

Havforskningsdirektør Odd Nakken:

Hvordan blir et bestandsestimat til?

Hva er svakhetene? Hvor ligger styrken? Hvor stor er usikkerheten, og hva kan vi gjøre for å redusere denne?



Odd Nakken er stril. Det har han vært i 52 år. Han er utdannet cand real fra Universitetet i Bergen i 1966, med fysisk oceanografi som hovedfag. Som Tore Jakobsen gikk han rett fra lesesalen til jobb i Havforskningsinstituttet, og der har han holdt seg siden. Nakken overtok som Havforskningsdirektør etter Gunnar Sætersdal i 1985.

Mitt foredragstema er teknisk innfløkt, men jeg skal forsøke å gjøre det så forståelig som mulig, både for meg selv og for tilhørerne.

Et bestandsestimat er bare en del av grunnlaget for en kvotebefaling. Før vi kan anbefale en kvote, må vi nemlig beregne bestandens størrelse og den aktuelle beskatningstilstand. Dette arbeidet kan grovt deles i tre, nemlig historikk, status og fremskrivning. Målsettingen er å beregne antall fisk i hver årsklasse hvert enkelt år. Kall det gjerne å lage et fiskeregister. Dernest må vi hvert år, og for hver årsklasse, beregne gjennomsnittsvekt, hvor mange individer som blir fisket og hvor mange som dør naturlig.

Selve regnestykket er forholdsvis enkelt. Antall fisk pr. 1. januar i en årsklasse, er lik antallet pr. 1. januar året før, minus det som er fisket og det som døde på naturlig måte. Ved å multiplisere antall fisk i hver årsklasse med gjennomsnittsvekten, finner vi bestandens størrelse i vekt, vanligvis angitt i tusen tonn.

En bestand består av:

- yngelbestand, dvs. fisk yngre enn 1 år,
- småfiskbestand, dvs. fisk som er for liten til å bli fisket,
- fiskbar bestand, dvs. fisk som er i fangstene, og
- gytebestand, dvs. fisk som er kjønnsmoden.

For å beregne størrelsen bruker vi ulike metoder. Yn-

gelbestanden beregnes utelukkende ved toktundersøkelser, enten ved tråling eller ved akustisk måling, dvs. ved å telle fisk i ekkolodd-diagrammer. Småfiskbestanden beregnes på samme måte. Den fiskbare del av bestanden beregnes på bakgrunn av en rekke typer informasjon. Sentralt i dette arbeidet er selvsagt fangststatistikken, herunder representativ prøvetaking. Fangststatistikken er oppgitt i tonn ilandført kvantum etter redskap og fangstområder. Ved hjelp av kunnskap om gjennomsnittsvektene for de ulike årsklasser kan vi beregne antall fisk i fangstene for hver aldersgruppe.

Videre inngår data om fangstinnsetningen som et viktig hjelpemiddel, spesielt i trålfiske. Vi gjennomfører også egne forskningstokt, både med trål- og akustisk målemetodikk. Merkeforsøk er også en aktuell metode. For enkelte bestander er det nemlig vanskelig å bruke fangstinnsetning som hjelpemiddel. Det gjelder særlig fiskerier med snurpenot. I slike fiskerier er fangst pr. innsats til liten hjelp.

Gytebestandene beregnes stort sett på samme måte og med samme metodikker som den fiskbare bestand. Bestanden av kjønnsmoden fisk kan dessuten ofte kartlegges ved å beregne antall egg etter gyting. Det forgår ved å slepe egghåver gjennom gyteområdet, telle antall egg, og ut fra dette beregne antall gytefisk.

Denne metoden har f.eks. vært benyttet på begge makrellbestandene.

Bestandsberegning av norsk-arktisk torsk

La meg ta et konkret eksempel, nemlig bestandsberegningen av norsk-arktisk torsk i 1988. Tiden tillater ikke at jeg presenterer alt det materiale som ligger bak denne beregningen, men i grove trekk skjer det som beskrevet i det følgende.

Punkt nr. 1 er nøyaktige tabeller over tidligere fangst, samt forventet fangst i 1988. Dernest forsøker vi å anslå deltagelsen i fisket og fangst pr. innsatsenhet. Særlig fangst pr. innsats er en viktig størrelse i arbeidet med å beregne en fiskebestand, også norsk-arktisk torsk. Forklaringen er enkel. Jo mer fisk det er i havet, jo større blir fangsten pr. time tråltauing, pr. garnlenke, pr. krok osv. Data for fangst pr. innsats forteller ikke nødvendigvis hvor stor bestanden er, men sier mye om variasjonene i den.

I løpet av de siste 20 år har det vært komplisert å bruke tall for fangst pr. innsats. Hovedårsaken er en rivende teknisk utvikling i de aller fleste fiskerier i våre farvann. Det er et generelt trekk i sammenheng at vi stadig skal yde, dvs. produsere mer. Det gjelder enten du er Havforskningsdirektør, Stortingsmann eller aktiv fisker. I fiskeriene inne-

bærer dette at fangst pr. innsats stadig øker, ikke nødvendigvis fordi det er mer fisk i havet, men som følge av økt effektivitet. Av store tekniske fremskritt kan jeg f.eks. nevne innføringen av sonar og nylonnot i pelagiske fiskerier og moderne fiskeletingsutstyr i trålfisket. Tidsserier for fangst pr. innsats må derfor brukes med fornuft.

Punkt nr. 2 er å beregne hvor mange 3-åringer, 4-åringer, 5-åringer osv. som inngår i fangstene. 0-gruppeundersøkelsen og yngeltoktene viser indekser for antall fisk i hver av de årsklasser som ennå ikke har kommet inn i fisket. For norsk-arktisk torsk har vi også toktresultater for fisk helt opp i kjønnsmoden alder. Selve gytebestanden av torsk beregnes delvis på bakgrunn av toktundersøkelsene.

Fiskepresset på norsk-arktisk torsk er høyt. Det betyr at et forholdsvis lite antall fisk blir kjønnsmoden. Antallet vil selvsagt variere, men generelt være lavt. Dermed er det svært vanskelig bare på grunnlag av stikkprøver i fangsten å regne ut hvor mange fisk som tilhører gytebestanden. Russerne bruker denne metoden. I Norge har vi gått over til mer direkte å forsøke å måle antall fisk i gytebestanden akustisk på feltet.

Så til punkt 3. Det er nå problemene virkelig melder seg. Vi må nemlig ha en bestandsmodell – dvs. en formel for hvordan regnestykket skal utføres.



Vi følger torsken fra fødsel til død, og får etterhvert et stort materiale om hver årsklasse, sa Odd Nakken.

Med andre ord; vi må tilpasse fangstdata og toktresultater. Når det er gjort, og vi har beregnet antall individer i fangstene og i totalbestanden, kan vi finne fiskedødeligheten. Denne størrelsen er – litt upresist sagt – antall fisk i fangstene dividert med antall fisk i bestanden.

Punktene 1 til 3 leder frem til en status for den fiskbare del av torskbestanden.

Til slutt må vi forsøke å anslå utkastet. Det er en vanskelig jobb. For to år siden gjorde vi det på følgende måte: Vi lot en tråler gå i prøvefiske etter torsk og sammenlignet prøvefangstene med det trålerflåten leverte til land. Forskjellen i lengde og størrelse var merkbar. Vi kom til at fangstene av



Den kraftige effektiviseringen i fiskerinæringen de siste 20 år har gjort det komplisert å benytte data for fangst pr. innsats. Med mer effektive redskaper kan fangstene øke uten at det nødvendigvis trenger å bety at det er mer fisk i havet. Moderne fiskeletingsutstyr og elektronikk for redskaps-håndtering av trål har betydd mye i trålerfisket. Her fra et flerbekstandstokt i Barentshavet.

1983-årsklassen alt i alt ville bli redusert med ca. 80.000 tonn som følge av utkastet. Jeg understreker at tallet er meget usikkert.

80.000 tonn er et stort kvantum, men ikke avskrekkende i forhold til det totale fisket etter norsk-arktisk torsk. For andre bestander er det avgjørende å tallfeste utkastet. I hysefisket i Nordsjøen er utkastet nesten like stort som ilandført kvantum. Uten anslag for hva som kastes overbord er det derfor umulig å si noe som helst om utviklingen i denne bestanden.

Vi har nå gjort oss ferdig med status — dvs. vi har historikken og den aktuelle situasjon. Neste skritt er å anslå hvordan bestanden vil utvikle seg i fremtiden. Da må vi først forsøke å tallfeste antall fisk i de årsklasser som er på vei inn i den fiskbare bestand. Her kommer tokundersøkelsene inn med full tyngde. De som blir 3-åringer til neste år er dagens 2-åringer, de som blir 3-åringer året etter det igjen, er ett-åringer i dag, osv. Dermed må vi forsøke å anslå hvordan de forskjellige årsklasser vil utvikle seg i vekt.

Når disse verdiene er beregnet, kan vi fremskrive bestanden på kort sikt, dvs. ett år, eller på lengre sikt, fra to år og oppover. For torsk, som er en langlevende art, kan vi fremskrive bestanden både 3 og 4 år. Arter som lodde kan ikke fremskrives lenger enn 2 år.

Omfattende materiale

La meg så gå over til å kommentere endel figurer og tabel-

ler som viser hvordan vi arbeider.

Figur 1 viser utviklingen i fangsten av torsk pr. 1000 tråltimer fra 1980 til 1987, henholdsvis for norske og russiske trålere. Den øverste delen av figuren gjelder for det østlige Barentshav, og viser en sammenfallende tendens for norske og russiske trålere. Fangstene pr. 1000 tråltimer falt jevnt i første halvdel av 80-årene, for så å øke i 1985 og 1986. At den norske kurven ligger høyere enn den russiske, betyr ikke at vi er mer effektive, men at det er brukt forskjellige enheter. Poenget er at tendensen er den samme, og konklusjonen må bli at det var mer fisk i det østlige Barentshav i perioden 1984 til 1986 enn i årene 1980 til 1983.

Kurven for Svalbard-området viser dette enda klarere, med sammenfallende trekk for det norske, spanske og russiske trålfiske. I Barentshavet vest, der bare Norge har skikkelige tall for fangst pr. innsats, har vi stort sett samme forløp som i Barentshavet øst, dvs. fallende fangst pr. innsats frem til 1984, og deretter økning. For ordens skyld: Figur 1

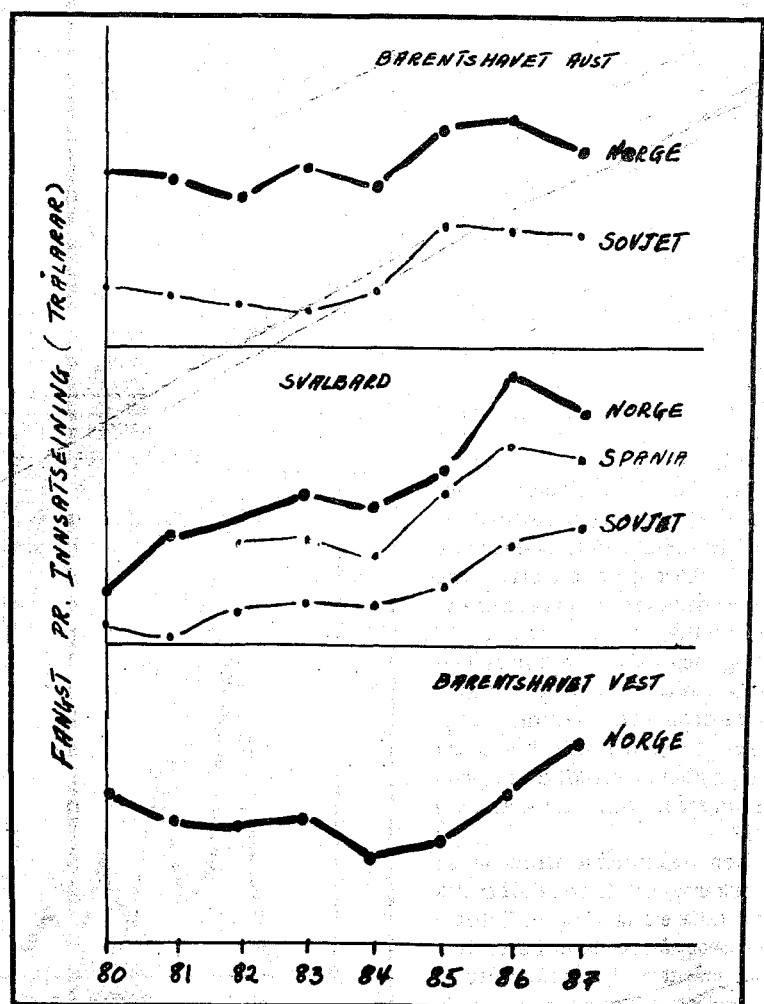
sier ingen ting om ilandført kvantum, men om kvantum pr. 1000 tråltimer.

Tabell 1 viser fangstdata for norsk-arktisk torsk målt i antall individer for de ulike årsklasser i perioden 1980 til 1987. Det første vi legger merke til er at 3-åringene kommer inn i fangstene med et lite antall. Det skyldes naturligvis regler om minstemål, maskevidde, avstenging av ungfiskområder osv. Så øker antallet av 4-, 5- og 6-åringer i fangstene, før antallet av 7 år og eldre fisk synker brått. Tabell 1 bygger på offisielle fangststatistikker. Jeg skulle likt å vite de reelle tall for 3-åringer og 4-åringer i fangstene.

Av fangstdata som gjengitt i tabell 1 kan vi umiddelbart finne sterke årsklasser. 1975-årsklassen kommer inn i tabellen som 5-åring i 1980, som 6-åring i 1981 osv. nedover mot høyre i tabellen. Denne årsklassen gir jevnt høyere tall enn naboårsklassene, og indikerer at den var sterk. Også 1982-årsklassen, som kom inn i den fiskbare bestand som 3-åring i 1985, viser høye tall. 100 millioner 5-åringer har vi kun fisket i 1987.

Tabell 1: Fangstdata for norsk-arktisk torsk. Antall millioner fisk i fangstene.

Alder	Årstall							
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
3	4	3	9	3	7	19	17	6
4	17	9	21	20	14	38	55	99
5	82	21	19	20	19	27	75	100
6	40	63	28	18	20	20	28	66
7	18	22	42	17	15	14	13	14
8	7	10	8	18	8	4	5	5
9	4	4	3	3	6	2	1	1

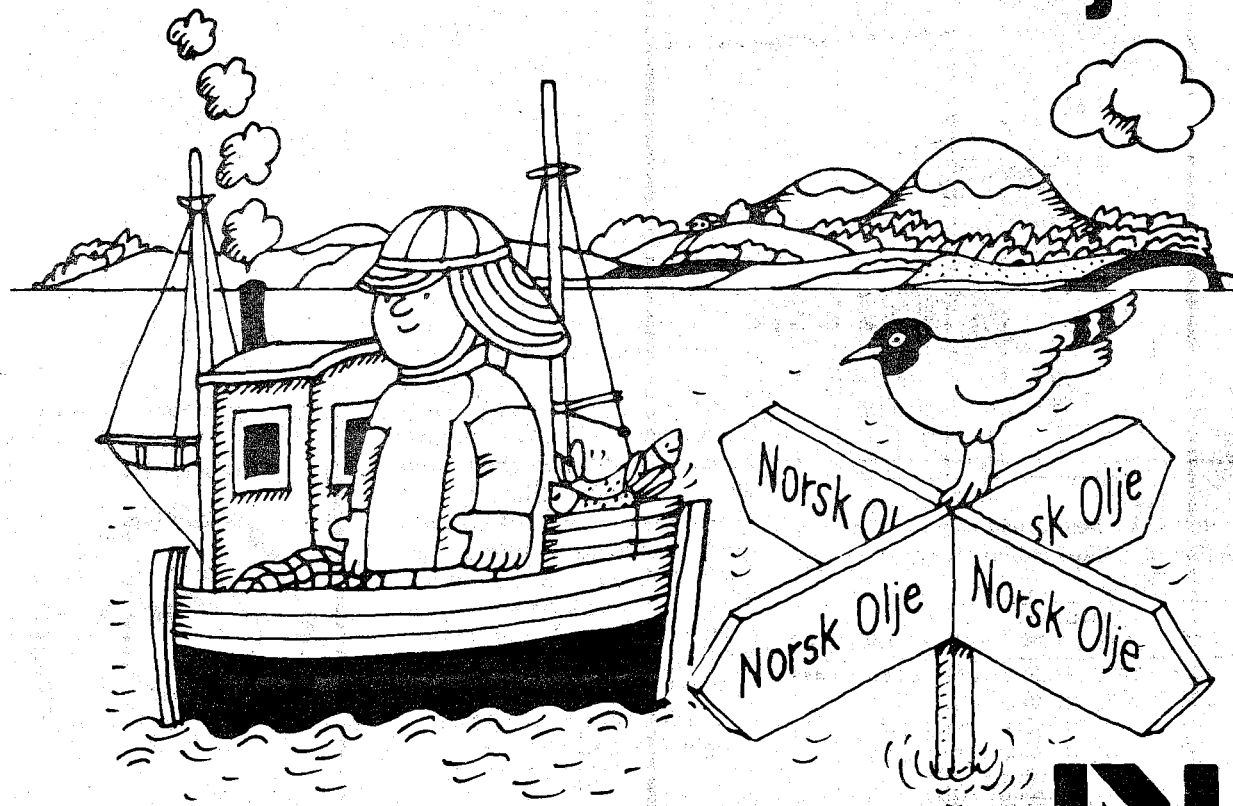


Figur 1: Utviklingen i fangst av norsk-arktisk torsk pr. 1000 tråltimer, fordelt på havområder. 1980-1987.

Figur 2 viser anslag for årsklassestyrker basert på det årlige fellestokket med russerne om høsten. Disse undersøkelsene startet i 1965, og har stort sett foregått på samme måte hele tiden. Vi endret litt på metodikken i siste halvdel av 70-årene. Tabell 1 og figur 2 gir sammenfallende tendenser for styrken av de ulike årsklas-

sene frem til 1982. 1970-årsklassen, som ga svært kraftig utslag i 0-gruppetoktet, kommer igjen med høye tall i fangstmatriksen på midten av 70-tallet. 1980-årsklassen, som ble målt som svært liten på 0-gruppetoktet, har tilsvarende lave tall i fangstmatriksen midt på 80-tallet.

Du finner olje langs hele kysten. Norsk Olje!



Det er alltid et Norolanlegg i nærheten. Der får du bunkers, smøremidler og vaske/rengjøringsmidler til mange formål. Neste gang du er innom bør du også fa med var brosjyre om driftsøkonomi til sjøs.

Smøremidler.

Norsk Olje har et bredt utvalg av smøreoljer og fett som holder maskiner og utstyr i trim. Kjøp topp kvalitetsprodukter på samme sted som du bunkrer. Be om brosjyren. Norol-smøremidler.

Vask, rengjøring og mye mer!

På vare anlegg far du også kjøpt det du trenger av rens og avfettingsmidler, samt midler til vask og rengjøring. Be om brosjyren Norol-produkter når du allikevel er innom!

Vi står klar til å ta imot trossa, kommer du?

Norsk Olje a.s. **NOROL**

Klaffet dårlig

Men fra 1982 har dataene fra 0-gruppetoktet klaffet svært dårlig med de tall vi senere har beregnet ved tokt- og fangstundersøkelsene. Fra 1982 til 1986 har vi observert mer torskeyngel i Barentshavet enn noen gang. I dag vet vi at denne yngelen ikke finnes som større fisk. Jeg skal komme tilbake til dette mot slutten av foredraget.

Tabell 2 viser indekser for antall fisk i hver årsklasse basert på det norske bunntroltaket i Barentshavet. 4-åringene er markert med en strek fra høyre ned mot venstre. Som vi ser gir alle årsklassene fra 1977 til og med 1981 svært lave tall på 4-årsstadiet. Først 1982-årsklassen gir som 4-åring, dvs. i 1986, et nogen lunde brukbart tall, for ikke å snakke om 1983-årsklassen, som var 4-åring i 1987.

Den oppmerksomme leser merker seg et litt spesielt trekk ved tallene i tabellen. Tidlig i 80-årene nådde de enkelte årsklasser sitt maksimale antall i fangstene først som 4- og 5-åringer. De aller seneste år har antallet begynte å minke for årsklassene når 4-årsstadiet. Dette skyldes ikke endret metodikk. Tabell 2 går bare frem til 1988. Vi har også tall for 1989, og de viser en kraftig nedgang for nesten samtlige årsklasser fra 1983 og oppover.

Tilsvarende tabeller som tabell 2 har vi hvert år for ytterligere to norske og fire russiske toktundersøkelser. Totalt har vi altså hvert år 6-7 ulike indeksserier som inngår i den endelige tabellen over styrken av de ulike årsklasser.

Denne er gjengitt i tabell 3. Den viser antall fisk i millioner individer for hver enkelt årsklasse, og bygger på 0-gruppundersøkelser, yngelundersøkelser, en hel mengde toktundersøkelser av større fisk samt fangststatistikkene. 1975-årsklassen kan følges som anmerket med pilen. Tabellen er oppsatt helt tilbake til 1946, og bygger i første rekke på fangstdata. Hovedårsaken er den meget høye beskatningsgraden av torsk. Hvert år fisker vi rundt halvparten av antall fisk i bestanden, i alle fall når fisken blir eldre enn 6 år. Det betyr at fangsttallene er helt avgjørende for de bestandsberegninger vi foretar. Følgelig er fangstene feil oppgitt, blir våre beregninger feil.

Vektsvikt

Men antall fisk alene er ikke nok til å gi oss bestandens biomasse. Vi må også vite hvor mye hver fisk veier. I tabell 4 har jeg gjengitt gjennomsnittsvekten for fisk i de enkelte årsklasser for årene 1983 til 1988. Tallene er regnet ut etter vårt årlige vintertokt i februar, og bygger på mellom 200 og 300 trålstasjoner fordelt over hele Barentshavet.

I perioden 1983 til 1985 var fisken stor og feit. En 5-åring i 1984 på nesten 2 kilo er historisk eksepsjonelt stor. Etterrigs-gjennomsnittet for en 5-år gammel norsk-arktisk torsk er ca. 1,5 kilo. Men fra 1985 til 1988 har torsken rast i vekt. Det er en utvikling som ingen våget å

forutsi. Jeg sier ikke dette for å unnskyldes Havforskningsinstituttet, men som en ren sak-soppløsning. Fra 1986 til 1988 skjedde det ting i Barentshavet som vi aldri har observert maken til. Det gjelder ikke bare vektutviklingen, men en rekke forhold av betydning for torskbestanden. De store yngelårsklassene som vi observerte fra 1983 til 1985 har på ingen måte vist seg senere med

tilbake i tiden. Derfor er det ikke så farlig om våre beregninger ikke gir det helt nøyaktige antall fisk. Essensen er variasjonene, altså de relative endringer i bestanden, som fremkommer av slike tidsserier.

Jeg kan ikke tallfeste usikkerheten i våre bestandsanslag for norsk-arktisk torsk. For andre bestander, som f.eks. norsk vårgytende sild,

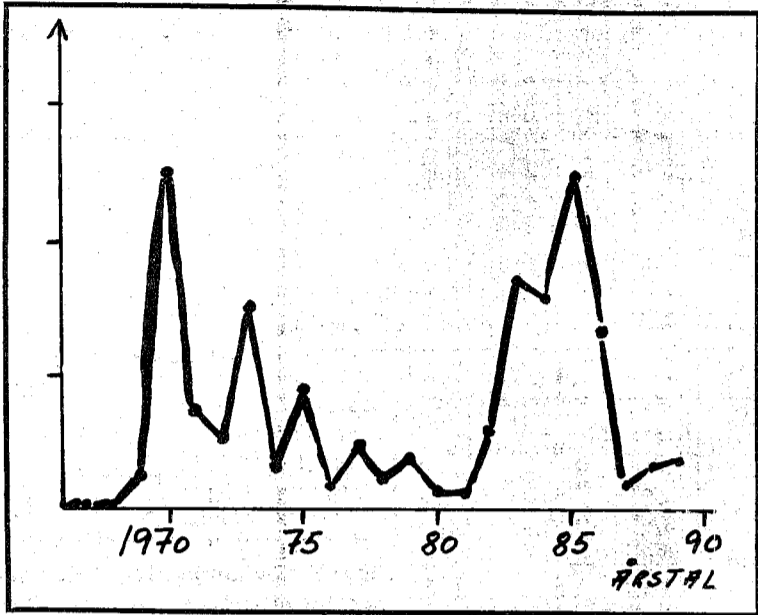
kan vi gi et brukbart anslag for usikkerheten. Men en sak er den statistiske usikkerheten, som vi kan regne oss til. Noe helt annet er den usikkerheten som følger av manglende biologisk innsikt. Hvordan skal vi f.eks. tallfeste mulige feilmarginer når vi spår om fremtiden?

Hva med samarbeid?

Så til et annet aktuelt spørsmål: Når kan havforskerne begynne å bruke flåten mer aktivt i sitt arbeid?

For å si det rett ut. Jeg er skeptisk til å etablere et system basert på direkte informasjon fra fiskerne. Det betyr ikke at jeg mistror aktive næringsutøvere. Men vi er helt avhengig av at datainnsamlingen skjer på rett måte. Derfor er det vanskelig å bruke dag til dag informasjon fra fiskeflåten. I spesialtilfeller kan et slikt samarbeid være aktuelt, men ikke på permanent basis.

Til slutt kort noen ord om økt internasjonalt samarbeid. Vi må selvsagt være orientert om det som rører seg utenfor landets grenser. Norge er en importør av kunnskap, og dess



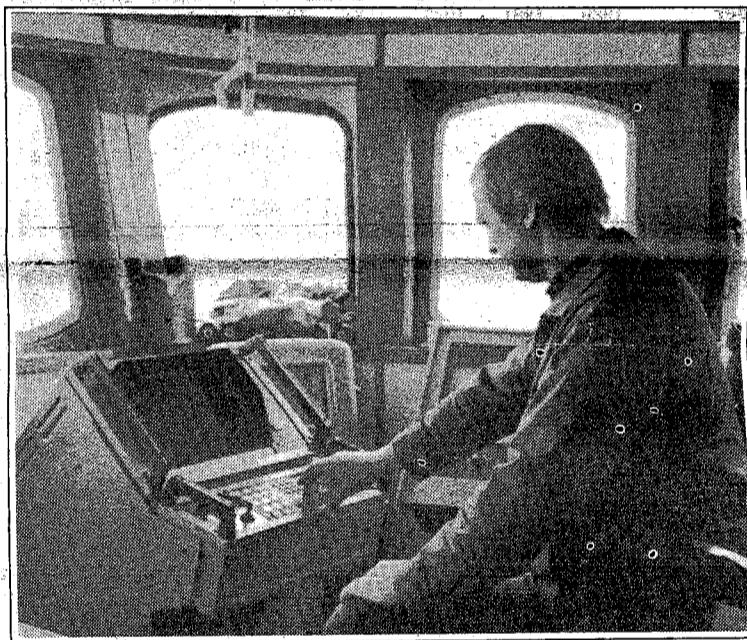
Figur 2: Årsklasstyrke for norsk-arktisk torsk 1970-1989. Rekrutteringsindekser basert på 0-gruppetokt.

samme styrke i den fiskbare del av bestanden.

Hva med usikkerheten

Jeg er utfordret til å si noe om svakhetene ved våre bestandsberegninger. For norsk-arktisk torsk ligger de dels i datagrunlaget, dels i manglende biologisk innsikt. Det skyldes ikke at vi er dumme; jeg tror i alle fall ikke det. Men vi har aldri tidligere observert forhold som i de siste 3-4 årene. Alt vårt arbeid bygger på erfaringer, følgelig sto vi blanke overfor det som skjedde fra 1986 til 1988. Det fikk svært negative følger. På den positive side har vi nå skaffet oss mye ny biologisk kunnskap.

Bestandsestimatenes styrke ligger først og fremst i tidsseriene. Vi har tall for fangst og årsklassestyrker for mange år



— Jeg er skeptisk til å samarbeide med fiskerne, sier Nakken. — Vi er nemlig helt avhengig av at datainnsamlingen skjer på rett måte.

Tabell 2: Resultater fra norsk bunntroltøkt i Barentshavet. Indekser for antall individer norsk-arktisk torsk.

År	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977
1981:							1	11	9	17
1982:							1	16	20	21
1983:				45	6	11	28	32	14	
1984:			355	127	60	19	16	9	3	
1985:		7	170	90	78	16	6	3		
1986:	83	93	356	119	63	8	2			
1987:	5	89	96	229	42	11	1			
1988:	18	70	53	143	18	4	1			

Tabell 3: Endelige resultater etter bestandsanalyse for norsk-arktisk torsk (1988). Antall fisk i de ulike årsklasser i millioner individer.

Alder	Årstall							
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
3	143	160	160	169	380	454	996	443
4	156	113	128	123	136	305	354	799
5	301	112	84	86	83	98	215	239
6	95	173	73	51	52	51	56	109
7	39	42	85	34	26	24	24	21
8	16	16	15	32	13	8	8	8
9	7	7	5	5	10	3	2	2

Tabell 4: Gjennomsnittsvekt for norsk-arktisk torsk. (kg)

Alder	Årstall					
	1983	1984	1985	1986	1987	1988
3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2
4	1,0	1,2	0,9	0,9	0,5	0,4
5	1,6	1,9	1,7	1,6	1,3	0,7
6	2,4	2,9	2,9	2,5	2,1	1,6
7	3,5	4,0	4,2	3,8	3,5	2,7

bedre vi er orientert om nye fremskritt, dess raskere kan vi selv ta dem i bruk. Men til tider synes jeg at vårt internasjonale engasjement er i meste laget. I alt er forskere fra Havforskningsinstituttet med i 38 forskjellige arbeidsgrupper under ICES, med møter minst en gang årlig. Vi har et omfattende og godt samarbeid med Havforskningsinstituttet i Murmansk, og tilsvarende med havforskermiljøet på vestkysten av USA, og helt nylig også på østkysten. Jeg er derfor ganske sikker på at vårt internasjonale samarbeid er godt nok. Våre bestandsberegninger blir ikke bedre av å øke dette samarbeidet.

Vi ligger sentralt til for alt trålfiske i nord!

HONNINGSVÅG NOT-VERKSTED A/S

Postboks 213
9751 Honningsvåg
Telefoner:
Not- og trålv.:
(084) 73 444
Kontor og bøteri:
(084) 73 444
Disp. Elde, privat:
(084) 72 438
Disp. Elde, mobil
090-96 551
Johansen, privat:
(084) 73 002
Telefax: (084) 73 332



VI TILBYR:
FISKERSTRAND
OG
ELDØY A/S

SKIPSKONSULENTER
SKIPSTEGNEKONTOR

- ★ PROSJEKTERING
- ★ KONSTRUKSJON
- ★ BYGGETILSYN
- ★ TEKNISK ETTERSYN
- ★ SAMT BISTAND I KONTRAKTSFORHANDLER

Kongens gt. 13,
N-6002 Aalesund
Tel. + 47-71-25 660
Telex: 42873 navnl n —
Telefax: + 47-71-21 575

DISSE PILER ER DIN SIKKERHET!



Alle originaldeler fra GM Detroit Diesel er merket - for din skyld!

Autorisert eneimportør:
BERNER & LARSEN
1361 BILLINGSTADLETTA
TELEFON 02. 84 60 60
Forhandlere over hele landet

ODD NAKKEN