

qFj 781

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

UTBREDELSE OG MENGDE AV
MAKRELLEGG (SCOMBER SCOMBRUS) OG ZOOPLANKTON
I SKAGERAK OG NORDLIGE DEL AV NORDSJØEN
I ÅRENE 1968 — 1972

Hovedoppgave i fiskeribiologi

av

Svein Arnholt Iversen

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

Høsten 1973

Norges fiskerihøgskole — Universitetet i Bergen

qFj 781

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

UTBREDELSE OG MENGDE AV
MAKRELLEGG (SCOMBER SCOMBRUS) OG ZOOPLANKTON
I SKAGERAK OG NORDLIGE DEL AV NORDSJØEN
I ÅRENE 1968 - 1972

Hovedoppgave i fiskeribiologi

av

Svein Arnholt Iversen

Høsten 1973

Norges fiskerihøgskole - Universitetet i Bergen

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

INNHOOLD

	Side
<u>I INNLEDNING</u>	3
<u>II MATERIALE OG METODER</u>	
1. <u>Område og stasjonsnett</u>	4
2. <u>Redskap og innsamlingsmetodikk</u>	7
3. <u>Bearbeidelse av planktonprøvene</u>	9
4. <u>Beregninger av biomasse pr m² overflate</u>	9
5. <u>Grafisk presentasjon</u>	12
6. <u>Mengdeberegninger av makrellegg og plankton</u>	12
7. <u>Regnemaskiner</u>	14
<u>III RESULTATER OG DISKUSJON</u>	
1. <u>Judayhåvmaterialet</u>	
1.1. Makrellens gytefelt	15
1.2. Gytefeltet i relasjon til planktonets utbredelse	25
1.3. Gytefeltet i relasjon til overflate- temperaturen	29
1.4. Total eggmengde	33
1.5. Total planktonmengde	35
1.6. Makrellarvenes lengdefordeling og ut- bredelse	37
2. <u>Materialet tatt med Clarke-Bumpus planktonsamler</u>	
2.1. Vertikalfordelingen av makrellegg	42
3. <u>Redskapsvurdering</u>	44
4. <u>Gytebestand i relasjon til eggmengde</u>	48

	Side
<u>IV SAMMENDRAG</u>	52
<u>V TAKK</u>	54
<u>VI LITTERATUR</u>	55
<u>VII APPENDIXTABELLER</u>	60

I INNLEDNING

Siden 1959 har Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI) foretatt et innsamlingsprogram av hydrografiske data fra Nordsjøen. Programmet har gått årlig hver sommer og fra og med 1967 er det også blitt samlet inn planktonprøver (HARALDSVIK & LJØEN 1968).

Siden 1968 ble innsamlingen av planktonprøver lagt opp med det mål for øye å kartlegge makrellens (Scomber scombrus) gyteområde, og det er planktonmaterialet fra denne undersøkelsen jeg har fått til bearbeidelse som hovedfagsoppgave. Jeg har således ikke hatt noe med selve datainnsamlingen å gjøre, bare med den videre bearbeidelse av det allerede innsamlete materiale.

Materialet omfatter årene 1968-1972, og havforskerne R. Ljøen og J. Hamre har vært ansvarlige for henholdsvis det hydrografiske og det biologiske innsamlingsprogram. I 1972 var jeg selv med på feltet under innsamlingen.

Materialet er bearbeidet for en fremstillingsform som beskriver makrellens gyteområde kvantitativt og som danner grunnlag for å måle den samlede eggmengde på årsbasis.

Formålet ellers ved oppgaven har vært å undersøke zooplanktonets fordeling de forskjellige årene og å se på dette i sammenheng med gyteområdet. Videre er den vertikale fordeling av makrell-eggene undersøkt, og rådende vindforholds innvirkning på denne fordelingen. Dette for å finne ut hvilket redskap og innsamlingsmønster som kan være hensiktsmessig å benytte under eventuelle kommende tokt. Videre er det sett på makrellarvenes fordeling, og på forskjellen i de benyttete redskapstypers evne til å fange larver.

II MATERIALE OG METODER

1. Område og stasjonsnett

Undersøkelsen dekker Nordsjøen mellom 57°N og 60°45'N årene 1968-1972, samt Skagerak fra og med 1969. Fig. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, og 2.5 viser stasjonsnettene og i hvilke tidsrom snittene er tatt.

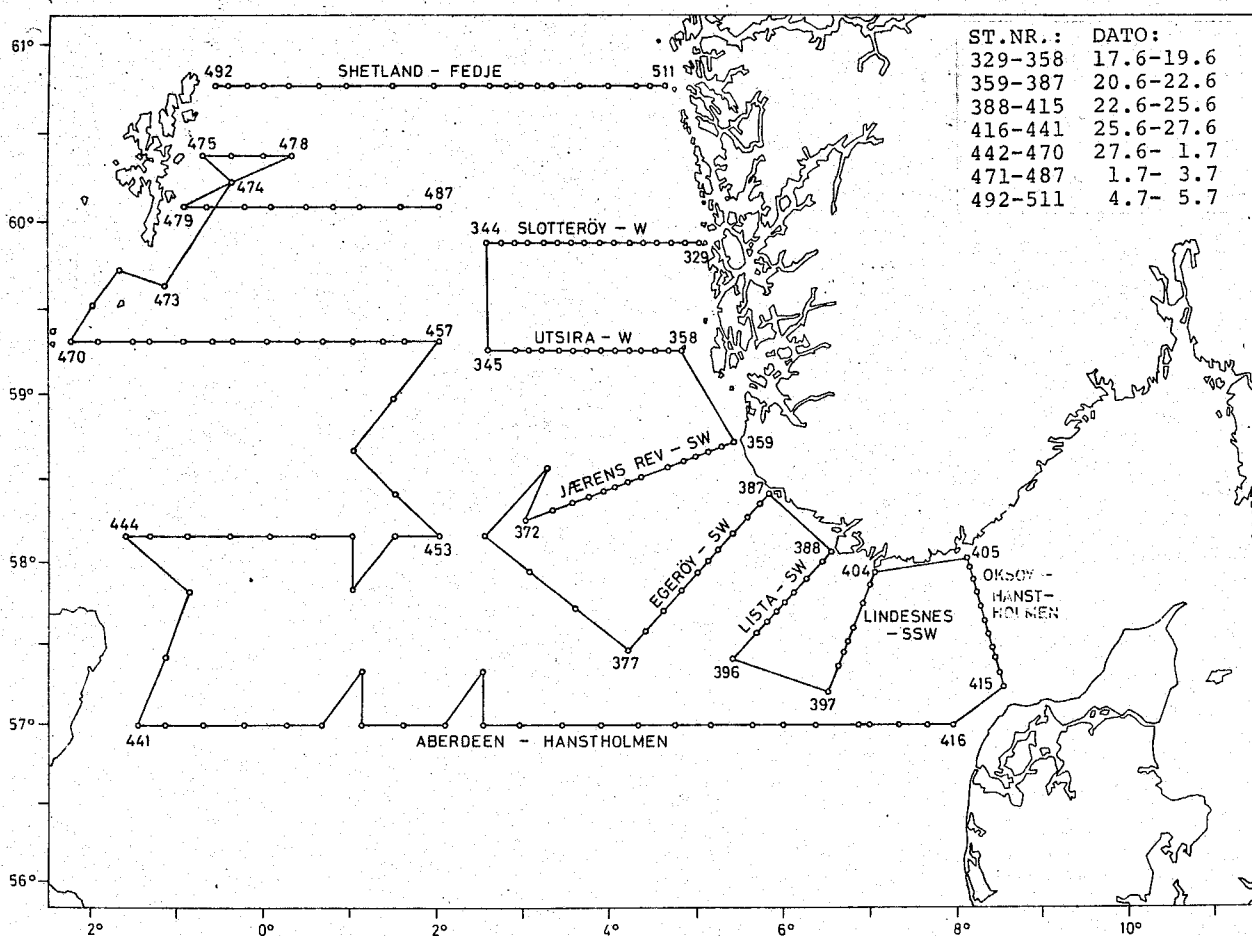


Fig. 2.1. Stasjonsnettene i 1968.

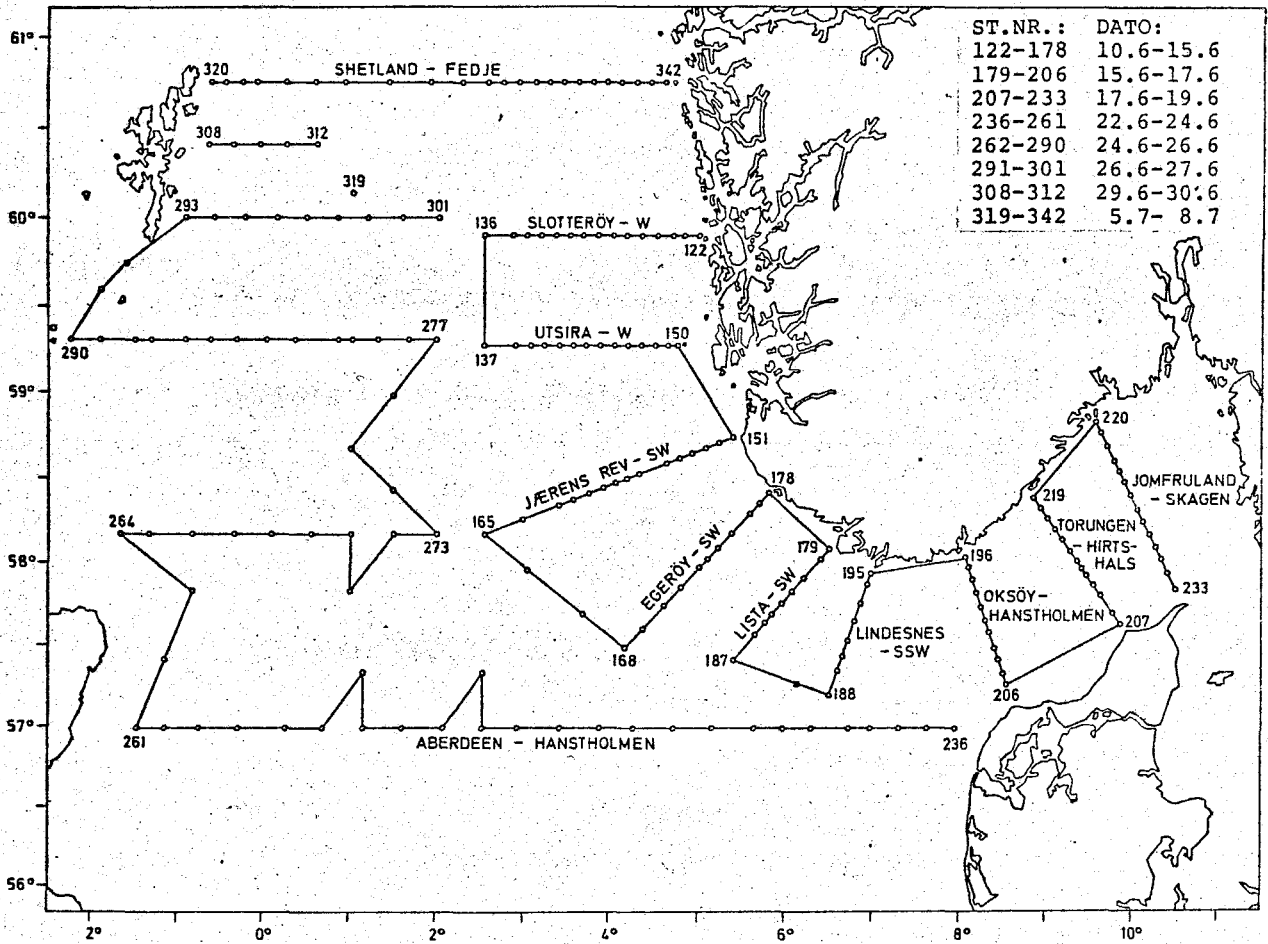


Fig. 2.2. Stasjonsnett i 1969.

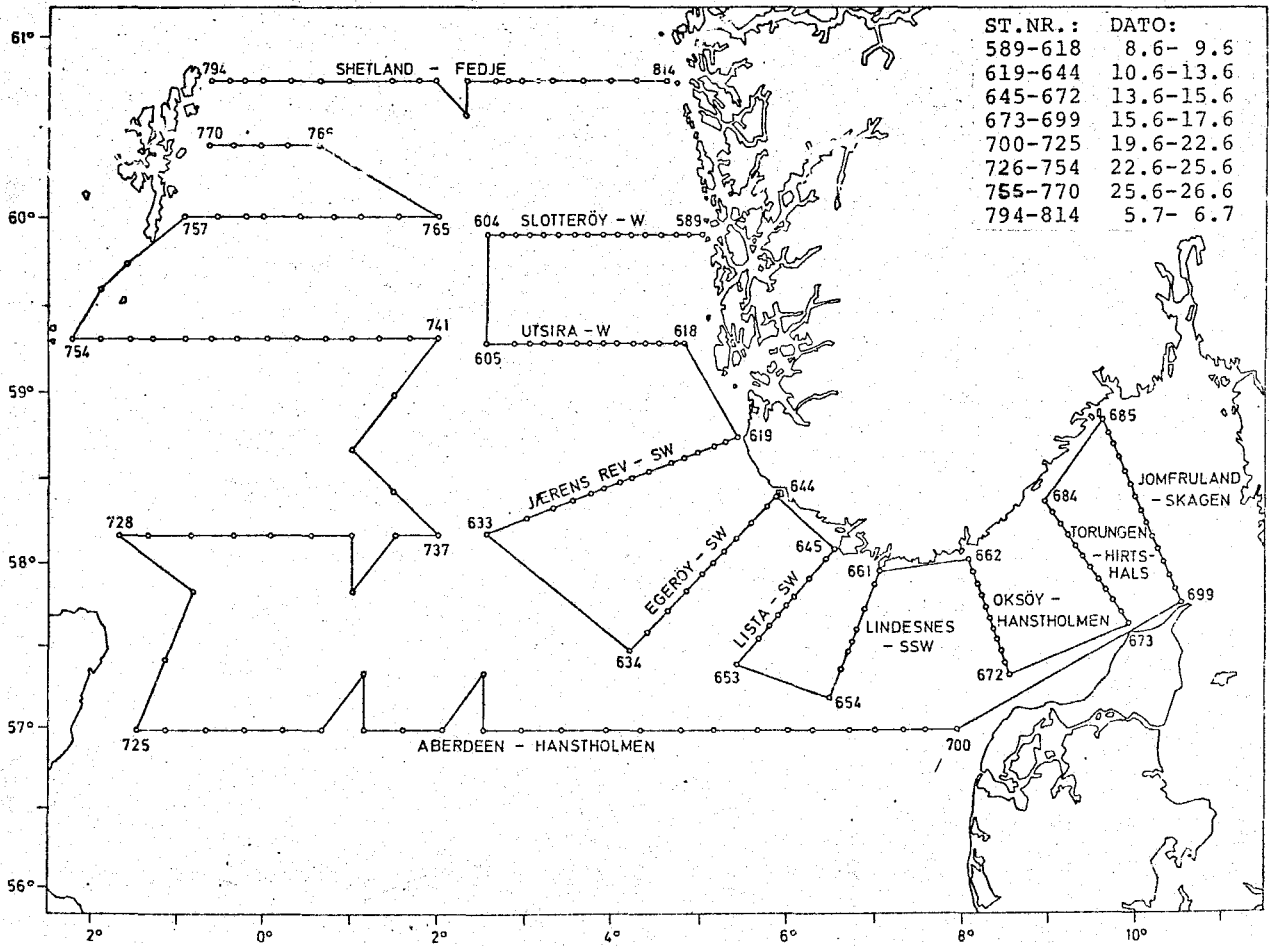


Fig. 2.3. Stasjonsnett i 1970.

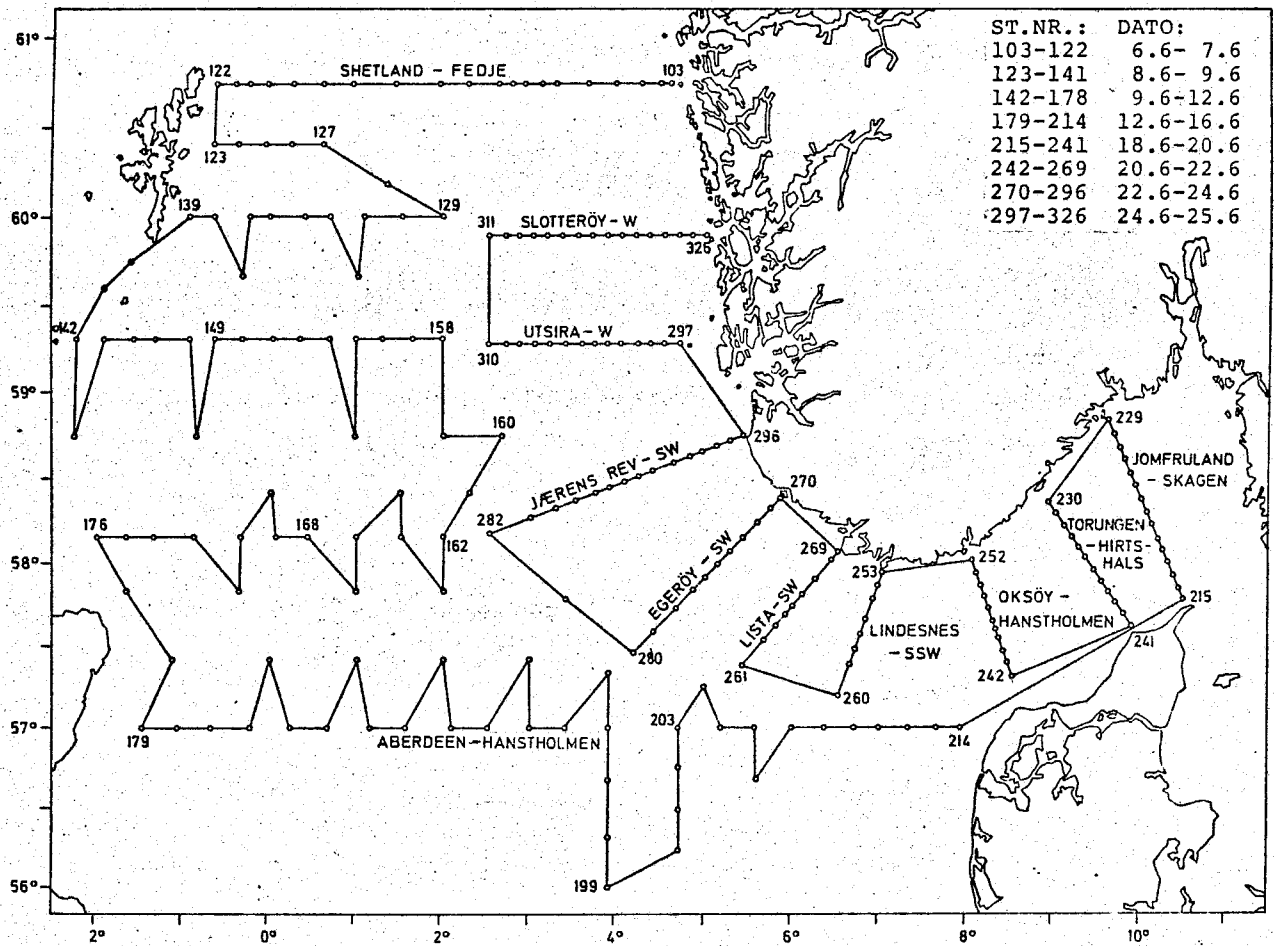


Fig. 2.4. Stasjonsnett i 1971.

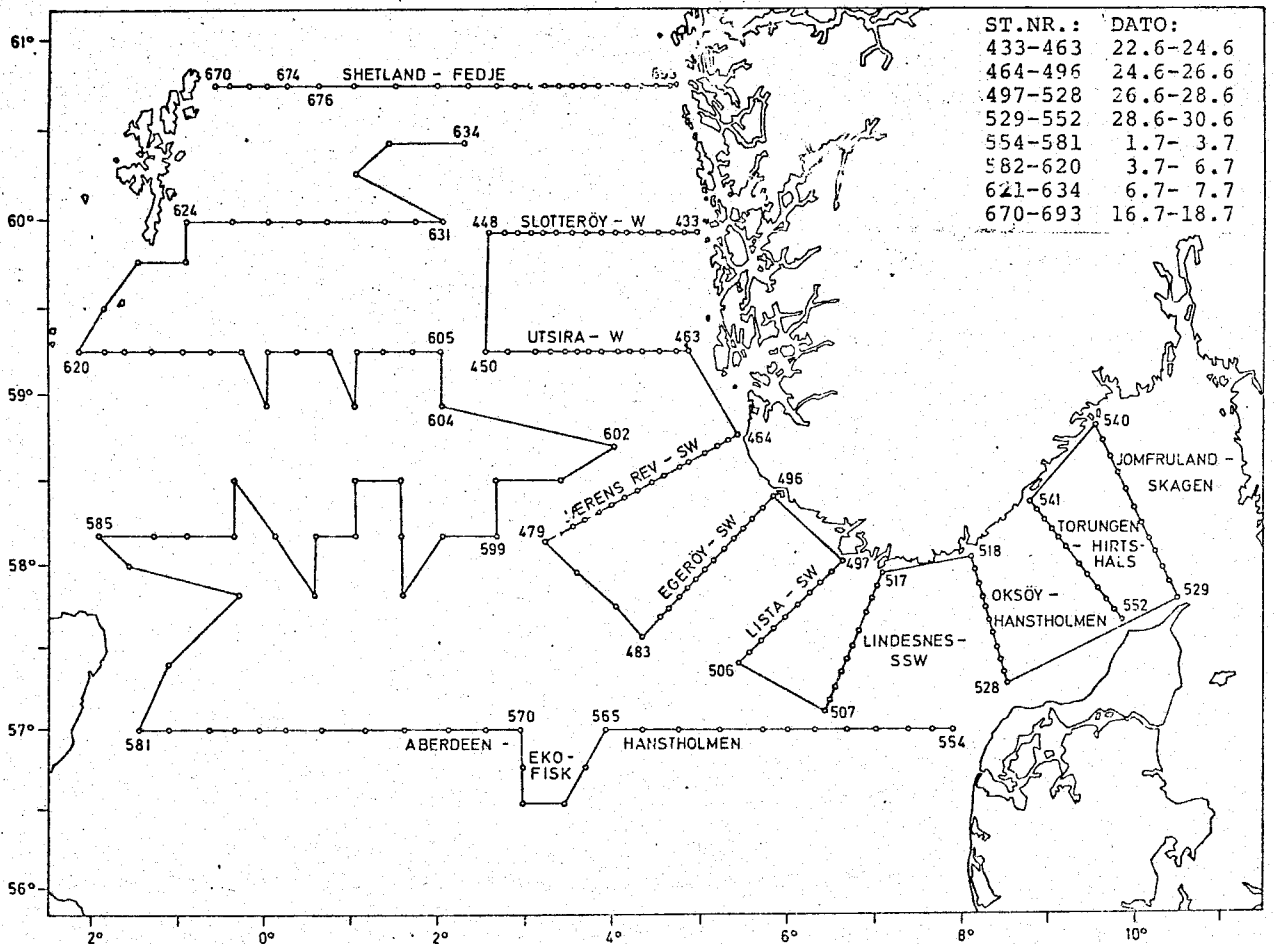


Fig. 2.5. Stasjonsnett i 1972.

Toktene er lagt til samme tid hvert år så langt det har vært mulig å innpasse dette i FHI's øvrige toktprogram.

Hvert år, unntatt 1971, ble Slotterøysnippet tatt først og deretter i tur og orden snittene i det østlige området, Skagerak, Hanstholm-Aberdeen og snittene i den vestlige delen av Nordsjøen med Shetland-Fedje til slutt. I 1968 var ikke Skagerak med i undersøkelsen. I 1971 startet toktet med Fedje-Shetland og avsluttet med Slotterøysnippet. Snittene ble altså tatt i omvendt rekkefølge i forhold til de andre årene.

Figurene med snitt og stasjoner viser enkelte brudd i den fortløpende nummereringen. Dette skyldes trålstasjoner, og rene hydrografiske stasjoner. I 1968 ble stasjonene 488-491 tatt nord av Shetland den 4. juli. Stasjonene 771-793 i 1970 ble tatt vest av Shetland-Orknøyene i tiden 28. juni til 4. juli. I tiden 7.-16. juli 1972 ble det utført andre undersøkelser. Den gamle "G.O. Sars" ble benyttet i 1968 og 1969, i 1970 "Johan Hjort", 1971 "Havdrøn" og i 1972 den nye "G.O. Sars".

2. Redskap og innsamlingsmetodikk

På samtlige stasjoner ble temperatur og saltholdighet bestemt i alle standarddyp. Ekkodyp og værforhold ble notert. FHI's koder for vindretning, skydekke og sjøforhold ble brukt. Vindstyrken ble angitt i knop.

Planktonprøvene ble tatt med to forskjellige redskapstyper, Judayhåv (JUDAY 1916) og Clarke-Bumpus (CBS) planktonsamler (CLARKE & BUMPUS 1940, LANGFORD 1953, TONOLLI 1971). Maskestørrelsen i den benyttete planktonduk for de to redskapstypene var 500 μ .

Judayhåvene som ble brukt de forskjellige årene hadde en diameter som varierte mellom 76 og 80 cm. Dette ble målt, slik at den nøyaktige åpningen kunne beregnes. Vertikaltrekkene

ble tatt fra 50 m og opp til overflaten. På de få stasjonene der det var grunnere enn 55 m ble håvtrekkene tatt fra 5 m over bunnen og opp. Judayhåvtrekket ble sløffet på stasjonene 388-392, 394 og 395 i 1968 på grunn av dårlig vær. I 1972 ble der på grunn av uhell benyttet en liten Judayhåv på stasjonene 606 til og med stasjon 634. Denne hadde en diameter på 40,5 cm og duk med maskevidde 180 μ .

Hvert år ble der i tillegg til Judaytrekk tatt horisontale trekk med CBS på snittene i den østlige delen av Nordsjøen og i Skagerak. I 1970 ble der tatt horisontale trekk på alle stasjonene og i 1971 ble CBS også brukt på stasjonene 195-214, den vestlige delen av snittet Aberdeen-Hanstholmen. Fra og med 1970 ble CBS brukt i følgende dyp: 1m, 10m, 20m og 30m. I 1968 og 1969 ble CBS brukt i dyp som varierte fra 0 til 75 m. Materialet fra CBS disse to årene blir derfor ikke behandlet i denne oppgaven.

Under tauing ble farten regulert slik at slepe-wiren dannet en vinkel på 45° med loddlinjen. Fire CBS ble tauet samtidig, og for hvert instrument ble det målt en avbøyning på slepe-wiren inn mot loddlinjen på ca. 10°. Ut fra dette ble så wirelengden beregnet etter formelen:

$$L_i = \frac{D}{\cos v_i}$$

der D er innsamlings dyp, v_i er vinklene 45°, 35°, 25° og 15°, og L_i er wirelengdene. At de forskjellige CBS var i riktig dyp ble kontrollert med en "Benthos depth recorder". CBS er utstyrt med telleverk for beregning av filtrert vannmengde.

Slepetiden var 15 min. unntatt i 1972 da den ble kuttet ned til 10 min. for å spare tid. Slepene ble stort sett tatt på kurslinjene mot neste stasjon. Innsamlingsredskapene ble grundig spylt etter hvert trekk. Alle prøvene som ble tatt med Juday håvene ble volummålt ombord til nærmeste hele cm^3 etter at eventuelle maneter (Scyphozoa) og ribbe-maneter (Ctenophora) var fjernet. Prøvene ble deretter fiksert på 4% ikke nøytralisert formalin.

3. Bearbeidelse av planktonprøvene

Prøvene ble etter toktene videre bearbeidet iland. Her ble CBS-planktonprøvene volummålt til nærmeste hele ml. Judayprøvene for 1972 ble volummålt på nytt for å finne skrumpningseffekten. Prøvene ble målt til i alt 1403 ml ombord og til 1321 ml iland, dette gir en gjennomsnittlig skrumpningseffekt på 5,8%.

Etter volummålingen ble fiskegg og fiskelarver frasortert og videre oppbevart på 70% benzolsprit. Makrelleggene ble bestemt etter beskrivelse av EHRENBAUM (1905-1909), DANNEVIG (1919) og HIEMSTRA (1962). Larvene ble bestemt etter beskrivelse av EHRENBAUM (1905-1909) og NILSSON (1914), og lengdemålt til nærmeste hele mm below.

Eggene ble skilt i to grupper, de med (EM) og de uten (EU) synlig embryo (KÄNDLER 1954). Betegnelsen ET er videre brukt for samtlige makrellegg som finnes i prøvene, dvs summen av EM og EU.

På grunn av manglende formalintilsetning ombord på enkelte planktonprøver gikk disse i forråtnelse og kunne følgelig ikke brukes. I 1970 viste det seg således at Judayprøvene fra de fem ytterste stasjonene på Egerøysnittet (634-638 og 640) samt to prøver fra Jærens rev (630 og 631) var gått i forråtnelse.

Dataene ble notert på FHI's plankton-fiskelarve skjema, og overført til hullkort for videre maskinell bearbeidelse.

4. Beregninger av biomasse pr m^2 overflate

Antall egg og larver og volum plankton (cm^3) pr m^2 overflate er valgt som enheter for undersøkelsen. Disse framkommer ved å multiplisere målt biomasse redskapet fanger pr m^3 filtrert sjøvann med høyden (m) av den vannsøylen prøven

representerer. Under tauing av de fire CBS, var der en viss sleng i dem. Dette ble registrert med dybdemåleren. I beregningene er derfor de fire CBS satt til å representere væskekolonnene som vist i tabell 2.1 .

CBS dyp i m	1	10	20	30
Dybdeintervall i m	0-5	5-15	15-25	25-35

Tabell 2.1. Dybdeintervallene de fire CBS antas å være representative for.

For å finne filtrert vannmengde for CBS ble omdreinings-tallet multiplisert med kalibreringskonstanten for vedkommende CBS. Kalibreringen av de benyttede CBS er utført ved FHI i rundtank i februar 1972, verdiene er gitt i tabell 2.2.

CBS nr.	3	6	8	11	13	14	15	16
Kal.verdi l/omdr.	4,84	5,44	5,61	5,58	5,14	5,03	5,07	5,25

Tabell 2.2. De benyttete CBS med tilhørende kalibreringsverdier.

I 1972 sviktet telleverket på en CBS. Denne ble derfor vekselvis brukt i overflaten (lm) og i 10m dyp. Den filtrerte vannmengden for denne CBS ble så estimert av regresjonsligningen for CBS i 20m og 1m:

$$y = 0,63 x + 2,74 \text{ (korrelasjonskoeffisienten} = 0,66)$$

og regresjonsligningen for CBS i 20m og 10m :

$$y = 0,81 x + 2,02 \text{ (korr.koeff.} = 0,84)$$

For å beregne mengden av plankton, EU, ET og larver pr m² overflate ble det laget et EDB program (Pr 1). CBS-telleverkene kan av og til fuske på grunn av salt i telleverket eller at det av andre årsaker henger seg opp. Dette vil så innfluere på biomasseberegningene pr m² overflate. For å begrense dette ble det lagt inn tester for telleverkfusk i programmet. Testene byttet ut alle verdier for filtrert vannmengde som lå utenfor ± 2 standardavvik fra gjennomsnittet. Verdiene ble byttet ut med gjennomsnittet for filtrert vannmengde for vedkommende dyp. Gjennomsnittsverdiene med tilhørende standardavvik for de tre årene er vist i tabell 2.3.

Dyp i m	Slepetid 15 min.				Slepetid 10 min.	
	1970		1971		1972	
	Gj.sn.	SD	Gj.sn.	SD	Gj.sn.	SD
1	12,55	2,48	13,4	3,38	8,01	1,98
10	15,07	2,00	14,1	3,37	9,93	2,17
20	15,45	2,32	12,1	3,90	9,43	2,06
30	16,46	2,45	13,9	3,46	10,94	2,31

Tabell 2.3. Gjennomsnittlig filtrert vannmengde og standardavvik.

Programmet gir for hver stasjon utskrift for planktonmengde, antall EM, EU, ET og larver pr m² overflate for Judayhåven de fem årene, videre samme utskrift for hver av de fire CBS samt summene av disse for hver stasjon.

Av hensyn til den grafiske presentasjonsform fant en det hensiktsmessig å dempe de beregnede verdier for planktonmengde, egg og larver pr m² overflate etter formelen:

$$\frac{a + 2b + c}{4}$$

4

der a, b, og c er tre etterfølgende stasjoner på samme snitt og b er den stasjon som dempes. Dette ble også utført av egne

EDB-programmer (Pr. 2 og Pr. 3). EDB-programmene ble skrevet i FORTRAN IV. Programmene ble først prøvekjørt med kontroll-data for å teste at de regnet riktig.

Indeksen EU/ET ble beregnet for Judayhåvprøvene de fem årene Disse indeksene ble også dempet etter ovennevnte formel.

5. Grafisk presentasjon

De dempete verdier for planktonmengden EU, ET og larver pr m^2 overflate ble for de forskjellige stasjonene plottet ut på kart. For stasjoner ved begynnelsen og slutten på hvert snitt og for stasjoner "utenfor" snittene ble verdiene brukt uten å være dempet. Det ble så trukket isolinjer som vist på figurene i kapitel III (fig. 3.2-3.11, 3.14-3.18, 3.25-3.29 og 3.33). Isolinjene ble trukket slik at de danner yttergrensen for områder der stasjonene innenfor har høyere eller samme verdi for biomasse pr m^2 overflate som isolinjens valens.

Når det gjelder valg av ekvidistanse er det forskjellige muligheter: ens ekvidistanse (SETTE & AHLSTROM 1948), fordobling (BUCHANAN & WOLLASTON 1926), eller uensartete ekvidistanser (CORBIN 1947, STEVEN 1949). En har her brukt en blanding av disse typene ved å velge valensene 5, 10, 20, 30 og 50, 100, 200, 400, 800 og 1600 såvel for egg (antall) som for volum plankton (cm^3).

6. Mengdeberegninger av makrellegg og plankton

Mengdeberegningene av egg og plankton ble foretatt i et område som i nord er begrenset av Fedje-Shetlandsnittet og syd av Hanstholmen-Aberdeensnittet. I øst er området begrenset av en linje trukket gjennom første stasjon fra land på hvert snitt. Skagerak er i øst begrenset av Jomfruland-Skagensnittet og i vest av Oksøy-Hanstholmensnittet. Nordsjøområdet er i vest begrenset av linjen gjennom de vestligste stasjoner. Videre

ble Nordsjøområdet inndelt i fire hovedområder, I-IV, og Skagerak ble delt i Skagerak I og Skagerak II (fig. 2.6).

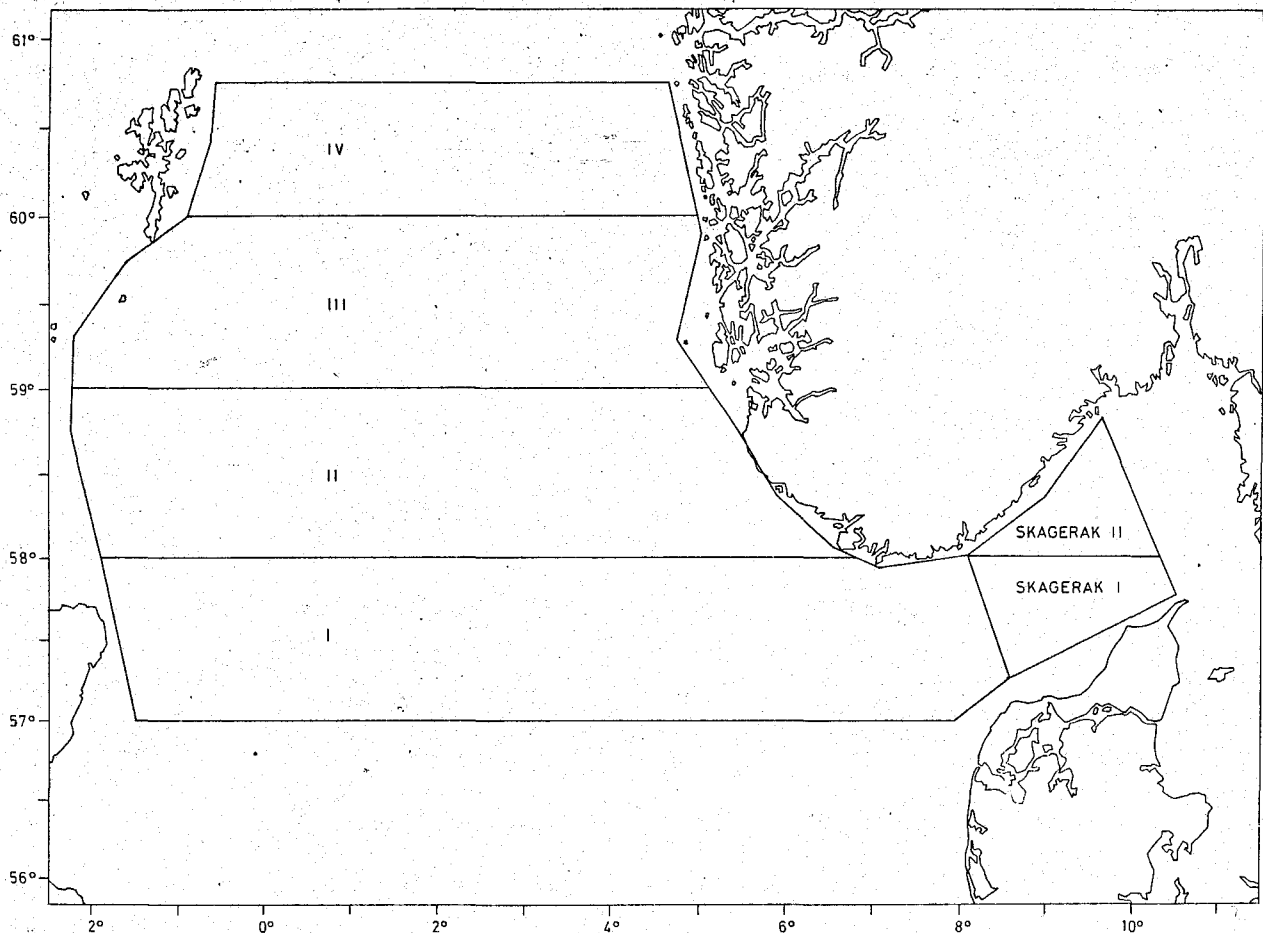


Fig. 2.6. Områdeinndeling for mengdeberegning av makrell-egg og plankton.

De totale egg- og planktonmengdene er beregnet ved først å beregne de forskjellige areal som isolinjene omslutter. Summen av produktene mellom disse arealene og tilhørende isolinjens valens gir den totale biomasse i området. For å bestemme arealene ble det benyttet rutetelling. Metoden går ut på å telle hvor mange ruter av en viss størrelse området består av. Det ble brukt et kalkerpapir med inntegnet

rutenett med ruter 0,5 x 0,5 cm. Papiret ble lagt oppå kartet og antall ruter innenfor isolinjene ble bestemt. Etter endel trening viste denne metoden seg å være ganske nøyaktig. Ruteantallet innen hver isolinjeareal ble bestemt tre ganger og gjennomsnittet ble brukt. Målestokken i det undersøkte området er konstant i øst-vest retning, men variabel i syd-nord retning. En rute på kalkerpapiret (0,25 cm²) tilsvarer derfor noe forskjellig areal i de fire hovedområdene (tabell 2.4). Disse verdiene gjelder ikke figurene i kapitel III (fig. 3.2-3.11, 3.14-3.18, 3.25-3.29, og 3.33) som er forminskete utgaver av de opprinnelige figurene.

Område	1 rute tilsvarer
I	1,24 x 10 ⁸ m ²
II	1,19 x 10 ⁸ m ²
III	1,16 x 10 ⁸ m ²
IV	1,12 x 10 ⁸ m ²

Tabell 2.4. Antall m² som en rute tilsvarer i de forskjellige områdene.

Størrelsene på de forskjellige isolinjearealene ble funnet ved å multiplisere antall ruter med faktoren (tabell 2.4) for vedkommende område. For at mengdeberegningene skulle bli så nøyaktige som mulig, ble det i de opprinnelige kartene benyttet endel isolinjer i tillegg til de som her er nevnt. Der det var mulig ble følgende isolinjer brukt for plankton: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100 og 150, og for makrell-egg: 5, 10, 20, 30, 50, 80, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 og 1900.

Mengdeberegningene av plankton og egg ble gjort for Nordsjøen fra og med 1968 og i Skagerak fra og med 1969 med Judayhåvprøvene som basis.

7. Regnemaskiner

EDB-programmene ble kjørt på Universitetets IBM 360 anlegg. Ellers ble en bordkalkulator av typen Hewlett-Packard 9100 B med ferdig utarbeidete programmer benyttet.

III RESULTATER OG DISKUSJON

1. Jüdayhåvmaterialet

1.1 Makrellens gytefelt

EHRENBAUM (1923) oppgir at makrellen gyter i Skagerak og Nordsjøen fra slutten av mai til slutten av juli. JOHANSEN (1925) og LISSNER (1939) oppgir samme gytetid. DANNEVIG (1948) beskriver funn av makrellegg i Skagerak i midten av mai. Undersøkelsene som denne oppgaven behandler faller innenfor tidsrommet 6. juni - 18. juli, og skulle således dekke den viktigste del av makrellens gytetid.

Makrellegg har relativt kort inkubasjonstid. CUNNINGHAM (1886) gir en klekkesetid i engelske farvann på 5-6 dager ved 20°C. WORLEY (1933) viser at amerikanske makrellegg klekkes på mellom 177 og 49 timer for temperaturer mellom 11°C og 21°C. DANIELSEN (pers. med.) fant ved forsøk at makrellegg fra Skagerak klekkes etter fire dager ved ca. 15°C. Som fig. 3.1 viser var embryo ikke synlig dagen etter befruktningen, men to dager etter rakk embryo 3/4 rundt plommesekken. SOLEMDAL (pers. med.) fant en inkubasjonstid på vel 8 dager i vann med temperatur 10-13°C.

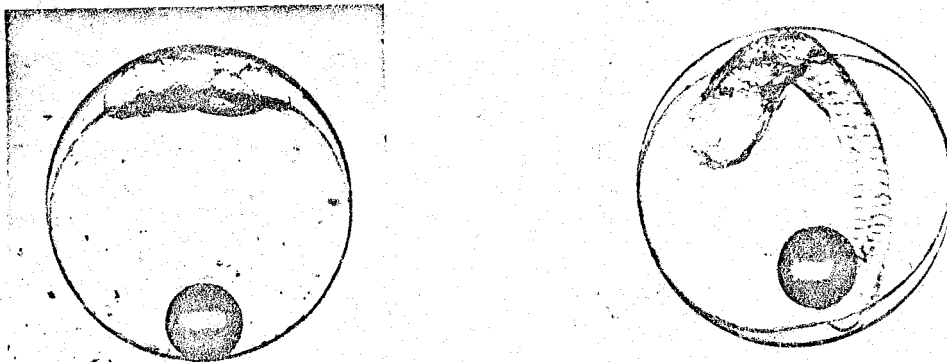


Fig. 3.1. Makrellegg en og to dager etter befruktning.
(Foto DANIELSEN).

Da EU bare er inntil 2 døgn gamle, vil de ha relativt mindre avdrift fra stedet de er gytt enn de eldre eggene (EM). Utbredelsen av EU bør derfor kunne gi det mest korrekte bilde av makrellens gyteområde. Fig. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8 og 3.10 viser fordelingene av EU og fig. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 og 3.11 fordelingen av ET for årene 1968-1972.

EU-fordelingene de forskjellige årene gir stort sett det samme mønster. Hovedgytingen foregår hvert år øst for 2°E . I den vestlige delen av det undersøkte område finnes EU bare i beskjedne mengder. I 1968, 1970 og 1971 viser fig. 3.2, 3.6 og 3.8 at det er endel egg øst og sydøst av Shetland. Disse forekomstene er adskilt fra de øvrige forekomstene i Nordsjøen, og kan stamme fra den bestand som gyter vest av De britiske øyer. I Nordsjøen forøvrig indikerer undersøkelsene en enhetlig bestand.

Øst av Skottland er det hvert år, unntatt 1971, EU-forekomster som er adskilt fra EU-forekomstene forøvrig. Dette EU-området er vel avgrenset mot nord, men i syd strekker det seg lengre enn 57°N som er sydgrensen for undersøkelsesområdet. Sannsynligvis er dette feltet sammenhengende med EU-forekomstene forøvrig lengre syd. I 1971 viser fig. 3.8 at forekomstene er sammenhengende med gytingen i Nordsjøen og hører således til denne bestand.

I nord er gyteområdet avgrenset til syd for $60^{\circ}45'\text{N}$. Bare i 1968 viser fig. 3.2 at isolinjene synes å fortsette lenger nord helt inne ved norske kysten, men gytingen i dette området har bare liten betydning i forhold til gytingen lengre syd. Gytingen øker i intensitet sydover, og undersøkelsen har hvert år stoppet i svært gode gyteområder ved 57°N . I 1971 og 1972 (fig. 3.8 og 3.10) ble det tatt noen få stasjoner syd for 57°N , som viser at det også her er gode gyteområder. I 1972 ble stasjonene syd for 57°N tatt rundt EKOFISK-feltet, og interessant er det å merke seg at i dette området hvor det er stor aktivitet på olje og gass sektoren også er svært gode gyteområder for makrellen. I Skagerak som ble undersøkt fra og med 1969 viser

fig. 3.4, 3.6, 3.8 og 3.10 at det er en relativt beskjeden gyting i forhold til den sydlige delen av det undersøkte Nordsjøområdet. Gytingen i Skagerak foregår sentralt og inn mot norske kysten, bare i 1969 viser fig. 3.4 at gytingen har foregått mer over mot danske kysten.

ET-fordelingene (fig. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 og 3.11) viser stort sett samme utbredelses mønster som EU-fordelingene (fig. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8 og 3.10). ET-kartene viser at isolinjene har gjennomgående høyere verdier enn EU-kartene, et forhold som indikerer en kontinuerlig gyteprosess. Hver enkelt makrell gyter porsjonsvis slik at gyteaktiviteten blir spredt både i tid og sted (STEVEN 1949). Dessuten viser fig. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 og 3.11 at ET har en noe videre utbredelse enn EU. Denne spredningen medfører at ET-fordelingene ikke skiller så godt mellom bestanden som gyter ved Shetland og den som gyter i Nordsjøen forøvrig.

Som vist på fig. 3.30 i avsnitt 2.1, finnes makrelleggene i overflatelaget. Derfor vil vind og overflatestrømsystemet kunne påvirke eggens fordeling ved å transportere dem vekk fra gytestedet. Dersom denne transporten er vesentlig, skulle det forventes at indeksen EU/ET vil ha høyere verdi i gyteområdets sentrum enn utover i periferien. Denne forventete sammenhengen lar seg bare påvise i 1971 i området øst for Shetland-Orknøyene (fig. 3.12). Sammenlignes disse funn med overflatestrømsystemet i Nordsjøområdet (fig. 3.13), ser en klart at en her befinner seg i periferien av et gyteområde som har sitt senter vest av Shetland. Fig. 3.3 viser et lignende forhold i 1968, men siden det er svært lite EU i det aktuelle området, får indeksen EU/ET dette året svært lave og sterkt varierende verdier.

Ifølge HAMRE (1970) tilhører makrellen i Nordsjøen og Skagerak samme bestand ("unit stock"), men det kan være utveksling med andre bestander og spesielt da med bestanden som gyter vest og sydvest av De britiske øyer. HAMRE (1971) viser at makrellen ved Shetland bare i liten eller ingen grad har sin opprinnelse fra Nordsjøen. Den avgrensning i gytefelt som her er vist, bekrefter at dette er to forskjellige gytebestander.

EHRENBAUM (1923) og MYRBERGET (1965) påpeker at Skagerak og områdene syd for det sydvestlige Norge er viktige gytefelt for makrellen. Gytingen i disse områdene er i henhold til fig. 3.2-3.11 relativt beskjeden i forhold til den sydlige delen av det undersøkte Nordsjøområdet. EHRENBAUM (1923) sier at makrellegg finnes i større eller mindre mengder i praktisk talt hele Nordsjøen og Skagerak. Videre påpeker han at østlige delen av Nordsjøen er rikest på makrellegg, i den vestlige delen derimot er det bare små forekomster. Dette er i overenstemmelse med det som her er vist (fig. 3.2-3.11). Når det gjelder gytingen i Skagerak viser også LINDQUIST (1968 & 1970) at hovedmengden av makrellegg finnes over mot Norge, mens det langs Jyllandskysten er svært sparsomt med egg.

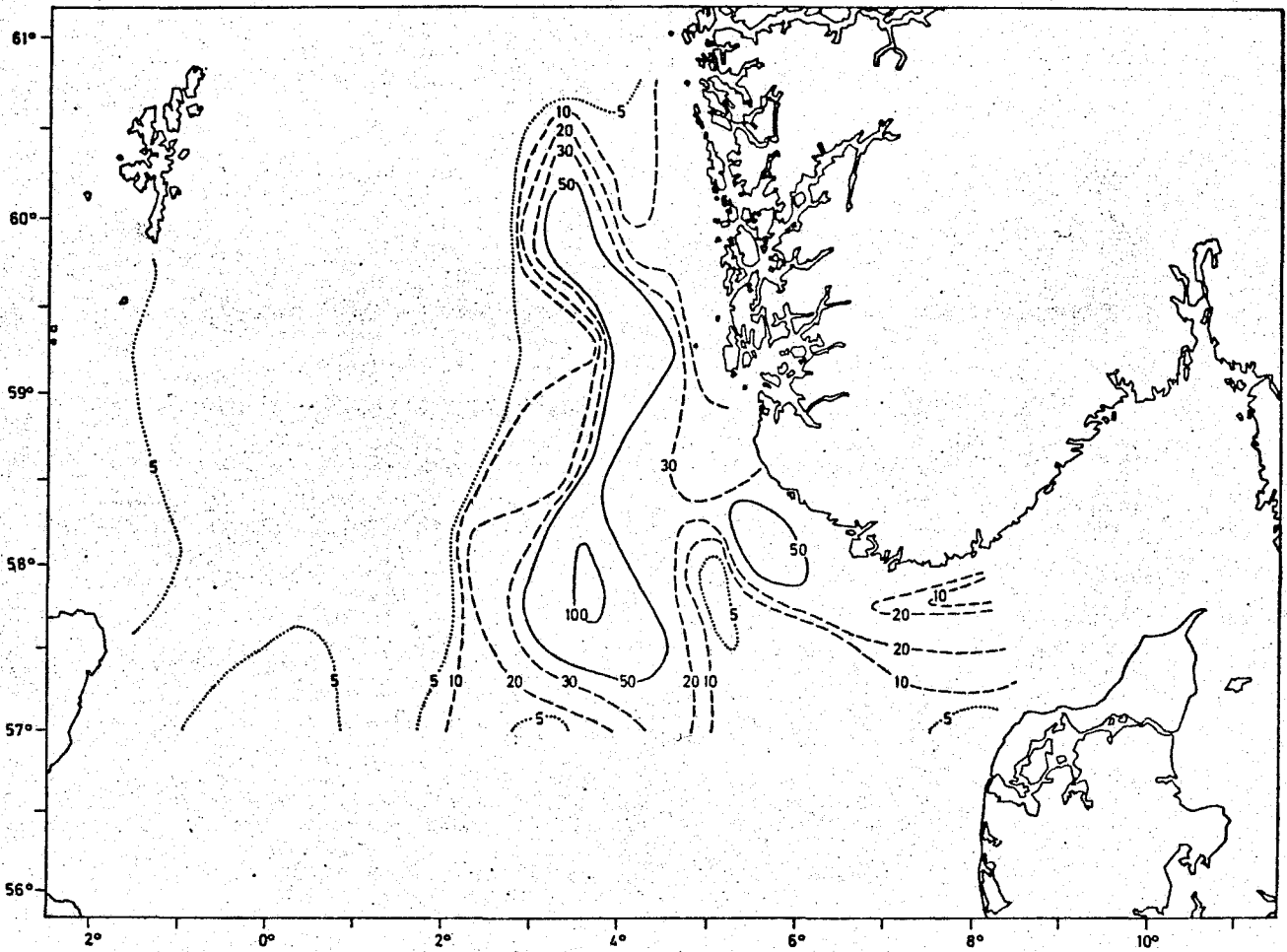


Fig. 3.2. Utbredelsen av EU i 1968.

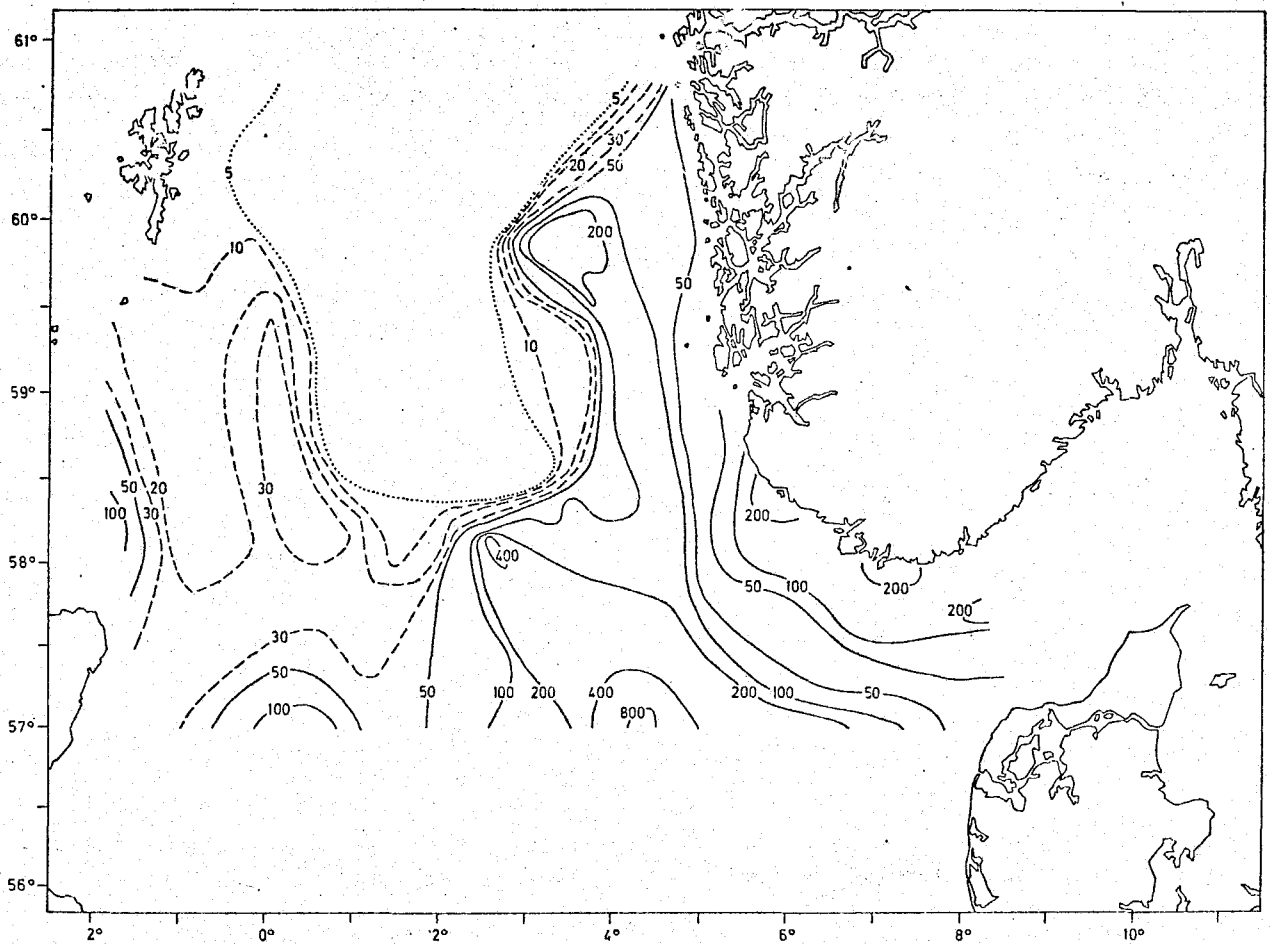


Fig.3.3. Utbredelsen av ET i 1968.

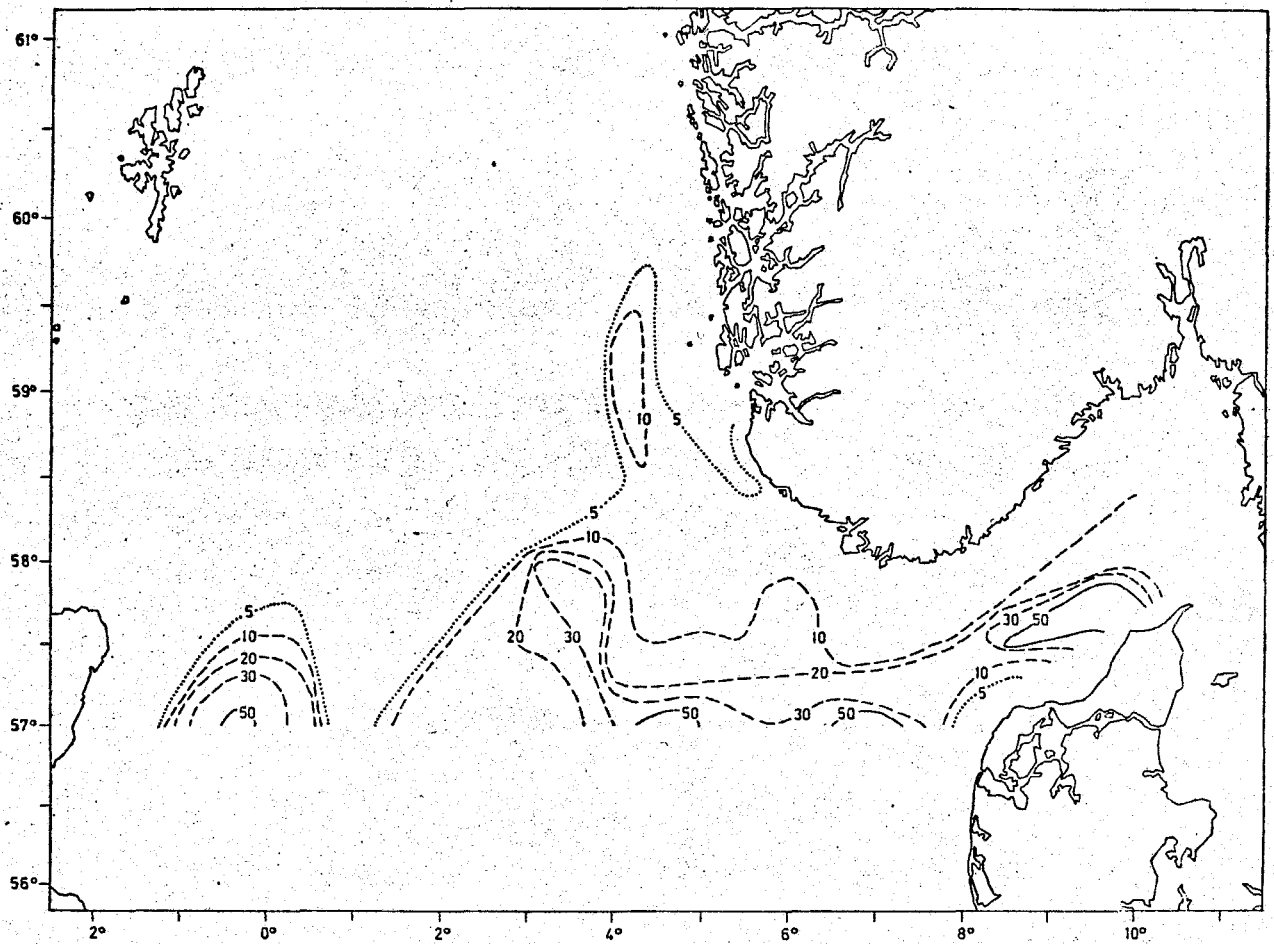


Fig. 3.4. Utbredelsen av EU i 1969.

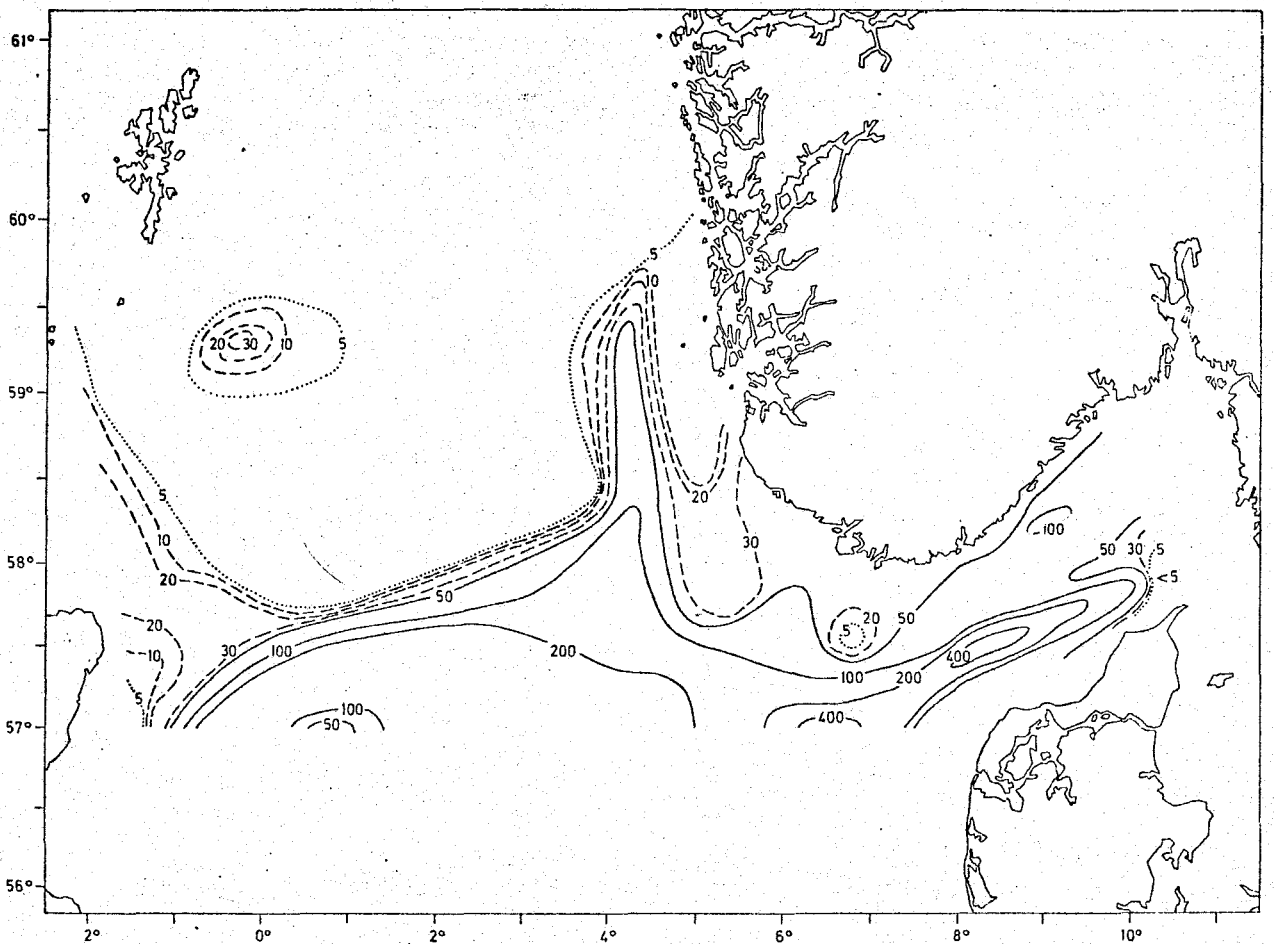


Fig. 3.5. Utbredelsen av ET i 1969.

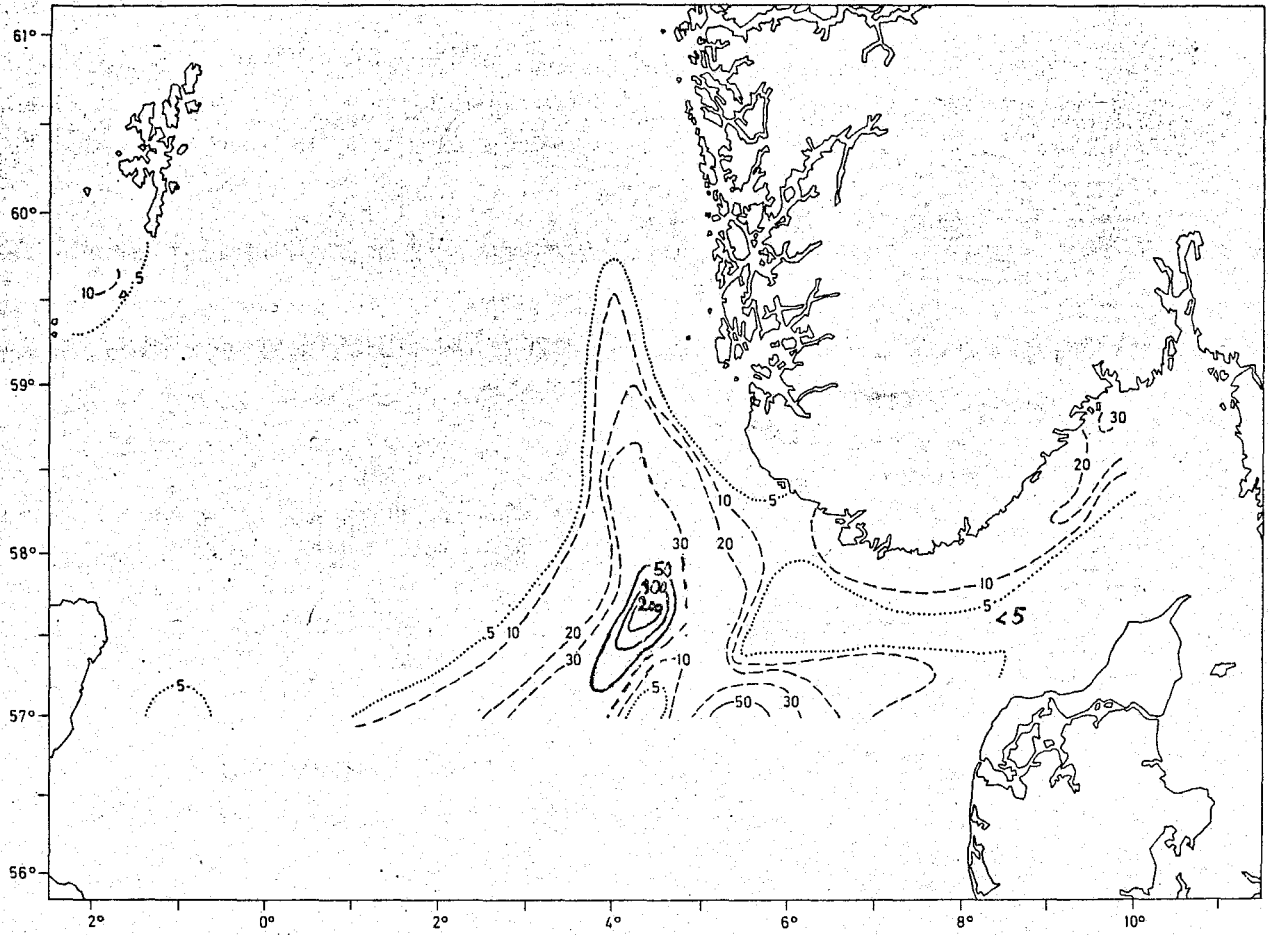


Fig. 3.6. Utbredelsen av EU i 1970.

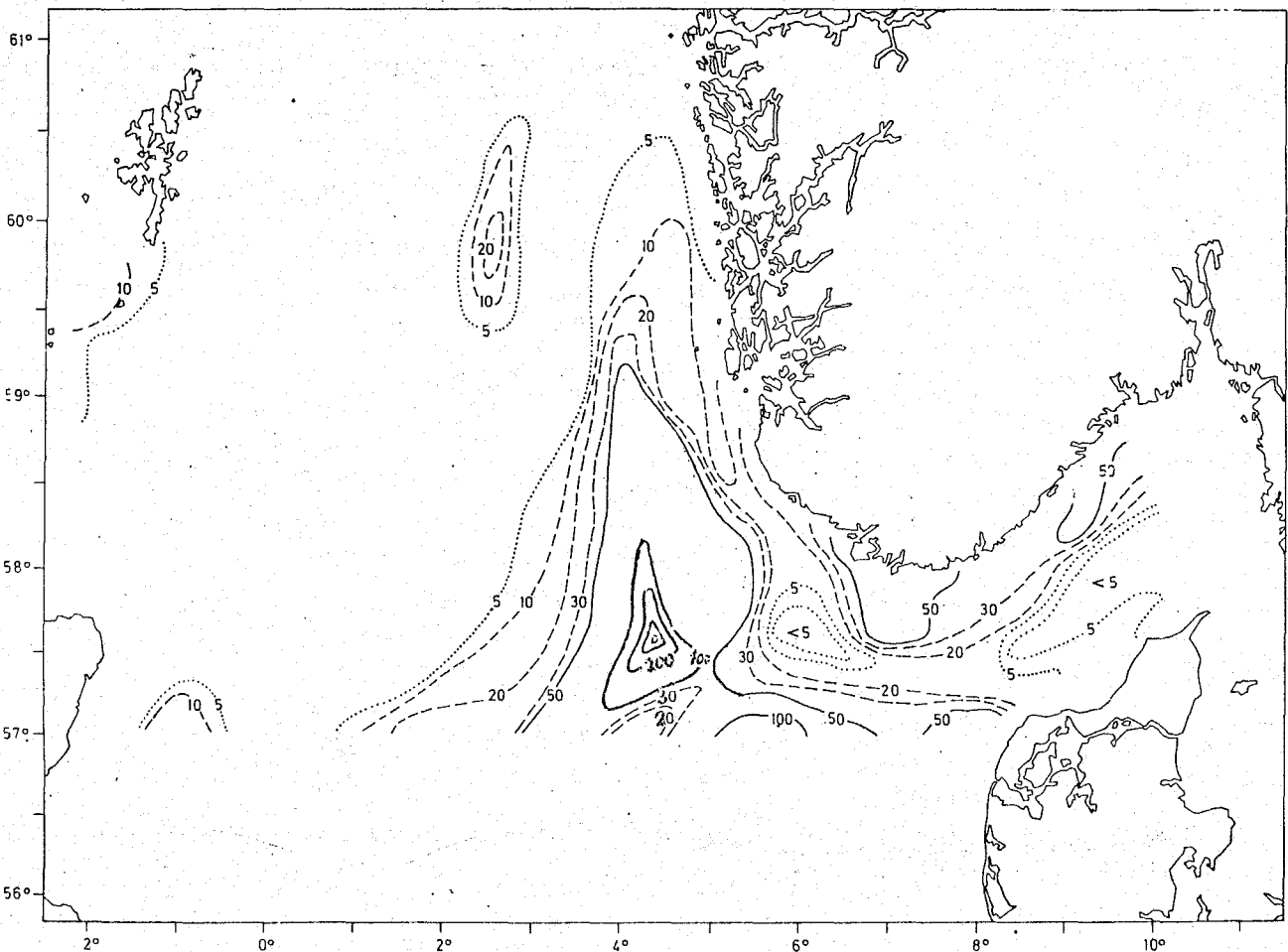


Fig. 3.7. Utbredelsen av ET i 1970.

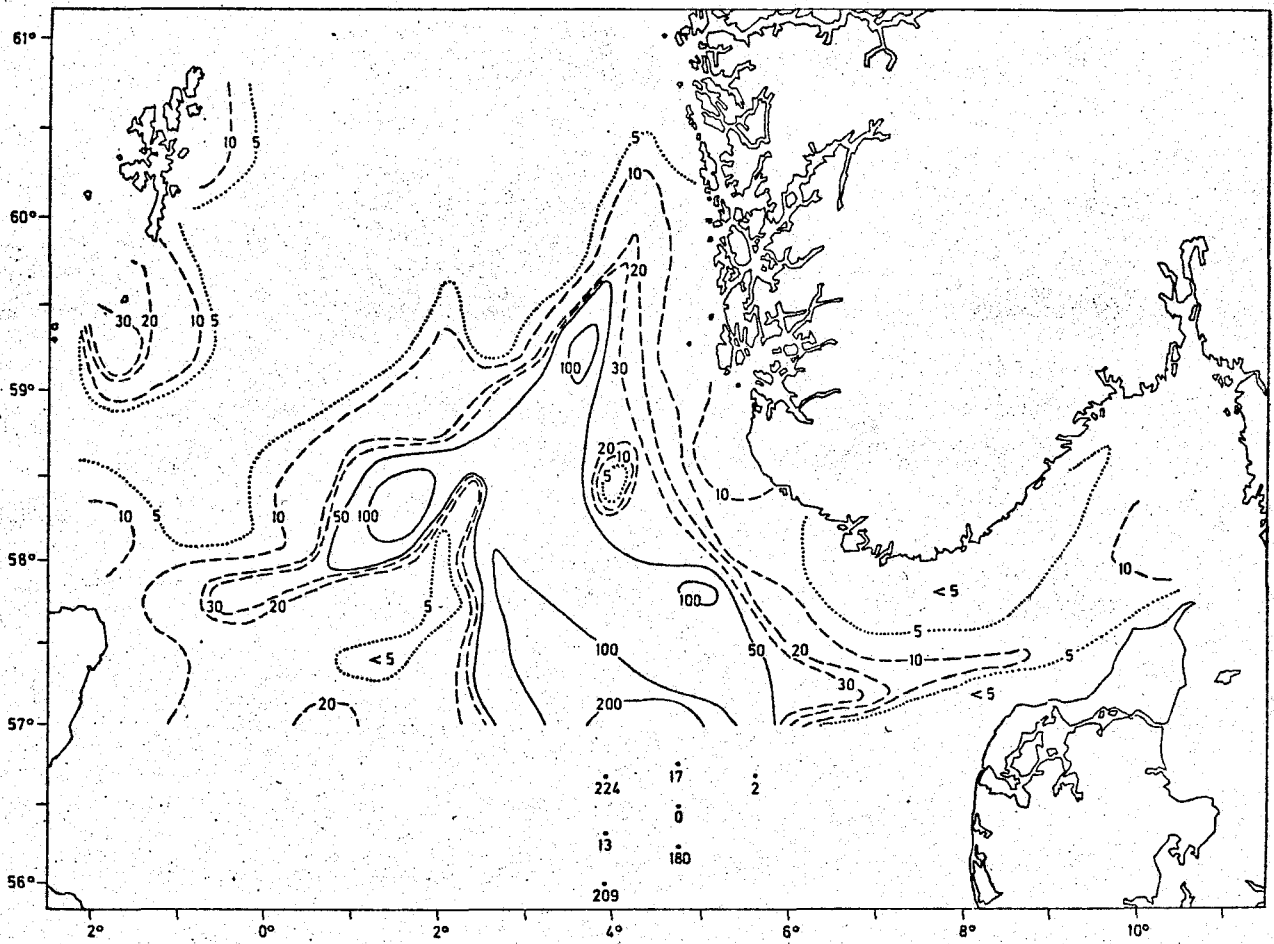


Fig. 3.8. Utbredelsen av EU i 1971.

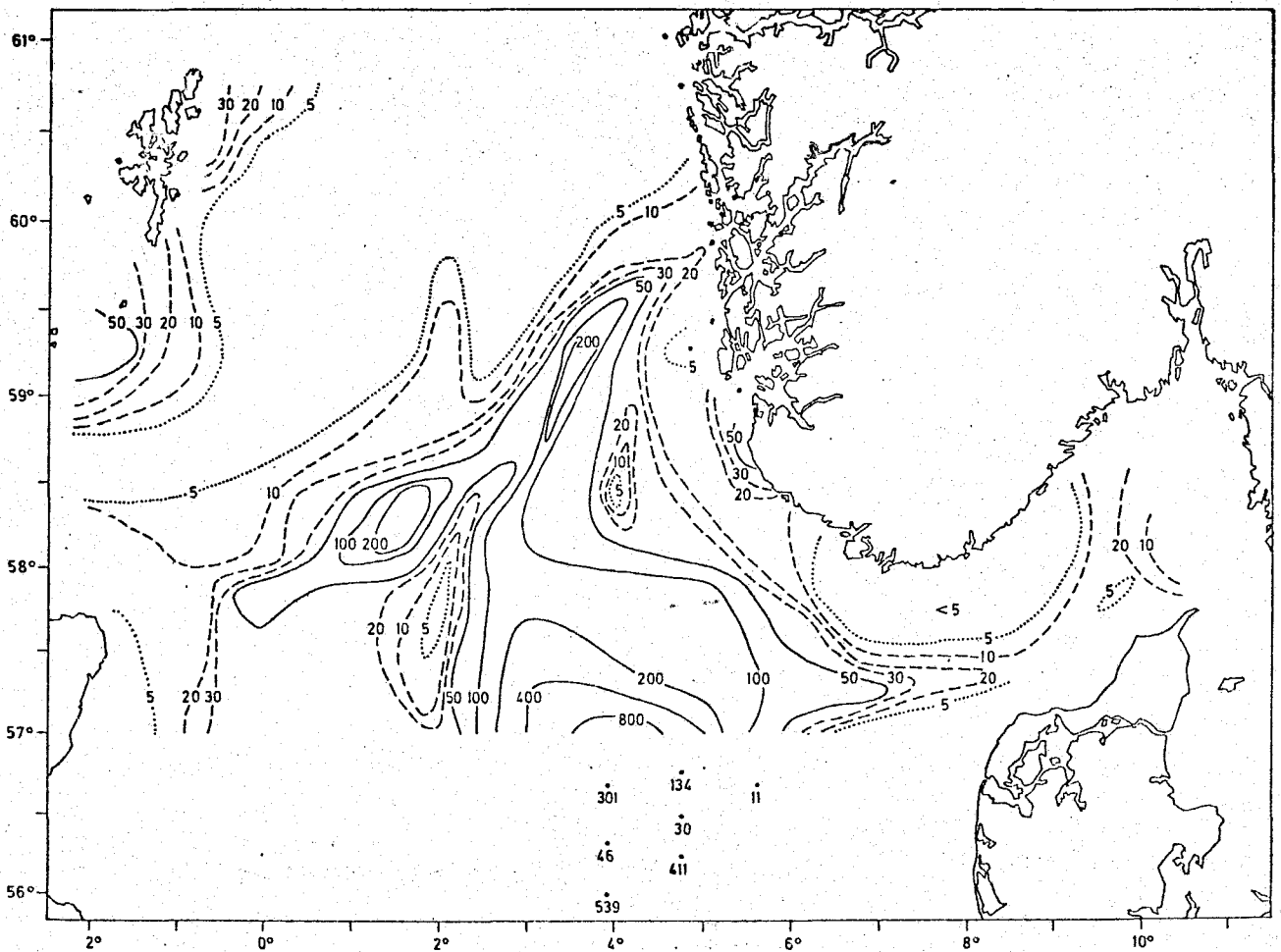


Fig. 3.9. Utbredelsen av ET i 1971.

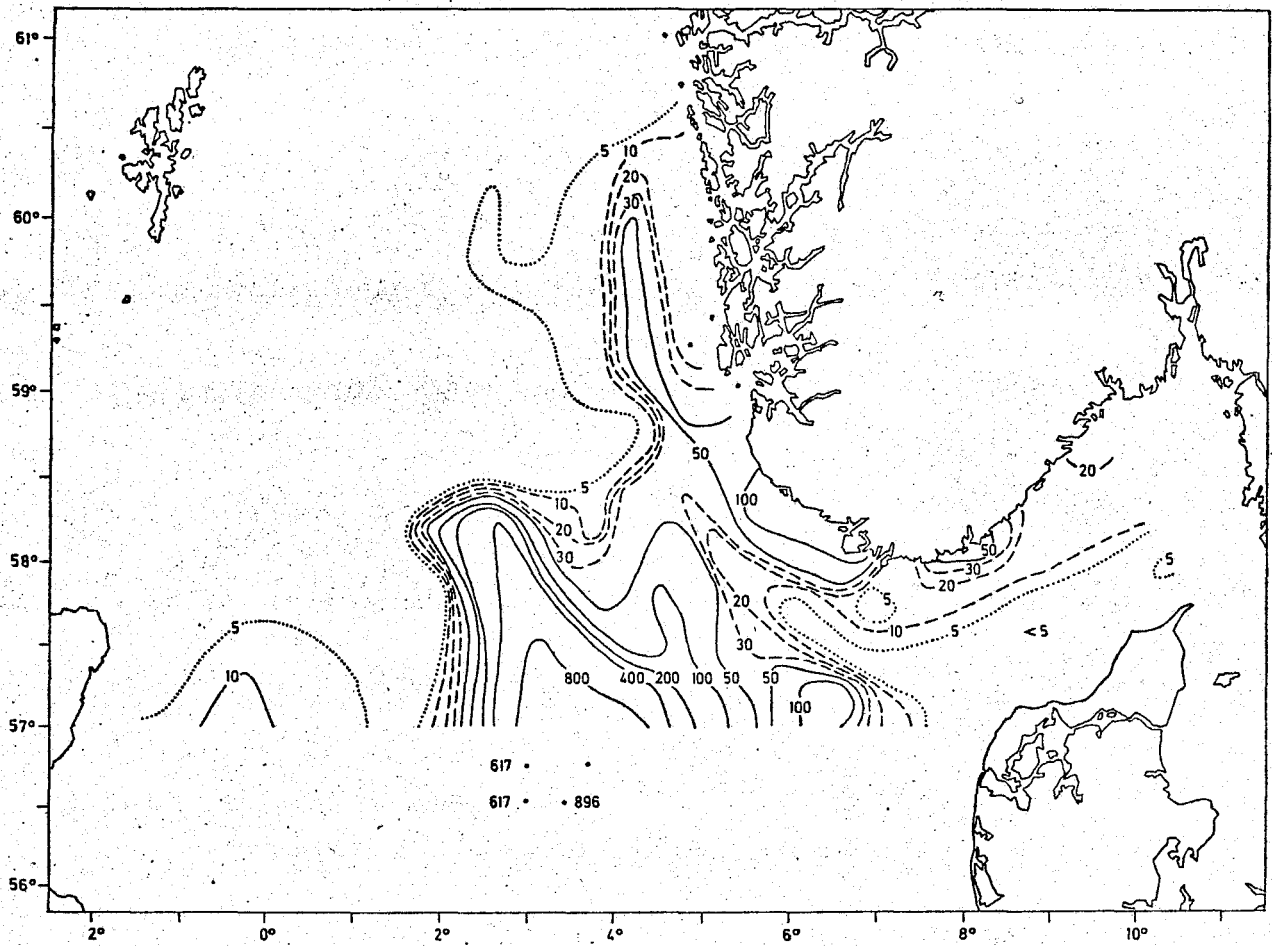


Fig. 3.10. Utbredelsen av EU i 1972.

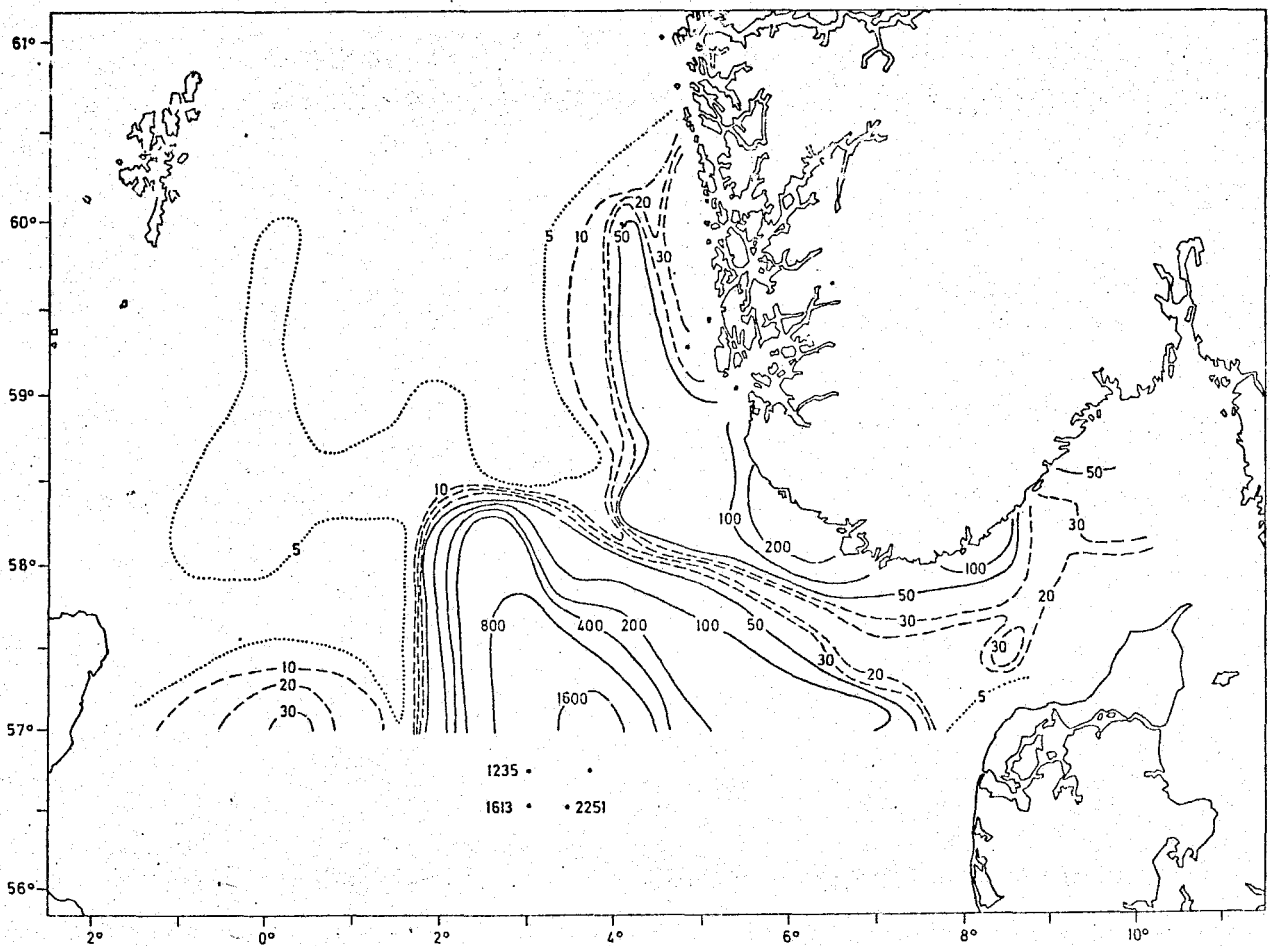


Fig. 3.11. Utbredelsen av ET i 1972.

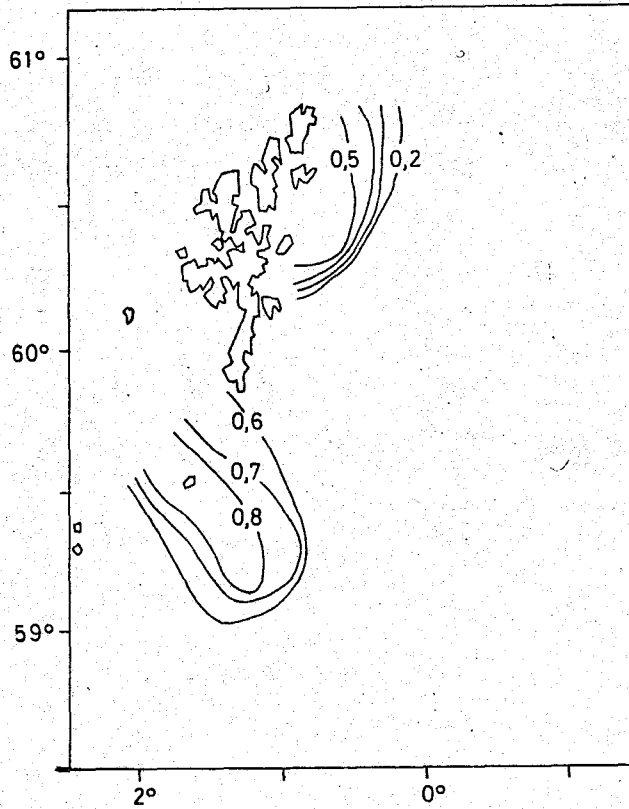


Fig. 3.12. Indeksen EU/ET i 1971.

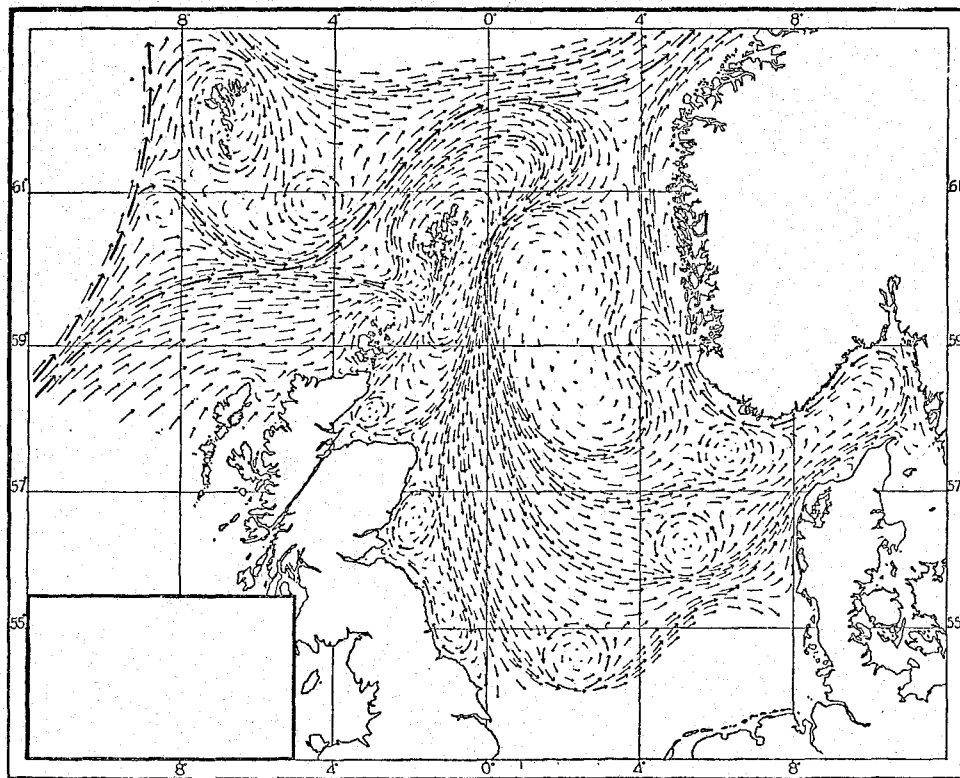


Fig. 3.13. Overflatestrømsystemet (etter TAIT (1937)).

1.2 Gytefeltet i relasjon til planktonets utbredelse

Som nevnt tidligere gyter makrellen fra slutten av mai til slutten av juli. Prøver av makrellen som taes av FHI viser at fisken spiser også i denne tiden. Flere forfattere beskriver makrellens næringsdyr, blant annet BULLEN (1908), NILSSON (1914), BIGELOW & WELSH (1925) og SETTE (1950). Makrellen spiser stort sett de fleste planktoniske organismer, unntatt maneter og ribbemaneter, da med Calanus finmarchicus som viktigste næringsdyr. LEBOUR (1920) har undersøkt dietten til 90 makrellarver (5-13,6 mm), og konkluderer med at den hovedsakelig består av copepodegg og larver, mindre voksne copepoder samt små pelagiske crustacea forøvrig. Planktonprøvene som danner grunnlag for utbredelsen de forskjellige årene (fig. 3.14-3.18) består hovedsakelig av copepoder. HARALDSVIK & LJØEN (1968) gir en kvalitativ fordeling av planktonet sommeren 1967 i Nordsjøområdet som viser at copepodeartene er fullstendig dominerende. Det skulle derfor forventes at makrelleggene stort sett finnes i områder med plankton. Sammenlignes figurene for planktonfordelingene med fordelingene av makrell-egg (fig. 3.2-3.11), viser det seg at plankton og egg forekommer stort sett i de samme områder. Også når det gjelder plankton er den østlige delen rikere enn den vestlige delen av det undersøkte området. Likeledes er det relativt lite av både plankton og egg i Skagerak. I 1971 som er det eneste året med forholdsvis bra eggmengder i Shetlandsområdet (fig. 3.8 og 3.9) viser fig. 3.17 at det også er bra med plankton. I de andre årene er der svært lite eller ingenting av plankton her. Ellers er det ikke noen detaljoverensstemmelse mellom egg- og planktonkonsentrasjonene i de undersøkte områdene. SETTE (1950) finner heller ingen spesiell sammenheng mellom store planktonkonsentrasjoner og gode makrellforekomster.

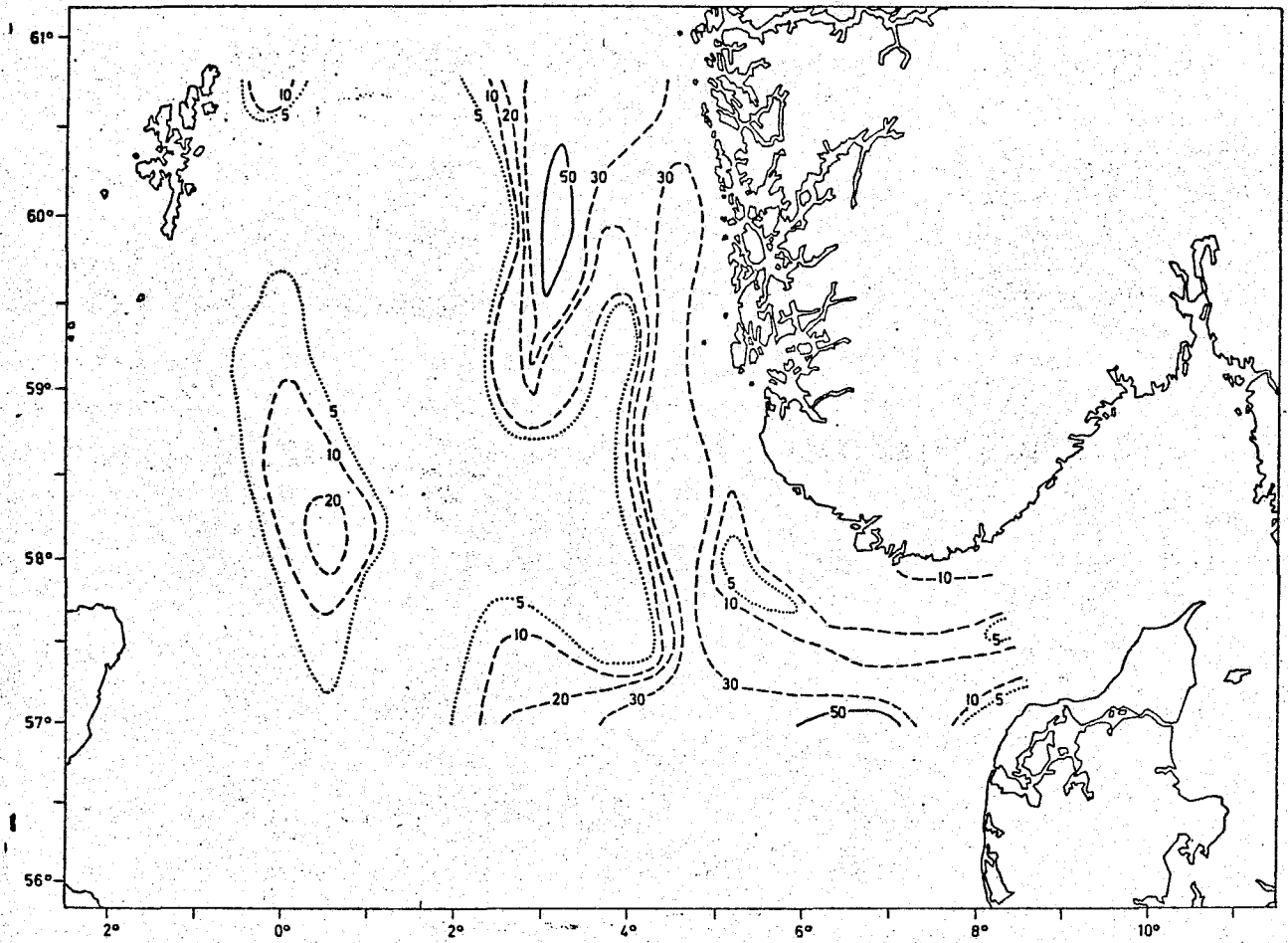


Fig. 3.14. Utbredelsen av plankton i 1968.

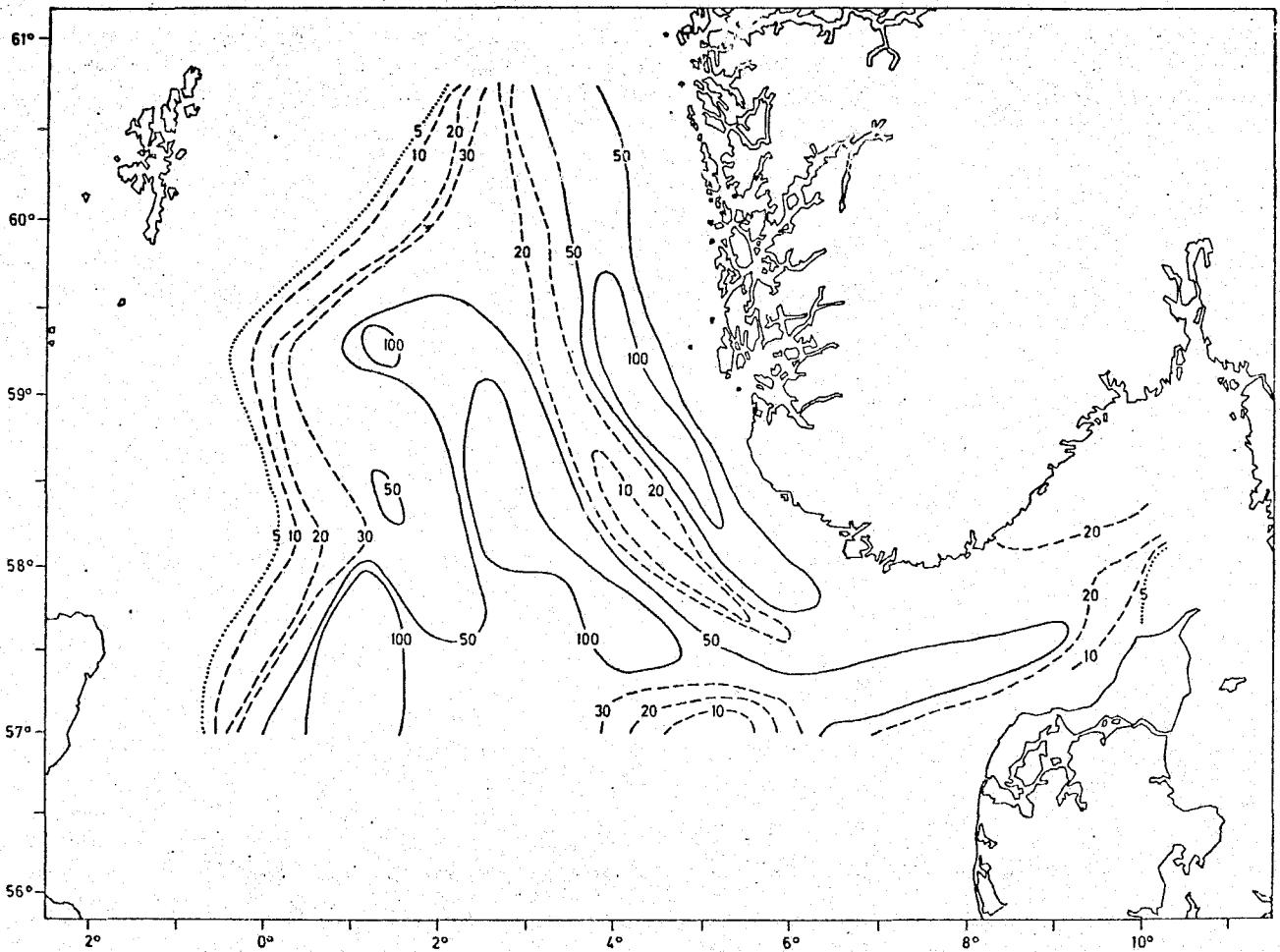


Fig. 3.15. Utbredelsen av plankton i 1969.

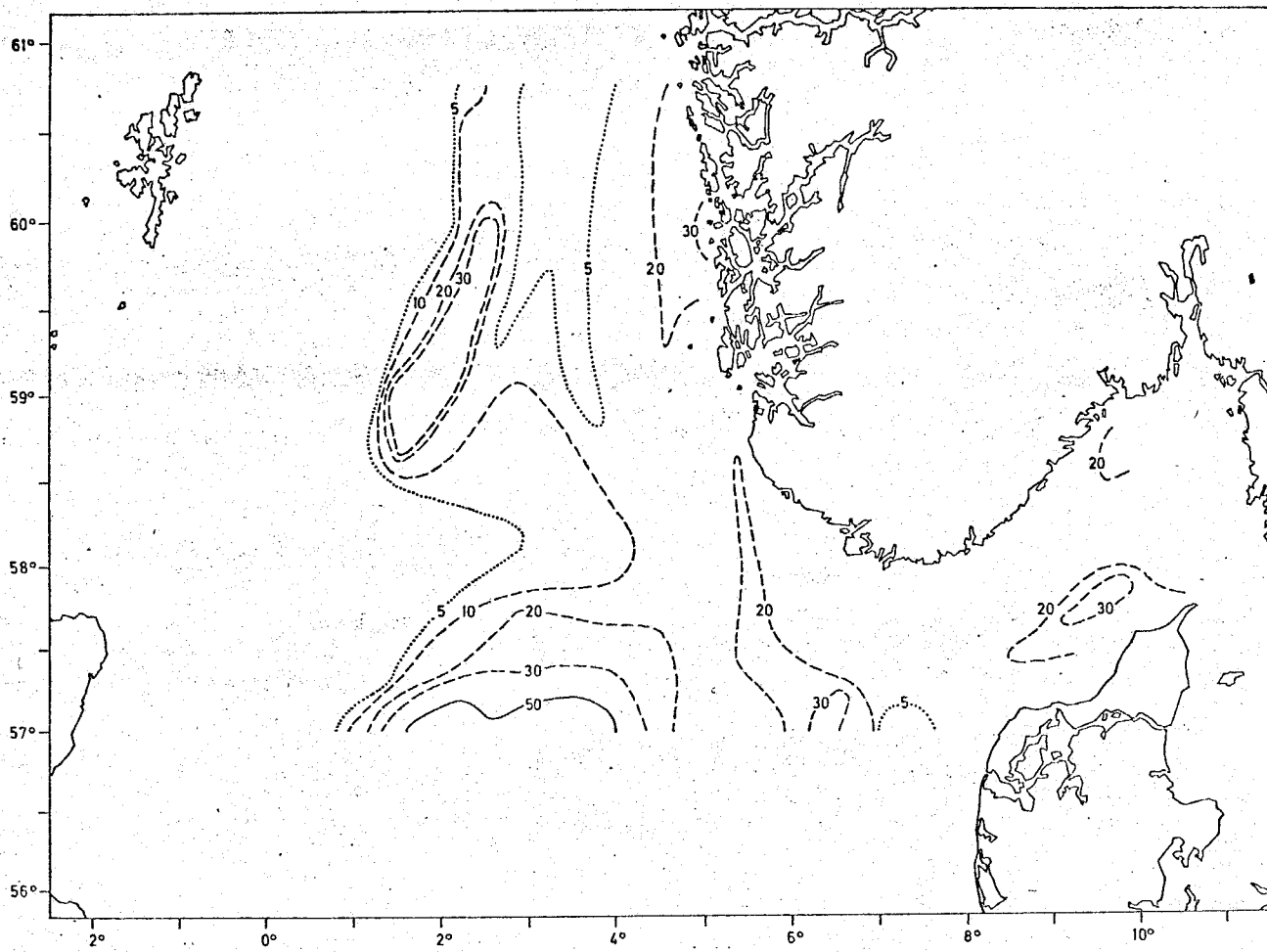


Fig. 3.16. Utbredelsen av plankton i 1970.

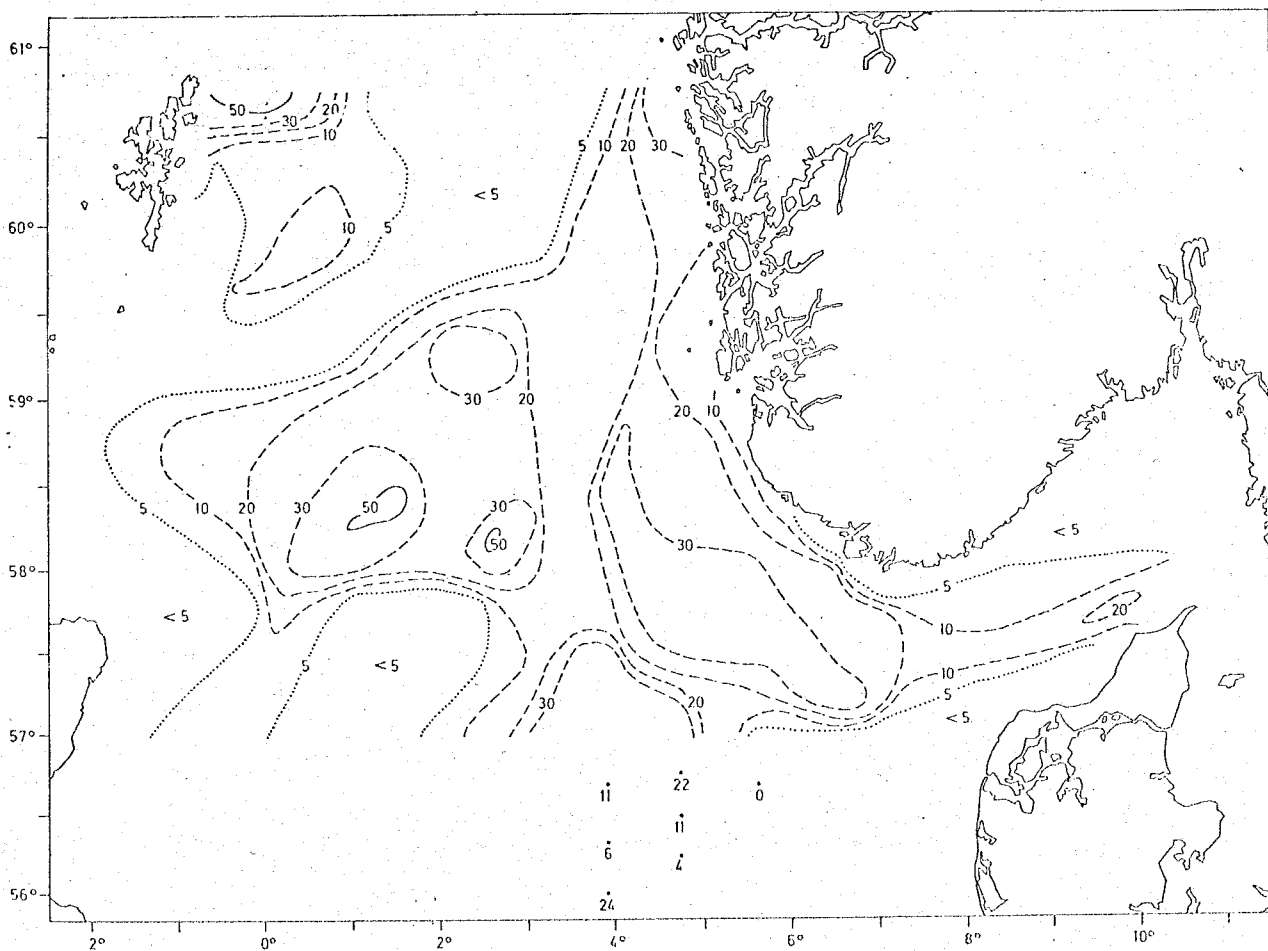


Fig. 3.17. Utbredelsen av plankton i 1971.

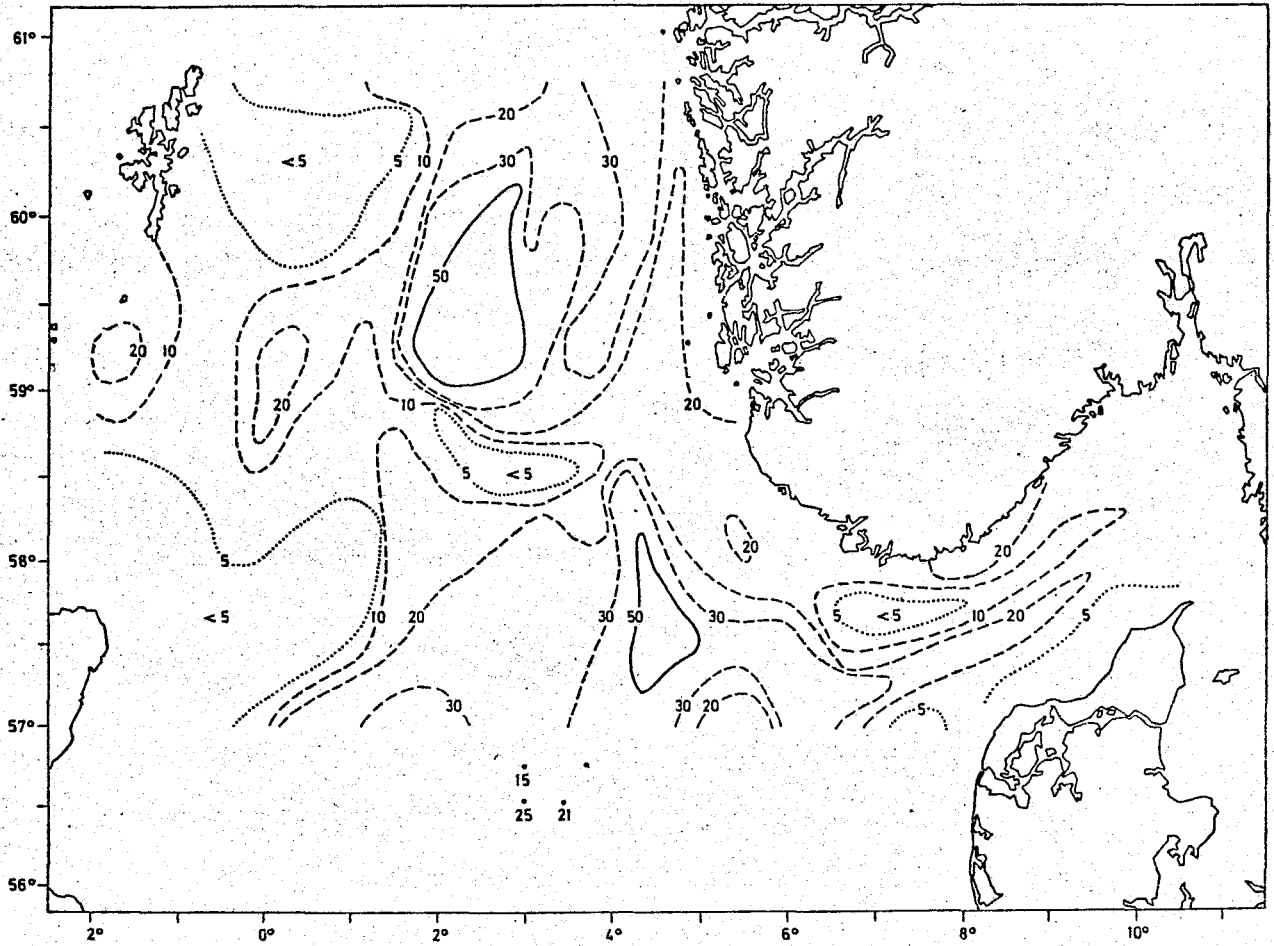


Fig. 3.18. Utbredelsen av plankton i 1972.

1.3 Gytefeltet i relasjon til overflatetemperaturen

Overflateisotermene er for de forskjellige årene vist på fig. 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 og 3.23.

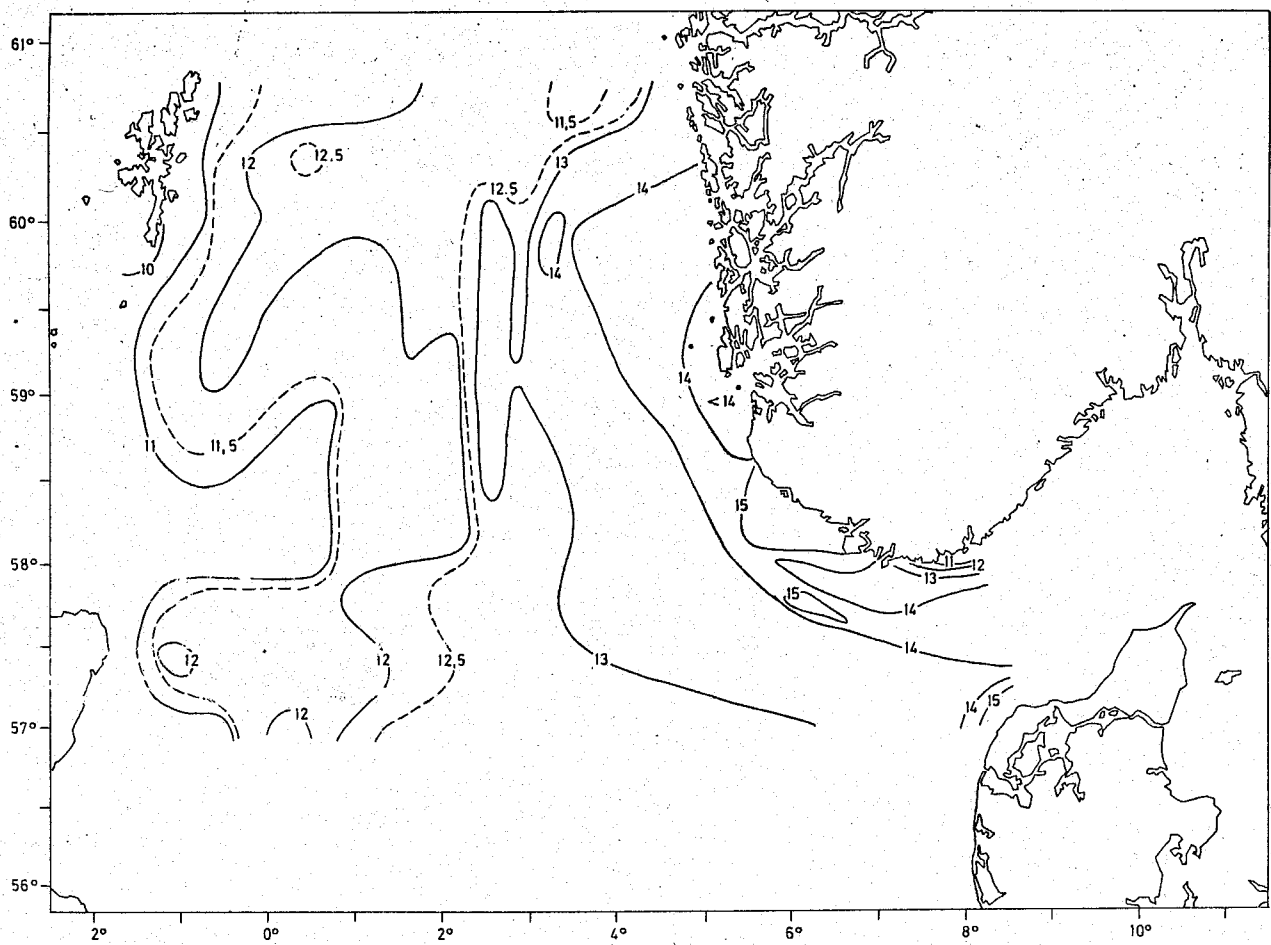


Fig.3.19. Overflatetemperatur, t⁰ C i 1968.

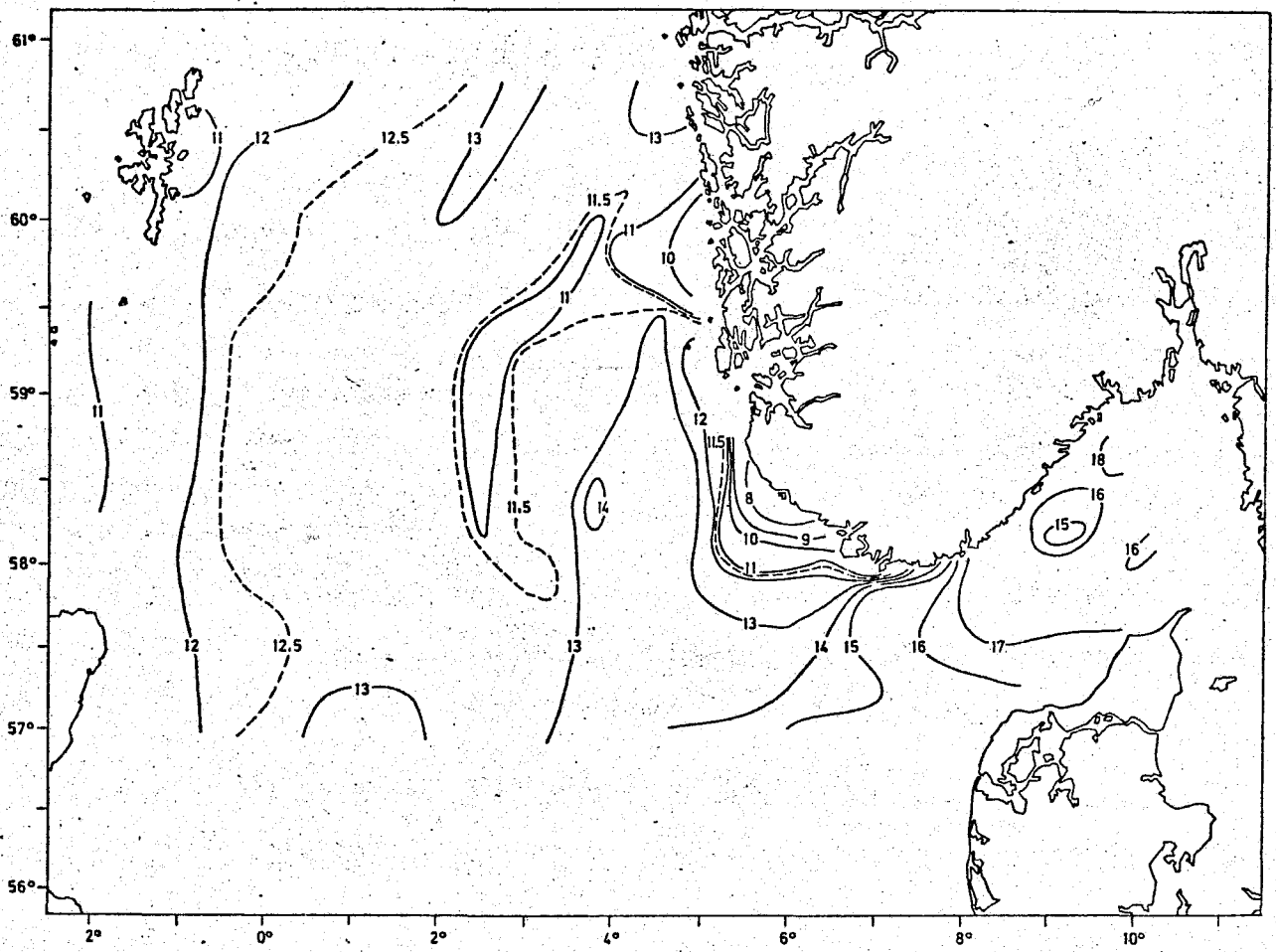


Fig. 3.20. Overflatetemperatur, t° C i 1969.

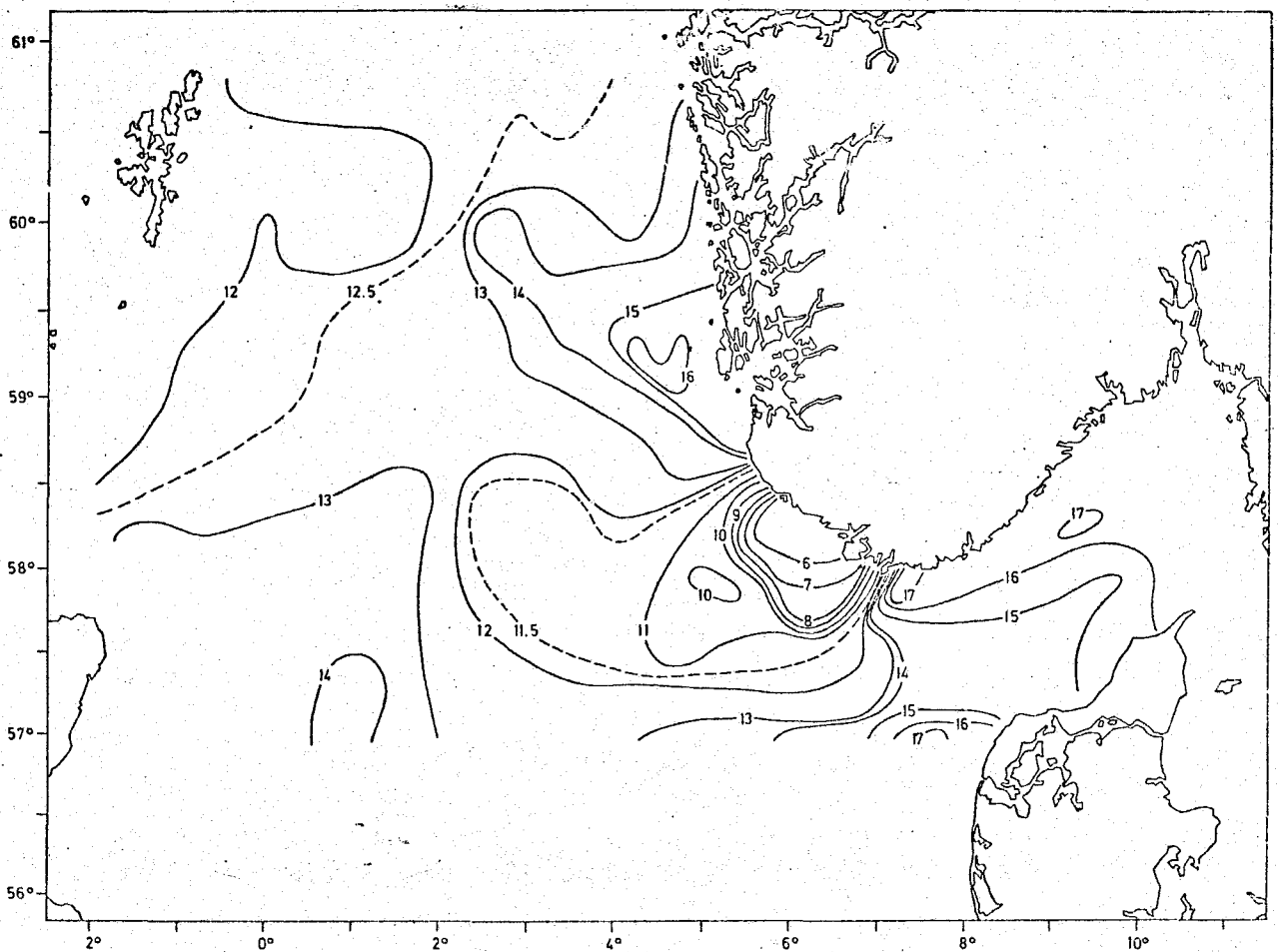


Fig. 3.21. Overflatetemperatur, t° C i 1970.

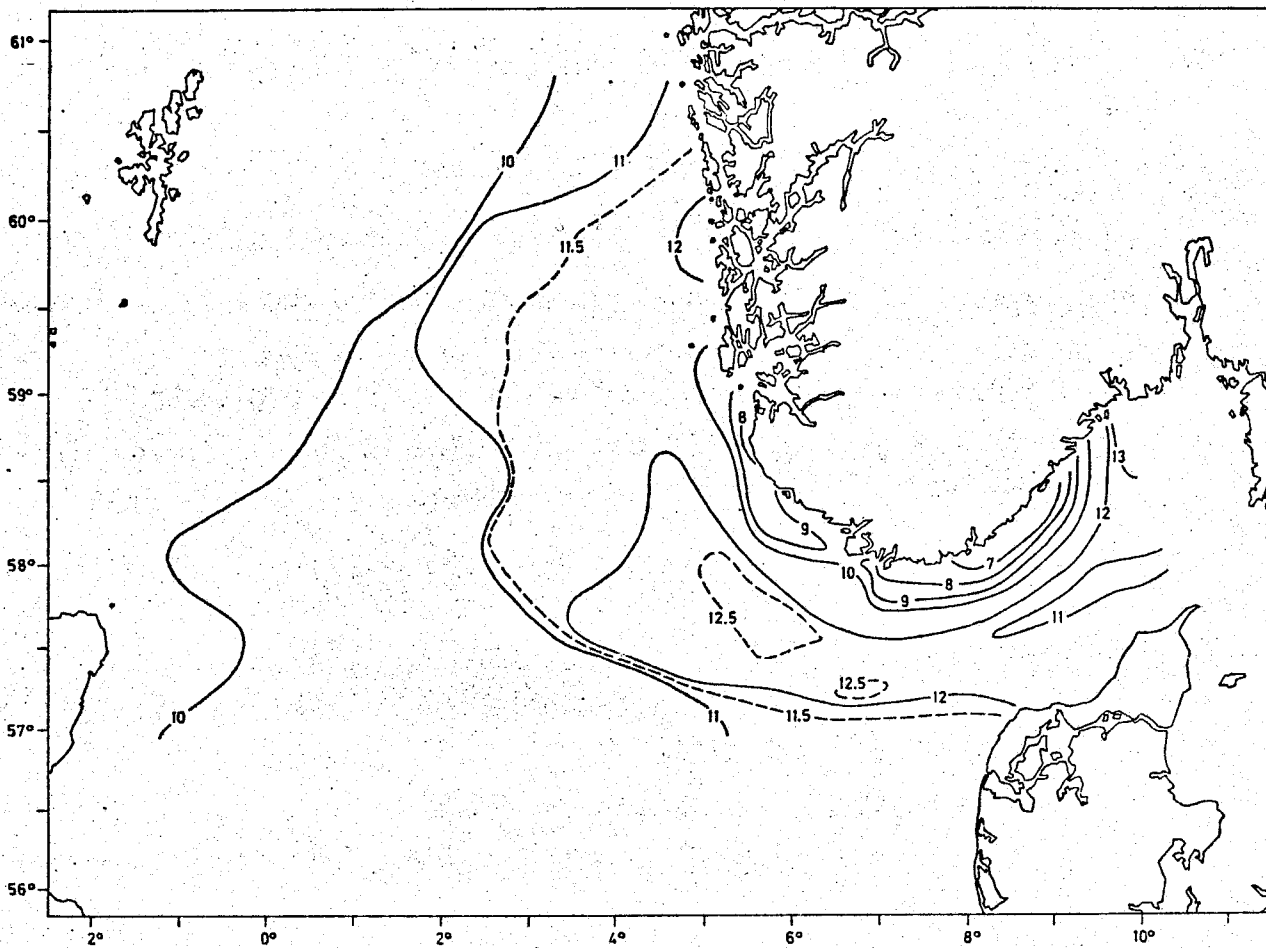


Fig. 3.22. Overflatetemperatur, t° C i 1971.

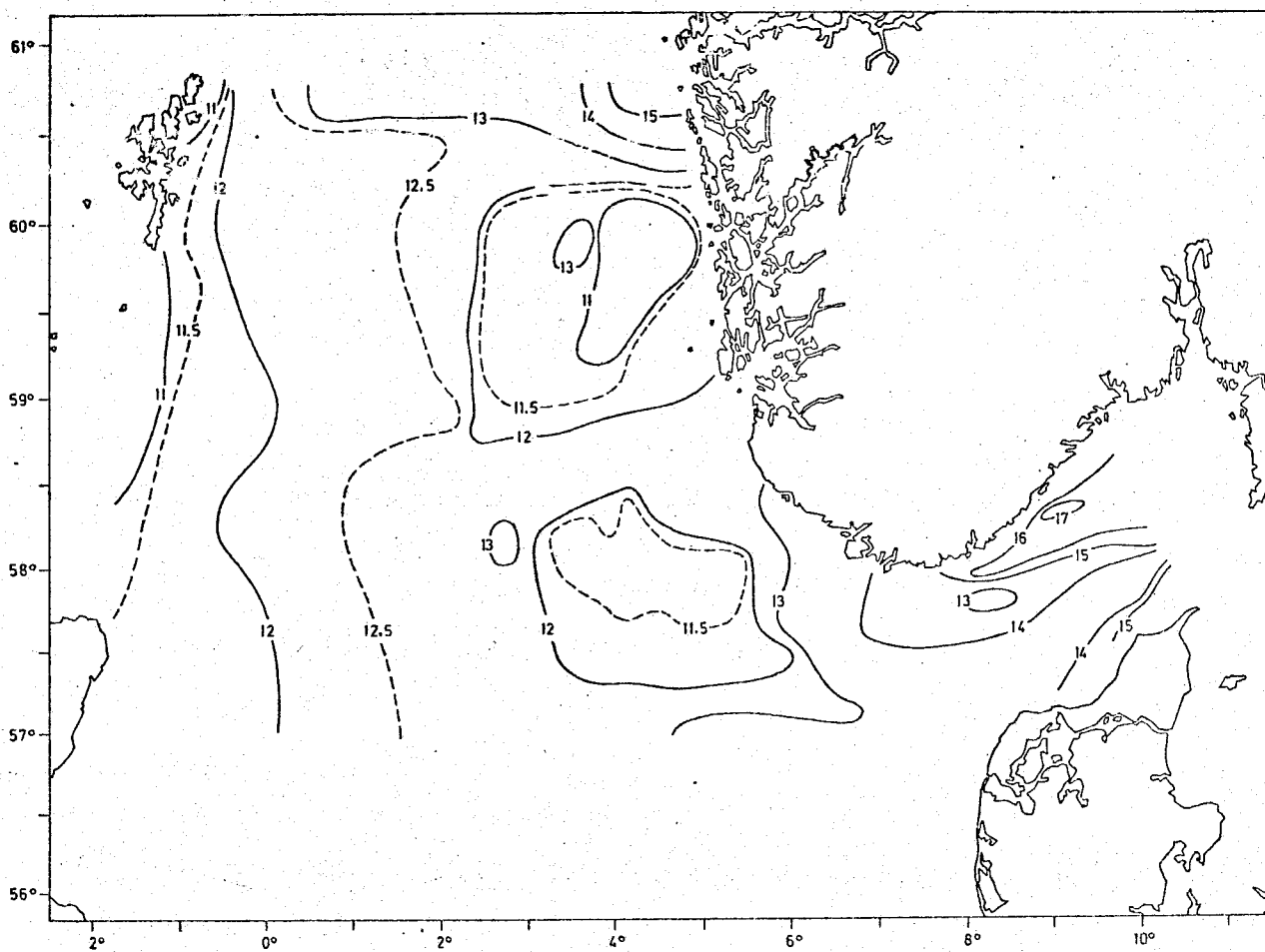


Fig. 3.23. Overflatetemperatur, t° C i 1972.

Sammenlignes disse figurene med gytefeltet beskrevet av EU fordelingene de forskjellige årene, fig. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, og 3.10, viser det seg at EU i 1968, 1969, 1970 og 1972 stort sett finnes i vann med overflatetemperatur $12,5^{\circ}\text{C}$ og varmere. I 1971 derimot viser fig 3.8 og 3.22 at EU stort sett finnes i områder med overflatetemperatur 10°C og varmere. Som tabell 3.1 viser, er gjennomsnittstemperaturen lavest for den undersøkte delen av gyteområdet dette året.

ÅR	1968	1969	1970	1971	1972
$T^{\circ}\text{C}$	13,5	14,5	13,3	11,3	12,8

Tabell 3.1. Gjennomsnittlig overflatetemperatur på gytefeltet.

I 1969, 1970 og 1971 viser fig. 3.20, 2.21 og 3.22 at det er et kaldtvannsområde utenfor sydlige del av Vestlandet, og i 1971 er det dessuten relativt kaldt i Skagerakdelen. Utbredelsen av EU og ET de samme årene (fig. 3.4-3.9) viser at det ble tatt lite egg i disse områdene. I 1970 stermer ikke dette helt, for som fig. 3.6, 3.7 og 3.20 viser, så finnes det relativt gode eggforekomster i den sydøstlige delen av kaldtvannsområdet. Disse eggene kan være ført hit med kyststrømmen (fig. 3.13) og behøver altså ikke å være gytt her.

Tidligere undersøkelser viser også at makrellen stort sett gyter ved samme temperaturer i overflaten som er vist her. ORTON (1920) sier at makrellen i hele sitt utbredelsesområde begynner å gyte ved $12-13^{\circ}\text{C}$. JOHANSEN (1925) oppgir gjennomsnittstemperaturene i overflatelaget for forskjellige deler av makrellens gyteområde i juni og juli. Han sier at i nordlige og midtre delen av Nordsjøen gyter makrellen ved $11-14^{\circ}\text{C}$ i juni og $13-17^{\circ}\text{C}$ i juli.

DANNEVIG (1948) beskriver funn av makrellegg i den norske delen av Skagerak ved 8°C i overflaten, men sier ellers at temperaturen ved tidligste observerte hovedgyting er 12°C.

Temperaturforholdene i overflatelaget synes å være viktig for hvor makrellen gyter. Ifølge WORLEY (1933) er temperaturforholdene også viktig for overleving av eggene. Hans eksperimenter ga 100% dødelighet for amerikansk makrellegg ved temperaturer 10°C og lavere og ved 21°C. Størst overleving fikk han ved 16°C, men selv her var dødeligheten hele 43%.

1.4 Total eggmengde

Tabell 3.2 viser den beregnete ET-mengde i de forskjellige områdene basert på Judayhåvprøvene.

År	Nordsjøen					Skagerak			Totalt
	I	II	III	IV	Sum	I	II	Sum	
1968	591	139	111	27	868				
1969	643	51	9	0	703	71	22	93	796
1970	156	53	14	1	224	3	11	14	228
1971	478	139	56	4	677	4	6	10	687
1972	1121	170	31	4	1326	10	9	29	1355

Tabell 3.2 De beregnete ET-mengder de fem årene med Judayhåvprøvene som basis i 1968 - 72.

Enhet: antall ET x 10⁻¹⁰.

Som tidligere nevnt var Judayhåvprøvene fra stasjonene 630, 631, 634-638 og 640 i Nordsjøområde I i 1970 råttene og kunne følgelig ikke brukes for å beregne antall egg pr m^2 overflate. CBS-verdiene for disse stasjonene ble omregnet til Judayhåv-verdier som vist i avsnitt 3 (side 45). Disse verdiene ble så brukt under opptrekkingen av isolinjene (fig. 3.6 og 3.7). I Nordsjøområde II samme år skilte prøven fra stasjon 625 seg totalt ut fra de øvrige. Judayhåven tok svært mye makrellegg her, 19837 ET pr m^2 overflate, mens stasjonene 624 og 626 bare ga henholdsvis 116 og 41 ET pr m^2 overflate. Det store antallet egg på stasjon 625 må derfor skyldes en helt lokal opphopning (patch) av egg. Prøven besto bare av egg med embryo. CBS-prøvene fra samme stasjon ga ikke mer enn 10 ET pr m^2 overflate, men her må nevnes at prøven fra skiktet 5 - 15 m var råttene. Isolinjene ble først trukket på vanlig måte og eggmengdeberegningene gjort ut fra dette. Den totale eggmengden i område II ble da 290×10^{10} ET. Dette er et altfor stort tall og skyldes at prøver fra stasjon 625 har fått for stor vekt. Antall ET pr m^2 beregnet ut fra CBS-prøven for denne stasjonen ble omregnet til Judayhåv-verdi etter at mengden for 5 - 15 m skiktet var estimert i henhold til den prosentvise fordeling gitt på fig. 3.31. Denne omregnede CBS-verdien ble så brukt (fig. 3.7) og eggmengden ble beregnet (tabell 3.2).

Tabell 3.2 viser at det er en sterk økning i antall egg fra nord mot sør. Således utgjør Nordsjøen I fra knapt 70% til vel 80% av totalen de forskjellige årene. Dette indikerer at det kan forekomme store gytekonsentrasjoner syd for det undersøkte området. Tabell 3.2 viser at Skagerak bare bidrar med en liten del av de totale eggmengdene i årene 1969 - 72, med henholdsvis 11,7%, 5,9%, 1,5% og 2,1%.

1.5 Total planktonmengde

Tabell 3.3 viser de beregnete planktonmengdene for de fire Nordsjø- og de to Skagerakområdene.

År	Nordsjøen					Skagerak			Totalt
	I	II	III	IV	Sum	I	II	Sum	
1968	64	36	31	23	154				
1969	273	166	131	51	621	11	12	23	644
1970	66	23	27	12	128	11	6	27	145
1971	74	83	30	18	205	5	1	6	211
1972	97	45	79	33	254	6	6	12	266

Tabell 3.3 Planktonmengdene i de forskjellige områdene for årene 1968 - 1972.

Enhet: cm^3 plankton $\times 10^{-10}$.

Tabell 3.3 viser den samme generelle tendens for planktonmengdene som tabell 3.2 viser for ET-mengdene, det vil si at planktonmengden øker fra nord mot syd. I 1971 og 1972 holder ikke den tendensen helt. Ifølge tabell 3.3 er det i 1971 mer plankton i Nordsjøområdet II enn i I og i 1972 er det mer i III enn i II.

1969 skiller seg klart ut som det rikeste året med plankton i Nordsjøen, og 1970 som det fattigste. Når det gjelder Skagerak viser tabell 3.3 at Skagerak bidrar med relativt lite plankton. 1969 er også for Skageraks vedkommende det beste året mens 1970 er bedre enn både 1971 og 1972. 1971 er et år med relativt lav temperatur i Skagerak (fig. 3.22), lite plankton og relativt lite makrellegg (1,5%).

GLOVER & ROBINSON (1969, 1970, 1971) og ROBINSON (1973) gir gjennomsnittsantallet copepoder pr planktonprøve for hver av årets måneder i Nordsjøen fra 1968 - 1971. Copepoder er som nevnt også hovedkomponenten i planktonprøvene som ligger til grunn for beregningene i tabell 3.3. Det som er av egg og larver utgjør bare en svært liten del av prøvenes volum.

Derved skulle de to undersøkelserne til en viss grad være sammenlignbare. Området som ovennevnte undersøkelse dekker er delt inn i blokker. Blokkene er i området fra 55°N til 61°N vest for 3°E og til 62°N øst for 3°E . Området utgjøres av fire blokker, to nord for 58°N og to syd for denne breddegrad. Den sydligste blokken strekker seg inn i Skagerak til 10°E .

Sammenlignes månedene juni-juli for de fem årene hos GLOVER & ROBINSON (1966, 1970, 1971) og ROBINSON (1973), peker 1969 seg ut som det relativt beste året nord for 58°N . Sees hele området under ett er det 1968 som gir best resultat og deretter følger 1969, 1970, 1971. Dette er en noe anderledes rekkefølge enn tabell 3.3 gir. Dette kan skyldes flere årsaker. For det første dekker GLOVER & ROBINSON (1969, 1970, 1971) og ROBINSON (1973) et større område i og med at 55°N er den sydligste grensen. En mer sydlig eller nordlig utbredelse av hovedmengden av plankton kan være avgjørende for om de to undersøkelserne skal gi samme rekkefølge. I 1969 kan det derfor synes som hovedtyngden av planktonet er noe mer nordlig enn de andre årene.

De noe avvikende resultater for de to undersøkelserne, kan også delvis skyldes forskjellen i innsamlingsmønster og metodikk. GLOVER & ROBINSON (1969, 1970, 1971) og ROBINSON (1973) bruker en "Continuous Plankton Recorder" som slepes langs faste kurslinjer i 10 m dyp. Der er ikke mer en fem slike kurslinjer i det ovennevnte området. Derfor har disse undersøkelserne en dårligere dekning såvel horisontalt som vertikalt enn undersøkelserne som ligger til grunn for tabell 3.3.

1.6 Larvenes lengdefordeling og utbredelse

Fig. 3.24 viser makrellarvenes lengdefordeling de forskjellige årene. Hovedmengden av de fangete larvene utgjøres av lengdegruppene 3 mm, 4 mm og tildels 5 mm, da med gruppen 3 mm som den rikeste. De større lengdegruppene er bare representert med få individ. I 1970 og 1971 viser fig. 3.24 at det ble tatt larver større enn 10 mm, men dette er imidlertid bare enkelt individ. Den lengste larven målte 18 mm og ble tatt i 1971. Den dårlige fangsten av større larver kan skyldes stor larvedødelighet som ifølge SETTE (1943) i amerikanske farvann er 10-14% pr dag. Dessuten har de større larvene relativt god egenbevegelse og unnslipper redskapen lettere. Særlig stor blir egenbevegelsen ved 8-19 mm på grunn av finnedannelsen (SETTE 1943, MARR 1956).

Ifølge EHRENBAUM (1905-09) måler nyklekte larver 3,5 mm, samme lengde fant DANIELSEN (pers.med.) ved sine forsøk. Fig. 3.24 viser at noen larver ble målt til 2 mm, men dette skyldes nok mer teknikken ved å måle til nærmeste hele mm below og formalinens skrumpende effekt, enn at det virkelig ble tatt så små larver.

Fig. 3.25, 3.26, 3.27, 3.28 og 3.29 viser hvor Judayhåven fanget larver de forskjellige årene. Sammenlignes disse fordelingene med utbredelsene av egg (fig. 3.2 - 3.11), ser en at det er tatt lite larver i forhold til egg. Dette må skyldes dødeligheten både på egg og larver, og redskapets mangelfulle evne til å samle larver representativt.

Generelt kan det ellers sies at larvene stort sett ble tatt i områder med store eggkonsentrasjoner. Det går således igjen for hvert år at det er den sydligste delen av det undersøkte område som gir mest larver. I 1971 viser fig. 3.28 at det ble tatt svært mye larver øst av Shetland i samme område som fig. 3.8, 3.9 og 3.17 viser at det ble funnet relativt gode egg- og planktonforekomster. Fig. 3.27 viser at det ble tatt svært lite larver i 1970, et forhold som er i overensstemmelse med små eggforekomster samme år (tabell 3.2). I 1969 (fig. 3.26)

finnes der en larvekonsentrasjon i den nordøstlige del av Skagerak som indikerer at det også foregår betydelig gyting østenfor det undersøkte område.

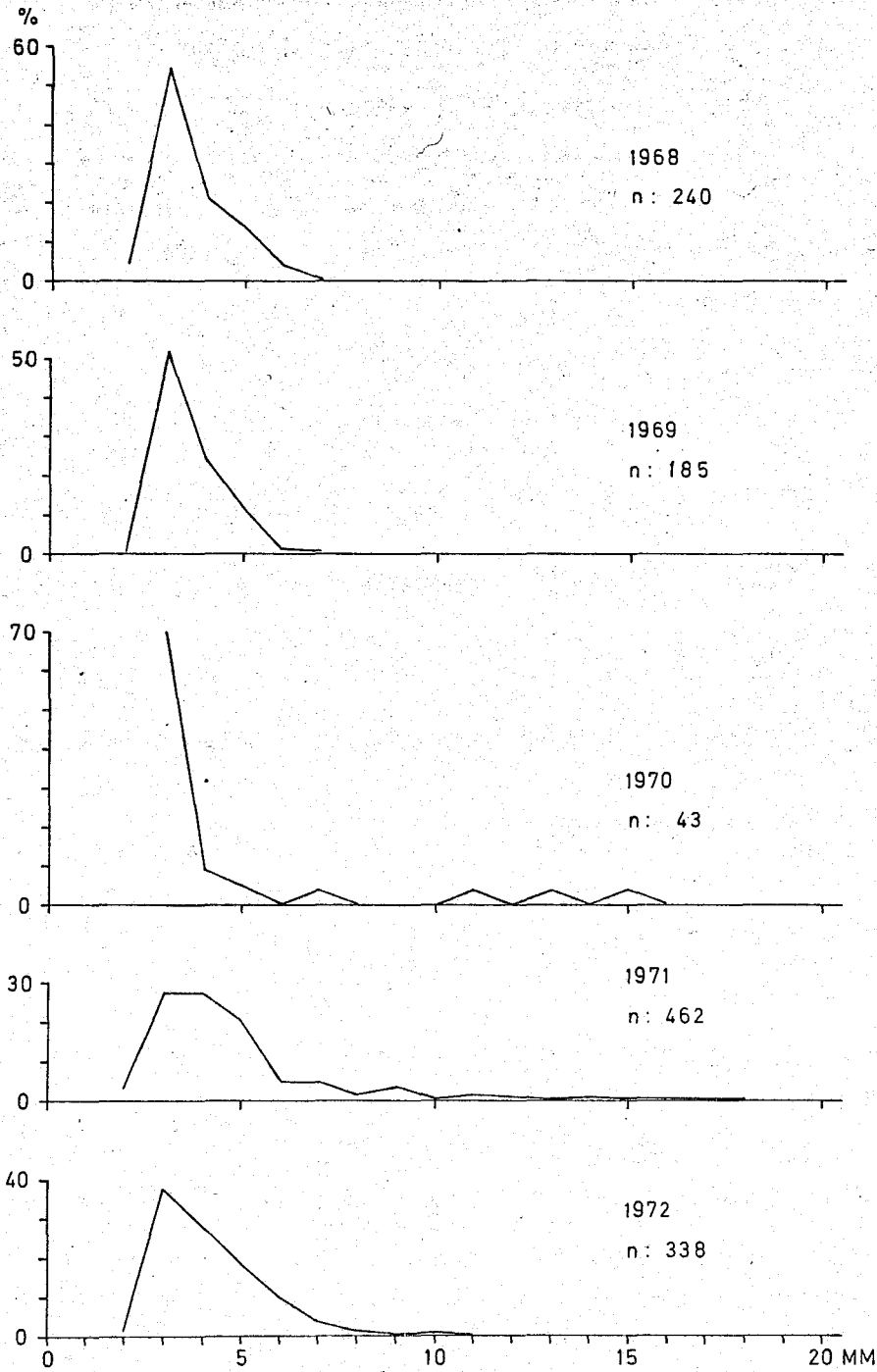


Fig 3.24. Makrellarvenes lengde fordeling.

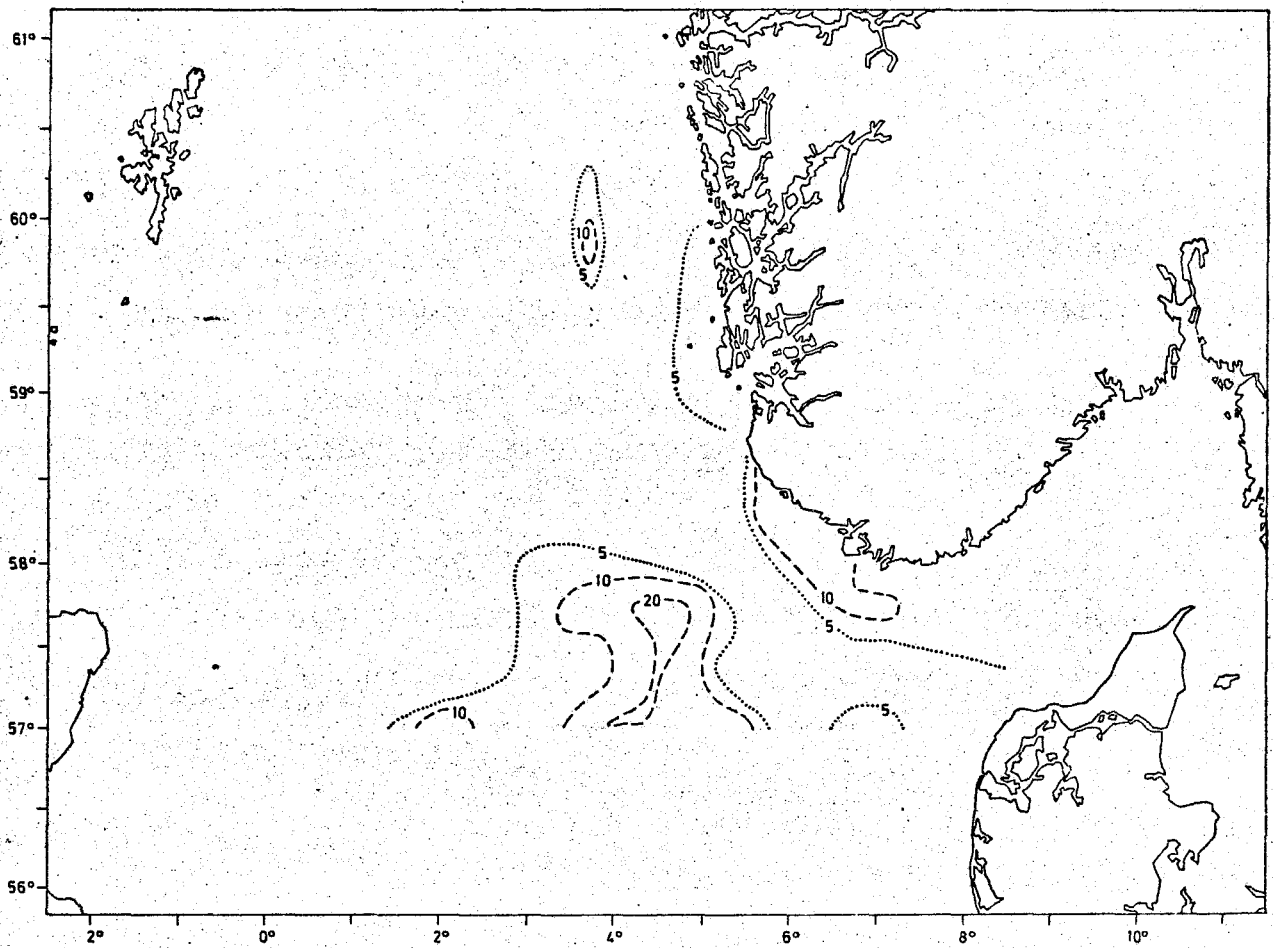


Fig. 3.25. Utbredelsen av makrellarver i 1968.

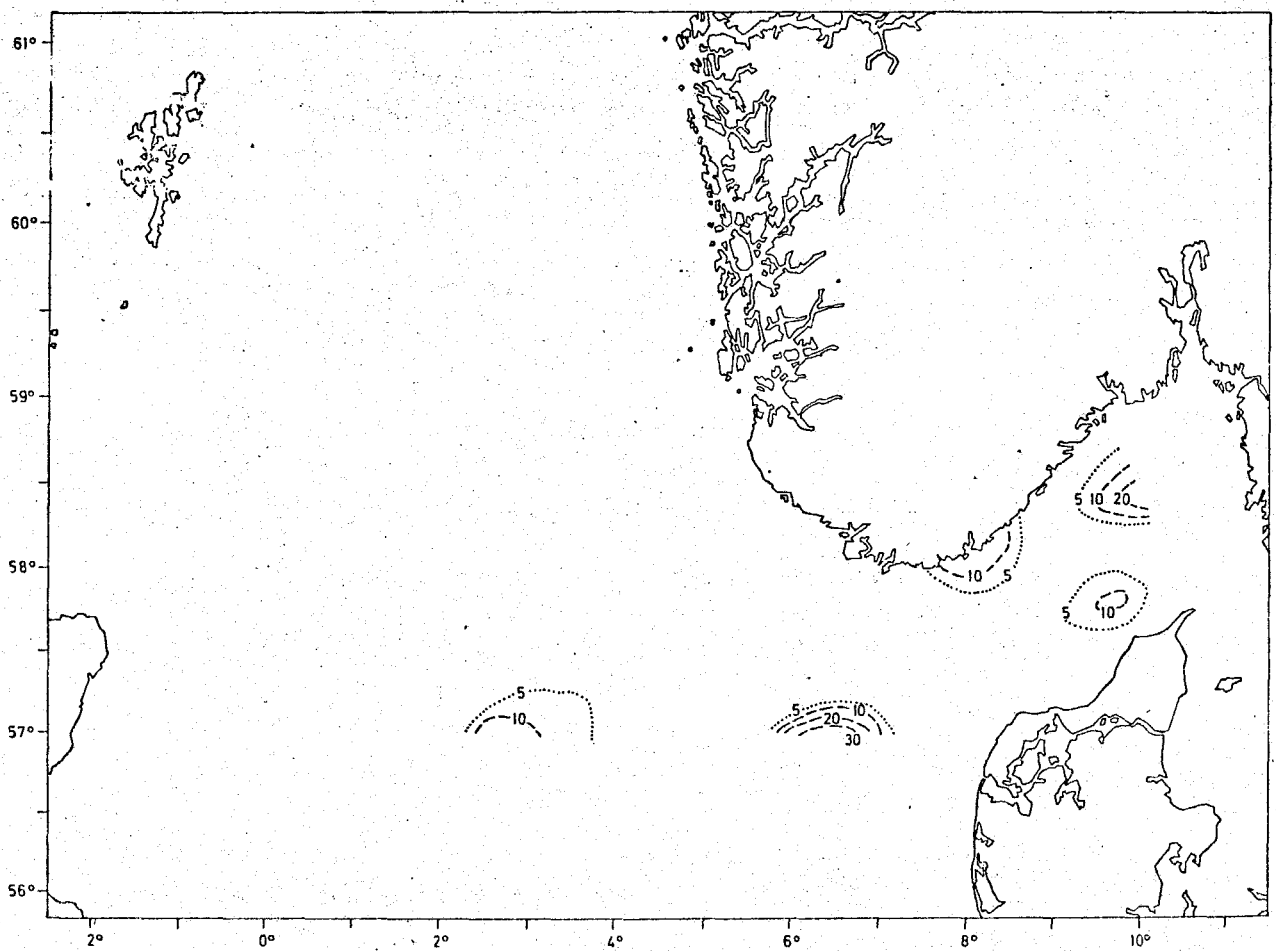


Fig. 3.26. Utbredelsen av makrellarver i 1969.

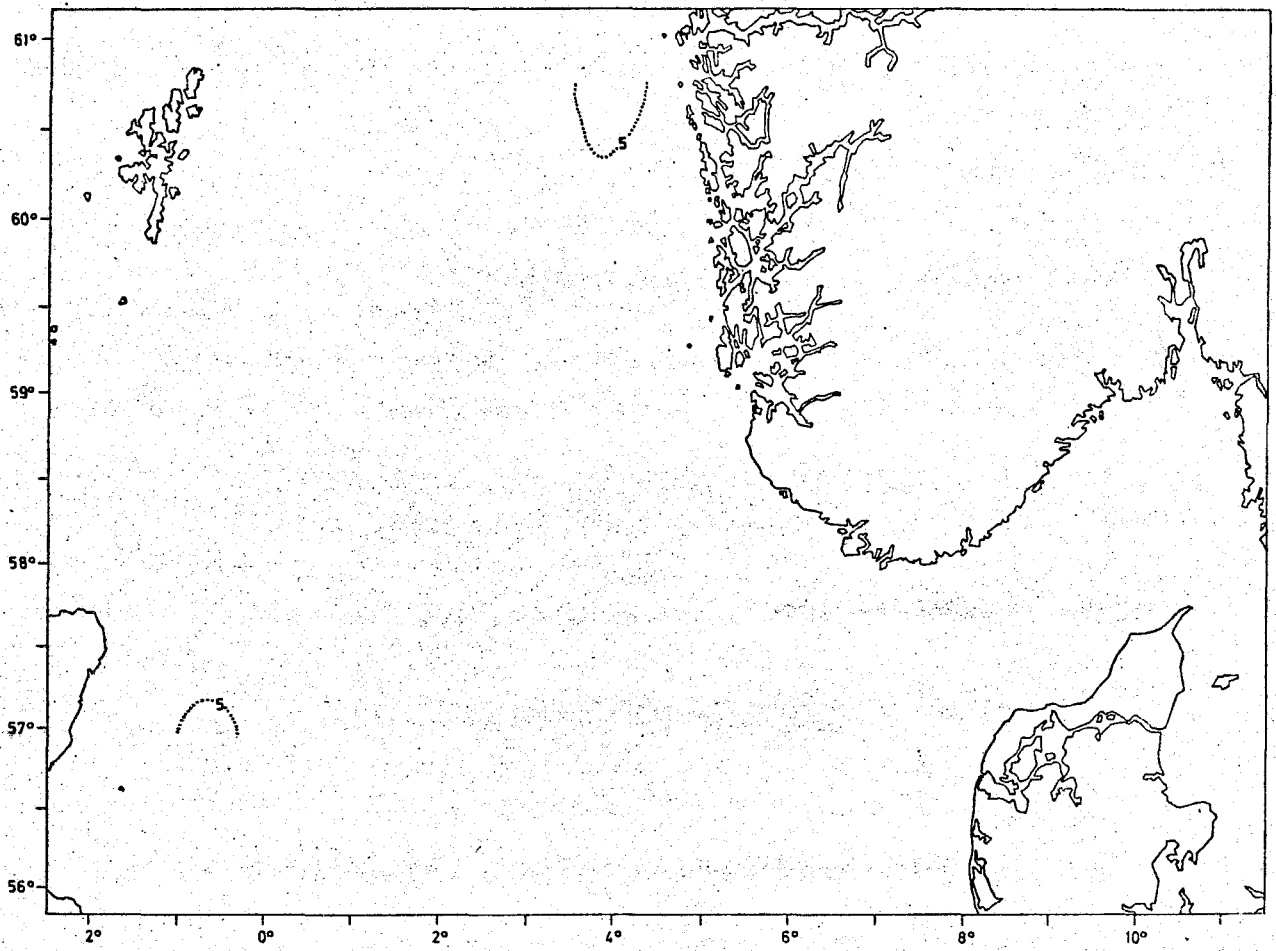


Fig. 3.27. Utbredelsen av makrellarver i 1970.

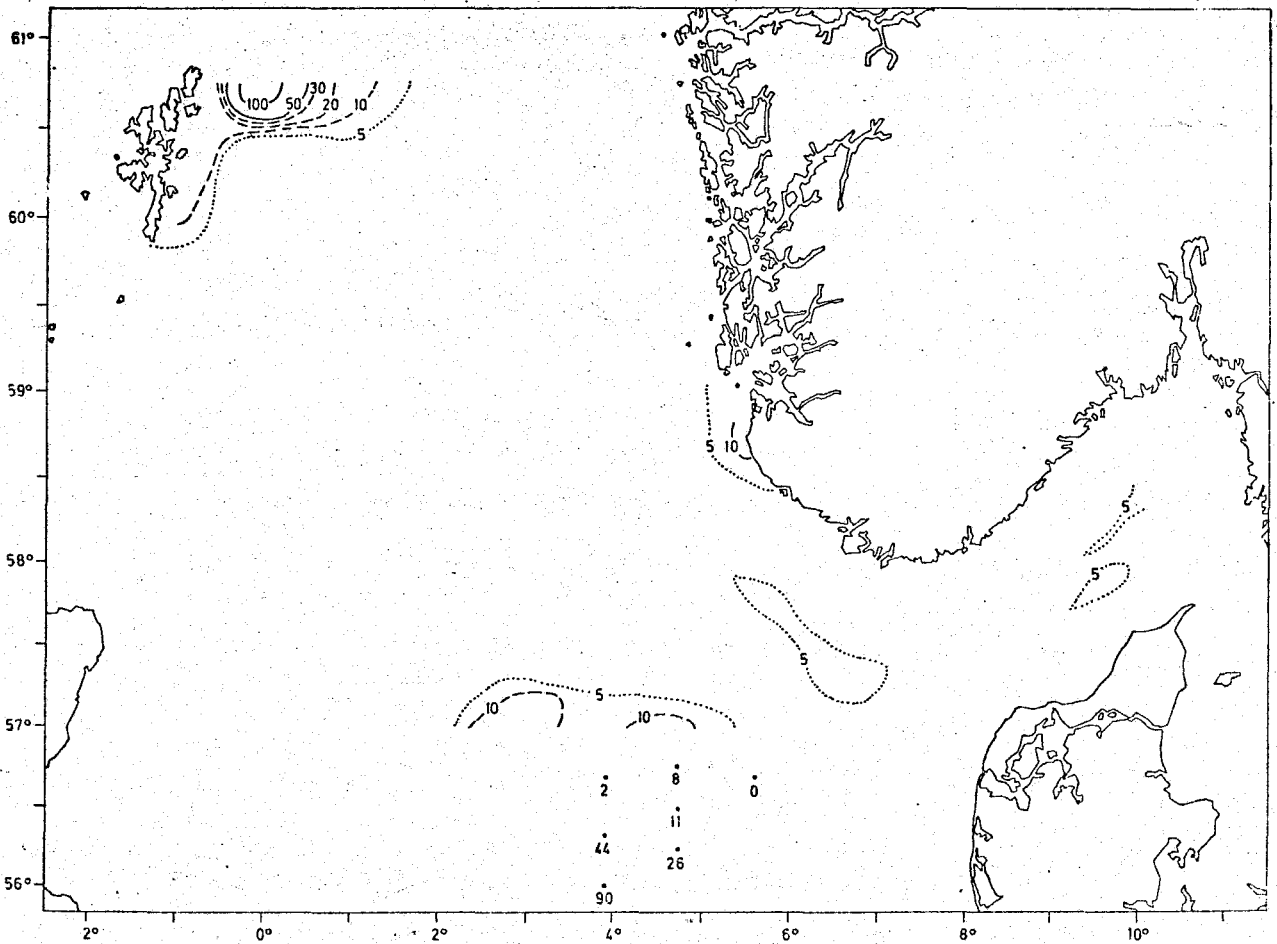


Fig. 3.28. Utbredelsen av makrellarver i 1971.

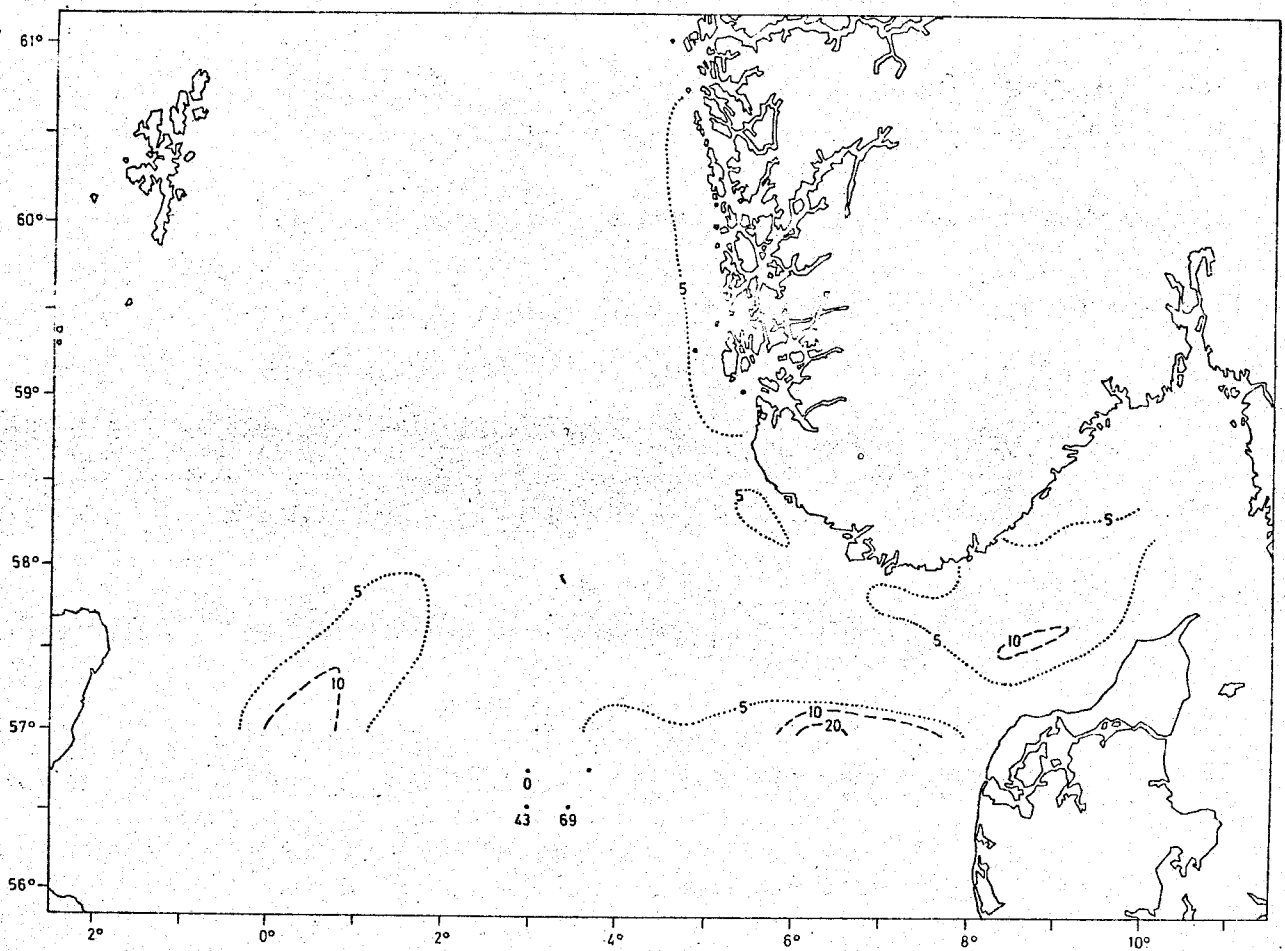


Fig. 3.29. Utbredelsen av makrellarver i 1972.

2. Materialet tatt med Clarke-Bumpus planktonsamler

2.1 Vertikalfordelingen av makrellegg

CBS ble først og fremst benyttet for å finne makrelleggenes vertikale fordeling. Vertikalfordelingen av eggene er fremstilt som prosentvis antall EU og EM i de ulike dyp for hvert av årene 1970 - 1972. Fig. 3.30 viser disse fordelingene. Av figuren fremgår det at det ikke er forskjell i vertikalfordelingen av EU og EM. Det meste av eggene forekommer i de øverste 5 m, men det finnes også en del egg i kolonnen 5-15 m. Under 15 m er det svært lite egg. Siden redskapen settes og trekkes inn i åpen tilstand, vil de dypeste instrumentene fange egg på veien ned og opp, gjennom de overliggende vannmasser. Dette forhold tatt i betraktning kan den nedre grense for vertikalfordelingen av makrellegg settes til 25 m dyp.

EHRENBAUM (1923) viser at makrelleggene stort sett finnes i overflatelaget. SETTE (1943) sier at eggene finnes over thermoklinen. Ifølge LJØEN (pers.mød.) varierer dypet for thermoklinen i de områdene det er tatt egg mellom ca 5 m og ca 20 m.

ROLLEFSEN (1930) antar at bølgene kan presse pelagiske egg av torsk (Gadus morhua), dypere ned i vannet. For å undersøke om dette også gjelder makrellegg ble den prosentvise fordeling beregnet for forskjellige vindstyrker (Beauforts skala). Resultatene er vist på fig. 3.31 og her er alle tre årene slått sammen. Fig. 3.31 viser at ved økende vindstyrke transporteres eggene nedover, men denne transporten synes å være begrenset til vannmassen over thermoklinen. Denne vindeffekt forklarer også det forhold at eggene i 1971 har en noe dypere fordeling enn i 1970 og 1972 (fig. 3.30). Innsamlingen i 1971 ble foretatt under de mest urolige vindforhold (tabell 3.7).

Ifølge EHRENBAUM (1923) og SETTE (1943) øker den spesifikke vekt for makrelleggene ettersom eggene utvikles. Oppdriften for EU skulle således være større enn for EM. Denne forskjell kan imidlertid ikke påvises i den prosentvise fordeling av

EU og EM med dypet (fig. 3.30 og 3.31).

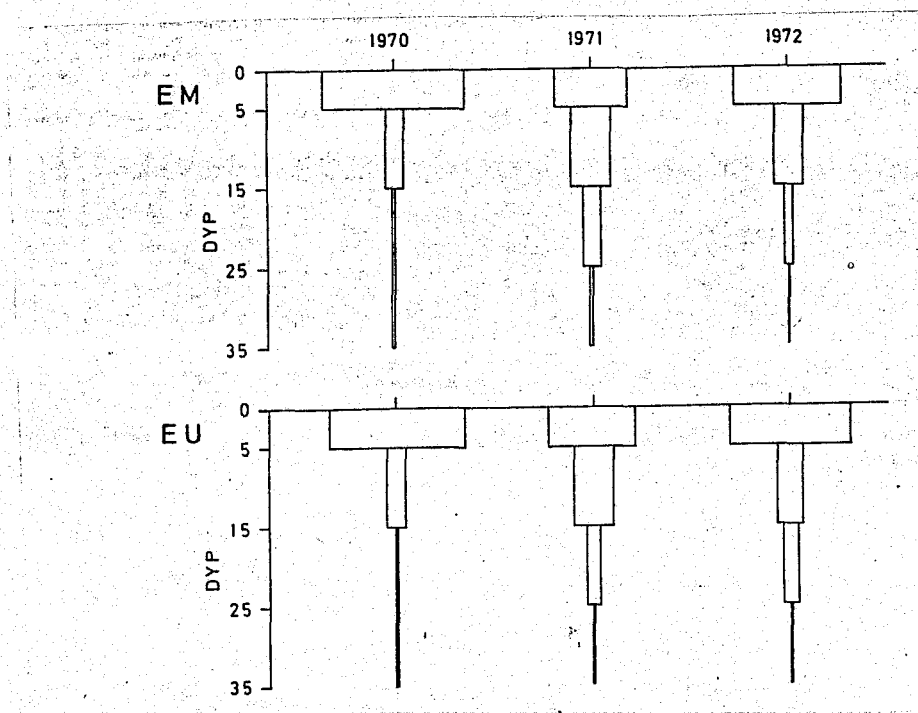


Fig. 3.30. Vertikalfordelingen av makrellegg med og uten embryo.

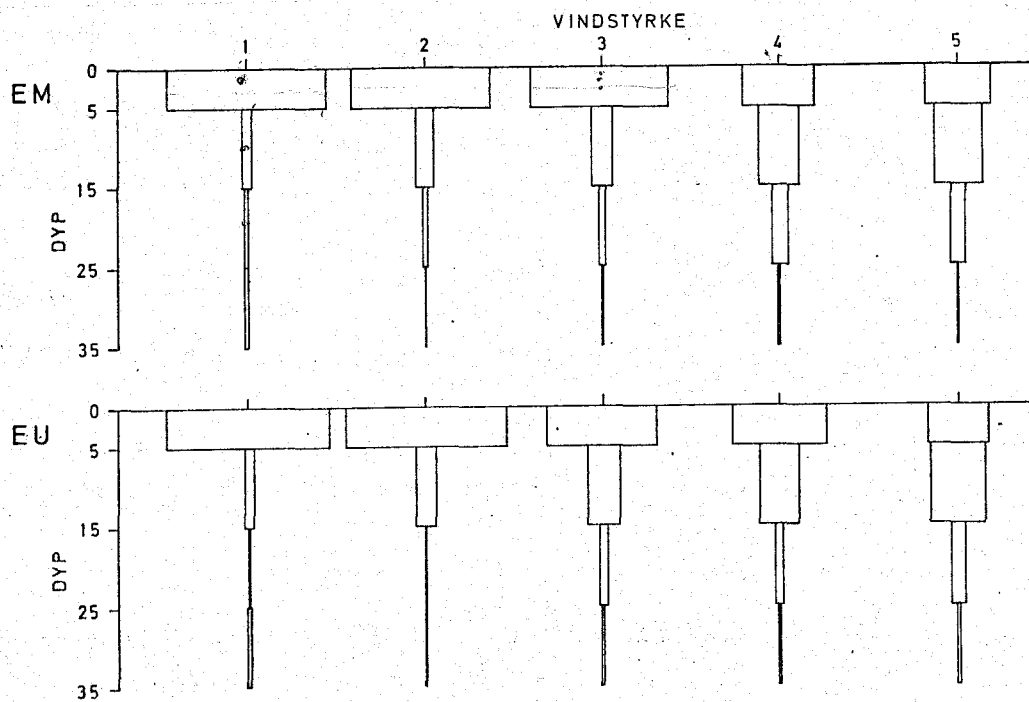


Fig. 3.31. Makrelleggenes vertikalfordeling ved forskjellige vindstyrker (Beauforts skala).

3. Redskapsvurdering

Ved hjelp av minste kvadraters metode ble regresjonen mellom antall ET pr m^2 overflate basert på Judayhåv og CBS beregnet for stasjoner med fullt innsamlingsprogram for årene 1970 - 72 under ett (ialt 370 stasjoner)

$$y = 1,2x + 4,1 \text{ (korr.koeff.=0.70)}$$

hvor: y = ET tatt med Judayhåv

x = ET tatt med CBS

Regresjonslingningen viser at CBS gir gjennomsnittlig mindre ET pr m^2 overflate enn Judayhåven. Da eggene ikke har noen egenbevegelse skulle det kunne forventes at begge redskapene vil gi samme antall egg pr m^2 overflate for samme stasjon. Forskjellen kan skyldes at vind og strøm gir Judayhåven en viss avdrift i forhold til skipet slik at håven trekkes skrått i stedet for vertikalt. Derved vil Judayhåven filtrere mer vann i det rike egglaget i overflaten enn ved korrekte vertikaltrekk.

CUSHING (1955) og MOTODA (1963) behandler samme problem. Sist nevnte kilde gir en metode for hvordan det filtrerte væskelolum i slike tilfeller kan beregnes. For å kunne bruke denne formelen må forhold som visningsvinkelen og hastigheten for skipets avdrift være kjent. Det ble ikke tatt slike observasjoner, så denne metoden kan ikke benyttes her.

Ved utregningen av egg pr m^2 overflate regnes det med at alle vertikaltrekkene er korrekte, og derved vil avdriften føre til at eggmengden overestimeres. Tabell 3.4 viser gjennomsnittet av faktoren

$$\frac{\text{egg pr } m^2 \text{ overflate basert på Judayhåv}}{\text{egg pr } m^2 \text{ overflate basert på CBS}}$$

som ble beregnet for alle stasjoner med fullt innsamlingsprogram i områder med 30 eller fler egg pr m^2 overflate (fig. 3.7, 3.9 og 3.11).

Vind (Beaufort)	0 - 1	2	3	4	5
Gj.snittsfaktor	1,2	1,8	2,0	2,1	2,6

Tabell 3.4 Gjennomsnittlige verdier for faktoren: egg tatt med Judayhåv/egg tatt med CBS, for forskjellige vindstyrker.

Tabell 3.4 viser at eggmengden overestimeres ved sterkere vind i forhold til roligere vindforhold dersom Judayhåv-prøvene legges til grunn for mengdeberegningene. Faktorene i tabell 3.4 ble brukt for å omregne eggmengdene tatt med CBS til Judayhåv-verdier for stasjonene 625, 634-638 og 640 i 1970 (avsnitt 1.4).

Tabell 3.5 gir gjennomsnittlig mengde egg pr m^2 overflate for stasjoner i områder med 30 eller fler egg pr m^2 overflate de tre siste årene under ett (fig. 3.7, 3.9 og 3.11).

Judayhåv		CBS	
Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
100,2	164,8	69,6	84,9

Tabell 3.5 Gjennomsnittlig ET-mengde pr m^2 overflate med tilhørende standardavvik.

Ifølge tabell 3.5 er gjennomsnittet for Judayhåven større enn for CBS og dette skyldes som nevnt at vind og strøm innvirker på Judayhåven. Standardavviket er relativt større for Judayhåven enn for CBS. Dette skyldes at vertikaltrekk er mer utsatt for innsamlingsvariasjon på grunn av patchiness effekten enn horisontaltrekk (WIBORG 1948). Tabell 3.5 viser ellers at standardavvikene er svært store i forhold til gjennomsnittsverdiene, et forhold som skyldes den store mengdevariasjonen i det utvalgte området.

Tilsvarende regresjonsligning som ble beregnet for egg tatt

med de to redskapstypene ble også beregnet for plankton:

$$Y = 1,4x + 3,0 \quad (\text{korr.koeff.}=0.79)$$

Også for plankton viser det seg altså at Judayhåven gjennomsnittlig gir mer pr m^2 overflate enn CBS. Dette skyldes vind og strøm effekten, samt at Judayhåven representerer en større vannkolonne enn de fire CBS tilsammen. Vindens og strømmens effekt vil antagelig ikke gi helt samme resultat for planktonet som for eggens vedkommende, da planktonet har en vertikal døgnvariasjon. Planktonvolumene for Judayhåven er dessuten målt før fiksering mens CBS-volumene er målt etter en tids fiksering.

Når det gjelder fangst av larver viser fig. 3.32 at CBS tar relativt mer av lengdegruppen 4 mm, 5 mm og tildels også 6 og 7 mm enn Judayhåven. Når det gjelder større larver synes ikke CBS å gi noe annet resultat enn Judayhåven.

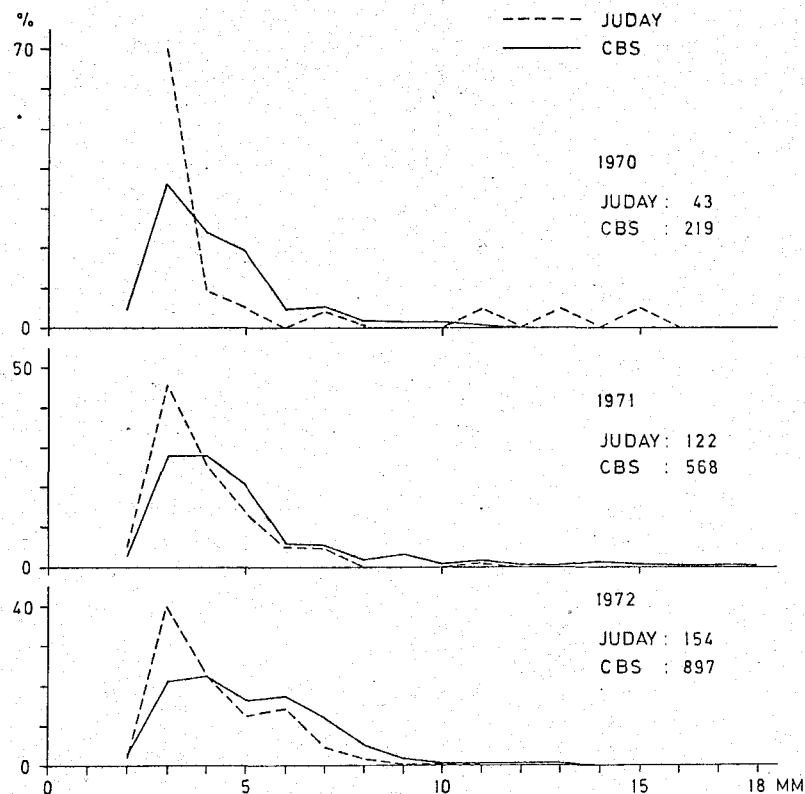


Fig. 3.32. Lengdefordeling av makrellarver tatt på stasjoner med fullt innsamlingsprogram.

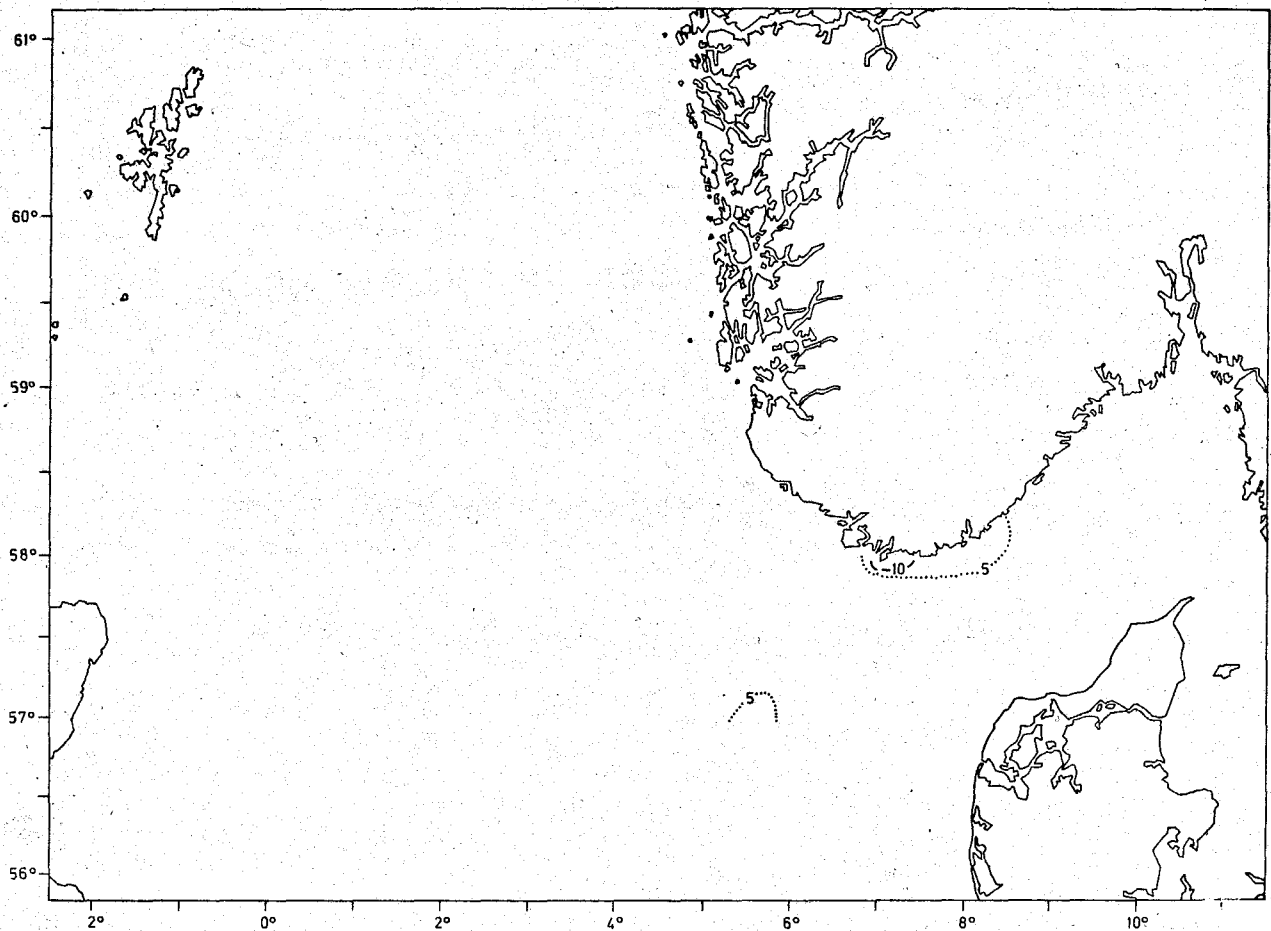


Fig. 3.33. Utbredelsen av makrellarver med CBS-prøvene fra 1970 som basis.

Fig. 3.33 viser hvor CBS fanget makrellarver i 1970. Sammenlignes denne figuren med fig. 3.27, viser de to figurene ingen overensstemmelse. Når makrellarvene bare forekommer i relativt tynne konsentrasjoner, er hverken Judayhåv eller CBS særlig effektive innsamlingsredskap.

Alt i alt synes imidlertid CBS å egne seg bedre for kvantitativ innsamling av makrellegg og tildels også makrellarver enn Judayhåven.

Fiskeridirektoratet
Biblioteket

4. Gytebestand i relasjon til eggmengde

FHI's ressursoversikt (ANON. 1973) gir Nordsjømakrellens beregnete bestandsstørrelse for årene 1963-1972. Ifølge HAMRE (pers. med.) er 1,2-1,3 millioner tonn et nøyaktigere estimat for bestanden i 1972 enn det ressursoversikten gir. Beregningene inkluderer all makrell eldre enn to år og refererer seg til årets begynnelse. Den totale eggmengde fra den undersøkte delen av Nordsjøen og den estimerte makrellbestand de fem årene er vist på fig. 3.34.

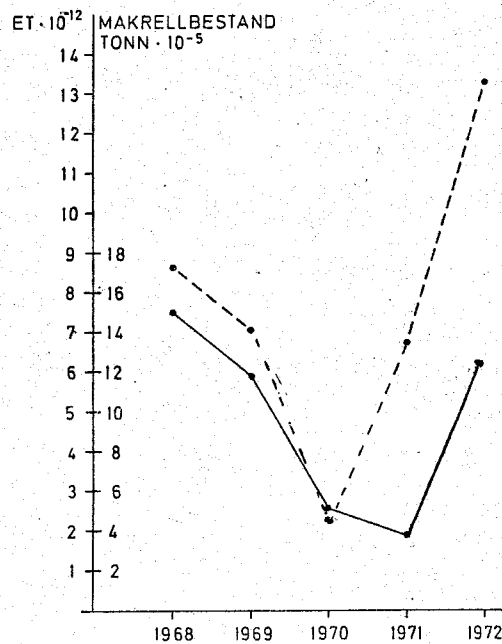


Fig. 3.34. Beregnet makrelleggmenngde (stiplet linje) og makrellbestand (heltrukket linje) for årene 1968-1972.

Eggmengdene som er gitt her omfatter egg både fra Nordsjømakrellen og den vestlige bestand. Dette er gjort da skillet mellom de to bestandene ikke er tydelig på figurene som gir ET utbredelsene (fig. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 og 3.11). Feilen ved å ta med eggene fra den vestlige bestand, blir relativt

liten da eggforekomstene i det vestlige området er beskjedent i forhold til området forøvrig. Således utgjør eggmengden øst av Shetland i 1971 (fig. 3.9) bare ca 0,5% av den totale eggmengde.

For at de beregnede eggmengdene de forskjellige årene skal være sammenlignbare, må gyteaktiviteten være noenlunde den samme for undersøkelsesperiodene 1968-1972. Tabell 3.6 gir forholdet mellom beregnet EU og beregnet ET mengde for Nordsjødelen de fem årene.

År	1968	1969	1970	1971	1972
EU/ET	0,21	0,11	0,40	0,44	0,53

Tabell 3.6. Gyteaktiviteten for undersøkelsesperiodene 1968-1972.

Når gyteaktiviteten avtar vil det stadig finnes relativt mer egg med embryo i forhold til egg uten embryo, og følgelig blir EU/ET mindre og mindre i tallverdi. Derved vil EU/ET være et mål for gyteaktiviteten. Tabell 3.6 viser at gyteaktiviteten var noe mindre i 1968 og 1969 enn de tre siste årene som synes å ha noenlunde ens aktivitet. Da undersøkelsene hvert år ble foretatt til omtrent samme tid, skulle en forvente noenlunde samme verdi for EU/ET. De lave verdiene i 1968 og 1969 indikerer en noe tidligere gyting enn ellers. Gytebestanden i 1968, 1969 og 1970 besto hovedsakelig av gamle individer sammenlignet med 1971 og 1972. Den eldre fisken starter å gyte noe tidligere i sesongen enn den yngre. Den gamle gytebestanden disse årene skyldes de dårlige årsklassene fra 1963 til og med 1968 (HAMRE 1971, HAMRE & ULLTANG 1972). Ifølge de samme kildene er 1969 årsklassen svært sterk, og FHI's makrellprøver fra sommeren 1971 viser at en god del av 1969 årsklassen gjøt dette året. Derved er bestanden i 1971 (fig. 3.3~~4~~) underestimert da estimatet er gjort før

rekrutteringen av denne rike årsklassen er begynt. Fra 1969 til 1970 viser fig. 3.3~~4~~ en sterk desimering av den gamle bestanden. Den rike 1969 årsklassen har da utgjort en vesentlig del av gytebestanden i 1971 og spesielt i 1972, og dette har ført til en noe senere gyting disse to årene. I 1970 skulle en også kunne forvente en tidligere gyting, men ifølge tabell 3.6 synes det som gytingen likevel har foregått noe senere i sesongen enn de to første årene. I 1969 viser tabell 3.1 at temperaturen på gytefeltet var relativt høy, og dette forhold kan også ha medvirket til den tidlige gytingen dette år. Den noe sene gytingen i 1971 kan delvis også skyldes den lave temperaturen på feltet dette året (tabell 3.1). Den lave gyteaktiviteten de to første årene har ført til at eggmengdene som vist i tabell 3.2 og fig. 3.3~~4~~ er underestimert i forhold til de siste årene. Gytebestanden i 1968 og 1969 er av noenlunde samme størrelsesorden som bestanden i 1972 (fig.3.3~~4~~), og en kunne derfor vente at også eggmengdene var av samme størrelse.

Som vist i forrige avsnitt kan vind og strøm redusere påliteligheten av eggestimaten. Tabell 3.7 viser de gjennomsnittlige vindforholdene i områder med 30 eller flere ET pr m² overflate de forskjellige årene (fig. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9, og 3.11).

År	1968	1969	1970	1971	1972
Vind (Beaufort)	3,0	2,0	2,5	3,5	3,0

Tabell 3.7. Gjennomsnittlig vindstyrke på gytefeltet de fem årene.

Sammenlignes tabell 3.7 og 3.4 viser det seg at eggmengdene hvert år er overestimert på grunn av vindforholdene. Ifølge de to tabellene synes det som denne effekten skulle slå noenlunde likt ut de fem årene, men muligens er eggmengden i 1971 noe overestimert i forhold til de øvrige år.

Hele gyteområdet er ikke dekket, og det kan også innvirke på de beregnede eggmengdenes sammenlignbarhet. En mer sydlig eller nordlig hovedgyting vil gi relativt sterke utslag i eggmengdene. Undersøkellesområdet må derfor utvides mot syd. Hvor langt denne utvidelsen skal gå er idag vanskelig å avgjøre. En slik utvidelse vil medføre at tidsperioden for undersøkelsen også blir utvidet. For å kompensere noe på dette, kan innsatsen i de eggfattige områdene reduseres. Dette kan gjøres ved å øke avstanden mellom stasjonene på snittene slik at antall observasjonspunkter skjæres ned.

Feilbestemmelse av eggene vil være en feilkilde i denne type undersøkelser, men feilen vil her bli svært liten, da makrelleggene er relativt enkle å skille fra andre arter.

IV. SAMMENDRAG

1. Undersøkelsen tok sikte på å klarlegge makrellens gyteområde i den nordlige del av Nordsjøen og i Skagerak. Videre å undersøke om det er noen sammenheng mellom gytebestandens størrelse og den beregnede makrelleggmengde basert på en dekning av dette området pr gytesesong. Dessuten å undersøke makrell-eggenes vertikale fordeling.
2. Innsamlingen av planktonprøver ble foretatt med stor Juday-håv i Nordsjøen mellom 57°N og $61^{\circ}45'\text{N}$ somrene 1968-1972 samt i Skagerak 1969-1972. Dessuten ble Clarke-Bumpus planktonsamler brukt i hele området i 1970 og i den østlige delen av det undersøkte området i 1971 og 1972.
3. Hovedgytingen foregår hvert år i den sydlige delen av området og strekker seg videre sydover. Gytefeltet viser ellers at Nordsjømakrellen gyter atskilt fra makrellen i Shetlandsområdet. Skagerak bidrar med bare ca 2 - 11% av den totale eggmengde. Selve gytingen foregår i overflaten ved 12°C eller varmere. Det er forholdsvis bra med plankton i hele den undersøkte delen av gyteområdet.
4. Vel 90% av makrelleggene ble tatt i de øverste 15 m. Ved rolig vær ble gjennomsnittlig ca 80% av eggene tatt i de øvre 5 m; ved vindstyrke 5 (Beauforts skala) ble bare ca 30% tatt i dette skiktet.
5. Da vind, strøm og patchiness-effekten reduserer påliteligheten av beregnet total egg- og planktonmengde basert på prøver tatt med Juday-håv i forhold til estimat basert på Clarke-Bumpus samleren, bør sistnevnte redskap, som også egner seg bedre for fangst av makrellarver benyttes.

6. I 1968 og 1969 var hovedgytingen noe tidligere enn de andre årene. Undersøkelsene som hvert år ble foretatt til omtrent samme tid falt derfor i et tidsrom med lavere gyteaktivitet de to første årene, og eggmengdene ble derved underestimert. Taes dette med i betraktningene synes det å være relativt god sammenheng mellom bestandens størrelse og eggmengden, selv om ikke hele gyteområdet er dekket. For å få sikrere estimat av eggmengden må det undersøkte området utvides i sydlig retning, slik at hele gytefeltet dekkes.

V TAKK

Jeg vil først og fremst få takke havforsker Johannes Hamre for at han stilte det innsamlete materiale til min disposisjon og for all veiledning under utførelsen av arbeidet. Videre takk til professor Kr. Fr. Wiborg for gode råd. Dessuten takk til Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt og spesielt da til avdelingen i niende etasje for hjelp og imøtekommenhet.

Til slutt vil jeg få takke Berit Christoffersen og Helga Gill for maskinskrivning av oppgaven og til Sigmund Myklevoll for hjelp med rentegning av figurene.

VI LITTERATUR

- ANON. 1973. Ressursoversikt for 1973. Fisken og Havet, særnummer 1973. 80 pp.
- BIGELOW, H.B. & WELSH, W.W. 1925. Fishes of the Gulf of Maine. Bull.U.S. Bur.Fish., 40, part 1, Dec. 965: 188-209.
- BUCHANAN-WOLLASTON, H.J. 1926. Plaice-egg production in 1920 1920-21 treated as a statistical problem, with comparison between the data from 1911, 1914 and 1921. Fishery Invest., Lond., Ser. 2, 9 (2): 1-36, 11 charts.
- BULLEN, G.E. 1908. Plankton studies in relation to the western mackerel fishery. J.mar.biol.Ass.U.K., 8: 269-302.
- CLARKE, G.L. & BUMPUS, D.F. 1940. The plankton sampler - an instrument for quantitative plankton investigations. Spec.PublsAm.Soc.Limnol.Oceanogr., 5: 1-18.
- CORBIN, P.G. 1947. The spawning of mackerel Scomber scombrus L., and Pilchard Clupea pilchardus Walbaum, in the Celtic Sea in 1937-39. J.mar.biol.Ass.U.K., 27: 65-132.
- CUNNINGHAM, J.T. 1896. The natural history of the marketable marine fishes of the British Islands. London 1896. 375 pp.
- CUSHING, D.H. 1955. Production and a pelagic fishery. Fishery Invest., Lond., Ser. 2, 18(7): 1-104.

DANNEVIG, A. 1919. Canadian fish-eggs and larvae. Canadian Fisheries Expedition 1914-15. 74 pp.

- 1948. Spawning and growth of young mackerel on the Norwegian Skagerak Coast. J.Cons.perm.int. Explor.Mer, 15: 218-220.

EHRENBAUM, E. 1905-09. Erei und Larven von Fishen des Nordischen Planktons. Nord. Plankton, 1: 1-396.

- 1923. The mackerel. Rapp.P.-v.Réun.Cons.perm.int.Explor.Mer, 30: 1-39.

GLOVER, R.S. & ROBINSON, G.A. 1969. The Continuous Plankton Recorder Survey: Plankton around the British Isles during 1968. Annls biol., Copenh., 25: 87-91.

- 1970. The Continuous Plankton Recorder Survey: Plankton around the British Isles during 1969. Ibid. 26: 107-111.

- 1971. The Continuous Plankton Recorder Survey: Plankton around the British Isles during 1970. Ibid. 27: 67-71.

HAMRE, J. 1970. Internal tagging experiments of mackerel in the Skagerak and the north-eastern North Sea. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1970 (25): 1-7, 4 tabs, 3 figs. Mimeo .

- 1971. Further results of the Norwegian mackerel investigations. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1971 (23): 1-14, 4 tabs, 2 figs. Mimeo .

HAMRE, J. & ULLTANG, Ø. 1972. The effects of regulations of the mackerel fishery in the North Sea. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1972 (30): 1-14. Mimeo .

- HARALDSVIK, S. & LJØEN, R. 1968. Sildeundersøkelser i Nordsjøen, sommeren 1967. Fisken og Havet, 1968 (2): 20-26.
- HIEMSTRA, W.H. 1962. A correlation table as an aid for identifying pelagic fish eggs in plankton samples. J.Cons.perm.int.Explor.Mer, 27: 100-108.
- JOHANSEN, A.C. 1925. On the influence of the currents upon the frequency of the mackerel in the Kattegat and adjacent parts of the Skagerak. Medd.Komm. Havunders.Ser.Fisk., 7(8): 1-26.
- JUDAY, C. 1916. Limnological apparatus. Trans.Wis.acad.Sci. arb.Lett., 18(2): 566-592.
- KÄNDLER, R. 1954. Über das Raichen der Makrele (Scomber scombrus L.) in der Kieler Bucht. Kiler Meeresforsch., 10: 182-201.
- LANGFORD, R.R. 1953. Methods of plankton sampling and a description of a new sampler. J.Fish.Res.Bd.Can., 10: 238-352.
- LE BOUR, M.V. 1920. The food of young fish. J.mar.biol.Ass. U.K., 12: 253-324.
- LINDQUIST, A. 1968. Ichthyoplankton of Skagerak: maps and tables concerning May and June. Medd.fr. Havfiskelab. Lysekil, 42: Tekst + 180 kart.
- 1970. Zur Verbreitung der Fisherei und Fishlarven in Skagerak in den Monaten Mai und Juni. Fish.Bd.Swed.Ser.Biol. 19: 1-87.
- LISSNER, H. 1939. Über die Makrele des Adriatischen Meeres. Thalassia, 3(8): 1-37.

- MARR, J.C. 1956. The "critical period" in the early life history of marine fishes. J.Cons.perm.int. Explor.Mer, 21: 160-170.
- MOTODA, S. 1963. Proposed methods of estimation of quantity of water filtered by vertical net haul, and its application on illustrating distribution of zooplankton biomass in the eastern Indian Ocean. Int.Bull.Plankt.Jap., 10: 22-28.
- MYRBERGET, S. 1965. Distributions of mackerell eggs and larvae in the Skagerak, 1957-1959. FiskDir.Skr. Ser.HavUnders., 13(8): 20-28.
- NILSSON, D. 1914. A contribution to the biology of the mackerel: Investigations in Swedish waters. Publs.Circ.Cons. perm.int.Explor.Mer, 69: 1-67.
- ORTON, J.H. 1920. Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. Mar.Biol.Ass.J.n.s., 12(2): 339-366.
- ROBINSON, G.A. 1973. The Continuous Plankton Recorder Survey: Plankton around the British Isles during 1971. Annls biol., Copenh., 28: 59-64.
- ROLLEFSEN, G. 1930. Observations on cod eggs. Rapp.P.-v.Réun. Cons.perm.int.Explor.Mer, 65: 31-34.
- SETTE, O.E. 1943. Biology of the atlantic mackerel (Scomber scombrus) of North America. Part I. Early life, including the growth, drift and mortality of egg and larvae populations. Fishery Bull.Fish.Wildl. Serv.U.S., 50: 149-237.
- 1950. Biology of the atlantic mackerel (Scomber scombrus) of North America. Part II. Migrations and habits. Ibid. 51: 251-358.

SETTE, O.E. & AHLSTROM, E.H. 1948. Estimations of abundance of the eggs of the Pacific pilchard (Sardinops caerulea) off southern California during 1940 and 1941. J.mar.Res., 7: 511-542.

STEVEN, G.A. 1949. Contribution to the biology of the mackerel Scomber scombrus L. II. A study of the fishery in the south-west of England, with special reference to spawning, feeding and "fishermen's signs". J.mar.bio.Ass.U.K., 28: 555-581.

TAIT, J.B. 1937. The surface water drift in the northern and middle areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel. Part II, Section 3. Scient. Invest.Fishery,Bd.Scotl., 1: 1-60.

TONOLLI, V. 1971. Methods of collection. 1.1. Zooplankton. Pp.1-14. In Edmonson, W.T. & Winberg, G.G. (eds.) A manual of methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. IBP Handbook 17, Oxford.

WIBORG, K.F. 1948. Experiments with the Clarke and Bumpus sampler and with a plankton pump in the Lofoten area in northern Norway. FiskDir.Skr.Ser.HavUnders., 9(2): 1-32.

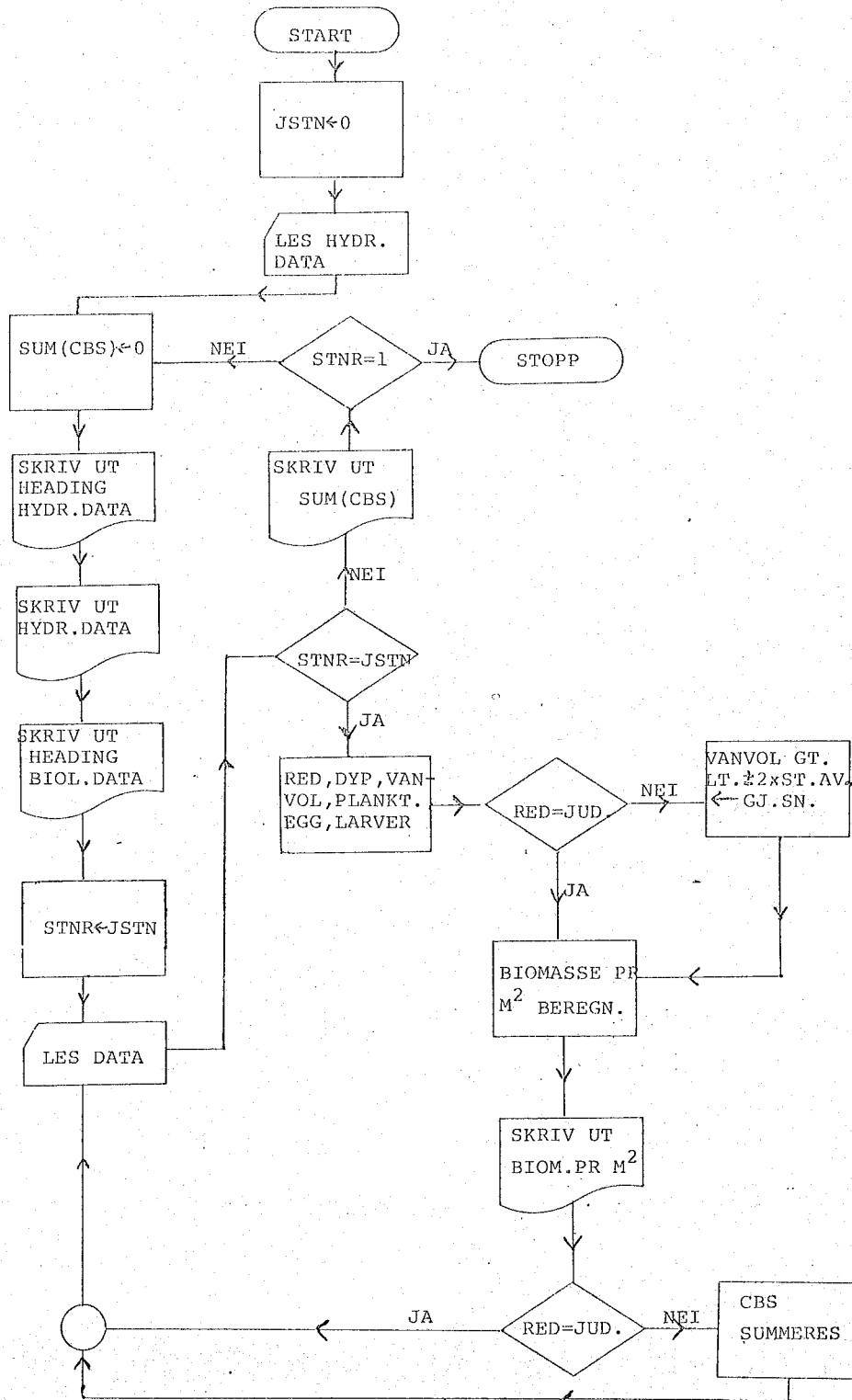
WORLEY, L.G. 1933. Development of the egg of the mackerel at different constant temperatures. J.genet. Physiol., 16: 841-857.

VII APPENDIXTABELLER

APPENDIXTABELL 1a. EDB-program for beregning av biomasse pr m²
overflate. Pr.1:

```
JSTN=0
INTEGER STNR, RED, ADYP, BDYP, KOL(63), F(20)
REAL VANVOL, EMED, EUTEN, ETOT, PLANKT, LARVER, B
READ(5, 3) STNR, (KOL(I), I=1, 63)
3  FORMAT(4X, 14, 63I1)
   GO TO 2
9  READ(5, 1) STNR, (KOL(I), I=1, 63)
1  FORMAT(4X, 14, 63I1)
   IF (STNR.EQ.JSTN) GO TO 13
   WRITE(6, 73) SUM1, SUM2, SUM3, SUM4, SUM5
73  FORMAT(' ', 37X, F8.2, F8.2, F9.2, F8.2, F10.2)
   IF (STNR.EQ.1) GO TO 98
2  CONTINUE
   SUM1=0
   SUM2=0
   SUM3=0
   SUM4=0
   SUM5=0
   WRITE(6, 50)
50  FORMAT('0', 'STNR BREDDE LENGDE EW AAR MND DAG KL DYP'
          92X, 'TEMP SALT WIND')
   WRITE(6, 51) STNR, (KOL(I), I=1, 32), (KOL(I), I=43, 46)
51  FORMAT(' ', 14, 4X, 4I1, 3X, 5I1, 3X, 11I, 2X, 3I1, 3X, 2I1, 3X, 2I1, 2X
          62I1, 1X, 4I1, 2X, 4I1, 1X, 5I1, 10X, 4I1)
   WRITE(6, 5)
5  FORMAT(' ', 5X, 'STASJON RED ADYP BDYP VANVOL PLANKT EMED'
          64X, 'EUTEN ETOT LARVER')
   JSTN=STNR
   GO TO 9
13  RED=KOL(1)
     ADYP=KOL(4) * 100+KOL(5) * 10+KOL(6)
     BDYP=KOL(7) * 100+KOL(8) * 10+KOL(9)
     VANVOL=KOL(10) * 100+KOL(11) * 10+KOL(12)
     VANVOL=VANVOL/10.
     IF (VANVOL.EQ.0.) GO TO 9
     PLVOL=KOL(13) * 10+KOL(14)
     GEM=KOL(15) * 1000+KOL(16) * 100+KOL(17) * 10+KOL(18)
     UEG=KOL(19) * 100+KOL(20) * 10+KOL(21)
     L=1
     DO 12 I=22, 30, 2
     L=L+1
12  F(L)=KOL(I) * 10+KOL(I+1)
     DO 23 I=32, 47, 3
23  F(L)=KOL(I) * 100+KOL(I+1) * 10+KOL(I+2)
     DO 14 I=50, 62, 2
     L=L+1
14  F(L)=KOL(I) * 10+KOL(I+1)
     ANT=0.
     DO 15 L=2, 19
15  ANT=ANT+F(L)
     IF (RED.EQ.1) GO TO 40
     IF (ADYP.LE.5) GO TO 60
     IF (ADYP.LE.15) GO TO 61
     IF (ADYP.LE.25) GO TO 62
     IF (ADYP.LE.35) GO TO 63
     B=10.
     GO TO 64
60  B=5.
     IF (VANVOL.LT.5.6) VANVOL=9.9
     IF (VANVOL.GT.14.3) VANVOL=9.9
     GO TO 64
62  B=10.
     IF (VANVOL.LT.5.3) VANVOL=9.4
     IF (VANVOL.GT.13.5) VANVOL=9.4
     GO TO 64
63  B=10.
     IF (VANVOL.LT.6.3) VANVOL=10.9
     IF (VANVOL.GT.15.6) VANVOL=10.9
     GO TO 64
40  B=BDYP
64  PLANKT=PLVOL/VANVOL * B
     EUTEN=UEG/VANVOL * B
     EMED=GEM/VANVOL * B
     ETOT=(GEM+UEG)/VANVOL * B
     LARVER=ANT/VANVOL * B
     WRITE(6, 7) STNR, RED, ADYP, BDYP, VANVOL, PLANKT, EMED, EUTEN, ETOT, LARVER
7  FORMAT(' ', 2X, 14, 4X, 1I, 3X, 13, 1F8.2, F8.2, F8.2, F9.2, F8.2, F9.2, F8.2,
          6F10.2)
   IF (RED.EQ.1) GO TO 9
   SUM1=SUM1+PLANKT
   SUM2=SUM2+EMED
   SUM3=SUM3+EUTEN
   SUM4=SUM4+ETOT
   SUM5=SUM5+LARVER
   GO TO 9
98  STCP
   END
```

APPENDIXTABELL 1b. Flyt-diagram for Pr.1.

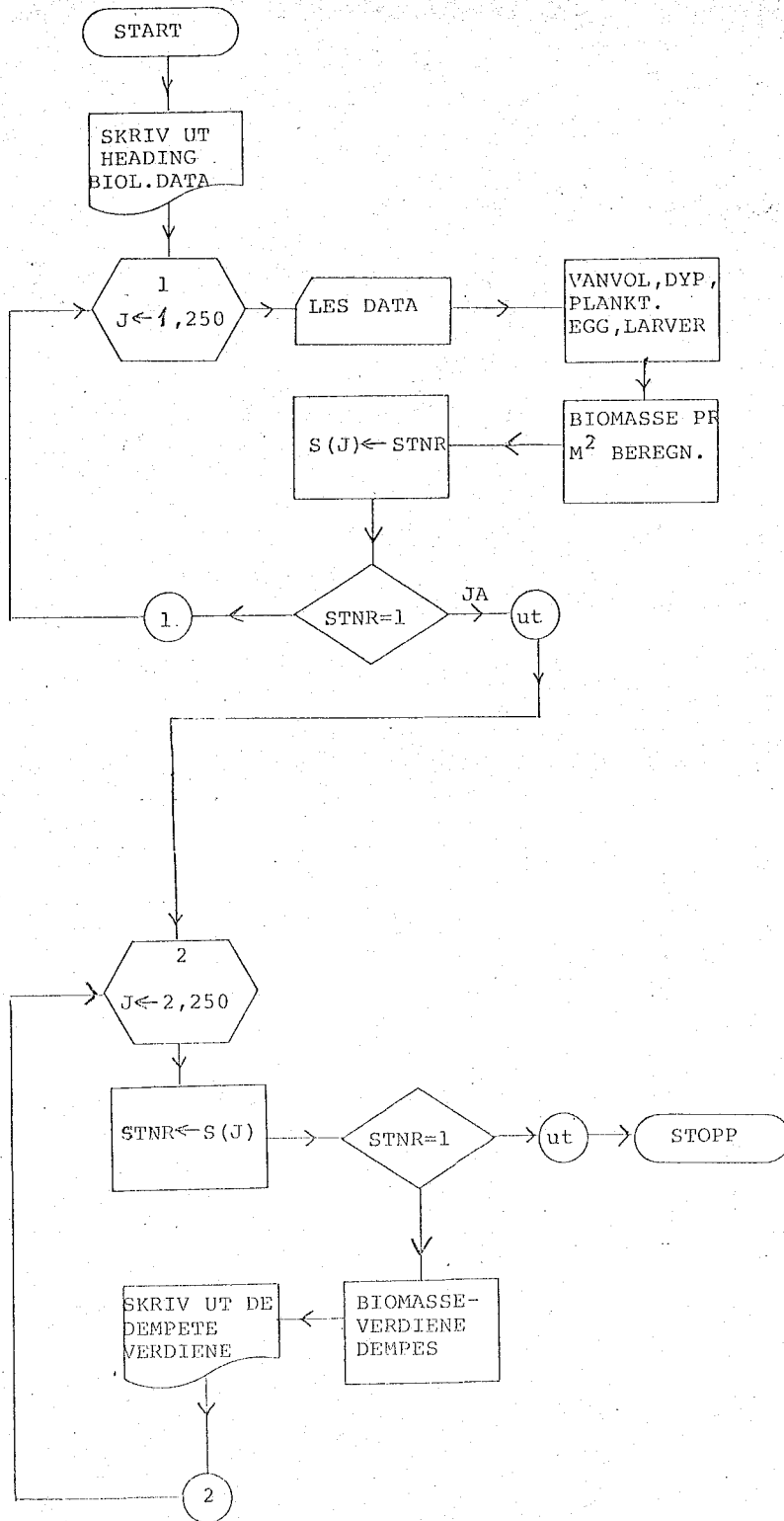


APPENDIXTABELL 2a. EDB-program for demping av biomasse-
verdiene pr m² overflate for Judayhåv.
Programmet kjøres kun med Judayhåv-data.

Pr.2:

```
INTEGER STNR,RED,BDYP,KOL(63),F(20),S(250)
REAL VANVOL,PL(250),EM(250),EU(250),ET(250),LA(250)
REAL PLM,EMM,EUM,ETM,LAM
WRITE(6,59)
59 FORMAT(' ',STNR      PLM      EMM      EUM      ETM      LAM')
DO 66 J=2,250
READ(5,3)STNR,(KOL(I),I=1,63)
3  FORMAT(4X,I4,63I1)
BDYP=KOL(7)*100+KOL(8)*10+KOL(9)
VANVOL=(KOL(10)*100+KOL(11)*10+KOL(12))/10.
PLVOL=KOL(13)*10+KOL(14)
GEM=KOL(15)*1000+KOL(16)*100+KOL(17)*10+KOL(18)
UEG=KOL(19)*100+KOL(20)*10+KOL(21)
L=1
DO 12 I=22,30,2
L=L+1
12 F(L)=KOL(I)*10+KOL(I+1)
DO 23 I=32,47,3
L=L+1
23 F(L)=KOL(I)*100+KOL(I+1)*10+KOL(I+2)
DO 14 I=50,62,2
L=L+1
14 F(L)=KOL((I)*10+KOL(I+1)
ANT=0.
DO 15 L=2,19
15 ANT=ANT+F(L)
PL(J)=PLVOL/VANVOL*BDYP
EM(J)=GEM/VANVOL*BDYP
EU(J)=UEG/VANVOL*BDYP
ET(J)=(GEM+UEG)/VANVOL*BDYP
LA(J)=ANT)VANVOL*BDYP
S(J)=STNR
IF(STNR.EQ.1) GO TO 99
66 CONTINUE
99 CONTINUE
DO 62 J=2 250
STNR=S(J)
IF(STNR.EQ.1) GO TO 98
PLM=(PL(J-1)+2*PL(J)+PL(J+1))/4.
EMM=(EM(J-1)+2*EM(J)+EM(J+1))/4.
EUM=(EU(J-1)+2*EU(J)+EU(J+1))/4.
ETM=(ET(J-1)+2*ET(J)+ET(J+1))/4.
LAM=(LA(J-1)+2*LA(J)+LA(J+1))/4.
WRITE(6,63)STNR,PLM,EMM,EUM,ETM,LAM
63 FORMAT(' ',I4,F11.2,F8.2,F8.2,F8.2,F8.2)
62 CONTINUE
98 STOP
END
```


APPENDIXTABELL 2b. Flyt-diagram for Pr.2



APPENDIXTABELL 3a. EDB-program for demping av biomasseverdiene pr m² ovarflate for Clarke-Bumpus planktonsamler. Programmet kjøres med hydrografi- og Clarke-Bumpus data.

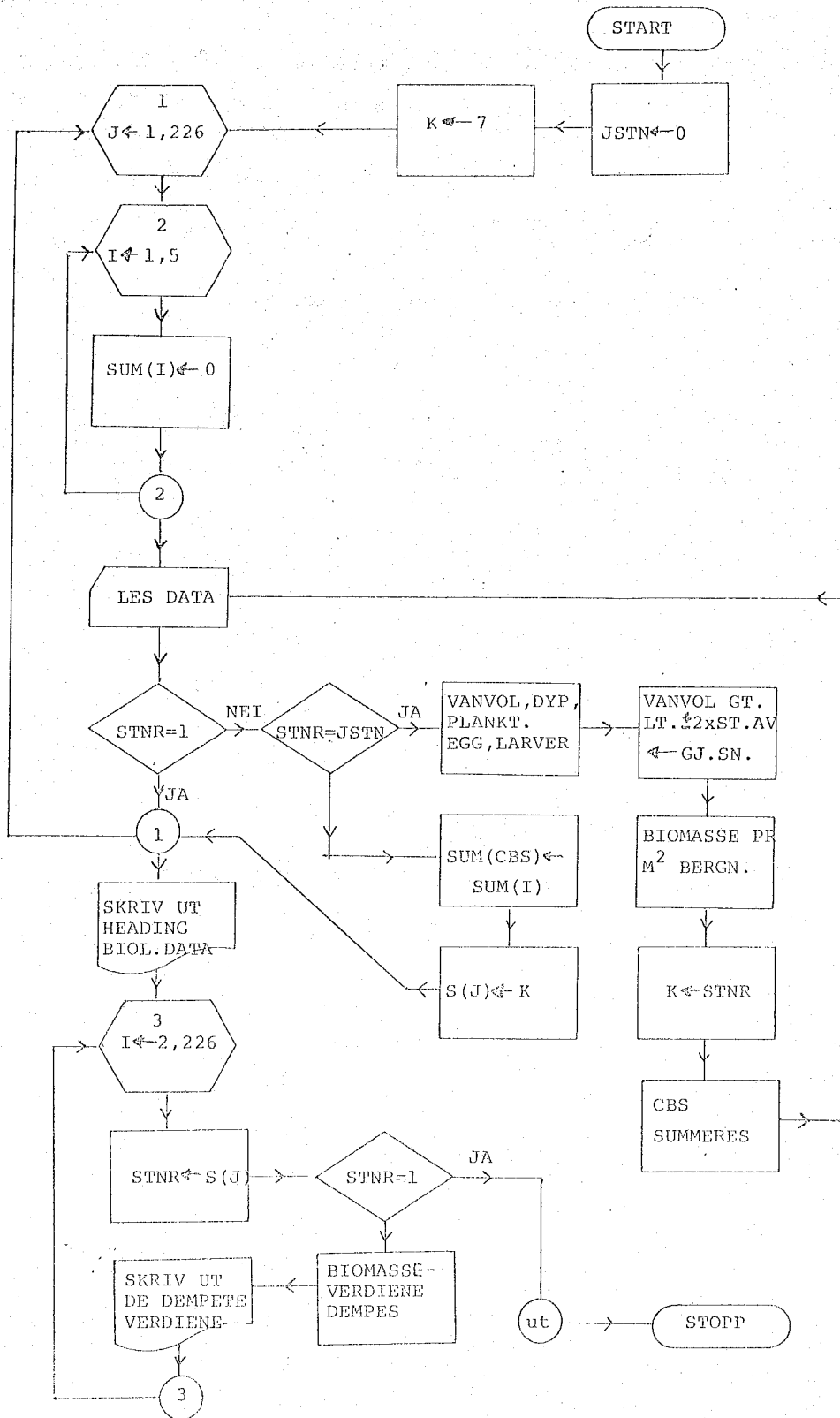
Pr.3:

```

INTEGER STNR, RED, ADYP, KOL(63), F820, S(227)
REAL VANVOL, PL, EM, EU, ET, LA, PLMS(227), EMMS(227), EUMS(227), ETMS(227)
REAL LAMS(227), SUM(5), PLM, EMM, EUM, ETM, LAM
JSTN=0
K=7
DO 20 J=1,226
DO 21 I=1,5
21 SUM(I)=0.
9 READ(5,1)STNR, (KOL(I), I=1, 63)
1 FORMAT(4X, I4, 63I1)
IF (STNR.EQ.1) GO TO 33
IF (STNR.EQ.JSTN) GO TO 2
PLMS(J)=SUM(1)
EMMS(J)=SUM(2)
EUMS(J)=SUM(3)
ETMS(J)=SUM(4)
LAMS(J)=SUM(5)
S(J)=K
GO TO 20
2 VANVOL=(KOL(10)*100+KOL(11)*10+KOL(12))/10.
ADYP=KOL(4)*100+KOL(5)*10+KOL(6)
PLVOL=KOL(13)*10+KOL(14)
GEM=KOL(15)*1000+KOL(16)*100+KOL(17)*10+KOL(18)
UEG=KOL(19)*100+KOL(20)*10+KOL(21)
L=1
DO 12 I=22,30,2
L=L+1
12 F(L)=KOL(I)*10+KOL(I+1)
DO 23 I=32,47,3
L=L+1
23 F(L)=KOL(I)*100+KOL(I+1)*10+KOL(I+2)
DO 14 L=50,60,2
L=L+1
14 F(L)=KOL(I)*10+KOL(I+1)
ANT=0.
DO 15 L=2,19
15 ANT=ANT+F(L)
IF (ADYP.LE.5) GO TO 60
IF (ADYP.LE.15.) GO TO 61
IF (ADYP.LE.25) GO TO 62
IF (ADYP.LE.35) GO TO 63
B=10.
GO TO 64
60 B=5.
IF (VANVOL.LT.4.2) VANVOL=8.
IF (VANVOL.GT.11.9) VANVOL=8.
GO TO 64
61 B=10.
IF (VANVOL.LT.5.6) VANVOL=9.9
IF (VANVOL.GT.14.3) VANVOL=9.9
GO TO 64
62 B=10.
IF (VANVOL.LT.5.3) VANVOL=9.4
IF (VANVOL.GT.13.5) VANVOL=9.4
GO TO 64
63 B=10.
IF (VANVOL.LT.6.3) VANVOL=10.9
IF (VANVOL.GT.15.6) VANVOL=10.9
64 PL=PLVOL/VANVOL*B
EU=UEG/VANVOL*B
EM=GEM/VANVOL*B
ET=(UEG+GEM)/VANVOL*B
LA=ANT/VANVOL*B
K=STNR
SUM(1)=SUM(1)+PL
SUM(2)=SUM(2)+EM
SUM(3)=SUM(3)+EU
SUM(4)=SUM(4)+ET
SUM(5)=SUM(5)+LA
GO TO 9
20 CONTINUE
33 CONTINUE
WRITE(6,59)
59 FORMAT(' ', STNR PLM EMM EUM ETM LAM')
DO 41 J=2,226
STNR=S(J)
IF (STNR.EQ.1) GO TO 98
70 PLM=(PLMS(J-1)+2*PLMS(J)+PLMS(J+1))/4
EMM=(EMMS(J-1)+2*EMMS(J)+EMMS(J+1))/4
EUM=(EUMS(J-1)+2*EUMS(J)+EUMS(J+1))/4
ETM=(ETMS(J-1)+2*ETMS(J)+ETMS(J+1))/4
LAM=(LAMS(J-1)+2*LAMS(J)+LAMS(J+1))/4
WRITE(6,22)STNR, PLM, EMM, EUM, ETM, LAM
22 FORMAT(' ', I4, F11.2, F8.2, F8.2, F8.2, F8.2)
41 CONTINUE
99 STOP
END

```

APPENDIXTABELL 3b. Flyt-diagram for Pr.3.



APPENDIXTABELL 4a. ET pr. m² overflate med Judayhåv som basis fra områder med 30 eller fler ET pr. m² overflate i 1968 .

ST.	ET	VIND	ST.	ET	VIND	ST.	ET	VIND
329	30,9	3	370	178,9	4	413	86,1	3
330	103,8	2	371	83,9	5	414	31,0	3
331	64,0	2	372	0	5	415	22,1	2
332	88,3	0	373	0	5	416	42,0	2
333	103,8	0	374	647,0	2	417	39,8	3
334	22,1	0	375	26,5	4	418	125,9	4
335	59,6	0	376	287,1	4	419	75,1	4
336	262,8	0	377	335,7	2	420	209,8	4
337	245,1	0	378	81,7	1	421	351,1	4
338	103,8	2	379	459,3	2	422	474,8	5
339	320,2	1	380	15,5	3	423	161,2	5
340	304,8	0	381	4,4	3	424	154,6	5
341	428,4	1	382	6,6	3	425	691,2	5
342	48,6	4	383	17,7	3	426	1110,8	5
352	28,7	3	384	216,4	1	427	488,0	5
353	192,1	3	385	0	1	428	0,	5
354	163,4	1	387	426,2	3	429	262,8	5
355	108,2	1	393	13,3	6	430	39,8	5
356	154,6	2	396	101,6	5	431	77,3	5
357	0	3	397	4,4	4	432	125,9	4
358	17,7	2	398	75,1	4	433	15,5	4
359	92,8	3	399	8,8	4	434	0	3
360	24,3	1	400	0	4	436	176,7	2
361	39,8	4	401	251,8	4	437	178,9	3
362	30,9	3	402	99,4	4	438	68,5	3
363	30,9	4	403	0	4	439	33,1	2
364	99,4	4	404	430,6	5	444	132,5	3
365	236,3	2	408	46,4	5	445	22,0	2
366	24,3	1	409	450,5	4	448	26,5	3
367	35,3	2	410	17,7	3	449	59,6	2
368	99,4	4	411	15,5	5	463	61,8	1
369	13,3	4	412	86,1	4			

APPENDIXTABELL 4b. ET pr. m² overflate med Judayhåv som basis fra områder med 30 eller fler ET pr. m² overflate i 1969.

ST.	ET	VIND	ST.	ET	VIND	ST.	ET	VIND
145	19,8	1	199	39,7	1	240	272,1	2
146	125,6	0	200	37,5	0	241	775,5	2
147	8,8	2	201	119,0	2	242	37,6	4
156	8,8	2	202	297,4	2	243	106,2	3
157	125,6	1	203	1156,7	3	244	141,6	3
158	119,0	2	204	103,6	3	245	267,7	3
159	6,6	2	205	42,0	3	246	484,7	3
166	0	2	206	75,2	0	247	203,5	2
167	310,7	3	207	22,0	0	248	262,2	1
168	77,1	2	208	22,0	0	249	132,2	2
169	264,4	3	209	373,8	1	250	165,2	2
170	55,1	3	210	8,8	2	251	257,8	2
171	11,0	3	211	17,6	2	252	405,4	2
172	39,7	3	212	110,2	2	253	200,5	1
177	17,6	3	213	8,8	2	254	35,3	1
178	99,1	3	214	66,1	1	255	315,1	2
179	41,9	1	215	22,0	1	256	0	2
180	13,2	0	216	37,5	0	257	4,4	2
181	30,8	0	217	134,4	2	258	572,8	2
182	96,9	0	218	105,8	2	259	96,9	3
183	50,7	1	219	26,4	2	284	70,5	1
184	24,2	0	220	121,2	0			
186	44,1	1	221	24,2	1			
187	154,2	1	222	30,8	0			
188	70,5	1	223	108,0	0			
189	147,6	2	224	39,7	1			
190	0	1	225	30,8	2			
194	74,9	2	226	35,3	0			
195	24,2	2	227	112,4	2			
196	37,5	2	237	46,5	3			
197	90,3	2	238	247,7	3			
198	74,9	2	239	433,6	3			

APPENDIXTABELL 5a. ET pr m² overflate fra stasjoner med fullt innsamlingsprogram i områder med 30 eller fler ET pr m² i 1970.

ST.	J.HÅV	CBS	VIND	ST.	J.HÅV	CBS	VIND
612	77,1	40,9	1	705	66,2	149,3	3
613	11,0	12,1	1	707	211,7	209,9	1
614	33,0	32,5	0	708	213,7	232,6	1
619	63,9	58,2	1	709	13,2	31,2	2
620	2,2	77,4	2	712	70,5	75,5	1
623	13,2	0	3	713	63,9	54,5	2
624	116,7	23,8	3	714	22,0	5,4	2
626	41,9	33,0	4	715	11,0	80,2	1
627	116,7	70,6	5	716	2,2	13,3	1
628	0	30,7	6	717	55,1	36,6	1
639	149,8	28,0	5				
640	0	11,5	6				
641	8,8	7,7	5				
645	74,9	17,7	4				
646	4,4	10,6	3				
654	6,6	1,4	3				
660	81,5	76,1	3				
661	72,7	78,1	3				
662	44,1	161,6	3				
664	33,0	111,9	3				
665	39,7	36,4	3				
682	92,5	44,9	1				
683	50,7	162,9	0				
684	0	6,0	2				
685	81,5	127,9	3				
686	22,0	4,7	3				
687	46,3	47,4	3				
688	50,7	1,4	3				
700	72,8	59,4	1				
703	0	58,8	2				
704	105,9	97,1	2				

APPENDIXTABELL 5b. ET pr m² overflate fra stasjoner med fullt innsamlingsprogram i områder med 30 eller fler ET pr m² i 1971.

ST.	J.HÅV	CBS	VIND	ST.	J.HÅV	CBS	VIND
195	337,0	188,4	4	282	191,6	61,6	4
196	1557,3	648,9	4	284	39,7	38,6	4
197	301,8	291,9	4	285	129,9	80,9	4
198	46,3	50,8	4	286	11,0	11,2	4
199	539,7	88,4	4	287	0	3,3	3
200	411,9	135,9	3	288	6,6	17,3	4
201	30,8	28,9	3	289	15,4	24,7	4
202	134,5	115,9	3	290	57,3	18,6	4
203	669,6	144,4	4	301	8,8	30,9	3
204	165,2	305,7	4	302	55,1	77,7	3
205	125,6	280,7	4	303	158,6	65,1	3
206	82,2	122,5	3	304	301,8	59,6	3
207	11,0	34,9	3	305	79,3	83,1	4
208	22,0	98,7	4	306	26,4	33,9	4
217	72,7	36,9	3				
219	59,5	10,0	4				
220	8,8	48,3	4				
221	37,4	34,4	4				
22	30,8	34,9	4				
259	39,7	83,7	0				
260	63,9	25,0	2				
261	118,9	88,7	2				
262	30,8	52,4	3				
263	46,3	27,8	3				
265	63,9	15,0	3				
274	28,6	30,2	4				
275	28,6	17,1	4				
276	103,5	95,3	4				
277	211,5	52,0	4				
278	105,7	60,3	4				
280	92,5	198,8	5				
281	143,2	403,1	5				

APPENDIXTABELL 5c. ET pr m² overflate fra stasjoner med fullt innsamlingsprogram i områder med 30 eller fler ET pr m² i 1972.

ST.	J.HÅV	CBS	VIND	ST.	J.HÅV	CBS	VIND
433	157,4	12,2	2	496	378,5	188,1	4
435	17,9	11,6	5	497	173,3	119,6	4
437	15,9	2,1	3	499	27,9	22,6	3
438	145,4	3,2	5	502	5,9	0,9	3
439	1,9	8,9	3	503	35,9	18,6	3
458	1,9	4,3	1	504	61,8	60,2	0
459	139,4	62,3	1	505	39,8	107,5	0
460	69,7	51,5	1	506	55,8	62,4	1
461	59,8	35,3	2	507	567,7	337,4	2
462	33,9	45,7	2	508	551,8	132,8	2
463	23,9	53,9	3	509	93,6	60,9	2
464	137,5	171,9	3	513	39,8	36,9	3
465	103,6	86,9	3	514	0	79,8	2
467	123,5	84,5	3	515	61,8	46,8	2
469	119,5	140,8	4	516	39,8	77,0	2
470	57,8	18,0	4	518	207,1	39,9	3
471	31,9	16,2	4	519	33,9	33,5	2
472	103,6	23,6	3	520	5,9	53,4	2
473	71,7	15,4	5	521	73,7	82,9	1
474	31,9	9,4	5	522	7,9	32,9	1
477	35,9	66,1	5	524	31,9	19,5	0
478	107,6	18,6	4	525	71,7	46,2	1
483	205,2	122,7	5	526	21,9	5,8	0
484	149,4	78,8	4	534	45,8	41,4	0
485	199,2	46,9	5	535	39,8	10,6	2
486	19,9	33,9	4	536	29,9	1,5	2
487	121,5	68,5	3	537	49,8	10,1	2
491	39,8	19,9	4	538	37,9	6,2	2
492	47,8	14,8	4	539	81,7	1,2	0
493	161,4	45,3	4	540	91,6	46,2	0
494	382,5	169,7	4	541	29,9	8,7	6
495	127,5	255,7	4				

APPENDIXTABELL 6. De beregnete EU mengdene for årene
1968-1972.

Enhet: antall EU x 10⁻¹⁰

År	Nordsjøen					Skagerak			Totalt
	I	L	III	IV	Sum	I	II	Sum	
1968	91	58	36	0	185				
1969	69	7	1	0	77	13	3	16	93
1970	65	23	2	0	90	1	4	5	95
1971	204	63	28	1	296	3	2	5	301
1972	577	100	18	3	698	1	7	8	706