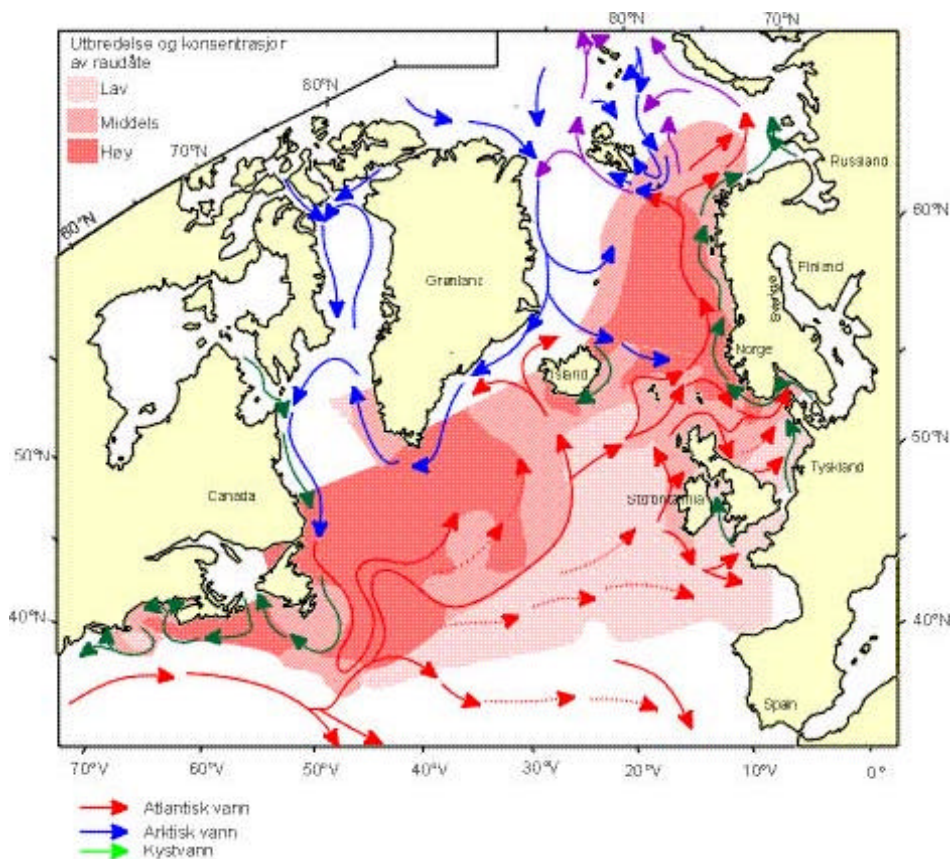


Havklima og raudåte - to sentrale faktorer for produksjonen av fisk i Nordatlanten

Svein Sundby

Raudåta (med det latinske navnet *Calanus finmarchicus*) er en nøkkelart i det nordlige Nordatlantehavs økosystem. Det lille pelagiske krepsdyret, knapt 3-4 mm langt i voksen tilstand, har en helt dominerende rolle som bindeledd mellom produksjonen av planteplankton og produksjonen av fisk.

Når vår oppblomstringen starter i våre farvann, har de voksne dyrene gjennomført oppvandringen fra overvintringsområdene, som ofte befinner seg på mer enn 1000 meters dyp. Så posisjonerer de seg i de øvre lag av sjøen, klar til å starte beitingen på planteplanktonet og til å produsere eget avkom. Eggene, som er ca. 0.2 mm store, gytes i et antall på omtrent 10 - 100 per døgn, avhengig av temperatur og beiteforhold. Eggene klekkes, og i løpet av sommermånedene utvikler raudåtenaupliene seg til voksne individer. Denne utviklingen skjer gjennom 12 stadier hvor den hver gang får nytt skall og endrer utseende. De ulike stadiene utgjør hovedføden for fiskelarver og fiskeyngel. De minste fiskelarvene starter på egg og de tidligste stadiene av raudåte. Etter hvert som fiskelarvene vokser, går de over til å beite på stadig større stadier. Fem centimeter lang yngel tar også de voksne stadiene. Men raudåta er slett ikke bare barnemat. Den er også et viktig bytte for voksen pelagisk fisk, og for norsk vårgytende sild er den hovedføden. Til og med de planktonspisende bardehvalene får med seg store mengder raudåte.

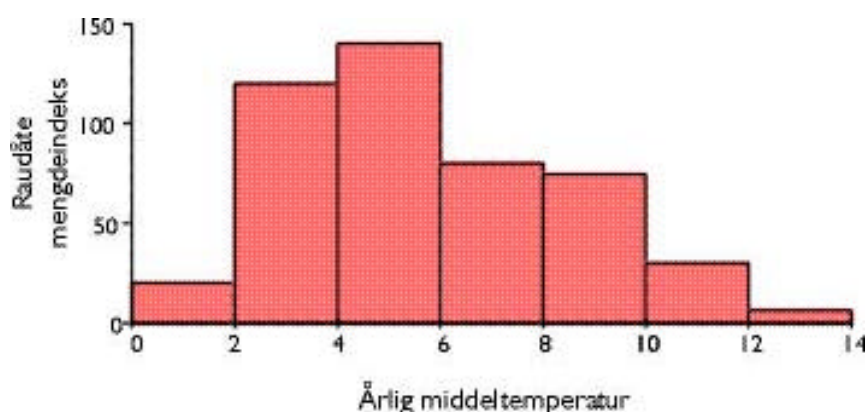


Figur 5.22 Utbredelsen av raudåte (*Calanus finmarchicus*) i Nordatlanten og Den subpolare virvelen.

Distribution of copepod Calanus (Calanus finmarchius) in the North - Atlantic and The subpolar gyre.

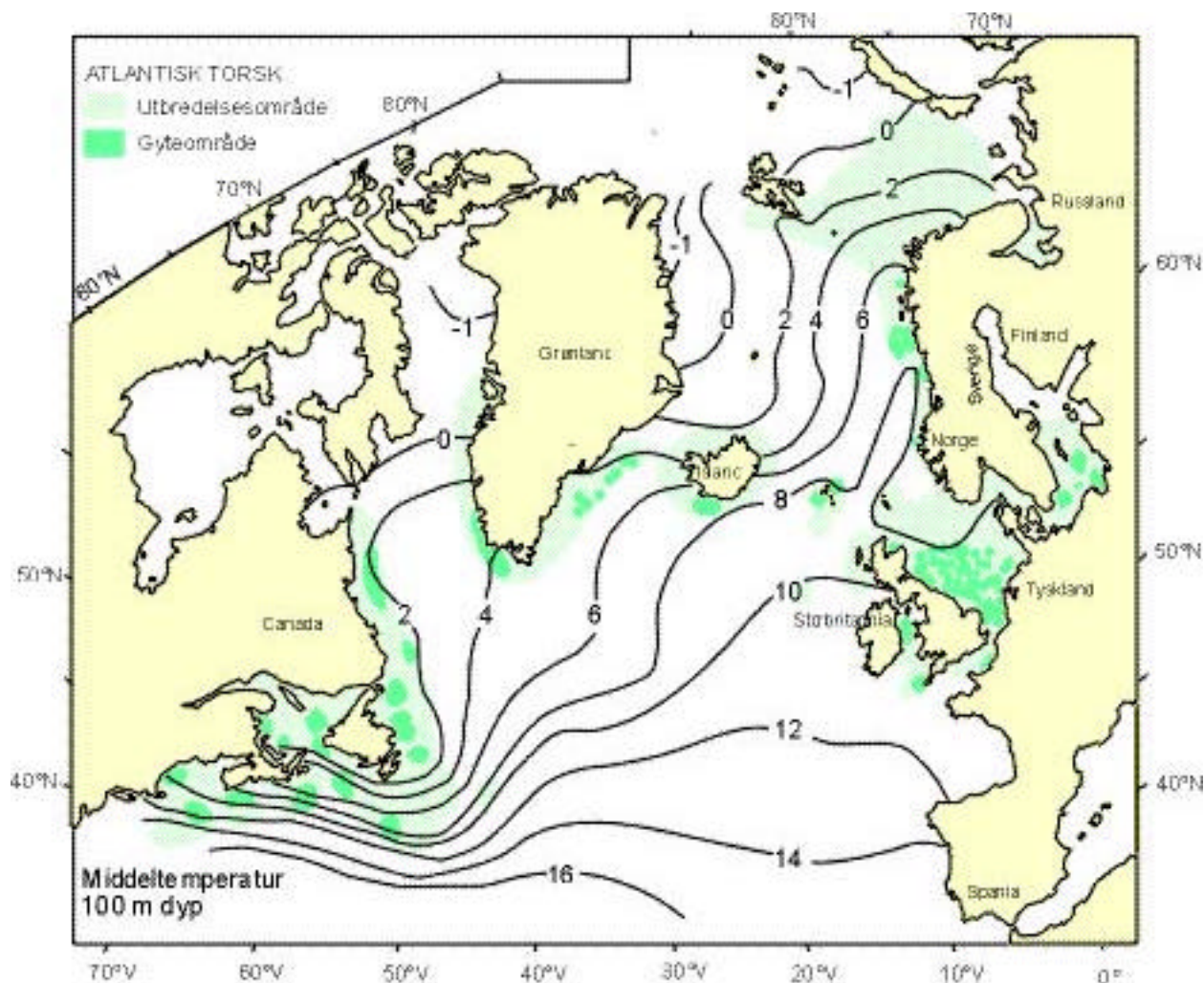
Selv om det finnes mange ulike arter av dyreplankton i våre farvann, utgjør raudåta mellom 50 % og 90 % av den samlede biomassen av dyreplankton på den norske kontinentalsokkelen og i Barentshavet. Men det er i Norskehavet at vi finner de virkelig store mengdene av raudåte. Basert på beregninger av forsker Bjørnar Ellertsen ved Havforskningsinstituttet (Miljørapporten 1996) snakker vi om en årsproduksjon av raudåte i Norskehavet på flere hundre millioner tonn. Sett i den sammenheng blir selv 10 millioner tonn norsk vårgytende sild en liten bestand. Men raudåta finnes ikke bare i store mengder i Norskehavet. Et annet kjerneområde er det store havområdet sør for Island og Grønland og øst for Newfoundland. Figur 5.22 viser utbredelsen av raudåte i Nordatlanten sammen med fordelingen av havstrømmene. Vi kan se de to store kjerneområdene for raudåte (Norskehavet og området sør for Island/Grønland - øst for New-foundland). Her er konsentrasjonen av raudåte høyest. Disse konsentrasjonene befinner seg i sentrum for de to store havvirvlene i den nordlige delen av Nordatlanten. I sør og øst er utbredelsen av raudåta begrenset av de varme strømmene Golfstrømmen og Atlanterhavstrømmen (som er fortsettelsen av Golfstrømmen); i nord og vest er raudåta begrenset av de kalde arktiske strømmene rundt Grønland og Labradorstrømmen sørover langs Labrador-kysten. De to virvelområdene utgjør tilsammen en stor virvel i Nordatlanten som kalles Den subpolare virvel. Raudåtas livsyklus er åpenbart økologisk tilpasset et liv i Den subpolare virvelen. Den overvintrer på store dyp hvor strømmen er liten, vandrer opp på vårparten og deltar i fri pelagisk drift med strømmen om sommeren. Med sin fordeling mellom de kalde arktiske vannmassene og de varme atlantiske vannmassene får omgivelsene for raudåta et karakteristisk temperaturspekter som varierer fra ca. 0 til 14 °C, med tyngdepunkt fra 3 til 7 °C (figur 5.23).

De fleste kommersielt viktige fiskeartene befinner seg på kontinentalsokkene i randområdet for fordelingen av raudåte.



Figur 5.23 Omgivelsestemperaturen for raudåte i Nordatlanten.

The North atlantic copepod Calanus is adapted to a life between cold Arctic water and warm Atlantic water. The diagram shows a typical environmental temperature spectrum for the copepod.

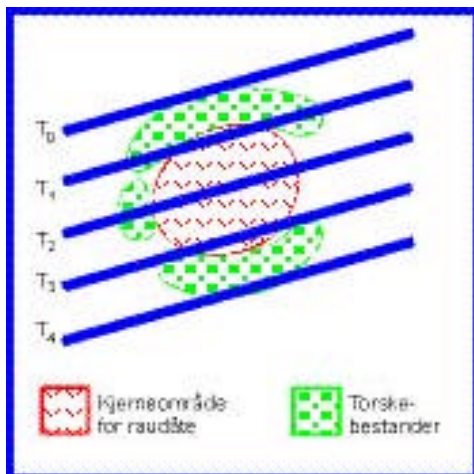


Figur 5.24 Utbredelsen av atlantiske torskbestander (*Gadus morhua*).
Distribution map for Atlantic cod stocks.

Dette er illustrert i fig. 5.24 som viser utbredelsen av atlantisk torsk. Fordelingen av fisk og raudåte er altså slett ikke helt overlappende selv om det også er en betydelig produksjon av raudåte på kontinentalsoklene. På denne måten er det ikke bare den lokale raudåteproduksjonen som bestemmer vekst og rekruttering i fiskebestandene på kontinentalsoklene. Import av raudåte fra kjerne-områdene blir også en viktig faktor, og variasjonene i denne importen er det havstrømmene som står for. Atlantisk torsk er den fiskearten som tradisjonelt har vært best undersøkt med hensyn til virkningen av miljøforhold på rekruttering. Torskebestandene som befinner seg i de nordlige og kalde områdene (eksempelvis norsk-arktisk torsk i Barentshavet og torskebestandene ved Grønland, Labrador og Newfoundland) får vanligvis god rekruttering i varme år. For torskebestandene som befinner seg i den varmeste delen (eksempelvis Nordsjøtorsk og torsk i Irskesjøen), er det motsatt. Der er rekrutteringen best i kalde år. Denne ulikheten i respons på temperatur kan forklares med hvordan temperaturen i de ulike områdene endres sammen med endringene i import av raudåte:

I år med kraftig innstrømming av atlantisk vann fra Norskehavet til Norskekysten og Barentshavet, øker mengdene av raudåte. Fordi Norskehavsvannet er varmere enn vannet i Barentshavet, øker også temperaturen i Barentshavet. I Nordsjøen er det på samme måte observert økning i forekomstene av raudåte når innstrømmingen av

atlantisk vann fra Norskehavet øker, men her følges økningen i dyreplankton av en nedgang i temperaturen, fordi Nordsjøen har høyere temperatur enn Norskehavet. Følgelig blir det i Barentshavet en overveiende bedre torskerekruttering i varme år med bedre beiteforhold på dyreplanktonet. For Nordsjøtorskene er det motsatt; der er beiteforholdene på dyreplankton best i kalde år. På denne måten er det en sammenheng mellom rekruttering på atlantiske torskebestander og temperatur som går gjennom raudåta. Sammenhengen fremgår av figur 5.25: Torskebestandene er fordelt på randen (kontinentalsoklene) rundt raudåtas kjerneområde (den subpolare virvelen). Gjennom den subpolare virvelen avtar temperaturen fra sør mot nord. Økt import av raudåte fra kjerneområdet til randområdene vil følges av en tilsvarende endring i sjøtemperaturen. Dersom økt transport går fra kjerneområdet til et kaldere randområde (eks-empel Barentshavet) vil temperaturen i randområdet øke sammen med økning i mengden av raudåte (fig. 5.26a). Dersom den økte transporten fra kjerneområdet går i retning av et randområde med omtrent samme temperatur som i kjerneområdet (eksempel islandstorsken) vil temperaturen i randområdet stort sett forbli uendret når importen av raudåte øker (figur 5.26b). Dersom transporten øker fra kjerneområdet mot et varmere randområde (eksempel Nordsjøen og Irskesjøen), vil økningen i raudåte i randområdet følges av en lavere havtemperatur (figur 5.26c).

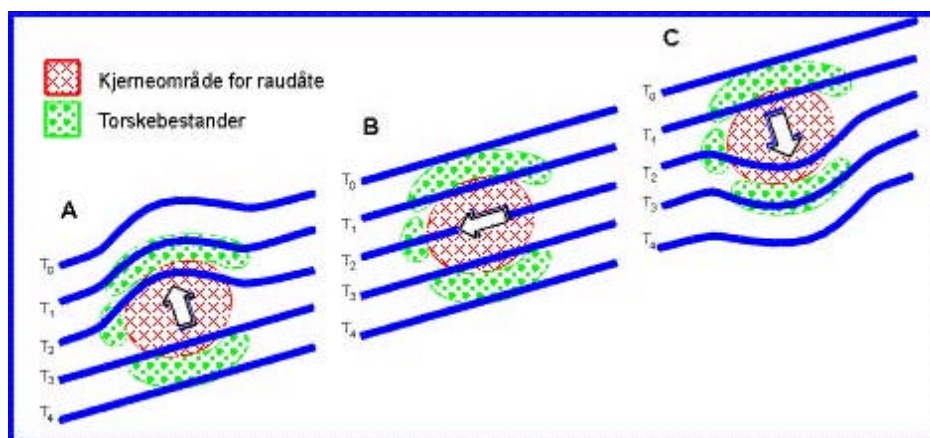


Figur 5.25 Prinsippkisse for utbredelse av atlantiske torskebestander langs randen rundt kjerneområdet for raudåte. Linjene viser temperaturfeltet i havet ved hjelp av isotermer med lav temperatur i nord (øverst) og høy temperatur i sør (nederst).

*Principal map showing a typical distribution pattern for Atlantic cod stocks surrounding the core area for copepod *Calanus*. The oceanic temperature field is illustrated by low temperature isoterms in the North (upper) and high temperatures in the South (lower).*

Havtemperatur og forekomst av raudåte er altså sterkt knyttet sammen via havstrømmene, men på ulik måte i de forskjellige områdene. En økning i forekomstene av plankton i ett område kan resultere i en nedgang i et annet havområde. I løpet av de siste 30 - 40 årene er det eksempelvis målt en jevn nedgang i konsentrasjonene av raudåte rundt De britiske øyer. På denne bakgrunn er det feilaktig blitt konkludert med at plankton-produksjonen har avtatt i hele det nordøstlige Atlanterhavet. I det nordlige Norskehavet og i Barentshavet har imidlertid mengdene av raudåte økt over det samme tidsrommet, og i særdeleshet i løpet av de siste 20

årene. Det samme har skjedd i Maine-gulven på østkysten av USA. I farvannene rundt Island er endringene i mengden av dyreplankton over lang tid liten, mens korttids-variasjonene fra det ene året til det neste er ganske store.



Figur 5.26 Prinsippskisse over fordeling av torsk, temperatur og raudåte (som i figur 5.25).

a) med økning i transport av raudåte til et torskemråde med kaldere klima enn i kjerneområdet. Resultatet blir bedret rekruttering til torsk når temperaturen øker.
 b) med økning i transport av raudåte til et torskemråde med samme klima som i kjerneområdet. Resultatet blir at endringer i rekrutteringen til torsk er uavhengig av temperaturen.

c) med økning i transport av raudåte til et torskemråde med varmere havklima enn i kjerneområdet. Resultatet blir bedret torskerekruttering når temperaturen avtar.

Principal situations involving cod, temperature and copepod Calanus (as shown in fig. 5.25).

Situation a: Warm water with a high concentration of copepods is transported from the copepod core to a more cold cod habitat outside the core. Result: The cod habitat warms up, and the cod recruitment increases.

Situation b: Water with a high concentration of copepods is transported from the copepod core to a cod habitat outside the core with identical temperature.

Result: The changes in cod recruitment will be independent of the water temperature.

Situation c: Water with a high concentration of Calanus is transported from the copepod core to a cod habitat with more warm water outside the core.

Result: The cod habitat temperature decreases. The cod recruitment increases.

En del av disse variasjonene skyldes endringer i lokal produksjon av dyreplankton, men mye skyldes også import og eksport fra ett område til et annet slik det er forklart i denne artikkelen. Begge typer endringer er imidlertid knyttet til svingningene i havklimaet og temperatur, noe som også har en direkte innvirkning på vekst og rekruttering til fiskebestandene.

Sett på bakgrunn av en forventet global klimaendring som følge av økningen i atmosfærens karbondioksid, blir styrking av klimaforskningen en stadig mer sentral oppgave for norsk fiskeriforskning og forvaltning. Å forstå virkningene av havklimaet på våre fiskebestander er faktisk helt nødvendig dersom vi skal kunne oppnå en bedre forvaltning av fiskebestandene. Havforskningsinstituttet ønsker spesielt en intensivert

forskning på havklima og hvordan variasjoner i havklimaet påvirker produksjonen av plankton og fisk.

Kilde: Aure, J. et al, Havets miljø 2000, FiskenHav, Særnr. 2:2000.