

## 5. BESTAND OG BESKATNING

MED EKSEMPLER FRA MAKRELLFISKET

Erling Bakken

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

### INNLEDNING

En bestand av fisk kan sies å være påvirket av fire viktige faktorer, to virker oppbyggende og to fører til reduksjon. Dette er illustrert på Fig.1.

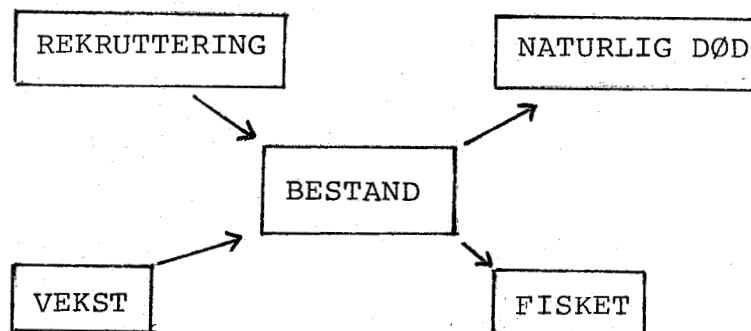


Fig. 1 Skjematisk bilde av tilførsel og avgang fra en fiskebestand.

Rekruttering er betegnelsen på tilførselen av ungfisk som kommer inn i den fiskbare delen av bestanden.

Vekst er summen av den økning i vekt hver fisk får gjennom året.

Bestand betyr i denne forbindelse fiskbar bestand, d.v.s. det samlede antall eller vekt av all fisk over en viss størrelse.

Naturlig død er det tapet som naturlig oppstår på grunn av at fisken blir bytte for andre dyr eller dør av sykdom og alderdom.

Fisket, eller fiskedødelighet, er den reduksjon den samlede fangst forårsaker.

Faktorene som gir tilvekst er vist til venstre på figuren, og de som fører til fratrekk er til høyre. Det er vanlig å beregne størrelsen av hver av faktorene pr år.

I det følgende vil vi se nærmere på bestand og på beskatning, d.v.s. fiskets innflytelse på bestandens størrelse og på reguleringer som skal sikre den beste balanse mellom de oppbyggende og de reduserende faktorer, spesielt i bestanden av makrell i Nordsjøen.

#### BIOLOGISKE FORHOLD

Makrellen er utbredt på begge sider av det nordlige Atlanterhav. På østsiden fins den fra Middelhavet til Nord-Norge, men innen dette området fins flere stammer eller bestander. Her vil vi bare omtale Nordsjøbestanden.

Denne bestanden gyter hovedsaklig i den sentrale delen av Nordsjøen i mai-juni. Makrellen som har gytt vandrer nordover og beiter over et vidt område om sommeren. Om høsten trekker makrellen sørover igjen og samler seg gjerne over skråningen mot Norskerenna i september-oktober. Når overflatelaget avkjøles ved slutten av året, går makrellstimene ned på dypere vann og overvintrer i dypet i Skagerak og i Norskerenna nordover mot Tampen.

Makrellen vokser meget hurtig. Allerede om høsten første leveår når den en lengde på 15-20 cm. I Fig. 2 er det vist en vekstkurve for makrell.

Her er også de store sesongmessige variasjonene i vekten antydnet. Fettinnholdet varierer også sterkt, fra rundt 10% i april til 25 - 30% i september.

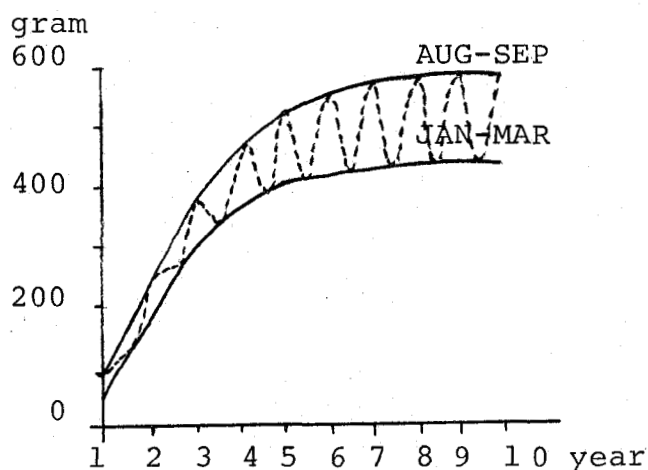


Fig. 2 Vekstkurven for makrell (Nordsjøbestanden)  
Den stiplede linjen viser hvordan vekten endrer seg med alder og med årstiden.

#### FISKET ETTER MAKRELL

Makrellen har fra gammelt vært fisket i Norge og andre land rundt Nordsjøen, men ringnotfisket er av nyere dato.

Frem til begynnelsen av 1960-årene utgjorde fangstene fra Nordsjøen og Skagerak omlag 100 000 t pr år. Da det norske fisket med not tok til i 1965, økte totalfangsten meget raskt, og en topp ble nådd i 1967 da det ble tatt 930 000 tonn. Senere avtok fangstene til 190 000 tonn i 1972.

I årene etter har totalfangsten vært rundt 300 000 tonn pr år. Etter 1970 er det reguleringene av norsk fiske som i stor grad har bestemt den totale årsfangst.

Utviklingen i fisket og den norske andelen er vist i Fig.3. En stor del av fangstene er tatt om sommeren i Shetlandsområdet, og på dette feltet opptrer også makrell som til-

hører den vestlige bestanden, d.v.s. makrell som gyter sør og vest av De britiske øyer. Fangststatistikken inkluderer derfor ikke bare utbytte fra Nordsjøbestanden.

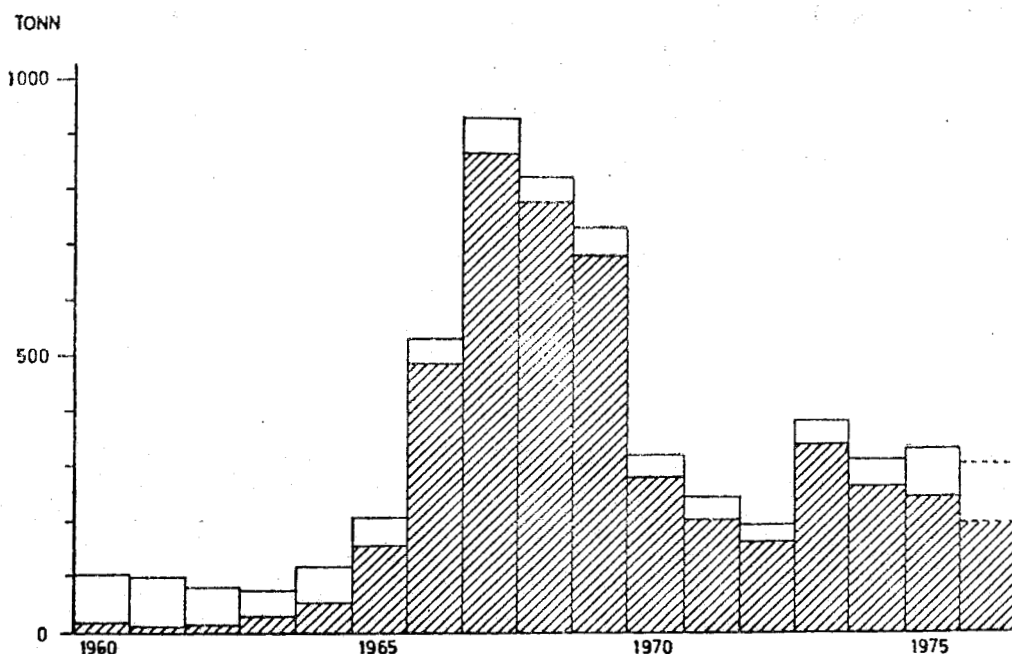


Fig.3 Oppfisket mengde makrell fra Nordsjøen og Skagerrak (i 1 000 tonn). Den skraverte del av søylene viser norsk andel.

Vekslingene i årlig fangst forteller oss lite om beskatningen hvis vi ikke samtidig vet hvordan størrelsen av bestanden har endret seg. En stor fangst fra en stor bestand gir en prosentvis liten fiskedødelighet, og sammenlignet med den naturlige død kan den være ubetydelig. For å analysere beskatningen må vi skaffe oss best mulige mål for bestandens størrelse.

## BEREGNINGER AV BESTANDENS STØRRELSE

En fiskebestands størrelse kan beregnes ved hjelp av flere metoder. De viktigste er akustisk teknikk (ekkolodd, integrator), merking, trålsurvey, egg og yngelundersøkelser og tilbakeberegninger fra fangst. For makrell er det merking som er best egnet. Det fins en hel rekke forskjellige typer fiskemerker, og for makrell har vi valgt små nummererte stålmerker som settes inn i fiskens bukhule på feltet. Merkene blir gjenfunnet ved at de samles opp på magneter i sildemelfabrikker. Fig. 4 viser utstyr for merking av makrell.

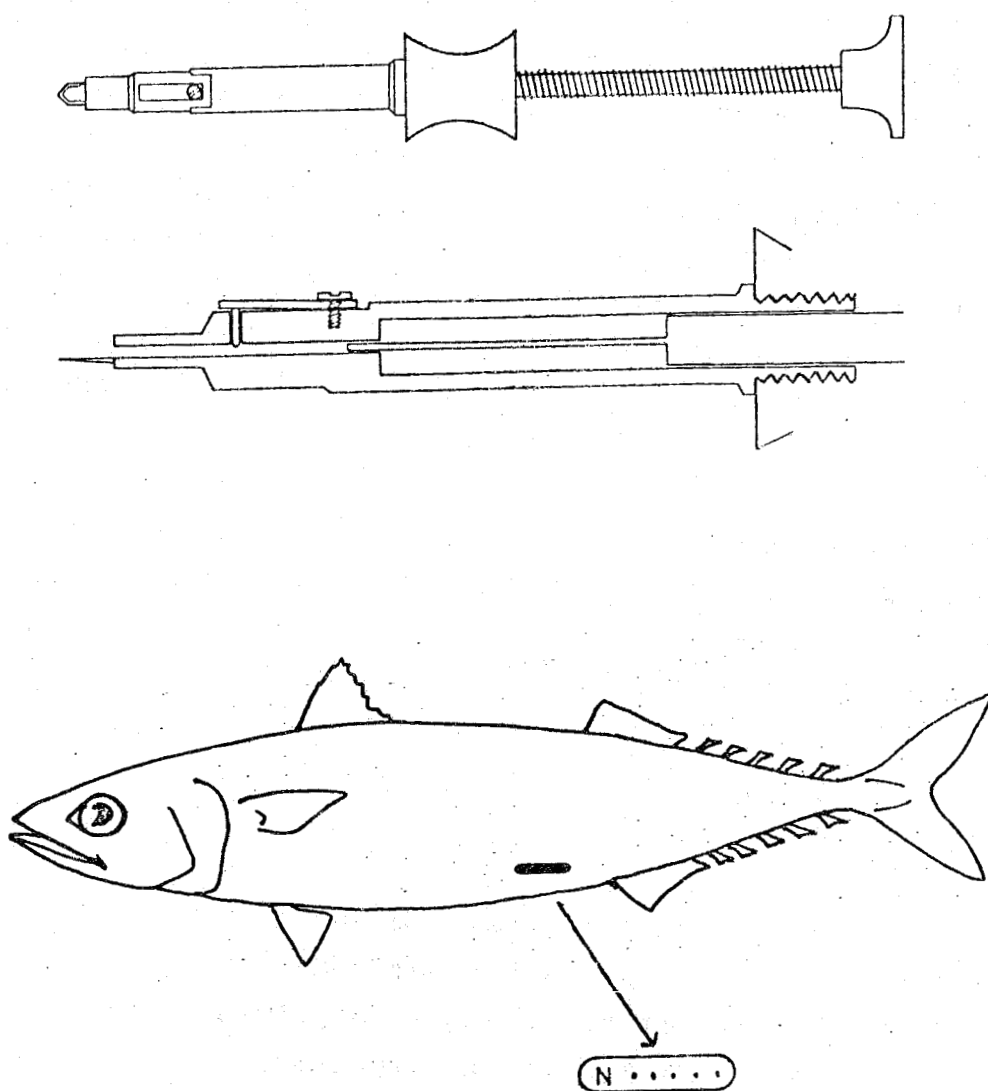


Fig.4 Merking av makrell. Øverst "pumpen" som benyttes

når merket settes inn i makrellens bukhule. Ned-  
erst merket i naturlig størrelse.

Beregninger av bestandens størrelse på grunnlag av merk-  
ingen er i teorien svært enkelt, men i praksis er det en  
rekke forhold som kompliserer beregningene og som må under-  
søkes for å kunne gi resultater som er pålitelige nok.

La oss først se på den enkleste form for beregning av an-  
tallet fisk i en bestand. Vi kan tenke oss et lite fersk-  
vann med ørret. Ved hjelp av en not fanger vi 100 ørret  
som vi setter merke på og slipper tilbake i vannet. Etter en  
tid, når vi regner at de merkete har blandet seg godt med de  
umerkete i vannet, gjør vi et nytt notkast og fanger 200 ørret.  
Ved å undersøke hver fisk finner vi at det er 10 som er merket.  
Nå må vi ha lov til å regne at forholdet mellom antall merkete  
og totalt antall i vår fangst er det samme som i hele vannet.  
Når det er 10 merkete av 200 i fangsten, er det altså i alt  
20 ganger flere enn de merkete, både i vår fangst og i vannet.  
Vi vet vi har sluppet ut 100 fisk med merker, og det skal der-  
for være 20 ganger så mange i alt, d.v.s. 2 000 ørret i hele  
vannet.

Dette at forholdet mellom antallet vi har merket og det to-  
tale antall i bestanden er det samme som forholdet mellom  
gjenfunnete merker og antall fisk disse ble fanget sammen med  
kan vi uttrykke i formelen:

$$\frac{N}{B} = \frac{R}{C} \quad \text{eller} \quad B = \frac{N \times C}{R}$$

hvor N= antall merkete fisk i bestanden  
B= antall fisk i alt i bestanden  
R= antall merker funnet i fangstene  
C= antall fisk i alt i fangstene

B i denne formelen er altså den beregnete størrelse av fiskebestanden gitt som antall fisk.

Som nevnt er dette svært forenklet teori, men det viser grunnlaget for beregninger av bestandens størrelse. Når dette skal anvendes på f.eks. makrell, kommer det inn en rekke faktorer som må taes hensyn til. Et par skal nevnes her.

Av den makrellen som merkes dør ca 20% etter kort tid på grunn av behandlingen under merkingen. Denne merkedødeligheten er beregnet ved forskjellige forsøk ved sammenligninger av overleving hos merkete og umerkete makrell.

Ikke alle merker som er i den makrell som fanges for oppmaling havner på fabrikkens magneter. Dette kan måles ved å slippe f.eks. 100 spesielt merkete makrell inn i fabrikkens lagerbinger og så telle opp hvor mange av disse som blir rapportert funnet. Effektiviteten varierer meget, men de større, moderne sildemelfabrikkene har gode magneter riktig plassert, og dette gir 70-95% effektivitet.

De senere år har Havforskningsinstituttet årlig merket 5 000 - 10 000 makrell i Nordsjøen, og fått igjen rundt 2 000. Dette gir et meget godt grunnlag for beregninger av bestand og beskatning.

#### BESTANDEN AV NORDSJØMAKRELL

Utviklingen i bestanden av Nordsjømakrell kan følges ved beregningene fra merkinger supplert med undersøkelser av prøver fra fangstene. Slike prøver er viktige bl.a. må en kjenne alder og vekst for å regne merkeberegningene om fra antall til vekt.

Fig.5 viser hvordan størrelsen av bestanden har endret seg de siste 12 år.

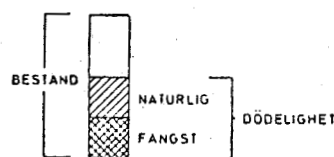
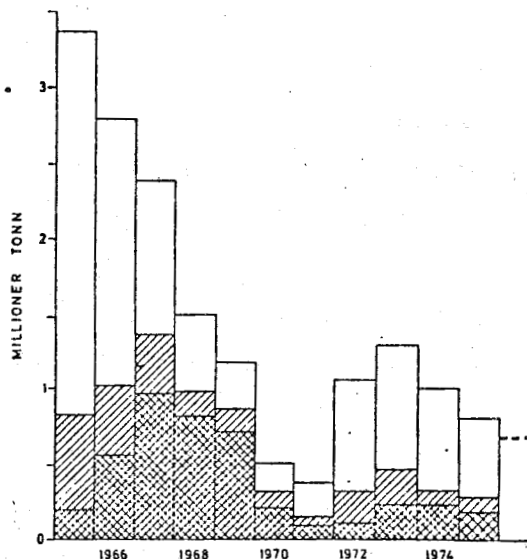


Fig.5 Forandringer i Nordsjøbestanden av makrell, 2 år og eldre. Størrelsen av bestanden er angitt for begynnelsen av året, mens dødeligheten gjelder i løpet av året.



I begynnelsen av 1960-årene var makrellbestanden svært stor, antakelig over 3 mill. tonn. Beskatningen var lav, bare omlag 3% ble tatt årlig. Bestanden var i likevekt, d.v.s. de reduserende faktorer ble oppveiet av de oppbyggende, bestanden verken øket eller minket særlig. Rekruttering og vekst var balansert mot naturlig død og fiske (se Fig.3). Dette var en tilstand som neppe kan sies å være ideell, fordi denne store bestanden i virkeligheten produserte svært lite. Gjennomsnittsalderen i bestanden var høy, og for slik fisk går det totalt sett en uforholdsmessig stor del av den tilgjengelige næring til å vedlikeholde livsfunksjonene og lite utnyttet til vekst. d.v.s. produksjonen. Dette ser vi også av makrellens vekstkurve (Fig.2). Vektøkningen for gammel makrell er meget liten, kurven er flat mot høyre.



Det vi ønsker er at tilveksten i bestanden skal være størst mulig, slik at det blir stor produksjon som kan høstes ved et rasjonelt fiske. Dette er kalt optimalt utbytte, eller egentlig det optimale vedvarende langtidsutbytte. Et slikt utbytte får vi ved en "middels" stor bestand. For å øke produksjonen må vi altså starte et fiske som reduserer bestandens størrelse noe og senker gjennomsnittsalderen. Derved får vi øket vekst for hver fisk og større samlet utbytte. Det er nærliggende å sammenligne dette med skogbruk. Bare ved å hugge store, gamle uproduktive trær kan avkastningen av skogteigen økes.

Et øket fiske av makrell og en viss bestandsreduksjon var etter dette ønskelig. Beregninger har vist at en bestandsstørrelse på noe over 1 mill. tonn er gunstig. Dette vil med en antatt gjennomsnittlig rekruttering kunne gi det optimale utbytte som er 250 000 - 300 000 tonn pr år.

Det raskt økende og meget effektive ringnotfisket i Nordsjøen i slutten av 1960-årene førte imidlertid til at bestanden ble for sterkt redusert. I begynnelsen av 1970 var bestanden sunket til nær 300 000 tonn. I tillegg kom at fisket hadde tatt en uforholdsmessig stor andel av ungfisk. Bestandens produksjonsmuligheter ble således dårlig utnyttet. Som vi ser av vekstkurven i Fig.2 er det i de første leveår makrellen øker sterkt i vekt.

Av disse årsaker måtte en sette i verk en rekke reguleringer i fisket.

#### REGULERINGER I MAKRELLFISKET

For å oppnå best mulig utnyttelse av makrellbestanden i Nordsjøen har følgende reguleringer vært benyttet:

Minstemål. En heving av minstemålet for makrell i industri-fangster til 30 cm ble gjennomført fra høsten 1969.

Etter beregninger basert på kjennskap til veksten hos makrell gir dette bedret utbytte på lengre sikt.

Kvoter. Ved å begrense det totale kvantum makrell som fiskes opp hvert år kan en sikre at bestanden holdes på et nivå som over lengre tid gir størst mulig utbytte. Dette oppnåes ved å basere kvotene på at fiskedødeligheten skal være 20 - 30% i antall pr år. Større fiskedødelighet gir helt ubetydelig økning i årlig fangst, og fører til at fangsttinningsraten blir uforholdsmessig stor. Ved kvoteberegningene tar en også sikte på å holde en rimelig stor gytebestand som bør kunne sikre rekrutteringen.

Sesongregulering. Veksten hos makrell foregår mellom mai og september. Reguleringer som forskyver fisket mot slutten av denne vekstperioden fører derfor til at utbyttet blir høyest. Lavest utbytte av hvert individ får en ved å fiske om vinteren. Forskjellen i utbyttet kan bli opptil 25%. Vektøkningen om sommeren består i stor grad av fett, og siden makrellens verdi som råstoff for industrien stort sett øker i forhold til fettprosenten, er verdiøkning for makrell fanget i siste halvår langt større enn forskjellen i vekt alene skulle tilsi. Under visse omstendigheter blir forskjellen i verdi mellom høst- og vårfangst helt opp til 50%.

Ved å ta størstedelen av fangsten på ettersommeren og høsten oppnår en også en maksimal gytebestand i forhold til beskatningsgraden, ved at den makrell som fanges har fått gjennomføre gytingen.

Områdereguleringer. De fangstreguleringer som har vært gjennomført har vært bestemt ut fra forholdene i Nordsjøbestanden. Den vestlige bestanden av makrell har inntil de siste år vært mindre hardt beskattet og begrensninger i fangst på denne makrell var ikke nødvendig. Derfor har det vært gunstig å skyve beskatningen over på denne bestand ved å "spare" på Nordsjøstammen til september hvert år. Dette er oppnådd ved kun å tillate industrifiske i den nordlige delen av Nordsjøen

hvor makrell fra vest til nå har utgjort omlag 70% av fangstene i juli-august.

Internasjonale reguleringer. De reguleringer som er nevnt har vært gjennomført bare for norsk fiske. Dette må sies å ha vært berettiget så lenge den norske andel av totalfangsten i Nordsjøen har vært over 80%. Dette er imidlertid i ferd med å endres, og internasjonale reguleringer er derfor nødvendig. Foreløpig har dette ikke kunnet gjennomføres. Forholdene vil muligens endres sterkt ved innføring av nye fiskerisjoner i Nordsjøen.

#### BESTAND OG BESKATNING NÅ (1976)

Etter de beregninger som kunne utføres i slutten av 1975 var det antatt at utgangsbestanden for fisket etter Nordsjømakrell i 1976 ikke ville være høyere enn 800 000 tonn. Dette er lavere enn ønskelig. Som tidligere nevnt burde bestanden av makrell, 2 år og eldre, ligge på omlag 1 mill. tonn. Årsaken til at bestanden er blitt redusert igjen siden 1973 (se Fig.5) er den sviktende rekruttering. Det er ikke kommet noe tilskudd av betydning siden årsklassen 1969. Denne årsklassen dominerer fremdeles fangstene og utgjør sammen med eldre makrell rundt 80% av bestanden i antall.

Med en slik rekrutteringssituasjon og bestandsnivå var det ikke grunnlag for å beskatte Nordsjøbestanden mer enn omlag 140 000 tonn totalt i 1976. (I tillegg kommer det kvantum som taes av makrell fra den vestlige stammen). Den norske fangsten av makrell i 1976 blir antakelig omlag 200 000 tonn. Av dette kan en regne at 150 000 tonn er tatt av Nordsjøbestanden. I tillegg til norsk fangst kommer det utenlandske fiskere har tatt. Foreløpig har vi ikke oversikt over dette, men kan anslå det til 80 000 tonn Nordsjømakrell.

Det er ennå ikke utført fullstendige beregninger av den antatte størrelse av bestanden pr januar 1977, men det er neppe tvil om at utgangspunktet for fisket i 1977 er dårlig. Beregninger utført i juli 1976 på bakgrunn av det kjennskap en da hadde til fangstene i 1975, viste at totalfangsten, norsk og utenlandsk i 1977 ikke burde overstige 120 000 tonn Nordsjømakrell. Regner en med de 35 000 tonn som kan taes av den vestlige bestand om sommeren ved Shetland, gir dette tilsammen 155 000 tonn makrell fra begge bestander tatt i Nordsjøen i 1977. Dette er forskernes forslag som Kommisjonen for fisket i det nordøstlige Atlanterhav (NEAFC) skal ta stilling til i slutten av november 1976.

SPØRSMÅL I FORBINDELSE MED ERLING BAKKENS FOREDRAG -  
BESTAND OG BESKATNING

Har forskerne noen formening om årsaken til svikt  
i rekrutteringen av makrell ?

Vi kan ikke peke på noen spesielle årsaker, det må bli  
spekulasjoner og antakelser, og disse er for hypotetiske  
til at vi kan si noe bestemt. Vi kan iallfall notere at  
svikten kom særlig da gytebestanden var på bunn.

Er det mulig å følge tilskuddet til bestanden på  
0-gruppe stadiet når det gjelder makrell ?

Vi har fulgt mengden av 0-gruppen hvert år for mange andre  
fisk med forholdsvis bra resultat, bl.a. lodde, torsk, uer  
og flyndre i Barentshavet. Resultatene av våre undersøkelser  
på makrell er imidlertid ikke så gode fordi denne makrellen  
(piren) ikke er lett å registrere på ekkolodd eller å fange  
representativt med noe redskap.

I Trøndelag var det fra 1946 til 1950 betydelige  
mengder små makrell; hørte denne bestanden til den  
vestlige bestand av makrell eller til Nordsjø-bestanden ?

Dette er det vanskelig å si noe om, men det er trolig at den  
store forekomsten av makrell i Trøndelag i det tidsrommet  
skyldes at det da var en forholdsvis stor bestand av Nord-  
sjømakrell. Når bestanden er stor er det vanlig at ut-  
bredelsesområdet også er forholdsvis stort, d.v.s. strekker  
seg langt nord.

Hvor gyter makrellen, ved bunnen eller pelagisk, og  
fisker f.eks. øst-tyskere på gytebestanden av makrell  
i Nordsjøen ?

Makrellen gyter vanligvis fra begynnelsen av juni til begyn-  
nelsen av juli ofte med toppunkt i gytingen omkring midten

av juni. Eggene klekkes i løpet av 4-7 dager og finnes mest i de øverste lag i sjøen, ned til ca 20 m. De er altså pelagiske. Gytingen foregår også i de øverste lag i sjøen. Makrellen gyter ikke all rogn samtidig, en enkelt makrell kan derfor gyte over en lengre periode.

Det er mulig at øst-tyskerne fisker makrell på gytefeltene i Nordsjøen. De øst-tyske fangstene i Nordsjøen er imidlertid bare noen hundre tonn pr år.

Hvilken stamme tilhører den makrellen som trekker nordover og hva med beiteforholdene på de nordlige områder sammenliknet med de sørlige områder ?  
Har andre fiskeslag overtatt makrellfeltene og fortrenget makrellen ?

I 1975 foregikk fisket av makrell forholdsvis langt mot nord og da var forekomstene en blanding av makrell fra den vestlige bestand og nordsjømakrell. Makrell fra disse to bestander søker sannsynligvis samme beiteområde. Makrellen i Nordsjøen har en hurtigere vekst enn den vestlige bestanden. På grunnlag av vekst- og alderssammensetning kan en skille mellom de to bestandene, men en kan imidlertid ikke se noen forskjell mellom dem.

Etter at en lærte å bruke ekkoloddet på makrellen, er makrellens utbredelsesområde ganske godt kjent. Derimot kjenner en lite til om makrellen er fortrenget av andre fiskeslag. Når det nevnes at seibestanden er blitt mye større lengre syd enn tidligere, har vi ikke undersøkelser som kan vise om det er noen sammenheng her. Sannsynligvis har reduksjonen av makrellbestanden gitt bedre forhold for andre fiskeslag, fordi næringen i havet vil være der selv om en bestand går tilbake.

Når silde- og makrellbestanden i Nordsjøen reduseres, er det sannsynlig at andre fiskeslag til en viss grad kan utnytte "innspart" næring og derfor kan øke i antall, f.eks. øyepål, tobis, brisling.

Hvor finnes de mest vanlige gyte plassene til nordsjø-  
makrellen ?

Det viktigste gyteområde for makrell ligger i den sentrale, østlige del av Nordsjøen, men det har også alltid vært noe gyting på fjordene og temmelig langt nord på kysten. Det er grunn til å regne med at den små-makrellen som er funnet på Vestfjorden, kommer fra de nordlige gytefeltene. Ekofiskfeltet ligger sentralt i gyteområdet, men det er ikke klarlagt hvilke effekter kjemikalierne eventuelt har på gytingen og eggene av makrell.