



Virkingen av temperaturøkning på en fiskebestand kan ofte skje indirekte gjennom næringskjeden.

Å forstå klimaeffekter

AV SVEIN SUNDBY

Produksjonen i havet er kanskje i enda sterkere grad enn produksjonen på landjorda påvirket av klimasvingningene, særlig i arktiske marine økosystemer. Men selv om temperatur helt klart har en direkte virkning på vekst av organismer i havet, er mekanismene bak ofte uklare.

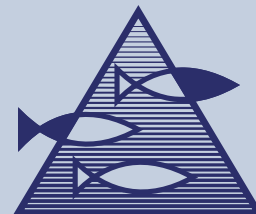
Så lenge vi ikke forstår hvorfor temperatur- endringer og andre klimatiske faktorer påvirker økosystemene, er det en risikosport å prøve å forutsi hvilke effekter klimavariasjoner og -endringer vil ha på livet i havet. Derfor krever klimaforskning at vi også bedrer vår forståelse av hvordan økosystemene fungerer og utvikler modeller for å prøve ut ulike scenarier.

INDIVID VS POPULASJON

I samspillet fra planteplankton til toppredatorer (se Figur 1) påvirker havklimavariabler øko-

systemet dels på individnivå og dels på populasjonsnivå, og det er viktig å skille mellom disse to virkningene. Temperatur, lys, turbulens og saltinnhold påvirker atferd, næringsopptak, forbrenning og vekst hos de marine organismene og virker dermed inn på individnivå. I laboratorie- og feltundersøkelser kan vi måle effektene av endringer i disse fire havklimavariablene på ulike organismer og på den måten utvikle individbaserte modeller som viser de biologiske virkningene av endringer i slike variabler.

Strømsystemene styrer transport, spredning og vertikal omrøring av vannmassene. Disse variablene har stor betydning for fordelingen av organismene i havet, og da særlig plankton, som driver fritt med strømmen. Strømsystemene bestemmer derfor både utbredelsen og fordelingsmønsteret av den samlede mengden enkeltindivider som utgjør en populasjon. Vi kan lage havmodeller for å vise disse virkningene av vannmassenes transport og spredning, og ved å kombinere dem med de individbaserte modellene, kan vi simulere vekst og overleving av organismer som driver med strømmen.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50
Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tel.: 55 23 85 00
Faks: 55 23 85 31

www.imr.no

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
AVDELING TROMSØ**

Sykehusveien 23
Postboks 6404
NO-9294 Tromsø
Tlf.: 77 60 97 00
Faks: 77 60 97 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN**

Nye Flødevigveien 20
NO-4817 His
Tlf.: 37 05 90 00
Faks: 37 05 90 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL**

NO-5392 Storebø
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 18 22 22

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET,
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE**

NO-5984 Matredal
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 36 75 85

INFORMASJONEN

Tlf.: 55 23 85 38
Faks: 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

KONTAKTPERSON:

Forsker Svein Sundby
Tlf.: 55 23 84 68
E-post: svein.sundby@imr.no

FORSKNINGSGRUPPE:

Oseanografi og klima

Å forstå klimaeffekter



INDIREKTE EFFEKTER

Det er mange mulige sammenhenger mellom sjøtemperatur og vekst i en fiskebestand. Virkningen kan være en direkte effekt på den voksne bestanden, men det kan også være flere indirekte veier gjennom næringskjeden: via fiskelarver, via dyreplankton og fiskelarver, og via planteplankton, dyreplankton og fiskelarver. I prinsippet er det også mulig at en temperatureffekt på en fiskebestand kan gå indirekte via høyere nivåer i næringskjeden. I Barentshavet fører for eksempel høye temperaturer til god rekruttering på fiskebestander som torsk og sild. Samtidig vet vi at en stor sildebekstand gir høyt beitepress på loddelarver, mens en stor torskbestand gir høyt beitepress på voksen lodde.

I tillegg vet vi at havklimavariablene ikke nødvendigvis er uavhengige av hverandre. Eksempelvis henger varme vintre i våre nordlige økosystemer sammen med sterk lavtrykksaktivitet med mye vind fra sørvest. Det øker nemlig tilstrømmingen av varmt atlantisk vann sørfra, og kraftig vind fører til større vertikalblanding og turbulens og mer nedbør. Også lysforholdene har

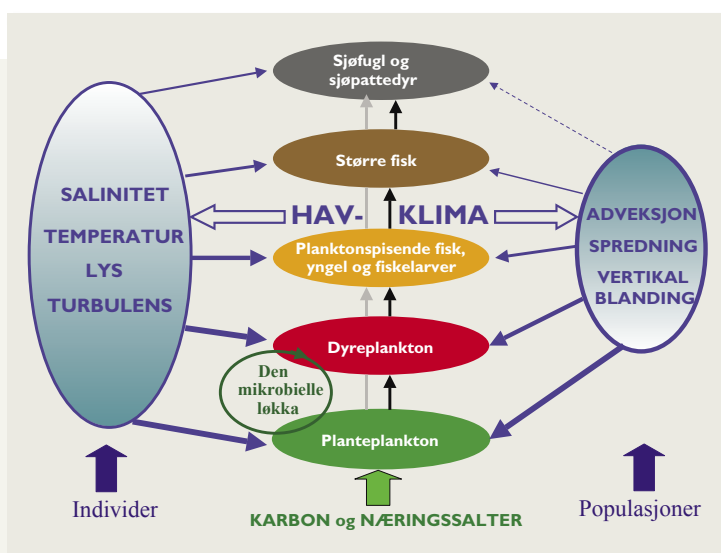
betydning. De avgjør hvor fort fotosyntesen skjer i planteplankton, og påvirker dyreplanktons og fiskelarvers vertikale atferd og fødeopptak og voksens fiskegyteatferd. Endringer i havklimavariablene påvirker også tilførselen av næringsalter fra dypet og opp i det øvre vannlaget, hvor lyset gjør produksjon av planteplankton mulig. Dessuten påvirker de transporten av næringsrikt atlantehavsvann inn på kontinentalområdene hvor planteplanktonproduksjonen gir gode vekstbetingelser for fiskelarvene og deres byttedyr. Av dette ser vi at forholdet mellom sjøtemperatur og en fiskebestand i prinsippet kan ha flere titalls årsakssammenhenger.

MODELLER FOR BARENTSHAVET

Ved å kople individbaserte modeller over flere nivåer i næringskjeden med havsirkulasjonsmodeller, kan vi utforske alle disse mekanismene bak observerte klimaeffekter. I prosjektet ECOBE (Effects of Atlantic Climate Variability on the Barents Sea Ecosystem) arbeider vi med å utvikle et slikt koplet fysisk-biologisk modellapparat, kjøre modellene med ulike klimascenarier

og teste modellresultatene mot utviklingen av fiskebestander i Barentshavet. På denne måten har vi lært mye om virkninger av havklima på eggproduksjon for gytende fisk, sammenhenger mellom havklima, dyreplankton og rekruttering på fisk, samt modellering av hvordan havklimaet på virker vekst og transport av de frittlevende fiskelarvene.

Figur 1 viser interaksjonene i det marine økosystemet. På nivå 1 har vi planteplankton, som gjennom fotosyntesen omdanner karbon (CO₂) og uorganiske næringsalter til plantemateriale. Planteplanktonet blir spist av planteetende dyreplankton,



og energi overføres fra nivå 1 til nivå 2. I tillegg har vi den mikrobielle løkka hvor energistrømmen til dyreplanktonet kan resirkuleres tilbake til planteplanktonet via nedbrytningsprosesser fra bakterier og virus. Videre oppover i næringskjeden blir det planteetende dyreplanktonet spist av kjøttetende dyreplankton og fiskelarver, som igjen blir spist av planktonspisende fisk som sild, makrell, brisling, kolmule og lodde. Planktonspisende fisk blir igjen spist av større fisk som torsk og hyse. På toppen av næringskjeden finner vi sjøfugl, sjøpattedyr og, ikke minst, mennesket, som høster fra flere nivåer i næringskjeden. Men økosystemer i havet består ikke bare av organismer på ulike nivåer i næringskjeden. Strøm, turbulens og saltinnhold er integrerte deler av det marine økosystemet og påvirker særlig planktonnivåene – fra planteplankton til dyreplankton til fiskelarver.