

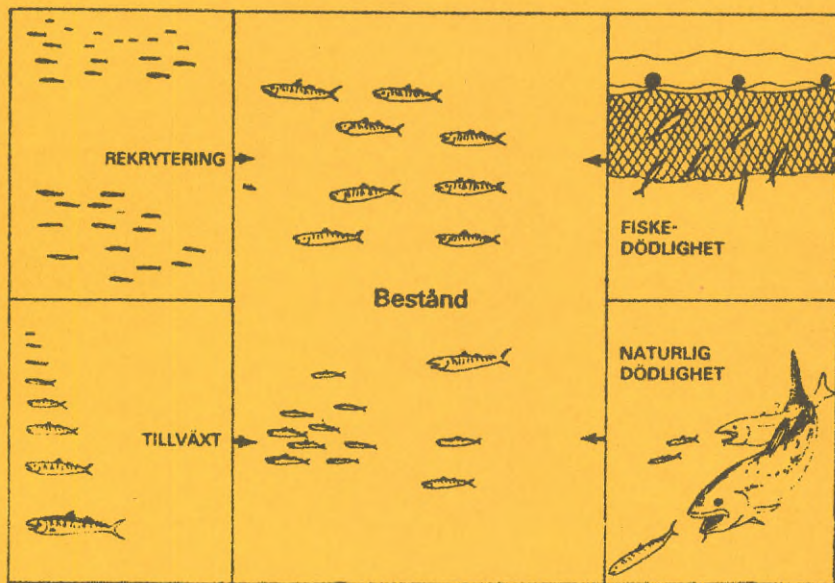
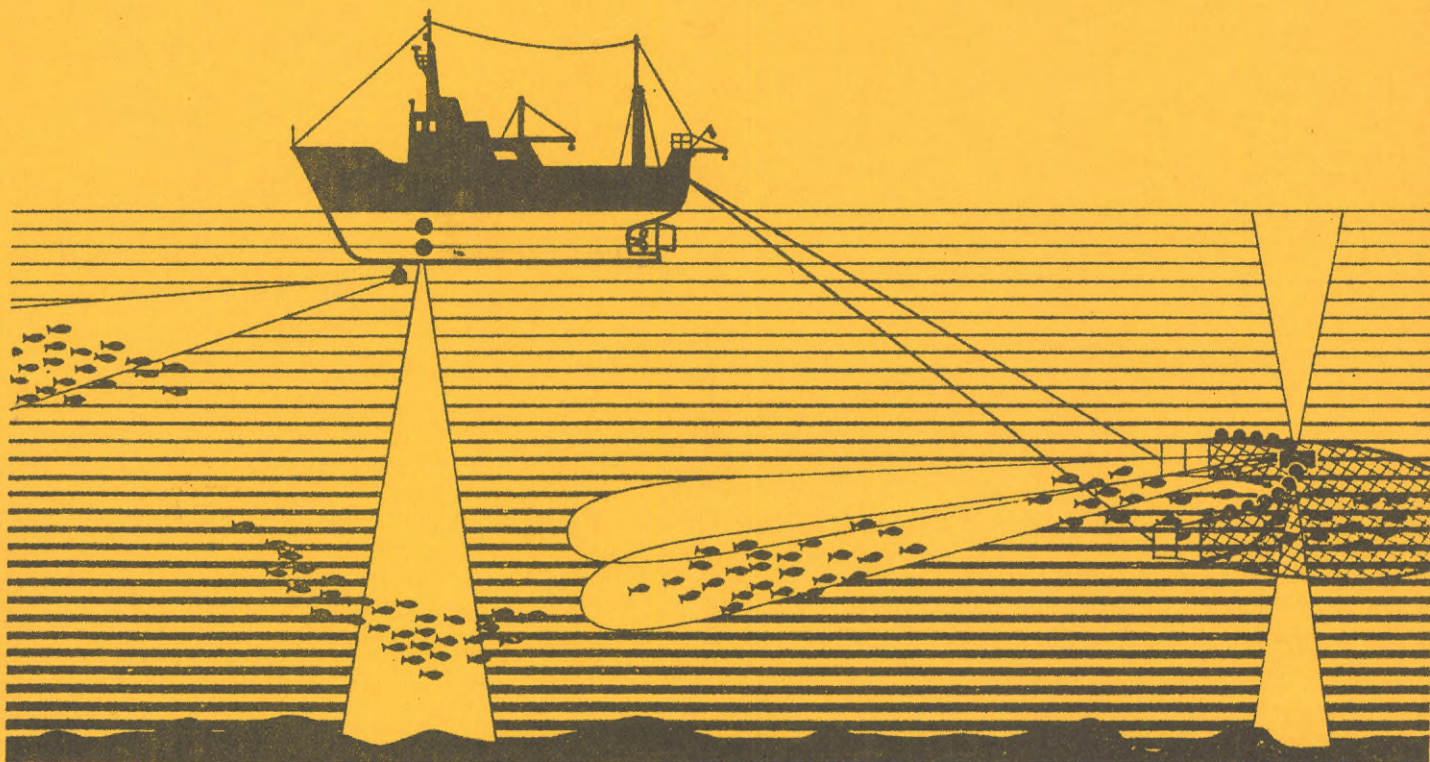


Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.







**MEDDELANDE från  
HAVSFISKELABORATORIET • LYSEKIL**

nr  
249

Akustisk uppskattning av sill och skarpsill i  
östra Skagerrak och Kattegatt, 1976-1978

av

Olle Hagström, Olle Billgren,  
Nils Håkansson och Sven Kollberg

November 1979





INNEHÅLLSFÖRTECKNING - TABLE OF CONTENTS

	sid/page
	" "
1.1. Sammanfattning . . . . .	
1.2. Abstrakt. . . . .	
2. INLEDNING. . . . .	1
3. MATERIAL OCH METODER. . . . .	2
3.1. Ekointegrering. . . . .	2
3.2. Bestämning av C-värde. . . . .	2
3.3. Sökning och ekolodning med flyttrålare. . . . .	3
3.4. Provtagning på fångsterna. . . . .	3
4. RESULTAT. . . . .	3
4.1. Utbredning av total aukustisk biomassa. . . . .	3
4.2. Mängder och tätheter. . . . .	4
4.3. Sökning flyttrålare. . . . .	5
4.4. Lekbestånd. . . . .	6
4.5. Sillens beståndstillhörighet och åldersstruktur. . . . .	6
4.6. Skarpsillens lekperiod och lek område. . . . .	7
5. DISKUSSION. . . . .	7
5.1. Sammanfattning över den horisontella utbredningen. . . . .	7
5.2. Sill och skarpsill, beståndsstorlek och lekbestånd . . . . .	8
5.3. Val av lämplig årstid för integrering, rekommendationer . . . . .	10
6. TACK. . . . .	13
APPENDIX. . . . .	14
LITTERATUR. . . . .	
TABELLER. . . . .	
FIGURER. . . . .	



## 1.1. SAMMANFATTNING

Ekointegreringsundersökningar genomfördes i Skagerrak - Kattegatt vid olika årstider under 1976, 1977 och 1978 med U/F "Argos". Undersökningarna omfattade också trålning för insamlande av fiskprover. Kommersiella trålare deltog i expeditionerna 1976-1977.

Den största lekbiomassan av sill (33 000 ton) erhöles i juni 1976 och av skarpsill i september samma år (70 000 ton). De största totala biomassorna av både sill och skarpsill erhöles i september 1976 (149 000 ton resp. 135 000 ton). Resultaten antyder att sillbeståndet och speciellt lekbeståndet i området är oroväckande litet även om det finns indikationer på att gjorda beräkningar enligt VPA är underskattningar.

En diskussion med åtföljande rekommendationer för framtida hydroakustiska undersökningar ges. September föreslås som den bästa månaden för en undersökning i Skagerrak - Kattegatt trots närvaron av andra pelagiska arter än sill och skarpsill, vilket nödvändiggör ett omfattande trålprogram. Ekointegreringstekniken beskrivs och diskuteras i Appendix.

## 1.2. ABSTRACT

Echo integration surveys in the Skagerrak - Kattegat area were conducted at different seasons in 1976, 1977 and 1978 by R/V "Argos". The investigations included trawling for fish samples. In 1976-1977 commercial trawlers took part in the surveys.

The largest spawning stock of herring (33,000 tons) was found in June 1976 and that of sprat (70,000 tons) in September the same year. The largest total biomasses of both herring and sprat were found in September 1976 (149,000 tons and 135,000 tons resp.). The results indicate that the stock of herring in the area is endangered although it is concluded that the stock size is probably underestimated in the VPA assessment.

A discussion and some recommendations for future investigations using hydroacoustic survey techniques are given. September is considered to be the best month for a survey in the Skagerrak - Kattegat area, despite the presence of several other species with pelagic behaviour at that time, making necessary a comprehensive trawl program. The echo integration technique is described and discussed in greater detail in the Appendix.



## 2. INLEDNING

Utvecklingen av fiskeflottornas fångstkapacitet efter sista världskriget ledde till en av de allvarligaste kriserna fisket upplevt. Överexploatering av sillbestånden inleddes redan under 1950-talet i Nordatlanten och utvecklingen fram till dagens sillfiskestopp och kvoteringsåtgärder för ett stort antal arter har inneburit en vändpunkt i uppfattningen om fisktillgångarnas oändlighet. Fiskezoner infördes och behovet av beståndsvård och planering av fisket framstod med all önskvärd tydlighet som en logisk följd av situationen. Beräkning av beståndsstorlek, och dess påverkan genom fiske- och naturlig dödlighet samt tillväxt och rekrytering utgör idag utgångsvärdet för beräkning av tillåtet fångstuttag.

Virtual Population Analysis eller VPA är den vanligaste metoden för uppskattning av fiskbestånd när fiskeristatistik finns. Den kräver enhetliga populationer och arternas oberoende av varandra, villkor som i praktiken inte kan uppfyllas, samt en omfattande provtagning på de landade fångsterna. Metoden anses dock ge en relativt god uppskattning av beståndens storlek några år tillbaka i tiden, men ju närmare nuläget som uppskattningen avses gälla desto osäkrare blir resultatet. Detta medför att utgångsläget för prognosen är osäkert. För kortlivade arter såsom skarpsill ger inte VPA-metoden rättvisande resultat utan bestånden måste uppskattas med andra metoder, t ex ekointegrering, undersökningar av ägg och larvförekomst, samt trålöversikter. Samma sak kan även till en del sägas gälla för sill i starkt överexploaterade bestånd där ett fåtal yngre årsklasser dominerar.

Ekointegrering medger en värdefull komplettering till VPA-metoden såsom en helt oberoende uppskattning, utan några krav på tillförlitlig fiskeristatistik och kännedom om förändringar av fiskeeffektivitet och fiskemönster. Den ger dessutom en omedelbar uppskattning av beståndets storlek och utbredning vid undersökningstillfället, och kan därför förbättra utgångsläget för en prognos. Beträffande begränsningar hos ekointegreringsmetoden se Appendix.

Beståndsutvecklingen av sill och skarpsill i Skagerrak och Kattegatt har under de senaste åren följts av en dansk-svensk studiegrupp. Gruppen har i flera rapporter visat att sillbeståndet i detta område är överfiskat och att risker föreligger för att fisket skall kollapsa. För skarpsill har gruppen inte kunnat göra några uppskattningar av beståndets storlek eller utveckling. (Anon. 1978a.)

Sillfisket har under 1960- och 1970-talen genomgått stora förändringar i Skagerrak och Kattegatt. Före 1970-talet bedrevs fisket främst under hösten och vintern på sill av höstlekande typ. De viktigaste bestånden i detta fiske var Nordsjöns höstlekande banksill, som periodvis trängde in i Skagerrak under senhösten, och vintern, samt Kattegatts höstlekande sill (Kobbergrundssill, Höglund, 1972). Flera bestånd av vårlekande sill ingick även i fångsterna (Andersson, 1958). Efter den stora nedgången i de höstlekande sillbestånden både i Kattegatt och Nordsjön under senare hälften av 60-talet har fångsterna av vuxen sill dominerats av vårlekande bestånd, främst s k Kattegatts vårlekare (Ackefors, 1977). Detta har också inneburit att fiskemönstret har ändrats så att från att vara ett höst-vinterfiske har fisket under 70-talet börjat i maj-juni i västra Skagerrak och successivt förlyttats ner i Kattegatt, där fångsterna har kulminerat 1-2 månader senare än i Skagerrak.

Under den senaste 10-årsperioden (1967-1977) minskade sillfångsterna i Skagerrak från som mest 290 000 ton åren 1967-1968 till ca 80 000 ton under 1970-talets första år. Anon. 1978b. Ett utmärkande drag för fångstutvecklingen i Skagerrak är att den sedan 1970 följer samma fluktuationer som i Kattegatt där fångsten under 10-årsperioden varierat mellan 75 000-



120 000 ton. Från 1973 minskade fångsterna i Kattegatt trots att fiske-trycket ökade. (Fig. 1) (Anon. 1978a.)

Den övervägande delen av Skagerraks och Kattegatts skarpsillbestånd fångas i Kattegatt. Fångsterna i Skagerrak och de norska fjordarna söder om 62<sup>o</sup> breddgraden vars skarpsill anses höra till samma bestånd, är små jämfört med Kattegattfångsterna. Fångsterna låg under hela 60-talet mellan 10 000 och 20 000 ton. Sedan 1972 har uttaget stigit kraftigt och uppgick 1975 till drygt 110 000 ton varefter en reduktion av fångsterna har skett (fig. 2) (Anon. 1978a).

I föreliggande arbete redovisas resultaten av ekointegreringar utförda i Skagerrak och Kattegatt under åren 1976-1978.

### 3. MATERIAL OCH METODER

#### 3.1. Ekointegrering

Ekointegreringarna utfördes med U/F "Argos" som är utrustat med Simrad ekolod EK 120 S i kombination med Simrad ekointegrator QM MK II. För identifiering av ekoutslagen trälades med flyttrål.

Apparaturens inställning under 1976 och 1977 framgår av Hagström et al., 1976. Under 1978 varierades apparatinställningen (se appendix) men utslaget i mm på integratorn hänfördes alltid till 20 dB total förstärkning. För effekterna av de olika inställningarna se Lindquist et al., 1977. "Argos" höll 10 knops fart och integratorn nollställdes varje sjömil (NM), samtidigt som en markering gjordes på ekolodspapperet. Kurslinjerna under 1977 och 1978 framgår av fig. 4, 5 resp. 9, 10. För 1976 års körningar hänvisas till Hagström et al., 1976. Täckningsgraden valdes så att varje seglad nautisk mil representerade ca 3-4 kvadrantnautiska mil av det undersökta området.

Ekogrammen och integratorrullarna studerades parallellt. Utslagen från integratorn jämfördes för varje sjömil med ekolodsutslagen. Utslag från språngskikt, botten etc bedömdes och drogs ifrån det totala integrerade utslaget. Det på detta sätt erhållna värdet avsattes längs kurslinjen för att utgöra underlag för utbredningskartor. För mängdberäkningarna fördelades det integrerade utslaget på respektive arter med ledning av gjorda tråldrag (tab. 1, se också Hagström et al., 1976) och genom bedömning av ekogrammen. Ett medelvärde integrerat utslag i mm/NM<sup>2</sup>, beräknades för var och en av de överseglade ICES-rutorna. Detta värde, som är proportionellt mot medelfisktätheten i rutan, multiplicerades sedan med en omräkningskonstant, (C) = 15 ton/NM<sup>2</sup> mm, för att ge absoluta fisktätheter i ton/NM<sup>2</sup>. Mängden fisk i hela rutan eller den del av rutan som uppgiften ansågs representera fastställdes slutligen genom multiplikation med rutans areal.

#### 3.2. Bestämning av C-värde

Omräkningskonstanten C kan uppskattas genom flera olika metoder. Dessa, liksom de försök som utförts vid Havsfiskelaboratoriet, finns beskrivna i appendix. Där redogöres också för det slutliga valet av C = 15 ton/NM<sup>2</sup> och mm.



### 3.3. Sökning och ekolodning med flyttrålare

Sökning och ekolodning utfördes i huvudsak på samma sätt under 1977 som 1976 (Hagström et al. 1976). Erfarenheterna från de tidigare undersökningarna medförde dock att sökschemat gjordes mer regelbundet med parallella körningar på ca 2.5 NM avstånd (fig. 6-8). Detta medförde ett säkrare underlag för bedömning av den horisontella utbredningen. En markering av-sattes på ekolodspapperet var 30 min samtidigt med positionsavläsningar. Körningen indelades därigenom i lika snitt. Ekolodsutslaget på varje snitt delades sedan upp i 5 klasser graderade från 0 till 4 med avseende på ekostyrkan, fig. 3. Klassningen utfördes av en och samma person för samtliga körningar under båda åren, för att erhålla en så jämförbar bedömning som möjligt. Snitt med samma klass sammanfördes sedan till områden för att erhålla horisontella utbredningskartor över förekomsten av fisk/sill. (Jmf. ekointegrering, 3.1.)

Trålning med flyttrål genomfördes för identifiering och provtagning. Samtliga flyttråldrag under 1977 och 1978 ("Argos") redovisas i tabell 1. Resultaten av 1976 års flyttrålning se Hagström et al. 1976.

### 3.4. Provtagning på fångsterna

Av sill och skarpsill mättes så många individer, vanligtvis ca 300, att en stabil längdfördelning erhöles. Dessutom uttogs 5 individer från varje halvcentimetersklass för analys på laboratoriet. Analyserna omfattade ålder och könstadium och för beståndsidentifiering meristiska karaktärer såsom antal kotor, kölade fjäll m m.

## 4. RESULTAT

### 4.1. Utbredning av total akustisk biomassa

4.1.1. Ekointegrering i juni och september 1976. För utbredning, utbredningskartor och kurser hänvisas till Hagström et al., 1976.

### 4.1.2. Ekointegrering februari 1977

I huvuddelen av den sökta ytan i Skagerrak var utslagen små. Övergångsområdet mellan Skagerrak och Kattegatt visade vid denna årstid, liksom under juni och september 1976 den största förekomsten (fig. 4). I Kattegatt återfanns de största och mest utbredda koncentrationerna nord och ost Läsö samt nord Anholt. Ett utbrett område med måttliga utslag fanns även kring Stora Middelgrund (fig. 5).

### 4.1.3. Ekointegrering april 1978

I Skagerrak erhöles praktiskt taget inga utslag. Även i övergångsområdet mellan Skagerrak och Kattegatt erhöles få utslag (fig. 9). I Kattegatt påträffades stora koncentrationer i Göteborgs skärgård. Vidare återfanns de största och mest utbredda koncentrationerna nordväst Nidingen, väster och öster om Lilla Middelgrund, vid Groves Flak, samt vid Stora Middelgrund.



Dessutom registrerades en utbredd men mindre koncentrerad förekomst i ett område från Falkenberg ned mot Hallands Väderö (fig. 10).

#### 4.2. Mängder och tätheter

Vid beräkningarna har omräkningskonstanten  $C = 15 \text{ ton/NM}^2$  mm använts för samtliga körningar. C-värdet har antagits vara lika över hela området samt lika för sill och skarpsill. Uppdelningen mellan dessa arter blir därför endast beroende av sammansättningen i trålfångsterna.

##### 4.2.1. Ekointegrering juni 1976

Mängden sill uppskattades till 90 000 ton och mängden skarpsill till 50 000 ton inom det totalt täckta området på  $4472 \text{ NM}^2$ . De vägda medeltätheterna uppgick för sill till  $20 \text{ ton/NM}^2$  och för skarpsill till  $11 \text{ ton/NM}^2$ .

Förekomsten av sill var större i Skagerrak än i Kattegatt (fig. 17) och den högsta medeltätheten per ruta,  $78 \text{ ton/NM}^2$ , registrerades i ruta 4655 (tab. 3), där det täckta området dock bara var ca  $1/8$  av hela rutan. De högsta medeltätheterna av skarpsill återfanns i rutorna 4556 och 4455 (tab. 3), där mer än hälften av den totala mängden skarpsill påträffades (fig. 17). Lekande skarpsill fångades i dessa rutor (tab. 4) vilka sammanfaller med det område som utpekats som skarpsillens huvudsakliga lek-område (Lindquist 1964).

##### 4.2.2. Ekointegrering september 1976

Den totala mängden sill beräknades till 149 000 ton och den totala mängden skarpsill till 135 000 ton inom det avsökta området på  $5625 \text{ NM}^2$ . Medeltätheten sill för hela området uppgick till ca  $26 \text{ ton/NM}^2$  och för skarpsill till  $24 \text{ ton/NM}^2$  (tab. 3).

I kontrast mot juni var mängden sill större i Kattegatt än i Skagerrak och den högsta medeltätheten per ruta,  $76 \text{ ton/NM}^2$ , registrerades i ruta 4356 där också den största mängden erhöles. I jämförelse med juni hade en omfördelning av tätheterna skett från Skagerrak till Kattegatt. För skarpsillen noterades en kraftig ökning av mängderna jämfört med juni. Ökningen hänförs sig praktiskt taget helt till Kattegatt. Den största tätheten noterades i ruta 4355 medan den största mängden erhöles i ruta 4256 (tab. 3, fig. 18).

##### 4.2.3. Ekointegrering februari 1977

I februari hade både mängden sill och mängden skarpsill minskat kraftigt jämfört med september. Inom det avsökta området på  $5481 \text{ NM}^2$  beräknades mängden sill till ca 52 000 ton och mängden skarpsill till ca 25 000 ton. De vägda medeltätheterna blev för sill  $9.4 \text{ ton/NM}^2$  och för skarpsill  $4.6 \text{ ton/NM}^2$  (tab. 3) vilket innebär 180 % minskning för sill och 425 % minskning för skarpsill jämfört med september.

De högsta silltätheterna återfanns i rutorna 4355 och 4356 och de största biomassorna i rutorna 4356 och 4256 (fig. 19). Det fanns mer sill i Kattegatt än i Skagerrak.

Mängderna skarpsill var små i flertalet rutor (fig. 19). De högsta skarpsilltätheterna registrerades i rutorna 4157, 4355 och 4456 (tab. 3).



#### 4.2.4. Ekointegrering april 1978

I april 1978 täcktes ett 4844 NM<sup>2</sup> stort område i Skagerrak och Kattegatt. Den beräknade sillmängden blev ca 102 000 ton och skarpsillmängden 32 000 ton. Medeltätheterna för sill var 21 ton/NM<sup>2</sup> (tab. 3) vilket var jämförbart med tätheterna i juni och september 1976. Motsvarande värde för skarpsill var 7 ton/NM<sup>2</sup>.

I huvudsak fördelade sig sillen jämnt över hela Kattegatt med den högsta tätheten i ruta 4357, 57 ton/NM<sup>2</sup>, medan tätheterna och biomassorna var låga i Skagerrak. De största mängderna erhöles i rutorna 4356 och 4456 (fig. 20).

Skarpsilltätheten var mycket låg i Skagerrak och flertalet rutor i Kattegatt. De högsta tätheterna, 17-20 ton/NM<sup>2</sup>, registrerades i rutorna 4256 och 4257 (tab. 3). Den sammanlagda mängden i dessa rutor, 19 000 ton, utgjorde ca 60 % av den totala mängden i hela undersökningsområdet (fig. 20).

Av fiskeristatistiken (tab. 2) framgår att de största fångsterna av sill och skarpsill under motsvarande tid tagits i rutorna 4356 och 4456, där speciellt i den sista, en stor andel (66 %) tagits innanför baslinjen. Sillen utgjorde en dominerande andel i samtliga rutor. I norra Skagerrak utgjorde den 100 %, i norra Kattegatt 84-96 % och i södra Kattegatt 74-84 % av de rapporterade fångsterna. Huvuddelen av sillfångsten utgjordes av mindre sill (3:or). Endast i område 4456 fångades något större sill (2:or).

#### 4.3. Sökning flyttrålare

4.3.1. Sökning och flyttrålning juni och september 1976. För utbredning, utbredningskartor och kurser hänvisas till Hagström et al., 1976.

4.3.2. Sökning och flyttrålning februari 1977

I Skagerrak bildade ett område med svaga utslag ett band utmed den svenska kusten. Från detta band fanns utlöpare från Kosteröarna i sydvästlig riktning och mellan Marstrand och Skagen. Högre koncentrationer i detta band fanns runt Kosteröarna och väster om Lysekil (fig. 6). Väster om Lysekil antydde ett flyttråldrag att krill utgjorde huvuddelen av utslagen. Undersökningarna i Kattegatt visade att bandet fortsatte utmed svenska kusten med de största utslagen utanför Göteborg och Kungsbackafjorden. Kraftiga koncentrationer, huvudsakligen bestående av skarpsill, påträffades också mellan Skagen och den svenska kusten samt ost Fredrikshamn. Vidare förekom flera stora koncentrationer, bestående främst av sill, i området mellan Läsö och Nidingen samt väst Varberg (fig. 7). I södra Kattegatt förekom allmänt svaga utslag med tätare koncentrationer endast runt Lilla Middgrund och en stor sammanhängande koncentration från Laholmsbukten över Skälderviken ned i Öresund. I Öresund påträffades kraftiga stim speciellt vid Helsingborg (fig. 8). I södra och mellersta Kattegatt dominerade sillen i både flyt- och bottentrålfångsterna. Ett intensivt garnfiske i Öresund omöjliggjorde trålning. Uppgifter från yrkesfiskarna talar för att sill utgjorde huvuddelen av utslagen.



#### 4.4. Lekbestånd

##### 4.4.1. Beräkning av sillens lekbestånd i det integrerade området

Vid beräkning av lekbeståndets storlek d v s sill 3 år eller äldre användes både åldersfördelningen från flyttrålfångsterna och åldersfördelningen från svenska konsumtions- och industrilandningar under 2:a kvartalet 1978 (tab. 6). För viktning av åldersfördelningen med medelviker per åldersgrupp användes data från Anon., 1978a. För att kunna jämföra de olika perioderna omräknades lekbiomassorna till medelytan ( $5100 \text{ NM}^2$ ) för samtliga körningar. Dessa presenteras som jämförvärden.

I tabell 7 redovisas den totala biomassan samt den del därav som utgöres av det adulta lekmogna beståndet. Det högsta värdet på lekbeståndets biomassa erhöles i juni med 33 000 ton (jämförvärde 37 600 ton) och det lägsta i april med 19 500 ton (jämförvärde 20 500 ton). I september blev motsvarande biomassa ca 23 400 ton (jämförvärde 21 200 ton).

##### 4.4.2. Beräkning av skarpsillens lekbestånd i det integrerade området

Vid beräkningar av lekbeståndet, dvs skarpsill 2 år eller äldre användes åldersfördelningen enbart från flyttrålningarna. Det totala antalet individer per åldersgrupp viktades med medelvikterna för respektive åldersgrupp (tab. 8). Av tabell 9 framgår att det adulta beståndet uppskattades till ca 29 000 ton (jämförvärde 33 000 ton) i juni 1976 och ca 70 000 ton (jämförvärde 63 400 ton) i september samma år. För februari 1977 och april 1978 utfördes inte några beräkningar av lekbiomassan då huvuddelen av beståndet fanns i kustområdena där ekointegrering inte utfördes.

#### 4.5. Sillens beståndstillhörighet och åldersstruktur

Resultaten från analyserna av V.S. (antal kotor) och  $K_2$  (kölade fjäll) m m indikerar att huvuddelen av sillen kan grupperas som olika typer av vårlekare (tab. 5). I de fall där sillen uppnått köns mogen ålder har könstadierna klart bekräftat detta. Det gäller alla prov med högre medelålder än 2.0 och med få undantag alla individer i lekmogen ålder.

Under perioden juni-september erhöles likartade karaktärer i prover från både Skagerrak och Kattegatt med medeltal kotor på ca 56.00 och medeltal kölade fjäll på ca 13.90. I februari erhöles något lägre medeltal i proverna från Kattegatt sannolikt beroende på ett ökat inslag av lokala vårlekare med låga V.S. och  $K_2$  - värden. Proverna från Skagerrak i april gav de högsta medeltalen kotor<sup>2</sup> och kölade fjäll, ca 56.45 respektive 14.20 och visade en medelålder av 2.0 eller mer. Denna sill hade lekt eller lekte vid Bohuskusten och var troligen en blandning av Skagerraks och Kattegatts vårlekare. Könstadierna som återspeglar lekperioden omöjliggör i dessa fall en förväxling med Nordsjöns höstlekare vilka har samma medeltal kotor.

Ett utmärkande drag för i stort sett samtliga prov är det låga antalet äldre sillar som fångats, med låg medelålder som följd. Detta har varit normalt under större delen av 1970-talet och visar entydigt det oroväckande läget för Kattegatts och Skagerraks sillbestånd.



Lindquist 1964, och en koncentration av skarpsillens lek område till de östliga delarna av norra Kattegatt. Då de hydrografiska förhållandena, främst Jutska och Baltiska strömmarna, påverkar lek områdets läge och storlek kan dessa förskjutningar i koncentration ligga inom en normal variation. Den tidiga lek som konstaterades i södra Kattegatt från prover tagna under april 1977 kan dock inte förklaras på samma sätt. Leken skedde också vid lägre temperatur än vad som konstaterats tidigare.

Den utdragna lekperioden som påvisats kan vara en delförklaring till den stora variationen i längd som den yngsta årsklassen uppvisat i vinterprover. Det har också konstaterats under ett flertal år (Hagström opubl. material) att en del av årsklassen inte hinner metamorfosera under hösten utan övervintrar som larver eller i olika stadier av matamorfos. Eftersom leken i Kattegatt och Skagerrak förefaller avslutad före september är det mindre troligt att dessa larver övervintrar. Det är därför möjligt att de övervintrande larverna härstammar från Nordsjön där skarpsillens lekperiod är mer utdragen. Transport av larver från Nordsjön är dokumenterad bl a genom sillarvsundersökningar på höstlekande sill från Nordsjöbestånden (Anon. 1977a).

I Nordsjöområdet har man påvisat att en del av årsklassen övervintrar som larver (Iles & Johnson 1962) och att detta ger upphov till två tillväxttyper där en grupp anlägger metamorfosering och vinterring redan första vintern medan den andra gruppen anlägger vinterring påföljande vinter. Vid den gängse metoden för åldersanalys, vilken har använts på detta material, kommer den senare gruppen att oriktigt bestämmas som födda ett år senare än vad som är fallet. Vid uppdelning i aduler och juveniler kommer därför en del individer felaktigt att bli grupperade som juveniler. Varken dessa eller förstaårslekar kommer med vilket ger en underskattning av lekbeståndet.

Av åldersfördelningen framgår att andelen aduler är i stort sett lika vid de olika undersökningstillfällena varför lekbiomassan beror främst av den totala biomassan.

De biomassor som erhållits vid respektive integreringstillfälle är minimivärden för beståndet i Skagerrak och Kattegatt, beroende på storleken av det integrerade området (32 % av område IIIa), och på skarpsillens vandringar mellan kustområden där de inte integrerades och öppet hav, samt på tekniska begränsningar i metoden. De största biomassorna både totalt och för lekbeståndet erhöles i september men det kommersiella fisket visar att delar av beståndet fanns utanför det integrerade området. Vid övriga tillfällen har uppenbarligen ännu större delar av beståndet befunnit sig i andra områden än de undersökta, främst kustområdena.

Maskstorleken på "cod-end" kan ha större inverkan på storlekssammansättningen i skarpsillfångsterna än vad som är fallet för sill. Man borde förvänta att de mindre individerna är underrepresenterade då 50 % - selektionsgräns för den använda maskstorleken är ca 7.5 cm. (Treschov & Shvetsov 1978). Resultaten från samtidig yngeltrålning med Isaacs-Kiddtrål i februari 1977 visar att små skarpsill representerades väl även i tråldragen (fig. 21). I juni och september förekom dessutom liten skarpsill mycket sparsamt i det aktuella området, varför detta fel bedöms som litet.

### 5.3. Val av lämplig årstid för integrering, rekommendationer

Val av lämplig årstid är en av de centrala frågeställningarna vid undersökningar som utnyttjar ekointegreringsteknik för att reducera de begränsningar i metodiken, som har med arternas horisontella och vertikala utbredning, vandringar m m att göra. (Se appendix.) Resultaten skall också vara användbara för de arbetsgrupper som ansvarar för prognosverksamheten.



fall utomskärs.

I april kan man misstänka en underskattning av sillens lekbestånd då betydande koncentrationer av stor sill fanns i skärgårdarna och kustområdena där inga integreringar gjordes. Samma sak gäller för juni då en del av lekbeståndet sannolikt fanns i västra delarna av Skagerrak, vilka inte heller täcktes in av integreringen. Vid sonarsökning med flyttrålarna i juni konstaterades dessutom att stor sill förekom i de översta 10 m av vattnet under hela dygnet. Dessa kunde till största delen inte registreras på vertikalt arbetande ekolod och därmed integreras.

Bland övriga felkällor utgör tråldragens representativitet och underlaget för uppdelning av biomassan i adulta och juvenila bestånd de viktigaste. Eftersom trålningarna genomfördes med 11 mm maskstolpe i "cod-end" bör den mindre sillen vara väl företrädd i trålen. Det är i stället mest troligt att de största (äldsta) individerna är underrepresenterade, då de lättare undflyr trålen. Detta orsakar speciellt en underskattning av lekbeståndet.

Flertalet övriga tänkbara felkällor (metodfel) vid användande av ekointegreringsteknik tenderar till att underskatta den totala integrerade biomassan.

I den senaste rapporten (Anon., 1978a) från den dansk-svenska studiegruppen för sill i Skagerrak och Kattegatt beräknades lekbeståndets storlek den 1 januari 1977 i hela område IIIa till 20 700 ton och den 1 januari 1978 till 22 800 ton. Detta kan jämföras med resultaten från undersökningarna i februari 1977, 19 500 ton respektive april 1978, 20 000 ton. Även om underlaget för beräkning av lekbeståndets storlek via integrering är begränsat är det med tanke på de ovan anförda synpunkterna troligt att studiegruppens prognos ger en underskattning av lekbeståndets storlek.

Detta innebär dock inte att de farhågor som framförts av studiegruppen är obefogade. Ett något större lekbestånd som resultaten från integreringarna antyder, utgör en bättre grund för en återhämtning av sillbeståndet, men betydande risker föreligger fortfarande för en kollaps av fisket om ett fortsatt högt fisketryck tillåts.

Den totala biomassan av sill inom det integrerade området, 149 000 ton i september 1976, kan ställas i relation till uppskattningarna från V.P.A. Den senaste prognosen för hela Skagerrak-Kattegatt visar på ett sillbestånd av 182 000 ton den 1 januari 1977. Om hela sillbeståndet integrerades i Skagerrak-Kattegatt i september 1976 kan man beräkna att fisket reducerade beståndet med ca 50 000 ton fram till 1 januari 1977. Under samma period kan man antaga att rekrytering (inklusive migrationer) och tillväxt bidrog med ca 60 000 ton vilket motsvarar beräkningarna för 1978 års rekrytering och tillväxt. Detta innebär att beståndet den 1 januari 1977 skulle uppgå till ca 160 000 ton dvs jämförbart med uppskattningen för hela IIIa. Om inte hela beståndet integrerades, ett högst sannolikt antagande, då det integrerade området utgör 32 % av hela IIIa, innebär det i själva verket att beståndet var större och det är därför troligt att även den totala biomassan var underskattad i studiegruppens prognos. I så fall tyder det också på att en mycket liten del av beståndet täcktes in under integreringen i februari 1977, som resulterade i en total biomassa av 52 000 ton.

### 5.2.2. Skarpsill

I Hagström et al., 1976, konstaterades att resultaten från juni och september 1976 antyder en sydligare utbredning av skarpsill, än som påvisats av



Fångstuttaget av både sill och skarpsill, som är störst under hösten-vintern, reducerar mängderna under vintern-våren medan rekryteringen ger ett tillskott främst under sommaren-hösten.

Sammantaget för sill och skarpsill bör det därför förväntas att förekomsten i Skagerrak är störst under sommaren-hösten och succesivt avtar under vintern för att under våren vara lägst. I Kattegatt bör de största förekomsterna förväntas under hösten vilka succesivt avtar under vintern-våren för att vara lägst under sommaren.

Resultaten, presenterade antingen som sammanfattning av den horisontella fördelningen av utslag från sill/skarpsill figurer nr 9-16 eller som biomassor av respektive art per ICES-ruta figurer nr 17-20, visar samma trend beträffande förekomsterna som fiske- och vandringsmönstren pekar på.

I öppna Skagerrak registrerades de största förekomsterna under sommaren-förhösten, juni och september, och de lägsta under vintern-våren, februari och april. I Kattegatt registrerades de lägsta förekomsterna under sommaren varefter en betydande ökning skedde till hösten för att följas av en avmattning under vintern. Anmärkningsvärt var emellertid att biomassan av sill var så hög i Kattegatt i april. Förklaringen till detta förefaller ligga i att sillen uppträdde så spritt att ett lönsamt fiske inte var möjligt och därför inte återspeglar sig i fångststatistiken. Att sillen uppträdde spridd visar sig också i få snitt med höga integratorvärden. I april erhöles 2/3 av biomassan från utslag som antytt koncentrationer under 150 ton/NM<sup>2</sup> (10 mm/NM) av sill/skarpsill.

Sammanfattningsvis erhöles flera likartade drag i utbredningen, oberoende av biomassornas storlek eller årstiden. I övergångsområdet mellan Skagerrak och Kattegatt och utefter den svenska kusten var större koncentrationer av sill/skarpsill vanligast. I Kattegatt uppträdde oftast större koncentrationer i anslutning till grunden Fladen, Groves, Stora och Lilla Middelgrund samt, speciellt under vintern, i Skälderviken och Öresund.

## 5.2. Sill och skarpsill, beståndsstorlek och lekbestånd

### 5.2.1. Sill

Vid beräkningarna av hela biomassan samt lekbeståndet användes i första hand data från de flyttrålningar som utfördes i samband med integreringarna. Trålningens tänkbara inverkan på beräkningarna berörs i ett särskilt avsnitt i Appendix.

De integrerade ytorna varierade från ett minimum av 4472 NM<sup>2</sup> i juni 1976 till ett maximum av 5625 NM<sup>2</sup> i september 1976 med medelytan 5100 NM<sup>2</sup>. Efter omräkning till medelytan av hela biomassan respektive lekbiomassan framgår att de största biomassorna för bägge arterna erhöles i september. Den största lekbiomassan av sill erhöles dock i juni.

Det totala beståndet och lekbeståndet av sill är sannolikt underskattade då det integrerade medelområdet endast utgör 32 % av Skagerrak-Kattegatts totala yta (område IIIa). En uppräknig till totalytan, baserad på antagandet att respektive integrerade områden är representativa för hela ytan IIIa, är dock inte lämpligt, eftersom både sillen och skarpsillen vissa perioder påträffas företrädesvis i skärgårdsområdena eller på grunda vatten medan de andra perioder söker sig ut på djupare vatten eller i varje



#### 4.6. Skarpsillens lekperiod och lek område

Under april 1977 erhöles lekande skarpsill vid bottenfiskundersökningar i södra delarna av Kattegatt vid Skälderviken och Laholmsbukten. I proverna från april 1978, vilka togs ca 2 veckor tidigare än 1977, var gonadutvecklingen dock inte så långt framskriden.

Lekande skarpsill påträffades i både Skagerrak och Kattegatt i juni 1976. Konstadietfördelningen visade att leken pågick i flera områden från gränsområdet Skagerrak-Kattegatt (rutor 4455-56) ned till sydligaste Kattegatt (ruta 4157). Det framgick också att konstadietutvecklingen i det adulta skarpsillbeståndet varierade. En betydande andel skarpsill i vissa prover var i stadium 4-5 vilket betyder att leken måste ha fortgått ytterligare en tid.

I september kunde inte någon lek dokumenteras (tab. 4).

### 5. DISKUSSION

#### 5.1. Sammanfattning över den horisontella utbredningen

Resultaten från både ekointegreringarna och flytträlarnas sökningar var i god överensstämmelse med var det yrkesmässiga fisket efter sill och skarpsill bedrevs under motsvarande perioder. Fisket efter sill och skarpsill skedde med få undantag i de områden där de kraftigaste koncentrationerna registrerades, i allmänhet där integratorvärdena översteg 10-15 mm per nautisk mil. Eftersom huvuddelen av registreringarna härrörde från sill och skarpsill var det i första hand dessa arter som påverkade den horisontella fördelningen av ekoutslagen.

Sillfisket har under 70-talet startat i västra Skagerrak under försommaren och succesivt förflyttats in mot svenska kusten och ned i Kattegatt. Under hösten har fisket i allmänhet kulminerat i Skagerrak utom vid svenska kusten där ett vadfiske bedrivs under hela vintern. Fiskeansträngningarna på öppet vatten har under vintern i första hand koncentrerats till Kattegatt där fisket pågått till mars månad. Under våren har låga fångster redovisats från både Skagerrak och Kattegatt.

Skarpsillfisket har inte följt samma mönster som sillfisket, främst beroende på att skarpsillen inte företar så omfattande vandringar som sillen. Skarpsillen är mer stationär i området och dess vandringar inskränker sig till säsongsmässiga vandringar mellan kustområde och öppet hav. (Lindquist 1964.) Skarpsillfisket domineras i högre grad än sillfisket av fiske för industriändamål och är därför inte speciellt inriktat på vissa åldrar eller storlekar. Konsumtionsfisket, som utgjort endast en liten del av det totala fisket (3-5 000 t), kan dock sägas vara inriktat på de största individerna. Under 70-talet har huvuddelen av fångsterna i både industri och konsumtionsfisket tagits under 4:e och 1:a kvartalen. En antydning till utjämnning mellan kvartalsfångsterna finns i det danska fisket medan de svenska fångsterna fortfarande dominerar under vinterhalvåret. Det är därför troligt att skarpsillen alltjämt söker sig in till kusterna under hösten och vandrar ut under våren-försommaren. Detta skulle i så fall resultera i mindre skarpsill i det integrerade området under vintern och mer under sommaren-förhösten.



En av de största fördelarna med integreringstekniken är den snabbhet varmed uppskattningarna kan ske. Det är därför angeläget att söka utnyttja denna egenskap hos tekniken.

Prognosarbetet för sillbestånden i Skagerrak och Kattegatt genomföres i april-maj på data från i första hand föregående år medan rekommendationerna för TAC gäller det kommande året. Det vore då lämpligt att utföra integreringen så sent som möjligt under det föregående året eller omedelbart före arbetsgruppens möte.

För skarpsill sker prognosgivningen vid samma tillfälle men rekommendationerna för TAC kommer att föreslås för fiskesäsongen 1 juli samma år till 31 juni året efter. Integreringen borde då utföras under perioden januari-mars men denna period förefaller vara olämplig då endast en del av beståndet finns på öppet vatten och integrering i skärgårdsområden bör undvikas (se appendix).

De högsta biomassorna för både sill och skarpsill erhöles i september, tabell 10, då de till Skagerrak och Kattegatt tillhöriga sillbestånden vandrat in i området från Nordsjön. Under september befann sig också både sill och skarpsill huvudsakligen ute på öppet vatten, speciellt beträffande de adulta bestånden. Resultaten av åldersanalyserna visar att 0-gruppen och troligen delar av 1-gruppen fanns utanför det integrerade området vilket är normalt med tanke på att dessa grupper ofta uppträder i kustnära områden vid denna tidpunkt.

I september fördelade sig ekoutslagen jämt på ett för integrering gynnsamt sätt, vilket kan hänga samman med att tidpunkten utgör en födoperiod. Den största nackdelen med september förefaller vara den samtidiga närvaron av många andra arter såsom mäkrlill, kolmule, vitlinglyra etc vilket försvårar identifieringen av ekoutslagen och ställer ökade krav på trålningskapaciteten. Det kommersiella fisket är dock intensivt vid denna tidpunkt och uppgifter från yrkesfiskarna kan i kommande undersökningar säkert bidra till en säkrare identifiering. Biomassan av olika planktonformer såsom krill och maneter är också större i september än under andra årstider och deras bidrag måste uppskattas och dras ifrån resultaten för att hindra en överskattning av fiskmängderna.

Februari förefaller vara olämplig för integrering av både sill och skarpsill. Betydande koncentrationer av bägge arterna uppehåller sig i kustnära områden. Ekoutslagets fördelning på stora områden med låg täthet och små områden med koncentrerad förekomst talar också mot denna period. Resultaten från trålningarna visar dock som en fördel att inslaget av andra arter är mindre än i september och planktonformernas bidrag är också mindre.

I april erhöles den näst högsta biomassan för sill. Inslagen av andra arter inkluderande skarpsill var fördelaktigt små. För uppskattning av skarpsill är tidpunkten således olämplig. Huvuddelen av utslagen erhöles i Kattegatt och en dominerande del av biomassan erhöles från integrationsvärden som antyder låga tätheter vilket visar att sillen var väl spridd i området. En nackdel med tidpunkten är dock att en del av leken redan är över i april varför en del sill kan ha vandrat ut ur det integrerade området samtidigt som de kommersiella fångsterna antyder att delar av beståndet uppehåller sig i kustområdet. Perioden har också den nackdelen att resultaten är ca ett år gamla när de är tillgängliga för arbetsgruppen. Genom att något tidigarelägga undersökningarna resp. senarelägga arbetsgruppens möte bör resultaten från denna period dock kunna upparbetas i tid för mötet och därmed ge en aktuell uppskattning av beståndsstorleken. Denna uppskattning kan användas för en even-



tuel revidering av det gällande TAC, som rekommenderats ett år tidigare, men den kan också vara värdefull som en kontroll av uppskattningen i september.

I juni liksom i maj (Lindquist & Gullman, 1975) är uppenbarligen delar av skarpsillbeståndet på grundare och kustnära vatten, vilket är olämpligt för ekointegrering. Beträffande sill är det dock möjligt att ett utökat undersökningsområde, främst i Skagerrak, skulle kunna minska skillnaderna i uppskattningarna mellan juni och september. En allvarlig nackdel med juni, vad avser sill är dock att den förekommer mycket ytligt under hela dygnet. Eventuellt kan denna begränsning minskas genom att använda släpade svängare som integrerar uppåt. I juni är dock inblandningen av andra arter, t ex makrill betydande och planktonbiomassan kan vara störande. Man måste också ta hänsyn till att det blir nästan ett år till nästa ICES' arbetsgruppsmöte då siffrorna kan vara inaktuella.

Genom att väga de olika synpunkterna mot varandra framstår hösten som den bästa tidpunkten för uppskattning av både sill och skarpsill. Denna period kräver dock som tidigare framhållits ett omfattande trålprogram för att ge tillförlitliga resultat. I andra hand kan våren vara aktuell för sill, men beståndet som finns i kustområdet bör då uppskattas eller visas vara konstanta år från år. En undersökning på våren kan vara värdefull som ett komplement till och kontroll av höstuppskattningen. Beträffande skarpsill framstår sommaren som en i andra hand lämplig tidpunkt.

Förutom lämplig årstid beror precisionen i resultaten vid hydroakustiska undersökningar främst på omräkningskonstanten C, trålunderlaget och ekoutslagens representativitet. I viss mån spelar också apparaturens tekniska begränsningar in, men deras betydelse har redan minskats och kan reduceras ytterligare, se Appendix. Ekoutslagens representativitet, vilka är svåra att mätbart uppskatta, kan ökas genom ett tätare undersökningsmönster.

De svagaste länkarna utgörs för närvarande av bristande underlag för en noggrann bestämning av omräkningskonstanten C och, delvis årstidsbundet, bristande trålunderlag för en korrekt uppdelning på arter.

För att bestämma lekbeståndens storlek krävs noggrannare provtagning av fångsterna och det blir i huvudsak nödvändigt att förlita sig till egna tråldrag vilka kan förväntas vara mer representativa för bestånden än fångsterna från yrkesfisket, av orsaker som berörs i Appendix.

Resultaten jämföres i denna undersökning med uppskattningar gjorda med andra metoder. Vid rutinmässigt användande kommer de relativa förändringarna att ge ett mycket värdefullt informationstillskott för prognosverksamheten. Om de ekoakustiska uppskattningarna jämföres år från år kommer betydelsen av ett absolut riktigt C-värde att minska.

Genom de gjorda metodiska förbättringarna och ett förbättrat C-värde bedömer vi det möjligt att tillförlitligt uppskatta den totala pelagiska biomassan. De senaste erfarenheterna från Östersjön talar också för detta. (Håkansson et al. 1979.) För tillförlitligheten i uppdelning av biomassan på arter är trålunderlaget av avgörande betydelse.



## 6. TACK

Ett stort tack skall riktas till följande båtlag vars intresse och rika erfarenheter har varit en ovärderlig tillgång för undersökningarna.

GG 249	Brittana	juni 1976
GG 253	Port Said	
GG 151	Wolma	september 1976
GG 277	Rivö	
GG 346	Renland	januari-februari 1977
GG 451	Svanfors	
GG 291	Lagafors	

Dessutom insamlades prover av sill och skarpsill under bottenfiskundersökningarna med trålarna:

GG 562	Randi
GG 236	Glittvåg
GG 158	Luna



## APPENDIX

1. Inledning1.1. Kort historik

Ekointegrering är en metod för bestämning av utbredning och kvantitet av pelagisk biomassa. Tekniken började utvecklas främst under 1960-talet (Bodholt, 1969; Craig and Forbes, 1969; Dragesund and Olsen, 1965; Forbes and Nakken, 1972; Mitson and Wood, 1961; Thorne et al., 1971). Ekointegrering kan utnyttjas som ett komplement till traditionella metoder, t ex VPA och är en betydelsefull metod då dessa inte kan användas.

1.2. Faktorer som talar för metoden

Till skillnad från en del andra metoder, t ex VPA, är ekointegreringen oberoende av kommersiellt fiske och omfattande biologisk provtagning på landade fångster. Den är också oberoende av förändringar i effektivitet, fiskemönster samt fiskerestriktioner. Eventuella skillnader i sammansättningen mellan de landade fångsterna och de verkliga saknar betydelse. Om fångststatistiken är dålig eller helt saknas för en pelagisk art är ekointegrering troligen den enda metod som kan ge en snabb uppskattning av ett bestånd. Detta har utnyttjats bl a för kartläggning av ofiskade eller dåligt fiskade bestånd i u-landsområden (Anon., 1977b; Johannesson, 1974; Saetersdal, 1978). Om den undersökta fiskarten har hög naturlig dödlighet och därmed kort livslängd ger VPA inte tillfredsställande resultat och i det fallet är ekointegreringen att föredraga. Beståndsfluktuationerna hos kortlivade arter är i hög grad beroende av styrkan hos de yngsta årsklasserna. Skarpsillen i Skagerrak och Kattegatt torde därför bäst uppskattas genom denna metod.

Ekointegrering kan också användas för att ge en bild av beståndens utbredning under året och kan därför användas som underlag för fördelning av kvoter mellan olika fiskezoner. Metoden är också förhållandevis snabb och kan rätt utnyttjad förse avnämarna med aktuella resultat. Så kan t ex fiskarna informeras om fiskens utbredning och kvalitet direkt i anslutning till pågående expedition (Håkansson och Kollberg, 1978a; Kollberg, 1978).

1.3. Begränsningar

Vid användning av ekointegrering måste man ta hänsyn till vissa speciella metodikproblem (Cushing, 1976; Ehrenberg and Lytle, 1977; Eide et al., 1975; Forbes and Nakken, 1972; Kollberg och Håkansson, 1977; Lindquist et al., 1977; Simmonds, 1975).

Från och med undersökningsexpeditionen i april 1978 genomfördes åtskilliga förbättringar i metodiken. Vi började då att integrera största möjliga djupintervall med bottenstoppfunktionen frånslagen och anpassade ständigt diskriminatorns inställning liksom integratorns förstärkning till rådande förhållanden. Därigenom minskade vi de risker till underskattningar, som i annat fall förelåg.

För att undvika bortfall av ekon från fisk nära botten och i de övre vattenlagren bör årstiden för integrering väljas så, att



fiskens uppehållstid i dessa vattenlager är liten. Vi har nu samlat en viss erfarenhet, som kan användas vid planering av kommande undersökningar och bortfallet torde därför kunna reduceras. Användning av en släpad svängare skulle också kunna ge oss möjlighet att komma åt de övre vattenlagren och samtidigt minska metodens känslighet för kraftig sjöhävning i förhållande till fartygsmonterad svängare.

Integrering i skärgårdsområden och på grunda områden bör dock fortfarande undvikas.

Brister i ekointegratorernas dynamikomfång, som också medförde viss underskattning av beståndens storlek, kan nu till en del kompenseras genom ett optimalt utnyttjande av befintlig dynamik. Detta sker genom en intensifierad passning av apparaturen och en ständig anpassning av integratorernas förstärkning till rådande fisktäthetsförhållanden. Användning av digital integrering skulle dock innebära en avgörande förbättring av dynamiken, samtidigt som detta förfarande ger bättre upplösning i djupled, mindre behov av ständig passning av apparaturen och en god anpassning till direkt automatisk databearbetning (Dunn and Forbes, 1977; Eide et al., 1975; Röttingen, 1978; Simmonds, 1975).

Våra erfarenheter säger att ekointegrering kan ge en god uppskattning av ett fiskbestånd om ett korrekt C-värde (se nedan) är beräknat och om man har en god kännedom om den akustiska biomassans fördelning på arter.

## 2. Artbestämning av integrerad biomassa

För att resultaten från undersökningarna skall bli fullt användbara måste den integrerade biomassan artbestämmas. Registreringarna på ekolodspapperet ger härvidlag en viss ledning och TS-mätningar (se C-värde) till sjöss kan ge en uppfattning om fiskens storlek (Craig and Forbes, 1969; Pearson and Mitson, 1977; Robinson, 1976) men försöksfiske är nödvändigt.

Försöksfiskets målsättning är att bestämma de viktsmässiga proportionerna mellan de i den pelagiska biomassan ingående arterna och ta prover för åldersanalys, längd- och vikt-mätningar. Försöksfisket bör vara av en sådan omfattning att andelen av de för vår del intressanta arterna, dvs sill och skarpsill, kan bestämmas med en acceptabel noggrannhet.

För två ingående arter kan, i enlighet med Pope (1956) antalet nödvändiga försöksfisken beräknas för att uppnå en viss säkerhet i resultaten. Antalet är beroende av sammansättningen och det procentuella antalet drag där proportionen mellan de ingående arterna accepteras avvika från det 95 %-iga konfidensintervallet kring det medelvärde som erhålls från tråldragen. Om t ex ett drag av fem (20 %) tillåts avvika kommer under de sämsta betingelserna, ingen art överväger, 25 försöksfisken att krävas och i bästa fall, dominans av en art, 10 försöksfisken per delområde. Det kan därför bli nödvändigt att överge ICES rutsystem och övergå till en annan indelning av området, baserad på arternas dominans.

Om fler än två arter ingår i den pelagiska biomassan måste antalet försöksfisken ökas. Med tanke på att tiden för ekointegrering i ett område är begränsad, bör man därför vid valet av årstid (se detta



avsnitt) även tänka på att inslaget av andra arter än sill och skarpsill bör vara litet.

Vid genomgång av trålmaterialet från expeditionerna 1976-1978 visade sig antalet tråldrag inom olika områden i allmänhet vara för lågt för att medge några detaljerade uppdelningar mellan arter. I stället fick materialet ligga till grund för att beskriva trender vid fördelningen sill/skarpsill/fisk. Under februari 1977 var trålunderlaget jämnt fördelat i Kattegatt och östra Skagerrak men de flesta trål dragen var gjorda med sillbottentrål. Inslaget av andra arter än sillfiskar var litet i flyttråldragen. I april 1978 var trålunderlaget också jämnt fördelat och inslagen av andra arter var liksom i februari i det närmaste obefintligt. Under juni 1976 erhöles det bästa trålunderlaget norr om 57:e breddgraden. Endast ett av 13 drag gav en stor andel av andra arter än sillfiskar. I september 1976 erhöles det bästa trålunderlaget i Kattegatt. Stora inslag av andra arter än sillfiskar var vanligt.

All tillgänglig information från det kommersiella fisket bör också användas. Den områdesbaserade fiskeristatistiken är härvid värdefull men direktkontakter med fiskefartyg under pågående expedition är synnerligen viktig och kan minska behovet av egen trålning.

Flyttrålning är den för oss viktigaste försöksfiskemetoden i samband med ekointegrering. Bottentrålning bör inte användas, då den inte ger en rättvisande bild av den pelagiska biomassans sammansättning.

Trålningen är selektiv i flera olika avseenden. Maskstorleken påverkar givetvis fångstsammansättningen och detta bör man ta hänsyn till vid jämförelse mellan kommersiellt fiske och undersökningsfartygens fiske. De senare använde i samtliga fall under expeditionerna 11 mm maskstolpe i cod-end medan det kommersiella fisket ofta begagnade redskap med större maskor, vilket torde vara selektivt mot större fiskar. Även redskapens storlek är av betydelse och i det fallet använde U/F "Argos" en mindre flyttrål än vad som var vanligt i yrkesfisket. Före 1978 fiskade också "Argos" med lägre trålfart (ca 2,5 knop) än parflyttrålarna på västkusten. Detta medförde för "Argos" att den större fisken eventuellt hann undfly trålen och därmed bli underrepresenterad i fångsten. Från och med april 1978 ökades "Argos" trålfart till ca 4 knop.

Fiske efter pelagisk fisk sker i allmänhet vid ganska höga fiskkoncentrationer. En utvärdering av resultaten från april 1978 visar att ca 2/3-delar av de totala integrerade mängderna i Kattegatt erhöles från utslag som antytt koncentrationer mindre än 150 ton/NM<sup>2</sup> (10 mm per NM<sup>2</sup>). Det är då viktigt att trålning har skett även på lägre utslag och inte bara på koncentrationer överstigande 150 ton/NM<sup>2</sup>. Under april 1978 valdes "Argos" trålpositioner oberoende av funnen eller förväntad fiskförekomst.

Resultaten från det kommersiella fisket kan förväntas vara beroende av fiskets inriktning där man generellt kan säga att fiskeansträngningarna i första hand riktades mot sill. Som en konsekvens av detta blev sillen överrepresenterad i det kommersiella fisket. Fångsterna enligt fiskeristatistiken för april 1978 bedömdes därför inte vara helt representativa för den verkliga fördelningen mellan sill och skarpsill. Resultaten från undersökningsfartygets trålningar under samma period visar dock samma trend vad avser fångsten av sill, men inslagen av skarpsill var större än i de kommersiella fångsterna (tab. 2). Eftersom även "Argos" tråldrag bedömdes selektiva vägdes fördelningen sill/skarpsill med hänsyn även till fiskeristatistiken.



Ytterligare en faktor av betydelse är flyttrålens selektivitet i djupled. Endast ett tunt skikt av den integrerade vattenmassan täcks in av trålen. På "Argos" öppnar trålen 12-15 m i djupled. Det är inte ovanligt att olika arter fördelar sig på olika djupintervall och detta skulle följaktligen kräva fiske på samtliga djupnivåer inom det integrerade intervallet (7-104 m eller botten).

En annan försöksfiskemetod är ringnotsfiske (Aneér et al., 1977). Den har fördelen att den täcker in hela det integrerade djupområdet, samtidigt som man ganska enkelt kan beräkna den av redskapet täckta ytan. Detta kan vara av intresse i samband med C-värdesbestämning. Om vaden tillsluts tillräckligt snabbt kommer fiskens flyktreaktioner att minska i betydelse och maskstorleken att bli avgörande för fångstens storlekssammansättning.

### 3. C-värde

#### 3.1. Allmänt

C-värdet är den konstant som användes för omräkning av relativa fisktätheter till tätheter uttryckta i ton/NM<sup>2</sup> enligt:

$$P = C \cdot M \quad [1] \quad (\text{Forbes \& Nakken, 1972, Nakken 1975})$$

där  $P$  = fisktätheten i ton/NM<sup>2</sup>

$M$  = relativ fisktäthet (mm/NM)

Storleken av  $C$  är med andra ord av avgörande betydelse för en korrekt uppskattning av bestånden.

Konstanten  $C$  är beroende av ett flertal olika faktorer såsom fiskens target strength (TS), apparatkonstanter hos ekolod och integrator, ljudets hastighet i vatten och ljudabsorptionen.

Sambandet mellan  $C$  och de nämnda faktorerna kan uttryckas

$$C = 10 \frac{C_1 - A + V_0 - \overline{TS}_1 \text{ kg}}{10} \quad [2]$$

där  $A$  = integratorns förstärkning

$V_0$  = det medelvärde av signalerna från ekolodet till integratorn som under en seglad nautisk mil ger ett utslag på integratorn av en mm.

$\overline{TS}_1 \text{ kg}$  =  $\overline{TS} + 10 \lg n$  där  $n$  = antal fiskar/kg  
och  $\overline{TS}$  = mean target strength  
för avsedd fiskart

$C_1$  = en instrumentkonstant som kan bestämmas ur följande ekvation:

$$C_1 = -SL - VR + (20 \lg r + 2 \alpha r) - 10 \lg \frac{\sqrt{\gamma}}{2} - 10 \lg \gamma \quad (\text{Anon. 1972})$$

där  $SL$  = Source level (dB// 1  $\mu$ bar ref. 1 m)

$VR$  = Receiving voltage response (dB// 1V per  $\mu$ bar)

$r = r_0$  = Max TVG - område (m)



$\alpha$  = ljudabsorptionskoefficient (dB/m)

$v$  = ljudhastighet (m/s)

$\tau$  = pulslängd (s)

$\psi$  = korrektionskonstant för den använda svängaren (dB)

Den erhållna konstanten C uttrycks här i kg/mm och  $m^2$ .

TS är beroende av fiskstorlek samt svängarens frekvens. Ljudhastigheten är beroende av temperatur och salthalt och ljudabsorptionen beror av dessa två faktorer samt svängarens frekvens. Beroende på komplexiteten av de faktorer som påverkar C kan denna konstant endast uppskattas genom praktiska försök.

### 3.2. Metoder för bestämning av C

Om fisktätheten är känd eller kan beräknas kan man direkt bestämma  $C = P/M$ . Johannesson & Losse, 1977, har beskrivit en metod som innebär att man placerar en bur med en känd fisktäthet under svängaren. Det är då nödvändigt att fisken är i god kondition och fördelar sig jämnt i buren. Buren skall ge ringa utslag i förhållande till fisken. Kännedom om eventuella avvikelser i TVG-funktionen inom aktuellt djupintervall bör föreligga (Nielsen, 1977).

En metod som liknar ovanstående är att sätta de integrerade värdena i relation till fångster med ringnot där den av kastet tänkta ytan kan beräknas. Förhållandena torde då bli mer realistiska än vid burförsöken.

De integrerade utslagen kan också sättas i relation till trålfångst i ett visst djupintervall. Här finns dock betydande osäkerhetsfaktorer såsom trälens effektiva öppningsarea och selektivitet på fiskstorlekar, samt fiskens flyktreaktioner.

Om svängarens lobvinkel är känd för en viss recorder gain på ekolodet kan man beräkna den av lodet täckta ytan på en viss djupnivå (Johannesson & Losse 1977, Kollberg & Håkansson 1977). Antalet registrerade enskilda fiskekon kan räknas på ekogrammet och fisktätheten bestämmas (Midttun & Nakken 1977). Det integrerade utslaget sättes sedan i relation till olika fisktätheter och en linjär regression utföres där lutningen (b) på linjen  $Y = a + bX$  är lika med C-värdet. Y är fisktätheten och X det integrerade utslaget.

Det finns ett flertal problem med den här metoden. Fisken måste vara så spridd att endast enskilda ekon registreras. Detta torde aldrig vara fallet och registrering av flera fiskar som ett eko medför för lågt C-värde.

Antalet fiskar/kg måste bestämmas om en omräkning till ett C-värde som säger något om biomassan skall kunna göras. Detta förutsätter försöksfiske på just den fisksammansättning som förelegat vid täthetsbestämningen. Om fisken är så spridd att ekoräkning kan göras torde dock fångsten bli ganska obetydlig och detta påverkar säkerheten i resultatet. Man kan dock tänka sig att utföra ekoräkningen på natten när fisken är spridd och återvända till samma position på dagen när den har samlat sig till stim, men även detta förfarande medför osäkerhet.

Svängarens lobvinkel varierar med fiskens TS. Detta medför att en högre TS ger en större lobvinkel (Forbes & Nakken, 1972). En kalibrering av



lobvinkeln mot olika TS måste därför utföras.

Med kännedom om de hydroakustiska förhållandena, TS och antal fiskar/kg kan C-värdet bestämmas enligt formeln [2]. Ljudhastighet och absorption bestämmas från värden på salthalt och temperatur. TS kan mätas med hjälp av ekointegratorns soundingfunktion, oscilloskop, digitalisering av ekosignalen med hög samplingfrekvens (120 kHz) och bestämning av toppvärde eller pulshöjdsanalys (Anon. 1972, Pearson & Mitson 1977). Den sistnämnda metoden torde vara den bekvämaste och säkraste att använda rutinmässigt. TS beräknas från erhållna data och  $TS_1$  kg bestäms med ledning av i försöksfiske funnen medelfiskvikt. I likhet med ekoräkningsmetoden bör fisken här uppträda så spritt att ekon från enskilda fiskar registreras. Dock är det möjligt att urskilja vissa typer av multipla ekon med de tre sistnämnda metoderna för TS-mätning.

TS kan även bestämmas under laboriemässiga förhållanden (Nakken & Olsen 1977). Mätningar av TS med fisken i olika vridningsvinklar i förhållande till akustiska axeln göres och kurvor över fiskens reflektion i olika målvinklar framställs. Om dessa kombineras med observationer av hur fisken orienterar sig i vattnet under naturliga förhållanden kan en mean target strength beräknas (Olsen 1971). Ett ytterligare sätt att försöka nalkas problemet är att bestämma medeltillskottet i integrerat värde från enskilda fiskar vid enskilda ping. Om man har kännedom om lobvinkeln och fiskarnas medeldjup kan den täckta ytan beräknas och därmed också fisktätheten. Denna dividerad med medeltillskottet i integrerat värde ger det antalsmässiga C-värdet. Metoden har vissa likheter med ekoräkningsförfarandet och är lämpligt att utföra om man använder sig av digital integrering med mångkanalsanalysator (MCA) eller liknande apparatur (Håkansson & Kollberg, 1978b).

### 3.3. C-värdesbestämning vid Havsfiskelaboratoriet

Arbetet har huvudsakligen inriktats på ekoräkningsmetoden. I Skagerrak och Kattegatt var under de första expeditionerna 1976 och 1977 apparaturen dock felinställd för ekoräkning och under april 1978 var antalet räkningsbara sjömil eller trålunderlaget för dåligt för att en riktig beräkning skulle kunna göras. I sydöstra Östersjön under september 1978 var emellertid förutsättningarna bättre. Där bestämdes ett gemensamt C-värde för sill och skarpsill till 6 ton/NM<sup>2</sup> och mm refererat till 20 dB förstärkning på integratorm (Håkansson et al. 1979). Lobvinkeln sattes till 10°. Eftersom ljudhastigheterna och ljudabsorptionerna är olika i Östersjön och på västkusten måste värdet räknas om mellan de båda områdena. Om  $TS_1$  kg sättes lika för två hydroakustiskt olika områden kan formel [2] omformas till:

$$\lg (C_1/C_2) = 20 (\alpha_1 - \alpha_2) - \lg (v_1/v_2)$$

där  $C_1/C_2$  = förhållandet mellan C-värdena

$\alpha_1$  och  $\alpha_2$  = de olika ljudabsorptionskoefficienterna

$v_1$  och  $v_2$  = de olika ljudhastigheterna

Omräkning enligt ovan ger att värdet från Östersjön skall multipliceras med en faktor på ca 2.8. Detta ger ett C-värde av 16.8 ton/NM<sup>2</sup> och mm.

I maj 1978 gjordes ett försök att bestämma omräkningskonstanten C



genom mätning från U/F "Argos" på känd fisktäthet i bur (Johannesson & Losse, 1977). En bur med måtten 2 x 2 x 1,8 m, tillverkad av två ramar av 18 mm järnrör förenade med en duk (11 mm maskor), placerades mellan 5 och 7 m under fartygets svängare med hjälp av dykare. En fingerad hastighet av 10 knop ställdes in. Efter en viss stabiliseringsperiod utfördes en serie mätningar både på sill, torsk och tom bur. Varje mätning pågick under 6 minuter. Burens tillskott kunde bestämmas och dras ifrån det integrerade värdet av bur och fisk tillsammans. Både sillen och torsken behandlades hela tiden med största försiktighet för att undvika skador.

Eftersom buren var relativt liten var det nödvändigt att trimma in den exakt under svängaren för att undvika ett alltför stort bidrag från burramen. Några mätserier som utförts utan att centrera buren med hjälp av dykare förkastades och endast en användbar mätserie åt återstod. Fisktätheten var då 21,5 fiskar per m<sup>3</sup> eller 2.15 kg/m<sup>3</sup>. Några problem med att sillarna skuggade varandra torde inte ha förelegat (Röttingen, 1976). Mätningarna gav ett C-värde på 16,0 - 1,7 ton/NM<sup>2</sup> och mm. refererat till 20 dB förstärkning på integratorm. Värdet baserar sig på 16 mätningar och konfidensnivån är 95 %.

I november 1977 prövades en mångkanalsanalysator av märket Intertechnique IN 45 för ekointegrering under en vecka i sydvästra Östersjön (Håkansson och Kollberg, 1978b). Försöken stördes av storm och mätningar var endast möjliga att göra under drygt 2 dagar. Pulshöjdsanalys utfördes för bestämning av TS. Signalen från fiskekona var dock inte helt "ren" utan småtoppar på andra ställen vid maxvärdet tenderade att sänka TS, vilket ger ett för högt C-värde. Denna brist går att åtgärda om bättre anpassningskretsar mellan lodet och mångkanalsanalysatorn användes. Vid detta speciella tillfälle var det dock inte möjligt att genomföra denna förbättring. Försöken gav ett TS 1 kg på ca -46 dB vilket i sin tur gav C-värden omkring 11 ton/NM<sup>2</sup> och mm.

Försök gjordes även att med hjälp av digitaliseringsförfarandet bestämma medeltillskottet i integrerat värde från enskilda fiskar vid enskilda ping. För beräkningarna användes lobvinkeln 10°. C-värdet, som beräknades från detta försök blev 5,8 ton/NM<sup>2</sup> och mm. Uppräknat till västkustförhållanden erhålles värdet 16.2 ton/NM<sup>2</sup> och mm.

#### 3.4. Diskussion kring C-värdet

Möjligheterna att bestämma värdet av konstanten C vid havsfiskelaboratoriet har varit begränsade men de senaste försöken (Håkansson et al. 1979) pekar dock på ett värde, för sill och skarpsill gemensamt, omkring 6 ton/NM<sup>2</sup> och mm för Östersjön och mellan 15 och 20 ton/NM<sup>2</sup> och mm för Skagerrak och Kattegatt. Värdena är refererade till 20 dB förstärkning på integratorm. Någon statistisk signifikans kan inte ges på grund av det ringa antalet försök. Det krävs med andra ord ytterligare mätningar för C-värdesbestämningar om konfidensintervall eller SE skall kunna angivas. Dessa mätningar bör ske främst genom burförsök och användning av mångkanalsanalysator. Det är väsentligt att medel avsätts för sådana försök om en fortsatt ekointegrering från svensk sida avses.

Det för Östersjön genom ekoräkning beräknade värdet på 2,09 ton/NM<sup>2</sup> och mm som rapporterats av Ländquist et al. 1977 bör förkastas. Apparaturen var dels felinställd för ekoräkning dels hade trålning i allmänhet inte skett på de ekoutslog som använts för täthetsbestämningen. En jämförelse mellan ekointegrering och ringnotsfiske gjordes men re-



sultaten var motstridiga (Aneér et al. 1977). Vid jämförelsen utnyttjades ett C-värde på 2.09 ton/mm<sup>2</sup>·NM<sup>2</sup> för ekointegreringen vilket vi idag bedömer vara för lågt. Använder vi det C-värde på 6.0 som bedöms mer realistiskt för Östersjön blir överensstämmelsen bättre för det täta beståndet men sämre för det glesa. Utöver de skäl som diskuteras i Aneér et al. (1977) beror skillnaden sannolikt av svårigheten att bestämma fångsternas verkliga storlek speciellt vid små fångster och fångsteffektiviteten, vilket också bekräftats (Aneér, pers. komm.). Som tidigare påpekats bedömes en jämförelse mellan de två metoderna som värdefull för C-värdesbestämning och fler försök bör göras.

I litteraturen har rapporterats en  $\overline{TS}_1$  kg på -34 dB (Edwards & Bailey, 1978) ett värde som vid insättning i ekvationen [2] ger ett C-värde på ca 1,5 ton/NM<sup>2</sup> och mm för Skagerrak och Kattegatt, vilket är ca 10 ggr lägre än det av oss använda värdet. De i formeln [2] använda apparatkonstanterna SL och VR är dock inte uppmätta sedan april 1976 så en reservation för denna beräkning bör göras. Biomassorna för sill och skarpsill inom de integrerade områdena blir också orimligt låga i förhållande till gjorda fångster och värdet 1,5 ton/NM<sup>2</sup> och mm bör därför förkastas.

Vi har i våra beräkningar av biomassor i Skagerrak och Kattegatt använt ett C-värde på 15 ton/NM<sup>2</sup> och mm. Värdet från burförsöket och de omräknade värdena från ekoräkningen i sydvästra Östersjön i september 1978 och pulshöjdsanalysen i november 1977 ligger lite över detta. Det lägre värdet motiveras dock av att en troligen något snäv lobvinkel av 10° användes vid ekoräkningen. Detta är den vinkel som enligt svängarens direktivitetsdiagram ger en sänkning av den mottagna ekointensiteten med 3 dB. Fiskekon torde dock uppfattas av ekolodet och integratorn med en något större spännvidd än 3 dB, vilket skulle ge en större lobvinkel och därmed också en större yta att hänföra de räknade ekona till, resulterande i ett motsvarande lägre C-värde.



## LITTERATUR

- Ackefors, H., 1977: The meristic characters and the maturity cycle of the Skagerrak Spring Spawners. Medd. fr. Havsfiskelaboratoriet, nr 227, 4 pp.
- Andersson, K.A., 1958: The stock of Herring and the Herring Fisheries on the West Coast of Sweden in the first Half of the Twentieth Century. Inst. Mar. Res., Lysekil, Ser. Biol. Rep., No. 8: 1-41.
- An er, G., Håkansson, N., Lindquist, A. och Westin, L., 1977: Ekointegreringar och ringnotskast - en j mf rande undersökning. Medd. fr. Havsfiskelaboratoriet, nr 221, 12 pp.
- Anon., 1972: Simrad Echo Integrator QM - Operation and Maintenance. Publication P 574 E. Simrad, Simonsen Radio A.S., Oslo.
- Anon., 1977a: Report of the Danish - Swedish study group on the herring in Kattegatt. ICES C.M. 1977/ H:41.
- Anon., 1977b: Survey results of "Dr. Fridtjof Nansen", Final Report. IOFDP. Institute of Marine Research, Bergen.
- Anon., 1978a: Report of the Danish - Swedish study group on fish stocks in the Kattegatt and adjacent waters. ICES C.M. 1978 / H:56.
- Anon., 1978b: Report of the herring assessment working group for the area south of 62 N. ICES C.M. 1978 / H:3.
- Bodholt, H. (No year): Measuring target strength and back scattering strength. Simrad, Sci. echo sounding systems, Bull. 5.
- Craig, R.E. and Forbes, S.T., 1969: Design of a sonar for fish counting. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders., 15: 210-219.
- Cushing, D.H., 1976: The present state of acoustic survey. ICES C.M. 1976 / B:32.
- Dragesund, O. and Olsen, S., 1965: On the possibility of estimating yearclass strength by measuring echo abundance of 0-group fish. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders., 13 (8): 48-75.
- Dunn, W.I. and Forbes, S.T., 1977: The use of the Aberdeen fish counter as a 400 channel echo integrator. Rapp. P.-v. R un. Cons. int. Explor. Mer, 170: 159-161.
- Edwards, J.I. and Bailey, R.S., 1978. An echo integration survey for sprats in UK coastal waters from the Humber to the Moray Firth, January 1978. ICES C.M. 1978/ H:55.
- Ehrenberg, J.E. and Lytle, D.W., 1977: Some signal processing techniques for reducing the variance in acoustic stock abundance estimates. Rapp. P.-v. R un. Cons. int. Explor. Mer, 170: 205-13.
- Eide, P.K., Helle, G. og Knudsen, H.P., 1975: Presentasjon av datasystemet p  FF "Johan Hjort". Fiskets gang nr 46, 754-7.
- Forbes, S.T. and Nakken, O., 1972: Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 2. The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation. FAO Man. Fish. Sci., 5: 138 pp.



- Hagström, O., Kihlman, J., Billgren, O. och Silverfjäll, K.A., 1976: Ekointegrering och sökning efter pelagisk fisk i Skagerrak och Kattegatt i juni och september 1976. Medd. fr. Havsfiskelaboratoriet, nr 211, 15 sid.
- Håkansson, N. och Kollberg, S., 1978a: Sverige och Östtyskland samarbetar i Östersjön med beståndsundersökning. Yrkesfiskaren årg.2, nr 21.
- Håkansson, N. och Kollberg, S., 1978b: Tekniska prov med mångkanalsanalysator IN 45 i samband med ekointegrering ombord på U/F Argos. Havsfiskelaboratoriet, Lysekil (Mimeo).
- Håkansson, N. & Kollberg, S., Falk, U., Goetze, E. & Rechlin, O., 1979: Hydroacoustic and trawl survey on herring and sprat stocks of the Baltic Proper in October 1978. Fischereiforschung, Institut für Hochseefischerei und Fischverarbeitung, Rostock, in Press.
- Höglund, H., 1972: On the Bohuslän Herring during the Great Herring Fishery Period in the Eighteenth Century. Inst. Mar. Res., Lysekil, Ser. Biol. Rep., No. 20: 1-86.
- Iles, T.D. & Johnson, P.D., 1962: The correlation table analysis of a sprat (*Clupea sprattus* L.) yearclass to separate two groups differing in growth characteristics. J. Cons. CIEM Vol. 27, No 3.
- Johannesson, K.A., 1974: Preliminary quantitative estimates of pelagic fish stocks in Lake Tanganyika by use of echo integration methods. EIFAC/74/I/ Symp.-54, 16 pp.
- Johannesson, K.A. and Losse, G.F., 1977: Methodology of acoustic estimations of fish abundance in some UNDP/FAO Resource Survey Projects. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 170: 296-318.
- Kollberg, S., 1978: Sill/skarpsillbestånden undersöks på västkusten. Yrkesfiskaren årg.2, nr 9.
- Kollberg, S. och Håkansson, N., 1977:Handledning för ekointegrering med Simrad ekolod Ek 120 S och Simrad ekointegrator QM MK II. Havsfiskelaboratoriet, Lysekil (Mimeo).
- Lindquist, A., 1964: On the size of a Spawning Area of a Pelagic Spawning Fish. EXTRAIT du Rapports et Procès Verbaux, Vol. 155.
- Lindquist, A. och Gullman, J., 1975: Ekointegreringar med "Argos" vid Öland och i Skagerrak. Medd. fr. Havsfiskelaboratoriet, nr 187, 25 sid.
- Lindquist, A., Hagström, O., Hultgren, J., Håkansson, N. och Kollberg, S., 1977: Akustiska undersökningar av sill och skarpsill i Östersjön 1975 - 1977 / Acoustical investigations of herring and sprat in the Baltic 1975 - 1977. Medd. fr. Havsfiskelaboratoriet, nr 222, 43 sid.
- Midttun, L. and Nakken, O., 1977: Some results of abundance estimation studies with echo integrators. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 170: 253-258.
- Mitson, R.B. and Wood, R.J., 1961: An automatic method of counting fish echoes. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 26(3): 281-291.



- Nakken, O., 1975: On the problem of determining the relationship between integrated echo intensity and fish density. ICES C.M. 1975/B: 26.
- Nakken, O. and Olsen, K., 1977: Target strength measurements of fish. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 170: 52-69.
- Nielsen, R., 1977: Måling av TVG forløp på EK 38 og EK 50. Simrad teknisk notat.
- Olsen, K., 1971: Orientation measurements of cod in Lofoten obtained from underwater photographs and their relation to target strength. ICES C.M. 1971/ B: 17, 8 pp.
- Pearson, N.D. and Mitson, R.B., 1977: Electro-acoustic systems to aid the analysis of pelagic and demersal fish stocks. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 170: 167-173.
- Pope, J.A., 1956: An outline of sampling techniques. Ibid., 140:I: 11-20.
- Robinson, B.J., 1976: Statistics of single fish echoes observed at sea. ICES C.M. 1976/ B: 16.
- Röttingen, I., 1976: On the relation between echo intensity and fish density. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders., 16: 301-314.
- Röttingen, I., 1978: Field intercalibrations of integrator systems. ICES C.M. 1978/ B: 25, 10 pp.
- Saetersdal, G., 1978: Assessment of unexploited resources. Report of the FAO/Norway workshop on the fishery resources of the North Arabian Sea. IOP Development report No 43, Vol.2.
- Simmonds, E.J., 1975: An echo integrator using digital processing. ICES C.M. 1975/ B: 21.
- Thorne, R.E., Reeves, J.E. and Millikan, A.E., 1971: Estimation of the hake population in Port Susan, Washington, using an echo integrator. J.Fish. Res. Bd. Canada 28(9): 1275-1284.
- Threschov, A. I. & Shvetsov, S. E., 1978: Selectiveness of trawls cod-ends for Baltic sprat harvesting. - ICES C.M. 1978/B:10.



Tabell/Table 1. Flyttrålfångster, febr. 1977 (F/V Renland - Svanfors) och april 1978 (R/V Argos). / Pelagic trawl catches, Febr. 1977 (F/V Renland - Svanfors) and April 1978 (R/V Argos).

Drag/Haul No	År/Year	ICES-ruta ICES-square	Fångst/tim // Catch/h , kg			
			Sill/Herring	Skarpsill/Sprat	Övrigt/Rest	
1	1977	4556	-	0,5	16 (krill)	
2	"	4456	360	1440	-	
3	"	4355	30	15	225	
4	"	4356	800	12	16	
5	"	4456	-	84	-	
6	"	4456	400	15600	-	
7	"	4257	2550	1050	15	
8	"	4157	4500	19500	-	
9	"	4157	69	-	34	
48	1978	4356	7	16	14	
50	"	4257	67	33	6	
51	"	4157	3	0,1	6	
52	"	4156	43	10	10	
53	"	4256	87	87	13	
54	"	4256	11	26	0,2	
55	"	4456	11	3	154	1)
56	"	4456	-	1	0,3	
57	"	4556	-	0,4	2	
58	"	4556	-	0,1	8	
59	"	4655	-	-	39	1)
60	"	4555	-	0,1	5	
61	"	4455	-	1	1	
62	"	4455	705	95	143	1)

1) Sillbottentrål / Bottom trawl



Tabell/Table 2. Svenska fångster i ton av sill och skarpsill i Skagerrak och Kattegatt under april 1978, samt del därav taget innanför baslinjen. Enligt fiskeristyrelsens dataenhet. + betyder 0-500 kg.

Total Swedish catches (tons) of herring and sprat from Skagerrak and Kattegatt during April 1978, and the proportion thereof taken inside the Swedish base line. According to the computer division of the Swedish Fishery Board. + indicates 0-500 kg.

ICES-ruta ICES-square	Total fångst/ Total catch		Fångst i. baslinjen/Catch in. base line	
	Sill/herring	skarpsill/sprat	Sill/herring	skarpsill/sprat
4656	14		14	
4655	3			
455o	59		59	
4555	+			
4456	530	104	340	73
4357	29	1	8	1
4356	655	76	146	13
4353	+			
4257	180	35	2	
4256	228	79		
4157	105	20		



Tabell/Table 3. Medeltäthet sill och skarpsill i ton/NM<sup>2</sup> för varje ICES-ruta samt de ytor dessa värden är representativa för./ Average densities of herring and sprat in tons/NM<sup>2</sup> for each of ICES statistical squares and the areas of which the values are representative.

ICES-ruta ICES-square	Sill täthet/Density of herring ton/NM <sup>2</sup>			Skarpsill täthet/Density of sprat ton/NM <sup>2</sup>			Avsökt yta/2 Repr. area NM <sup>2</sup>					
	June 76	Sept.76	Febr.77	April 78	June 76	Sept.76	Febr.77	April 78	June 76	Sept.76	Febr.77	April 78
4156	-	43.43	2.71	34.97	-	43.43	11.55	9.99	-	138.0	251.0	250.5
4157	3.43	58.32	3.88	15.68	1.95	11.85	16.54	0.92	276.0	264.0	276.0	296.5
4255	-	1.08	-	-	-	7.72	-	-	-	162.0	-	-
4256	6.06	25.29	12.87	28.30	13.31	49.10	5.25	20.58	384.0	618.0	855.0	474.6
4257	1.82	42.38	11.73	29.88	7.20	21.66	4.79	17.43	522.0	510.0	522.0	536.5
4355	0	8.60	31.03	10.69	8.30	61.34	15.33	2.85	60.0	244.0	60.0	96.0
4356	24.88	76.19	34.14	31.73	7.19	14.94	0.35	8.46	649.0	649.0	649.0	655.5
4357	0.42	-	9.80	57.11	0.42	-	1.68	6.36	65.0	-	65.0	70.6
4454	-	41.43	0	-	-	9.14	0	-	-	320.0	320.0	-
4455	32.49	2.16	4.87	9.59	42.11	32.02	2.09	1.06	476.0	680.0	680.0	678.0
4456	24.42	18.36	1.98	33.62	9.21	53.61	14.53	3.74	522.0	522.0	522.0	601.0
4554	0	18.84	-	-	0	0.68	-	-	237.0	237.0	-	-
4555	25.83	5.72	2.68	0.46	2.63	2.22	0.22	0.99	948.0	948.0	948.0	714.0
4556	34.97	16.41	2.69	3.51	32.63	17.16	0.37	0.76	216.0	216.0	216.0	233.0
4655	77.85	4.37	5.57	25.71	9.49	3.39	0.37	0.38	117.0	117.0	117.0	234.0
4656	-	-	-	8.00	-	-	-	0	-	-	-	9.0
Totalt	20.07	26.42	9.42	21.17	11.20	24.08	4.57	6.62	4472.0	5625.0	5481.0	4844.2



Tabell/Table 4. Procentuell könstadietfordelning hos skarpsill i prover från Skagerrak (Sk) och Kattegatt (K), tagna under expeditionerna 1976-1978 och från kommersiella landningar./ Percentage distribution of maturity stages of sprat in samples from Skagerrak (Sk) and Kattegatt (K), taken during the 1976-1978 expeditions and of commercial landings.

Ar/Year	Månad Month	Område Area	ICES-ruta ICES-square	Könstadietfordelning/Distr. of maturity, %						
				1	2	3	4	5	6	7
1976	06	Sk	4455					17,9	82,1	
"	"	"	4456		1,6	1,6	52,4	30,2	11,1	3,2
"	10	"	4456		100,0					
1977	08	"	4456		100,0					
"	"	"	4456	3,9	96,1					
1976	06	K	4157			1,7	38,3	46,7	11,7	1,7
"	"	"	4256					5,8	91,8	2,3
"	"	"	4257		1,8	25,4	61,8	7,3	3,6	
"	"	"	4356	7,0	7,0	40,4	33,3	10,5	1,8	
"	"	"	4356					1,1	93,2	5,6
"	"	"	4456				6,7	29,2	62,9	1,1
"	09	"	4257	1,1	98,9					
"	"	"	4257		100,0					
"	"	"	4257	2,7	97,3					
"	"	"	4157		100,0					
"	11	"	4356	0,9	97,3	1,8				
"	"	"	4356	15,7	83,5	0,8				
1977	02	"	4157	14,4	55,6	28,9	1,1			
"	"	"	4257	22,5	64,8	11,3	1,4			
"	"	"	4456	5,7	78,4	13,6	2,3			
"	"	"	4456	4,5	80,9	14,6				
"	"	"	4456	5,6	81,6	12,8				
"	"	"	4455	13,3	45,0	38,3	3,3			
"	04	"	4456	1,5	92,4	4,5	1,5			
"	"	"	4157		10,8	20,6	3,3	13,0	52,2	
"	"	"	4257		5,3	29,0	13,7	22,9	29,0	
1978	02	"	4157	11,9	14,9	32,8	38,8	1,4		
"	"	"	4257	5,4	23,6	38,1	21,8	9,0	1,8	
"	"	"	4256	13,0	47,5	14,7	24,5			
"	"	"	4256	5,7	36,6	40,4	17,3			
"	"	"	4456	13,7	39,6	29,3	15,5	1,7		
"	"	"	4456	19,7	38,0	40,8	1,4			



Tabell/Table 5. Sill, medeltal kotor (V.S.) och kölade fjäll ( $K_2$ ) samt procentuell åldersfördelning och medelålder (beräknat på antalet vinterringar) i proverna från Skagerrak (Sk) och Kattegatt (K) 1976-1977./  
 Herring, mean vertebral (V.S.), mean number of keeled scales ( $K_2$ ) and the percentage age distribution (determined from the number of winter rings of the samples from Skagerrak (Sk) and Kattegatt (K) in 1976 and 1977. Ft= flyttrål/pelagic trawl; Bt= bottentrål/bottom trawl.

Ar/Year	Månad Month	Område Area	ICES-ruta ICES-square	V.S.	$K_2$	Medelålder Mean age	Aldersfördelning/ Age distribution, %	Redskap Trawl
							0 1 2 3 4 5 6	
1976	Juni	Sk	4456	55,91	13,78	2,02	12,2 74,4 12,2 1,1	Ft
"	"	"	"	56,00	-	1,72	38,0 52,0 10,0	"
"	"	"	4555	56,02	13,96	2,48	4,0 63,0 19,0 3,0 1,0	"
"	"	"	"	56,06	14,06	2,66	1,0 66,0 11,7 9,7 10,7 1,0	"
"	Sept.	"	4456	56,03	13,97	1,63	80,0 16,0 2,7	"
1977	Febr.	"	"	56,32	13,65	1,04	96,0 4,0	Bt
"	"	"	"	56,06	14,08	1,86	18,0 78,0 4,0	Ft
"	April	"	4556	56,61	14,35	2,55	1,9 51,4 41,9 1,9 1,0 1,9	Bt
"	"	"	"	56,60	-	1,90	39,2 35,3 23,5 2,0	"
"	"	"	4456	56,29	-	1,63	48,3 45,0 3,3 1,7 1,7	"
"	"	"	4556	56,51	14,20	2,49	7,8 41,1 46,7 3,3 1,1	"
"	"	"	4356	56,10	13,92	1,21	83,3 13,9 1,4 1,4	Ft
1976	Juni	K	"	56,04	14,14	1,31	71,1 26,7 2,2	"
"	Sept.	"	"	55,89	13,90	1,20	80,0 20,0	"
"	"	"	4256	56,06	13,92	1,82	30,4 58,9 8,9 1,8	"
"	"	"	4157	56,06	13,92	1,82	68,0 16,0 4,0 4,0	Bt
"	"	"	4257	55,98	13,89	1,12	12,0 68,0 16,0 1,0 1,0	"
"	"	"	4157	56,04	14,01	1,03	29,0 47,0 20,0 2,0 1,0	"
"	"	"	"	56,02	13,89	2,03	24,7 54,6 13,4 7,2 1,4	"
1977	Febr.	"	4356	56,00	14,05	1,78	33,8 58,1 6,8 1,4	"
"	"	"	"	56,03	14,07	1,75	26,7 71,7 1,7	Ft
"	"	"	4355	55,83	14,10	1,04	96,0 4,0	"
"	"	"	4257	55,72	14,00	1,36	64,0 36,0	"



Tabell/Table 6. Sill, viktad procentuell åldersfördelning med medelvikt per åldersgrupp, baserat på samtliga prover från expeditionerna 1976 och från stickprov av svenska kommersiella fångster april-juni, 1978. Medelvikt/åldersgrupp från Anon, 1978 a./ Herring, weighted percentage age distribution with mean weights per age group from all samples collected during the surveys in 1976 and from samples of commercial catches during the period April-June 1978. Mean weight/age group from Anon., 1978 a.

Period	Åldersgrupp/Age group					
	1	2	3	4	5	6
1976, Juni	6,46	56,76	14,94	11,68	8,75	1,41
" Sept.	27,68	56,64	8,41	3,31	1,86	2,10
1978, April	12,61	68,46	15,17	3,07	0,21	0,47
Medelvikt, g	26,3	116,3	138,22	190,4	213,9	241,1
Mean weight						

Tabell/Table 7. Sill, integrerad biomassa och lekbeståndets biomassa i ton, totalt och per enhetsyta (5100NM<sup>2</sup>)./ Herring, total and per unity area (5100NM<sup>2</sup>) integrated biomass and biomass of spawning stock, tons.

Period	Biomassa/Biomass		Lekbestånd/Spawning stock	
	Totalt/In all	per 5100 NM <sup>2</sup>	Totalt/In all	per 5100 NM <sup>2</sup>
1976, Juni	89 700	102 000	33 000	37 600
" Sept.	149 000	135 000	23 400	21 200
1977, Febr.	52 000	48 400	Ej beräknat/Not calculated	
1978, April	102 000	107 000	19 500	20 500



Tabell/Table 8. Skarpsill, viktad procentuell åldersfördelning med medelvikt per åldersgrupp baserat på prov från expeditionerna 1976 och 1978./ Sprat, weighted percentage age distribution with mean weights per age group based on samples collected during the surveys in 1976 and 1978.

Period	Åldersgrupp/Age group					
	0+1	2	3	4	5	2-5
1976, Juni	42,00	45,98	8,74	3,12	0,16	58,00
" Sept	49,20	33,66	13,61	3,23	0,91	50,80
1978, April	41,23	43,36	11,74	3,45	0,23	58,77
Medelvikt, g	12,61	15,02	19,82	22,97	30,33	
Mean weight						

Tabell/Table 9. Skarpsill, integrerad biomassa och lekbeståndets biomassa i ton, totalt och per enhetsyta (5100 NM<sup>2</sup>)./ Sprat, total and per unity area (5100NM<sup>2</sup>) integrated biomass and biomass of spawning stock, tons.

	Biomassa/Biomass		Lekbestånd/Spawning stock	
	Totalt/ In all	per 5100 NM <sup>2</sup>	Totalt/ In all	per 5100 NM <sup>2</sup>
1976, Juni	50 000	57 000	29 000	33 000
" Sept	135 000	122 000	70 000	63 400
1977 Febr	25 000	23 000	Ej beräknad/Not calculated	
1978 April	32 000	34 000	"	"

Tabell/Table 10. Total integrerad biomassa av sill och skarpsill./ Total integrated biomass of herring and sprat.

Period	Sill/Herring	Skarpsill/Herring	Totalt/In all
1976, Juni	90 000	50 000	140 000
" Sept	149 000	135 000	284 000
1977 Febr	52 000	25 000	77 000
1978 April	102 000	32 000	134 000



Fångst/Catch 1000 ton  
 Fig.1 Sill. Landningar från Skagerrak och Kattegatt (Div.III a) 1967-1977.  
 Herring. Landings from Skagerrak and Kattegatt (Div.III a) 1967-1977.

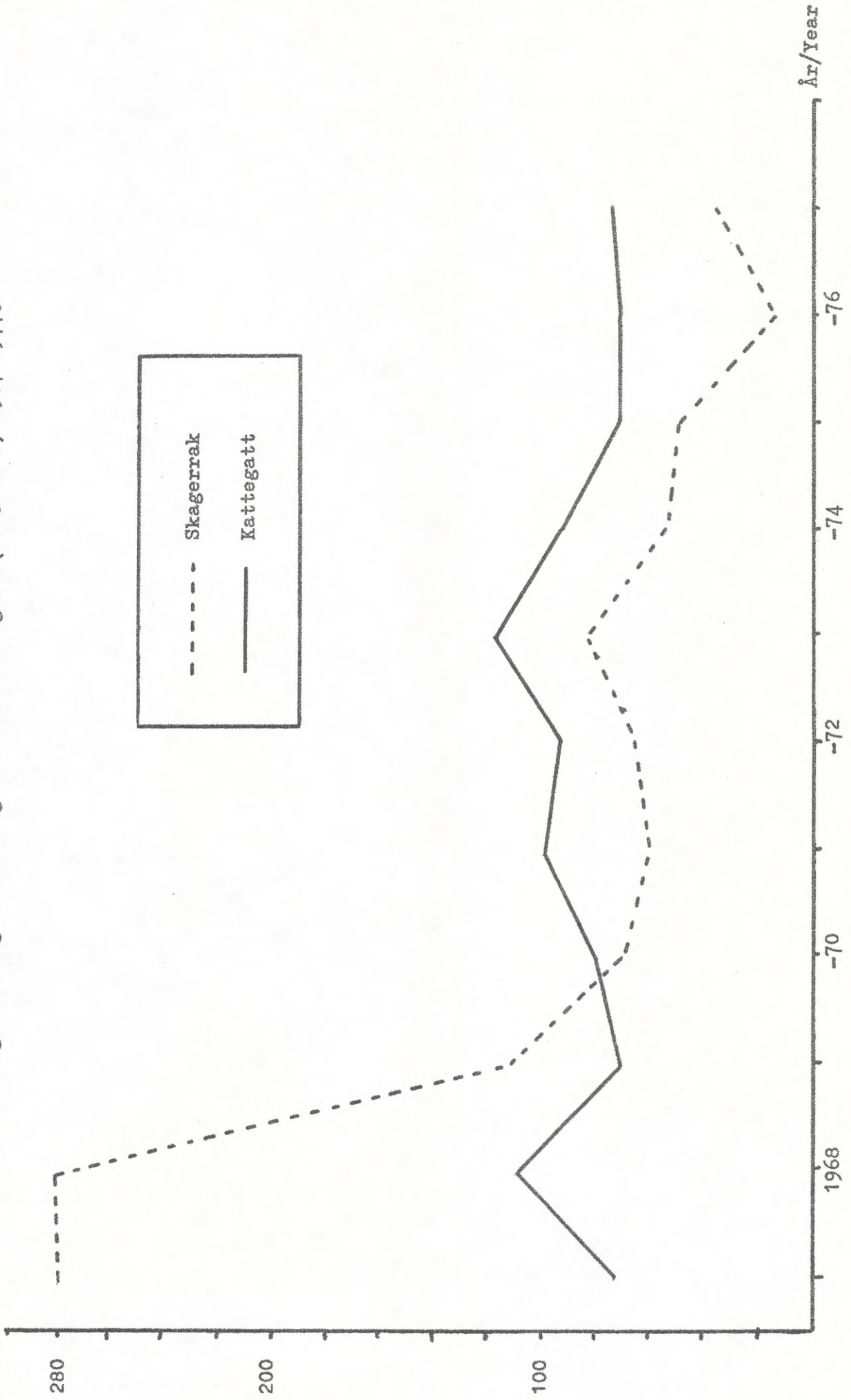




Fig.2 Skarpsill. Landningar från Skagerrak och Kattegatt (Div.III a) 1960-1977, inklusive norska fjordar S om 62°N / Sprat. Landings from Skagerrak and Kattegatt (Div.III a) 1960-1977, Including Norwegian fjords S of 62°N.

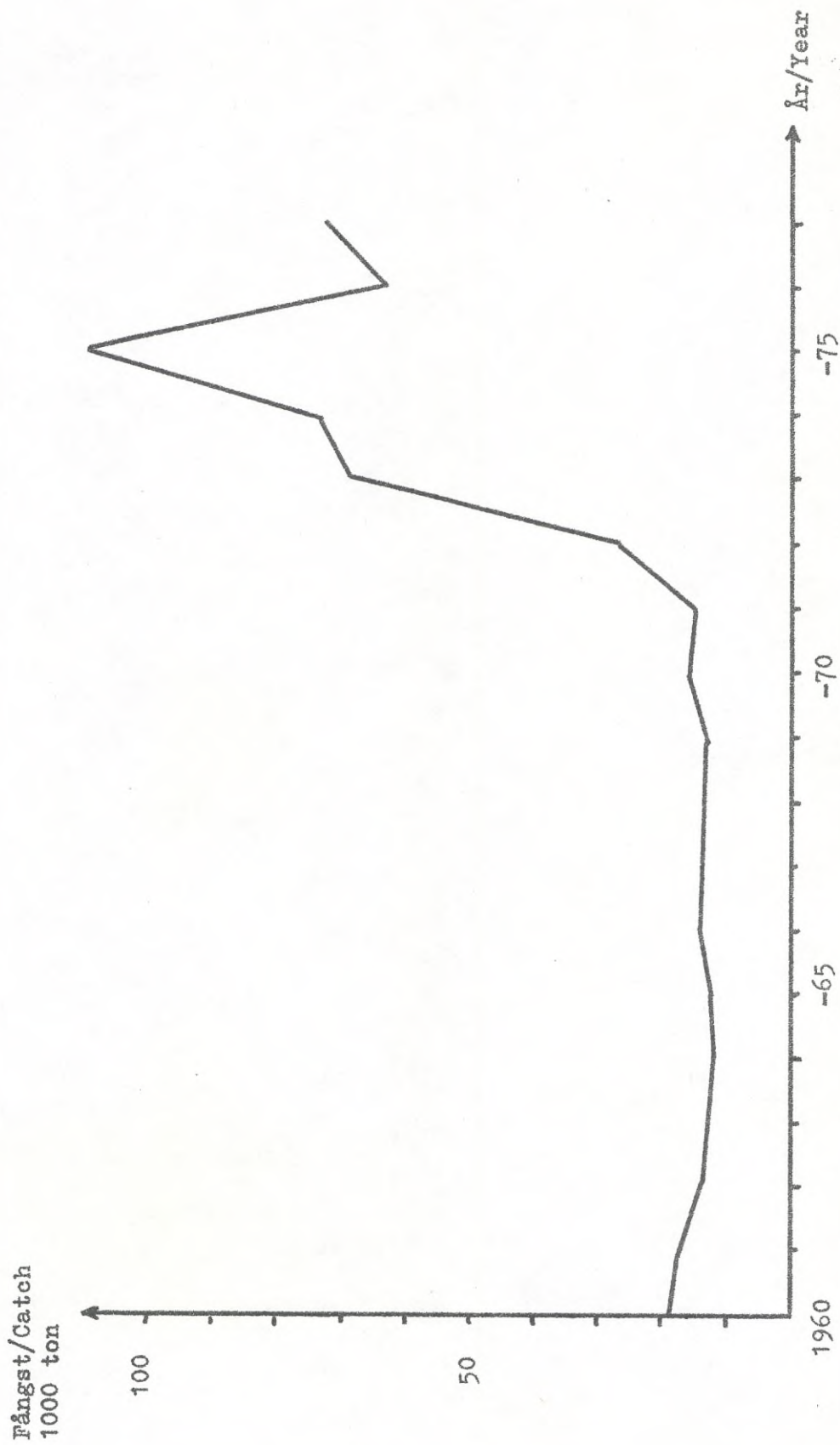
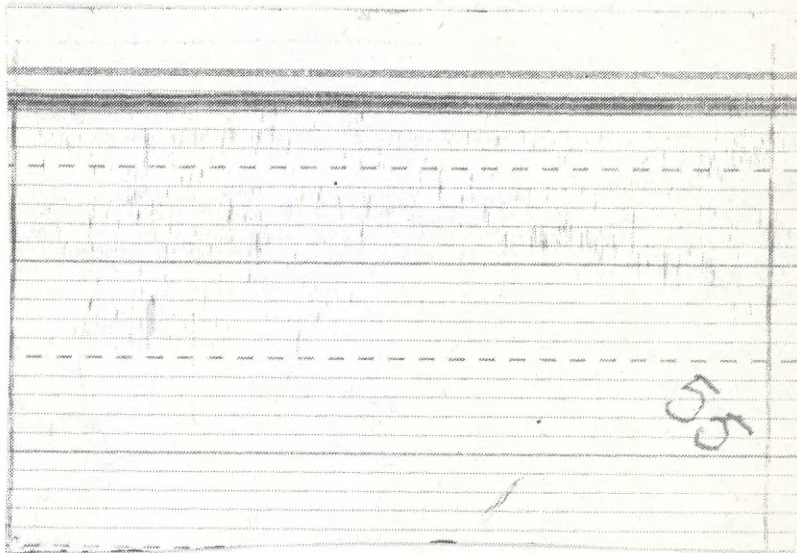


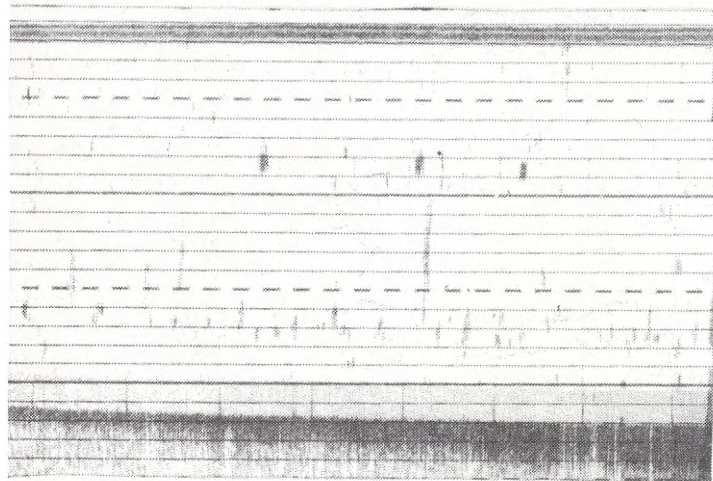


Fig.3 Klassificering av ekolodsutslag  
(1-4) från flytträlarnas ekolods-  
översikter./ Classification of  
echo-recordings (1-4) from the  
echosearch by the commercial  
vessels.

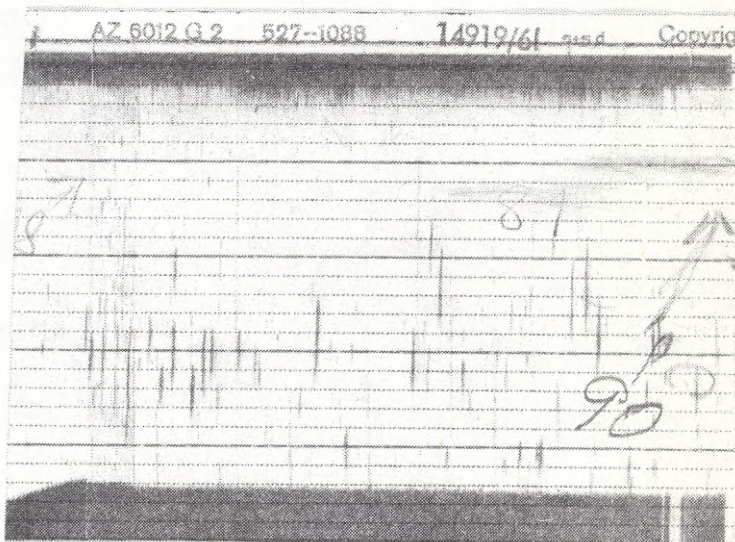
KLASS 1



KLASS 2



KLASS 3



KLASS 4

ATLAS MARIN & INDUSTRI AB - 6012

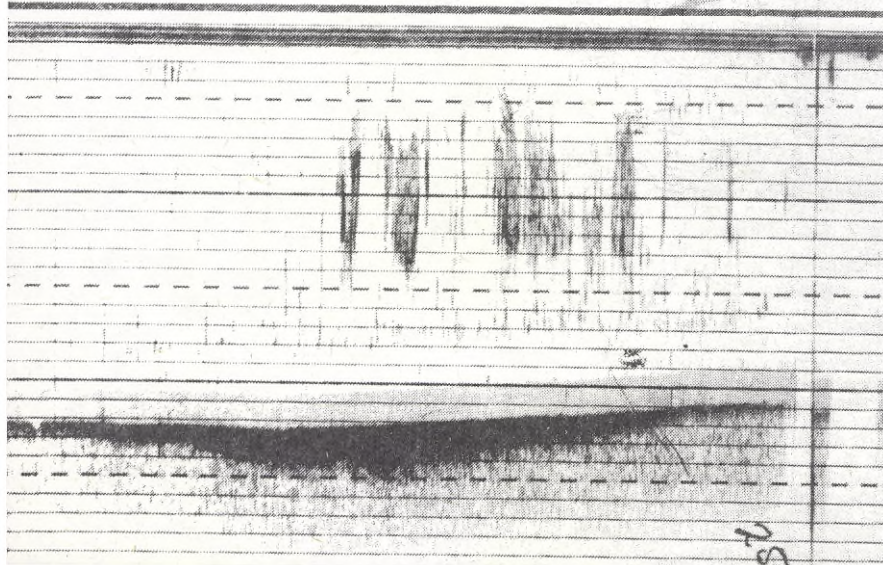
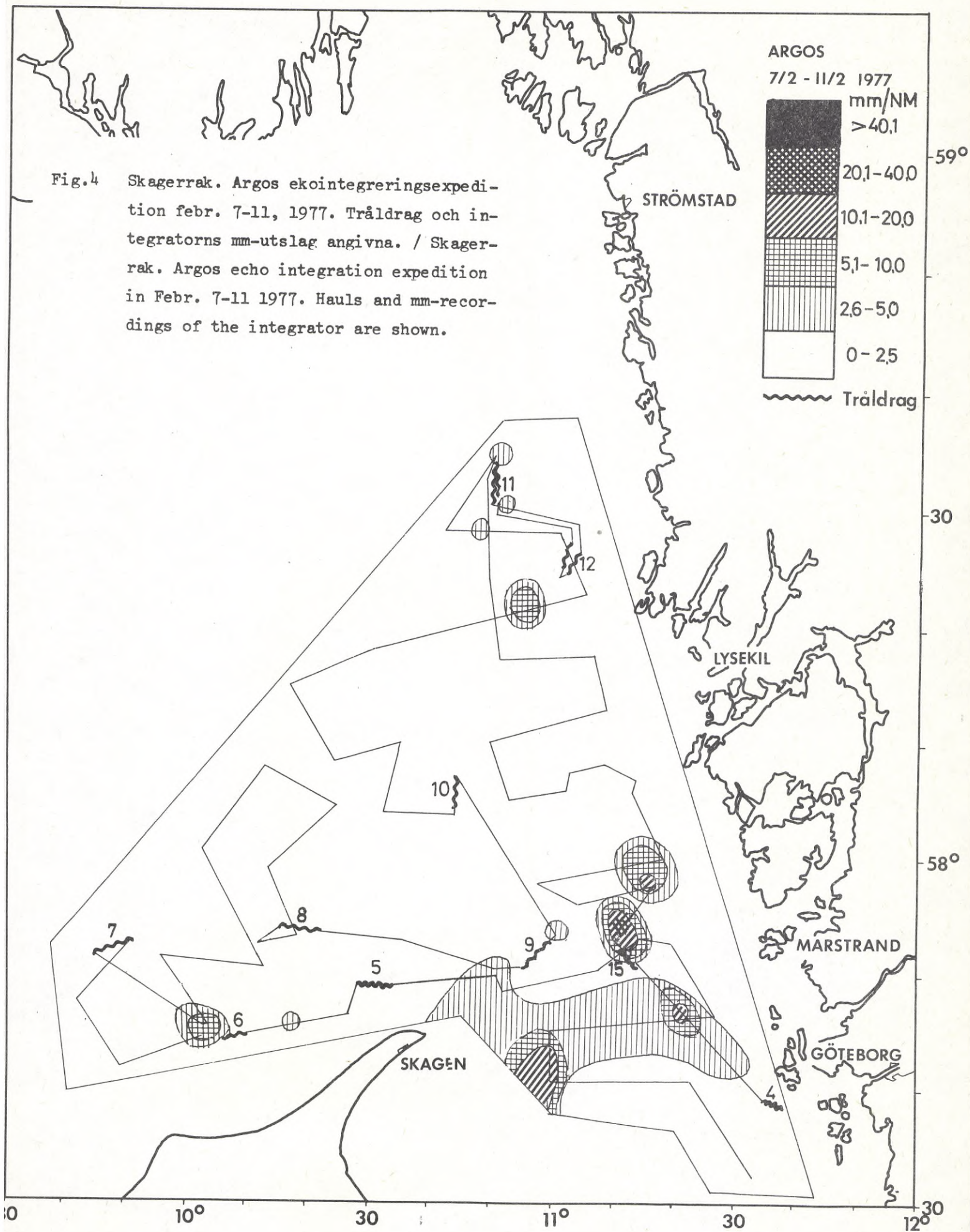




Fig.4 Skagerrak. Argos ekointegreringsexpedition febr. 7-11, 1977. Tråldrag och integratorns mm-utslag angivna. / Skagerrak. Argos echo integration expedition in Febr. 7-11 1977. Hauls and mm-recordings of the integrator are shown.





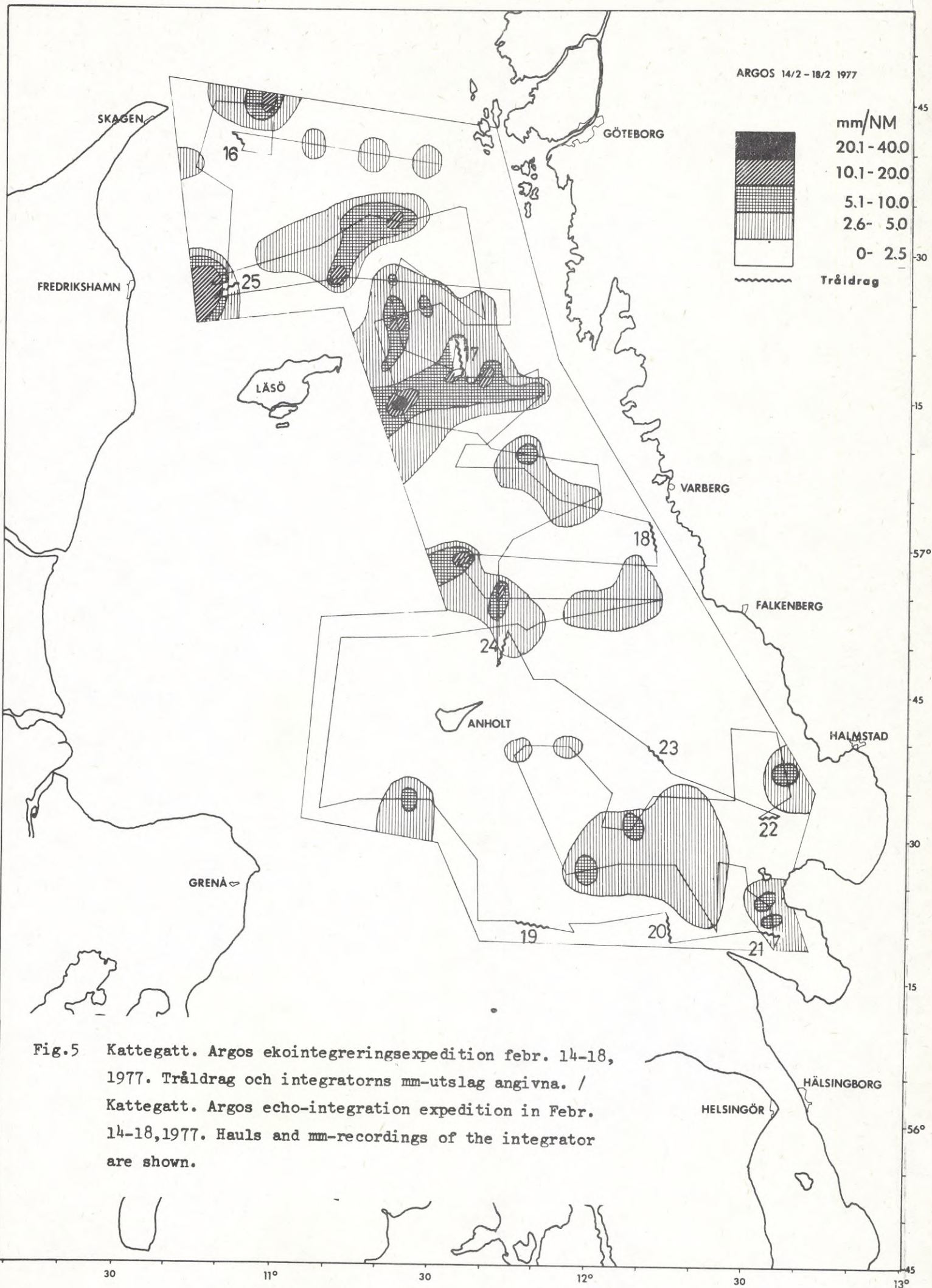
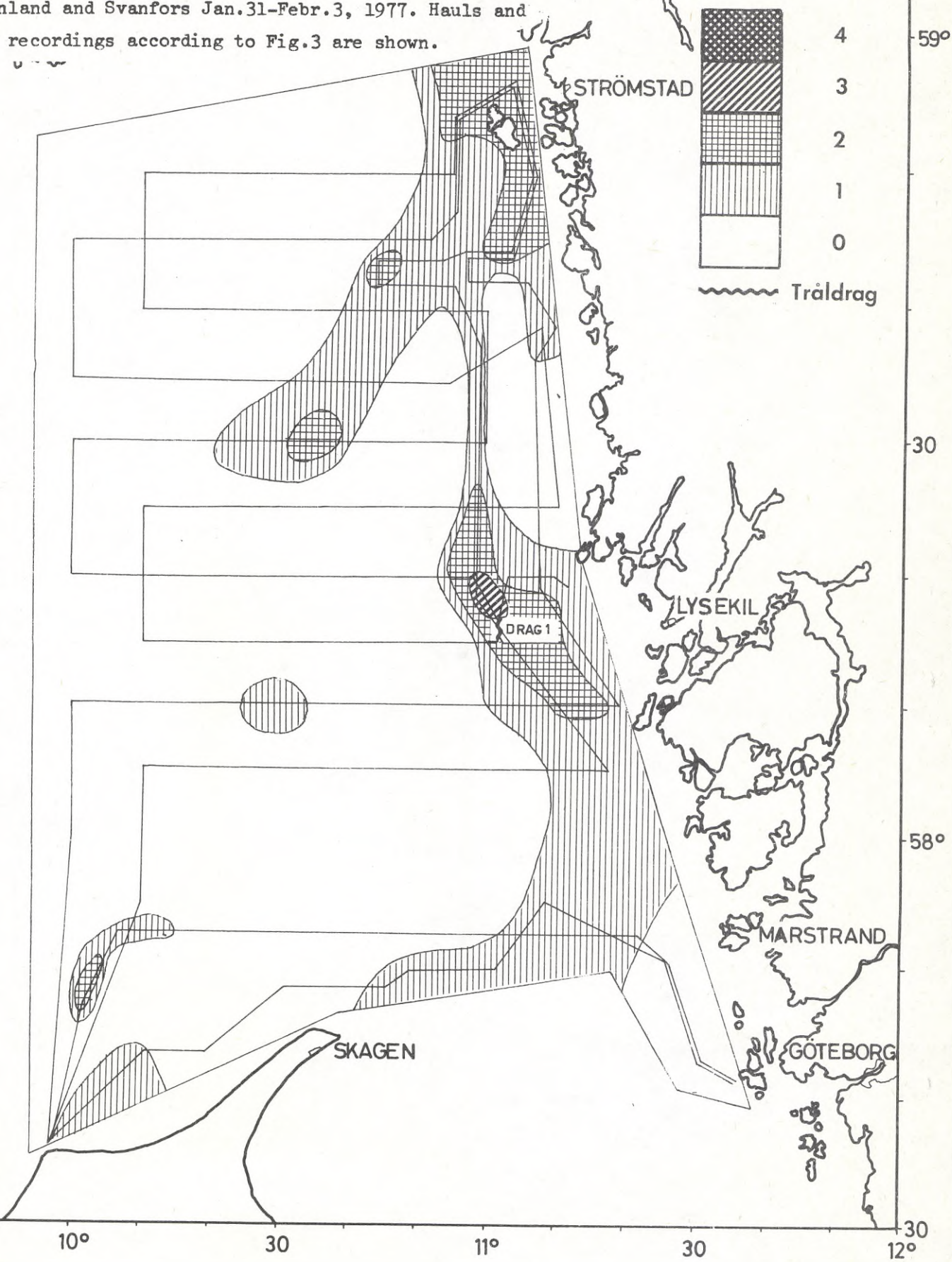




Fig.6 Sökning med flyttrålarna Renland och Svanfors jan. 31- febr. 3, 1977. Tråldrag och ekolodsutslag enligt Fig.3 angivna. / Search by the commercial vessels Renland and Svanfors Jan.31-Febr.3, 1977. Hauls and recordings according to Fig.3 are shown.

RENLAND OCH SVANFORS

31/1 - 3/2 1977





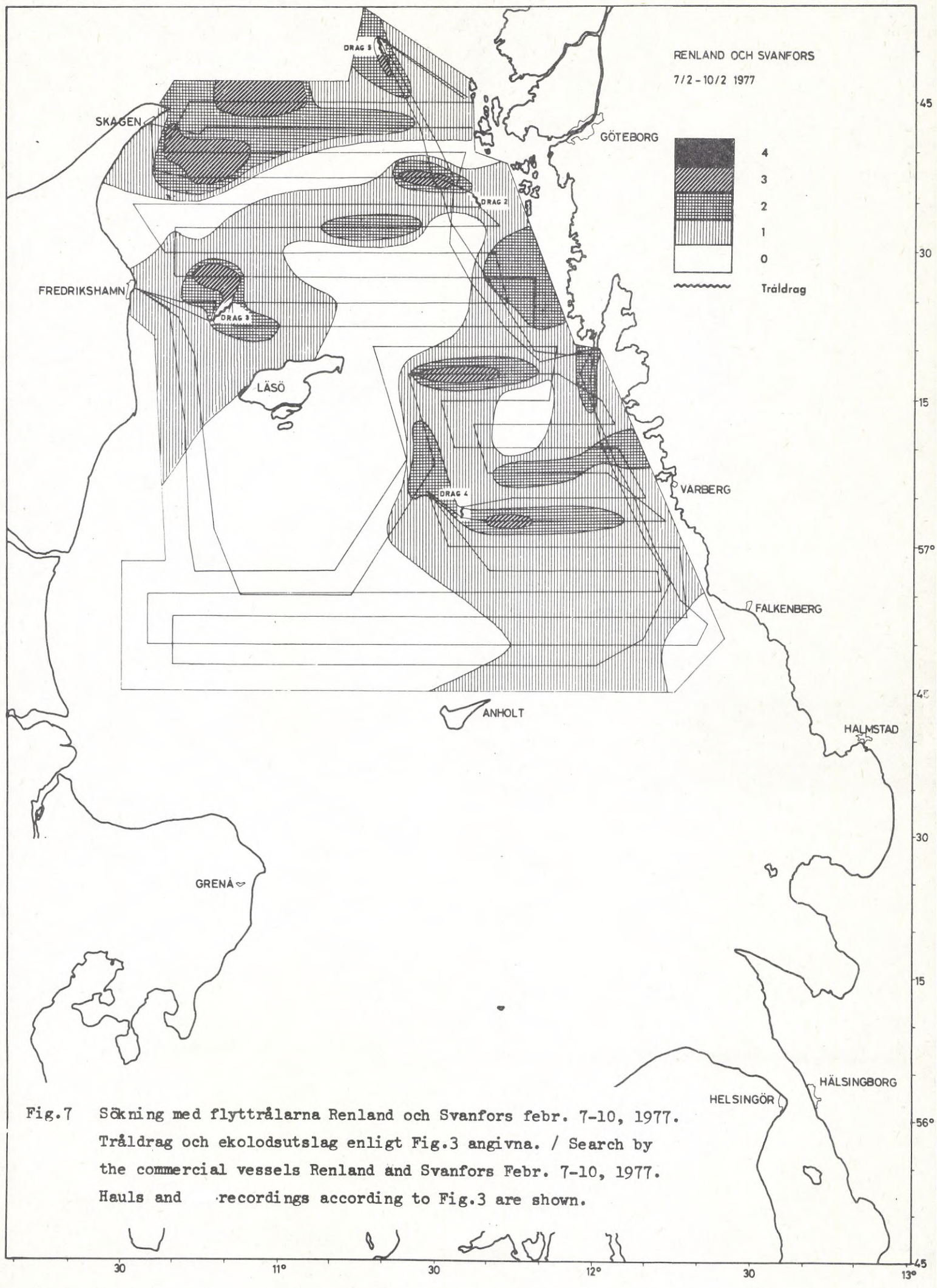


Fig.7 Sökning med flyttrålarna Renland och Svanfors febr. 7-10, 1977.  
Tråldrag och ekolodsutslag enligt Fig.3 angivna. / Search by  
the commercial vessels Renland and Svanfors Febr. 7-10, 1977.  
Hauls and recordings according to Fig.3 are shown.



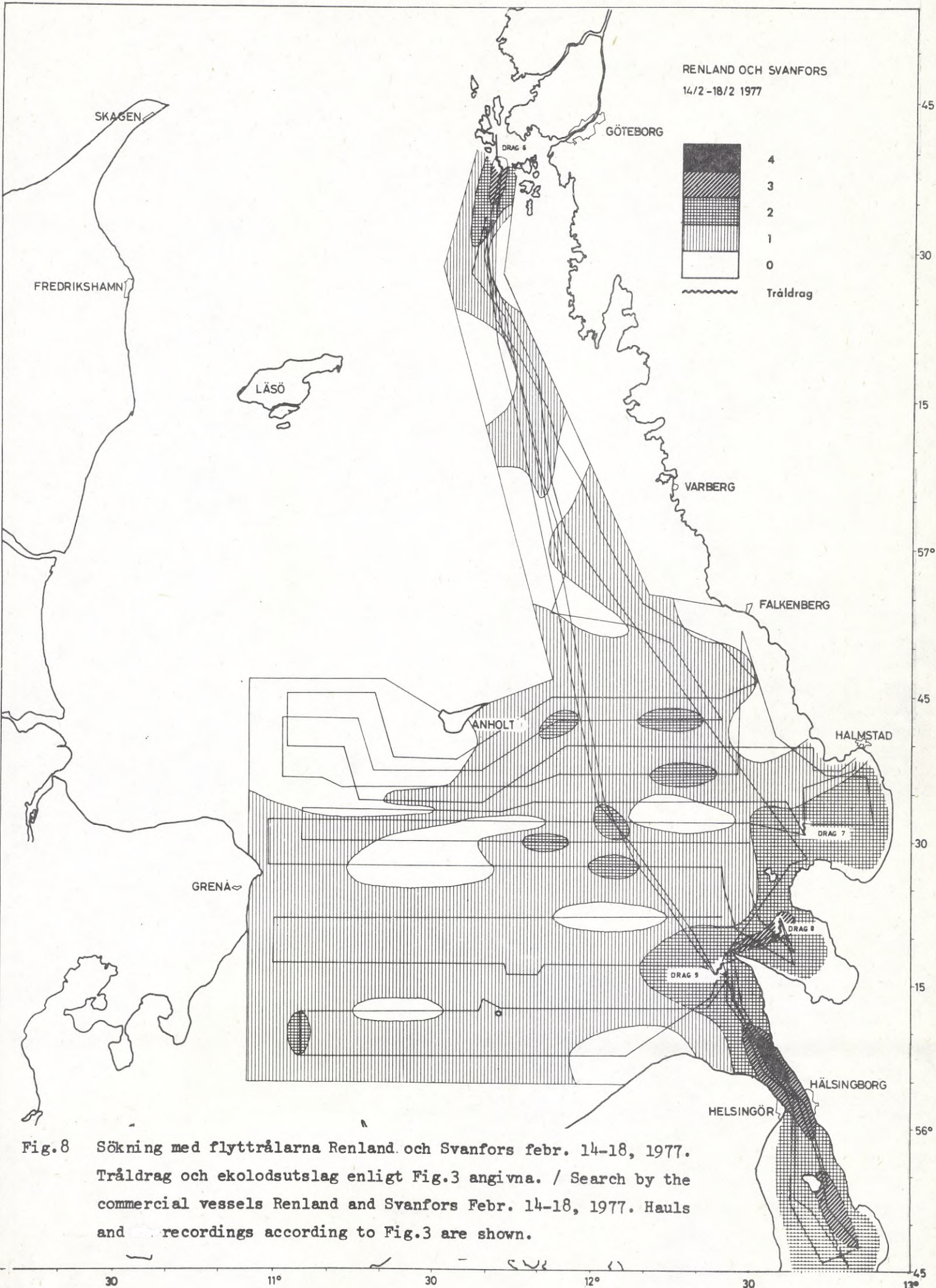


Fig.8 Sökning med flyttrålarna Renland och Svanfors febr. 14-18, 1977. Tråldrag och ekolodsutslag enligt Fig.3 angivna. / Search by the commercial vessels Renland and Svanfors Febr. 14-18, 1977. Hauls and recordings according to Fig.3 are shown.



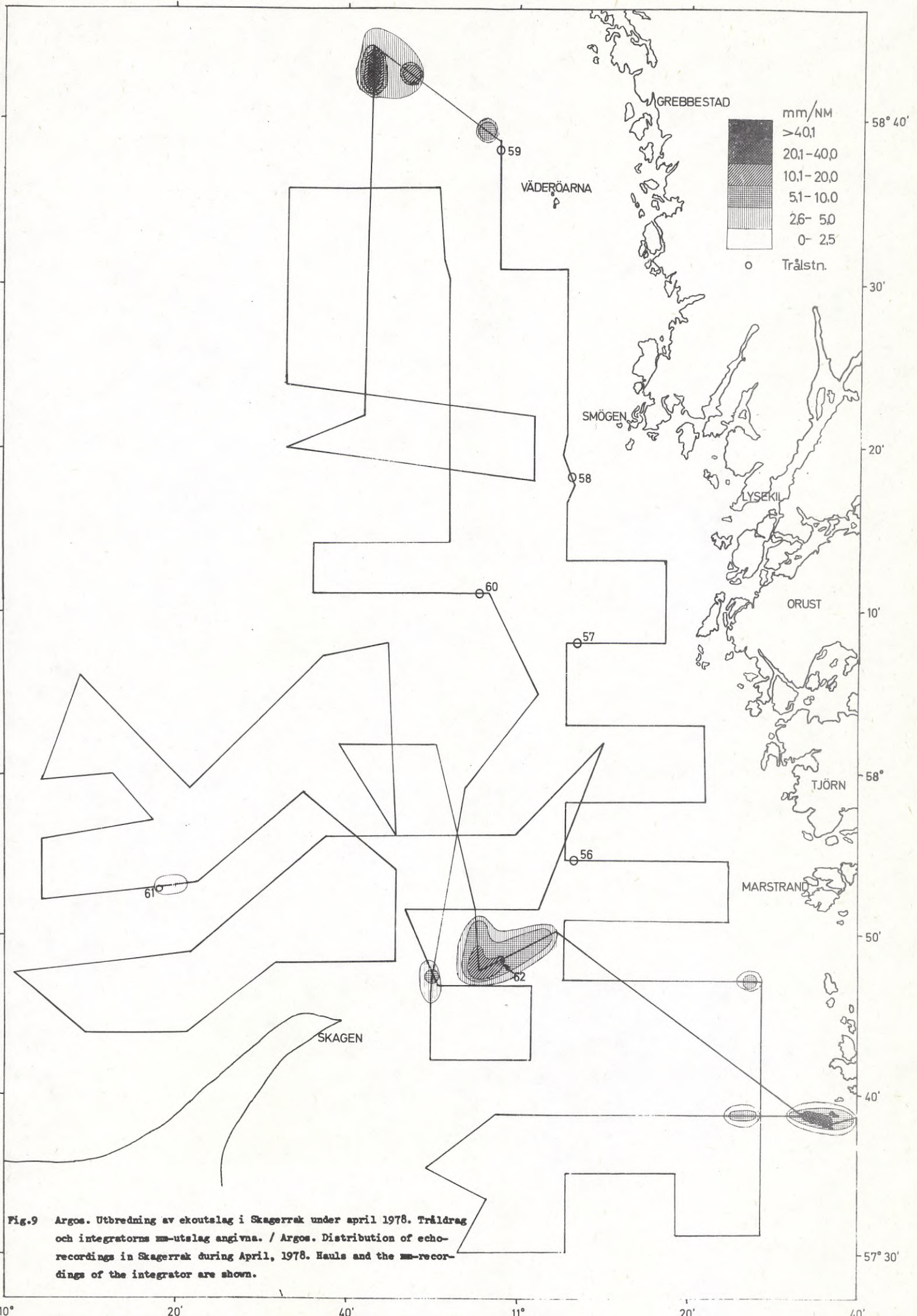
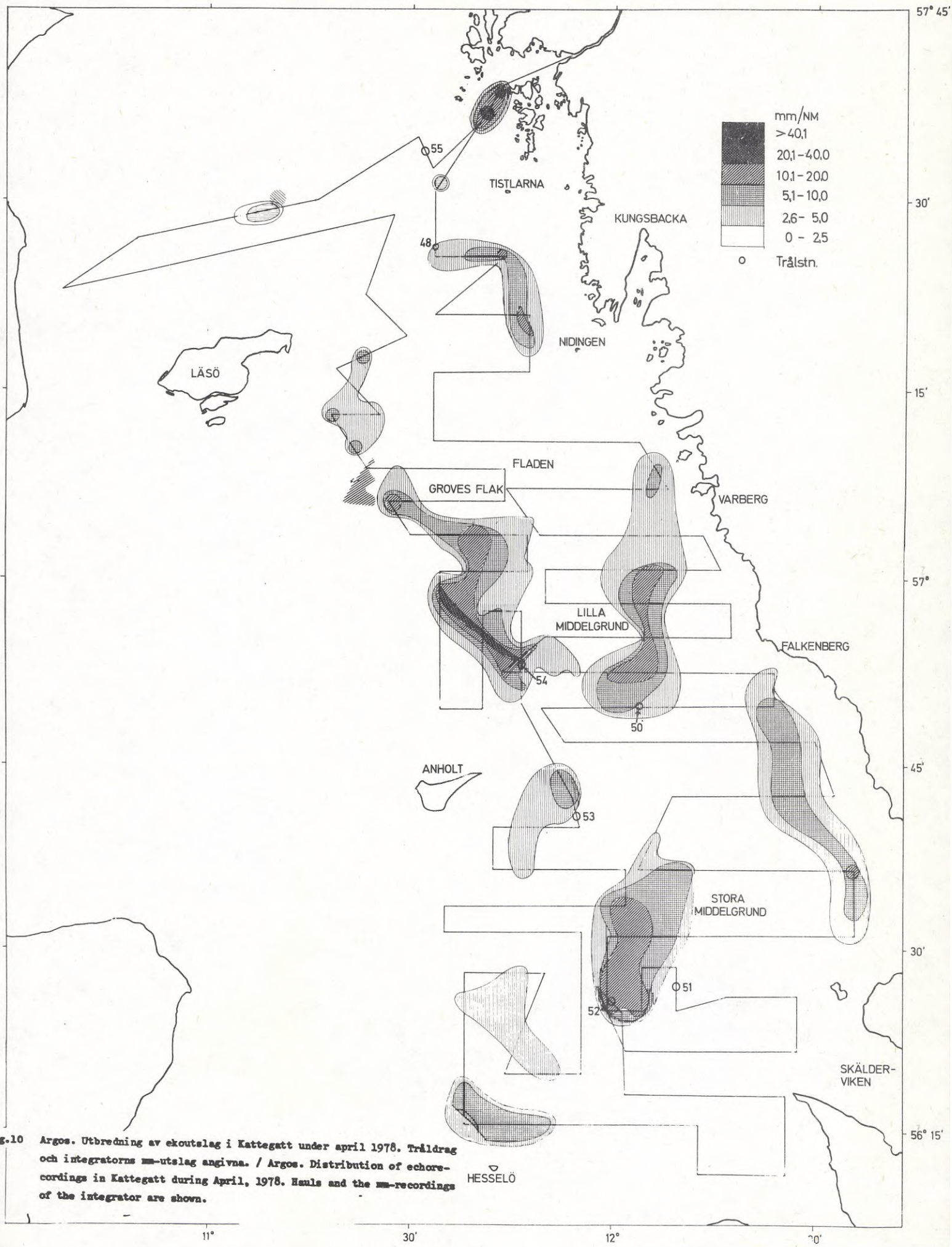


Fig.9 Argos. Utbredning av ekoutslag i Skagerrak under april 1978. Träldrag och integratorns mm-utslag angivna. / Argos. Distribution of echo-recordings in Skagerrak during April, 1978. Hauls and the mm-recordings of the integrator are shown.





g.10 Argos. Utbredning av ekoutslag i Kattegatt under april 1978. Tråldrag och integratorns mm-utslag angivna. / Argos. Distribution of echorecordings in Kattegatt during April, 1978. Hauls and the mm-recordings of the integrator are shown.



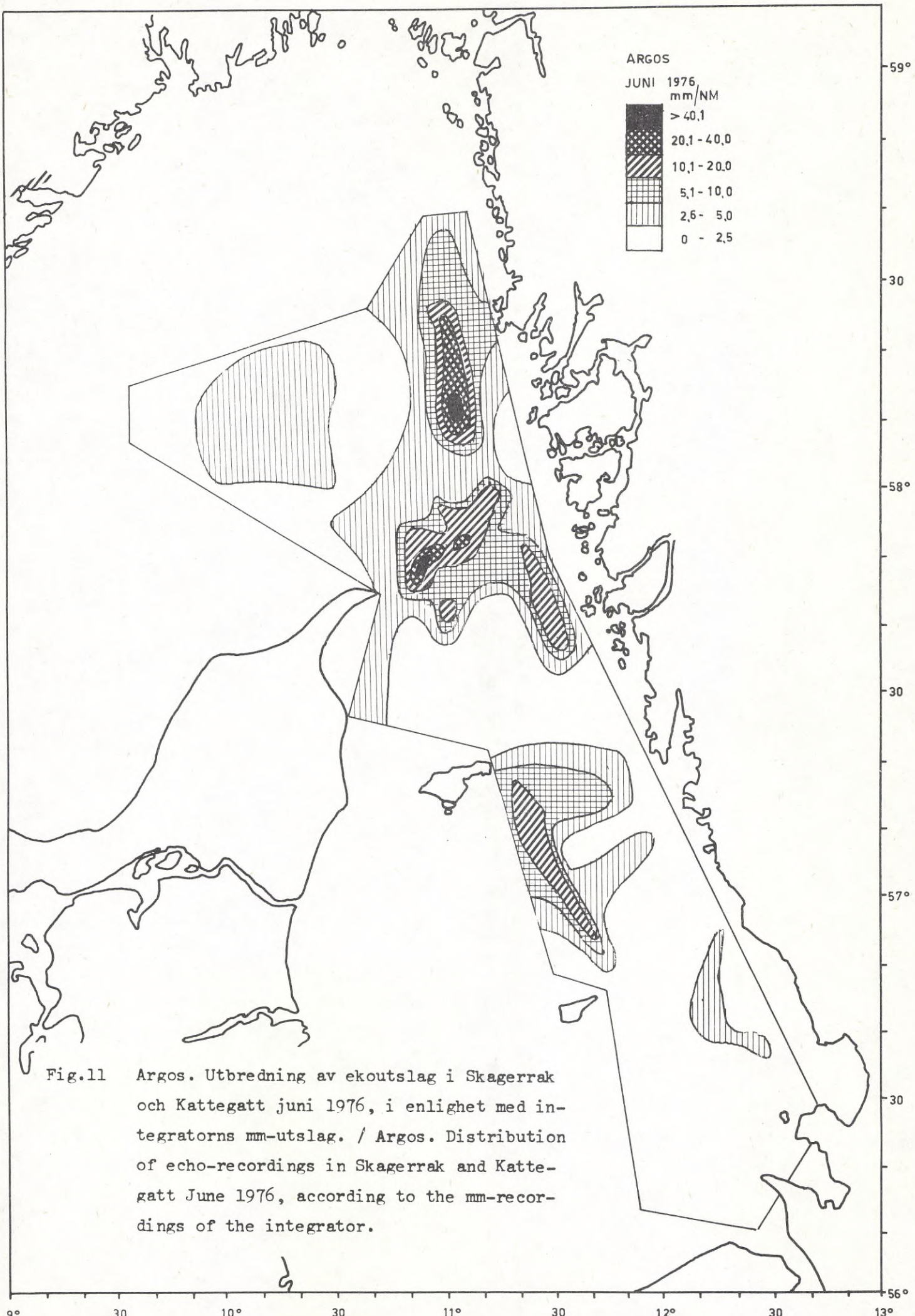


Fig.11 ARGOS. Utbredning av ekoutslag i Skagerrak och Kattegatt juni 1976, i enlighet med integratorns mm-utslag. / ARGOS. Distribution of echo-recordings in Skagerrak and Kattegatt June 1976, according to the mm-recordings of the integrator.

5



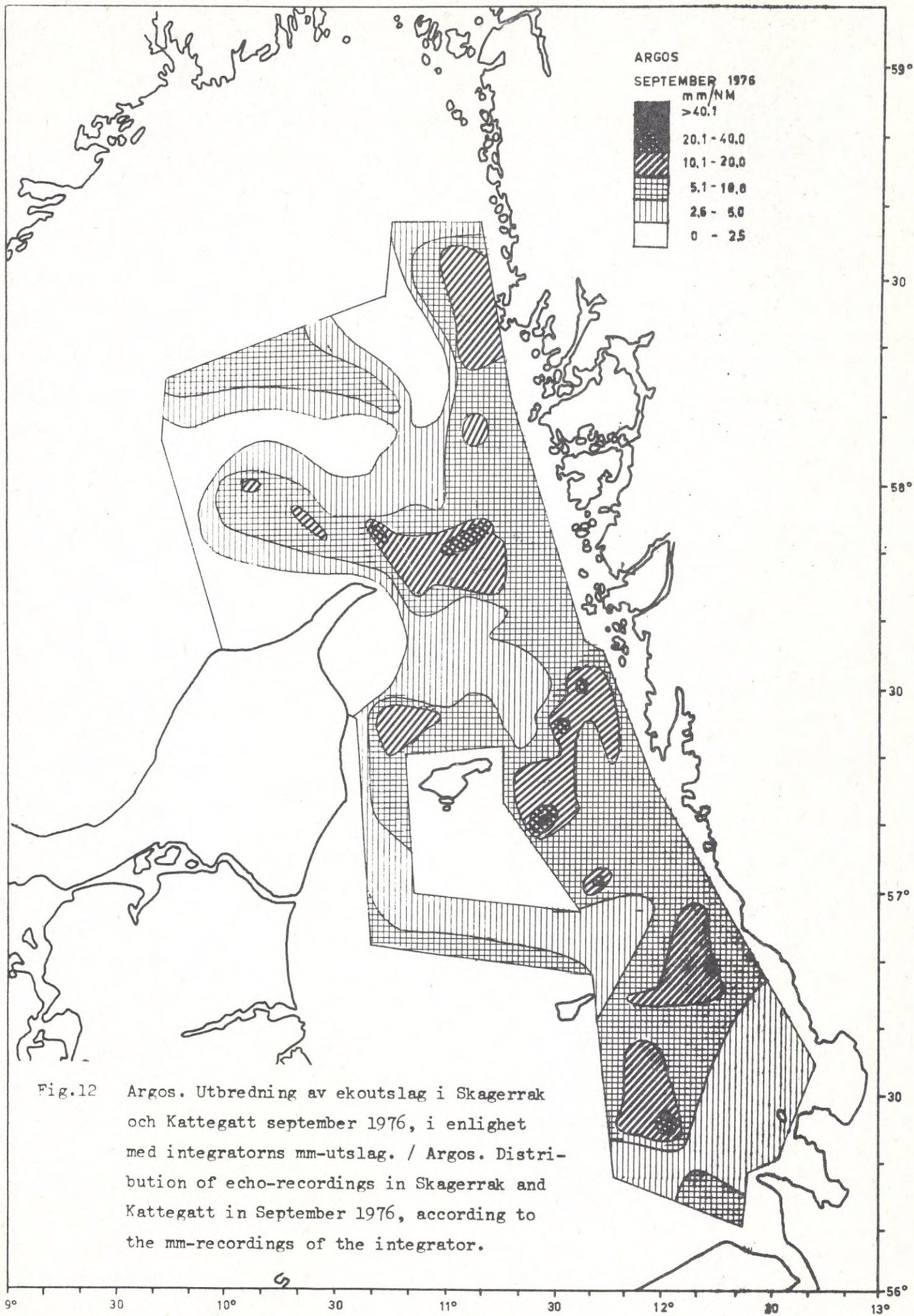
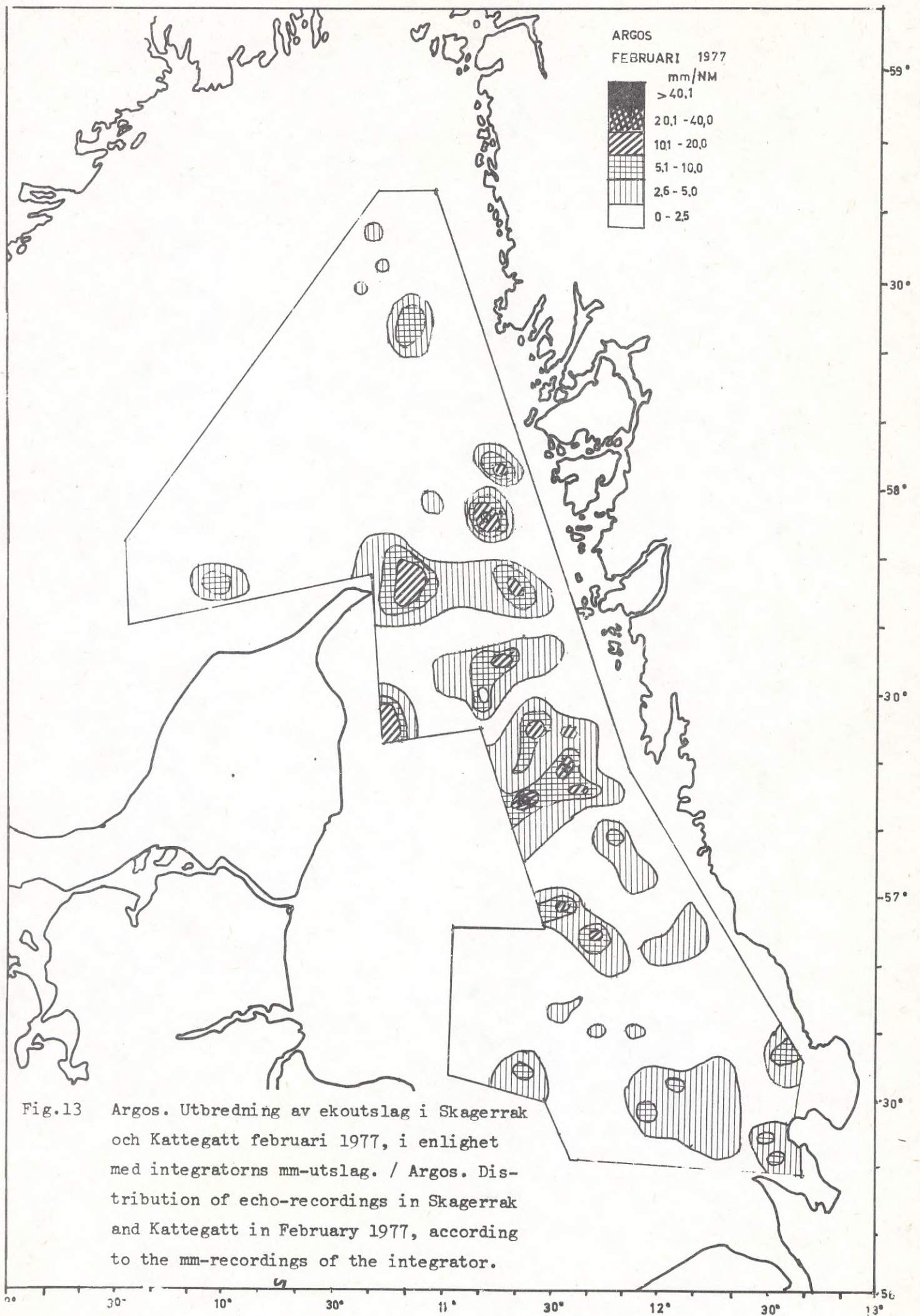


Fig.12 Argos. Utbredning av ekoutslag i Skagerrak och Kattegatt september 1976, i enlighet med integratorns mm-utslag. / Argos. Distribution of echo-recordings in Skagerrak and Kattegatt in September 1976, according to the mm-recordings of the integrator.







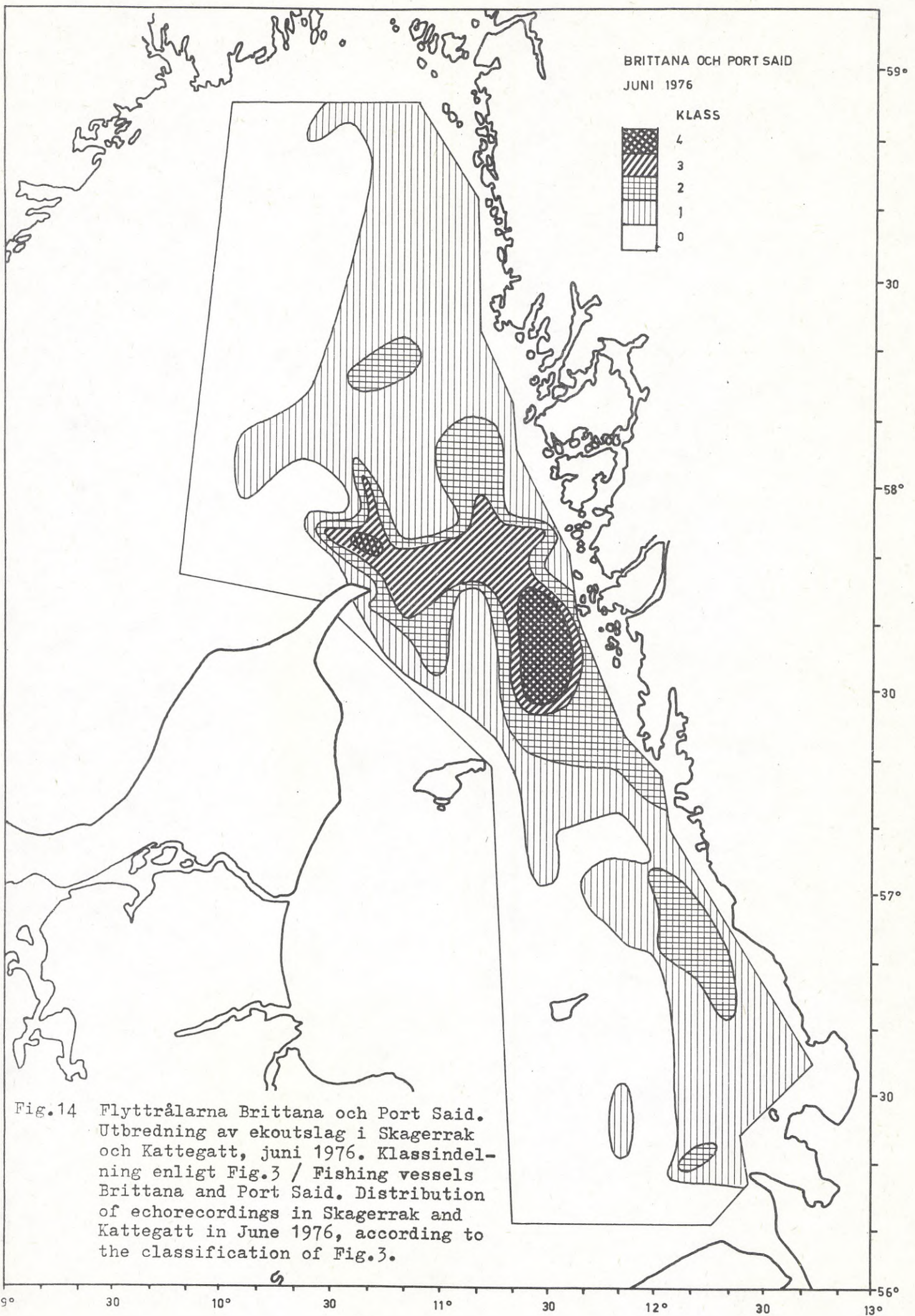


Fig.14 Flyttrålarna Brittana och Port Said. Utbredning av ekoutslag i Skagerrak och Kattegatt, juni 1976. Klassindelning enligt Fig.3 / Fishing vessels Brittana and Port Said. Distribution of echorecordings in Skagerrak and Kattegatt in June 1976, according to the classification of Fig.3.



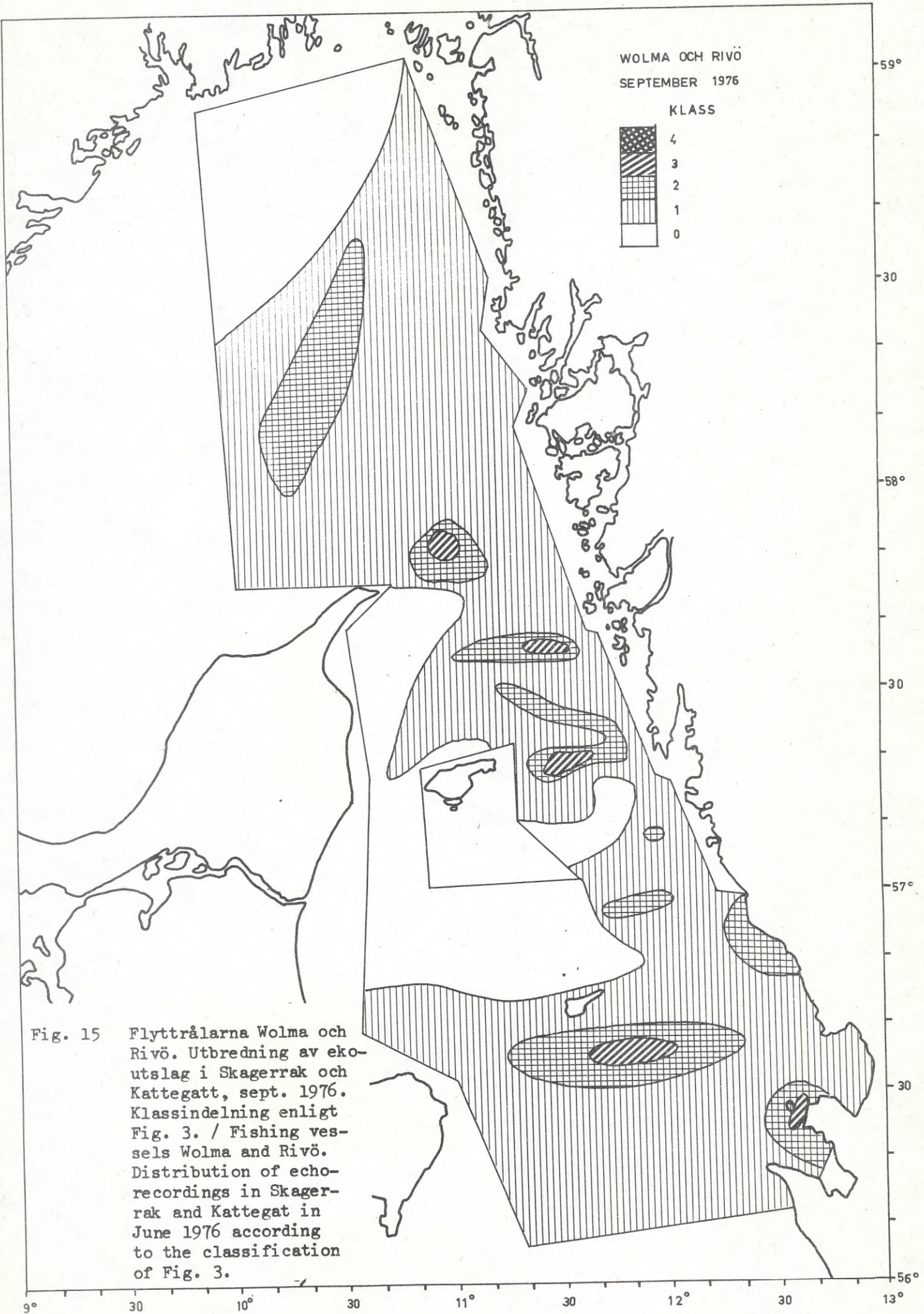


Fig. 15 Flyttrålarna Wolma och Rivö. Utbredning av ekotslag i Skagerrak och Kattegatt, sept. 1976. Klassindelning enligt Fig. 3. / Fishing vessels Wolma and Rivö. Distribution of echo-recordings in Skagerrak and Kattegat in June 1976 according to the classification of Fig. 3.



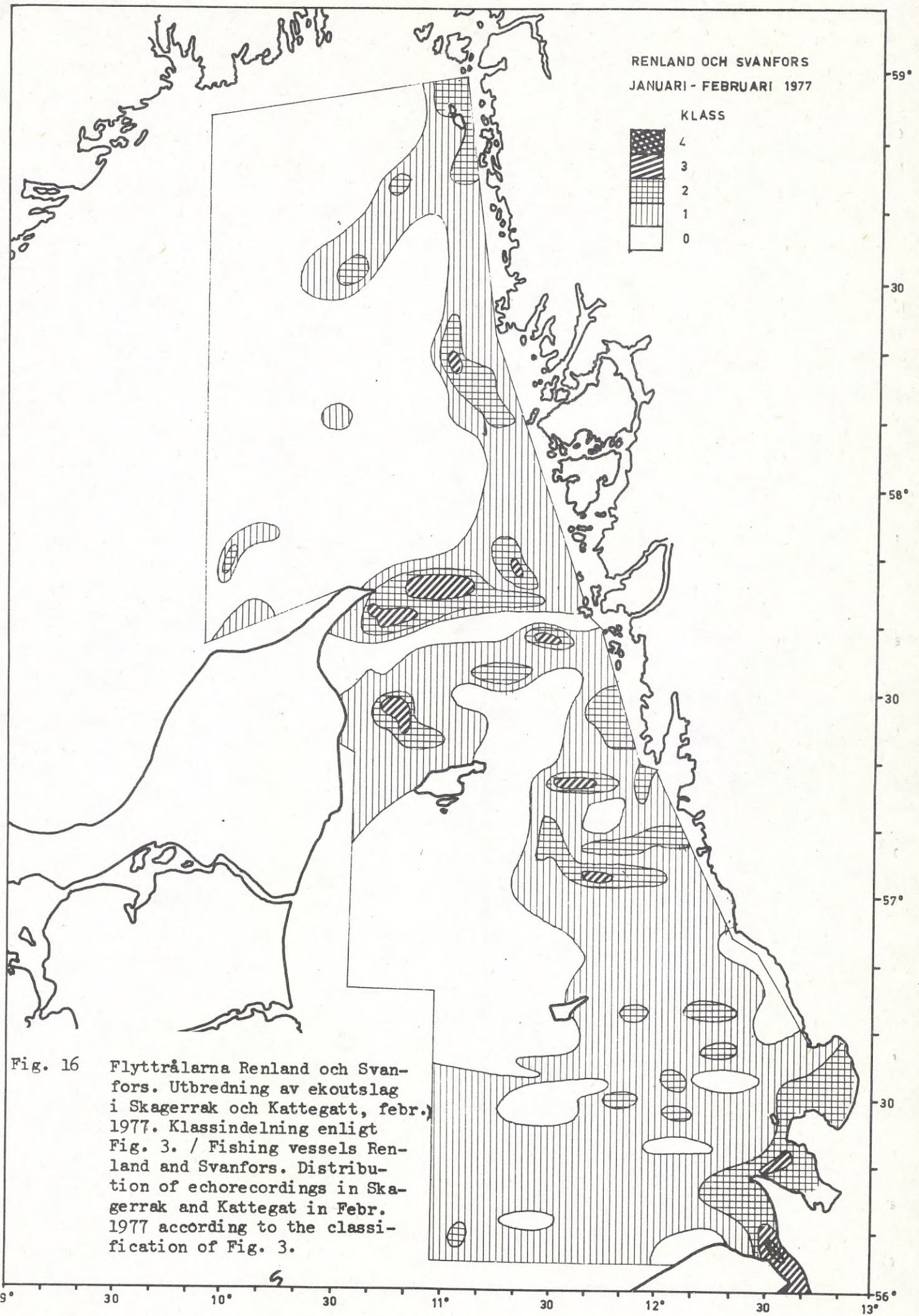


Fig. 16 Flyttrålarna Renland och Svanfors. Utbredning av ekoutslag i Skagerrak och Kattegatt, febr. 1977. Klassindelning enligt Fig. 3. / Fishing vessels Renland and Svanfors. Distribution of echorecordings in Skagerrak and Kattegat in Febr. 1977 according to the classification of Fig. 3.



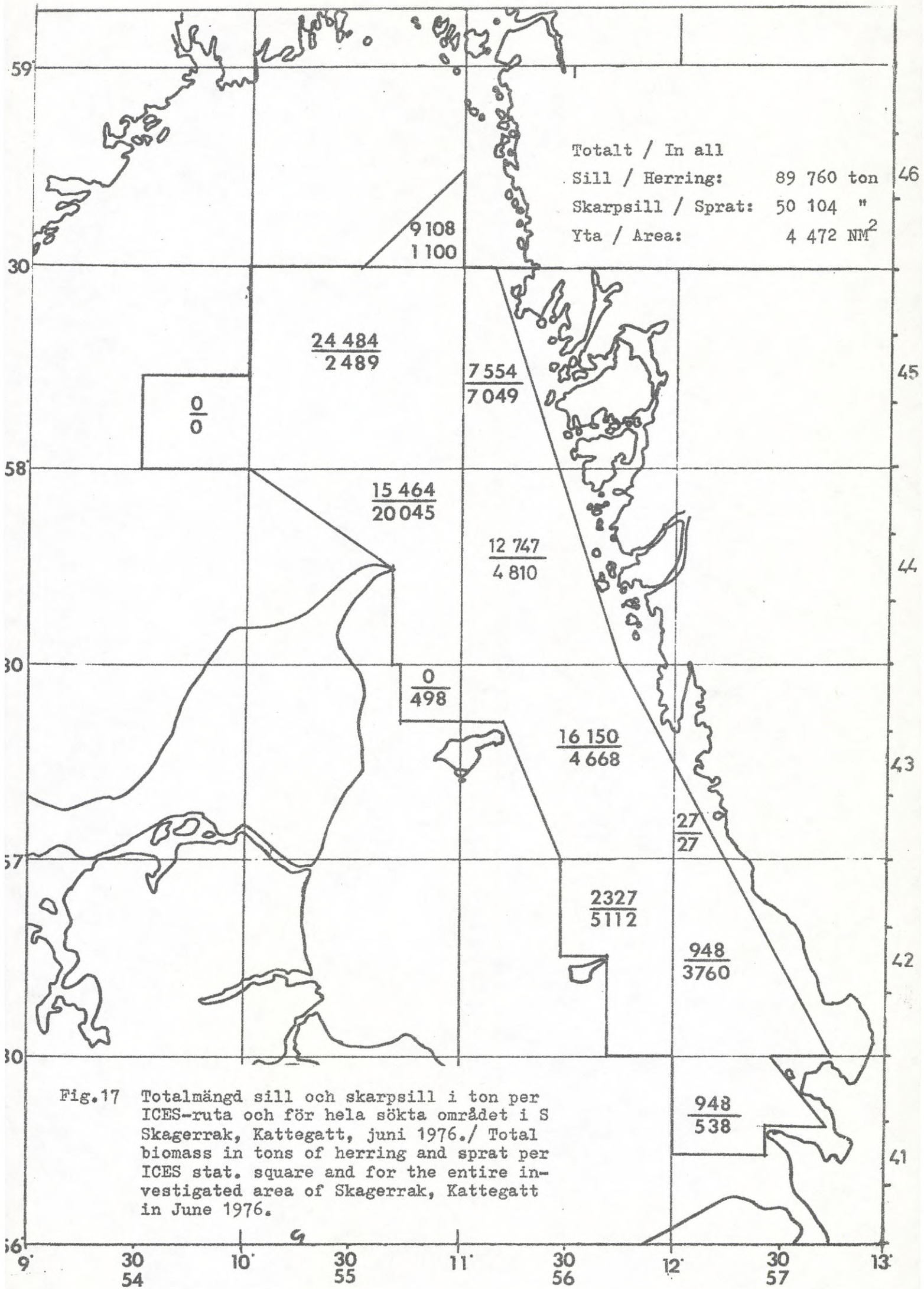


Fig.17 Totalmängd sill och skarpsill i ton per ICES-ruta och för hela sökta området i S Skagerrak, Kattegatt, juni 1976./ Total biomass in tons of herring and sprat per ICES stat. square and for the entire investigated area of Skagerrak, Kattegatt in June 1976.



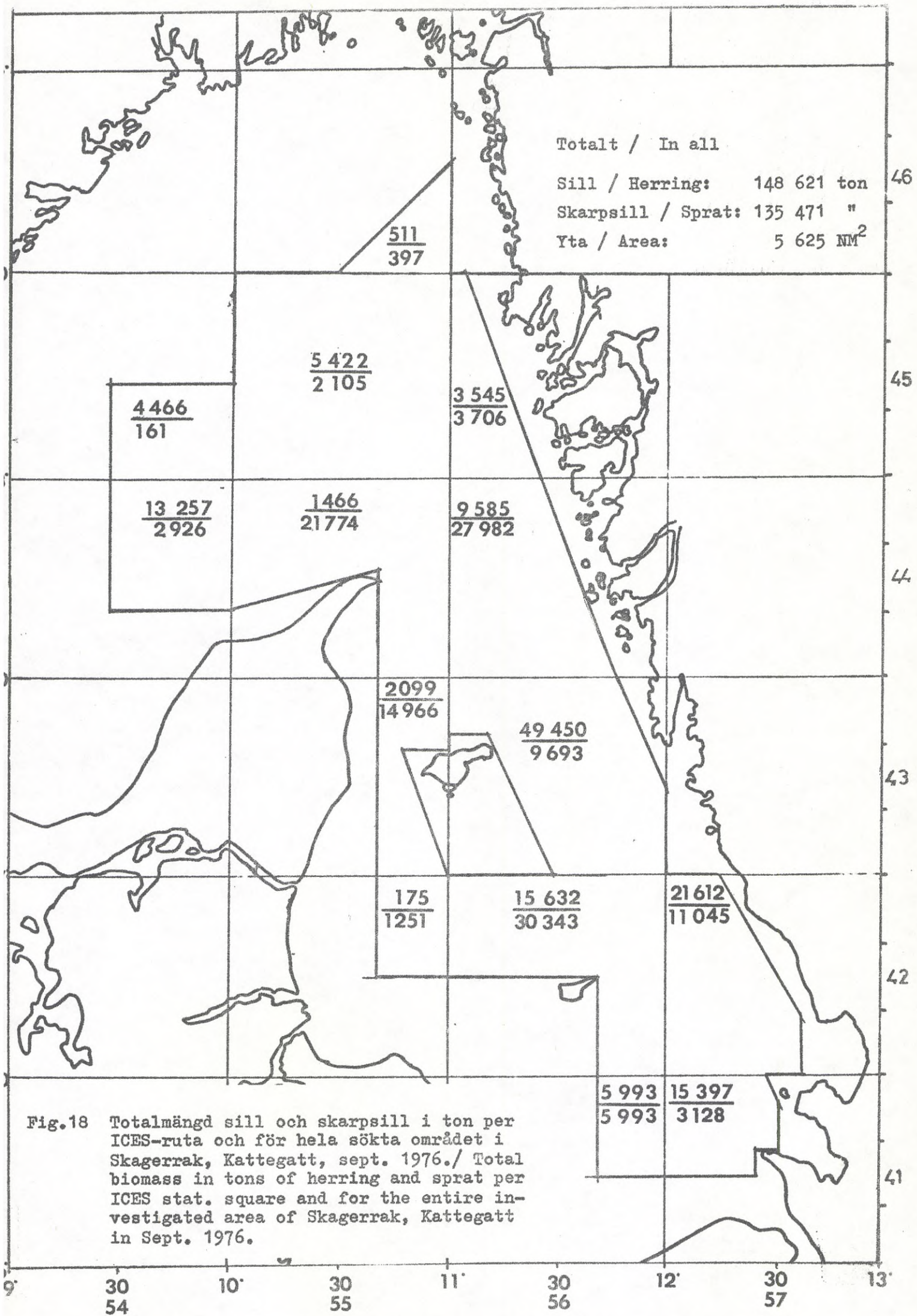


Fig.18 Totalmängd sill och skarpsill i ton per ICES-ruta och för hela sökta området i Skagerrak, Kattegatt, sept. 1976./ Total biomass in tons of herring and sprat per ICES stat. square and for the entire investigated area of Skagerrak, Kattegatt in Sept. 1976.



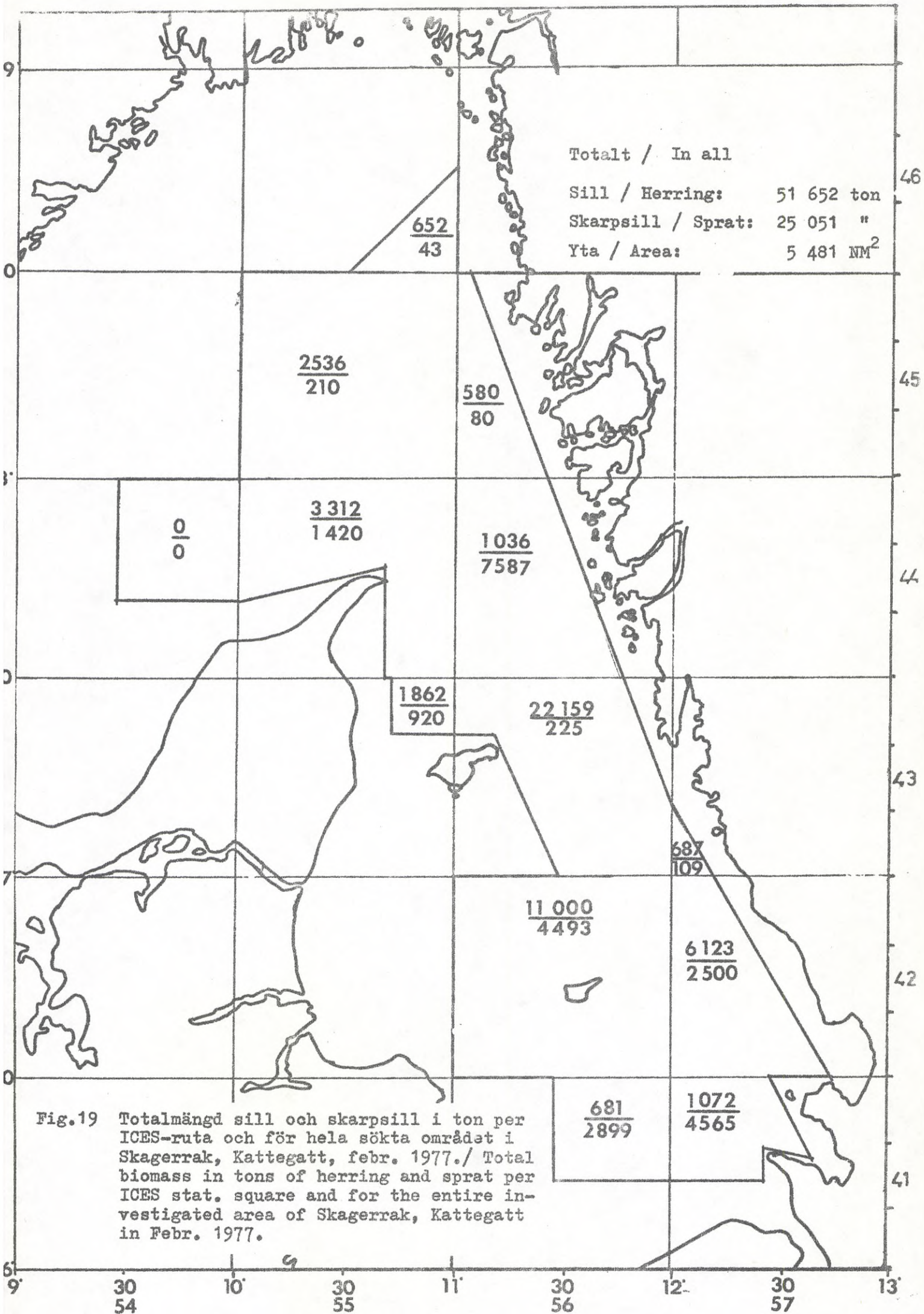


Fig.19 Totalmängd sill och skarpsill i ton per ICES-ruta och för hela sökta området i Skagerrak, Kattegatt, febr. 1977./ Total biomass in tons of herring and sprat per ICES stat. square and for the entire investigated area of Skagerrak, Kattegatt in Febr. 1977.



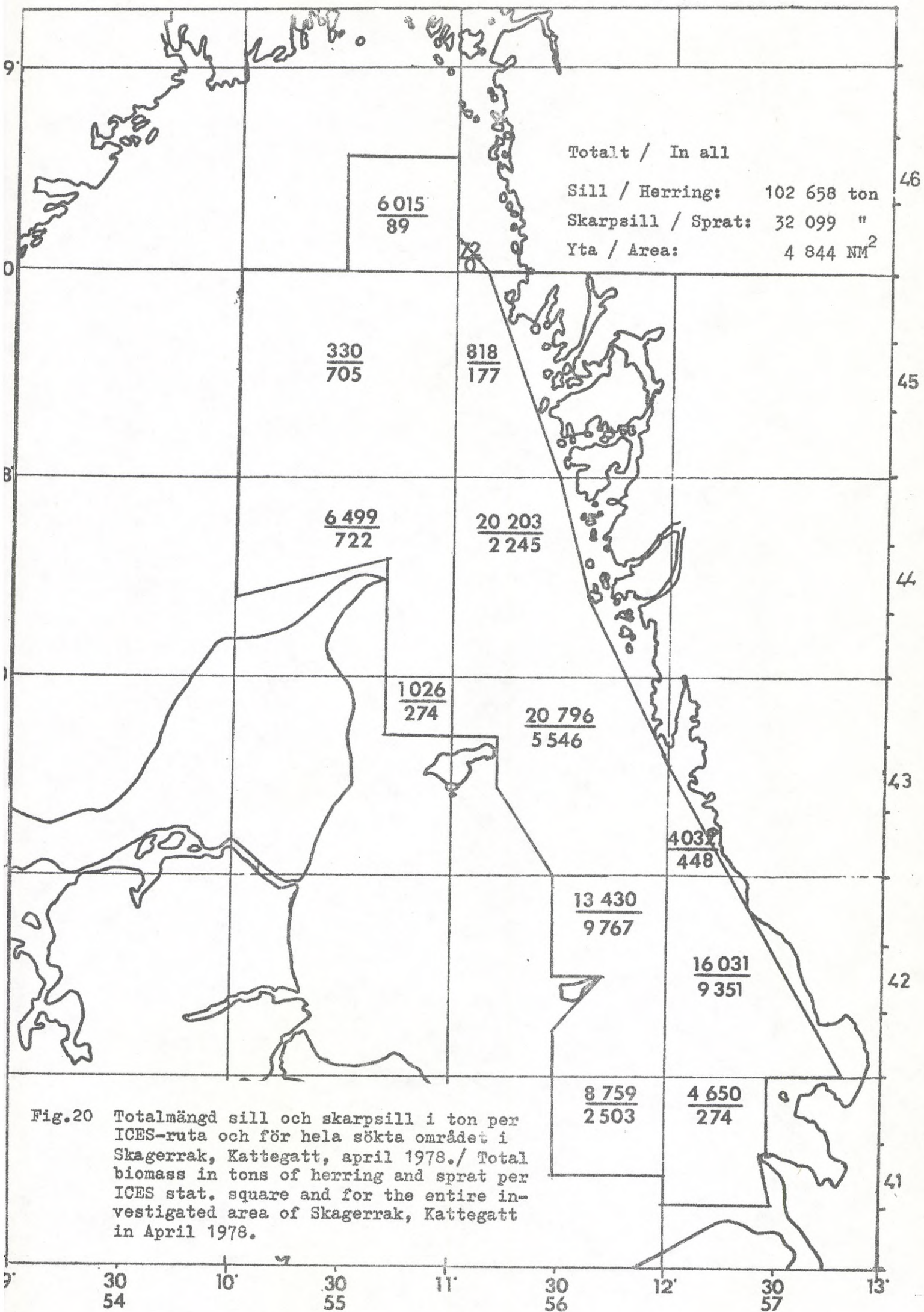


Fig.20 Totalmängd sill och skarpsill i ton per ICES-ruta och för hela sökta området i Skagerrak, Kattegatt, april 1978./ Total biomass in tons of herring and sprat per ICES stat. square and for the entire investigated area of Skagerrak, Kattegatt in April 1978.



Fig. 21 Skarpsill. Längdfördelning i prover tagna med sillbottentrål (11 mm stolpe) (1-5) och med Isaacs-Kidd trål (6) under februari 1977 i Skagerrak och Kattegat. / Sprat. Length distribution from samples taken by herring bottom trawl (11 mm mesh size) (1-5) and by Isaacs-Kidd trawl (6) during February 1977 in Skagerrak and Kattegat.

