Havforskningsinstituttet får lodda høy prioritet, og nøyaktigheten øker selvfølgelig med mengden av innsatte ressurser.

At en ikke finner lodde enkelte ganger når vi har meldt om det, kan skyldes at lodda er på vandring, og at den har spredd seg ganske fort.

Jeg tror jeg tør påstå at når vi melder om brukbare forekomster, så er der også brukbare forekomster.

Hvor mange skal konsentrere letingen og registreringen, kan være vanskelig å avgjøre, men med de fartøyer vi har til disposisjon, har vi forsøkt å registrere og lete i de områder hvor det er mest sannsynlighet at det kan drives et lønnsomt fiske. I Barentshavet konsentrerer en seg vesentlig i området mellom Hopen og Novaja Zemlja.