

Michael M.
Hansen og
Einar Eg Nielsen

Danmarks Fiskeri-
undersøgelser,
Afd. for Ferskvands-
fiskeri

Populationsgenetik i fiskeplejen: Erfaringer fra Karup Å

Resultater fra den populationsgenetiske forskning ved Danmarks Fiskeriundersøgelses Afdeling for Ferskvandsfiskeri har i de senere år været med til at føre forvaltningen af laksefiskebestandene og dermed fiskeplejen ind på en ny kurs, som i større grad sikrer bevarelsen af biologisk mangfoldighed. I denne artikel vil vi give eksempler på denne forskning, som stammer fra vores undersøgelser af, hvilke genetiske konsekvenser det har haft at udsætte store antal dambrugsørreder i en vild ørredbestand i Karup Å. Endvidere vil vi kort gøre rede for en række andre resultater af populationsgenetisk forskning i tilknytning til fiskeplejen og fortælle, hvordan forskningsresultaterne er blevet integreret i rådgivningen.

Udgangspunktet

Fiskeplejen i Danmark var i de første år efter opstarten i 1987 og de tidlige 1990'ere ret snævert defineret i forhold til i dag. Fiskeplejen lagde stor vægt på udsætninger, og for ørredens vedkommende koncentrerede man sig om at udsætte fortrinsvis ørred fra dambrugsstammer. Man havde en formodning om, at der næppe i større omfang fandtes oprindelige ørred- og laksebestande i Danmark, og i de vandløb, hvor der angiveligt fandtes oprindelige bestande, tillagde man det ikke den samme genetiske betydning som man gør i dag. Groft sagt var »en fisk en fisk«, og om den kom fra et dambrug eller fra det ene eller andet vandløb spillede ikke den helt store rolle. Med andre ord – ørred og

laks blev forvaltet på artsniveau, og man var ikke tilstrækkelig opmærksom på, at der kunne findes genetiske forskelle og lokale tilpasninger på bestandsniveau, som det kunne være vigtigt at bevare.

Ovenstående er barske ord, og der skal retfærdigvis gøres opmærksom på, at situationen ikke var meget anderledes i andre lande i såvel Europa som Nordamerika.

Det skal også nævnes, at flere fiskeriforeninger i Danmark allerede i perioden 1960-80'erne havde tilladelse til at opfiske vilde moderfisk af havørred (og laks) fra vandløbene og producere udsætningsfisk enten på egne eller på kommercielle dambrug. Dette

blev gennemført i erkendelse af vigtigheden af »egne fisk til egne vandløb«. Imidlertid begyndte populationsgenetikere først fra starten af 1980'erne at interessere sig seriøst for laksefisk.

Populationsgenetik er groft sagt viden om, hvordan genetisk variation er fordelt i og imellem bestande, og hvilke biologiske konsekvenser dette har. For laksefiskenes vedkommende fandt man, at en meget stor del af den genetiske variation var fordelt mellem bestande, dvs. der var ofte tale om betydelige genetiske forskelle mellem fisk fra forskellige vandløb. Dette betød, at der kunne være vigtig genetisk variation i en bestand, f.eks. modstandsdygtighed overfor en sygdom, som ikke nødvendigvis fandtes i andre bestande, og de enkelte bestande kunne desuden besidde lokale tilpasninger, f.eks. nedarvede vandringsmønstre, som passede til det pågældende vandløb, eller fysiologiske tilpasninger til vandtemperaturer og vandkemi.

Genetisk variation er en arts »råstof« til at kunne udvikle sig og tilpasse sig ændrede miljøforhold i fremtiden. Konklusionen var derfor, at man ikke kunne nøjes med at forvalte laksefisk på artsniveau. Skulle man bevare et repræsentativt udsnit af den genetiske variation i en art, måtte man sørge for at bevare så mange enkeltbestande som muligt.

Samtidig viste andre undersøgelser, at det var særdeles uhensigtsmæssigt at udsætte dambrugsfisk i vilde bestande. Dambrugsfisk var ofte indavlede og udviste ringe genetisk variation. Samtidig blev de ofte udsat i så store mængder i nogle vilde bestande, at genpuljen for de vilde fisk simpelthen blev »fortyndet ud«. Dermed blev de vilde bestandes genetiske mangfoldighed erstattet med dambrugsfiskenes ensartede og forarmede genpulje. I andre tilfælde observerede man imidlertid, at nogle år efter udsætning af dambrugsfisk havde fundet sted, var der ingen »genetiske spor« af disse fisk.

Det så således ud til, at dambrugsfiskene var så dårligt tilpassede i naturen, at de selv, deres eventuelle efterkommere og »krydsninger« mellem vildfisk og dambrugsfisk hurtigt uddøde, hvis man vel at mærke stoppede udsætningerne i tide.

I Danmark var man også opmærksom på disse resultater. På den forvaltningsmæssige front begyndte man som tidligere nævnt i stigende grad at satse på udsætninger af afkom af lokale vildfisk, som var opdrættet af lokale sportsfiskerforeninger. Endvidere besluttede man at iværksætte populationsgenetisk forskning. Dette foregik i et samarbejde mellem Afd. for Ferskvandsfiskeri på DFU og forskningsmiljøet omkring professor Volker Loeschcke på Afdeling for

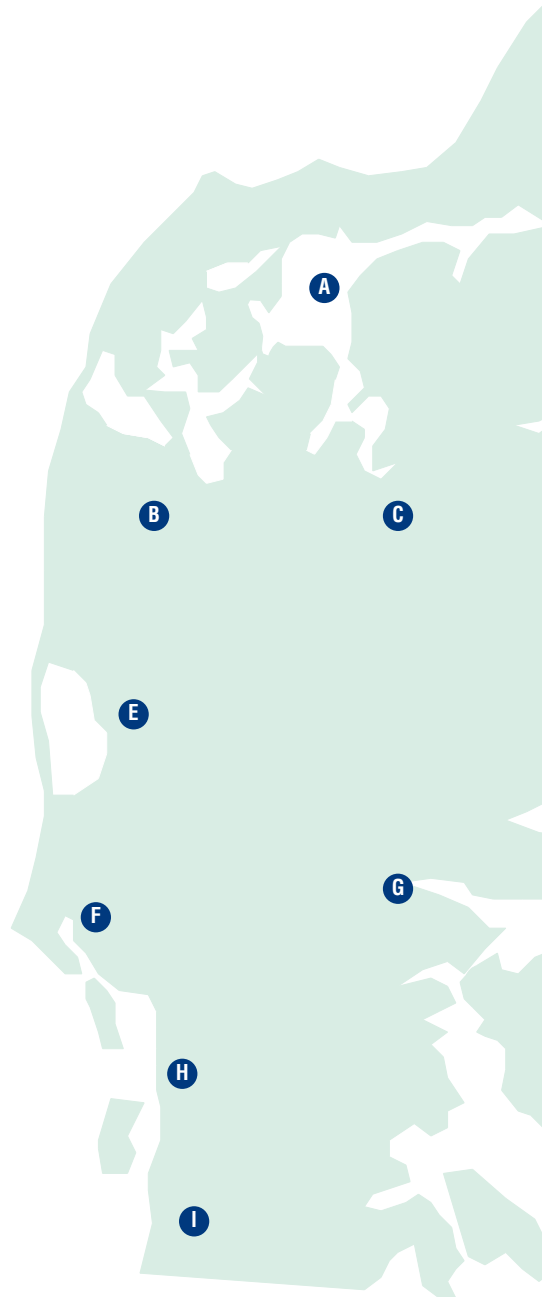
Genetik og Økologi, Århus Universitet (hvor begge forfattere til denne artikel har deres udgangspunkt).

Formålene var i første omgang at afklare, i hvilket omfang der fandtes oprindelige ørred- og laksebestande i Danmark, og dernæst at belyse i hvor høj grad og hvordan udsætninger af dambrugsfisk påvirkede vilde bestande genetisk. Der er efterhånden blevet foretaget en mængde undersøgelser, men vi vil her koncentrere os om undersøgelserne af effekten af ørredudsætninger i Karup Å, som nok er den bestand der har været genstand for de mest intensive undersøgelser.

Karup Å

Vi har i en række undersøgelser brugt ørred i Karup Å som et »modelsystem« til at undersøge de genetiske konsekvenser af at udsætte dambrugsrørreder i vilde ørredbestande. Det skyldes ikke mindst, at Karup Å-Sammenslutningen (en sammenslutning af lokale sportsfiskerforeninger) over en længere årrække har opbevaret meget præcise oplysninger om udsætningsmængder og udsætningsmaterialets herkomst, og samtidig har været meget hjælpsomme med indsamling af vævsprøver fra vilde ørreder.

Karup Å (se fig. 1) var tidligere en af de klassiske jyske havørredåer, hvor der kunne fanges mange og store fisk, helt op til over 14 kg. I 1970'erne og 80'erne skete der imidlertid en dramatisk nedgang i ørredbestanden. Der var antagelig flere årsager til dette; forurening fra dambrug og en kartoffelmelsfabrik ødelagde gydeområderne i en stor del af hovedløbet, spærringer ved dambrug umuliggjorde opgang i en række af tilløbene, og intensivt garnfiskeri i Skive Fjord





Figur 1:

Kort med oversigt over vandløb, hvor vi har undersøgt om ørred- og laksebestandene er oprindelige, og om der er genetisk input fra udsatte dambrugsfisk. På kortet er inkluderet resultater fra en undersøgelse af fynske ørredbestande, udført af Niels G. Fritzner, Odense Universitet. Bornholm er ikke inkluderet på kortet, men her er alle bestande oprindelige og ikke påvirket af udsatte dambrugsfisk.

A: Limfjorden, ørred:

Karup, Skals, Simested, Jordbro og Fiskbæk Å.
Oprindelige, ikke dambrugsinput.

B: Storå, laks:

Måske ikke oprindelig.

C: Hald Sø, ørred:

Oprindelig, ikke dambrugsinput.

D: Nedre Gudenå, ørred:

Oprindelig, ikke dambrugsinput.

E: Skjern Å, laks:

Oprindelig.

Ørred:

Oprindelig, men dambrugsinput.

F: Varde Å, laks:

Oprindelig, dambrugsinput.

G: Kolding, Vejle og Odder Å, ørred:

Oprindelig, antagelig ikke dambrugsinput.

H: Ribe Å, laks:

Oprindelig, dambrugsinput.

I: Vidå, Brede Å, Sneum Å, laks:

Ikke oprindelig.

J: Fyn, ørred:

Stampebækken oprindelig.

Andre vandløb delvis oprindelige, men sammenblandet og med dambrugsinput.

K: Esrum Å, ørred:

Næppe oprindelig, dambrugsinput.

L: Flads Å og Mern Å, ørred:

Oprindelige, ikke dambrugsinput.

gjorde det af med en stor del af havørrederne på gydevandring. Efterhånden blev der dog lavet en række tiltag for at forbedre miljøforholdene og samtidig kom der restriktioner på garnfiskeriet i fjorden. Endelig begyndte man at sætte store mængder ørreder ud i åen. Fra 1980 til 1990 satte man mere end 250.000 ørreder ud fra en enkelt dambrugsstamme (Hårkær Dambrug). Fra 1984 begyndte Karup Å-Sammenslutningen imidlertid også at opfange moderfisk fra åen og opdrætte og udsætte afkommet. Denne aktivitet tog efterhånden fart, og fra 1990 blev udsætninger i stort set hele vandløbet udført med fisk af lokal oprindelse. Fra og med slutningen af 1980'erne skete der en særdeles markant stigning i havørredopgangen i åen, som nu igen må regnes som en af Danmarks bedste havørred-åer. Det store spørgsmål var nu, om fiskene i åen 1) var fra den oprindelige bestand, 2) om de var efterkommere af de udsatte dambrugsfisk, eller 3) om der var tale om en blanding af begge dele. Det var derfor med stor spænding, vi påbegyndte vores undersøgelser i 1992.

Intet spor af dambrugsfisk

Til vores første undersøgelser benyttede vi os af analyse af såkaldt »mitochondrie-DNA« (i det følgende forkortet mtDNA). MtDNA er udelukkende hunligt nedarvet og i modsætning til »normale« gener, som findes i to kopier, findes der kun én kopi af mtDNA i hvert individ. Vi analyserede dels stikprøver af ørred fra Hårkær Dambrug, som havde leveret udsætningsmateriale til Karup Å, dels stikprøver af vilde havørreder fanget i selve Karup Å. Selv om DNA-analyser på daværende tidspunkt var et møjsommeligt arbejde, begyndte vi dog efterhånden at få et overblik over resultaterne, og vi blev mildest talt forbløffede. Der var nemlig stort set ingen spor af de udsatte dambrugsørreder blandt ørrederne fra Karup Å, på trods af de store udsætninger gennem en 10-årig periode. Som man kan se i Tabel 1 fandtes en mtDNA variant (nr. 2) i ca. 40% af fiskene fra Hårkær Dambrug, men der fandtes kun ét eksemplar blandt 210 ørreder fra Karup Å. Vi kunne alt i alt beregne, at der i den vilde Karup Å-bestand var et genetisk bidrag fra ud-

Tabel 1:
Fordeling af
mitochondrie-DNA
»typer« i ørreder
fra Hårkær Dambrug
og Karup Å.

Mitochondrie-DNA »type«	Hårkær Dambrug	Karup Å
Type 1	0	0.005
Type 2	0.397	0.005
Type 3	0	0.010
Type 4	0.037	0.505
Type 5	0.0561	0.267
Type 7	0.005	0.005
Type 8	0	0.181
Type 14	0	0.024
Antal analyserede fisk	214	210

satte dambrugsørred på mellem 0 og 2%. Med andre ord, de udsatte dambrugsfisk havde klaret sig katastrofalt dårligt, og de nuværende ørreder i Karup Å måtte være fra den oprindelige bestand.

Man kan kritisere, at vores første undersøgelser var baseret på mtDNA, som jo er hunligt nedarvet. Hvis dambrugsørred-hanner havde klaret sig bedre end hunnerne, kunne vi jo have undervurderet det samlede genetiske bidrag fra dambrugsørrederne. Senere undersøgelser, baseret på såkaldt microsatellit-DNA (en slags »genetiske fingeraftryk«), som nedarves hos både hanner og hunner, bekræfter imidlertid vore første resultater. Endelig viser foreløbige resultater af analyse af DNA fra gamle skælprøver, at den nuværende bestand genetisk »ligner« Karup Å-ørreder fra 1910'erne og 1950'erne meget – det endegyldige bevis på, at bestanden er oprindelig.

Vi har sidenhen fundet andre eksempler på, at der findes oprindelige laksefiskebestande i vandløb, hvor man ellers troede de enten var uddøde eller »bombarderet til døde« med udsatte »fremmede« fisk. I særdeleshed for laksens vedkommende har analyser af DNA fra gamle skælprøver, sammenholdt med de nuværende laks' genetiske sammensætning vist, at Skjern Å-laksen er oprindelig (tidligere beskrevet i Fisk og Hav, 49, side 2-11). De seneste resultater har vist, at der desuden findes rester af oprindelige laks i andre vestjyske vandløb, nemlig Varde og Ribe Å. På Fig. 1 har vi givet en oversigt over en række ørred- og laksebestande i Danmark, hvor vi har undersøgt om der er tale om oprindelige bestande.

Hvad sker der med de udsatte dambrugsfisk?

Selv om undersøgelserne i Karup Å og andre steder havde givet svar på nogle spørgsmål, opstod der lige så mange nye. Hvad skete der egentlig med de udsatte dambrugsfisk; var de ude af stand til at overleve og reproducere sig, eller havde de faktisk en vis gydesucces? Endelig var vi interesserede i, om de udsatte dambrugsørrederes livshistorie havde betydning for deres videre skæbne. Ørreder kan nemlig følge to forskellige livshistoriemønstre; de kan forblive i deres »hjem-å« og dermed blive til bækørreder, eller de kan trække til havs og blive til havørreder. Der ser ikke ud til at være nogen genetisk baggrund for dette. Derimod er der store forskelle i kønsfordeling for de to livshistorietyper, hvor ca. 75% af alle bækørreder er hanner, mens andelen af hanner blandt havørred kun udgør ca. 25%.

For at undersøge nogle af disse spørgsmål koncentrerede vi os om den øvre del af Karup Å, hvor der (i modsætning til resten af åen) indtil 1997 stadig blev udsat ørred fra Hårkær Dambrug. Et kort oprids af resultaterne lyder som følger: Blandt de havørreder, som vandrede op i den øvre del af åen, var der stort set intet bidrag af dambrugsørreder. Blandt bækørrederne var der derimod et genetisk input på 46% fra dambrugsfisk og 54% fra Karup Å-ørred. Ydermere viste resultaterne, at det genetiske input fra dambrugsfisk ikke bare var resultatet af »rene« dambrugsfisk; mere end halvdelen af bækørrederne så ud til at være »krydsninger« mellem dambrugsfisk og vildfisk. Endelig, ved at kombinere information fra microsatelliter og det hunligt nedarvede mtDNA kunne vi vise, at ca. 80% af alle

Michael M. Hansen med havørred fra Karup Å.



FOTO: MOGENS THOMASSEN, KARUP Å, SAMMENSLUTNINGEN

»krydsninger« havde en »vild« mor og en »dambrugs«-far.

Vi formoder derfor at nogle af de udsatte dambrugsfisk overlever det yngste stadium og vandrer mod havet (dvs. bliver til smolt), og hovedparten heraf er hunner. Imidlertid vender kun få tilbage til Karup Å og gyder. Dette er ikke et overraskende udfald, da det er et kompliceret liv at være havørred, og det er mindre sandsynligt, at dambrugsørreder har de nødvendige tilpasninger til dette. F.eks. skal smolten starte vandringen på det rette tidspunkt for at ende i havet, når der er tilstrækkelig føde.

I modsætning hertil er det et mere simpelt liv for en dambrugsørred at være bækørred, da den vil leve i et forholdsvist stabilt miljø. Hovedparten af dambrugsbækørrederne vil være hanner, og en del af disse vil være i stand til at overleve og gyde. Imidlertid vil også dambrugs-

bækørrederne og deres efterkommere, herunder »krydsninger«, klare sig dårligere end de lokale vildfisk, og hvis man stopper udsætningerne vil der efterhånden ikke være »genetiske spor« tilbage efter disse. Vi mener, det er dette, der er foregået i hele Karup Å-systemet samt i en række andre vandløb.

Det indebærer også, at det er en rigtig dårlig ide at udsætte dambrugsfisk i vilde bestande. De udsatte dambrugsfisk konkurrerer med de vilde fisk. Samtidig vil en del af vildfiskene »spilde deres gener« på at gyde med dambrugsørreder, da afkommet vil klare sig dårligt. Endvidere, selv om »krydsninger« klarer sig dårligt, vil de også – ligesom deres dambrugsmor eller -far – påføre vildfiskene konkurrence. Udsætning af dambrugsfisk i vilde bestande er altså reelt en slags »biologisk bekæmpelse« af vildfiskebestandene.

Indflydelse på fiskeplejen

Overordnet har fiskeplejen i de senere år ændret sig fra at lægge hovedvægten på udsætninger, og dermed symptombehandling, til at søge at identificere og løse de problemer, som er skyld i fiskebestandenes tilbagegang, f.eks. overfiskeri, spærringer og manglende gydemuligheder. Resultaterne fra den populationsgenetiske forskning har været medvirkende til ændringerne i denne mere miljøvenlige retning.

Det er nu gængs praksis, at vandløb med en acceptabel naturlig produktion af ørred helt friholdes for udsætninger. I flere andre vandløb med oprindelige bestande accepteres kun udsætninger baseret på afkom af lokale vildfisk. Der findes dog stadig områder og vandløb, hvor der muligvis findes oprindelige bestande, men hvor der samtidig foregår udsætninger af

dambrugsørred. For laksens vedkommende har fundet af oprindelige bestande i vestjyske vandløb ført til en revision af Laksehandlingsplanen, således at alle udsætninger af laks i Vestjylland vil blive foretaget med fisk af lokal herkomst.

Endelig er der, baseret på principper fra *conservation biology* – et engelsk udtryk som kan oversættes som videnskaben om hvordan man bedst bevarer arter og bestande – blevet udarbejdet generelle retningslinier for fiskeudsætninger. Disse angiver bl.a., hvor mange moderfisk der skal bruges for at undgå indavl og tab af variation, og endvidere slår de fast, at i vilde bestande bør der kun udsættes fisk af oprindelig herkomst.

Referencer

- Fritzner, N.G. (1999). Populationsgenetisk analyse af microsatellit DNA: Introgression blandt- og levn af vilde ørredstammer med speciel reference til fynske havørreder. Specialrapport, Biologisk Institut, Odense Universitet.
- Hansen, M.M. (1993). Karup Ås berømte havørred tilhører den oprindelige stamme. *Sportsfiskeren* **11-12**, side 34-35.
- Hansen, M.M. (1996). Grundlaget for fiskeudsætninger i Danmark. *DFU-rapport* **28-96**, side 34-35.
- Hansen, M.M. & Nielsen, E.E. (1996). Laksefisk og genetik (1. del). *Sportsfiskeren* **4**, side 20-21.
- Hansen, M.M. & Nielsen, E.E. (1996). Laksefisk og genetik (2. del). *Sportsfiskeren* **5**, side 20-21.
- Hansen, M.M., Ruzzante, D.E., Nielsen, E.E. & Mensberg, K.-L.D. (2000). Microsatellite and mitochondrial DNA polymorphism reveals life-history dependent interbreeding between hatchery trout and wild brown trout (*Salmo trutta* L.). *Molecular Ecology* **9**, side 583-594.
- Hansen, M.M., Hynes, R.A., Loeschcke, V. & Rasmussen, G. (1995). Assessment of the stocked or wild origin of anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.) in a Danish river system, using mitochondrial DNA RFLP analysis. *Molecular Ecology* **4**, side 189-198.
- Nielsen, E.E. & Hansen, M.M. (1999). »Gamle skæl« et nyt værktøj til populationsgenetiske undersøgelser af laksefisk. *Fisk og Hav* **49**, side 2-11.