

# Om beskyttelse av fiskebestander

Av Arvid Høyen

FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT

Utbyttet av fiskeriene i havet har fra de tidligste tider vært utsatt for store vekslinger. Årsakene til disse store vekslinger har alltid beskjefteget kystbefolkningen, og det er i tidenes løp framsatt et utall av forklaringer. De fleste av disse har vært mer eller mindre rene spekulasjoner. I dag kan imidlertid problemet forklares på langt sikrere grunnlag, da kjennskapet til de naturlige biologiske grupper, bestander eller populasjoner som artene oftest er sammensatt av, og disse gruppers utbredelse, vandringer, alder, vekst, kjønnsmodning, rekruttering og dødelighet er mye mer omfattende.

En bestand eller populasjon som danner basis for alle bestandsundersøkelser, er en homogen gruppe av individer tilhørende samme art som innbyrdes fritt kan forplante seg, og som har en kontinuerlig utbredelse. Resultatet blir at individene innen en populasjon er mer arvemessig lik hverandre enn de er lik individene i en annen populasjon. Forskjellen mellom de enkelte populasjoner blir også ofte utdypet av forskjeller i miljøforholdene, men likevel er de enkelte populasjoner ikke alltid like godt definert. Spesielt gjelder dette hvor adskillelsen ikke er fullstendig. Torsk i nordnorske farvann er i så måte et godt eksempel. Her finnes to bestander, den norsk-arktiske torskestamme og kysttorsken. Utseende er svært likt, men ved nærmere gransking skiller de seg fra hverandre i en rekke karakterer. Den arktiske torsken er slankere i kroppsformen, har tynnere bein i kraniet, og har ca. en hel hvirvel mer i gjennomsnitt enn kysttorsken. Kjønnsmodningen inntreffer for den arktiske torsken sitt vedkommende fra 6–14 år, mens kysttorsken blir kjønnsmoden i en alder av 4–9 år. De umodne individer av den arktiske torsken finnes i Barentshavet, mens de kjønnsmodne i månedene desember–mai befinner seg sig til og fra gyteplassene langs norskysten. Kysttorsken derimot finnes langs kysten hele livet og gyter til dels i de samme områdene som den arktiske torsken.

Siden de norske fiskeriene for en stor del er basert på konsentrasjoner av torsk og sild til bestemte tider og bestemte områder av kysten, lå den forklaring nær at fisken i dårlige år søkte andre områder enn de vanlige. Men etter hvert som vår viten om havet ble utvidet, ble dette bare en del

av forklaringen. Johan Hjort og hans medarbeidere tok omkring år 1900 fatt på dette spørsmålet, og det lyktes dem å vise at perioder med godt fiske falt sammen med rike årsklasser, og at perioder med dårlig fiske falt sammen med fattige årsklasser.

Enda er ikke årsakene til de store forskjellene i årsklassenes tallrikhet fullstendig kjent, men det er mange ting som tyder på at tallrikheten bestemmes på egg- og larvestadiet. I sjøen blir eggene og larvene utsatt for en stor dødelighet som forårsakes av en rekke faktorer som vind, strømforhold, temperatur, rovdyr og tilgangen på føde. Det er derfor lett å tenke seg at det fra år til år kan forekomme store variasjoner i den totale naturlige dødeligheten, variasjoner som forårsaker at det hos arter med stor fruktbarhet enkelte år vokser opp hele 10 ganger så mange fisk som i andre. Erfaringsmessig har det vist seg at fiskearter med lavere fruktbarhet som håbrand og pigghå har mindre variasjoner i årsklassenes tallrikhet, hvilket skyldes at yngelen er bedre beskyttet, og at eggantallet blir begrensende for tallrikheten når oppvekstbetingelsene er særskilt gunstige.

Disse forhold får en avgjort innflytelse på vårt syn på spørsmålet: Hvilken grad av beskyttelse trengs for å sikre en tilstrekkelig formering av bestanden. Når det gjelder arter med forholdsvis lav fruktbarhet og tilsvarende høy yngelbeskyttelse, vil antallet av avkommet bli direkte avhengig av gytebestandens størrelse, og en må følgelig sikre at et tilstrekkelig antall fisk får anledning til å gyte. Annerledes stiller det seg med de arter som har høy fruktbarhet. Hos disse ser det ut til at gytebestanden har lite å bety for årsklassenes størrelse. Dette kan skje fordi virkningene av den store og vekslende naturlige dødeligheten overskygger forskjellene i antall gytte egg.

Tidligere rådde den oppfatningen at i sjøen kunne en bare høste uten tanke for at dette kunne få noen følger. For en del fiskerier har det imidlertid vist seg at menneskenes beskatning kan gjøre seg merkbar, og dette kan vi lett konstatere. I den første tida etter at beskatningen har satt inn, er fangstene sammensatt av store og gamle fisk. Etter hvert blir fangstene og bestandene sammensatt av mindre og yngre dyr, og ved et for sterkt

fiske vil en stor del av fisken bli fanget før den er utvokset. Utviklingen av trålfisket i Nordsjøen etter 1900 gir gode eksempler på dette. I 1906 utgjorde den store rødspetta 36 % av fangstene i vekt, men etter hvert ble den mindre tallrik og i årene 1911–1913 utgjorde den bare 19–20 %. Under krigen var fisket sterkt hemmet, og da fisket tok til i 1919 utgjorde den store rødspetta ca. 40 % av fangstene. Etter 6 års fiske utgjorde denne kategorien ikke mer enn 7 %, og på dette nivået holdt fangstene seg fram til 1938. I årene etter siste krig har det samme bildet gjentatt seg.

Hysefisket i Nordsjøen viser også en liknende utvikling. I tidsrommet 1906–1913 avtok de britiske trålernes dagsfangst. Under krigen stoppet nesten alt fiske i Nordsjøen. I de første årene etter krigen ble det som følge av fredningen tatt meget gode fangster, men de avtok etter hvert. Mens fangstene i 1919 inneholdt 50 % småhyse, inneholdt de i 1930-årene helt opp til 90 %. I den samme perioden gikk totalfangsten ned fra 195 000 tonn til 95 000 tonn.

En mener at kveite- og rødspettefisket i norske farvann har vært gjenstand for en lignende utvikling, og at det nå er tegn som tyder på at fisket på den norsk-arktiske torskbestand utvikler seg i den samme retningen. Etter siste krig var utbyttet av skrei langs norskekysten og i Lofoten meget høyt, (fig. 1), hvilket nok i første rekke skyldes den rike 1937 års-klassen, men fredningen under krigen har nok hatt sitt å si. I de etterfølgende år viser fangstmengden en synkende tendens med enkelte topper som i første rekke skyldes innflytelsen av rikere årsklasser og bedre tilgjengelighet av fisken.

I slutten av 40-årene og begynnelsen av 50-årene øket beskatningen av den umodne del av bestanden i Barentshavet sterkt, og samtidig avtok tallrikheten av den kjønnsmodne del av bestanden langs

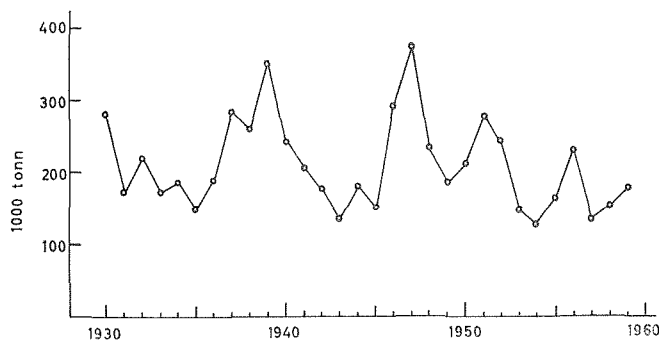


Fig. 1. Arktisk torsk. Totalfangst langs norskekysten, syd for Nordkapp. Etter Second Progress Report of the Working Group on Arctic Fisheries etc. 1959, supplert med data for 1959.

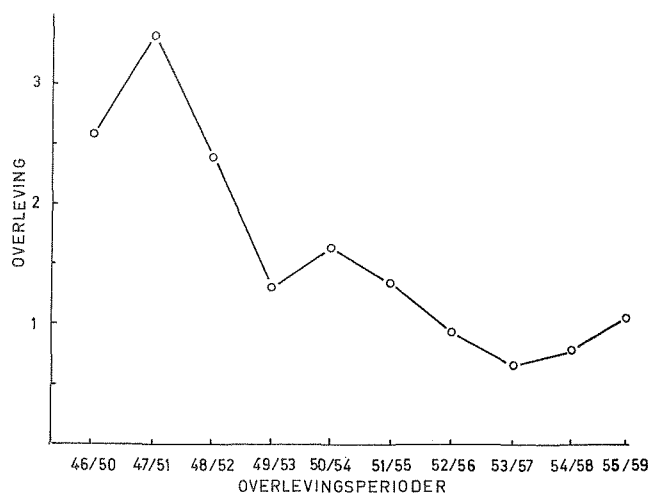


Fig. 2. Arktisk torsk. Forholdene mellom tallrikhetene av bestemte årsklasser langs norskekysten, syd for Nordkapp og tallrikhetene av de samme årsklassene fire år tidligere i Barentshavet. Etter Second Progress Report of the Working Group on Arctic Fisheries etc., 1959, supplert med data for 1959.

norskekysten. Sammenhengen mellom tallrikheten av bestanden i Barentshavet og langs norskekysten lar seg lett demonstrere. Overlevingen av umoden til kjønnsmoden torsk er i fig. 2 fremstilt som forholdet mellom tallrikheten av aldersgruppene 8, 9, 10 og 11 langs norskekysten syd for Nordkapp i perioden 1950/59 og tallrikheten av de samme årsklassene som 4, 5, 6 og 7 år gamle i Barentshavet i perioden 1946/55. I perioden fra 1946/50 til 1955/59 har overlevingen avtatt til ca.  $\frac{1}{3}$  av den opprinnelige.

I de siste årene har den totale dødelighet langs norskekysten og i Barentshavet ligget på ca. 65 % årlig. Av denne skyldes mellom  $\frac{3}{4}$  og  $\frac{4}{5}$  fisket. Den høye dødeligheten forklarer at de store årsklassene 1948, 1949 og 1950 bare hadde en relativ liten innflytelse på tallrikheten av kjønnsmoden torsk.

Forholdene i Nordsjøen og i Barentshavet har vist at menneskene kan påvirke både tallrikheten av en bestand og dens alderssammensetning ved å forandre fiskeintensiteten. Utbyttet per enhet fangststinsats i enkelte fiskerier har gått så sterkt ned at fisket som næringsgrunnlag er truet. Det er derfor naturlig å spørre om det er mulig å beskatte en fiskebestand, slik at det gir det høyest mulige utbytte for fiskerne i dag og framtida.

Tidligere ble det nevnt at en måte for enkelte bestander ta hensyn til deres formeringsevne når en skulle sikre at utbyttet ikke ble redusert. Hos de fleste saltvannsfisker har vi mennesker ikke stort vi skulle ha sagt i så måte. Problemet ligger mer i

å bestemme hvor, når og hvordan beskatningen skal settes inn, slik at vi utnytter hver enkelt fisks evne til å på kortest mulig tid å omdanne fiskens næring til fiskekjøtt. Denne problemstillingen er klar nok, men under arbeidet støter en på mange vanskeligheter, særlig på grunn av manglende data. Dersom det imidlertid lykkes oss å skaffe pålitelige opplysninger om fangstdødeligheten og den naturlige dødeligheten som bestanden er utsatt for, samt fiskens veksthastighet, er det mulig for oss å berekne hvilken beskatningsintensitet som vil gi oss det høyeste utbytte. Disse berekningene er basert på konstruerte modeller, og i det følgende skal vi se litt nærmere på slike modeller.

Vi tenker oss at det ved begynnelsen av hvert år settes inn 1 000 fisk i en dam, av disse blir det hvert år fisket 50 %. Vi ser foreløpig bort fra den naturlige dødeligheten (tabell 1). Det første året fanger vi 500 fisk og ved slutten av året er det 500 tilbake i dammen. Året etter fanger vi så 250 av de som var tilbake fra forrige år, og samtidig 500 av de 1 000 nye rekruttene. Fortsetter vi å sette inn 1 000 fisk hvert år i dammen og fanger 50 % av bestanden hvert år, vil vi til slutt finne at vi hvert år fanger 1 000 fisk, det samme antall som blir satt inn. I dette tilfelle er det likevekt mellom rekrut-

teringen og fangsten, og bestanden utgjør 2.000 stk. Økes beskatningsintensiteten til 80 %, øker utbyttet de første årene. Av de 1 000 rekruttene fanges 800 første året, og av de 500 1-åringene fanges 400 stk. osv. Fangsten første året vil derfor utgjøre 1 600 stykker, men utbyttet avtar raskt mot 1 000 fisk. Fra da av har fangsten på nytt stabilisert seg på 1.000 fisk, og bestandens tallrikhet har gått ned til 1 200 fisk. Alderssammensetningen i bestanden domineres nå av mye yngre fisk.

Siden det i eksemplet er sett bort fra naturlig dødelighet og vekst, er denne måten å se disse ting på sterkt forenklet. Viktig for fangstens størrelse og dens alderssammensetning er som vi også skal se, beskatningsformen. De fleste redskapene som er i bruk, velger ut fisken etter størrelsen. Tallrike forsøk med trål og snurrevad har vist at større maskevidder i redskapene øker størrelsen av den fisken som slipper igjennom maskene. Som eksempel er valgt et forsøk fra Barentshavet. Fig. 3 viser størrelsessammensetningen av torsk fanget med henholdsvis 100 mm og 130 mm maskevidde i trålen. Den utvelgende evnen til trålredskapene er imidlertid ikke særlig skarp. Forholdet mellom mørke og lyse fisk innen hver lengde-gruppe i fig. 4 viser det relative antall som blir holdt tilbake i trålen.

Tabell 1. Forandring i fangst og den totale bestand som følge av en øking av beskatningen fra 50 % til 80 % pr. år.

Alder	50 %		80 %					
	Likevekt		1. år		2. år		Likevekt	
	Bestand	Fangst	Bestand	Fangst	Bestand	Fangst	Bestand	Fangst
I .....	1000		1000	800	1000	800	1000	800
II .....	500	500	200	400	200	160	200	160
III .....	250	250	100	200	40	80	40	32
IV .....	125	125	50	100	20	40	8	7
V .....	63	62	25	50	10	20	2	1
VI .....	31	32	13	26	5	11		
VII .....	16	16	6	13	3	5		
VIII .....	8	8	3	6	1	2		
IX .....	4	4	2	3	1	1		
X .....	2	2	1	2		1		
XI .....	1	1						
Total .....	2000	1000	1400	1600	1280	1120	1250	1000

Under en viss størrelse fanger den ingen fisk og med økende størrelse av fisken blir en større og større del av den fisken som kommer inn i trålen holdt tilbake. Over en viss størrelse blir så all fisken fanget.

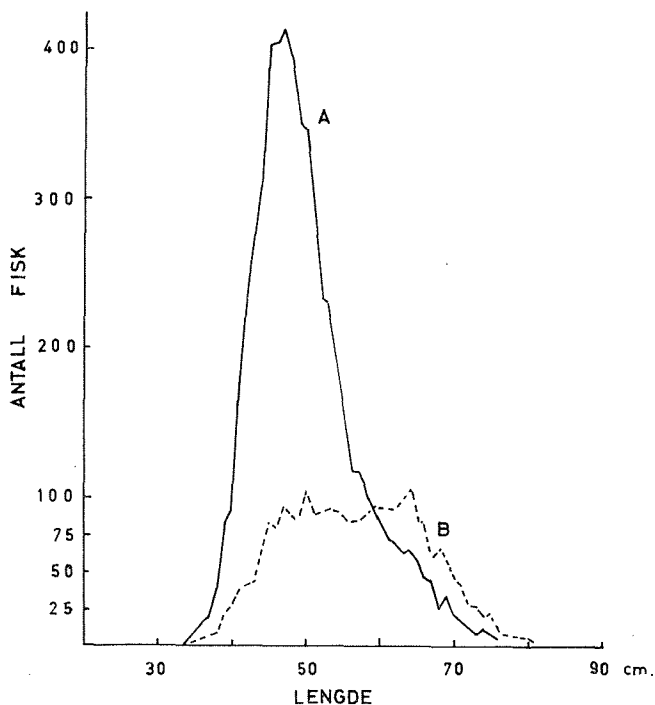


Fig. 3. Lengdefordelinger av trålfanget torsk. Kurve A: med maskevidde 10 cm. Kurve B: med maskevidde 13 cm. Hver kurve representerer samlet fangst i 12 parallelltrekk. Etter Sætersdal, 1955.

Som et mål for selektiviteten til en bestemt maskevidde er det vanlig å bruke den lengden av fisken hvorved 50 % av fisken slipper igjennom og 50 % blir holdt tilbake i trålen. Et utall av eksperimenter har vist at det er en nær sammenheng mellom denne 50 % lengden og maskestørrelsen. 50 % lengden er nemlig lik en konstant ganger maskevidden. Kjenner vi derfor konstanten kan vi beregne 50 % lengden ved en hvilken som helst maskevidde. Konstanten må imidlertid bestemmes for hver fiskeart og hvert materiale (hamp, nylon, terylen o. s. v.) som blir brukt i trålposen.

Siden bestemmelser angående maskevidder i trål-

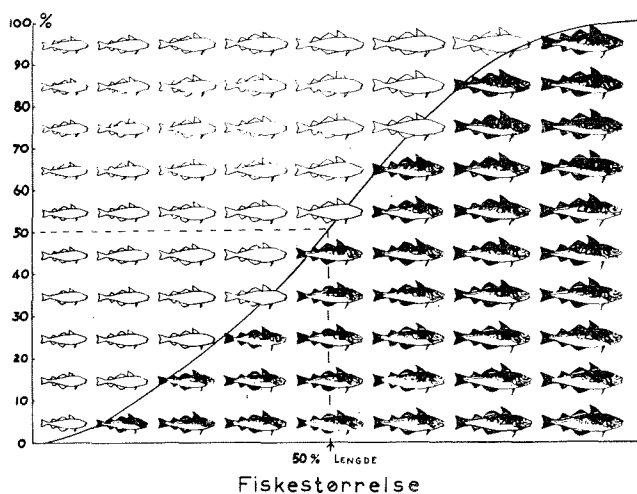


Fig. 4. En trålmaskes seleksjonsområde. Etter International Fisheries Convention etc., 1957.

Tabell 2. Utbyttet av en bestand som beskattes ved tre forskjellige maskevidder. (Etter International Fisheries Convention etc., 1957).

Aldersgruppe	Maske A				Maske B				Maske C			
	Overlevende fisk i antall	Fangst i antall	Gj.sn. vekt av fisk (gram)	Vekt av fangst (hekto)	Overlevende fisk i antall	Fangst i antall	Gj.sn. vekt av fisk (gram)	Vekt av fangst (hekto)	Overlevende fisk i antall	Fangst i antall	Gj.sn. vekt av fisk (gram)	Vekt av fangst (hekto)
1	1000	—	—	—	1000	—	—	—	1000	—	—	—
2	900	510	80	408	900	—	80	—	900	—	80	—
3	333	189	170	321	810	—	170	—	810	—	170	—
4	123	69	250	173	730	—	250	—	730	—	250	—
5	46	26	320	83	656	372	320	1190	656	—	320	—
6	17	10	370	37	243	138	370	511	590	—	370	—
7	6	4	405	16	90	51	405	207	531	—	405	—
8	2	1	435	4	33	19	435	83	478	271	435	1179
9	1	—	450	—	12	7	450	32	177	100	450	450
10	—	—	460	—	4	3	460	14	66	37	460	170
11	—	—	465	—	2	1	465	5	24	14	465	65
12	—	—	470	—	1	—	470	—	9	5	470	24
13	—	—	473	—	—	—	473	—	3	2	473	10
14	—	—	475	—	—	—	475	—	1	1	475	5
Total		809	—	1042		591	—	2042		430	—	1903

redskapene kan komme på tale som en måte å regulere et fiske på, skal vi se hvilken innflytelse forandringer i redskapsselektiviteten vil bety for utbyttet, når en samtidig tar hensyn til den naturlige dødelighet og vekst. For letthets skyld tenker vi oss at alle individer av en årsklasse er til stede i det området som fiskes, når de blir 1 år gamle. Antallet av 1 år gamle fisk settes til 1 000 stykker og beskatningen av bestanden med maskevidde A setter inn først på 2 års gamle fisk (tabell 2). Siden 1 år gamle fisk er for små til å holdes tilbake av vedkommende maskevidde, vil antallet av årsklassen det første året derfor bare reduseres av naturlige årsaker. Denne reduksjonen settes til 10 % årlig. Fra 2 års alderen settes fangsten inn og fra da av reduseres antallet med 63 % årlig, hvorav  $\frac{1}{10}$  utgjør naturlig dødelighet og  $\frac{9}{10}$  utgjør fangsten. Det første året reduseres antallet følgelig med 100 stykker og 900 blir tilbake. Neste år reduseres disse med 63 %, hvorav  $\frac{9}{10}$  eller 510 blir fanget og  $\frac{1}{10}$  eller 57 dør naturlig. Etter første års beskatning er det så igjen 333 3 års gammel fisk. Disse er fortsatt utsatt for den tilsvarende reduksjon som de 2 års gamle fisk var det osv. Det er imidlertid vekten av fangsten vi er interessert i. Den finner vi ved å multiplisere antall fisk med gjennomsnittsvekten av enkelt fisk på de enkelte alders-trinn. I alt ville denne årsklassen ha gitt 104,2 kg.

I tabell 2 finnes også resultatet dersom vi hadde brukt en større maskevidde (B) som ikke fanger fisken før den er 5 år gammel. I de 4 første år er det nå bare 10 % årlig naturlig reduksjon av årsklassene, og beskatningen settes inn ved en alder av 5 år. Fra nå av er den totale reduksjon 63 %. Fangsten 1. året utgjør  $\frac{9}{10}$  av den totale reduksjon på 413 følgelig 372 stykker osv. Beregnes fangsten i vekt på tilsvarende måte som foran, utgjør fangsten i dette tilfelle 204,2 kg.

Lengst til høyre i tabell 2 er det et tredje tilfelle hvor maskevidden er ytterligere øket, slik at fisken ikke blir fanget før den er 8 år gammel. I dette tilfelle utgjør fangsten 190,3 kg. Resultatene av disse beregningene blir at utbyttet i vekt er størst for den mellomste maskevidde, og at fangsten med den største maskevidde er tydelig større enn med den minste.

I disse tre eksemplene har vi bereknet utbyttet av en årsklasse, men det er lett å vise at resultatet vil bli det samme, når fisket er basert på alle aldersgrupper under ett så lenge rekrutteringen er den samme hvert år. Det viser seg imidlertid at årsklassenes tallrikhet varierer, og det vil komplisere bildet, men med eksemplet foran har jeg villet

beskrive hvordan gjennomsnittsutbyttet varierer med størrelsen av maskevidden, når bestanden er i likevekt.

De fleste bunnfiskarter i Nordsjøen er for tida overbeskattet. I september 1955 vedtok Den permanente kommisjon å nedsette en komité som skulle komme med en betenkning, blant annet om hvilken prosentvis øking i utbyttet av de forskjellige artene vi måtte vente ved forskjellige større maskevidde enn den som var i bruk (75 mm). Komiteen kom til at en øking i maskevidden fra 75–80 mm for de fleste arter på lengre sikt ville gi en øking på 5 % i vektutbyttet. For hyse og

Tabell 3. *Tungeflyndre. Beregning av korttidstapet ved overgang fra 75 til 80 mm maskevidde, og langtidsvirkningen på lengdefordeling og utbytte. (Etter Sætersdal, 1956).*

Lengde i cm	Antall fisk i hver lengdegruppe i fangsten (pr. 1000 rekrutfisk)			Undermåls fisk
	75 mm maskevidde i trålen	Øyeblikkelig virkning ved overgang til 80 mm	Langtidsvirkning av 80 mm	
20	—	—	—	Undermåls fisk
21	3	—	—	
22	10	1	1	
23	20	5	5	
24	36	13	13	
25	57	26	28	
26	75	42	48	
27	86	59	70	
28	84	68	83	
29	78	68	87	
30	67	62	80	
31	59	58	76	
32	54	54	70	
33	40	40	52	
34	31	31	41	
35	20	20	27	
36	9	9	12	
37	2	2	2	
38	—	—	—	
Vekt av ilandført fangst (kg pr. 1000 rekrutter)	158	134	169	
Prosentvis endring i vekt av landet fangst sammenliknet med 75 mm maske	—	15 % tap	7 % øking	

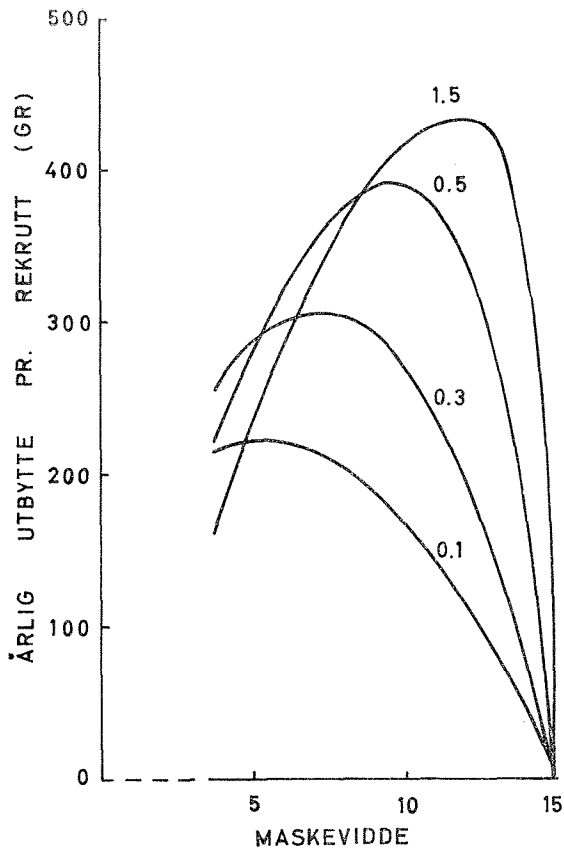


Fig. 5. Rødspettefisket i Nordsjøen. Årlig, varig utbytte pr. rekrutt ved varierende maskevidde og fiskeintensitet. Fiskeintensitet angitt ved tallene på siden av kurvene. Etter Beverton, 1956.

tunge ville den trolig bli 10 %. Det maksimale utbyttet ville imidlertid oppnås med langt større maskevidder. For torsk og rødspette måtte en helt opp i 150–200 mm, mens det for hyse og lysing klarte seg med maskevidder på ca. 100 mm eller noe høyere. Vinningen ved overgang til de nevnte maskevidder ville sannsynligvis for rødspette, torsk, lysing og hyse øke utbyttet med nærmere 100 %, for tunge og hvitting noe mindre.

Den øyeblikkelige virkningen av en høyere maskevidde blir som nevnt at de større maskene slipper igjennom en større del av den småfisker som ville bli fanget av de mindre maskene. Dette resulterer i et øyeblikkelig vekttap. I tabell 3 skal vi ta for oss metoden til å beregne dette tapet. Første kolonne viser en gjennomsnittlig størrelsesfordeling av tungeflyndre i Nordsjøen fanget med 75 mm maskevidde i trålen. Vi kjenner den selektive virkningen av forskjellige maskevidder, og kan dermed beregne størrelsesfordelingen, hvis vi hadde benyttet en maskevidde på 80 mm. Denne finnes i 2. kolonne. Nå kjenner vi også vekten av fisken i de forskjellige lengdegrupper, og det er lett å beregne totalvekten av fangsten ved den nye maske-

vidden. I dette tilfelle ville tapet i det ilandbrakte kvantum bli ca. 15 % i vekt når vi tar minstemålet i betraktning, i dette tilfelle 23 cm. Etter at den nye maskevidden har vært i bruk noen år, vil den nye lengdefordelingen bli som vist i 3. kolonne. En ser at det er flere større fisk i fangstene og bereknes totalvekten, finner en at den er øket med ca. 7 %.

Utbyttet av fisket kan således undergå store forandringer som følge av relativt små forandringer i beskatningsform og fiskeintensitet. Ved en eventuell regulering er det derfor viktig å se disse to faktorene i sammenheng. Av fig. 5, som viser sammenhengen mellom maskevidde og fiskeintensitet på den ene side og utbyttet på den andre, går det fram at øker vi fiskeintensiteten, må vi også øke maskevidden for å oppnå det høyeste utbyttet.

Denne avhengigheten mellom fiskeintensiteten og det maksimale utbyttet er av samme form som kurven for rødspette i fig. 6. De årlige utbyttene i fig. 6 er imidlertid fremkommet ved å multiplisere de maksimale utbyttene i fig. 5 med den gjennomsnittlige, årlige rekruttering før krigen. Eksemplene i fig. 6 gjelder foruten rødspette også hyse i Nordsjøen. Det mest iøynefallende ved disse kurvene er at utbyttet stiger med stigende intensitet og nærmer seg en grenseverdi. Ved lave intensiteter skal det forholdsvis små forandringer av intensiteten til å forårsake store forandringer i utbyttet, mens det ved høyere intensiteter er liten forandring i utbyttet, selv ved store forandringer i intensiteten. Disse kurvene kalles eumetriske fiskekurver, og er

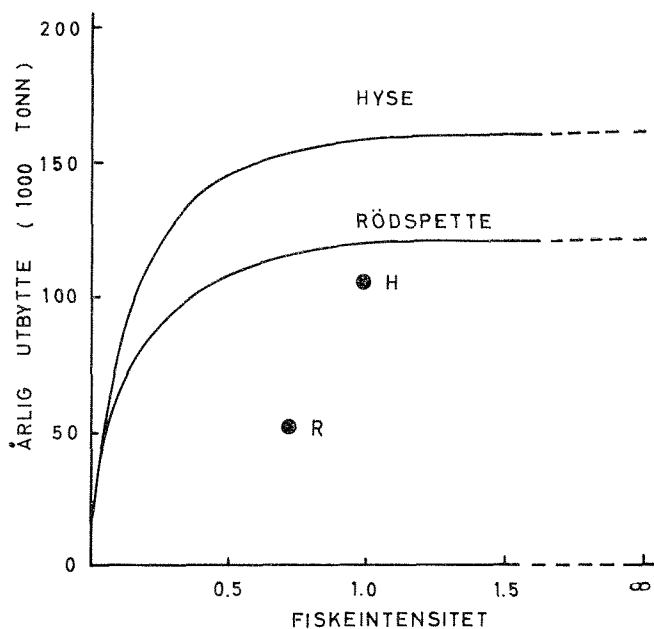


Fig. 6. Det totale utbyttet av hyse og rødspette i Nordsjøen ved eumetriske fiske. Etter Beverton and Holt, 1957.

et fiske regulert på den måten at maskevidden er tilpasset fiskeintensiteten, er fisket velbalansert eller eumetrisk. Punktene H og R i figuren viser førkrigstilstanden i henholdsvis hyse- og rødspettefisket. De ligger langt under de respektive kurvene, hvilket betyr at for å oppnå det høyeste utbyttet ble det brukt for liten maskevidde i forhold til den fiskeintensiteten som ble satt inn eller for stor fiskeintensitet i forhold til maskevidden.

Ved hvilken fiskeintensitet bør så fisket stabiliseres? Av kurven for eumetrisk fiske så vi at en ikke kunne strebe etter det høyeste utbyttet, da det ville kreve en meget høy fiskeintensitet. På den annen side, hvis fiskeintensiteten er for lav, vil utbyttet bli unødig lite, og en relativ liten øking i intensiteten vil forårsake en stor øking i utbyttet. Løsningen på dette spørsmålet skal bare antydes i det følgende. Utbyttet og fiskeintensiteten må i så fall erstattes med de likeverdige økonomiske uttrykk, henholdsvis fangstverdi og driftsutgifter. For vårt formål er det ikke nødvendig å finne den detaljerte sammenheng mellom disse størrelser, men som et arbeidsgrunnlag skal jeg bare antyde at verdien av fangsten og driftsutgiftene øker kontinuerlig med henholdsvis vekten av fangsten og fiskeintensiteten. Formen på kurven for fangstverdiens avhengighet av driftsutgiftene ved eumetrisk fiske blir derved den samme som formen på den eumetriske fiskekurve. I fig. 7 fremstiller kurve a

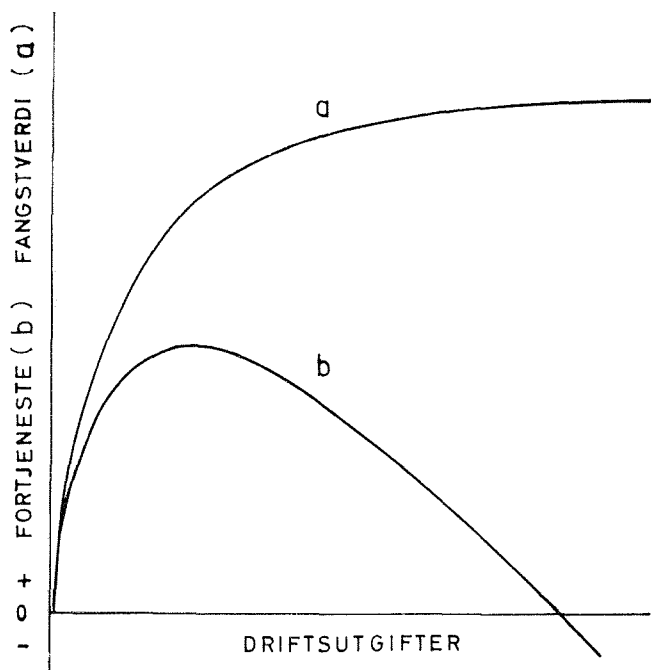


Fig. 7. Kurve a: Sammenhengen mellom verdien av fangsten og driftsutgiftene ved eumetrisk fiske. Kurve b: Fortjenestens avhengighet av driftsutgiftene ved eumetrisk fiske, Etter Beverton, 1956.

den eumetriske fiskekurve omreknet til driftsutgifter og fangstverdi og kurve b viser nettofortjenesten. Det viktigste for et fiske som en selvstendig økonomisk enhet, er at den innsatsen som settes inn, og det redskapet som brukes, gir det likevektsutbyttet som svarer nærmest til den maksimale fortjeneste. På den andre side kan de enkelte lands sosiale og økonomiske forhold gjøre at det er riktigere å opprettholde en større flåte, enn den som er nødvendig for å oppnå den maksimale fortjeneste.

En av de mest brukte reguleringsbestemmelser er forbud mot å ilandføre fisk under en viss størrelse. Hensikten med et slikt forbud er å hindre fiske i yngelområder hvor fangstene hovedsakelig vil være småfisk. Holder derimot alle størrelsesgrupper seg i de samme områdene, har minstemålet bare til hensikt å tvinge igjennom maskeviddereguleringene. I så fall må minstemålet sees i sammenheng med seleksjonsområdet til vedkommende maskevidde. Er minstemålet for lavt i forhold til seleksjonsområdet, virker det neppe til å tvinge igjennom maskeviddebestemmelsene. Det kan tvert imot stimulere fiskerne til å bruke en mindre maskevidde enn lovlig, for bestemmelsene om maskevidde og minstemål, er direkte motsigende. På den ene side har de lov til å lande fisk inntil en viss størrelse, men de kan ikke fange fisk av den størrelsen med de lovlige maskevidder. Settes minstemålet ved den øvre del av trålsens seleksjonsområde, vil det ikke være lønnsomt for fiskerne å bruke en mindre maskevidde, da denne bare vil øke fangsten av undermåls fisk, som må kastes overbord. Da få av den fisk som kastes overbord vil overleve, blir fisket direkte ødselt, og dette vil bety en alvorlig reduksjon av den forbedring en maskeregulering er ment å gi.

Det samme resonnement gjelder også bruken av minstemål alene som middel til å regulere et fiske. Fiskerne vil i alle tilfelle bruke en maskevidde som sikrer dem at ikke noen fisk av lovlig størrelse slipper igjennom. Utkastet av undermålsfisk vil da bli så stort, at nytten av minstemålet i de fleste tilfelle blir minimal.

Den arbeidsgruppen som arbeidet med spørsmålene i Nordsjøen fant ingen tilfredsstillende løsning på kombinasjonen av minstemål og maskevidderegulering, men i de tilfelle man fant minstemål nødvendig for å håndheve maskeviddereguleringen, burde minstemålet så vidt mulig falle sammen med den lengden hvorved 50 % av fisken slipper igjennom vedkommende maskevidde og 50 % holdes tilbake. Noe ødeleggelse av undermåls fisk

vil enda forekomme, men ikke i den grad som ville ha forekommet dersom minstemålet var fastsatt ved den øvre grense av seleksjonsområdet. Den største nytten av en maskevidderegulering vil en imidlertid få uten bruk av minstemålet, men i stedet må en da innføre direkte kontrollmålinger av redskapene.

Gjennomføringen av reguleringer byr på mange vanskeligheter, særlig i de fiskeriene som drives av flere land. I slike tilfelle vil de enkelte lands sosiale og økonomiske tilhøve komme til å innfluere på de reguleringsbestemmelsene interesserte land kan bli enige om. Bak disse tilhøve skjuler seg hjemmemarkedenes etterspørsel etter bestemte arter av bestemte størrelser og forskjellige fiskemetoder. Ofte vil disse forhold være svært vanskelig å forene med en effektiv regulering, men likevel synes de største vanskeligheter å ligge i selve naturgrunlaget.

Siden mange fiskerier er basert på flere arter samtidig, vil det være umulig å regulere fisket, slik at hver art fiskes på den mest rasjonelle måten. De bestemmelsene som er gunstig for en art, trenger ikke ha den samme virkningen på en annen. Grunnen til dette kan være at vekstastigheten og den naturlige dødeligheten er forskjellig, men også at småfisker til de enkelte artene har forskjellige muligheter til å slippe gjennom trålmasker av samme størrelse.

Før eventuelle reguleringstiltak i Nordsjøen diskuteres, er det nødvendig å nevne to forhold som er mer og mindre særegent for dette området. For det første er det flere verdifulle fiskearter som fanges av samme type redskaper. Torsk, hyse og rødspette skiller seg tydelig ut som de viktigste, men tunge, hvitting, sei og en rekke andre arter gjør seg også gjeldende i fangstene. Fordelingen av fangstene viser at torskefiskene har en mer nordlig utbredelse enn flatfiskene, og at de enkelte lands fiskeflåter har en tendens til å foretrekke bestemte områder, hvilket resulterer i at de konsentrerer fisket mer og mindre på bestemte arter. Disse forhold skulle gi muligheter til å regulere fisket på to måter. Når det gjelder *sammensatt regulering* innføres det forskjellige bestemmelser i forskjellige områder. Områdeinndelingen bør i så fall først og fremst være basert på utbredelsen av artene, slik at hver hovedart eller gruppe av nærstående arter mest mulig blir beskattet ved den eumetriske kombinasjon av fiskeintensitet og maskevidde, med andre ord best tilpasset de biologiske karakterer. Den andre måten å regulere fisket på er *ensartet regulering*, hvor bestemmelsene er de samme for

hele området. Gjennomføringen av en slik regulering krever at alle land som deltar i fisket blir enige om fordelingen av fiskeintensiteten mellom landene og om å stabilisere fisket på et bestemt nivå, sett i forhold til gjennomsnittet for et bestemt tidsrom. Dette kan medføre forandringer i de enkelte lands fiskeintensitet, og det er rimelig å foreta disse forandringer, i de fleste tilfelle en innskrenkning, proporsjonalt med de enkelte lands fiskeintensitet. Maskevidden tilpasses så den totale fiskeintensitet landene er blitt enige om, slik at fisket vil gi den høyeste gjennomsnittlige fortjeneste, alle artene sett under ett.

I områder som Nordsjøen vil en sammensatt regulering gi det høyeste utbyttet og de færreste ulemper for de enkelte lands fiskeflåter, men det synes på ingen måte mulig å kontrollere at reguleringsbestemmelsene for de enkelte områdene overholdes. I dag synes derfor en ensartet regulering å være den eneste som kan komme på tale.

Siden gjennomføringen av en større maskevidde eller en innskrenkning i intensiteten fører til et øyeblikkelig tap i utbyttet, er det om å gjøre at bestemmelsene gjennomføres på en slik måte at fiskerne blir minst mulig skadelidende. Vi bør derfor overveie å foreta forandringer av restriksjonene i flere trinn. Økes for eksempel maskevidden eller minskes intensiteten skrittvis, blir det øyeblikkelige tapet mindre, men dette medfører i alminnelighet at det gunstigste utbyttet blir nådd seinere. Det er imidlertid flere forhold som taler for at det øyeblikkelige tapet blir mindre enn bereknet. Erfaringen fra et utall av maskeviddeforsøk og fra reguleringen av hysefisket på Georges Bank ved New Foundland har vist at trålens fangstevne øker med større maskevidder. Dette medfører forholdsvis større fangster av fisk over vedkommende maskeviddes seleksjonsområde. Har dessuten de mindre fisk stort sett en annen utbredelse enn de større, vil dette bevirke at flåten ikke finner det lønnsomt å fiske med den større maskevidden i de områder den tidligere fisket. Flåten vil derfor trekke over til områder med forholdsvis mer storfisk. Fangstene kommer derved til å inneholde forholdsvis mer storfallen fisk enn tidligere, og det øyeblikkelige tapet minker. Det er imidlertid i slike tilfeller vanskelig på forhånd å forutsi en omgruppering av flåten og berekne virkningen på bestandens sammensetning, men flytting av flåten til områder med relativt mer storfallen fisk er i samsvar med prinsippene for god regulering.

I enkelte fiskerier eksisterer det også fra tidligere et minstemål. Dette kan være så høyt at en større



maskevidde bare vil resultere i at fangstene av undermålsfisk går ned, mens det kvantum som landes stort sett blir det samme. Innføres dertil den større maskevidden samtidig med at en rik årsklasse oppnår fiskbar størrelse, kan endog utbyttet øke i stedet for å avta.

En regulering er ikke ferdig i og med innføringen av visse restriksjoner. Like viktig er det å holde øye med hvordan bestanden reagerer på disse restriksjonene, med andre ord, om fisket etter reguleringen nærmer seg den forutsatte likevekt. Forandringen i utøvelsen av fisket og forandringer innen bestanden kan komme til å kreve bestemte justeringer av de opprinnelige reguleringsbestemmelsene. Evnen til å finne fisken og effektiviteten av redskapene kan bli bedre, hvilket forårsaker en større fiskedødelighet enn forutsatt, da tiltakene ble satt ut i livet. Av forandringer i bestanden ligger det nær å tenke på slike som har sammenheng med økingen i bestandens størrelse. Det kan dreie seg om forandringer i rekrutteringen, nedsatt vekst og større naturlig dødelighet.

Skal vi kunne foreta en slik kontroll, trenges det

kanskje like detaljerte undersøkelser som før reguleringsbestemmelsene kunne fastsettes, men disse undersøkelser må i internasjonale fiskerier kunne drives ved et utstrakt samarbeid.

#### Litteratur.

- Beverton, R. J. H. 1956. The theory of fishing, Pp. 372-448 i Graham, M., ed. *Sea fisheries. Their investigation in the United Kingdom*, London.
- Beverton, R. J. H. and Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser. II*. 19: 1-533.
- International Fisheries Convention 1946: Report of the *Ad Hoc* Committee Established at the Fourth Meeting of the Permanent Commission, September 1955: *J. Cons. Explor. Mer.* 1957, 23 (1): 7-37.
- Second Progress Report of the Working Group on Arctic Fisheries. Copenhagen, September 28 - October 4, 1959. (Framlagt på møtet i ICES, København 1959).
- Setersdal, G. 1955. Maskeviddeforsøk med småtrål mai 1954. *Fiskets Gang*: 185-187.
- Setersdal, G. 1956. Resymé av rapport til den Permanente Kommissjon fra en komité nedsatt på Kommissjonens 4. årsmøte. *Fiskets Gang*: 556-563.