

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
RAPPORT FRA SENTER FOR MARINE RESSURSER NR. 3 - 1993

Asgeir Aglen:

MENGDEMÅLING MED SONAR
AV FISK I STIM - DEL II

(Sluttrapport til NFFR - prosjekt nr. 3001 - 701.419)

Sluttrapport

Skjema S20



Norges Fiskeriforskningsråd

NFFR. - Pir Senteret
7005 Trondheim
tlf. 07 515933 telefax: 07 522178

Ansvarlig institusjon

NFFR-nr.

Havforskningsinstituttet

3001-701.419

Postadr.

Tlf.

Prosjektittel

Boks 1870
5024 Bergen

05238500

Mengdemåling med sonar av fisk
i stim, del II

Kontaktperson

Faglig hovedansvarlig

Asgeir Aglen
Ole Arve Misund

Asgeir Aglen

Mål

Utvikle et sonarbasert målesystem for mengdemåling av fisk
i stim

Emneord

(4 emneord i prioritert rekkefølge, som karakteriserer prosjektet)

Fiskemengdemåling, sonar, akustikk, fiskeatferd

Tidsramme

Startår: 1991

Sluttår: 1992

Prosjektregnskap pr. / 19 92

(tusen kr)

INNETEKTER

UTGIFTER

NFFR-bevilgning 1265

Lønn og sosiale utgifter
(generalia) 795

Andre bevilgninger 3485

Driftsutgifter 816

Utstyr 3139

4750

◀ Samme sum ▶

4750

Eventuell prosjektstøtte ikke inkludert i regnskapet (oppgi type og omfang):

Vedlegg på.....8...maskinskrevne sider

Faglig hovedansvarlig

er merket med Prosjektnr. og -tittel

(sign.)

Kontaktperson

(sign.)

sted: ...Bergen..... Dato: ...1/4-93..

SLUTTRAPPORT, NFFR-PROSJEKT "MENGDEMÅLING MED SONAR AV FISK I STIM - del II", NFFR nr 3001-701.419 (tidligere registrert som 3001-913.007).

INNLEDNING

Størrelsen av mange fiskebestander blir idag anslått ved hjelp av skrogmontert ekkolodd. Fisk som står nært overflata, lar seg ikke inkludere i slike anslag. Ekkoloddmålinger kan også være påvirket av at fisk nært fartøyet prøver å unngå. I mange tilfelle er det derfor stort behov for supplerende målinger. I våre farvann gjelder dette særlig sild, lodde og makrell i sommerhalvåret. Dette er stimfisk som på dagtid lar seg registrere på sonar. Sonaren gir god dekning nært overflata og dekker et mye større areal enn ekkoloddet, slik at målingene er lite påvirket av eventuell unngåelse.

Sonar har vært brukt til kartlegging og telling av stimer (Lamboeuf *et al.* 1983 og 1984 og Smith 1981). Metoden har under gunstige forhold gitt troverdige mål for fiskemengde. Metoden har ufortjent fått liten utbredelse. Dette skyldes delvis at ingen utenom en gruppe i California (Hewitt *et al.* 1976 og Smith 1971) har utviklet metodikk for automatisk innsamling, bearbeiding og presentasjon av sonarmålinger og dels at det er tatt for lite hensyn til varierende avbøyning og absorpsjon av lyd. Moderne datateknologi har åpnet muligheter for lagring og kvantitativ analyse av sonarsignal i en helt annen grad enn tidligere. På denne bakgrunn ble prosjektet "Mengdemåling med sonar av fisk i stim" startet opp i 1988 i samarbeid med Simrad Subsea A/S og ELAB-SINTEF. Prosjektet bygger på resultat og erfaringer fra NFFR - prosjektet "Sonarobservering av fiskeatferd" (II 701.104).

Før en grundig systemanalyse var gjennomført, var det ikke klart om prosjektet burde gjennomføres med en eksisterende sonar eller om en ny sonar måtte utvikles. Konklusjonen ble at nyutvikling var ønskelig for å oppnå et system som kunne gi mengdemål av høy kvalitet. Derfor søkte Simrad i samarbeid med Havforskningsinstituttet (kun endring av ansvarlig institusjon) i 1990 om nytt prosjekt for utvikling av ny sonar. Det nye prosjektet fikk betegnelsen "Mengdemåling med sonar av fisk i stim - del II", NFFR nr 3001 - 913.007. Den planlagte nyutviklingen lot seg imidlertid ikke fullfinansiere, og det ble søkt om å bruke de avsatte midler (sammen med gjenstående midler fra prosjektets del I) til å lage et forenklet mengdeberegningssystem basert på en eksisterende sonar (Simrad SA 950). Dermed tok Havforskningsinstituttet igjen over som ansvarlig institusjon, og prosjektet fortsatte under samme navn, med NFFR - nr 3001-701.419. Prosjektets del I ble sluttrapportert i mai 1992. Selv om prosjektets del II fikk bevilgning allerede for 1991, er all aktivitet på de to prosjektene fram til årsskiftet 91/92 rapportert i sluttrapporten for del I. Denne nye sluttrapporten omfatter derfor arbeid som er utført etter januar 1992.

Under prosjektets del I ble det laget en spesifisering for et mengdemålingssystem basert på ekkointegrering fra sonar (Misund *et al.* 1989 og Bodholt 1989). Dette krevde modeller for spredning og demping av lyd under ulike forhold (hydrografiske forhold, luftbobler, bølger). I tillegg krevdes modeller for hvordan lyd reflekteres og dempes i fiskestimer når fisken har ulike aspekt i forhold til sonarstrålen. En del av disse modeller var planlagt som en integrert del av en nyutviklet sonar og en del hørte til etterbehandlingen. Etter som de

økonomiske rammer ikke tillot gjennomføring av dette, valgte man i stedet å starte med et forenklet system. Dette er basert på en eksisterende sonar og arealmåling av stimer. Stimdata samlet inn under prosjektets del I viser en brukbar sammenheng mellom stimareal og fiskemengde (Misund *et al.* 1992). Presisjonen av arealmålingen avhenger mye av sonarens horisontale oppløsning. På bakgrunn av dette ble Simrad SA 950 vurdert til å være den beste sonaren for formålet.

PERSONELL

Faglig hovedansvarlig Asgeir Aglen
Prosjektmedarbeidere Svein Floen
Hans Petter Knudsen
Ole Arve Misund
Bjørn Totland

MÅL

Utvikle et sonarbasert målesystem for mengdemåling av fisk i stim; En arbeidsstasjon tilknyttet en høyoppløsnings flerstrålesonar skal foreta automatisk arealmåling av stimer som grunnlag for mengdeberegning.

GJENNOMFØRING

En høyoppløsnings flerstrålesonar (Simrad SA 950) ble anskaffet og installert ombord på F/F "G.O.Sars" i juli 1992. Sonaren er utviklet for marineformål og har ikke tidligere vært anvendt i fiskeri eller fiskeriforskning. Den opererer på 95 kHz og dekker horisontalt en 45° strålevifte sammensatt av 32 enkeltstråler (hver med halvverdivinkel på 1.7°). Vertikalt er halvverdivinkelen 10°. Stråleviften tiltes og dreies mekanisk. Sonaren kan anvende frekvensmodulert puls. Dette eliminerer en god del støy.

"G.O.Sars" ble disponert i 12 døgn i juli for utprøving av sonaren. Sendeeffekt og mottakerfølsomhet for alle enkeltstråler ble målt ved kai ved hjelp av hydrofon. Støy mottatt på svingeren ble målt i alle horisontale retninger (ved ca 5° tilt) ved ulike hastigheter. Målinger ble gjort på sildestimer av varierende størrelse i Nordsjøen og på små stimer av småsild og brisling i Sognefjorden. Mesteparten av stimmålingene ble tatt opp på video. Ca 200 av de målte stimene ble også målt med ekkolodd og ekkointegrator. For disse stimene ble areal beregnet fra video-opptak sammenliknet med fiskemengde beregnet fra ekkointegrator, og en sammenheng ble etablert. En del av sonarmålingene ble lagret på arbeidsstasjon. Dette ble siden brukt som testmateriale ved utvikling av programvare.

For rutineinnsamling av sonardata er det viktig å ha en fortløpende registrering på papir både for å gi en oversikt over stimforekomster og for bedre å skille stimer fra andre signal. Det ble derfor utviklet et program som gjør at arbeidsstasjonen rekonstruerer et sonarekkogram som skrives ut fortløpende. Dette ble ferdig utviklet og utprøvd i oktober.

Datamengden fra sonaren er for stor til å tillate lagring av alle data. Det kreves derfor en sanntids-testing av data som skal lagres. I prosjektets del I ble det spesifisert algoritmer for automatisk å skille ut stimkandidater fra mer tilfeldige sonarsignal og for lagring og arealberegning av stimkandidater. En første versjon av et slik program ble testet ut i januar 1993.

RESULTATER OG KONKLUSJONER

Som ventet har det vist seg at de største gevinster med denne sonaren i forhold til vanlige fiskeletesonarer er bedre deteksjon av de minste stimene og mer presise målinger av stimareal. Den gode horisontaloppløsningen gir også ny informasjon om detaljer i stimenes fasong. Figur 1 viser eksempler på stimfasonger observert med denne sonaren i juli. Slike stimer vil på vanlige fiskeletesonarer framstå nesten rektangulære med en overdreven utstrekning på tvers av enkeltstrålene.

Ved bruk av kort pulslengde (0.4 millisek.) ble i noen tilfelle deler av stimen løst opp i enkeltfisk. Dette ble bare observert for stimer med liten vertikalutstrekning på kort avstand. Ved en avstand på 40 m gir en 0.4 millisekund puls et oppløsningsvolum for en enkeltstråle på omlag 8 m³. Hvis stimen har bare 2 m vertikalutstrekning, vil omlag 2 m³ av stimens volum falle innenfor samme oppløsningsvolum, slik at enkeltfisk blir registrert hvis volumtettheten er mindre enn 0.5 fisk per m³. En slik volumtetthet er ganske vanlig i stimer av voksen sild (Misund *et al.* 1992).

Slike enkeltfiskobservasjoner er ikke bare en bekreftelse på sonarens oppløsningsevne men også et bevis på at selv enkeltfisk gir tilstrekkelig signal for deteksjon. Det betyr at i alle fall under gunstige forhold og på kort avstand er det i praksis ingen nedre deteksjonsgrense for stimstørrelse. Enkeltfiskregistreringer kunne også tydelig påvises på over 200 m dyp ved å orientere svingeren vertikalt.

I Sognefjorden var mesteparten av stimene svært små. Et tilfeldig utvalg av 125 stimer ga arealmål fra 1 til 240 m² (målt fra videoopptak). 71 av disse var mindre enn 20 m². Gjennomsnittsareal var 35 m². Gjennomsnittlig vertikalutstrekning for stimer målt på ekkoloddet var omlag 3 m. Dette tilsier et gjennomsnittlig volum på omlag 100 m³. Hvis vi anvender volum/ biomasse relasjoner beregnet for brisling og sild i Nordsjøen (Misund *et al.* 1992), gir dette volumet en gjennomsnittlig stimbiomasse på 19 kg (1988-relasjonen) eller 30 kg (1989-relasjonen). Over en distanse på 66 nautiske mil ble totalt 2970 stimer talt innenfor en bredde på omlag 1/10 nautisk mil. De to anslag for gjennomsnittlig stimbiomasse tilsier dermed gjennomsnittlig fisketetthet over området på henholdsvis 8.6 og 13.5 tonn per kvadrat nautisk mil. Gjennomsnittlig fisketetthet beregnet fra integratorverdiene fra ekkoloddet over samme distanse tilsier en fisketetthet på 12.1 tonn per kvadrat nautisk mil (basert på en målstyrke lik 20 logL -71.2 dB (Anon 1989)). Konklusjonen er at arealmåling med sonar og integrering fra ekkolodd ser ut til å gi tetthetsanslag i samme størrelsesorden når fisken er fordelt slik at begge instrument dekker forekomstene. Det må imidlertid bemerkes at det er flere usikre faktorer i beregningene ovenfor. Dette gjelder særlig volum/ biomasse relasjonene som er basert på observasjoner med stor spredning og som representerer større stimer i et annet område. Dessuten er målstyrkefunksjonen opprinnelig etablert for sild, men har vært anvendt for

brisling i Nordsjøen i senere år (Anon 1989).

Målingene i Nordsjøen ble gjort på voksen sild. Her var det betydelig større variasjon i stimstørrelse. De største stimene som ble målt var ca 3400 m². Vertikalutstrekningen varierte fra 2 til ca 35 m. Her var formålet å måle samme stim både på sonar og ekkolodd. De minste stimene var vanskelig å treffe med ekkoloddet, slik at sammenhørende verdier ble oppnådd bare på stimer over 20 m². Figur 2 viser sammenhørende verdier for areal beregnet fra sonar og biomasse beregnet fra ekkolodd. Beregningsmåten er beskrevet i Misund *et al.* (1992).

De fleste beregninger av stimareal utført i prosjektet her vært foretatt på videoopptak fra sonarskjerm. Første versjon av et program for automatisk deteksjon og arealberegning av stimer ble utprøvd i januar 1993. Innenfor et forhåndsvalgt avstandsintervall søker programmet i sonarbildet etter pixelverdier over en valgt terskel. Når flere etterfølgende verdier langs en enkeltstråle er over terskelen, defineres disse som en "ekkolinj". Oftest vil en stim registreres over flere nabostråler, og stimarealet defineres ut fra de ekkolinjer som i flere nabostråler danner en sammenhengende flate. Dette viste seg å være et brukbart kriterium for å detekttere stimer, men i denne første versjonen var terskelen satt for høyt, slik at det beregnete areal representerer bare den tetteste del av stimen. Arealberegninger fra videoopptak av de samme stimer ga høyere verdier, mens arealt for den tetteste delen av stimene ga brukbart samsvar med de verdier som var beregnet automatisk (figur 3).

Den enkle algoritmen som foreløpig er implementert gjør at en god del tilfeldige signal (ekko fra overflate eller bunn og pulser fra andre akustiske instrumenter) kan aksepteres som stimkandidater. Dette problemet reduseres betydelig ved å anvende sonarens "filterfunksjon". Denne funksjonen krever at et ekko må opptre i omlag samme posisjon i flere ping før det godtas som et stabilt mål og presenteres på skjermen.

INFORMASJON

Brukere av informasjon fra prosjektet er fiskeriforskningsmiljøet. I prosjektets del I ble det skrevet flere artikler både som rapporter, paper til ICES - møter, en doktoravhandling og paper til internasjonale tidsskrift (se liste i Sluttrapport for del I). To av disse tidligere arbeid er i 1992 antatt og trykket i et tidsskrift, og et nytt arbeid ble presentert ved et symposium. Framdriftsrapporter til NFFR er distribuert til interesserte ved Havforskningsinstituttet og Simrad Subsea a/s.

Aglen,A. Mengdemåling med sonar av fisk i stim, del I. Sluttrapport, mai 1992.

Aglen,A. Mengdemåling med sonar av fisk i stim, del II. Framdriftsrapport, juli 1992.

Aglen,A. Mengdemåling med sonar av fisk i stim, del II. Framdriftsrapport, januar 1993.

Misund,O.A., A.Aglen, A.K.Beltestad and J.Dalen, 1992. Relationships between the geometric dimensions and biomass of schools. *ICES J. mar. Sci.*, (49):305-315.

Misund,O.A. and A.Aglen, 1992. Swimming behaviour of fish schools in the North Sea during acoustic surveying and pelagic trawl sampling. *ICES J. mar. Sci.*, (49):325-334.

Misund,O.A., A.Aglen, S.Ø.Johanessen, D.Skagen and B.Totland, 1992. Assessing the reliability of fish density estimates by monitoring the swimming behaviour of fish schools during acoustic surveys. *ICES Symposium on Fish Behaviour in Relation to Fishing Operations*, Bergen, Norway, 11-13 June 1992.

RESULTATOPPFØLGING

Det viktigste arbeid som gjenstår for å ha et brukervenlig mengdeberegningsverktøy er å utarbeide et etterbehandlingsprogram som på en rask og oversiktlig måte gjør brukeren i stand til å tolke observasjonene og utføre den endelige mengdeberegningen basert på observert stimareal per enhet havflate. I en slik tolkeprosess må eventuelle observasjoner som ikke kan tilskrives stimer, fjernes. For hver stim vil det foreligge en serie observasjoner, og en må kritisk vurdere hvilke observasjoner som gir de beste mål for stimen.

Havforskningsinstituttet vil i 1993 og 1994 fortsette med forbedring av program for automatisk deteksjon og arealberegning av stimer og utvikling av etterbehandlingsprogram.

REFERANSER

Anon. 1989. Report of the planning group for acoustic surveys in Sub-area IV and Division IIIa. *ICES C.M. 1989/H:3*.

Bodholt,H. 1989. Mengdemåling med sonar. Systemanalyse del II. Tekniske valgmuligheter. Simrad notat nr FF12, Horten, oktober 1989.

Hewitt,R.P., P.E.Smith and J.C.Brown, 1976. Development and use of sonar mapping for pelagic stock assessment in the California current area. *Fish.Bull.,U.S.*, 74(2): 281-300.

Lamboeuf,M., J.Burczynski, S.Bencherifi, M.Chbani and A.Elminowicz, 1983. Evaluation acoustique de la biomasse de sardine au Maroc de 1979 a 1981. Combinaison des estimations du sonar et du sondeur vertical. *FAO Fish.Rep.* (300):197-207.

Lamboeuf,M., S.Bencherifi and M.Chbani, 1984. Distribution et evaluation au sonar de la biomasse de sardine des cotes atlantique de Maroc. (Resultats de neuf prospections effectuees entre 1979 et 1983). *Trav.Doc.Dev.Peche Marit.*, (43), 23 pp.

Misund,O.A, J.Dalen and A.Aglen, 1989. Mengdemåling av stimer med sonar. Systemanalyse 1 - brukarvurdering. Havforskningsinstituttet Rapport FO 8903, Bergen, oktober 1989.

Misund,O.A., A.Aglen, A.K.Beltestad and J.Dalen, 1992. Relationships between the geometric dimensions and biomass of schools. *ICES J. mar. Sci.*, (49):305-315.

Smith,P.E. 1971. The horizontal dimensions and abundance of fish schools in the upper mixed layer as measured by sonar. In: *Proceedings of an International Symposium on Biological Sound Scattering in the Ocean* (G.Brooke Farquhar, ed.): 563-600.

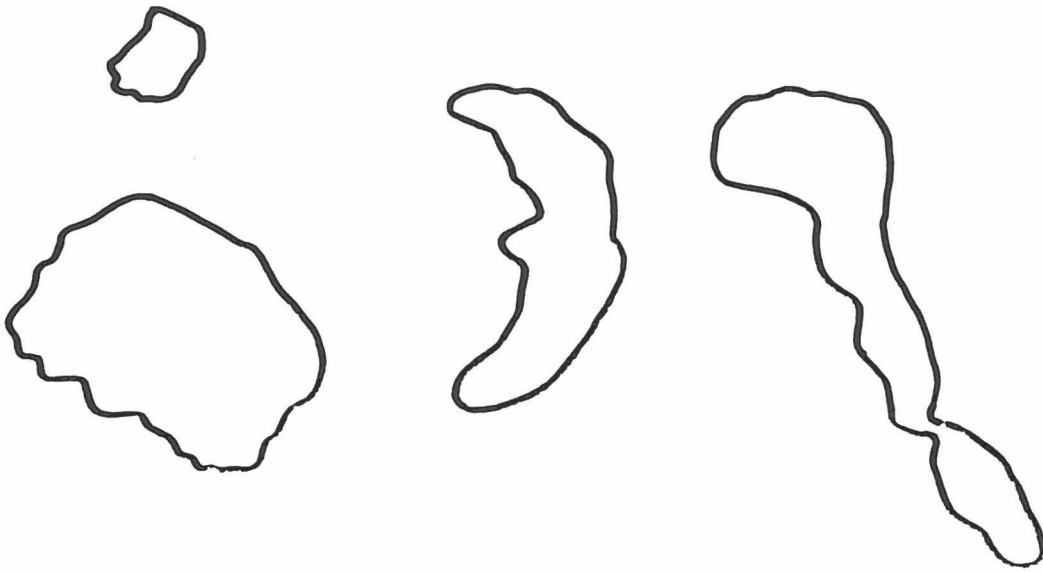
Smith,P.E. 1981. Fisheries on costal pelagic schooling fish. In: *Marine Fish Larvae: Morphology, Ecology and Relation to Fisheries* (R.Lasker, ed.): 1-31, University of Washington Press, Seattle.

KOSTNADSOVERSIKT, 1992 (tusen kr)

Finansiering	U t g i f t e r			
	Lønn	Drift	Utstyr	Totalt
NFFR:* 1265	-	89	1176	1265
HI:** 2485	795	727	963	2485
SIMRAD: 1000	-	-	1000	1000

*Tallene samsvarer ikke med siste regnskapsoversikt. Det har nemlig vist seg at overførte midler fra prosjektets del I var ca 127 000 lavere enn tidligere beregnet. Tilsvarende beløp har derfor kommet som en tilleggsbelastning på HI-midler. Dessuten var 44 000 av driftsutgiftene feilaktig ført som lønn i siste regnskapsoversikt.

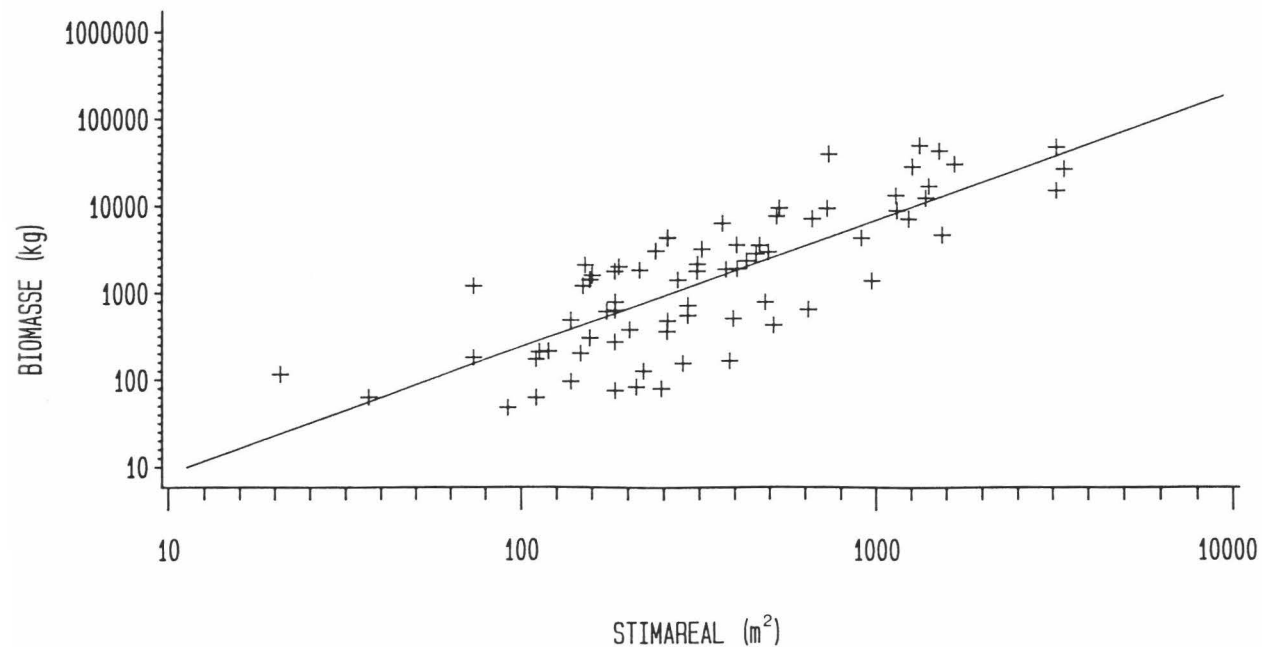
**Inkluderer 167 000 som var feilaktig belastet prosjektets del I i 1991 (se Sluttrapport del I)



Figur 1. Eksempler på stimfasonger observert på omlag 200 m avstand med Simrad SA 950 flerstråle sonar.

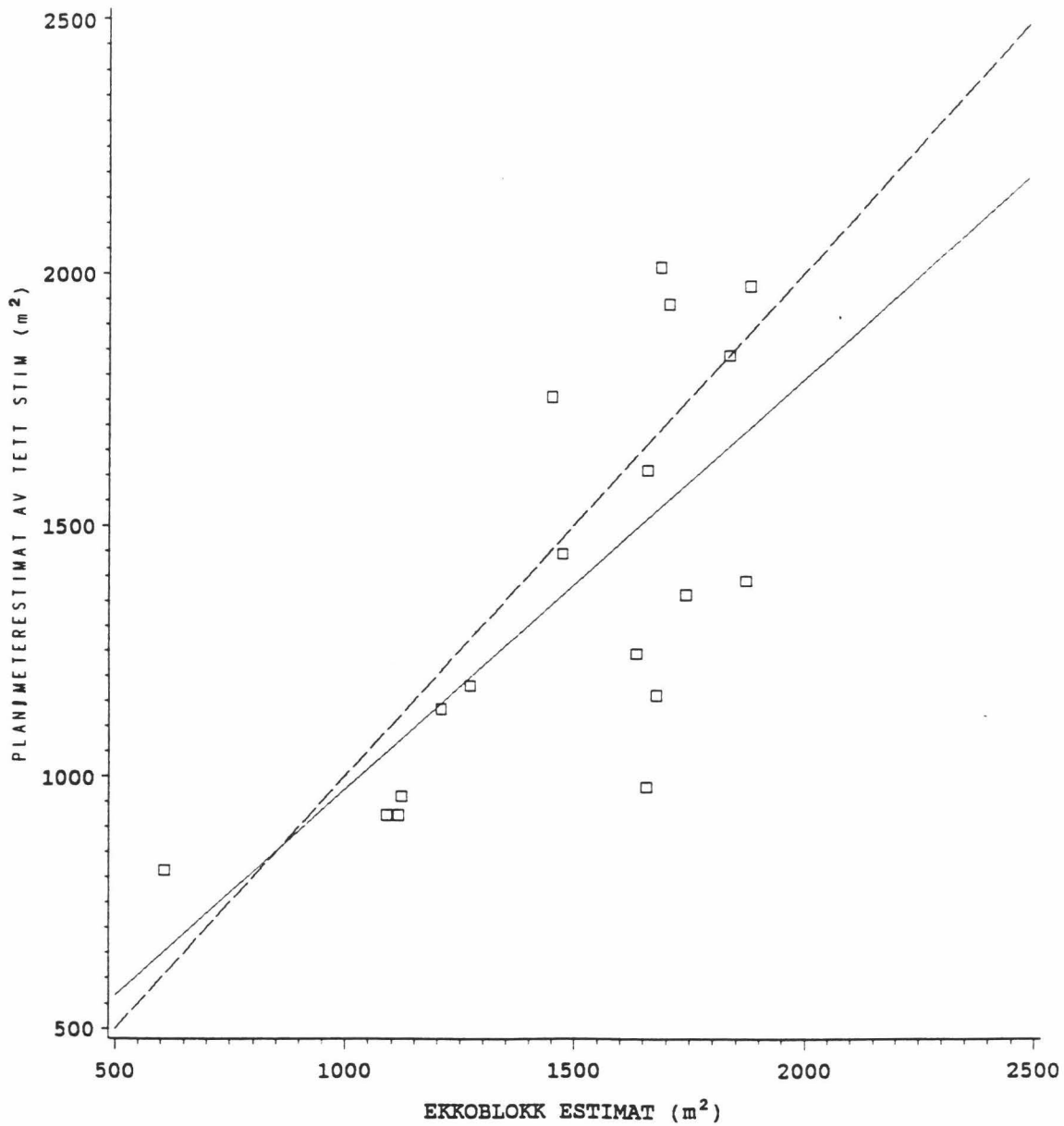
STIMAREAL RELATERT TIL BIOMASSE

MÅLINGAR MED SIMRAD SA950/EK500, NORDSJØEN 1992



Figur 2. Sammenheng mellom areal beregnet fra sonar og biomasse beregnet fra ekkolodd for sildestimer i Nordsjøen.

Barentshavet, januar 1993, F/F 'G.O. Sars'



Figur 3. Areal for tetteste del av stim beregnet med planimeter fra videoopptak og areal beregnet med første versjon av dataprogram (ekkblokk estimat).