

# Kapittel 1

Fra målebrett til kvote



## Fisk - en fornybar ressurs

Fiske og fangst har i hele Norges historie vært et viktig grunnlag for bosettingen. Våre kyst- og havområder er høyproduktive, med rike fiskeforekomster. De siste 25 årene har den norske fiskerinæringen utviklet seg fra fritt fiske til en gjennomregulert næring med kvoter og konsesjoner. Den teknologiske utviklingen i etterkrigstiden har skapt en så effektiv fiskeflåte at strenge reguleringer er nødvendige for å hindre overfiske og nedfisking av ressursene. I denne forbindelse er kunnskap om ressursene og miljøet i havet og hvordan samspillet mellom artene fungerer, svært viktig.

Fisk er en fornybar ressurs, så lenge den delen av fisken som gyter er tallrik nok til å skape nytt liv når gyteplassene igjen skal oppsøkes. For å hindre urimelig lave gytebestander, må derfor fiskemengden i havet overvåkes, samtidig som fangstene tilpasses fiskemengden. Myndighetene må altså sette kvoter, og når kvotene er oppfisket må fisket stoppes. Uenighetene mellom de som fanger fisken og de som forvalter den oppstår gjerne rundt spørsmålene: Hvor mye fisk er det av hver art og aldersgruppe og hvor mye kan fiskes uten at det går ut over fremtidig fangst? Disse spørsmålene er derfor også sentrale i Havforskningsinstituttets arbeid.

Størrelsen på de enkelte fiskebestandene er i stadig forandring. For at havforskerne skal kunne anbefale hvor mye det er forsvarlig å fiske, må vi ha kunnskap om bestandens opprinnelige størrelse, fiskens vekst, hvor mye ny fisk som kommer til (plussfaktorene) og hvor mye som forsvinner i form av naturlig dødelighet og fangsttuttak (minusfaktorene, se Figur 1.1). Fangsten er den eneste av disse faktorene som lar seg styre av menneskene. Det er derfor viktig at fisket foregår på en slik måte at pluss- og minusfaktorene balanserer mot hverandre på en optimal måte for både økosystem og fiskerinæring. Tar vi for mye fisk ut av en bestand, kan den få problemer med å reproducere seg. Den absolutt minste fiskemengde en bestand trenger for å kunne produsere nye generasjoner kalles bestandens kritiske lavmål.

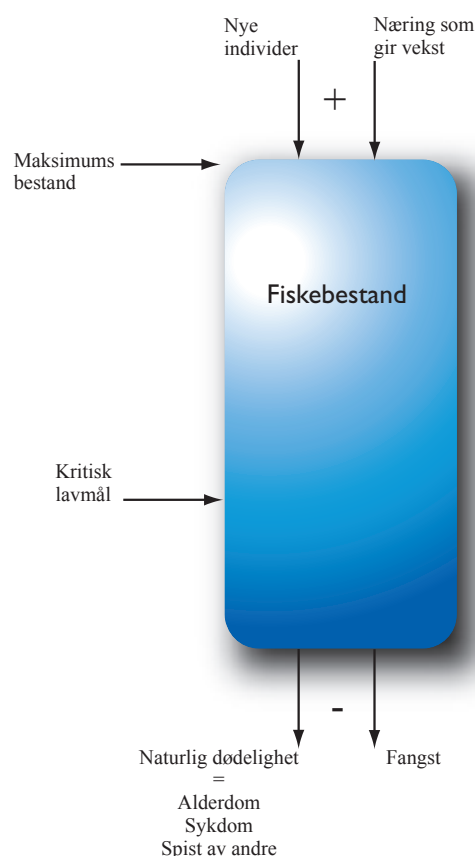
## Hvordan bestemmes fiskebestandens størrelse?

Bestandsberegning av de fleste bestandene våre består i å kombinere tilgjengelig informasjon fra fangststatistikk og data fra vitenskapelige tokt. Ved hjelp av ulike matematiske modeller beregner man hvor stor bestanden er i dag ved å se på hvor stor årsklassen var i fjor, og så trekke ifra den mengden individer som har dødd pga. fiske og naturlig død (føde for andre, sykdom, matmangel) i løpet av året. De viktigste datakildene som blir brukt i slike modeller er:

- fangststatistikk med stikkprøver av alderssammensetning (skal fortelle hvor mye som har blitt fisket i løpet av året)
- toktdata (forteller om endringer i antall fisk i hver aldersgruppe, relativt til året før)

## Fangststatistikk

Det er viktig å holde oversikt over hvor mye fisk som tas ut av en bestand. For noen fiskeslag kan vi se om bestanden vokser eller avtar ved å finne hvor stor fiskeinnsats det



Figur 1.1

Faktorer som påvirker størrelsen på de enkelte fiskebestandene. Fiskens vekst og hvor mye ny fisk som kommer til gir økning i bestandens størrelse (vekt og antall), mens naturlig dødelighet og fangsttuttak fører til reduksjon i bestandsstørrelse.

Factors affecting the size of the fish stocks. The growth and number of fish recruiting to the stock will have a positive influence on the stock (in weight and number), while natural mortality and fishing will have a negative influence.





at den gir fisketettheter i sjikt hvor dette systemet ikke “ser” tilfredsstillende (nær overflaten og til siden for fartøyet).

#### Feilkilder og videreutvikling av metodikken

Bruk av senkekjølere og tetthetsmåling med sonar har “avskaffet” to vesentlige kilder til feil i de akustiske målingene. Likevel, andre feilkilder kan føre til stor usikkerhet i anslagene for fisketetthet og fiskemengde, avhengig av art, størrelse og atferd. De viktigste av disse feilkildene er:

- a) *Usikkerhet med hensyn til fiskens ekkoevne*  
Ekkoevnen er avhengig av atferd, dyp, magefylling og modenhetsgrad (volum av gonadene). Det pågår forskning for å klarlegge disse sammenhengene, slik at en i fremtiden kan anvende “situasjonsbetingede” tallverdier for ekkoevne i stedet for gjennomsnittsverdiene som brukes i dag.
- b) *Dødsone for akustisk registrering nær bunnen*  
Fisk som står nær bunnen blir ikke utskilt fra selve bunnekket. Denne fisken er imidlertid alltid inkludert i bunntålfangstene, og det arbeides med å kombinere fisketetthetsanslag fra de to metodikkene, bunntål og akustikk.
- c) *Størrelses- og artsseleksjon i trålene*  
Trålenes effektive fiskebredde og høyde er forskjellig for stor og liten fisk, og varierer fra art til art. For torsk og hyse er det etablert sammenhenger mellom fiskelengde

og bunntålenes effektive fiskebredde. Det arbeides med å fastlegge tilsvarende sammenhenger for trålenes effektive fiskehøyde, og det trengs tilsvarende undersøkelser også for pelagisk trål.

#### BUNNTÅL Metodikk

Antallet fisk i hver bunntålfangst blir omregnet til fisketetthet (antall per flateenhet) ved å dividere på det arealet bunntålen har fisket over. Ved å ta et stort antall trålstasjoner fordelt i hele utbredelsesområdet til bestanden, får en frem en fordeling av bunntåltetthet tilsvarende fordelingen av ekkotetthet i Figur 1.2. Arealet som bunntålen fisker over er avhengig av trålstørrelse, dørspredning, lengden av sveipene, wirelengde (dyp) og distanse, i tillegg til art og størrelse. I løpet av de siste 10-15 år er det utviklet instrumentering som fortløpende overvåker trålenes form og “atferd” under trålingen. Ved Havforskningsinstituttet er det også gjennomført målinger som har klarlagt sammenhengen mellom effektiv fiskebredde og fiskestørrelse av torsk og hyse. Disse sammenhengene benyttes i omregningen av fangstene til fisketettheter.

#### Status

Metoden anvendes både i Barentshavet og Nordsjøen. På samme måte som for akustisk mengdemåling, blir beregningen gjennomført for mindre områder og for hver enkelt lengdegruppe av den aktuelle arten.

Det er utarbeidet et kvalitetssikringssystem som spesifiserer trål og trålutstyr og muliggjør kvalitetskontroll av hvert enkelt trålhal. De siste år er det også gjennomført forsøk med avlåsning (strapping) av wirene, slik at dørspredningen holdes konstant uavhengig av wirelengde (dyp).

### Feilkilder og videreutvikling

Forbedret instrumentering for overvåking av trål og trålgeometri har sammen med kvalitetssikringssystemet redusert og til dels eliminert feilkildene knyttet til selve gjennomføringen av trålhalet. Også svært mange atferdsbetingede feil er blitt redusert, men fremdeles er metodikken beheftet med en rekke svakheter som skaper usikkerhet i fisketetthets-anslagene. Disse svakhetene er i stor grad knyttet til fiskeatferden i fangstsituasjonen, og hovedspørsmålet er hvordan ulike arter og størrelser reagerer på fartøy og redskap. Et vesentlig spørsmål er: *Hva er bunntrålenes effektive fiskehøyde?* Trålen har en høyde på ca. fire meter, men den fanger fisk som i uforstyrret tilstand står mye høyere over bunnen, fordi fisken skremmes ned når fartøyet passerer over den. Undersøkelser tyder på at stor torsk som står opptil 100 meter over bunnen blir fanget i bunntrålen, mens fiskehøyden for småfisk er langt mindre. Akustiske observasjoner av vertikale tetthetsprofiler av fisk og tilhørende bunntrålfangster studeres med sikte på å utvikle korreksjonsmetodikk for tetthetsanslagene fra bunntrål.

En annen svakhet som det arbeides med å utbedre, eventuelt korrigerer for, er unnvikelse av småfisk under trålen.

Det er nylig utviklet et flerposesystem som gir muligheter til å ta opptil tre ulike prøver i ett og samme trålhal. Både for bunntrål og pelagisk trål vil dette gi oss verdifull kunnskap om størrelsesseleksjonens avhengighet av distanse (tauetid), og for pelagisk trål også om hvordan arts- og størrelsesfordelingen varierer med dypet.

### MÅLING AV EGGPRODUKSJONEN

#### Metodikk

Prinsippet kan kortfattet skisseres slik: Når en vet hvor mange egg som er gytt og hvor mange egg en hunnfisk gyter, kan en finne ut hvor mange hunnfisk som har gytt. Feltdelen, eller eggtellingsdelen av metodikken, er i hovedsak lik bunntrålmetodikken. Med planktonhåv tas et stort antall håvtrekk fordelt i hele gyteområdet. Fangstene av egg blir omregnet til eggtettheter (antall per flateenhet), og multiplikasjon med tilhørende arealer gir totalt antall egg. Gyteområdet dekkes flere ganger i løpet av gytesesongen. Antallet egg på ulike utviklingsstadier telles opp hver gang, slik at en får frem en eggproduksjonskurve, gyteforløp, som viser antall nygytte egg per tidsenhet. Når disse dataene summeres over hele gytesesongen, fås totalt antall gytte egg. Denne metoden brukes for å beregne eggproduksjonen og gytebestanden av både makrell og taggmakrell.

Eggantallet hos et individ av en gitt art er avhengig av størrelsen. Store hunner gyter flere (og større) egg enn små hunner. Sammenhengen er fastlagt, og antall egg per gram hunnfisk er tallfestet. Totalt antall gytte egg, dividert med antall egg per gram hunnfisk, gir til slutt vekten eller biomassen av gytebestanden av hunnfisk. Prøvetaking viser hvor

mye hannfisk og hunnfisk det er i gytebestanden. Vanligvis er dette forholdet nær 1 : 1.

### Status

Metoden gir fordelingskart over eggtettheter til ulike tidspunkt i gytesesongen, kart som ligner på fordelingskartet i Figur 1.2. Siden feltarbeidet krever stor fartøyinnsats, blir eggtellinger av makrell gjennomført bare hvert tredje år.

I tillegg til feltinnsatsen har det vært forsket på sammenhengene mellom individstørrelse og -kondisjon, og antall egg hvert individ gyter. Resultatene tyder på at eggantallet som gytes ikke bare er avhengig av størrelsen/vekten av morfisken, men også av kondisjonen. I år med lite tilgang på føde ser det ut som om fisken utvikler og gyter færre (og mindre) egg enn i år med god fødetilgang. Ja, faktisk tyder resultatene på at i svært "magre" år kan morfisken reversere påbegynt eggutvikling og benytte denne energien til å opprettholde livet. I svært "feite" år derimot kan det gytes mange flere egg enn normalt.

### Feilkilder og videreutvikling

Resultatene er selvsagt avhengige av at gyteområdet og gytetid blir tilstrekkelig dekket. De er også avhengige av at tallet som brukes for antall egg per gram morfisk er riktig. Det arbeides derfor med å tallfeste bedre sammenhengen mellom antall egg og størrelse og kondisjon hos morfisken.

Et annet forhold som er gjenstand for analyser er selve beregningen av totalt antall egg på grunnlag av eggtettheter som varierer svært mye fra lokalitet til lokalitet. Hvordan skal en innrette prøvetakingen - fordelingen av stasjoner - for å få størst mulig presisjon i anslagene? Dette spørsmålet, som er felles for all direkte mengdemålingsmetodikk, søkes blant annet belyst med simuleringer.

### MERKEFORSØK

#### Metodikk

I sin aller enkleste form kan formelverket som benyttes skisseres slik:

$$\frac{\text{Antall fisk i bestanden}}{\text{Antall merkede fisk i bestanden}} = \frac{\text{Antall fisk i fangsten}}{\text{Antall merkede fisk i fangsten}}$$

Dersom en holder rede på antall merker som settes ut, antall merker som gjenfinnes og antall fisk som fanges, kan en ved hjelp av denne formelen regne ut antallet fisk i bestanden.

Forutsetningene er at:

- En vet hvor stor andel av fisken som tar skade og dør av merkingen.
- En vet hvor stor andel av merkene som blir gjenfanget uten å bli rapportert.
- En har merket tilstrekkelig mange fisk til at antallet gjenfundne merker blir stort nok. Antallet gjenfundne merker er også selvsagt avhengig av fiskedødeligheten eller beskatningsgraden.
- Den merkede fisken er godt blandet med den umerkede.

### Status

Metoden har vært benyttet svært lenge. Havforskningsinstituttet tok den i bruk i 1950-årene på norsk vårgytende sild og

i 1960-årene på makrell. Det ble benyttet innvendige merker som ble "gjenfanget" av magneter i produksjonslinjene på sildolje-/sildemelfabrikken. Utover i 1970- og 1980-årene ble all sild og etter hvert også makrell levert til konsum. Instituttet utviklet da spesielle merkedetektorsystemer som ble brukt både om bord i fartøyer og på transportlinjene ved konsummottak. I en lang periode i 1970- og 1980-årene, da bestanden av norsk vårgytende sild var på et lavmål, var merkeforsøkene instituttets viktigste datagrunnlag for vurdering av denne bestanden. Veksten i bestanden, og den lave fiskedødeligheten som ble holdt over en årrekke, gjorde resultatene mindre egnet for bestandsvurdering. De siste år er derfor overvåkingen av bestanden i hovedsak basert på akustisk metodikk.

### Feilkilder og videreutvikling

Feilen som introduseres er avhengig av i hvilken grad de nevnte forutsetningene er oppfylte. Merkemethodikken har imidlertid tatt en ny vending med de elektroniske eller akustiske merkene som nå er tatt i bruk ved instituttet. Hensikten med slike merker er ikke mengdemåling, men atferds- og vandringsstudier, og forsøkene som hittil er gjort er svært lovende.

### Når er det best å måle?

Den beste tiden å fiske er når fisken opptrer konsentrert. Da er det ikke vanskelig å få mye fisk. Den beste tiden å måle bestanden, er imidlertid i perioder når fisken står spredt, men innenfor området som blir dekket. Eksemplene under illustrerer dette: La oss anta at et område på 1.000 nautiske kvadratmil inneholder 1.000 tonn fisk.

#### 1. Fisken går spredt

Et forskningsfartøy seiler gjennom området langs en V-formet kurslinje der fisken i området er jevnt fordelt. Ekkoloddet viser at der er 1 tonn fisk for hver kvadratmil skipet har seilt. På grunnlag av disse målingene beregnes total fiskemengde til 1 tonn fisk/kvadratmil x 1 000 kvadratmil = 1.000 tonn. Svaret er riktig!

#### 2. Fisken går i stim

Den samme fiskemengden fordeler seg nå i konsentrerte stimer. Kurslinjene som forskningsfartøyet følger passerer over alle stimene. Ekkoloddet viser at det gjennomsnittlig finnes 2 tonn fisk for hver kvadratmil skipet har dekket. Beregnet fiskemengde er 2 tonn/kvadratmil x 1.000 kvadratmil = 2.000 tonn. Svaret er for høyt!

Sett at fisken går i de samme konsentrerte stimene, men forskningsfartøyet treffer ikke noen av dem. Målt fisketetthet er 0 tonn/kvadratmil. Beregnet fiskemengde blir da 0 tonn. Svaret er feil!

Mye av uenigheten mellom fisker og forsker når det gjelder størrelsen på fiskebestanden, kan forklares ved hjelp av disse eksemplene. Fiskerne søker til de stedene der fisken står konsentrert. Der får de inntrykk av at havet er fullt av fisk. "Nå står fisken her. Det er nå forskerne må måle, for nå er det mer fisk enn de sier". Forskerne må imidlertid måle fisken når sjansen for å bomme på mengden er lavest mulig. Derfor oppsøker de fisken når den går mest mulig spredt og jevnt fordelt. Når det

gjelder stimfisk kan fiskerne faktisk få rekordfangster nesten helt til siste fisk er fanget.

### Bestandsberegningmetoder

Bestandsberegning består altså i å kombinere tilgjengelig informasjon fra fisket, tokt med videre, til en enhetlig bestemmelse av bestandens størrelse og beskatningsgrad. Resultatet er grunnlag for beregning av anbefalte kvoter, og er ellers viktig for mer grunnleggende forskning omkring forhold som bestemmer bestandsstørrelse, rekruttering osv.

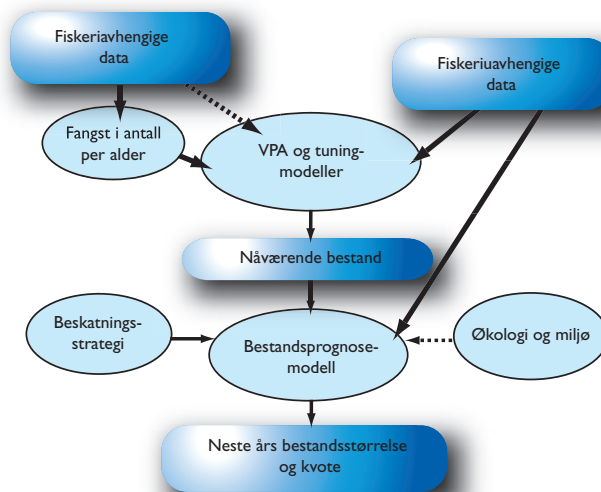
For de fleste bestander av interesse for oss gjøres disse beregningene i fellesskap av forskere fra flere land i arbeidsgrupper innenfor ICES. Beregningsverktøyet er matematiske modeller. Det finnes en rekke slike modeller, og dette er et forskningsfelt i rask utvikling. Valget av modell vil avhenge av bestandens egenskaper og hvilke data som er tilgjengelige. Hos oss brukes hovedsakelig modeller som forutsetter at både fangstene og toktdata foreligger som antall fisk fordelt på alder. Det gjør at målingene kan knyttes til årsklasser, og at hver årsklasse kan følges over tid.

I det følgende skal de beregningsmodellene som er mest brukt hos oss omtales. Figur 1.3 viser en standard bestandsberegningssprosess.

### VPA (Virtuell PopulasjonsAnalyse)

Dette er en metode til å beregne hvor stor en årsklasse må ha vært bakover i tid, og hvor høy fiskedødeligheten har vært, ved hjelp av opplysninger om fangst ved alder over en del år. Dette er ikke nok for en fullstendig bestandsberegning, men mange beregningsverktøy tar utgangspunkt i denne metoden.

Hvis vi vet hvor mange fisk som har vært fanget av en årsklasse gjennom en del år, vet vi også at det må ha vært minst så



Figur 1.3

Diagram som viser standard bestandsberegningssprosess. Schematic illustration of a standard assessment procedure.

mange fisk i årsklassen fra starten av. Faktisk må det ha vært enda flere, fordi vi også må regne med et frafall av andre årsaker enn fiske (naturlig dødelighet). Når vi skal sette opp et slikt regnskap, starter vi i praksis med et antall fisk vi tror fortsatt er til stede, legger til antallet som ble fanget siste år og det som gikk tapt siste år på grunn av naturlig dødelighet. Da får vi antallet som må ha vært i årsklassen året før. Slik fortsetter vi bakover i tid. Den naturlige dødeligheten regner vi som et fast relativt (prosentvis) tap hvert år. Fiskedødeligheten får vi ved å sammenholde fangst og bestand år for år.

En VPA som sådan forteller oss altså ikke hvor stor bestanden er i øyeblikket. Hvis vi derimot kan gå ut fra at det nå er lite igjen av en årsklasse, kan vi beregne ganske presist hvor stor årsklassen har vært i tidligere år. Beregningen bygger på fangststatistikken, og blir misvisende hvis fangsttallene ikke er riktige.

### “Tuning” av VPA

For å få bestemt bestanden også for de siste årene, må vi bruke andre data i tillegg. Data som inngår er ulike relative mengdemål, ofte kalt indekser, for eksempel fra forskningstokt. Typisk vil slike data indikere mengde fordelt på alder. Også forholdet mellom fangst og innsats i utvalgte fiskerier kan inngå som data (jo større fangst per tråltid, jo større bestand). Til hver slik serie av indekser vil det være et ukjent forholdstall mellom bestand og indeks. Dette kan bestemmes ved å sammenholde indekser i tidligere år med VPA-beregninger av bestanden, som altså er ganske presise når vi kommer en del år bakover i tid. Denne erfaringen gjør det mulig å “oversette” indeksene for de siste årene til bestandstall, som inngår i VPA-beregningen som verdier for siste år. Vanligvis finnes flere slike indeksserier som må veies mot hverandre. Denne prosessen kalles tuning av VPA-en, og det finnes en rekke varianter av dette prinsippet. Den som brukes mest hos oss kalles XSA (eXtended Survivors Analysis).

Problemet med slike metoder er ofte at forholdet mellom indeks og bestand ikke er slik som forutsatt. Spesielt i kommersielt fiske vil effektiviteten ha en tendens til å øke, ikke minst hvis bestanden er for nedadgående, og gi inntrykk av at bestanden er i bedre forfatning enn den faktisk er. Det oppstår også problemer hvis VPA-delen ikke er til å stole på, fordi fangstrapporteringen ikke er pålitelig. I tillegg kan det oppstå en del rent tekniske problemer med disse metodene. Endelig er det et problem at mye informasjon om bestanden ikke kan utnyttes. På grunn av slike problemer begynner tuningmetoder å bli avløst av modeller basert på andre prinsipper.

### Nyere metoder

ICA (Integrated Catch Analysis), som nå brukes for de fleste

pelagiske bestander i våre områder, er et eksempel på en slik alternativ metode. Her konstruerer vi en “kunstig” bestand der rekrutteringstall og dødeligheter er ukjente. Ved å anta verdier for de ukjente størrelsene, kan vi avlede modellerte fangster, toktindekser osv. Vi tilpasser så de ukjente, slik at de modellerte verdiene blir mest mulig lik dem som faktisk er observert. Det er begrenset hvor mange ukjente man kan bestemme med en slik tilpasning. En vanlig måte å begrense antall ukjente er å gjøre forutsetninger om fiskedødeligheten. I ICA forutsettes det at fiskedødelighet er et produkt av et nivå som varierer fra år til år, men er felles for alle aldre, og et aldersmønster som er det samme fra år til år. En slik modell blir mindre følsom for avvik i dataene, for eksempel usikre fangstdata i enkelte (men ikke dersom alle) år.

I slike modeller vil vi, ved å stramme inn på noen antagelser, kunne slakke på andre. På den måten får vi større frihet til å legge vekt på de dataene vi stoler mest på, og dessuten til å utnytte annen informasjon (biomassemålinger, merkedata osv). De siste årene har vi sett en utvikling i denne retningen.

Ved Havforskningsinstituttet har vi de siste årene utviklet en modell kalt Fleksibest, som bygger på tilsvarende prinsipper som ICA, men er noe mer komplisert. Målet er å kunne utnytte den kunnskapen vi har om bestanden og de målingene vi gjør på en bedre måte. Denne modellen er spesielt utviklet for norsk-arktisk torsk. I stedet for å anta et fast aldersmønster i fiskedødeligheten (som i ICA), knytter vi dødeligheten til størrelsen på fisken. Slik får vi tatt hensyn til at veksten kan variere fra år til år, men modellen blir mer komplisert fordi vi må holde regnskap med størrelsesfordelingen i bestanden i tillegg til aldersfordelingen. Modellen kan behandle forskjellige fiskerier separat, den kan beregne hvor mye torsk som blir spist av annen torsk, og den har en del andre funksjoner som det vil føre for langt å komme inn på her.



For norsk vårgytende sild bruker vi nå en spesiell form for tuning av VPA som tar hensyn til den spesielle aldersstrukturen i denne bestanden og inkluderer merkedata. Noe tilsvarende ble gjort for vestlig taggmakrell sist høst. For makrell har vi utviklet en modell som gjør bruk av merkedata som kilde til informasjon om dødeligheten i bestanden, og som også kan ta hensyn til gradvise endringer i aldersfordelingen i fiskedødeligheten. Til nå har den blitt brukt til å kontrollere at de forutsetningene vi gjør når vi beregner bestanden med ICA er holdbare.

### Usikkerhet

Det er usikkerhet knyttet til alle bestandsberegninger, både fordi de observasjonene vi bygger på er usikre, fordi modellene vi bruker til å tolke dem er en forenklet fremstilling av virkeligheten, og fordi det kan være tvil om hvordan observasjonene skal tolkes. Førre-var-forvaltning krever at vi tar hensyn til denne usikkerheten. I andre deler av verden har man tradisjonelt lagt mer vekt på beregning av usikkerhet enn vi har vært vant til. Erfaringen er at det slett ikke er enkelt å skaffe realistiske mål for usikkerhet i bestandsberegninger, og at usikkerheten gjerne viser seg å være større enn beregningene skulle tilsi. Man bør derfor være forsiktig med å bruke beregninger av usikkerhet til å anslå f.eks. hvor mye det er mulig å fiske før risikoen for en krisesituasjon innen 5 år blir mer enn 5 %. Snarere bør man tilstrebe å holde bestanden på et så høyt nivå at det ikke oppstår en krisesituasjon selv om bestanden fra tid til annen blir overvurdert.

### Forvaltningsstrategi og rådgivning

Det er naturen som setter grenser for hvor mye som kan høstes av en fiskebestand. Innenfor denne begrensningen er det imidlertid mange alternative måter å utnytte ressursen på, avhengig av hvilke mål man har. Vi snakker om ulike forvaltningsstrategier. Disse kan være tidsbegrenset eller permanente. En permanent strategi kan for eksempel være å fiske med en gitt beskatningsgrad. En tidsbegrenset strategi kan for eksempel ta sikte på gjenoppbygging av en bestand til et visst nivå. I begge tilfeller bør det selvsagt være mulig å revidere strategien underveis.

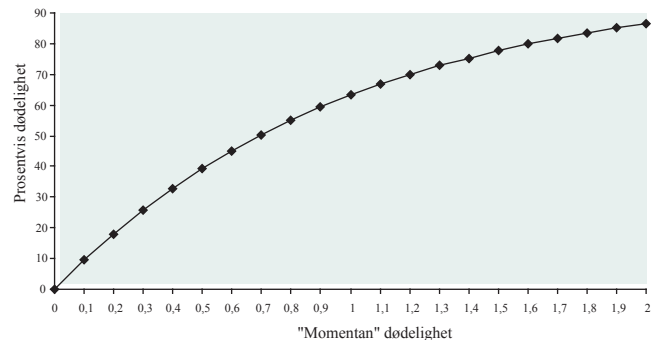
I praksis har forvaltningsstrategier, i den grad de har eksistert, ofte vært enkle og ufullstendige. Det er imidlertid en utvikling på gang som gir grunn til å tro at framtidig forvaltning i økende grad vil bli basert på godt gjennomtenkte forvaltningsstrategier. Slike strategier bør utarbeides i samråd med næringen, og det må ikke tas hensyn bare til biologiske, men også til økonomiske og andre relevante faktorer.

I en forvaltningsstrategi vil bærekraftighet nødvendigvis være et grunnleggende prinsipp. Optimal ressursutnyttelse og stabilitet er andre kriterier som det er rimelig å ta hensyn til. For å kunne vurdere beskatningsgrad og bestand i forhold til slike kriterier, er det utviklet biologiske referansepunkter. Tradisjonelt har disse vært benyttet i forvaltningsrådgivning både som grenseverdier og målverdier. Nedenfor er gitt en oversikt over de mest vanlige referansepunktene og hva de betyr, men først er det nødvendig å forklare enkelte vanlige, faglige begreper.

### Faglige begreper

Total dødelighet ( $Z$ ) i en fiskebestand deles opp i naturlig dødelighet ( $M$ ) og fiskedødelighet ( $F$ ). Fiskedødeligheten skal omfatte den del av dødeligheten som skyldes fisket. I praksis vil det imidlertid være vanskelig å få mål på utkast og dødelighet som skyldes kontakt med fiskeredskaper, slik at fiskedødeligheten i bestandsberegninger som regel bare omfatter det som blir registrert som ilandbragt. Naturlig dødelighet omfatter da all annen dødelighet.

Disse dødelighetene er "momentane". Ettersom tallverdien oftest ligger mellom 0 og 1, f.eks. 0,5, oppfattes dette lett som prosenter, dvs. at 0,5 skulle bety 50 % dødelighet. I praksis er forholdet annerledes, slik at dødeligheten ofte kan overstige 1 uten at dette betyr 100 % dødelighet. Sammenhengen er vist i Figur 1.4. I forvaltningssammenheng er det som regel bare fiskedødeligheten som blir presentert, og naturlig dødelighet vil komme i tillegg til denne. En fordel ved å bruke "momentan" dødelighet er at den ofte er tilnærmet proporsjonal med fangsttinnssatsen. En fordobling av  $F$  tilsvarer omtrent en fordobling av fangsttinnssatsen.



**Figur 1.4**

Sammenheng mellom momentan dødelighet og prosentvis dødelighet.

*Relation between instantaneous mortality coefficient and mortality measured as percentage.*

Et beskatningsmønster viser hvordan beskatningen er fordelt på hver aldersgruppe. Dette vil blant annet være avhengig av redskapsseleksjon. Som regel vil beskatningen være lavere på ung fisk enn på eldre. Beskatningsmønsteret er uavhengig av beskatningsgrad (fiskedødelighet), og refererer bare til de relative forhold mellom aldersgruppene. Endringer i beskatningsmønsteret kan ha stor betydning for langtidsutbyttet.

### Referansepunkter som danner grunnlag for rådgivning om fiskekvoter

Føre-var-prinsippet (eller føre-var-tilnærming) i forvaltning av naturressurser er nedfelt i flere internasjonale konvensjoner etter Rio-konferansen i 1992. Det internasjonale råd for havforskning (ICES) har de siste årene jobbet med hvordan føre-var-prinsippet skulle anvendes i rådgivningen til fiskeriforvaltningen. I 1998 har ICES sin rådgivende komité for fiskeriforvaltning (ACFM) på bakgrunn av dette arbeidet

definert føre-var-referansepunkter og forsøkt å tallfeste disse for de fleste bestander. Referansepunktene omfatter både beskatningsgrad (fiskedødelighet) og gytebestandsstørrelse.

Bærekraftige fiskerier er et sentralt begrep i de før nevnte internasjonale konvensjoner. Ut fra det langsiktige aspekt som ligger i dette, og ut fra den historiske erfaringen med forvaltning av fiskebestander, er fiskedødeligheten betraktet som et viktig kriterium for føre-var-forvaltning. En vil sikre seg mot at bestanden utsettes for en fiskedødelighet som på lengre sikt kan føre til bestandssammenbrudd. Ut fra de historiske bestandsdata og enkle forutsetninger om gytebestands-/rekrutteringssammenhengen, har en for hver bestand prøvd å definere en nedre grense for gytebestand ( $B_{lim}$ ) der det er stor sjanse for dårlig rekruttering hvis gytebestanden kommer under denne grensen. Tilsvarende er det definert en øvre grense for fiskedødelighet som, dersom den overskrides over lengre tid, med stor sannsynlighet vil bringe bestanden ned på det nivået der rekrutteringen ventes å bli dårlig.

Når en tar hensyn til usikkerhet i bestandsvurderingen, vil en føre-var-forvaltning kreve at det legges inn en sikkerhetsmargin i forhold til disse "absolutte" grenser. En føre-var-grense for gytebestand ( $B_{pa}$ ) må derfor være noe høyere enn  $B_{lim}$ , og en føre-var-grense for fiskedødelighet ( $F_{pa}$ ) må være noe lavere enn  $F_{lim}$  ( $pa$  = precautionary approach; "føre var"). Denne sikkerhetsmarginen vil altså avhenge av presisjonen i bestandsberegningen og graden av naturlig variasjon i bestanden.  $F_{pa}$  kan betraktes som den høyeste fiskedødeligheten som vil være forenlig med føre-var-forvaltning, men er også knyttet til bærekraftighet.  $B_{pa}$  er først og fremst en tiltaksgrense. Dersom gytebestanden er lavere enn  $B_{pa}$  bør en ta det som en advarsel og sette inn ekstra tiltak for å få bestanden opp på et tryggere nivå igjen.

De "absolutte" grensene ( $B_{lim}$  og  $F_{lim}$ ) er definert ut fra historiske bestandsdata og teori om dynamikken i fiskebestander.

ICES har derfor ansett det som sitt ansvar å definere disse verdiene. Når det gjelder føre-var-grensene ( $B_{pa}$  og  $F_{pa}$ ) er disse mellom annet avhengig av hvor stor risiko forvaltningen er villig til å ta. ICES gir derfor kun forslag om disse, og det kreves en dialog med forvaltningen for å fastsette hensiktsmessige verdier.

Man må også regne med at selve beregningene av referansepunktene kan bli revidert for en del bestander. Slike bereg-

ninger har vært problematiske, fordi det ikke har vært mulig å finne en ensartet prosedyre som har virket hensiktsmessig for alle bestander. Det skyldes i stor grad at erfaringsområdet er svært ulikt mellom bestandene. Det beste grunnlaget har en for bestander som har variert mye i størrelse og som har vært utsatt for stor variasjon i fiskedødelighet. For bestander som har variert lite, eller hvor tidserien er kort, mangler informasjon om hva som skjer dersom gytebestanden blir lavere enn tidligere observert. En har da vanligvis satt  $B_{lim}$  lik lavest observerte gytebestand, og de andre referansepunktene er forsøkt satt i samsvar med dette. Nye data og ny metodikk kan derfor endre på de foreslåtte referansepunkter. I tillegg arbeides det med hvordan en bedre skal ta hensyn til flerbestandseffekter og miljøeffekter ved fastsetting av biologiske referansepunkter.

Det er verdt å merke seg at ICES definerer føre-var-referansepunktene som grenseverdier som tar sikte på at bestanden med stor sannsynlighet skal holde seg over det nivået der rekrutteringen kan svikte. Grensene er altså ikke tenkt å være mål for forvaltningen. For de fleste bestander, spesielt av bunnfisk, er den foreslåtte føre-var-grensen for fiskedødelighet høyere

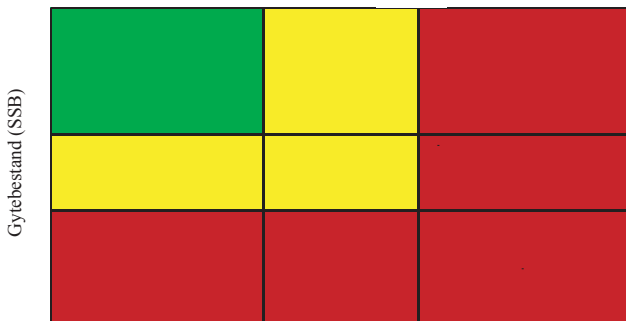


enn den fiskedødelighet som maksimerer langtidsutbyttet, og forvaltningen kan fritt tilstrebe et høyere langtidsutbytte ved å sette et mål for fiskedødeligheten som er lavere enn føre-var-grensen.

Anvendelsen av føre-var-tilnærmingen har kommet gradvis til syne i anbefalingene fra ICES. Fra høsten 1996 ble det i større grad enn før argumentert mot høye fiskedødeligheter også for en del bestander som var godt innenfor trygge biolo-

giske grenser. Høsten 1997 ble det for de fleste bestander gitt en advarsel om hvilke fangstposjoner som ikke ble ansett å være føre var, og fra 1998 ble føre-var-referansepunktene innført. En annen omlegging høsten 1998 var at trygge biologiske grenser ble definert ut fra både gytebestandsstørrelse og fiskedødelighet, mens de tidligere i hovedsak var definert ut fra gytebestandsstørrelse. Denne omleggingen gjorde at mange bestander som før var klassifisert som innenfor trygge biologiske grenser nå havnet utenfor, selv om det ikke nødvendigvis hadde skjedd noen vesentlig endring i bestandssituasjonen. Etter at dette ble presentert har det blitt reist innvendinger mot en slik klassifisering. Det kan virke ulogisk at en høy beskatning er uansvarlig så lenge gytebestanden er på et forsvarlig nivå. ICES har en mer langsiktig begrunnelse for dette: Høy beskatning er en fare for bestanden på sikt, uansett nåværende bestandsstørrelse. Historien bekrefter i høy grad at dette argumentet er relevant.

Fra 1999 har ICES likevel nyansert denne klassifiseringen i forhold til sikre biologiske grenser og bruker nå begrepet "høstet ut over sikre biologiske grenser" i de tilfeller hvor fiskedødeligheten er for høy, mens gytebestanden fortsatt er tilstrekkelig. En ytterligere nyansering i forhold til trygge biologiske grenser kan illustreres i et diagram over fiskedødelighet og gytebestand med referansepunktene inntegnet (Figur 1.5). Graden av krise øker altså nedover og mot høyre i diagrammet. I det grønne feltet er begge kriterier innenfor føre-var-verdier, og det er rom for en viss valgfrihet i kvotefastsettelse. Innenfor det gule feltet vil, i de fleste



**Figur 1.5**

Diagram over fiskedødelighet og gytebestand med referansepunktene  $F_{lim}$ ,  $F_{pa}$ ,  $B_{lim}$  og  $B_{pa}$  inntegnet. De fargede feltene antyder ulike tiltakszoner.

Diagram showing fishing mortality (x-axis) versus spawning stock biomass (y-axis) and the related reference points  $F_{lim}$ ,  $F_{pa}$ ,  $B_{lim}$  and  $B_{pa}$ . The colours indicate zones where different management actions should take effect.

tilfeller, en moderat reduksjon i fisket være tilstrekkelig for å komme raskt tilbake til en føre-var-forvaltning, mens i det røde feltet kreves kraftige tiltak. Det pågår for tiden en faglig diskusjon om å ta i bruk flere og mer nyanserte formuleringer og dermed også flere fargenyanser i diagrammet i Figur 1.5.

Hvis en betrakter hvordan bestanden av norsk-arktisk torsk gjennom historien har utviklet seg i et slikt plott, vil en finne at etter 1946 er det kun i årene 1946-1951, 1953-1954 og 1991

at bestanden har vært i det grønne feltet. I hele perioden fra 1946 til 1987 var det en generell forflytning fra øvre venstre mot nedre høyre hjørne i diagrammet. Kombinasjonen av en sterk 1983-årsklasse og kraftige reguleringer brakte bestanden gradvis tilbake mot det grønne feltet i løpet av perioden 1988-1991. Etter den tid har den igjen gått mot høyre inn i det gule og røde feltet. I dagens situasjon må fiskedødeligheten reduseres til godt under  $F_{pa}$  for å bringe bestanden rimelig raskt tilbake til det grønne feltet.

I sin forklaring til hvordan rådene skal oppfattes, sier ICES at når en bestand erklæres å være utenfor sikre biologiske grenser, må det treffes mottiltak. Det kan imidlertid være vanskelig (noen ganger umulig) å bringe bestanden innenfor sikre biologiske grenser på kort sikt, og et alternativ er da at det lages en plan for hvordan gytebestanden skal gjenoppbygges og/eller beskatningen reduseres. Dersom en slik gjenoppbyggingsplan ikke foreligger, vil ICES normalt si at forvaltningen ikke følger føre-var-prinsippet. Ellers understreker ICES at formen for rådgivning er inne i en prosess der det kan bli endringer, blant annet på bakgrunn av utviklingen i andre sammenlignbare internasjonale organisasjoner.

#### KVOTEFASTSETTELSE FOR FISK - BESLUTNINGSPROSESSEN

##### Råd fra Det internasjonale råd for havforskning (ICES)

Gangen i rådgivnings- og beslutningsprosessen vist i Figur 1.6.

ACFM er sammensatt av en forsker fra hvert av de 19 medlemslandene i ICES i tillegg til formannen. ACFM kommer sammen to ganger i løpet av året, i juni og oktober. Avhengig av til hvilken tid de årlige bestandsberegningene foretas for de ulike fiskebestandene, blir disse beregningene kvalitetssikret og råd til forvaltningen gitt enten om våren eller høsten. De siste årene har derfor de viktigste bunnfiskbestandene nord for 62°N samt sild og kolmule blitt behandlet av ACFM under vårmøtet, mens rådene vedrørende bunnfiskbestandene i Nordsjøen, lodde og makrell har kommet om høsten. Rådene fra ICES inneholder en beskrivelse av bestandens tilstand, forvaltningsmål, opsjonstabell med konsekvenser av ulik beskatning, rådgivning samt tabeller og figurer som illustrerer bestandshistorien. Rådene er offentlige, og kan leses for hver bestand på ICES sin internettside [www.ices.dk](http://www.ices.dk). Havforskningsinstituttet oversetter rådgivningen fra ICES til norsk, kommenterer og utdyper der det vurderes nødvendig, og legger alt ut på Havforskningsinstituttets internettside [www.imr.no](http://www.imr.no). Dette for at det ikke skal være tvil om hva som er ICES og Havforskningsinstituttets offisielle vurdering av bestandssituasjonen og råd til de forvaltende myndigheter.

##### Kvoteforhandlinger med andre land

Selv om det kommer råd fra ICES to ganger i året (men en gang per år for hver bestand), gjennomføres kvoteforhandlinger internt eller mellom landene bare en gang hvert år, og da mot slutten av året eller rundt årsskiftet. Norge gjennomfører årlige bilaterale kvoteforhandlinger med Russland, EU, Færøylene, Grønland, Polen og Island. Dessuten såkalte fem-partsforhandlinger om norsk vårgytende sild, tre-parts-

forhandlinger om lodde ved Grønland-Island-Jan Mayen, og multinasjonale forhandlinger i Den nordøstatlantiske fiskerikommisjon (NEAFC) og Den nordvestatlantiske fiskeriorganisasjon (NAFO).

I forkant av disse forhandlingene, og som regel en gang i året, kaller Fiskeridepartementet alle sentrale aktører i norsk fiskerinæring inn til nasjonalt møte (kalt "arbeidsutvalg" i Figur 1.6) for å diskutere fremlagte råd samt hvilke saker som skal tas opp under de kommende forhandlinger med de andre landene, og dermed utforming av strategi og mandat til den norske forhandlingsdelegasjonen. Under dette nasjonale formøtet til de internasjonale forhandlingene møter Fiskeridepartementet, Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Miljøverndepartementet, Utenriksdepartementet, Norges Fiskarlag, Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening, Kystvakten og Norsk Sjømannsforbund.

Det er nå klart for de årlige forhandlingene med de land man deler fiskebestander med. Noen av disse forhandlingene er bilaterale (mellom to parter), f.eks. Norge-Russland og Norge-EU. Andre forhandlinger foregår mellom flere land samtidig, f.eks. fem-partsforhandlingene for norsk vårgytende sild. Under alle disse forhandlingene, som fra norsk side ledes av Fiskeridepartementet, deltar Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Utenriksdepartementet, Norges Fiskarlag, Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening og Norsk Sjømannsforbund. Det har i det siste pågått en samfunnsdebatt om sammensetningen av den norske forhandlingsdelegas-

jonen, og flere har hevdet at for mye foregår i lukkede rom. Som følge av dette fikk fylkesordførerne med en representant under forhandlingene med Russland fra og med høsten 2002.

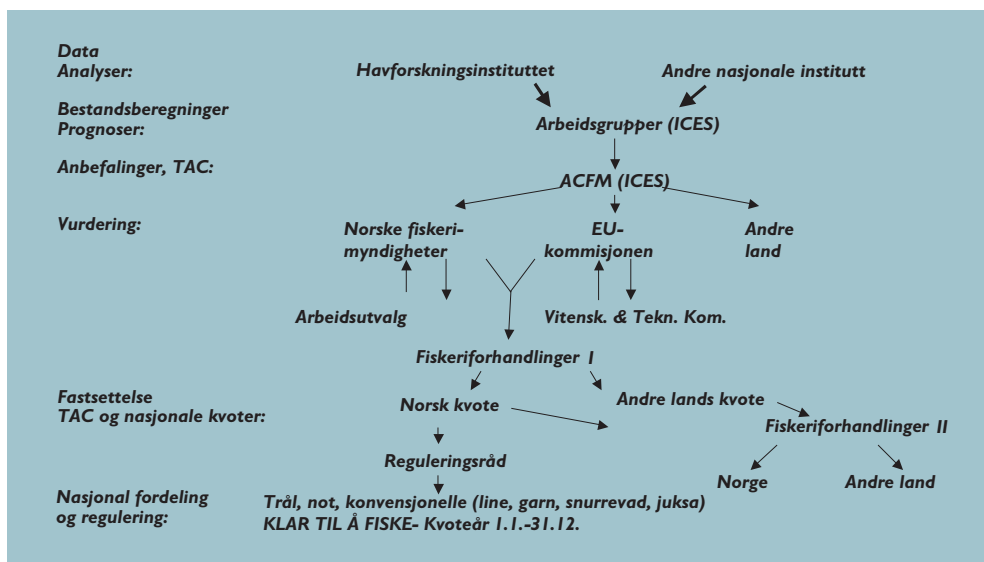
Under forhandlingene blir rådene fra ICES fremlagt og drøftet. Oppdatert fangststatistikk blir utvekslet, og erfaringer fra siste års kontroller og fartøyinspeksjoner blir diskutert. Deretter foregår det møter og forhandlinger både i plenum og blant delegasjonsledelsen, før man som regel oppnår en omforent fastsettelse av totalkvote for fellesbestandene. Som regel eksisterer det en fast og omforent prosentvis fordeling av totalkvoten mellom landene, slik at dette ikke blir gjenstand for forhandlinger hvert år. Under de årlige forhandlingene blir det derimot forhandlet om adgang til å fiske i den annen parts økonomiske sone (antall tonn, antall fartøy), og tekniske reguleringsbestemmelser som minstemål, maskevidde, stengte områder etc. blir diskutert endret dersom dette er ønskelig fra en av partene.

Sentrale felles mål under slike forhandlinger vil være relatert til bærekraftig høsting, økonomisk utbytte, stabilitet og risiko. Her kan landene ha ulike mål, ønsker og grenser.

### Nasjonal fordeling og regulering

Etter at totalkvoten har blitt satt, og Norge har fått sin andel, starter arbeidet og forhandlingene på hjemmebane med å fordele den norske kvoten blant redskapstyper og fartøystørrelser. Her spiller det nasjonale Reguleringsrådet, ledet av Fiskeridirektøren, en sentral rolle som forhandlingsforum og rådgiver til





**Figur 1.6**

Skisse som viser prosessen fra datainnsamling, via analyser, beregninger, biologisk rådgivning, diskusjoner og forhandlinger frem til kvotefastsettelse. TAC er forkortelse for 'total tillatt fangst'. Med 'Fiskeriforhandlinger-I' menes internasjonal fordeling av totalkvote for fellesbestander. Med 'Fiskeriforhandlinger-II' menes byttehandel av norsk kvoteandel med andre land.

*Schematic illustration of the process from data collection by national laboratories via international and national negotiations to agreed TAC and fishery regulations.*

Fiskeridepartementet. Medlemmer (til sammen 11 personer) av Reguleringsrådet er Fiskeridirektoratet (1 person), Norges Fiskarlag (5), Fiskeri- og havbruksnærings landsforening (2), Norsk Nærings og Nytelsesmiddelarbeiderforbund (1), Norsk Sjømannsforbund (1) og Sametinget (1). Flere andre institusjoner (f.eks. Fiskeridepartementet, Havforskningsinstituttet, Naturvernforbundet, Kystvakten, Norges Kystfiskarlag) har observatørstatus. I Reguleringsrådet blir det også diskutert og foreslått reguleringer av bestander som Norge ikke deler med andre land (f.eks. norsk-arktisk sei, rognkjeks, breiflabb). Dessuten blir det foreslått regler for fiskeperioder og fredningstider gjennom året, helligdags- og påskefredning samt fritids- og turistfiske. Reguleringsrådet bør være det forum hvor utøvelsen

av norsk fiske blir formet slik at det vil skape maksimale verdier for fiskerinæring og samfunn.

Fiskeridepartementet vedtar til slutt fordelingen av den norske kvoten blant norske fiskere, reguleringer av fisket, og hvor mye som skal settes av til andre land som bytte for fiskerettigheter i deres soner. Dette er grunnlaget for de bilaterale forhandlingene som Norge fører med Grønland, Færøyene, Island og Polen.

Etter en hektisk tid med forhandlinger, fordelinger og reguleringsbestemmelser er man så klar til å starte med blanke ark (uten lov til å overføre kvote fra ett år til det neste) på et nytt kvote- og fiskeår den 1. januar.

## Gode spørsmål – og svar... ?

### ► **Kvifor kolliderer ikkje fiskane når dei sym i stim?**

Fiskane held kontakten på to måtar – med synet og med høyrsel. Alle fisk som sym i stim har eit auge plassert på kvar side av hovudet, noko som gjer at synsfeltet er særst vidt. Dei kan oppfatte det som skjer bak, over, under og framføre seg. Fiskeauga er også særst kjenslevare for rørsler. I tillegg til synet held dei kontakt med kvarandre med eit sanseorgan som korkje andre dyr eller vi menneske har, nemleg sidelineorganet, denne stripa som går frå

hovudet til halen på kvar side av fisken. I denne fordjupinga i huden ligg det tett i tett med sanseorgan som sansar endringar i vasstrykket. Når noko rører seg under vatnet, lagar dette trykkbølger som fiskane "høyrer". Dette sanseorganet er særst kjenslevart; nokre fiskar kan "føle" trykkendringane frå ein annan fisk som sym over tretti meter unna! Dei fleste fisk sym i stim berre når det er lyst, og dette tyder på at synet er den viktigaste sansen dei brukar for å halde tett saman, men likevel unngå å kolliderer med kvarandre.