

Fra målebrett til kvote

– om datainnsamling, beregningsmetoder og hvordan kvoteanbefalinger blir til

Når forskerne skal vurdere tilstanden til de ulike fiskebestandene, må de ha informasjon både fra forskningstokt og fiskerier gjennom mange år. En slik historisk oversikt kaller vi en tidsserie. For å sikre kvaliteten på tidsseriene må forskningstoktene gjennomføres til samme tid hvert år. Derfor er det umulig med hyppigere bestandsberegninger enn de årlige.

Kjell Nedreaas
kjell.nedreaas@imr.no

Havforskerne vurderer som regel fiskebestandene ut ifra fem faktorer:

- **Dødelighet** som følge av fiske (også kalt fiskedødelighet, høstingsgrad) – et mål på den andel av bestanden som tas ut under fiske hvert år
- **Høstingsmønster** – hvordan høstingen fordeler seg på ulike størrelses- og aldersgrupper av fisk; dette for å sikre at vekstpotensialet utnyttes
- **Gytebestand** – total biomasse av kjønnsmoden fisk (som er i stand til å gyte) i bestanden; dette for å sikre at reproduksjonsevnen er god
- **Rekruttering** – antall yngel og ungfisk som blir produsert hvert år og bidrar til bestanden (det skilles mellom rekruttering til bestand, fiskbar bestand og gytebestand)
- **Fangst og landing** – totalt antall tonn rundvekt fisk som tas om bord i et fiskefartøy (fangst) og leveres til et mottaksanlegg på land (landing)

Datainnsamling – feltundersøkelser som grunnlag for bestandsberegninger

For å beregne størrelsen på bestandene våre kombinerer forskerne informasjon fra fangststatistikk med data fra vitenskapelige tokt. De viktigste datakildene er:

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

Fiskeriuavhengige data

For flere arter bruker forskerne ekkolodd og sonar for å lete opp, kartlegge og meng-

demåle fiskeforekomster. Instrumentene sender ut lydimpulser i havet, og fisk og andre organismer som treffes av lyden gir ekko som oppfanges av instrumentet. Styrken og varigheten av ekkoene avhenger av hvilken type fisk som blir registrert, og hvor store enkeltfiskene og fiskestimmene er. Ved å fiske (tråle) på forekomstene får man vite hvilken art og størrelse som gir ekko, og man kan da regne ut både antallet og vekten av hver art man har registrert. For de pelagiske fiskebestandene som lodde, sild og kolmule er bruk av ekkolodd og sonar den mest brukte fiskeriuavhengige metoden for kartlegging og mengdeberegning.

For andre arter, spesielt bunnfiskarter som torsk, hyse, sei, hvitting og uer, er rene bunntråltokt like viktige. Dette er den mest brukte metoden for flyndrefisk, steinbit, breiflabb, reke og andre fisk som lever helt nær bunnen. Fordeling av fiske tetthet finner man ved å gjennomføre et stort antall trålhal over hele utbredelsesområdet til bestandene. Målet er at hvert trålhal skal gi et riktig bilde av arts- og størrelsesfordelingen av fisk i det aktuelle området. Fisketettheten blir regnet ut ved å dividere antall fisk i bunntrålfangsten på det arealet man har fisket over. Ikke all fisk som kommer inn mellom tråldørene ender opp i trålposen, det skyldes at ulike arter og lengdegrupper reagerer forskjellig på ulike deler av trålsystemet. Vi får dermed ikke et helt korrekt bilde av arts- og størrelsesfordelingen, men forskerne arbeider med å finne løsninger på dette.

Andre metoder som benyttes er måling av eggproduksjon for å beregne gytebestand, merking av fiskearter for å kartlegge vandring og bestandsstørrelse, visuell telling av sjøpattedyr, videotelling av organismer på bunnen samt laser i fly for målinger nær overflaten.

Et absolutt mengdemål – er det mulig?

Havforskningsinstituttet arbeider med å forbedre de fiskeriuavhengige mengdemålingsmetodene slik at de oftere kan benyttes alene til å fastsette bestandsstørrelse (se kapittel 4.1). I dag gjøres dette bare for lodde fordi det ikke eksisterer fiskeridata på bestanden før fisket starter, og fordi atferd og utbredelse gjør at bestanden lar seg måle med akustikk og forsknings-trål. Selv om man for andre bestander bør ha som mål å komme så nær et absolutt mengdemål som mulig ved hjelp av fiske-



riuavhengige toktdata, er dette for mange arter et kostnadsspørsmål. For andre arter er det teknisk sett umulig på grunn av deres atferd. Siden forskningstoktene ikke makter å dekke alle aldersgrupper og bestander for å gi et absolutt mengdemål, må forskerne satse på at det som måles på samme måte år etter år gjenspeiler reelle endringer i bestanden. Men her er det mange kilder som bidrar til usikkerhet omkring mengdemålet. Det hevdes at toktkursene ikke går der fisken er, eller at en liten forskningstrål ikke fisker effektivt nok. Kjenner man trålgeometrien og fangsteffektiviteten til trålen for ulike fiskestørrelser på ulike dybder til ulike tider på døgnet og i ulike sesonger og månefaser, spiller det liten rolle om trålen er i stand til å fange ett tonn eller ti. Det legges imidlertid mye forskning ned i å få bedre kunnskap om disse forholdene.

Fiskeriavhengige data

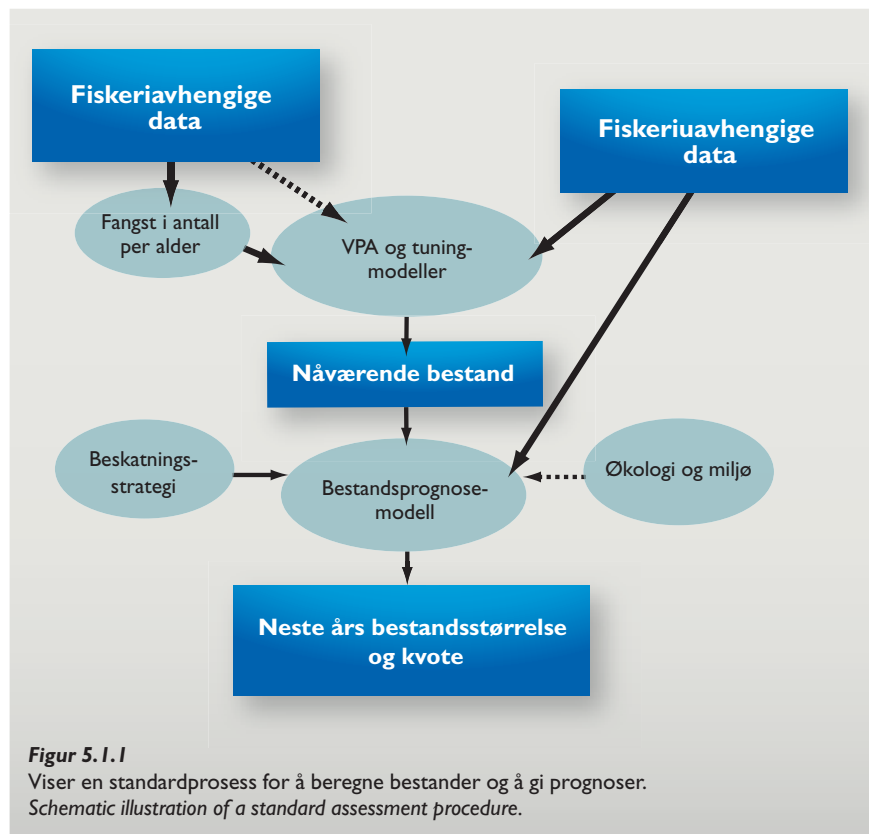
Det er viktig å holde oversikt over hvor mye fisk som tas ut av en bestand. For noen fiskeslag kan forskerne se om bestanden vokser eller avtar ved å finne hvor stor fiskeinnsats det ligger bak hvert tonn med fanget fisk. Fisket gir forskerne opplysninger om når, hva, hvor og hvor mye det fiskes, og skaffer dermed viktig informasjon som mates inn i forskernes modeller.

Det er imidlertid ikke nok å vite hvor mange tonn fisk som tas ut. For å beregne størrelsen på bestandene må forskerne også vite lengde- og alderssammensetningen av all fisk som fiskes. Det gjøres ved å ta stikkprøver av fangstene. Når forskerne så har gjort den årlige fangsten i tonn om til totalt antall individer og fordelt dette på størrelse og alder, har man et historisk bokholderi over mengde og alderssammensetning av det som er tatt ut av bestanden til dags dato.

Opplysningene fra fisket må derfor være så nøyaktige som mulig. Fiskerne kan oppnå en kortsiktig gevinst ved å oppgi unøyaktige fangstdata. Dette vil imidlertid kunne slå tilbake i form av unødig stor reduksjon i fiskebestandene, som det så tar lang tid å bygge opp igjen. Underrapportering vil også føre til feil i dagens bestandsberegninger og kvoteanbefalinger.

Analysemetoder for å beregne størrelsen på fiskebestander

VPA: (Virtuell Populasjons Analyse) er en metode for å beregne hvor stor årsklassen og fiskedødeligheten må ha vært bakover i tid ved hjelp av fangstopplysninger. Hvis man vet hvor mye det har vært fisket av en årsklasse gjennom en del år, vet man også at det må ha vært minst så mange fisk i årsklassen fra starten av. Faktisk må det ha vært enda flere, fordi man også må regne med frafall på grunn av naturlig dødelighet.



Figur 5.1.1

Viser en standardprosess for å beregne bestander og å gi prognoser. Schematic illustration of a standard assessment procedure.

Når forskerne skal sette opp regnskapet, starter de med antallet fisk de mener fortsatt er til stede, og legger til det som ble fanget siste år og det som gikk tapt i naturlig dødelighet. Da får man antallet som må ha vært i årsklassen året før. Slik fortsetter man bakover i tid. Den naturlige dødeligheten regnes som et fast, prosentvis tap hvert år. Fiskedødeligheten fås ved å sammenholde fangst og bestand år for år. En VPA forteller oss altså ikke hvor stor bestanden er i øyeblikket. Beregningen bygger på fangststatistikken, og blir misvisende hvis fangsttallene ikke er riktige.

XSA: For å bestemme bestanden også for de siste årene, må det brukes andre data i tillegg. Data som inngår er ulike mengdemål, ofte kalt indekser, for eksempel fra forskningstokt. Også forholdet mellom fangst og innsats i fiskeriene kan inngå som slike data; jo større fangst per tråltime, jo større bestand. Man trenger så et forholdstall mellom bestand og indeks som bestemmes ved å sammenholde indekser i tidligere år med VPA-beregninger av bestanden. Denne erfaringen gjør det mulig å "oversette" indeksene for de siste årene til bestandstall. Den prosessen vi bruker mest i dette arbeidet kalles XSA (eXtended Survivors Analysis).

Problemet med slike metoder er ofte at forholdet mellom toktindeks og bestand ikke er som forventet. Spesielt i kommersielt fiske vil effektiviteten ha en tendens til å øke, og gi inntrykk av at bestanden er i bedre forfatning enn den faktisk er.

Prognose, fremskriving

Bestandsprognoser er i virkeligheten modellering av fremtiden basert på kunnskap om fortiden. Bestands- og fangstprognoser tar utgangspunkt i beregnet, aldersfordelt bestandsstørrelse ved begynnelsen av inneværende år. For å beregne bestanden frem til kommende årsskifte, gjøres det antagelser om dødelighet som følge av fiske i inneværende år, aldersfordeling av fangsten, naturlig dødelighet, individvekter og kjønnsmodning (for å beregne gytebestanden). Usikkerheten i slike prognoser øker enormt med antall prognoseår. En 10 % feil i nåværende bestandsstørrelse kan snart utvikle seg til 50 % i løpet av fire år, og en 20 % feil kan snart utvikle seg til å bli 100 %. Mye av denne risikoen reduseres ved å foreta et bestands- og fiskeriregnskap hvert år og justere prognosene deretter.

Usikkerhetsaspekter

Det er usikkerhet knyttet til alle bestandsberegninger, både fordi observasjonene vi bygger på er usikre, fordi modellene som brukes til å tolke dem er en forenklet fremstilling av virkeligheten og fordi det kan være tvil om hvordan observasjonene skal tolkes. Føre-var-forvaltning krever at vi tar hensyn til denne usikkerheten. Erfaring viser at det slett ikke er enkelt å skaffe realistiske mål for usikkerhet i slike beregninger, 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 hvor mye man kan fiske før risikoen for en krise



Foto: Karl Østevold Tøft

situasjon innen fem år blir større enn 5 %. Snarere bør man tilstrebe å holde bestanden på et så høyt nivå at det ikke oppstår en krisesituasjon.

Kvoteanbefaling

Forvaltningsstrategi – utviklingen av fangstregler og høstingsstrategier

Det er naturen som setter grenser for hvor mye som kan høstes av en fiskebestand. Innenfor denne begrensningen er det imidlertid mange måter å utnytte ressursene på, avhengig av hvilke mål man har. Vi snakker om ulike forvaltningsstrategier. Disse kan være permanente eller tidsbegrensede. En permanent strategi kan være å fiske med en gitt høstingsgrad. En tidsbegrenset strategi kan ta sikte på å gjenoppbygge en bestand til et visst nivå. I praksis har forvaltningsstrategier ofte vært enkle og ufullstendige, men dette er nå i ferd med å snu. Forvaltningsstrategier bør utarbeides i samråd med næringen, og det må tas hensyn både til biologiske, økonomiske og andre relevante faktorer.

I en forvaltningsstrategi vil bærekraftighet være et grunnleggende prinsipp, i tillegg til optimal ressursutnyttelse og stabilitet. For å kunne vurdere høstingsgrad og bestand ut fra dette, er det utviklet biologiske referansepunkter som beskrevet under. Men først er det nødvendig å forklare enkelte vanlige, faglige begreper:

Referansepunkter som danner grunnlag for rådgivning om fiskekvoter

Det internasjonale råd for havforskning (ICES) har de siste årene jobbet med hvordan man skal anvende et føre-var-prinsipp i rådgivningen til fiskeriforvaltningen. ICES har derfor definert føre-var-referansepunkter, og forsøkt å tallfeste disse for de fleste bestander. Referansepunktene omfatter både høstingsgrad (fiskedødelighet) og gytebestandsstørrelse.

Bærekraftige fiskerier er målet, derfor er fiskedødeligheten betraktet som et viktig kriterium for føre-var-forvaltning. Man vil forhindre at bestanden utsettes for en

fiskedødelighet som på sikt kan føre til sammenbrudd i bestanden. Arbeidet tar utgangspunkt i historiske bestandsdata og enkle forutsetninger om gytebestands- og rekrutteringssammenhenger. For hver bestand har en prøvd å definere en nedre grense for gytebestand (B_{lim}) og en øvre grense for fiskedødelighet (F_{lim}). Når man tar hensyn til usikkerhet i bestandsvurderingen, vil en føre-var-forvaltning kreve at det legges inn en sikkerhetsmargin i forhold til disse "absolutte" grensene. 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} .

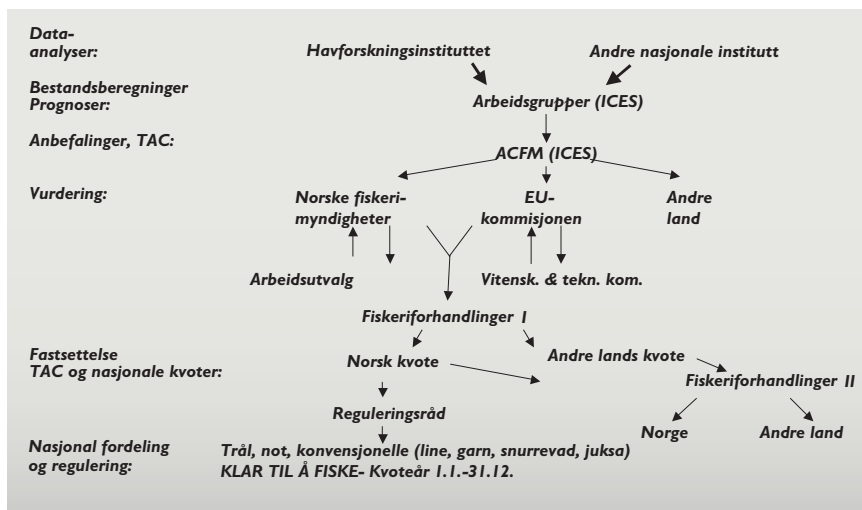
ICES' nye klassifiseringer

I 2004 innførte ICES følgende nye begreper for å beskrive høstingsgraden:

- **Bestanden høstes bærekraftig:** dersom fiskedødeligheten er beregnet til å være under føre-var-nivået (F_{pa}).
- **Det er risiko for at bestanden ikke høstes bærekraftig:** dersom fiskedødeligheten er beregnet til å være over føre-var-nivået (F_{pa}), men under det som ICES har definert som grenseverdi for bærekraftighet (F_{lim}). Det er da økt risiko for at fiskedødeligheten er på et nivå som vil bringe bestanden under føre-var-grensen (B_{pa}).
- **Bestanden høstes ikke bærekraftig:** dersom fiskedødeligheten er beregnet til å være over grenseverdien for bærekraftighet (F_{lim}).

ICES' nye begreper for å beskrive tilstanden til en gytebestand:

- **Bestanden har god reproduksjonsevne (gytebestanden er over B_{pa}):** når gytebestanden er beregnet til et nivå som med høy sannsynlighet vil gi god rekruttering. Dette forutsetter at miljømessige faktorer som påvirker overlevelsen av yngel, er gunstige.
- **Bestanden har risiko for redusert reproduksjonsevne (gytebestanden er under B_{pa} , men over B_{lim}):**



Figur 5.1.2

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.

når gytebestanden er beregnet til et nivå som med økende sannsynlighet gir redusert rekruttering. Dette forutsetter igjen at de miljømessige faktorene er gunstige for rekruttering.

- **Bestanden har sviktende reproduksjonsevne (gytebestanden er under B_{lim}):** når gytebestanden er beregnet til et nivå som med svært høy sannsynlighet gir dårlig rekruttering uansett miljøforhold.

Hvordan fastsettes og fordeles fiskekvotene?

Hva sikter vi etter? Hvordan forstå og utnytte samspillet mellom ulike bestander og arter

Hvis en bestand blir høstet for hardt, vil den ikke lenger være stor nok til å utnytte tilgangen av næringsorganismer, og organismer som befinner seg høyere opp i næringskjeden vil få redusert tilgang på mat.

Vi får da et lavere utbytte av produksjonssystemet, og høster mindre enn vi kunne ha gjort. Den viktigste forutsetning for økosystembasert, bærekraftig forvaltning av fiskeressursene er derfor at man unngår overfiske på alle nivåer i næringskjeden.

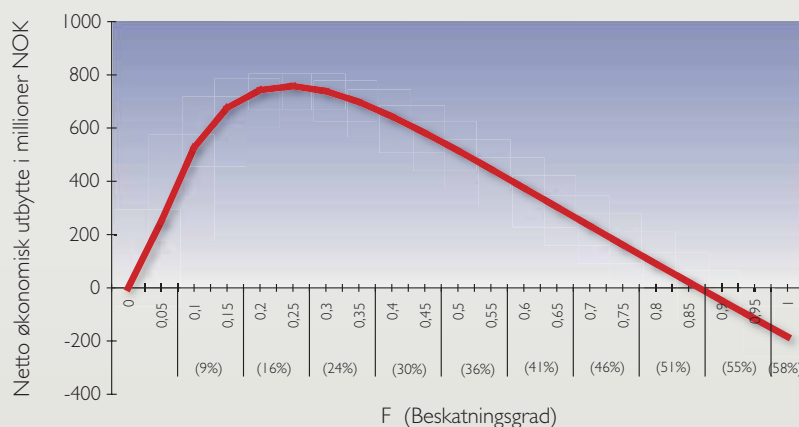
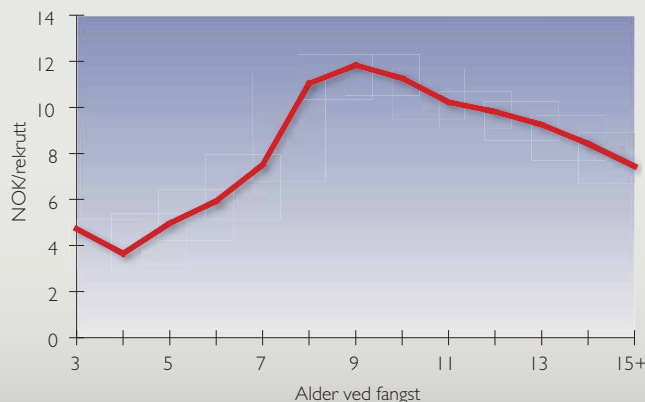
Planktonproduksjonen er grunnleggende for alt liv i havet og for kommersiell utnyttelse av havets ressurser. Arter som lodde, sild og makrell er planktonspisere hele livet. De fleste bunnfiskarter spiser plankton kun i sine første livsfaser, men bidrar da også selv som mat for større fisker. Vi må sørge for å ha nok planktonspisende fisk til at planktonproduksjonen blir utnyttet til produksjon av fiskespisende fisk. En god forvaltning kan ikke forvalte bestandene isolert, men må ta hensyn til hvordan de påvirker hverandre både som fiender (predatorer) og som konkurrenter i samme matfat.

Det er dette som på fagspråket kalles flerbestandsforvaltning. For å kunne gi myndighetene kunnskapsgrunnlag for en flerbestandsforvaltning, arbeider forskerne med å sette tall på hvordan fiskebestandene påvirker hverandre og hvordan sjøpattedyrene påvirker disse igjen. En god og framtidsrettet forvaltning vil gå enda lenger; men vil også måtte ta hensyn til hvordan andre organismer i økosystemet og det fysiske miljøet påvirker de delene av økosystemet som har kommersiell interesse, og hvordan beskatningen av de kommersielle ressursene direkte og indirekte påvirker hele økosystemet. Vi snakker da om en økosystembasert forvaltning.

Hvordan være mer langsiktig for å få størst mulig verdiskaping over tid?

Det må etableres forvaltningsplaner og høstingsstrategier for å sikre at bestandene har god reproduksjonsevne, og at de

Figur 5.1.3
Økonomisk avkastning av torsk ved ulike fangstaldere (første-håndsverdi per rekrutt).
Economic yield of cod as a function of age at capture (gross value per recruit).



Figur 5.1.4
Økonomisk avkastning som funksjon av fiskedødeligheten (F). Den korresponderende beskatningsgraden er vist i parentes.
Economic yield as a function of the fishing mortality (F). The exploitation rate corresponding to each fishing mortality is shown in parenthesis below.

høstes bærekraftig. Det må også tas hensyn til næringsmessige behov som stabile kvoter. Fiskens størrelse har betydning for lønnsomheten; ved å vente med å fange fisken til den har vokst seg stor utnytter man produksjonen i havet og individveksten i bestanden. Figur 5.1.3 indikerer for eksempel at torskebestanden i Barentshavet vil gi størst utbytte om torsken fiskes som 8–10-åring.

Ethvert fiskeri vil oppnå maksimal netto avkastning (inntekter minus kostnader) ved en viss innsats. Siden det er kostnader forbundet med fiske, øker man inntekten dersom tilgjengeligheten er god og størrelsen på fisken er riktig. Dette kan i stor grad styres ved hjelp av høstingsgraden. Figur 5.1.4 viser at netto avkastning blir lav både når man fisker med for liten og for stor innsats.

Hvordan utnytte bedre den kunnskapen og data som fiskerinæringen har?

Det er meget viktig at havforskere som gir råd om fiskeriforvaltning har god kunnskap om de forskjellige fiskeriene; hvordan flåtene opererer gjennom sesongen, hva de fis-

ker og hvor de fisker. Spesielt viktig er det å vite størrelses- og alderssammensetningen, siden dette er grunnlaget for modellene vi bruker til å anslå størrelsen på bestandene.

Viktige bidrag fra fiskerinæringen:

- Forskerne får prøver av fisk gjennom hele sesongen, i motsetning til prøvene fra forskningstoktene som bare tas i begrensede tidsperioder hvert år.
- Forskerne får informasjon om arter som ikke fanges så ofte på faste forskningstokt, som brosme, lange, skate og hai (dyphavsarter).
- Observasjoner av sel, hval, sjøfugl og kongekrabbe samt urapportert bifangst i fiskeriene.
- Forskerne får holde seg orientert om den teknologiske utviklingen i fiskeriene, som har betydning når vi gir råd om innsatsreguleringer i fisket.
- Samarbeid med næringen kan gi ønsket effekt av reguleringer og høstingsstrategier, og skape tillit mellom forsker og fisker.