

# Forvaltning av fiskebestander i år og uår

*Harald Yndestad*

Fisket har til alle tider vært ryggraden for økonomien langs den norske kysten. Samtidig har fiskeriene alltid vært utsatt for store svingninger. I romanene til Hamsun kan vi lese om hva som skjedde med folk når rikdommer byget seg opp i gode år og når de forsvant i uår.

For 100 år siden begynte en med vitenskapelig marin forskning og vi fikk organisasjonen ICES for internasjonal marin forskning i de nordlige havområdene. Begrunnelsen var å finne årsakene til de store endringene i fiskeriene. En tenkte seg den gang at dersom en fant årsakene til vekslingen mellom gode år og uår, kunne en være mer i stand til å sikre et langsiktig økonomisk grunnlag for bosetting langs den norske kysten. På 100-års jubileet til ICES kom det fram at en i dag har langt mer kunnskaper om havområdene. Samtidig måtte en erkjenne at en ikke er kommet så mye lenger med å lage gode prognoser. Kunnskaper om hva som er i havet, er altså ikke det samme som kunnskaper om hvordan det utvikler seg i tid.

Forskning om forvaltning av naturen bygger på ideen om at dersom en kan beregne den framtidige utvikling i naturen, kan en også kontrollere den framtidige utviklingen i naturen. Å beregne utviklingen i naturen bygger igjen på forestillingen om at utviklingen i naturen er deterministisk eller forutbestemt. Denne forestillingen, om at naturen er deterministisk, har alltid hatt et metodeproblem.

Skal en f.eks beregne framtiden for en fiskebestand, må en ta utgangspunkt i noe

som påvirker bestanden i en forutsigbar retning. Der har gjennom historien vært to forskjellige konsepter for å danne seg en oppfatning av hvordan naturen forventes å utvikle seg i framtiden. Det er Aristoteles lære om den forutbestemte skjebne og det er Newtons lære om tingenes innebygde treghet.

## **Aristoteles konsept**

Aristoteles konsept var basert på ideen om at alle årsaker og virkninger i naturen kan følges bakover i tid til en felles første årsak. Denne første årsak mente han ble styrt av bevegelsen til månen, solen og stjernene. Siden disse legemene hadde sykliske mønster, ville også naturen påvirkes i sykliske mønster. Derved trakk han den slutning at naturen har en forutbestemt skjebne.

Det viktige ved Aristoteles lære var ideen om at der er en sammenheng mellom all utvikling i naturen. Ideen om felles sammenhenger i naturen var også utgangspunktet til undersøkelsene til de første pionerene. Teorien om faste vandringsmønster i havet var f. eks basert på ideen om at vandringsmønster til fiskebestander styres av noen mer grunnleggende sykliske mønster i naturen. Kan en identifisere kilden til disse sykliske mønster, kan en også danne seg en oppfatning om forventet fangst. I Norge studerte for eksempel Nansen sammenhengen mellom havstrømmer, utbredelse av alge, temperaturen ved Ona fyr og landinger av torsk i Lofoten. I Sverige studerte Ljung sammenhengen mellom landinger av sild og antall solflekker. Otto Pettersson studerte

sammenhengen mellom landinger av sild og endringer i månens bane.

Fortrinnet med denne forskning var at en fikk et helhetlig syn på sammenhengene i naturen. Ulempen var at det kunne være vanskelig å finne en direkte sammenheng mellom årsak og virkning. Det ble da vanskelig å skille mellom spekulasjoner og identifiserbare sammenhenger.

### **Fra Aristoteles til Newtons konsept**

Innføring av datamaskiner førte til at en tok i bruk matematiske modeller for å beregne den framtidig utvikling av fiskebestandene. Disse modellene var basert på Newtons differensiallikninger som for lengst var tatt i bruk innen bl.a fysikk og elektronikk. Ideen til Newton var å beregne framtiden ut fra kunnskaper om tingenes innebygde treghet. En stor biomasse har en stor treghet. Endringene framover kan da beregnes ut fra kunnskaper om biomassens treghet. Når tilstand og treghet er kjent, kan en beregne hvordan biomassen forventes å utvikle seg framover i tid. Endringer i en biomasse kan formuleres med den enkle sammenhengen

Endring/tid=Vekstrate\*Tilstand. Dette kan igjen formuleres med enkle modellen  $dx/dt=A*x(t)$  der  $x(t)$  representerer biomassen og  $A$  sier noe om biomassens treghet. Dersom modellen  $A$  og tilstanden  $x(t)$  er kjent for ett år, kan en så beregne hvordan biomassen forventes å utvikle seg ved å løse differensiallikningen.

Det neste trinn i metoden er basert på ideen om at dersom du kan beregne framtiden til en biomasse, kan du også påvirke biomassen i en ønsket retning. Det kan vi lett gjøre ved å utvide vår modell til  $dx/dt=Ax(t)-u(t)$  der  $u(t)$  representerer hvor mye vi tar ut i årlige kvoter. Vi kan så beregne optimalt uttak innenfor en beregnet sikker grense.

Nå er det som kjent vanskelig å telle fisk i havet. Det betyr at vi har en usikkerhet i måling. Målingen kan da formuleres som  $y(t)=x(t)+w(t)$ , der  $w(t)$  representerer usikkerheten. Denne usikkerheten søker en å redusere med statistisk analyse i tid og

rom. Det er i prinsippet dette enkle konseptet en baserer seg på, når en forvalter våre fiskeressurser. Spørsmålet er om dette konseptet er realistisk i en langsiktig forvaltning.

Det har vist seg å være vanskelig å lage gode prognoser for fiskebestander. Problemet er at tregheten i biomassen varierer med tiden. Dette har sammenheng med alle de kompliserte prosesser som skjer i havstrømmer, klima, lysforhold, temperatur, næringskjede og prosesser mellom de forskjellige arter. Vår modell fra Newton må derfor endres til  $dx/dt=A(t)x(t)+u(t)$ . Vi har da et såkalt tidsvariant system. Det vil si at alle parametere i modellen endres med tiden. Det betyr at dersom vi skal lage en prognose for bestanden, må vi også ha en prognose for framtidig utvikling av modellen. Å lage en prognose for modellen er langt vanskeligere enn å lage en prognose for bestanden. Det er derfor vanlig å benytte modeller som er basert på historiske data. Dette fører uvegerlig til usikre prognoser, usikker teori om sikre grenser og at usikkerhet i måling kan lett forveksles med naturlige endringer i bestanden.

Et tidsvariant system avspeiler at fiskebestander ikke kan betraktes som en konstant produksjonsmaskin. Endringer i underliggende forhold i næringskjeden vil alltid føre til at bestandene har sine naturlige perioder med oppgang og nedgang. En forvaltning basert på bare historiske data vil derfor uvegerlig føre til at oppgangstider og nedgangstider lett blir oppdaget for seint. Fiskeriene starter for seint i de gode år og reduserer for seint i uår. Resultatet er at en forsterker vekslingen mellom god år og uår, og effekten blir det motsatte av hva som var intensjonen med forvaltningen.

Dette modellproblemet har en forsøkt å løse med flerbstandsmodeller. Ideen er å lage en modell som beregner hvor mye en art påvirker en annen art. Lager vi f.eks modeller av bestandene for torsk, sild og lodde, kan vi beregne hvordan bestandene forventes å påvirke hverandre i forhold til

bestandenes størrelse. Det har imidlertid vist seg at ideen med flerbestands modeller også har sine begrensninger. Det viser seg at når tre modeller har en gjensidig kobling, blir prognosen avhengig av startverdien. Det vil si at vi får et såkalt kaotisk system som begrenser muligheten for langtids prognoser. Dette har sammenheng med at modellene mangler en forankring i næringskjeden. Skal vi løse dette problemet, må vi utvikle modeller for hele næringskjeden ned til de fysiske forhold i havet. Da begynner vi igjen å nærme oss konseptet til Aristoteles.

#### **Fra Newton til Aristoteles konsept**

I løpet av de siste 50 til 100 år har en innen den marine- og annen forskning nedlagt et omfattende arbeid for registrering av lange tidsserier. Disse tidsseriene sier noe om endringer i temperatur, tidevann, utbredelse av is, biomasse og mer. Det er mye som tyder på at vi nå snart kan begynne å høste fruktene av dette arbeidet. Dette har sammenheng med at dataseriene er blitt lettere tilgjengelig over internett, det er utviklet bedre metoder til å analysere egenskapene med tidsseriene og vi kan lettere studere sammenhengen mellom flere tidsserier.

Vi startet med at prognoser må ta utgangspunkt i noe forutsigbart. Noe av det mest forutsigbare vi har i havet er tidevannet, som er styrt av Månen. Spørsmålet er da om kunnskaper om tidevannet kan hjelpe oss med å lage bedre prognoser. En analyse av dataserier fra Barentshavet viser at temperaturen i Barentshavet og veksten av biomassene følger lange tidevannsbølger på ca 6 og 18 år. Siden tidevannet er deterministisk, vil sykliske endringer i havtemperatur og næringskjeder også være deterministisk. Denne sykliske endringen i næringskjeden påvirker tregheten  $A(t)$  i vår modell  $dx/dt=A(t)x(t)-u(t)$ . Vi kan da lage bedre prognoser for endringene i modellen  $A(t)$  og vi kan lage bedre prognoser for når veksten i bestanden forventes å snu.

#### **Økonomien på Nordvestlandet**

Økonomien på Nordvestlandet er fortsatt avhengig av den marine og maritime

klynge. Det kan se ut som om intensjonen med den langsiktige vitenskapelige forskning nå er glemt, og vi har fått slags regnskapssystem over tilstanden til fiskeressursene. Dette har igjen åpent for en fordeling av havressurser basert på en mer kortsiktig forhandlingsøkonomi. Rekkevidden av en kortere planhorisont fører til at fiskeriene får en kortere periode med gode år og lengre periode med uår. En lengre periode med uår i en kapitalintensiv fiskerinæring, vil uvegerlig forplante seg videre til uår i den maritime klynge og hele økonomien på Nordvestlandet.