



4.3

Havklimaets innvirkning på rekrutteringen til våre fiskebestander

Foto: Erik Olsen

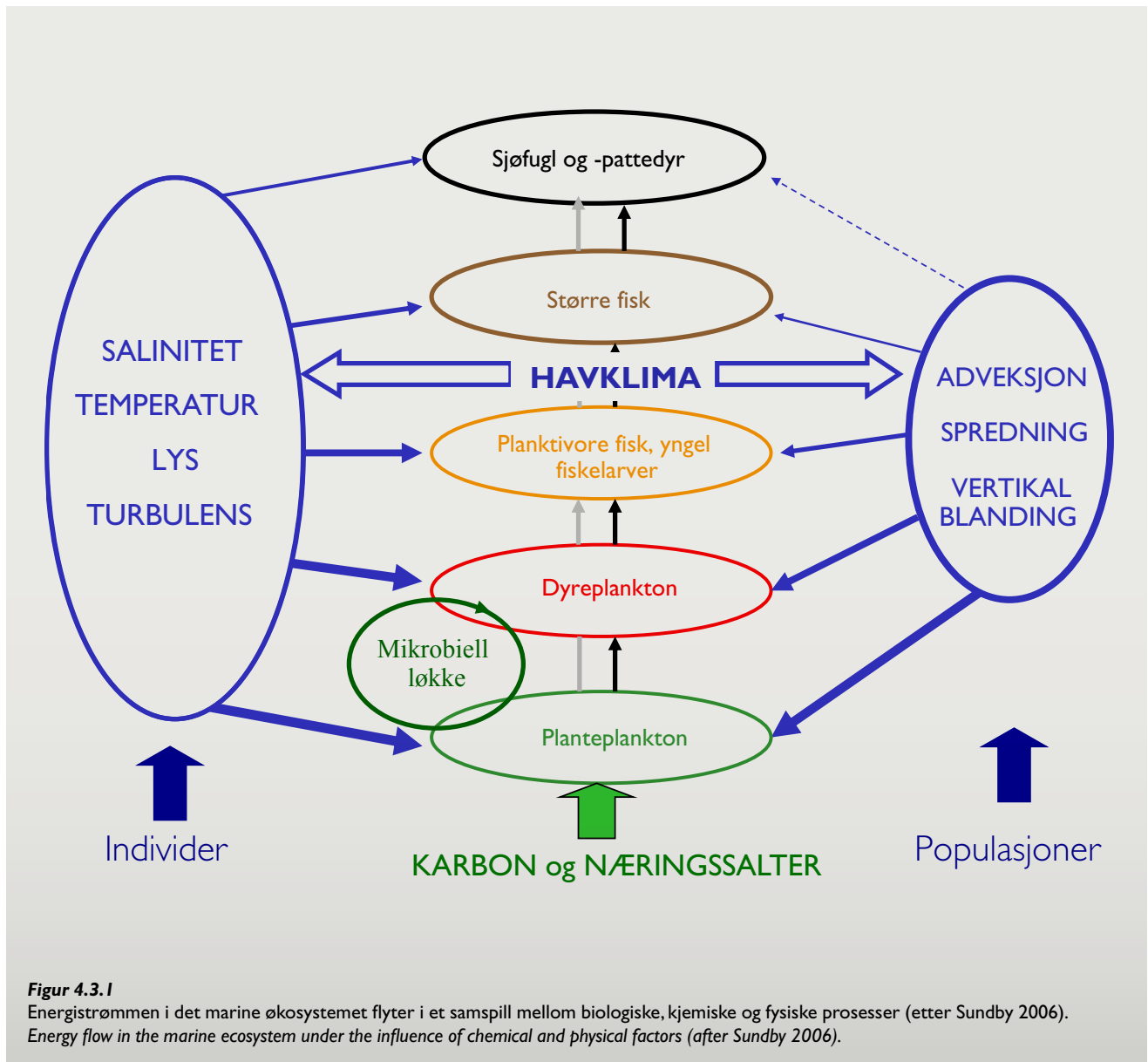
Produksjonen i havet er ofte påvirket av klimasvingningene i sterkere grad enn produksjonen på landjorda, særlig i arktiske marine økosystemer. Men selv om temperatur helt klart har en direkte virkning på organismer i havet, er det også mange indirekte og kompliserte sammenhenger mellom temperatur og rekruttering til fiskebestandene.

Svein Sundby

svein.sundby@imr.no

Virkningene av havklimavariasjoner for vekst og rekruttering i fiskebestandene våre var et sentralt tema ved etableringen av Havforskningsinstituttet ved starten på det 20. århundret. Vår første direktør, Johan Hjort, som også var den første presidenten i ICES, satte søkelyset, både nasjonalt og internasjonalt, på hvordan det fysiske og biologiske miljøet innvirket på fiskebestandenes årsklassestyrke. I tillegg leverte Fridtjof Nansen og Bjørn Helland-Hansen viktige bidrag til hvordan havklimaet påvirket veksten i torskbestandene. Men den videre utviklingen av integrert fysisk og biologisk forskning fikk en bråstopp ved starten på den første verdenskrigen. En av grunnene var at verdens første fiskeriforskningsfartøy “Michael Sars” ble tatt ut til nøytralitetsvakt. I 1918 var dessverre det som seinere er blitt kalt “gullalderen i norsk havforskning”, allerede gått i opp-

løsning. Først på midten av 1970-tallet kom vi i gang med de første forsøkene på nasjonal tverrfaglig havforskning med “Det norske kyststrømprosjektet”. Etter det gikk utviklingen raskere, med en rekke ulike prosjekter både ved Havforskningsinstituttet og nasjonalt. Utover 1980-tallet fikk forurensning, miljøspørsmål og problemstillingene om sammenhengene i naturen et sterkere fokus både i allmennheten og i faglige fora. Bevisstheten om at jorden var i endring som følge av menneskelig aktivitet, ble dokumentert i 1987 med FN-rapporten “Vår felles framtid”, som ble lansert under møtet i Rio med Gro Harlem Brundtland som leder. Innen fiskeriforskningen avspeilte dette seg gjennom et sterkere fokus på fiskeressursene som en del av det marine økosystemet. I dag foregår det en stor internasjonal innsats med å utvikle metoder for “økosystembasert” forskning og forvaltning. Havklimaets innvirkning på marine økosystemer er en sentral del av dette, spesielt når det gjelder



å utvikle langsiktige forvaltningsstrategier for fiskebestandene.

Biologiske, kjemiske og fysiske prosesser

For å skissere hvordan havklimaet rent mekanistisk griper inn i livsløpet til marine organismer, kan det være nyttig å se på det marine økosystemet som et integrert system med tre komponenter: en biologisk, en kjemisk og en fysisk. Økosystemet består altså ikke bare av organismer på ulike nivåer i næringskjeden. Havfysikken og havkjemien er integrerte deler av det marine økosystemet. Figur 4.3.1 viser interaksjonene i det marine økosystemet. På nivå 1 har vi planteplankton, primærprodusentene, som gjennom fotosyntese omgjør karbon (CO_2) og inorganiske næringsstoffer – nitrat, fosfat og silikat – i sjøvannet til plantemateriale. Planteplanktonet blir spist av det planteetende dyreplanktonet på nivå 2, og såle-

des overfører energi fra ett nivå til et annet. 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 planteetende dyreplankton 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 av nivåene lavere ned i næringskjeden.

I dette samspillet fra primærprodusenter til toppredatorer påvirker havklimavariabler økosystemet dels på individnivå og dels på populasjonsnivå, og det er viktig å skille mellom disse to virkningene. På den ene siden har vi temperatur, lys, turbulens

og saltinnhold. Dette er havklimavariabler som påvirker atferd, næringsopptak, forbrenning og vekst hos de marine organismene og dermed påvirker dem på individnivå. Gjennom eksperimentelle laboratorie- og feltundersøkelser kan vi kontrollert måle virkningene av endringer i disse fire ulike havklimavariablene, og på den måten utvikle modeller, individbaserte modeller, som bestemmer de biologiske virkningene av endringer i slike variabler. På den andre siden har vi virkningene av strømsystemene. De påvirker fordelingen av organismene i havet og har dermed en påvirkning på populasjonsnivå. Det er særlig planktonet, organismene som driver fritt med strømmen, som påvirkes av disse prosessene. Vi kan lage havmodeller for å se virkningene av transport og spredning på fordelingen av organismene. Siden vi ønsker å beskrive fordelingen av organismene slik de påvirkes av temperatur, lys, turbulens og saltinnhold, må vi kombinere

Forskningsprogram Klima–fisk

Programmet ble etablert i 2007 og leder instituttets forskning på betydningen av havklimaet for produksjon, utbredelse og atferd hos marine organismer. Dette skal danne grunnlag for å varsle virkninger av klimavariasjoner på fiskebestandene og utarbeide scenarier for virkningene av menneskeskapte klimaendringer på marine økosystemer og oppdrettsorganismer. Programmet vektlegger utvikling og bruk av numeriske modeller, studier av sammenhengen mellom globale og regionale klimavariasjoner og utvikling av metoder for å lage regionale klimaprognoser. En stor del av programmets aktiviteter har nær tilknytning til Bjerknes senter for klimaforskning.

de to modelltypene. Havmodellen gir så informasjon som kan brukes i de individbaserte modellene. Slik kan vi simulere vekst og overleving mens organismene driver med strømmen.

Klimavariablenes innvirkning på organismene

Den vitenskapelige litteraturen innen fiskeri- og marinbiologi er full av dokumenterte sammenhenger mellom klimavariabler (ofte sjøtemperatur) og en eller annen biologisk tilstand. Men å avsløre mekanismene bak slike sammenhenger byr ofte på store utfordringer. Et eksempel er et tema Havforskningsinstituttet har forsket mye på: forholdet mellom temperatur i Barentshavet og individstørrelse og årsklassestyrke på 0-gruppestadiet for nordøstarktisk torsk. Ser vi på Figur 4.3.1, er den mest nærliggende årsakssammenhengen at:

1) *høyere temperatur gir raskere vekst for larvene, og sterkere årsklasser.*

Et slikt resonnement er i tråd med hypotesen om at raskere vekst gjør at fiskelarvene tilbringer kortere tid i den minste og mest sårbare larvefasen. Men en rekke andre, mer indirekte årsakssammenhenger er også sannsynlige:

2) *Høyere temperatur gir høyere produksjon av dyreplankton og dermed mer mat for fiskelarvene, med høyere overleving.*

3) *Høyere temperatur gir tidligere start på planteplanktonproduksjonen, som gir tid-*

ligere start på produksjonen av dyreplankton, som igjen gir bedre synkronisering i mattilbudet for fiskelarvene.

4) *Høyere temperatur på våren gir tidligere avsmeltning av snø med elveavrenning til kystvannet og dermed tidligere stabilisering av vannlagene, som gir kraftigere produksjon av planteplankton med påfølgende høyere produksjon av dyreplankton og mattilbud for fiskelarvene.*

Så noen eksempler på enda mer indirekte årsakssammenhenger:

5) *Høyere temperatur på vårparten under larvefasen er ensbetydende med varme og vindfulle vintrer. Dette igjen gir sterkere omrøring, mer turbulens og dermed økende kontakt mellom fiskelarvene og deres byttedyr, og til sist bedre vekst for larvene.*

6) *Høyere temperatur med varmere vintrer er knyttet til større hyppighet av sørvestlige vinder som gir raskere transport fra gytefeltene og større spredning av larvene, som gir større leveområde for yngelen i Barentshavet.*

7) *Høyere temperatur er et uttrykk for større import av varmere og dyreplanktonrike atlantiske vannmasser inn i de kaldere larve- og yngelområdene langs kysten, som igjen gir bedre vekst for larver og yngel.*

8) *Høyere temperatur er ensbetydende med større isfritt område i Barentshavet, som gir større produksjonsområde for plankton, og større habitat og mattilbud for fisken.*

Eksempelene nevnt over er alle knyttet til de lavere nivåene i næringskjeden, men det er også mulig at årsakssammenhengene går gjennom høyere nivåer i næringskjeden:

9) *Høyere temperatur gir bedre næringsforhold for morfisken, med høyere eggproduksjon.*

10) *Høyere temperatur gir forflytning av isbaserte sjøpattedyr mot nord, som gir lavere beitepress på gytebestandene av torsk.*

Disse ti hypotesene om mulige årsakssammenhenger mellom høy temperatur og sterke årsklasser på torsk i Barentshavet er langt fra en komplett liste av mulige forklaringer på fenomenet. Allikevel illustrerer det klart at det kreves nærmere analyser for å etterprøve hva som er de aktive mekanismene i økosystemet. Dette kan bare gjøres gjennom beregninger hvor det er mulig å kvantifisere de enkelte hypotesene opp mot

hverandre. En slik kvantifisering må baseres på flere metoder. Utviklingen av den typen koblede fysisk-biologiske modeller som er beskrevet over, er en første viktig forutsetning. Laboratoriestudier som kan gi de nødvendige inngangsdata i de biologiske modellene, er en annen forutsetning, og til sist må modellresultatene holdes opp mot observasjoner i felt. Klima–fisk-programmet baserer metodeutviklingen etter disse retningslinjene.

The Influence of Ocean Climate on Recruitment in Marine Fish

Productivity in marine ecosystems is often impacted by climate variations to a larger extent than in terrestrial ecosystems. Temperature is one of the most important climate variables and is influencing marine organisms directly, but also indirectly through a number of more indirectly and complicated links. Particularly, fish recruitment is influenced by temperature in a number of different ways.