

# MENNESKET SOM EVOLUSJONÆR DRIVKRAFT: HVILKE KONSEKVENSER HAR DET FOR LEVENDE RESSURSER?

foredrag på møte  
7. juni 2016

av Katja Enberg, medlem av Akademiet for yngre forskere og leder for forskning- og rådgivningsprogrammet Norskehavet, Havforskningsinstituttet.

## Introduksjon

Mennesket har påvirket artene rundt seg i tusenvis av år, og det er mange dagligdagse eksempler på det, som for eksempel husdyr og planter som dyrkes. Her har vi valgt foretrukne individer til å videreføre sine gener til neste generasjon, og fått fram egenskaper som større muskler i storfe, større frukt og færre frø i enkelte frukter, og ikke minst utallige hundraser som alle stammer fra ulven. Men mennesket driver også evolusjon av viltlevende dyr, men der fjerner vi ofte individer som vi foretrekker, som i jakt og fiske. Hvis man sammenligner naturlig dødelighet i fiskebestander med den dødeligheten mennesket forårsaker hos fisk, kan fiskedødelighet ofte være opp til 400 % høyere enn naturlig dødelighet. Da er det veldig lett å forstå at dette kommer til å ha konsekvenser også for hvilke individer, egenskaper, og gener som videreføres i de kommende generasjonene. Fiskeri-indusert evolusjon er ikke noen ny oppdagelse: allerede for over hundre år siden publiserte Cloudsley Rutter en artikkel hvor han skrev følgende: ”... *a stock-raiser would never think of selling his fine cattle and keeping only the runts to breed from. ... The salmon would certainly deteriorate in size ... if only the smaller ... [are] allowed to breed*” (Rutter 1904). I løpet av de siste tiåra har flere studier på de evolusjonære effektene av fiske blitt publisert, og i 2007 satte vi resultatene sammen i en review-artikkel som konkluderer med at slike endringer har blitt observert i mange fiskebestander, og spesielt på viktige livshistorietrekk som kjønnsmodningsalder og -størrelse (Jørgensen et al. 2007).

### **Hvordan tolke observerte endringer?**

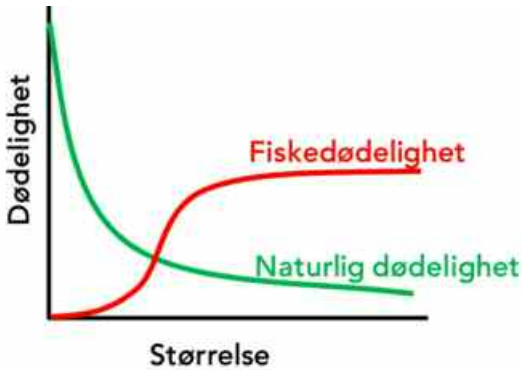
Hvordan kan man da vite at observerte endringer i naturen er forårsaket av fiske, og ikke andre faktorer? Det er viktig å ta med seg at et observert trekk, la oss si for eksempel kjønnsmodningsalder, vanligvis er påvirket av flere faktorer. For det første vil det at vi fisker og tar ut individer fra en populasjon, i seg selv endre gjennomsnittlige trekk på populasjonen – hendelser sent i livet observeres sjelden når færre individer lever til de blir gamle. Fisk viser også mye fenotypisk plastisitet, som betyr at for eksempel økt mattilgang etter redusert populasjonstetthet påvirker vekst, og forholdvis kjønnsmodningsalder og -størrelse. Og til sist, det at mennesket påvirker hvilke individer som vil få mulighet til å pare seg og få avkom, kan ha en evolusjonær effekt slik at den genetiske sammensetningen i populasjonen endres.

### **Hvordan studerer vi evolusjonære effekter av fiske?**

Evolusjonære effekter av fiske har vært studert på mange måter. Når man studerer naturlige populasjoner, bruker man statistisk analyse av tids-seriedata – individdata fra populasjonen, informasjon om fiskepress, og miljøvariabler som til sammen kan forklare observerte endringer (Olsen et al. 2004; Wright et al. 2014). Med utvikling av genetiske metoder begynner det også å bli flere og flere studier som viser den genetiske siden av slike endringer. Laboratoriestudier med simulert fiske blir også brukt, og har vist en rekke endringer på livshistorie, fysiologi, og atferdstrekk forårsaket av fiske. Modellering er også et viktig verktøy når man studerer fiskeri-indusert evolusjon, spesielt konsekvensene for populasjonsdynamikk og fiskeriforvaltning (Enberg et al. 2009; Enberg et al. 2010; Heino et al. 2013; Laugen et al. 2014). Til sammen tegner disse forskjellige metodene et klart bilde: mennesket endrer de artene vi fisker på, og dette er noe vi må ta hensyn til i forvaltning av våre levende ressurser.

### **Fiske er ofte selektivt**

Fiske er selektivt på mange måter. Seleksjonsmønstrene som er mest studert, er størrelsesseleksjon – mange fiskerier har minstemål som beskytter de minste individene, mens de større er utsatt for fiskedødelighet. Dette er det

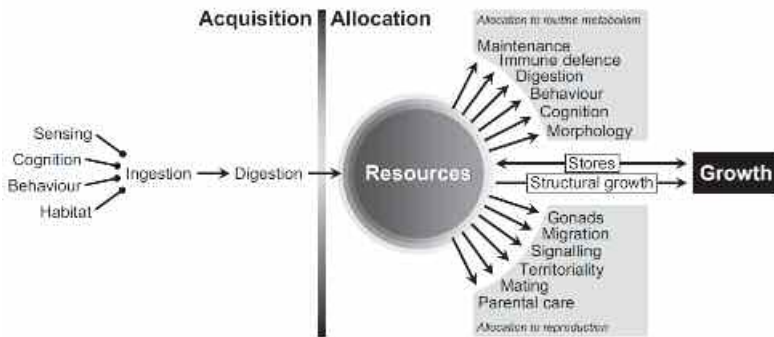


*Figur 1. Naturlig dødelighet og fiskedødelighet er vanligvis begge avhengige av størrelse, men har omvendt mønster med størrelse: naturlig dødelighet avtar med individstørrelse, mens fiskedødelighet vanligvis øker med individstørrelse.*

omvendte av naturlig dødelighet (Figur 1), hvor de minste individene har den største risiko for å bli spist av andre og dø. Generelt sett forkorter fiske livstid, og dette betyr at selv om det ved naturlig dødelighet kan være optimalt å satse på hendelser som skjer sent i livet eller i stor størrelse, så fungerer ikke dette under fiskepress. I tillegg til å være selektiv på størrelse under fiske, så bruker mennesket fiskens naturlige atferd for å fange fisk. For eksempel er stimatferd noe som mange pelagiske fisker gjør blant annet for å beskytte seg mot predatorer. Men når vi bruker ringnot for å fange hele stimer av gangen, kan fiskeriseleksjon føre til genetiske endringer slik at stimatferd blir redusert i det lange løp. –

### **Allokering og risiko**

De fleste studier på fiskeri-induserte endringer har konsentrert seg om livshistorietrekk. Dette er ganske naturlig ettersom størrelse ved alder, kjønnsmodningsalder og -størrelse er trekk vi har samlet data på over mange tiår, i noen tilfeller nærmere hundre år. En vanlig antagelse er at det bare er allokering av ressurser som kan endre seg – slik at fisken vil ha den samme mengden ressurser, men prioritere for eksempel vekst og reproduksjon annerledes. Men faktisk kan også mengden ressurser som et individ klarer å ta opp, være under seleksjon (Enberg et al. 2012). En modelleringsstudie har vist at fiskedødelighet medfører at individer blir mer villige til å ta risikoer for å vokse fortere, noe som balanserer redusert størrelse ved alder forårsaket av fiskeri-indusert seleksjon, samtidig som fiske forkorter livstid



*Figur 2. Evolusjonære effekter av fiske kan påvirke hvor mye ressurser individer klarer å ta opp, og hvordan disse ressursene blir allokert mellom reproduksjon, vekst, migrasjon, morfologi, og andre formål (Enberg et al 2012).*

i den andre enden av livsløpet (Jørgensen & Fiksen 2010). Resultatet er at naturlig dødelighet øker, noe som vil si at ved å fiske to fisk, dreper man faktisk tre.

### **Fiskeriseleksjon basert på atferd**

I en pågående studie har vi brukt modelleringsverktøy for å se på hvordan atferdsavhengig fiske påvirker optimale trekk. Vi har studert tre eksempler: 1) fiske som tar mindre aktive fisk, for eksempel ringnot, og 2) fiske som tar mer aktive fisk, for eksempel garn og teiner, og 3) fiske som er helt uselektivt. Våre funn viser at slik atferd-seleksjon i fiske påvirker optimal vekststrategi, størrelse ved alder, og naturlig dødelighet. Det som er veldig interessant, er at for de trekkene som er lette å måle – størrelse ved alder, kjønnsmodningsalder – ser det ikke ut til at atferdsbasert seleksjon har så mye å si for optimale trekk. Men for trekk som er vanskeligere å måle – – – – – vekststrategi (dvs. hvor villige individer er til å akseptere mer risiko for å vokse fortere) og naturlig dødelighet – har atferdsbasert seleksjon overraskende sterk påvirkning, og det å fange aktive fisk kan føre til det omvendte optimal sammenlignet med fiske på passive individer.

## **Konsekvenser av fiskeri-induserte endringer for populasjonsdynamikk**

Det er ganske klart at mennesket driver evolusjon av fiskebestandene. Men hvordan påvirker dette dynamikken av populasjon, og fremtidig fangst? Vi har sett at selv om disse endringene i kort tidsskala ikke påvirker for eksempel hvor fort en populasjon klarer å gjenoppbygge seg, så kan det ta veldig lang tid før populasjonen som har blitt tilpasset fiske, blir lik det den var før fiske – og kanskje blir den aldri akkurat lik igjen. En annen hypotese er at fiskeri-induserte endringer fører til at populasjonene blir mer sårbare for klimavariabilitet. Vi har studert dette og sett at bildet faktisk er en god del mer komplisert – fiskeri-induserte endringer kan ha varierende effekt på klimasensitiviteten, avhengig av andre populasjonsregulerende mekanismer.

### **Hvorfor skal vi bry oss, og er det noe vi kan gjøre?**

Det kan være på sin plass å spørre hvorfor skal vi bry oss om fiskeri-induserte endringer, men det er gode grunner til det. For det første er fiskeriforvaltning avhengig av realistisk datagrunnlag for bestandsberegninger, estimering av referansepunkter (Enberg et al. 2010; Heino et al. 2013), og langtidshøstingsregler. Og fisk og fiskeriene har en stor rolle i økosystemtjenester, som kan endre seg når fiskeri-indusert evolusjon endrer bestander og økosystemer (Jørgensen et al. 2007; Laugen et al. 2014).

Når man tenker på hva vi bør gjøre, er første steg å være bevisst på at vi faktisk endrer artene ved å fiske. Hvis man ønsker å minske den evolusjonære effekten av fiske, bør det generelt brukes lavere fisketrykk sammen med gjennomtenkte seleksjonsmønstre. Og til sist, ettersom vi vet at endringer skjer, bør dette tas hensyn til i forvaltning av våre levende ressurser.

### **Referanser**

- Enberg, K., Jørgensen, C., Dunlop, E.S., Heino, M., and Dieckmann, U. 2009. Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. *Evolutionary Applications*, 2:394–414.
- Enberg, K., Jørgensen, C., Dunlop, E.S., Varpe, O., Boukal, D.S., Baulier, L., Eliassen, S., et al. 2012. Fishing-induced evolution of growth: concepts, mechanisms and the empirical evidence. *Marine Ecology-an Evolutionary Perspective*, 33:1–25.

- Enberg, K., Jørgensen, C., and Mangel, M. 2010. Fishing-induced evolution and changing reproductive ecology of fish: the evolution of steepness. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67:1708–1719.
- Heino, M., Baulier, L., Boukal, D.S., Ernande, B., Johnston, F.D., Mollet, F.M., Pardoe, H., et al. 2013. Can fisheries-induced evolution shift reference points for fisheries management? *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 70:707–721.
- Jørgensen, C., Enberg, K., Dunlop, E.S., Arlinghaus, R., Boukal, D.S., Brander, K., Ernande, B., et al. 2007. Managing evolving fish stocks. *Science*, 318:1247–1248.
- Jørgensen, C., and Fiksen, Ø. 2010. Modelling fishing-induced adaptations and consequences for natural mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67:1086–1097.
- Laugen, A.T., Engelhard, G.H., Whitlock, R., Arlinghaus, R., Dankel, D.J., Dunlop, E.S., Eikeset, A.M., et al. 2014. Evolutionary impact assessment: accounting for evolutionary consequences of fishing in an ecosystem approach to fisheries management. *Fish and Fisheries*, 15: 65–96.
- Olsen, E.M., Heino, M., Lilly, G.R., Morgan, M.J., Bratley, J., Ernande, B., and Dieckmann, U. 2004. Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. *Nature*, 428:932–935.
- Rutter, C. 1904. Natural history of the Quinnet salmon – a report of investigations in the Sacramento River, 1896–1901. *Bulletin of the United States Fish Commission*, 5:63–148.
- Wright, P., Palmer, S.F., and Marshall, C.T. 2014. Maturation shifts in a temperate marine fish population cannot be explained by simulated changes in temperature-dependent growth and maturity. *Marine Biology*, 161: 2781–2790.