

Svein Sundby

Sjøtemperaturen er en viktig faktor for vekst og rekruttering til fiskebestandene i arktiske områder, og den har en gjennomgripende innvirkning på alle leddene i næringskjeden. Men temperatur er bare én av en rekke havklimate og miljøfaktorer som er viktig i denne sammenheng. Lysforhold og vindgenerert turbulens i havet er to andre viktige faktorer som virker direkte på plankton og fiskeyngel. I tillegg kommer andre havklimatefaktorer som transport med havstrømmer, nedbør og fordampning som virker indirekte på livet i havet.

Havtemperaturen har innvirkning på rekruttering - men ikke på en entydig måte

Vi har lenge visst at havklimaet påvirker produksjonen i arktiske fiskebestander. Russiske havforskere var inne på dette allerede på 1960-tallet, da de viste at rekruttering og vekst i torskbestander i de arktiske områdene av Nord-Atlanteren ofte var bedre i varme enn i kalde år. I siste halvdel av 1980-tallet viste en rekke norske undersøkelser at rekrutteringen til norsk-arktisk torsk var best i varme perioder og alltid dårlig i kalde perioder. Nylig er det også vist at årsaken til sammenbruddet i bestanden av norsk vårgytende sild på 1960-tallet ikke alene kan forklares med et overfiske, men at også et kaldere havklima kan ha vært en medvirkende årsak. Det er mest nærliggende å tenke seg at årsakssammenhengen mellom høy rekruttering til fiskebestandene og et varmt havklima er at høyere sjøtemperatur gir større veksthastighet på individene i fiskebestandene. Dette gir store og livskraftige individer raskere enn i et kaldt år. Men er forklaringen så enkel? Svaret er NEI.

Det er nemlig bare i de arktiske områdene at det er en sammenheng mellom sjøtemperatur og rekruttering. I de mer tempererte områdene for atlantisk torsk er det ingen slik sammenheng med temperatur, og i de varmeste områdene som i Nordsjøen og Irskesjøen er sammenhengen faktisk motsatt, jo varmere hav, desto dårligere torskerekruttering. Dette til tross for at individuell torskvekst kulminerer ved høyere temperatur enn havtemperaturen i disse områdene. Laboratorieundersøkelser har vist at torsken helst ønsker å være i en temperatur på 13-14 °C, og da har den også den raskeste veksten. Men så varmt er det sjelden selv i de varmeste torskemrådene i Nord-Atlanteren. Altså må det være andre faktorer ute i naturen som er mer attraktive for torskens vekst og reproduksjon enn en høy temperatur.

Det er to forhold vi da må være klar over; for det første er sjøtemperaturen bare én av en rekke havklimatefaktorer som

påvirker fisk, for det andre påvirker disse havklimateforholdene fiskebestandene både direkte og indirekte gjennom de andre leddene i næringskjeden, spesielt fra de lavere nivåene som planteplankton og dyreplankton (Figur 7.2.1).

Temperatur, turbulens og lysforhold er i særstilling av klimatefaktorene, fordi de griper direkte inn i livsprosessene for marine individer. Det er ingen tvil om at temperatur er en sentral faktor for de fleste marine organismer, fordi de fleste av dem (utenom sjøpattedyrene) er vekselvarme. Da er metabolsk omsetning, vekst og stadiutvikling sterkt påvirket av temperaturen: opptak av næringssalter og celle-delingen i planteplankton øker med økende temperatur. Eggproduksjonen for dyreplanktonet kopepoder øker med økende temperatur. Raudåta har tre ganger høyere eggproduksjonsrate ved 10 °C sammenlignet med ved 2 °C. Generasjonstiden i dyreplankton blir kortere med økende temperatur. Eggutviklingen for fiskeegg er sterkt temperaturavhengig. I Labradorsjøen hvor torsk kan gyte ved så lav temperatur som -1 °C, tar det tre måneder før eggene klekkes. I denne sårbare perioden er det rikelig med muligheter for potensielle beiter til å forsyne seg av eggene. Ved 3-4 plussgrader, som i Lofoten, er eggstadiet gjort unna på tre uker. Skru temperaturen videre opp til 7 °C, og eggene klekkes i løpet av ti dager. Således er det altså mange faktorer som taler for at en høy temperatur er gunstig for organismene i havet, men temperatur er bare én av en rekke havklimatefaktorer som påvirker vekst og rekruttering.

Vinden er den desidert viktigste havklimatefaktoren sammen med sjøtemperaturen, og den virker på mer enn én måte. For det første påvirker den transporten med havstrømmene, eksempelvis transport av planktonrikt atlantisk vann fra Norskehavet og inn på kontinentalsokkelen, dvs. inn i Nordsjøen, inn på norskekysten og inn i Barentshavet. Det er i særlig grad dyreplanktonet raudåte, som har sitt kjerneområde i Norskehavet, som på denne måten blir tilført som viktig næringstilskudd for all fiskeyngel og voksen pelagisk fisk inne på soklene. Dermed gir vinden turbulens i havets øvre lag, noe som påvirker tilblendingen av næringssalter fra havdypet og produksjonen av planteplankton. Og endelig påvirker den vindgenererte turbulensen kontaktraten mellom planktoniske beiter og deres bytter. De forholdsvis lite mobile nyklekkede torskelarvene får hjelp av turbulensen til å møte raudåteyngelen, som er deres hovedbytte. Vindgenerert turbulens forårsaket av en frisk bris vil for eksempel skape seks ganger flere nærkontakter mellom torskelarver og raudåteyngel sammenlignet med antallet nærkontakter i helt stille vann. På den annen side, hvis den vindgenererte turbulensen blir for kraftig, vil den positive effekten snus



Figur 7.2.1

Havklimafaktorene har sterk innvirkning på alle de laveste delene av næringskjeden og rekrutteringen til fiskebestandene.
Impact of ocean climate on the lower trophic levels in the food chain and on the recruitment.

til det motsatte, både for kontaktraten til byttedyr og for produksjonen av planteplankton.

Lysforholdene, som blant annet styres av skydekket, er en annen faktor som påvirker de marine organismene. Igjen er det hovedsakelig planktonet som blir påvirket. Det gjelder produksjonen av planteplanktonet, og det gjelder dyreplanktonets og fiskeyngelens evne til å oppdage byttedyr og unngå predatorene. I Barentshavet vil lysforholdene om sommeren gi nær 24 timers beitelys for torskeyngel som er avhengig av å kunne se byttet, mens torskeyngelen på sørøstkysten av Canada har gjennomsnittlig 16 timers beitelys. Under ellers like beiteforhold vil torskeyngelen i Barentshavet vokse dobbelt så raskt som den canadiske yngelen på grunn av lysforholdene. På den annen side er godt beitelys også en fare for fiskeyngelen, som kan bli oppdaget av større fisk på jakt, så fra fiskeyngelens synspunkt dreier det seg om en hårfin balanse mellom å spise og bli spist.

Havklimafaktorer som virker indirekte på organismene i havet

Det er altså de tre havklimafaktorene temperatur, turbulens og lysforhold som påvirker direkte livsprosessene for organismene i havet. De øvrige havklimafaktorene virker indirekte på organismene ved å endre miljøforholdene rundt organismene. Nedbør og fordampning påvirker lagdelingen og stabiliteten i sjøens øvre lag og følgelig tilførselen av næringssalter fra dypet. I våre arktiske områder påvirker de også isdannelse. Vinden påvirker havstrømmene og dermed transporten av planktonrike eller planktonfattige vannmasser, som igjen konsentrerer eller fortynner matforholdene for andre organismer og fisk.

Intensiteten på havstrømmene, sjøtemperatur, vind, nedbør, fordampning og lysforhold er havklimafaktorer som alle i større eller mindre grad er avhengige av hverandre. Men sammenhengen mellom disse faktorene varierer fra hav-

område til havområde og fra årstid til årstid. Eksempelvis er det på norskekysten vinterstid en viss sammenheng mellom høye forekomster av sørvestlig vind, høy sjøtemperatur og mye nedbør, men om sommeren gjelder ikke denne sammenheng med hensyn til sjøtemperatur. På denne måten kan sjøtemperaturen være en ”stedfortreder” for andre havklima faktorer i enkelte tilfeller, mens den i andre tilfeller ikke er det.

Kunnskap om havklimaet vil bidra til forbedret økosystemforståelse

Observasjoner i havet er til nå den viktigste kilden til kunnskap om havklimaet. Havforskningsinstituttet har ansvaret for de fleste havklimaobservasjonene i norske havområder (70-80 % av det totale). I klimasammenheng er det viktig å opprettholde tidsserier for observasjoner i faste posisjoner, og Havforskningsinstituttet foretar slike rutineobservasjoner i enkeltposisjoner, faste snitt og hele områder. Men tidsseriene må være lange nok til å gi tilstrekkelig informasjon om klimasvingninger på en lengre tidsskala (~50 år), slik at vi kan skille langsiktige, og muligens menneskeskapt klimaendringer, fra langperiodiske naturlige klimasvingninger.

I de senere år er en annen metode stadig viktigere i klimaforskningen, nemlig å beregne med datamaskin det som foregår i havet. Numeriske havmodeller hvor både havsirkulasjonen, planteplanktonproduksjonen og veksten av dyreplankton og fiskelarver blir simulert og satt sammen til integrerte økologiske modeller, er etter hvert viktige

verktøy i arbeidet med å analysere de ulike virkningene av havklimafaktorene på rekrutteringen til fiskebestandene. Dette er i dag verktøy som det er stort behov for å forbedre i de nærmeste årene. I 2003 starter flere tverrfaglige prosjekter ved Havforskningsinstituttet, delvis i samarbeid med andre forskningsinstitusjoner, hvor utvikling av slikt modellverktøy er sentralt. Denne utviklingen vil gi oss stadig bedre forståelse av årsakssammenhengene mellom havklimavariasjonene og rekrutteringen til fiskebestandene.

Summary

In Arctic marine ecosystems the sea temperature is a key parameter for growth at all tropic levels, and especially for growth and recruitment to fish stocks. Particularly, in the Norwegian and Barents Seas high temperatures are associated with high productivity in the marine ecosystem. However, the apparent temperature effects, indicated by a range of positive correlations between biota and sea temperature, have the potential to camouflage mechanistic relations to other marine climate parameters that partly is co-correlated with the sea temperature. Turbulence and light conditions are the other two main factors influencing vital rates in marine organisms. Additionally, there is a range of climate parameters that affect marine organisms indirectly by their influence on the ambient water. These are wind driven transport and the winds influence on mixed-layer dynamics and advection, precipitation and evaporation, cloud cover and radiation budget.