

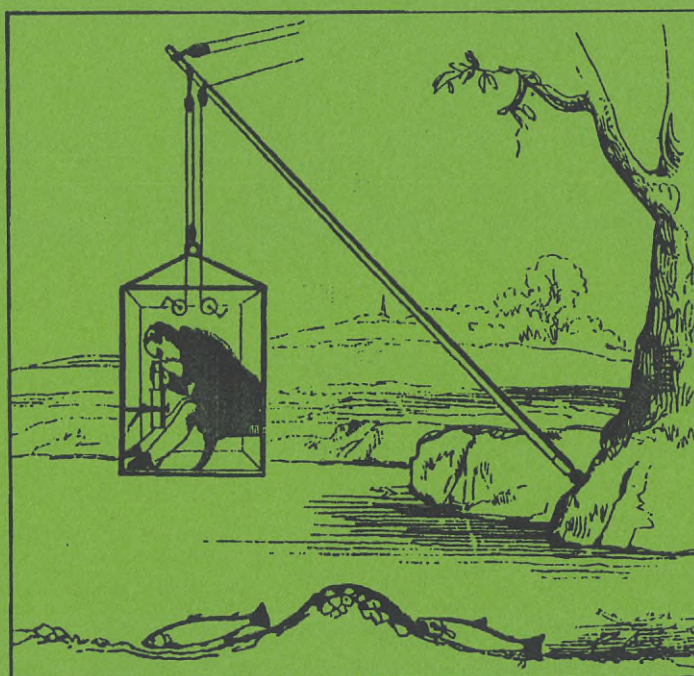
Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.  
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitised at Gothenburg University Library.  
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.  
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





## VERKSAMHETSPLAN bå 1992/93



### SÖTVATTENSLABORATORIET och försöksstationerna i KÄLARNE och ÄLVKARLEBY

|  |    |
|--|----|
| Inledning och organisation   | 3  |
| Nyheter 1991/92  | 3  |
| Personella och organisatoriska förändringar                          | 4  |
| Byggnationer   | 5  |
| Publicering  | 5  |
| Arbetsplan för 1992/93   | 6  |
| Projektområden:  |    |
| Sjölevande fisk och kräftpopulationers struktur och dynamik          | 7  |
| Dynamik och struktur hos fiskbestånd i de stora sjöarna              | 23 |
| Nordliga laxfiskar - biologi, bevarande, odling och fiskevård        | 31 |
| Biologiska och fysikaliska faktorerers inverkan på strömlevande fisk | 49 |
| Samarbete med biståndsländer   | 65 |
| Administration/Information   | 69 |



# Verksamhetsplan för Sötvattenslaboratoriet och försöksstationerna i Kälarne och Älvkarleby för budgetåret 1992/93

|  |    |
|--|----|
| Inledning och organisation   | 3  |
| Nyheter 1991/92  | 3  |
| Personella och organisatoriska förändringar                          | 4  |
| Byggnationer   | 5  |
| Publicering  | 5  |
| Arbetsplan för 1992/93   | 6  |
| Projektområden:  |    |
| Sjölevande fisk och kräftpopulationers struktur och dynamik          | 7  |
| Dynamik och struktur hos fiskbestånd i de stora sjöarna              | 23 |
| Nordliga laxfiskar - biologi, bevarande, odling och fiskevård        | 31 |
| Biologiska och fysikaliska faktorerers inverkan på strömlevande fisk | 49 |
| Samarbete med biståndsländer   | 65 |
| Administration/Information   | 69 |



# 1055  
ORG/ver

Verksamhetsberättelse för Sjövärdstillsättningsrådet och  
Tillsättningsrådet för Sjövärdstillsättningsrådet för  
År 1982-83

Årsmötet hölls den 15 februari 1983 kl. 19.00 i  
Sjövärdstillsättningsrådets lokaler i Sjövärdsgården  
i Göteborg. Närvarande var Sjövärdstillsättningsrådet  
och Tillsättningsrådet för Sjövärdstillsättningsrådet.  
Sjövärdstillsättningsrådet hade följande medlemmar:  
Ordförande: Sjövärdstillsättningsrådet  
Ledamöter: Sjövärdstillsättningsrådet  
Självvalda medlemmar: Sjövärdstillsättningsrådet  
Sjövärdstillsättningsrådet hade följande medlemmar:  
Ordförande: Sjövärdstillsättningsrådet  
Ledamöter: Sjövärdstillsättningsrådet  
Självvalda medlemmar: Sjövärdstillsättningsrådet



## Inledning och organisation

Sötvattenslaboratoriet sorterar under Fiskeriverkets utredningsavdelning, som förutom avdelningschefen och ytterligare ett par personer i Göteborg, också omfattar Havsfiskelaboratoriet och dess filial i Karlskrona, Kustlaboratoriet och utredningskontoren i Luleå, Härnösand och Jönköping. Den forskningsmässiga verksamheten vid försöksstationerna i Älvkarleby och Kälarne faller inom Sötvattenslaboratoriets ansvarsområde. Laboratoriets interna organisation leds av laboratoriechefen, som till sin hjälp har en laboratorgrupp, som i princip träffas varje vecka. Dessutom planeras verksamheten inom de sex projektområdena som presenteras nedan. Samordningen i stort sker vid tre så kallade "kvartalsmöten" där all personal deltar - även forskarna i Älvkarleby och Kälarne.

Samordningen i övrigt mellan laboratoriet i Drottningholm och de två försöksstationerna i Älvkarleby och Kälarne sker för Älvkarlebys del genom ett formaliserat samarbete mellan den drift- och ekonomiansvarige för anläggningen och den forskningsassistent som delegerats ansvaret för samordning mellan den interna och externa forskningsverksamheten. Planerna i stort diskuteras också inom samlingsgruppen mellan Laxforskningsinstitutet och Fiskeriverket och inom det nya projektområdet för verksamhet i rinnande vatten. Verksamheten i Kälarne drivs bl a utifrån beslut i den interna planeringsgruppen, medan integreringen i laboratoriets verksamhetsfält och samordningen med extern verksamhet sker 3 gånger per år inom de interna och externa s k Kälarnegrupperna, där laboratoriechefen är ordförande.

Verksamheten i Drottningholm, Älvkarleby och Kälarne samordnas i sin tur med övrig verksamhet inom U-avdelningen genom en speciell ledningsgrupp under avdelningschefens ordförandeskap. Övrig samordning med verksamheten inom Fiskeriverket sker genom laboratoriets deltagande i t ex Stora sjö-gruppen och rådgivande gruppen för forskningsfrågor.

Bland andra nationella organ som laboratoriet är företrätt i kan nämnas Stiftelsen Vattenbruksutveckling och Styrgruppen för kräftodling i Norrland.

På nordisk bas arbetar laboratoriet dels genom direkta kontakter med fiskeridistributionen i samtliga nordiska länder och med enskilda forskare, men också genom formella organ som Nordiska ministerrådets samlingsgrupp för genbanksfrågor på fisk och Nordiska ålforskningsgruppen. Utom Norden sker dels ett samarbete med vissa biståndsländer dels genom de internationella organen EIFAC, ICES, ISACF och IAA.

## Nyheter 1991/92

I mars 1991 hölls ett nordiskt arbetsgruppsmöte vid Erkenlaboratoriet för att ta fram en ny och standardiserad typ av översiktsnät för provfiske samt interkalibrera åldersbestämning av abborre. Arbetet följs upp med ett nytt möte i Lammi, Finland i mars 1992. Från laboratoriet deltar "kalkgruppen" samt Olof Enderlein och Olof Filipsson.

Magnus Appelberg deltog och presenterade ett föredrag vid ett EIFAC-möte i Kuopio i oktober 1991 rörande kräftor och i ett nordiskt sammanträde i Enonkoski i november rörande försurning och pappersmassautsläpp varvid han presenterade en review i ämnet.

Olof Enderlein deltog i EIFACs arbetsgrupp "Stocking of fish" i Prag i månadskiftet oktober-november 1991 för en genomgång av ett första manuskript (Stocking of whitefish) i en kommande serie rörande utsättning av olika fiskarter. Olof deltog även i en fiskeriteknisk kurs i Hirtshals, Danmark i februari 1992 som i huvudsak behandlade trålteknik.

Kerstin Holmgren och Håkan Wickström deltog i ICES och EIFACs årliga arbetsgruppsmöte i Dublin i maj 1991 och tillsammans med Per Nyberg även i nordiska ålforskningsgruppens sammanträde i Köpenhamn i december.

Johan Hammar, Jan Henricson och Lennart Nyman deltog tillsammans med Bror Jonsson, NINA och Anders Klemetsen, Universitetet i Tromsø, i ett planeringsmöte i augusti inför det tredje internationella rödingsymposiet i Trondheim 1993.

Personal från laboratoriet har vidare deltagit i Svenska Limnologföreningens vattendagar i

Uppsala och Svenska ekologiföreningen OIKOS tionde ekologisymposium i Stockholm. Vid ekologisymposiet presenterades föredrag av Lennart Edsman och Erik Pettersson.

Större delen av laboratoriets personal deltog i rotenonbehandlingen av sjön Daglösen. Avsikten var att efter provfiske med ryssjor och nät insamla all fisk vid rotenonbehandlingen för att jämföra provfiskeresultatet med sjöns totala befintliga fiskmängd.

Laboratoriet har under året gästats av följande utländska forskare: Dr. Ellysar Baroundy, England, Dr. Ramsom Meyers, Newfoundland, Prof. Tom Northcote, British Columbia, Dr. Tiit Paaver, Estland, Dr. Jean-Francois Rubin, Schweiz, Dr. Christian Ruhlé, Schweiz och Dr. Eric Verpoor, Skottland.

Tom Northcote höll två seminarier vid sitt besök och Baroundy och Ruhlé deltog bl a i hydroakustiska undersökningar i Landösjön, Hornavan och Daglösen. Rubin var här för att planera ett forskningsprojekt (Evaluation of the success of the natural spawning of the trout, *Salmo trutta* (L.) in a Swedish stream) som han kommer att genomföra som gästforskare under 1-2 år med start i augusti 1992.

I mitten av mars gästas laboratoriet av professorerna Jay Huner, USA, Ossi Lindqvist, Finland och Alain Vey, Frankrike. Dessa är i landet för att, på uppdrag av SJFR, utföra en vetenskaplig utvärdering av kräftforskningen i Sverige inkl den som bedrivs vid laboratoriet.

Under 1991 har 13 seminarier hållits i laboratoriets seminarierier. Under våren avslutades den ekologiskt inriktade serien som startade under 1990. Ett flertal externa forskare har bidragit med presentationer under seriens gång.

Lennart Nyman var tjänstledig under tiden mars-maj 1991 för att dels göra en utredning om Sveriges våtmarker för WWFs räkning och dels, på uppdrag av FAO, JUCN och WWF, ta fram riktlinjer för bevarande av sötvattensfisk ur global synpunkt (Conservation of freshwater fish - protection of biodiversity and genetic variability in aquatic ecosystems). Lennart Nyman är även tjänstledig under tiden oktober 1991-april 1992 för att uppehålla annan tjänst. Under båda perioderna har Per Nyberg vikarierat. Lennart var dock

kortvarigt åter i Fiskeriverkets tjänst i november för att som regeringens utsände framlägga Sveriges förslag till skydd för den atlantiska tonfisken inför ICCAT i Madrid.

## Personella och organisatoriska förändringar

Laboratoriet har tvingats till stora besparingar över det ordinarie budgetanslaget under bå 1991/92. Detta medför att sammanlagt fem årsarbetskrafter försvinner och att besparingar görs över laboratoriets expenser- och reseanslag.

Som en del av besparingarna har Gunnel Hasselrot och Magnus Fürst gått i pension. Vidare tvingas vi spara genom att dra in växel- och bibliotekarfunktionerna. Detta innebär att inkommande samtal inte längre besvaras av Kerstin Bäcks glada röst och att växelns öppethållande begränsas till en kort tid per dag. I övrigt kommer direktvalsnummer att installeras. Det innebär också försämrade biblioteksservice för laboratoriets forskare och alla andra som utnyttjar biblioteket.

Verksamheten i vårt nya akvariehus drabbas av en svår förlust genom att Knut Svensson inte längre kan finansieras. Övriga besparingar över lönedelen är specificerade men person/-er ännu ej namngivna. Minskade expenser- och reseanslag medför försämrade möjligheter för inköp av ny utrustning inkl litteratur och att våra möjligheter att delta i sammanträden, informationsmöten m m minskar. Vi tvingas också att i stor utsträckning ta betalt för våra resor och tjänster.

För att i någon mån försöka kompensera för den minskade personalstyrkan, har laboratoriets verksamhet omorganiserats. Den tidigare verksamheten var organiserad i olika målområden, som med tiden fått allt mindre gemensamt med övriga målområden och drivits som en- eller flerpersonersprojekt. Till denna delvis isolerande projektbildning har även de externa forskningsanslagen bidragit genom att dessa erhållits för örönmärkt verksamhet med specifik målsättning.

Den nya organisationen innebär förhoppningsvis ett effektivare arbetssätt och att personalen

integreras i laboratoriets samlade verksamhet på ett mer stimulerande sätt. En omorganisation av detta slag kan inte genomföras över en natt, genom att delar av pågående verksamhet måste ges tid för avveckling eller kursändring för att inte redan gjorda insatser skall gå till spillo.

Verksamheten organiseras i sex projektområden där verksamheten i Älvkarleby och Kälarne integreras:

1. **Sjölevande fisk- och kräftpopulationers struktur och dynamik**
2. **Dynamik och struktur hos fiskbestånd i de stora sjöarna**
3. **Nordliga laxfiskar - biologi, bevarande, odling och fiskevård**
4. **Biologiska och fysikaliska faktorerers inverkan på strömlevande fisk**
5. **Samarbete med biståndsländer**
6. **Administration/Information**

Syften, metodik och tidsplaner, personal etc inom resp projektområde framgår i de följande beskrivningarna. Vi har valt att, för tydlighetens och informationens skull, göra dessa relativt utförliga.

De tre första projektområdena behandlar alla, utom en mindre del av område 3, uteslutande sjöar. Det är ändå motiverat att ha tre olika projektområden. Nr 1 är inriktat mot mindre sjöar med oexploaterade fiskbestånd och huvudsakligen bentiska- och litorala arter och är dessutom till viss del inriktat mot experiment och mekanismstudier. Projekten inom nr 2 är förlagda till de stora sjöarna med betydande pelagiska fiskbestånd, intensivt yrkesmässigt fiske och stora utsättningar av lax, öring och ål. Nr 3 slutligen är inriktat mot nordligt belägna och arktiska vatten med enkla fiskartsammansättningar och tacklar problemställningar av annan karaktär än de övriga projektområdena. Ett stort och ännu olöst problem i dess områden är att ta fram lämpliga fiskevårdsåtgärder för att mildra skadan på fisk och fiske till följd av regleringar för vattenkraftsutnyttjande. Ytterligare ett skäl till tre områden är att undvika att skapa ett för stort och tungt projektområde.

Projektområde nr 4 innefattar merparten av verksamheten som bedrevs inom det gamla målområdet rinnande vatten, där dock de olika del-

projekten i för stor grad "stod på egna ben". Inom det nya projektområdet samlas kompetensen kring en gemensam målsättning och inriktning varigenom bl a samordningsvinster kan göras.

Projektområde nr 5 är identiskt med det tidigare målområdet medan nr 6 är nytt i verksamhetsplanen även om den praktiska verksamheten inom området självklart funnits vid laboratoriet tidigare.

## Byggnationer

Den 16 maj 1991 invigdes det nya strömakvarielaboratoriet i Älvkarleby av Hans Majestät Konungen. Ett stort antal intressenter har hjälpt till att bekosta, projektera och genomföra denna anläggning, som dels ska kunna fungera som ett nationellt centrum för strömfiskforskning dels vara en presentationslokal för Fiskeriverkets satsningar inom fiskevården.

Verksamheten vid det s k Strömvatten-Ekologiska Laboriet (SEL) kom igång ordentligt under hösten då bl a lekbetaende hos naturproducerad och odlad öring jämfördes.

Under våren kommer Byggnadsstyrelsen att rusta de gamla naturvårdsverksbarackerna, som nu står tomma, för laboratoriets räkning. Avsikten är att personal som nu sitter i "röda stugan" och "kalklägenheten" skall flytta dit. I bottenplanet på stora huset sker smärre ombyggnader för att öka biblioteksutrymmet.

## Puplicering

No 66 (1991) av Nordic Journal of Freshwater Research innehåller sammanlagt tio vetenskapliga artiklar, varav två svenska, sex norska och två svensk-norska. Utgivningen finansierades genom bidrag från Fiskeriverket och Norsk Institutt for Naturforvaltning. Av ekonomiska skäl tvingas vi i framtiden även att ta en avgift per sida av resp författare. För att ytterligare nedbringa publiceringskostnaden kommer allt arbete med tidskriften utom tryckning att ske vid laboratoriet.

Lennart Nyman har avgått som editor för serien och ersatts av Magnus Appelberg och Torbjörn Järvi.

Redigeringen av Informationen har effektiviserats och förbättrats avsevärt sedan vi har inköpt en dator med program för "desktop"-publicering. Monica Bergman har gått en kurs som omfattade grafiska grundkunskaper inom layout, typografi och grafisk teknik.

Informationens omslagssida kommer att ändra utseende under 1992. Färgen liksom namnet blir dock desamma även i fortsättningen.

Den höga portokostnaden gör att vi även i år tvingats samla flera artiklar i samma nummer. Den kompletta listan för Informationsserien (1991) har följande utseende:

**Sonesten, L.** 1991. Gösens biologi - en litteratursammanställning. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 89 p.

**Malmberg, G. & M. Malmberg.** 1991. Undersökningar angående *Gyrodactylus* på laxfisk i fria vatten och odlingar under åren 1951-72 och 1986-maj 1991. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 1-30.

**Näslund, I.** 1991. Utvandring av öringungar från Dammån och Kaltisjokk. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 31-48.

**Hammar, J., M. Notter & G. Neuman.** 1991. Radioaktivt cesium i rödingsjöar - effekter av Tjernobyk Katastrofen. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 152 p.

**Pettersson, F.** 1991. Relativ abundans, tillväxt, födoval och parasiter hos nors (*Osmerus eperlanus* (L.)) i Hjälmarens, Mälarens, Storsjön, Väner och Vättern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 1-22.

**Ring, O. & L. Hanell.** 1991. Analys av odlingsmaterialet av röding vid Fiskeriverkets Försöksstation i Kälarne: Hornavan, Ottsjön, Stora Rensjön och Torrön. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 23-38.

**Olsson, G.** 1991. Telemetristudier av lekvandrande lax i Indalsälven 1977. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 39-48.

**Paaver, T.** 1991. Elektroforetisk undersökning av romproteiner hos laxfisk. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 49-62.

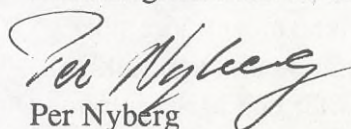
## Arbetsplan för 1992/93

Arbetet under året kommer att präglas av strävandena att få funktionella och effektiva enheter av de nya projektområdena. Detta måste få ta viss tid och möjligen kan verksamheten revideras något under året i relation till hur den framställs i projektområdesbeskrivningarna. Detta kan komma att ske även genom att söka medel inte beviljas till vissa nya delprojekt. Arbetsplanen, som den framställs i projektområdesbeskrivningarna, är alltså inte helt relaterad till befintliga personella och ekonomiska resurser. I de fall verksamheten är beroende av sökta medel framgår dock detta.

Efter alla besparingar och varsel om uppsägning och den otrivsel och minskade arbetsglädje som därigenom uppstått, är det viktigt att återskapa den goda andan och vi-känslan som tidigare varit kännetecknande för den dagliga verksamheten på laboratoriet.

Arbetsplanen har behandlats inom den lokala förhandlingsgruppen, som inte haft några avvikande synpunkter.

Drottningholm den 20 februari 1992

  
Per Nyberg  
Laboratorieförman

## Projektområden

# Sjölevande fisk och kräftpopulationers struktur och dynamik

Projektområdesansvarig: Laborator Magnus Appelberg

## Bakgrund

En grundläggande kunskap om fisk- och kräftpopulationernas struktur och dynamik utgör basen för den tillämpade fiskforskningen i sötvatten. Denna kunskap är också nödvändig för att kunna uppfylla de krav som ställs på Fiskeriverket, bl a att verka för ett rikt och varierat fiskbestånd och bedriva utvecklingsverksamhet på fiskets område. Detta förutsätter i sin tur att Fiskeriverkets olika enheter aktivt medverkar till att utveckla och fördjupa kunskapen inom ämnesområdet.

Sjöar utgör relativt sett avgränsade ekosystem med stark påverkan mellan och inom ekosystemets olika trofinivåer. Till skillnad från arterna i rinnande vatten är därför sjölevande arter i högre grad styrda av samspelet med andra arter. Den höga graden av mellanartsinteraktioner i sjöar medför att kunskapen om hur fisksamhällena struktureras är nödvändig för att öka förståelsen för helhetssynen på fisk- och kräftpopulationers utveckling. Ett sätt att utveckla en sådan helhetssyn är att samla projekt som studerar sjölevande arter till ett gemensamt projektområde med en gemensam målsättning. Projektområdet 'Sjölevande fisk- och kräftpopulationers struktur och dynamik' syftar till att öka Fiskeriverkets kompetens rörande fisk och kräftors ekologi i

sjöar. Resultaten från varje delprojekt inom projektområdet bidrar till att uppfylla den gemensamma målsättningen. Det innebär också ett ökat utbyte och samarbete mellan de olika delprojekten. Det är naturligt att inkludera kräftor i projektområdet eftersom dessa både kan ha en betydande inverkan på lägre trofinivåer och utgöra en väsentlig väg för energitransformeringen till högre trofinivåer. Samtidigt utgör fisken en väsentlig styrfaktor för de sjölevande kräftpopulationerna.

Problemställningarna för fisk- och kräftpopulationernas ekologi i sjöar kan indelas i två grundläggande typer; a) dels hur arterna styrs av inom- och mellanartsinteraktioner och hur dessa i sin tur påverkar samhällets utformning, och b) hur en förändring av de yttre miljöfaktorerna styr arterna/samhället. Till detta kommer den mer komplexa frågeställningen hur samverkan mellan abiotiska och biotiska interaktioner påverkar enskilda arters samexistens och fisksamhällets utformning. Utan reella kunskaper om interaktionen mellan och inom arterna och i grunden också mellan individerna kan inte effekterna av ett förändrat resursutnyttjande, miljöstörningar och naturliga cykler värderas. Det är därför nödvändigt att fördjupa kunskapen om samspelet mellan arterna i sjöarna för att kunna förstå och prediktera utfallet av en förändring i miljön.

Vare sig en förändring i fisk- och kräftpopulationernas struktur och dynamik är ett resultat av en obalans orsakad av biotiskt inducerade störningar (tex förändrat fiske, ny- och återintroduktion av arter) eller effekt av abiotiska miljöförändringar (t ex föroreningar, vattenregleringar eller habitatförändringar) måste förändringarna kunna skiljas från de som uppstår på grund av naturliga miljöförändringar. Detta kräver ofta ett långsiktigt arbetssätt som tar hänsyn även till de långlivade arternas livscykel.

Den stora spännvidden av problemställningar inom projektområdet innebär att ett diversifierat arbetssätt måste användas. Projektområdet omfattar därför alltifrån evolutionär-ekologiska studier på individnivå till övergripande analyser av långsiktiga förändringar på samhällsnivå.

## Målsättning

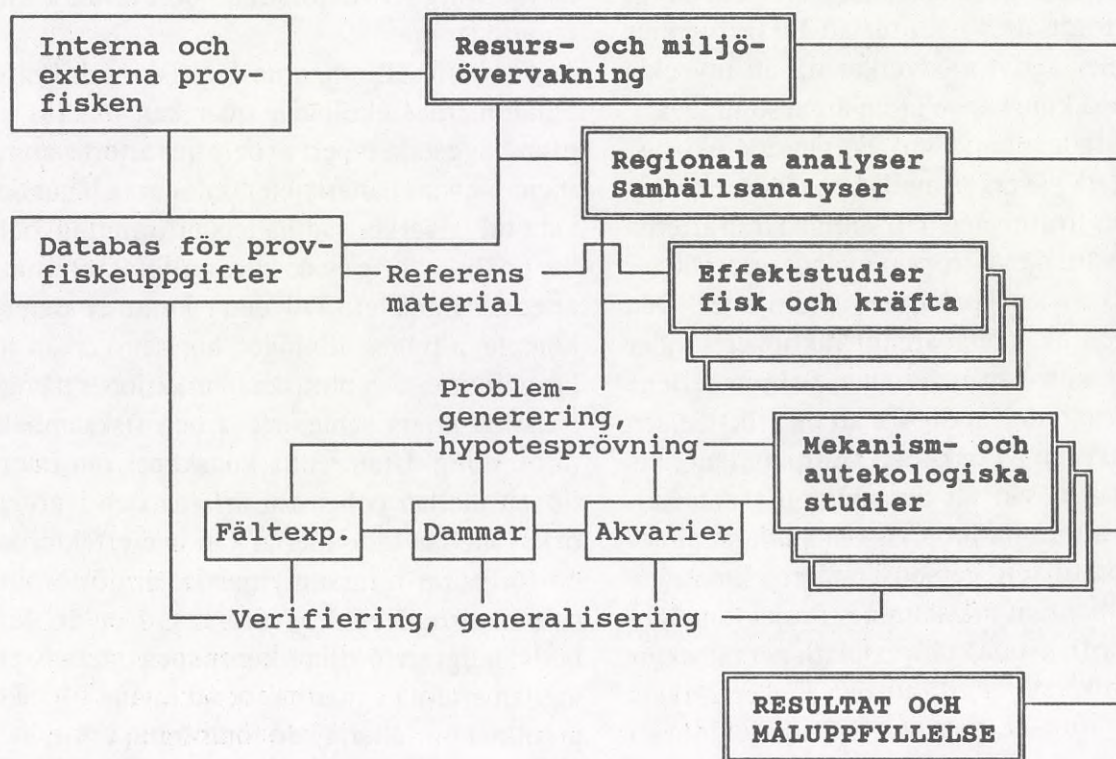
- att öka kunskapen om fisk- och kräftpopulationers struktur och dynamik i sjöar och
- att öka kunskapen om strukturerande faktorer för fisksamhällets och kräftpopulationers dynamik i sjöar så att mänsklig påverkan på miljö och artsammansättning kan särskiljas från naturliga förändringar.

## Projektstruktur och metodik

Projektområdet består av ett antal nivåer som är relaterade till varandra. Beroende på frågeställning inom de olika delprojekten används olika angreppssätt (anges med dubbelram i figuren) och metodik (anges med enkel ram) för att lösa uppgiften. Gemensamt för frågeställningarna är att de alla bidrar till att uppfylla projektområdets två huvudmålsättningar.

**1. Resurs- och miljöövervakning** baseras på den nationella databasen för provfiske av fisk- och kräfta. Databasen byggs främst upp av det material som genereras inom områdets olika delprojekt, men även arkiverat material som finns vid Sötvattenslaboratoriet. Externt material från Fiskeriverkets andra avdelningar och material från bl a länsstyrelserna registreras efter tillgång och resurser.

**2. Regionala analyser och analyser av populationer/fisksamhällen** sker genom direkt utnyttjande av referensdatabasen eller annat material som kompletteras med vattenkemiska, geografiska eller andra uppgifter. De kan också genomföras som flerartsstudier i speciella objekt.



**3. Effektstudierna** omfattar såväl effekter av en förändrad miljö som effekter av olika fiskevårdsåtgärder t ex återintroduktion och introduktion av nya arter. Effektstudierna baseras i huvudsak på standardiserade provfisken och är i regel direkt tillämpade studier, ofta med extern anknytning.

**4. Mekanismstudierna och de autekologiska studierna** syftar till att testa generella ekologiska problem eller specifika hypoteser som genererats av de regionala analyserna och från effektsstudierna inom andra delar av projektområdet. Dessa studier sker i form av laboratorieförsök, dammexperiment och kontrollerade fältexperiment.

Av historiska skäl är projektområdet finansierat från flera olika källor av vilka SNV och SJFR utgör de största. Detta medför att projektområdet idag inte är heltäckande i den grad som vore önskvärd.

## Frågeställningar

En generell frågeställning som prioriteras är hur samverkan mellan miljöstörningar och biotiska interaktioner påverkar arternas populationsstruktur och -dynamik. Det miljöproblem som f.n. är av störst betydelse för sötvattensfisken/fisket är utan tvekan försurningen. Naturligt nog läggs stora resurser ned på att studera effekterna av denna miljöstörning. De aktuella frågeställningar som berör fisk är hur försurningen och kalkning långsiktigt påverkar fisk- och kräftpopulationers struktur och dynamik. Delproblem inom området är hur fiskarterna förändrar sitt habitatval och resursutnyttjande vid olika givna förutsättningar och utvecklingsstadier.

Effektstudier av olika återställningsåtgärder i kalkade vatten är t ex hur en återintroduktion av den försurningskänsliga och ofta utslagna mörten inverkar på det övriga fisksamhället efter kalkning. Effekterna av andra fiskevårdsåtgärder som reglering av fisketrycket måste också bedömas som betydelsefulla. I många fall har kräftpopulationer som genom reproduktionsstörningar reducerats under försurningsfasen svårt att återfå ur-

sprungliga tätheter. I dessa fall av dessa är det därför väsentligt att studera förstärkningsutsättningarnas roll och effekter.

Miljöstörningar i eutrofa sjöar omfattar bl a hur värmeuttag från vatten och sediment inverkar på fisksamhällets struktur. Rekryteringen hos många varmvattenlevande arter är starkt temperaturberoende och kan därför förväntas bli påverkad av en förändrad temperatur.

Ål och kräfta tillhör de sötvattenslevande arter som är av störst ekonomisk betydelse. Ålens roll i ekosystemet är emellertid dåligt känd och dess effekt på andra fiskarter litet utredd. För att bättre kunna väga in utnyttjandet av ål som resurs är det viktigt att öka förståelsen för dess funktion i ekosystemet. Den bristfälliga rekryteringen av ålyngel till Östersjön medför att yrkesfisket är beroende av ålutsättningar. Resultaten av dessa utsättningar och effekter av behandlingen av ålyngel före utsättning är dock inte klarlagd.

Kräftpopulationer i naturliga miljöer struktureras genom yttre miljöfaktorer, interaktioner med andra arter, främst predation, men också genom inomartskonkurrens. Vilken betydelse predation från fisk har på naturliga kräftpopulationer är inte känt, experimentella resultat tyder dock på att detta kan vara en avgörande faktor som hämmar utveckling av kräftpopulationer efter kalkning. Betydelsen av interaktioner inom arten ökar sannolikt med tätheten av populationen. För att bättre förstå dessa processer är det nödvändigt att öka kunskapen om normalt socialt beteende och fördelningsmönster hos kräftor. Då den högsta dödligheten sker på juvenilstadiet är det viktigt att undersöka sambandet mellan dominans, tillväxt och överlevnad hos juveniler. Det är också viktigt att identifiera de egenskaper och faktorer som påverkar en kräftas konkurrensförmåga under olika stadier, då troligen bara konkurrensstarka individer kommer att reproducera sig och utgöra den genetiska basen för den framtida populationen.

Flodkräftans roll i det svenska sötvattensfisket är delad, dels klassas arten som sårbar och har därmed ett bevarandevärde, dels nyttjas arten kommersiellt som en av de ekonomiskt sett mest värdefulla sötvattensarterna. I framtiden kommer de norrländska vattnen utgöra den största naturliga refugen för arten eftersom regionen är

reserverad för flodkräfta. Flodkräftans ekologi nära utbredningsgränsen är emellertid dåligt känd och det är väsentligt att öka kunskapen både om denna och på vilket sätt arten kan odlas i denna miljö.

## Projekt

Projektområdet är uppbyggt av fyra projekt som tillsammans syftar till att uppfylla de två

huvudmålsättningarna. Även om varje del inom projekten kan betraktas som fristående så syftar projektområdets struktur till att binda samman de olika delarna till en funktionell enhet och att utveckla samarbetet mellan delprojekten. Utöver den regionala övervakningen och referensdatabasen är varje delprojekt finansierat med egna medel och tidsbegränsat. Detta innebär att definierade målsättningar, arbets- och tidsplaner finns för varje enskilt delprojekt.

---

## 1. RESURS- OCH MILJÖÖVERVAKNING

---

### 1.1 Nationellt register för standardiserat provfiske av fisk och kräfta. Nytt projekt.

**Bakgrund:** Grunden för arbetet med fisk- och fiskerifrågor ligger i en förståelse för fiskpopulationers och fisksamhällens struktur och dynamik reagerar på förändringar t ex i form av ett förändrat fiske, förändrade miljöförhållanden eller långsiktiga cykler i arternas abundans. För att kunna värdera storskaliga förändringar i arternas populationsstruktur, abundans och utveckling krävs vanligen ett omfattande referensmaterial. Det provfiskeregister som utvecklats inom Sötvattenslaboratoriets 'Kalkningsprojekt' utgör ett konkret exempel på hur man på ett effektivt sätt kan nyttja provfiskedata för fisk och kräftor. Genom att bredda detta register till att täcka alla typer av sjöar ges en unik möjlighet till en total översikt över den svenska fiskfaunan i sötvatten. Inom projektområdet spelar registret också en central roll för att generalisera/verifiera delprojektens resultat och för att kunna genomföra större ekologiska analyser av fisk- och kräftpopulationers och fisksamhällens struktur och dynamik i olika typer av vatten. Ett nationellt register för fisk och kräftor i sjöar är även av stort intresse för externa avnämare i form av myndigheter, länsstyrelser, kommuner och privata.

**Målsättning:** Att upprätta, utveckla och underhålla ett öppet nationellt register för provfiske efter fisk och kräfta i sjöar. I målsättningen ingår också att vidareutveckla och förbättra metodiken för provfiske efter fisk och kräfta i sjöar.

**Metodik:** Registret, som är baserat på relationsdatabasen Dbase-4, är uppbyggt för att kunna registrera uppgifter från standardiserat provfiske utförda med översiktsnät. Relationsdatabasen inkluderar fyra register; sjöregister, provfiskeregister, fångstregister och längdregister. För kräftor baseras registret på standardiserat provfiske med mjärddar. För uppgifter om provfiske efter kräftor används sjöregistret enligt ovan, medan provfiskeregistret, fångstregistret och individregistret är direkt anpassat för kräftprovfiske. Till registren kan efter behov kopplas vattenkemiska uppgifter från KRUT, sjö morfometriska data från SMHI, geografiska uppgifter och uppgifter från laboratoriets elfiskeregister.

**Resultat:** Registret är i nuvarande form helt dominerat av försurade och kalkade vatten, men kommer om resurser ges i framtiden att kompletteras med andra typer av vatten. Registret är att betrakta som en första ansats till en i framtiden utökad nationell resurs- och miljöövervakning inom sötvattensfiskets område. Registret har an-

vänts i ett flertal olika studier för att beskriva och analysera fiskfaunan i svenska sura och kalkade sjöar. Registret har använts för att beskriva enskilda fiskarters utbredning, abundans och beroende av fysikalisk/kemiska miljöfaktorer samt till att beskriva fisksamhällenas struktur i sura och kalkade vatten och hur dessa samhällen kan relateras till omgivningsparametrar. Registret har också använts för att analysera fisksamhällenas utvecklingen och stabilitet i kalkade vatten. F.n. nyttjas registret till att analysera fiskarternas habitatfördelningen med avseende på artsammansättning och fysikaliska förutsättningar i ett större antal sjöar.

**Tidsplan:** Projektet är inte tidsbegränsat. Under förutsättning att medel erhålles kommer delrapportering ske under 1993.

**Personal:** Magnus Appelberg (projektansvarig), Ulrika Aldén, Björn Bergquist, Erik Degerman, Olof Filipsson och Arne Fjälling.

**Finansiering:** Projektet finansieras f.n. med medel från Statens Naturvårdsverk avsedda för monitoring av fisk- och kräftpopulationer i försurade och kalkade sjöar. Inför bå 1992/93 har medel sökts från Fiskeriverket (10:6) i syfte att bredda registret.

## 1.2 Monitoring av fisk- och kräftpopulationer i försurade och kalkade vatten.

**Bakgrund:** Försurningen av vår miljö till följd av förbränningen av fossila bränslen utgör vårt största miljöhot. I väntan på att belastningen av försurade utsläpp skall reduceras till för miljön acceptabla nivåer, är kalkning den enda realistiska åtgärden för att förbättra vattenkvaliteten i försurade ytvatten. Den stora omfattningen av kalkningsverksamheten idag understryker vikten av en långsiktig uppföljning av de ekologiska effekterna. Eftersom många arter har lång generationstid är det av speciellt värde att komplettera kortare, intensiva, studier med en långsiktig uppföljningsverksamhet.

Behovet av ett omfattande underlagsmaterial för att bedöma försurningens och kalkningens effekter när det gäller förändrade artsammansättningar och dominansförhållanden mellan olika arter och hur detta påverkar balansen i ekosystemet är fortfarande stort. Förändringar i artdiversitet, artsammansättningen och arternas stabilitet efter kalkning har visat sig ge mycket långvariga konsekvenser och kan därför användas som prognostiseringsinstrument på hur långt försurningen har kommit och vilken effekt som uppnås med kalkning. Inom kalkningsområdet ansvarar laboratoriet för den fiskeribiologiska delen av Naturvårdsverkets och Fiskeriverkets gemensamma ansvar för "uppföljning mm av kalkning av sjöar och vattendrag". Huvuddelen av undersökningarna utförs i samarbete med Naturvårdsverket.

Som en del i projektet ingår dels att följa kalkningens långsiktiga effekter på röding- och öringbestånd i kalkade fjällvatten, dels att studera sambandet mellan genetisk drift hos röding och skilda miljöfaktorer. Kalkningarna på Fulufjället som startades 1972 och har regelbundet följts upp sedan dess. Samverkan sker därvid med Naturvårdsverket, länsstyrelsen och Domänverket.

**Målsättning:** Att klarlägga de långsiktiga effekterna av försurning och kalkning på fisksamhällen och kräftpopulationer.

**Metodik:** Projektet omfattar i huvudsak standardiserat provfiske med översiktsnät och mjärdar för fisk- och kräftundersökningarna. Totalt provfiskas ca 20-30 sjöar årligen. Dessa standardiserade provfisken kompletteras med omgivningsdata från Statens Naturvårdsverk och SMHI. Ålders- och tillväxtanalyser utgör en betydande del av projektets verksamhet och värdering och utveckling av nya analysrutiner genomförs kontinuerligt.

Fr o m 1989 har en stor del av verksamheten integrerats med Naturvårdsverket för att i högre grad kunna studera kalkningens effekter på hela det akvatiska ekosystemet. Detta program som omfattar 14 sjöar och 7 vattendrag och utgör stommen i monitoring-verksamheten. Även monitoring av sk "kalkreferensvatten" dvs okalkade vatten ingår.

**Resultat:** Ett flertal analyser av försurningens och kalkningens effekter på fiskpopulationer och samhällen har genomförts. Under det gångna året har utvärderingar av kalkningens effekter på fisk och kräfta rapporterats såväl nationellt som internationellt.

**Tidsplan:** Hela den svenska försurnings- och kalkningsverksamheten är fortfarande inne i ett utvärderingsskede. Arbetet inom projektet präglas av sammanställningar och synteser av hittills uppnådda resultat. I projektet ingår att genomföra den första delrapporteringen av det s.k. IKEU (Integrerad KalkningsEffektUppföljning) projektet. Detta arbete sker i samarbete med Statens Naturvårdsverk och konsulter. Rapporten skall vara slutförd under 1:a halvåret 1992. Utöver detta ingår i projektet att medverka i en syntes av de resultat som hittills erhållits rörande kalkning-

ens effekter (den s.k. 'Kalkbibeln'). Dessutom ingår att genomföra en syntes av den forskning som genomförts i Statens Naturvårdsverks regi rörande försurningseffekter i sjöars litoralzon.

Projektet inleddes 1983 och har pågått kontinuerligt sedan dess. Då projektet är av monitoringkaraktär finns inget datum för slutrapport fastställt. Delrapportering av projektets resultat sker emellertid årligen till avnämare, anslagsgivare och i form av internationella publikationer.

**Personal:** Magnus Appelberg (projektansvarig), Ulrika Aldén, Björn Bergquist, Carin Ångström, Gun Svensson och Thorolf Lindström samt extern fältpersonal.

**Finansiering:** Projektet finansieras genom årliga anslag från Statens Naturvårdsverk.

## 2. ANALYS AV FISKSAMHÄLLEN

### 2.1 Strukturera faktorer för fiskens habitatfördelning under olika utvecklingsstadier. Nytt projekt.

**Bakgrund:** Utbytet mellan pelagiala, litorala och bentiska fisksamhällen spelar en betydande roll för samspelet mellan olika fiskarter. Kunskapen om i vilken grad det föreligger interaktioner (konkurrens och predation) mellan arter som lever i olika habitat och vad som styr denna habitatuppdelning är fundamental för förståelsen av fisksamhällets struktur. Fiskarternas habitatfördelning är bl a beroende av artsammansättning och sjöns fysiska förutsättningar. Tidigare studier har visat att habitatfördelningen skiftar med fiskens olika utvecklingsstadier, s.k. ontogentiska habitatskiften. För att bättre kunna förstå strukturen och dynamiken i fisksamhällets ut-

veckling efter tex en miljöstörning är det nödvändigt att öka kunskapen om dessa interaktioner fr a med hänsyn tagen till de olika arternas utvecklingsstadier.

**Målsättning:** Att genomföra en analytisk studie baserad på befintligt material av fiskarternas habitatfördelning i oligotrofa sjöar med avseende på arternas utvecklingsstadier och sjöns fysikaliska förhållanden.

**Metodik:** Analysen sker med hjälp av multivariata metoder på befintligt material registrerat i Kalkningsprojektets databas över standardiserade provfisken. Databasen tillåter en uppdelning av materialet i habitatet, både i horisontalled och vertikalled. Genom att inkludera ett större antal vatten med olika typer av fisksamhällen ges möjligheter att översiktligt avgöra hur olika arter

fördelar sig i habitatet med avseende på art-sammansättning (=fisksamhällen), populationernas åldersstruktur och sjöns fysikaliska förhållanden.

**Resultat:** Studien har ännu inte genererat några resultat.

**Tidsplan:** Projektet påbörjas under våren 1992 och är att se som en pilotstudie över vilka faktorer som styr fiskens habitatfördelning under olika utvecklingsstadier i oligotrofa sjöar. Rapporteringen, som sker under vintern 1992/93, kommer att ligga till grund för ett större projekt avseende ontogenetiska habitatskiften hos fisk i oligotrofa vatten.

**Personal:** Ulrika Aldén (projektansvarig) och Magnus Appelberg. Samarbete med Umeå universitet; Lennart Persson.

**Finansiering** sker med medel från Statens Naturvårdsverk och studien ingår som en del i det ovan nämnda projektet 'Monitoring av fisk och kräftor i försurade och kalkade vatten'.

## 2.2 Värmerelikter i svenska fjällen - abiotiskt eller biotisk betingat. Nytt projekt.

**Bakgrund:** Under perioden 1985-1989 har 43 små sjöar i Rogenområdet, flera av dem dödisgropar, provfiskats samtidigt som vatten- och djurplanktonprov insamlats. En Principal-Component-Analys av resultaten visade på att fiskfaunan kunde indelas i två samhällen, dels en värmereliktfauna (gädda, abborre, mört), dels kallvattenanpassade arter (elritsa, lake, öring) som migrerar i rinnande vatten. Klimatet och förekomsten av bäckar tycks vara en avgörande faktor för vilka fiskarter som förekommer. En fortskridande försurning är tyvärr också för handen i de alkalinitetssvagare vattnen.

Enligt hypotes 1 nedan skulle gädda-abborremört ha invandrat till dessa fjällsjöar under värmeperioden för 7 000-9 000 år sedan. Efterhand som klimatet blev bistrare tycks dock mer kallvat-

tenanpassade arter (elritsa-lake-öring) ha tagit över de sjöar dit de kunnat migrera. I isolerade dödisgropar har dock ofta gädda-abborre-mört blivit kvar. En alternativ hypotes har dock uppställts som bygger på en temperaturskillnad mellan sjöarna trots att de är mycket små (1-25 ha), grunda (3-10 m) och ligger inom ett mycket begränsat område;

Hypotes 1 Kallvattensfiskarna har tagit över de sjöar dit de kunnat nå.

Hypotes 2 Seepage sjöar är varmare än drainage sjöar, vilket medför möjlighet för varmvattensfisk att existera.

**Målsättning:** Att genom temperaturmätningar verifiera/falsifiera dessa hypoteser, vilket har stort intresse för att belysa de omvärldsfaktorer som styr fiskarters utbredning och dominans i södra fjällkedjan och förfjällen.

**Metodik:** Projektet har ofinansierat bedrivits av Tännäs fiskevårdsområdesförening i samarbete med enskilda personer på Sötvattenslaboratoriet 1985-89. Därvid har 43 små sjöar, flera av dem dödisgropar, provfiskats samtidigt som vatten- och djurplanktonprov insamlats. Arbetet i projektet innebär att komplettera dessa provfiskningen med temperaturmätningar under en årscykel och med dessa som stöd testa de två hypoteserna.

**Resultat:** Arbetet kan väsentligt bidra till förståelsen av den nuvarande utbredningen av svenska fiskarter. Planktonfaunan har ännu bara analyserats i 10 sjöar, men de hittills vunna resultaten antyder att djurplanktonsamhället styrs av fiskfaunan samt sjöns pH. Vidare analyser kan förhoppningsvis visa om morfologiska anpassningar till predationstrycket finns hos olika taxa. Detta ligger dock utanför föreliggande ansökan.

**Tidsplan:** Projektet kommer att slutrapporteras 1993.

**Personal:** Erik Degerman (projektansvarig), Jan Salomonson, Tännäs FVO, Thorolf Lindström och Magnus Appelberg.

**Finansiering:** Ekonomiskt stöd för temperaturmätningar har sökts från Fiskeriverket (10:6).

### 3. EFFEKTSTUDIER

#### 3.1 Effekter av fiskevårdsåtgärder i kalkade vatten

**Bakgrund:** En fullständig restaurering av försurade vatten kräver, förutom kalkning, i regel även en biologisk återställning av den ursprungliga faunan och floran. Denna verksamhet har ökat i betydelse vartefter kunskapen om försurningens skadeverkningar och kalkningens effekter har ökat. Det för närvarande bästa sättet att biologiskt återställa de försurningsskadade och kalkade vattnen är med hjälp av långsiktiga fiskevårdsåtgärder, och sedan 1985 utgår statsbidrag till sådana åtgärder.

**Målsättning:** Effektstudierna syftar till att klarlägga förutsättningarna för att åtgärderna skall ge önskat resultat och att utveckla och förbättra de fiskevårdsåtgärder som används vid den biologiska återställningen i kalkade vatten.

**Metodik:** Effekten av olika åtgärder i form av populationsförändringar hos fisk och bottenfauna studeras både med hjälp av egna fältstudier (provfisken, bottenfauna- och vattenprovtagning mm) och externa provfisken eller annan provtagning i ett flertal vatten under ett antal år efter åtgärd.

#### **Resultat:**

**1. Naturlig återkolonisation av fisk och bottenfaunan i kalkade sjöar.**

Projektet syftar till att ge en ökad kunskap om i vilken omfattning en naturlig återkolonisation sker i kalkade sjöar. Möjligheterna till återkolonisation är av avgörande betydelse för besluten om återintroduktion av utslagna arter.

Vid analys av provfiskeresultat från 87 kalkade sjöar förekom återkolonisation i endast 50% av fallen där en eller flera arter hade slagits ut på grund av försurningen. Fiskarter som mört, elritsa öring, sik, gädda och lake hade en återkolonisa-

tionsfrekvens mellan 25-50%, men för röding kunde ej någon återkolonisation konstateras.

Åter- och nykolonisationen av försurningskänsliga bottenfaunaarter efter kalkning av försurningsskadade vatten tyder på att de flesta bottendjur (framförallt insekter) har en relativt god kolonisationsförmåga. Försurningskänsliga arter som ökat i flera vatten efter kalkning är *tex* *Baetis rhodani*, *Ephemera vulgata*, *Caenis horaria* och vissa snäckarter. I likhet med fiskbestånden når man dock ej fullständig ekologisk jämvikt med enbart kalkning.

**2. Återintroduktion av mört i kalkade vatten.**

Projektets mål är att klarlägga orsakerna till svårigheten för mört att återkolonisera kalkade vatten, samt studera hur en mörtintroduktion påverkar tillväxten och abundansen hos de kvarvarande bestånden av abborre och gädda.

Resultat från sju undersökta sjöar är under bearbetande och en delrapport kommer våren 1992. Preliminära resultat tyder på att faktorer som val av utsättningsmaterial (mörtens ursprung), vegetationsbältets utbredning och sjöns näringsstatus har stor betydelse för återintroduktionens framgång.

**3. Decimering av abborrbestånd - effekter på kraftbestånd i kalkade vatten.**

Projektets målsättning är att undersöka i vilken grad flodkraftens tillväxt, abundans och utbredning är påverkad av en riklig förekomst av predatorisk fisk (abborre) i näringsfattiga kalkade sjöar.

Projektet är avslutat och slutrapport kommer under sommaren 1992. Uppnådda resultat tyder på att mycket omfattande utfiskningar av abborre krävs för att nå ett positivt resultat på flodkraftpopulationernas individtillväxt och abundans.

**Tidsplan:** Återkolonisationsstudierna startade 1990 och kommer att avslutas 1992/93. Delområ-

det "Återintroduktion av mört" startade 1988 och beräknas pågå till och med 1994. Det sista delområdet "Decimering av abborrbestånd" startade 1988 och kommer att avslutas sommaren 1992.

**Finansiering:** Statens Naturvårdsverk.

**Personal:** Björn Bergquist (projektansvarig), Magnus Appelberg, Ulrika Aldén, Carin Ångström, Eva Bergstrand, Gun Svensson och tillfälligt anställd personal i samband med provfisken och annan provtagning.

### 3.2 Effekt och utbyte av ålntroduktion

**Bakgrund:** Den naturliga rekryteringen av ål till svenska vatten har minskat gradvis under många år. Eventuellt kan nedgången spåras ända tillbaka till 1940-talet. Utöver denna långsamma tillbakagång har rekryteringen sedan början av 1980-talet minskat språngvis ned till en mycket låg nivå. Den minskade rekryteringen, speciellt då den senare mer drastiska nedgången, tycks vara generell för hela Nordeuropa.

Orsakerna till den sviktande rekryteringen är trots mången forskningsinsats fortfarande oklara, men det har förts fram hypoteser om klimatförändringar med tillhörande förändringar i ström- och temperaturförhållanden, såväl som teorier rörande effekten av ålens höga halter av fettlösliga miljögifter.

För att på något sätt förbättra våra insjö- och kustpopulationer av ål så har förstärkningsutsättningar gjorts under ett antal år. Redan i början av detta sekel importerades glasål från England, för att med gott resultat sättas ut i svenska sjöar. Utplanteringsverksamheten har sedan ökat och i och med starten av "Försöksutsättningar av laxfisk och ål" år 1972 så har den funnit sina nuvarande former. Det utsättningsmaterial som används är främst små gulålar (ca 40 cm) fångade på Västkusten men även importerat ålyngel från Storbritannien planteras ut efter föreskriven tid i karantän. Utsättningarna bekostas sedan 1980 av prisregleringsmedel och kostnaderna uppgår till flera miljoner kronor årligen.

Effekten och utbytet av utsättningarna har dock inte ännu utvärderats till fullo. Sötvattenslaboratoriet startade redan 1979 och 1980 utsättningsförsök i ett antal utvalda sjöar med syftet att mera i detalj kunna följa de introducerade ålbestånden med avseende på tillväxt, könkvot, storlek vid könsmognad, återfångst, ekonomi etc. Det är utvärderingen av försöken i några av dessa sjöar som nu ingår som ett delprojekt i projektområdet. En orsak till att problematiken 1979 angreps på ett så traditionellt och deskriptivt sätt var att det då helt saknades fiskeribiologiska metoder för att studera uppväxande gulål. Först under de senaste åren har direkta metoder för att tex märka ål individuellt kommit fram.

**Målsättning:** Att utifrån data och erfarenheter från ett tiotal försöksvatten, där utsättningsål av olika typ planterats ut, dra generella slutsatser om möjligheterna att skapa fiskbara ålbestånd på ett biologiskt och ekonomiskt sunt sätt.

Ovanstående inbegriper sålunda studier som syftar till att följa utvecklingen i de introducerade ålbestånden med avseende på tillväxt, könkvot, storlek och tidpunkt vid könsmognad för respektive kön, återfångst/utbyte etc. Projektet har inte som ambition att i detalj analysera ålens roll i det akvatiska systemet utan mera att klarlägga förutsättningarna för, och ett tänkbart utbyte av satsningar på ålutsättning i sjöar. Endast kraftiga effekter av ålen på befintliga bestånd av andra fiskarter och kräftor kan förväntas kunna påvisas genom projektet. Slutsatserna från försökssjöarna understöds av resultat från en liknande verksamhet som bedrivs parallellt i större sjöar och på några kustlokaler.

De generella slutsatserna enligt ovan skall sedan utmytna i allmänna riktlinjer för ålutsättning i svenska vatten.

**Metodik:** Introducerade bestånd av ål följs genom återkommande ryssjeprovfisken och en kontinuerlig utvandringskontroll i utloppen från respektive sjö. Genom analys av fångstdata och insamlad ål kan tillväxt, könkvot, ålder vid könsmognad etc bestämmas och relateras till typ av utsättningsmaterial och sjötyp. När slutligen

fångsten av utvandrande blankål avtar och upphör kan en uppskattning av total återfångst/överlevnad göras. Detta givetvis först efter beaktande av utomståendes fångster.

Ålens eventuella effekt, genom interaktion, på bestånd av andra fiskarter och kräftor övervakas översiktligt genom standardiserade provfisken med översiktsnät och i förekommande fall med kräftburar.

**Resultat:** Alla sex försöksjöar som utgör kärnan i delprojektet avkastar nu resultat i form av återfångade ålar. Tillväxten har i stort varit ungefär som förstudien till projektet angav, möjligen något sämre. I fyra av sjöarna har delar av beståndet nått blankålstadiet och fångas därmed även i utvandringsfällor. Som bäst har en av sjöarna hittills avkastat 1 240 kg ål motsvarande en återfångst om 7.2%. I och med detta är utsättningsmaterialet redan betalt med ränta (15%). Hög initial andel blanka i fångsten har tydligt visat behovet av en långsiktig uppföljning av ålutsättningar. Den avvikande andelen i vissa av sjöarna har initierat ett mera sofistikerat och lättkontrollerat försök på laboratoriet med stöd från SJFR. Utöver att på så sätt ge underlag för nya frågeställningar har försökssjöarna redan avkastat ett intressant otolitmaterial med säkert känd ålder och bakgrundshistoria.

**Tidsplan:** Av naturliga skäl kan inte försök av denna typ slutrapporteras efter ett visst förutbestämt antal år, utan försökens tidsutdräkt avgörs till stor del av ålens (långsamma) tillväxthastighet. Resultaten till dags dato visar att utvandringen av blankål från en enda ålutsättning kan sträckas ut över 10 år i tiden. Hitills uppnådda resultat inkluderande en värdering av projektets fortsatta inriktning kommer att rapporteras under vintern 1992/93. Efter denna rapport kommer utvärderingar att ske vart tredje år.

**Personal:** Håkan Wickström (projektansvarig), 1 assistent på deltid (ca 5/12) samt medarbetare ute vid försökssjöarna.

**Finansiering:** Fiskeriverket (10:6 och D2 medel)

### 3.3 Effekt och utbyte av signalkräftintroduktion

**Bakgrund:** Sötvattenslaboratoriet har under lång tid använt Halmsjön och Träsksjön för olika typer av fältexperiment. Bl a har utprovning av rotenon som ett verktyg för fiskevården, syresättning av vattnet i en sjö med dålig naturlig sådan, introduktion av signalkräfter, försök med olika redskapstyper för kräftor, samt olika populationsdynamiska studier av signalkräfta genomförts. Endast en del av dessa försök har hittills utvärderats. Det viktigaste arbetet i sjöarna har rört introduktionen av signalkräfter. Det har till stor del haft en karaktär av monitoring där populationsutvecklingen har följts och ett väsentligt syfte har varit att tidigt kunna upptäcka ev. problem i tätande signalkräftpopulationer. Därigenom har en beredskap upprätthållits för andra introducerade signalkräftbestånd i landet.

Verksamheten i sjöarna har också givit en ekonomisk avkastning. Signalkräfter har sålts för utsättning resp. konsumtion. Det sista året har efterfrågan på sättmaterial minskat. Spigg har tidigare också sålts för utsättning som fisknäringdjur.

**Målsättning:** Att utvärdera gjorda försök rörande introduktion av signalkräfta i Halmsjön och Träsksjön med speciell inriktning på populationsdynamik och avkastning.

**Metodik:** Bearbetning och analys av insamlat material, huvudsakligen fångstdata samt data från mätning och märkning av individer. Fortsatt provfiske med försäljning av sätt- och konsumtionsmaterial.

**Resultat:** Basen för verksamheten har varit monitoring. Ett mycket tätt kräftbestånd av unga små kräftor har etablerats i bägge sjöarna. Data från sjöarna har tidigare använts vid en diskussion om riskerna för kräftpestutbrott i signalkräftbestånd i Sverige. Denna risk bedömdes som liten. Ca 15 000 vuxna kräftor har satts ut på allmänt vatten i vardera Hjälmarens och Mälarens. En jämförande studie av olika kräftfångstredskap i

sjöarna rapporterades 1991. Fångstdata för olika redskap kan därigenom bättre jämföras. Data från sjöarna har också använts för en vidare diskussion om livsstrategin hos aktuella kräftparasiter och samspelet med deras värddjur.

**Tidsplan:** Under vintern 1992/93 skall en analys av signalkräftpopulationens utveckling i Halm-sjön och avkastningssiffror redovisas. Under pe-rioden skall också en närmare genomgång göras av de undersökningar som gjorts i sjön och en värdering göras av materialets användbarhet.

**Personal:** Arne Fjälling (projektansvarig) samt annan personal vid lab vid behov.

**Finansiering:** För denna period i görligaste mån genom inkomster av försäljning av kräftor från försökssjöarna.

### 3.4 Effekter av värmeuttag på fisk

**Bakgrund:** Värmeuttag från sjöars sediment via värmepumpar har utförts i flera olika svenska vatten. Vilken roll denna åtgärd har på fiskfaunan har emellertid inte utvärderats. I de två aktuella sjöarna, Vallentunasjön och Garnsviken, N Stock-holm, har ledningar för värmeuttag ur sjöarnas sediment lagts ned. Vilken roll denna åtgärd, både i form av fysiska störningar i samband med ledningsdragning och den mer långsiktiga effek-ten av en ev. förändrad temperatur i sedimenten har är okänd. Eftersom båda sjöarna hyser varm-vattenarter, bl a gös, finns det risk för att förskjut-

ningar i fisksamhället kan missgynna denna eller andra arter.

**Målsättning:** Att klarlägga effekten av värme-uttag från vatten och sediment på två eutrofa sjöars fiskfauna.

**Metodik:** För att studera de enskilda arternas utveckling och sammansättning har standardise-rat provfiske genomförts i båda sjöarna vid fyra tillfällen med två års intervaller. Provfisket har skett i enlighet med Sötvattenslaboratoriets re-komendationer för standardiserat provfiske. Data utöver provfiske finns tillgängligt från pågående recipientkontrollprogram och från Limnologiska institutionen, Uppsala universitet.

**Resultat:** Fältdelen av projektet avslutades i sep-tember 1991 med provfiske i båda sjöarna. Reci-pientkontrollprogrammet har tidigare rapporterats av särskild konsult. Projektet kommer att avslutas under 1992 med en utvärdering av fiskfaunans utveckling under åren med avseende på insatsen.

**Tidsplan:** Projektet slutrapporteras under hösten 1992.

**Personal:** Olof Filipsson (projektansvarig), Magnus Appelberg och Erik Degerman.

**Finansiering:** Projektet har finansierats med medel från Fiskeristyrelsens f.d. utredningskon-tor i Kalmar och inom ramen för vattenmålet. Projektet avslutas inom ramen för Sötvattensla-boratoriets ordinarie budget.

## 4. MEKANISMSTUDIER OCH AUTEKOLOGISKA STUDIER

### 4.1 Intraspecifik konkurrens hos kräftor

**Bakgrund:** I täta kräftpopulationer, vare sig det gäller naturliga sjöpopulationer eller extensiva odlingar i dammar, kan man förvänta sig att intraspecifika interaktioner som konkurrens och kannibalism har stor betydelse för individernas tillväxt och överlevnad. Dessa faktorer kommer därmed att påverka dynamiken och i slutändan strukturen hos populationen. I dessa bestånd är viktiga resurser som skydd och mat troligen begränsande och endast de konkurrensstarka individerna har full tillgång till resurserna. Genom att låta kräftor konkurrera om olika typer av resurser och jämföra hur mycket kräftorna är villiga att riskera i en konkurrenssituation, kan man också få ett mått på relativt resursvärde. Inom ett nu pågående projekt har flera faktorer av betydelse för en individuell kräftas konkurrensförmåga och överlevnad identifierats. Baserat på detta tänker vi nu identifiera ytterligare faktorer av betydelse och dessutom undersöka om hittills uppnådda experimentella resultat är relevanta även på populationsnivå.

**Målsättning:** Vi kommer att arbeta med signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*) och flodkräfta (*Astacus astacus*), och tänker fördjupa oss inom följande områden i projektet:

1. Aggression och konkurrens
2. Rörelsemönster och territorialitet
3. Dominans och tillväxt

**Resultat:** Vi har hittills funnit att utgången av en agonistisk interaktion mellan individuella kräftor påverkas av yttre karaktärer som kroppsvikt och till viss del av relativ klostorlek. Slagsmålsförmågan påverkas också negativt av antennskador. Dessutom ökar konkurrensförmågan hos kräftor som fått möjlighet att etablera sig i habitatet. Vi har också indikationer på att kräftor har någon typ av revirförsvaret.

En stor del av den kannibalism som förekommer sker i samband med skalömsningen. Vi har funnit att kräftor har förmågan att anpassa sin ömsning tidsmässigt till andra individer, när de lever i grupper med andra kräftor.

**Tidsplan:** Studierna av aggression och dominans kommer att utföras som parvisa konfrontationer i akvarier under kontrollerade förhållanden. Studierna av territorialitet och rörelsemönster kommer att utföras parallellt, dels i experimentella uppställningar i laboratoriemiljö och, dels som populationsstudier i dammar under seminaturliga förhållanden. Då vi arbetar med individmärkta kräftor i dammexperimenten, kommer vi att kunna verifiera om faktorer som visat sig betydelsefulla på individnivå också är viktiga för tillväxt och överlevnad på populationsnivå. Projektet beräknas pågå 1992-1995.

**Personal:** Lennart Edsman (projektansvarig), Anders Jonsson

**Finansiering:** Medel för en ny treårsperiod är sökt hos SJFR

### 4.2 Odling av flodkräfta i Norrland

**Bakgrund:** Dagens utbredning av flodkräfta i Sverige är resultatet av olika skeenden. I landets södra och mellersta delar har flertalet ursprungliga bestånd slagits ut av kräftpest, försurning mm och utslagningen genom framförallt kräftpest är idag högst aktuell i dessa områden genom en utbredd spridning av pestbärande signalkräftor. Tendenserna har varit liknande i hela artens utbredningsområde i Europa och IUCN har därför klassat flodkräftan som en "sårbar" art. Däremot har antalet bestånd i Norrland ökat i modern tid genom nyintroduktioner och Norrland framstår idag som en viktig refug för flodkräftan - i en snar framtid troligen det enda större området med

kvarvarande flodkräftbestånd. Eftersom flodkräftan är en kommersiellt utnyttjad art kan en odlingsbaserad produktion av flodkräftor i Norrland vara gynnsam. I det kallare norrländska klimatet lyckas kräftorna förmodligen reproducera sig endast under år med särskilt varma försomrar och bestånden kan lätt drabbas av överfiskning. Som ett svar på ett snabbt ökande allmänt intresse för kräftor och kräftodling i Norrland startades projektet "Kräftodling i Norrland" i juni 1989 med avsikt att samla kompetens inom flodkräftodling och att på sikt bl a producera utsättningsmaterial för norrländska vatten och för eventuella restaureringsinsatser i resten av landet.

**Målsättning:** Att utveckla metodik för odling av flodkräftor vid två nybyggda odlingsanläggningar i Medelpad och Jämtland och att studera effekter av låg vattentemperatur och genotypisk variation hos olika kräftstammar samt att genomföra försök med utsättning av framodlade kräftor i naturvatten.

**Metodik:** Avelskräftorna förvaras vintertid i odlingarnas kläckerier. Genom uppvärmning av vattnet där de rombärande honorna förvaras tidigare läggs rommens kläckning. Nykläckta yngel drivs inomhus i tråg, utomhus i grunda "sommar-dammar" eller i de 15 stora utomhusdammar som projektet disponerar. I dessa dammar kan vattenflöde (och därmed ev vattentemperaturen) och födoutbud manipuleras. På tidigare misslyckad kläckning kommer rombärande honor att placeras ut i stordammar under våren 1992 för jämförelser med inomhuskläckning. I övrigt fortsätter arbetet med intrimningen av anläggningarna.

**Resultat:** Med tanke på den korta tid som förflutit sedan projektstarten är det för tidigt att redovisa resultat från anläggningarnas funktion. Den mesta tiden har inneburit intrimning av anläggningarna och kunskapsförmedling till odlarna. Kläckningen av kräftfrommen har misslyckats av skilda anledningar under de två säsonger som har passerat. I ett märkningsförsök, som omfattade alla vuxna avelskräftor i anläggningarna 1990, jämfördes tillväxt och överlevnad hos olika kräft-

stammar. Preliminär utvärdering antyder vissa skillnader mellan de olika stammarna.

**Tidsplan:** Enligt projektets ursprungliga planering skulle verksamheten pågå i tre år 1989-1992 med en efterföljande preliminär utvärdering som avsågs ligga till grund för beslut om ytterligare en treårsperiod 1992-1995. Slutrapportering sker 1995.

**Personal** Tommy Odelström (projektansvarig) och lokala kräftodlare.

**Finansiering.** Dammanläggningarna har i princip helt finansierats av Jordbruksverket. Övrig projektverksamhet har hittills finansieras av intressenterna Fiskeriverket, Jordbruksverket, länsstyrelser, kommuner, Stiftelsen Seth M. Kempes Minne och Stiftelsen Vattenbruksutveckling. Intressenterna svarar även för den framtida finansieringen

#### 4.3 Vattentemperaturens inverkan på könsdifferentiering hos ål

**Bakgrund:** Ålar saknar heteromorfa könskromosomer, och deras gonader börjar differentieras först när fisken når totallängden 15-25 cm. I naturliga populationer finner man ofta en antalsmässig dominans av det ena könet trots att ållarverna antas spridas slumpmässigt från Sargassohavet till Europas kust- och sötvatten. På den svenska Västkusten utgör hanarna mindre än 5 % och i våra sötvatten är hanarna ännu mer sällsynna. I varmvattenodlingar som utgår från glasål produceras huvudsakligen hanål.

Den bristfälliga naturliga rekryteringen av ålyngel till Östersjön medför att yrkesfisket är beroende av ålutsättningar. Importerad glasål måste genomgå karantän, i existerande varmvattenodlingar, innan de får sättas ut vid Östersjö-kusten och i sjöar. Ålfisket i dessa områden är traditionellt inriktat på fångst av honor, som blir betydligt större än hanarna innan de slutar växa och när det migrerande blankålsstadiet. Därför är det av praktiskt intresse att på olika vis utröna om ålens kön är genetiskt fastlagt eller om det be-

stäms under uppväxttiden, i det senare fallet beroende på miljön i odlingen eller utsättningsområdet.

**Målsättning:** Projektet utgår från hypotesen att ålens kön helt eller delvis bestäms av uppväxtmiljön. Vattentemperaturen är utvald till första miljövariabel i laboratorieförsök där glasål odlas till könsbestämbar storlek. Hög temperatur antas gynna utvecklingen till hanligt kön.

**Metodik:** Delprojektet startade med ett första odlingsförsök under 1988-90. Utgångsmaterialet var engelsk glasål som gått i odling, 13 veckor vid ca 25°C, innan försökstart på Sötvattenslaboratoriet. Försöket utfördes i tre tråg vid vardera 17, 20 och 26°C. Våren 1991 startades ett nytt försök med engelsk glasål som gått i kallvattenkarantän, drygt 7 veckor vid 3-5°C, innan startutfodring och försökstart vid samma odlingsstemperaturer som i det första försöket. Liksom i det första försöket utförs daglig tillsyn och skötsel av odlingen. Ålarnas tillväxt kontrolleras var 5:e vecka. Alla ålar som når minst 25 cm kommer att könsbestämmas makroskopiskt och delar av materialet studeras även histologiskt.

I första försöket gjordes märkningar i mindre skala. I pågående försök planeras både grupp- och individmärkningar i större skala. Märkningarna har framförallt två syften, dels att jämföra tillväxtmönster mellan kön och dels att studera hur huvudform och blankhetskaraktärer ändras under tillväxtfasen.

**Resultat:** I det första försöket nådde 25-30 % av startmaterialet minst 20-25 cm. Av dessa ålar blev ca 90 % hanar vid samtliga temperaturer. Tillväxten var mycket varierande i varje odlings-tråg. De utförda märkningsförsöken indikerade skillnader i tillväxtmönster mellan kön. Mätning av diverse morfologiska karaktärer på dissekerade ålar visade sig vara användbara för att exteriört bestämma kön på ålar av minst 30 cm längd.

I det andra försöket återstår drygt 10 % av startmaterialet efter problem vid såväl karantän, transport och startutfodring. Efter de inledande problemen, följt av godtagbar tillväxt vid alla

temperaturer, finns dock ca 4 300 ålar i odlingen. De största ålarna är gruppmarkerade och flyttade till separata tråg. Under våren planeras individuell märkning av ca 200 ålar per temperatur. PIT-tags (passive integrated transponders) har beställts för ändamålet.

**Tidsplan:** Det pågående försöket beräknas avslutas under sommaren och hösten 1993. För en mer omfattande slutrapport kommer emellertid en fortsatt finansiering att behövas.

**Personal:** Kerstin Holmgren (projektansvarig), Håkan Wickström, Knut Svensson samt externa vikarier. Projektet anlitar även konsulter (SLU), t.ex. för framställning av histologiska preparat av gonader.

**Finansiering:** Projektet finansieras t.o.m. budgetåret 92/93 av SJFR. Professor Karl Fredga vid Institutionen för Genetik, Uppsala Universitet, står som sökande och därmed huvudansvarig mottagare. Kerstin Holmgren och Håkan Wickström vid Sötvattenslaboratoriet är medsökande.

#### 4.4 Gösens ekologi i inlandsvatten. Nytt projekt.

**Bakgrund:** Gösens höga värde som bytesfisk för både yrkesfiskare och sportfiskare, samtidigt som den har en relativt begränsad utbredning inom landet, har medfört att intresset för gös, gösutsättning och gösfiskevård är mycket stort. Tyvärr saknas dock undersökningar som belyser gösens miljökrav och dess betydelse som strukturerande faktor för fisksamhällen i näringsrika sjöar. Vidare har ej gjorts någon ordentlig analys av effekten av de hitills gjorda gösutsättningar i landet.

**Målsättning:** Målet för projektet är, förutom att redovisa befintlig kunskap om gösens biologi, att klarlägga gösens miljökrav och dess betydelse som strukturerande faktor för fisksamhällen i näringsrika sjöar, samt att utvärdera resultaten av gjorda gösutsättningar.

**Metodik:** Projektarbetet är indelat i tre etapper. Den första etappen, som avser att klarlägga gösens förekomst och miljökrav, har påbörjats i form av en litteratursammanställning om gösens biologi. Denna kompletteras sedan med en sammanställning av förekommande gössjöar i Sverige och en därtill kopplad analys av gösens miljökrav. Utifrån inkomna enkätsvar (enkät skickad till alla län) och gjorda kompletteringar kartläggs den nuvarande gösförekomsten i landet. Uppgifter jämförs sedan med äldre uppgifter på ursprungliga gösbestånd. Sjöarnas fysikaliskakemiska karaktär och fiskartsammansättning relateras till typen av gösbestånd (ursprungliga och utsatta bestånd, respektive reproducerande och icke reproducerande bestånd) och därigenom erhålls information om vilken sjötyp gösen kräver för att bilda reproducerande bestånd.

Den andra etappen omfattar en utvärdering av de gösutsättningar som har gjorts i inlandsvattnen. Utsättningsuppgifterna (antal, storlek och tidpunkt) relateras till nuvarande gösförekomst och sjöarnas karaktär. Den tredje etappen, som avser att belysa gösens roll som strukturerande faktor på fiskesamhället i näringsrika sjöar, omfattar både fältstudier i form av provfisken i ett antal sjöar och analys av fiskartsammansättningar i sjöar med och utan gös där provfiskeresultat föreligger.

**Resultat:** En litteratursammanställning om gösens biologi har publicerats under 1991.

**Tidsplan:** Den första etappens arbete slutförs under 1992 och den andra etappen slutförs under 1993. Den tredje etappen beräknas pågå fram till 1995 då hela projektet slutrapporteras.

**Personal:** Björn Bergquist (projektansvarig) och Olof Filipsson.

**Finansiering:** Projektarbetet har hittills finansierats till lika delar med medel från SNV ('Fiskevård i kalkade vatten') och 10:6 medel. Framtida finansiering är inte klar.

## Publikationer

Under 1991-92 har följande resultat publicerats inom projektområdet:

**Aldén, U., M. Appelberg och B. Bergqvist.** 1991. Provfiske efter fisk och kräftor i kalkade sjöar och referenssjöar 1991. Kalkningsprojektet, Internrapport 12. 212 p.

**Appelberg, M. and E. Degerman.** 1991. Development and stability of fish assemblages after lime treatment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48(5):546-554.

**Appelberg, M.** 1992. Liming as a measure to restore crayfish populations in acidified lakes. *Finnish Fish. Res.* (Under tryckning.)

**Appelberg, M., E. Degerman och L. Norrgren.** 1992. Effects of acidification and liming on fish in Sweden - a review. *Finnish Fish. Res.* (Under tryckning.)

**Bergquist, B.C.** 1991. Extinction and natural recolonization of fish in acidified and limed lakes. *Nordic J. Freshw. Res.* 66:50-62.

**Degerman, E., M. Appelberg och P. Nyberg.** 1992. Effects of liming on the occurrence and abundance of fish populations in acidified Swedish lakes. *Hydrobiologia.* (Under tryckning.)

**Enderlein, O. och M. Appelberg.** 1992. A comparison of pelagic gill-net, trawl and hydroacoustic data from two oligotrophic coregonid lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (Under tryckning.)

**Filipsson, O.** 1991. Vem har bitit fisken? *Fiskevård* 1991(2):30-31.

**Fjälling, A.** 1991. Crayfish traps in Swedish Fisheries. *In Freshwater Crayfish 8. Papers from the Eight International Symposium on Freshwater Crayfish, Baton Rouge.* Eds: J Huner & R. Romaine. (Under tryckning.)

- Holmgren, K., H. Wickström och K. Fredga.** 1992. Difficulties when estimating growth of eel in mesoscale experiment. Irish Fisheries Investigations. (Under tryckning.)
- Jonsson, A.** 1992. Life-history differences between crayfish *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in embryonic and juvenile development, Laboratory experiences. In *Freshwater Crayfish 8. Papers from the Eight International Symposium on Freshwater Crayfish*, Baton Rouge. Ed.: J. Huner & R. Romaire. (Under tryckning.)
- Sonesten, L.** 1991. Gösens biologi - en litteratursammanställning. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 89 p.
- Svärdson, G., M. Fürst and A. Fjälling.** 1991. Population resilience of *Pacifastacus leniusculus* in Sweden. *Finnish Fish. Res.* 12:165-177.

# Dynamik och struktur hos fiskbestånd i de stora sjöarna

Projektområdesansvarig: T.f. Laboratorieförman Per Nyberg

## Bakgrund

Med de stora sjöarna avses här i första hand Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren och Storsjön, dvs de sjöar där allmänt vatten förekommer. Som framgår av ingående delprojekt, pågår dock försök och undersökningar även i några andra stora sjöar, såsom Ringsjön och Ymsen och dessutom i två avgränsade kustområden.

De stora sjöarna i Syd- och Mellansverige karaktäriseras av mycket artrika fisksamhällen och komplicerade interaktioner mellan de olika arterna. Kunskapen om vilka mekanismer som styr och kontrollerar dessa interaktioner är otillfredsställande, men en förutsättning för att rätt kunna värdera effekter av ett förändrat utnyttjande eller olika typer av miljöstörningar. Sjöarnas storlek och komplicerade fisksamhällen har bidragit till att Fiskeriverkets verksamhet varit relativt låg i denna sjötyp på senare år. Nilsson (1979) utvärderade dock fisksamhällenas födo- och habitatval i öppna Vänern och Svärdson et al. (1988) glacialrelikernas betydelse för Vätterns fiskar. I större sjöar utgör den pelagiska produktionen, bytesfiskarna sik, siklöja, nors och spigg och predatorerna lax, öring, röding och gös, en väsentligt större del av sjöns totala produktion av fisk än i mindre sjöar.

Alla de nämnda sjöarna är belägna i tätbefolkade delar av landet och mycket allsidigt utnyttjade t ex som recipient och råvattentäkt, för vattenreglering, sjöfart och rekreation inkl fiske. Fisket bedrivs yrkesmässigt i alla utom Storsjön och är av sådan omfattning att det påverkar fisksamhällenas struktur och dynamik. Fisksamhällena har dessutom påverkats påtagligt av andra mänskliga aktiviteter, främst under de senaste femtio åren. I de Mellansvenska sjöarna ökade först närsalthalterna i mycket hög grad och risk för övergödning förelåg i Hjälmaren och vissa delar av de andra tre sjöarna. Markerade förskjutningar i balansen mellan fiskarterna uppstod. Därefter har tillförseln av växtnäringsämnen minskat. Sjöarna är ännu i hög grad påverkade av såväl mänskliga aktiviteter inom tillrinningsområdet och kring sjöarna som av atmosfäriskt nedfall. Även fisksamhällena är delvis manipulerade genom utsättning av fisk och i Storsjön också genom utsättning av näringsdjur (*Mysis relicta*). I Vänern utsätts stora mängder lax och öring, i Vättern lax, i Mälaren och Hjälmaren ål och kräftor och i Storsjön öring och kanadaröding. Styrförhållandet mellan fiskarterna förändras hela tiden, vilket medför att såväl populationsdynamiken hos enskilda arter som fisksamhällenas struktur förändras. Även klimatvariationer påverkar påtagligt artinteraktionerna.

De stora sjöarna är dessutom naturligt mycket olika inbördes med den nordligt belägna Storsjön och den djupa, klara, kalla och näringsfattiga Vättern och den grunda, varma, grumliga och näringsrika Hjälmararen som extremerna. Dessa skillnader reflekteras också påtagligt i fisksamhällenas sammansättning.

## Målsättning

- Att öka kunskapen om vilka faktorer som styr främst de pelagiska fisksamhällenas struktur och dynamik i de stora sjöarna.
- Att öka kunskanndet om det bentiska fisksamhällets, inkl ålens, betydelse som kräftpredator främst i Hjälmararen.
- Att utifrån detta kunnande ge råd om hur kräft- och fisksamhällena bör vårdas och beskattas för att skapa förutsättningar för rika och varierade bestånd, ett livskraftigt yrkesfiske och ökade möjligheter för allmänhetens fritidsfiske.

## Projektstruktur och metodik

Projektområdet består av ett antal delprojekt som i vissa fall inte har något annat gemensamt än att verksamheten bedrivs i samma sjöar och är inriktade mot att studera effekter och utbyte av storskaliga åtgärder i syfte att stärka sport- och yrkesfisket. Inom projektområdet finns verksamheter som varit permanentade sedan flera år. Detta gäller de hydroakustiska undersökningarna som utgör en väsentlig del av delprojektet "Övervakning av pelagiska fiskbestånd i Väneren, Vättern, Mälaren, Hjälmararen och Storsjön". Vidare pågår ål- och kräftundersökningar i Mälaren, Hjälmararen m fl sedan tidigare.

Provtagningmetodikerna är standardiserade och arbetssättet till övervägande del deskriptivt och

förutsätter långsiktighet (övervakning, beståndsutveckling). De pelagiska fisksamhällena följs med metodik (ekoräkning, VPA, Cohort Analysis) som är kvantitativ och etablerad inom den marina fiskforskningen. Övervakningen av kommersiella fiskbestånd inkluderar beståndsanalyser och utarbetandet av rekryterings- och prediktionsmodeller.

De resultat som erhålles genererar ofta frågeställningar som kräver experiment för att klarlägga mekanismerna bakom observerade effekter. Stora sjöar lämpar sig sällan för experiment eller för försök för att testa hypoteser. Samarbete med projektområdet "Sjölevande fisk- och kräftpopulationers struktur och dynamik" är en förutsättning för framgång.

## Frågeställningar

Den övergripande frågeställningen är den totala miljöbelastningens, atmosfäriskt nedfall och tillförsel till följd av aktiviteter inom tillrinningsområdet och direkt i sjön, effekt på främst de pelagiska fisksamhällena.

Effekter av stora utsättningar av tex lax, öring och ål, i syfte att bl a stärka yrkesfisket, på fisksamhällena är andra viktiga frågeställningar. För utvecklingen av kräftbeståndet i Hjälmararen är betydelsen av ålutsättningarna av speciellt intresse. Vidare är frågan om den ekonomiska nyttan av fiskutsättningar i dessa sjöar av betydelse.

## Projekt

Projektområdet utgörs av fem delprojekt. Av dessa har 1.1 och 2.1 större varaktighet och omfattning och kommer i framtiden att generera nya delprojekt av effekt- och mekanismstudiekaraktär. Delprojekten 2.2 och 2.3 kommer att avslutas under 1992-93.

## 1. RESURS- OCH MILJÖÖVERVAKNING

### 1.1. Övervakning av pelagiska fiskbestånd i Väneren, Vättern, Mälaren, Hjälmaren och Storsjön

**Bakgrund:** I stora sjöar utgör den pelagiska fiskproduktionen en väsentligt större del av vattnets totalproduktion än i mindre sjöar, där litorala och bentiska fiskarter har större betydelse. Det pelagiska fiskesamhället inkluderar såväl bytesfiskar (spigg, nors, sik, siklöja m fl) som rovfiskar (lax, öring, röding, och gös), vilka utgör en viktig del av det kommersiella fisket. I Väneren är sålunda nors-, sik-, siklöje- och spiggbestånden en förutsättning för sjöns avkastning av lax, öring och gös. I Vättern spelar samma arter denna roll för röding och lax. I Mälaren och Hjälmaren har nors avgörande betydelse för gösavkastningen. I Storsjön slutligen utgör nors och småvuxen sik födobasen för bla öring, röding och kanadaröding. Vissa "bytesfiskar", såsom sik och siklöja, har även ett stort kommersiellt värde.

Dessa fiskesamhällen har påverkats påtagligt av mänskliga aktiviteter främst under de senaste femtio åren. De mellansvenska sjöarna först av en tilltagande näringsrikedom och därefter en avtagande. Stora utsättningar görs av lax och öring i Väneren, lax i Vättern och i Storsjön har kanadaröding och nors introducerats i sen tid. Dessutom är fisket av så stor omfattning att det påverkar fiskesamhällets struktur och dynamik.

De stora sjöarna är mycket allsidigt utnyttjade, som vattentäkt och recipient, för sjöfart och fridluftsliv inkl fritidsfiske och för yrkesmässigt fiske. Vattenkvaliteten och därmed fiskbestånden påverkas av såväl direkta utsläpp som olika slag av verksamhet inom tillrinningsområdet och atmosfäriskt nedfall. Fiskbeståndens sammansättning är en summabild av den påverkan vattnet och bestånden utsätts för. En långsiktig övervakning av fiskbestånden i dessa sjöar utgör ett viktigt moment i den framtida totala miljöövervakningen

**Målsättning:** Att långsiktigt studera den totala miljöbelastningens effekt på fiskesamhällena i de stora sjöarna och ta fram kunskaper och råd om hur bestånden bör vårdas och beskattas.

**Utförande och tidsplan:** För att bestämma beståndstätheten av de olika pelagiska arterna används tre metoder: ekoräkning (hydroakustik) med tillhörande trålningar, matematiska metoder som bygger på fångststatistik och ålderssammansättningen i den kommersiella fångsten av enskilda arter (VPA, Cohort Analysis) samt bräckmärkningar av lax och öring.

Ekoräkningen ger ett totalmått på antalet fiskar i pelagialen. Det är emellertid inte möjligt att beräkna antalet stora predatorer genom att dessa är så fåtaliga i relation till bytesfiskarna att de "försvinner i mängden". Populationsstorleken av röding i Vättern och gös i Mälaren och Hjälmaren bestäms i stället med hjälp av fångststatistik och åldersstruktur. Hittills har endast röding provtagits men under 1992 planeras insamling av material för åldersbestämning av gös, liksom utvärdering av återfångsterna av märkt lax och öring i Väneren. Åldersprover av siklöja ur den kommersiella fångsten i Väneren och Mälaren kommer också att insamlas.

Ekoräkningar pågår i de fem sjöarna enligt ett femårsprogram som startade 1988. Enligt planerna skall Vättern (3 veckor) och Storsjön (2 veckor) undersökas 1992. På grund av den mycket dåliga tillgången på siklöja i Mälaren under de senaste åren, har även denna sjö inkluderats (2 veckor) i årets program, utanför de ursprungliga planerna. Resultaten av ekoräkningarna redovisas årsvis. En utvärdering av de resultat som erhållits under 5-årsperioden 1988-92 redovisas under våren 1993.

För VPA, Cohort Analysis insamlas under 1992 åldersprov från 200 individer ur den kommersiella fångsten av resp art. Materialet fördelas på 2-4 tillfällen per år beroende på fiskets bedri-

|                | Antal/ha | Kg/ha | Vanliga arter                         |
|----------------|----------|-------|---------------------------------------|
| Vänern 1988    | 4 400    | 49    | nors, siklöja                         |
| Vättern 1990   | 1 600    | 26    | nors, siklöja, storspigg              |
| Mälaren 1987   | 9 100    | 110   | nors, siklöja, spigg, benlöja, braxen |
| Hjälmaren 1989 | 12 300   | 70    | nors, benlöja, småspigg, braxen       |
| Storsjön 1989  | 275      | 20    | nors, sik, "större fiskar"            |

vande. Resultaten dvs beståndsuppskattningar och prognoser kan redovisas först efter några års materialinsamling med dessa metoder.

**Resultat:** Ekoräkningarna påbörjades på allvar 1988 i Vänern och Vättern och 1989 i Mälaren, Hjälmaren och Storsjön. Enstaka undersökningar har dock utförts tidigare. Antal fiskar per hektar i de olika sjöarna och en uppskattning av vad detta betyder i ungefärlig biomassa (kg/ha) återfinns i tabellen.

Insamling av kommersiellt fångad röding påbörjades 1988. Beräkningar gjorda från dessa data anger det fångstbara beståndet till ca 180 000-235 000 individer under 1988-90. Detta motsvarar ca 1 fångstbar röding per hektar.

**Personal:** Olof Enderlein (projektansvarig), Eva Bergstrand, Olof Filipsson och Per Nyberg.

**Finansiering:** D1, D2 och 10:6.

## 2. EFFEKTSTUDIER

### 2.1. Utveckling och avkastning av ålbestånd introducerade i vatten med yrkesfiske, med särskild inriktning på ål-/kräftproblematiken i Hjälmaren

**Bakgrund:** Stora ålutsättningar görs årligen både längs ostkusten och i inlandsvattnen. Den största volymen utgörs av sättål från västkusten, men även mer eller mindre försträckt ålyngel används. Effekten och utbytet följs, främst genom experiment i mindre "ålförsökssjöar", men också på några lokaler i större system.

På följande lokaler pågår undersökningsaktivitet; Storfjärden på Norrbottenskusten, Jonsbergsviken vid Bråvikens mynning, Ymsen i

Skaraborgs län, Hjälmaren och Mälaren (Sörfjärden och Drottningholm).

Lokalerna Hjälmaren och Jonsbergsviken utgör även provtagningspunkter för en undersökning rörande parasiten *Anguillicolas* spridning i Sverige. Den undersökningen utförs i samarbete med SVA (Höglund) och bekostas till större del med medel utöver detta delprojekt.

Ålfiskets omfattning och avkastning har ökat påtagligt i Mälaren och Hjälmaren sedan mitten av 1980-talet. Under 1990 fångades knappa 30 ton i vardera sjön, att jämföra med 10-15 ton i början av 1980-talet. Orsak till denna ökning är ökade utsättningsmängder. Fisket baseras nämligen till utslutande del på utsättningar, då den

naturliga uppvandringen till sjöarna idag är försumbar. Utsättningsmaterialet är av varierande storlek och ålder. I Hjälmaran sätts för närvarande endast sättål, i detta fall småål som fångats på den svenska västkusten. Samma var förhållandet i Mälaren tidigare men där sätts idag även ut nypigmenterat eller lätt försträckta ålyngel, dvs importerad glasål som gått i karantän i Sverige viss tid före utsättning. Anledning till att olika sättmaterial används är att det dels råder brist på sättål och dels att man under senare år upptäckt en simblåseparasit (*Anguillicola*) på ål längs våra kuster. Dess effekt på ålen i vårt klimatläge är fortfarande oklar. Dessutom vill man testa ålyngel som sättmaterial, dvs återfångst i relation till utsättningskostnad.

Hjälmaran var landets produktivaste kräftsjö fram till kräftpestutbrottet 1908 och även i Mälaren förekom rika bestånd inom vissa områden. Hjälmaran avkastade sannolikt 140-150 ton kräftor vid sekelskiftet. En utredning om möjligheterna att restaurera Hjälmarans kräftbestånd (Först och Andersson 1988) uppskattade sjöns potential för avkastning av signalkräftor till 350 ton. Man säger dock att en förutsättning för denna avkastning är att inga ålutsättningar görs. Ålen är vanligtvis en kraftig predator på kräftor. Ålfisket hade dock fått stor omfattning redan då utredningen offentliggjordes och yrkesfiskarna protesterade mot att ålutsättningarna skulle minska eller upphöra helt. Fiskeriverkets styrelse beslutade 1990 att utsättningsmängderna av ål skulle begränsas till 4,2 ton sättål per år. Denna mängd bedömdes kunna ge underlag för ett ålfiske med oförändrad avkastning och samtidigt tillåta en utveckling av signalkräftbeståndet. Sättålmängderna skulle dock reduceras under 1991-1996 för att motverka troliga effekter av den överutsättning som gjorts under tidigare år. I samma beslut sades också att utvecklingen av ålbeståndet och ålfisket samt kräftbeståndet skulle följas upp.

**Målsättning:** Att följa utveckling och avkastning av introducerade och kommersiellt beskattade ålbestånd, studera vandringar, individtillväxt, populationsstruktur och ålfiskets utveck-

ling i Mälaren och Hjälmaran samt följa kräftbeståndets utveckling i Hjälmaran.

**Utförande och tidsplan:** På de tidigare nämnda lokalerna följs utvecklingen i introducerade ålbestånd genom journalföring, provfisker, märkning/återfångst etc med syfte att främst utvärdera tillväxthastighet och utbyte av utsättningarna.

Ålens tillväxt i Mälaren och Hjälmaran studeras genom åldersbestämning av stickprov från den kommersiella fångsten, huvudsakligen av blankål. Dessutom insamlas uppväxande gulål.

Större kräftprovfisker på allmänt vatten i Hjälmaran utfördes 1986, 1987 och 1990 och planeras att upprepas 1993 och 1996. Dessutom följs utvecklingen hos några enskilda vattenägare genom att fångststatistik inhämtas.

Om ekonomiska möjligheter finnes planeras inköp av en "eltrål" för fångst av ål och andra fiskarter för studier av näringsval och predation på kräftorna. Det är svårt att insamla representativa magprover från ål genom att ålar inte låter sig fångas i nät och äter i fångenskap dvs maginnehållet hos ålar som fångats i tex ryssjor avspeglar i första hand vilka begärliga födoobjekt som finns i ryssjan. Holländska försök har visat att "eltrål" är ett bra redskap för insamling av representativa samples av ål.

**Resultat:** Resultaten från Norrbottenskusten visar att utsättningar av sättål även på nordliga lokaler kan ge upphov till relativt bra fångster och påverkar också den totalt sett höga ålfångsten längs hela ostkusten. Övriga delar av delprojektet befinner sig i en insamlingsfas, men delar av Mälaren och Hjälmaran materialet skall avrapporteras 1992.

Mälaraålen når blankålsstadiet vid en storlek på 81 cm vid drygt 16+ i ålder. Ålen i Hjälmaran når samma stadium redan vid drygt 13+ i ålder och vid en längd av ca 80 cm. Detta motsvarar en årlig tillväxt under sjölivet på 51 resp 76 mm per år. Motsvarande beräkning utifrån analyserade gulålar gav märkligt nog sämre tillväxt (44 resp 45 mm/år).

För att utreda om den goda tillväxten i Hjälmaran är generell för utplanterade ålar, märktes drygt 2 000 sättålar med käkmärken vid utsätt-

ningen 1991. Utöver att konfirmera de åldersbestämningar som gjorts, kommer märkningarna att visa på ålens spridning i sjön samt ge indikationer på sättålens överlevnad.

1969 inplanterades ca 7 000 vuxna signalkräftor på fem lokaler på allmänt vatten. Denna utsättning misslyckades helt, sannolikt pga att djuren dog i akut kräftpest till följd av stress i samband med transport och annan hantering. Kräftorna var direktimporterade från Nord Amerika. Åren 1982-83 sattes sammanlagt 9 400 vuxna kräftor på 15 lokaler på allmänt vatten. Dessa djur kom från Halmsjön vid Arlanda. Tom 1987 hade, enligt ansökningar om utplanterings-tillstånd, ytterligare 7 900 yngel och 12 800 vuxna kräftor satts på enskilt vatten.

Provfisket 1990 visar att kräftor förekommer på 12 lokaler på allmänt vatten men att bestånden är mycket svaga. Sedan provfisket 1984, då 0,04 kräftor fångades per ansträngning, ökade fångsten på jämförbara lokaler till 0,09 1987 och 0,12 1990.

På enskilt vatten, främst runt ön Valen i sjöns centrala del, finns stora områden som är mycket högproduktiva och avkastar ca 30 kg/ha och år. Liknande avkastning ger begränsade områden längs fastlandet i Storhjälmarens sydvästra del. En yrkesfiskare med eget vatten svarar ensam för fångsten på ett ton som finns uppgiven i fångststatistiken 1990.

Anledningar till att utsättningarna hittills givit så dåligt resultat på allmänt vatten kan vara att dessa gjorts på grund ute i sjön och att kräftorna där har lättare att sprida sig än om de sätts på fastland eller vid större öar. Beståndet blir därvid glest och yngelproduktionen för liten för att någon beståndstillväxt skall ske vid rådande predationstryck. Att predationen från ål skulle vara större ute i sjön än längs fastlandet är inte sannolikt. Snarare förhåller det sig tvärtom.

**Personal:** Håkan Wickström (projektansvarig) och Per Nyberg.

**Finansiering:** D1, D2 och 10:6.

## 2.2. Unggösens vandringar, tillväxt och överlevnad i Hjälmarén

**Bakgrund:** Gösfisket i Hjälmarén är omfattande men varierar mycket mellan olika år. Bra år avkastar sjön över 150 ton medan dåliga år ger obetydligt över 50 ton. En stor mängd uppväxande gös fångas som "fastbitare" vid nätfiske. Stora mängder smågös fångas också tidvis i finmaskigaryssjor och bottengarn. Dessa redskap är främst avsedda för fångst av ål och har ökat påtagligt i antal sedan utsättningsmängderna av ål ökat i sjön.

**Målsättning:** Att få ett mått på unggösens dödlighet till följa av fångst på/i olika redskap och unggösens överlevnad till laglig storlek (40 cm) samt följa tillväxt och vandringar under olika årstider.

**Utförande och tidsplan:** 2 284 gösar i storlek 22-39 cm som fångats i bottengarn och ryssjor på olika platser i sjön längdmättes och märktes med "Dart"-märken direkt vid fångstplatsen och återutsattes. Märkningen utfördes under juni-augusti 1990. Resultaten beräknas kunna utvärderas i slutet av 1993 varefter knappast några återfångstrapporter förväntas.

**Resultat:** 1 januari 1992 hade sammanlagt 1 442 st återfångster inrapporterats. Denna extremt höga siffra beror självklart på det mycket intensiva fisket. Siffran beror i mindre grad på att många gösar återfångats (totalt 749 individer), utan främst på att ett fåtal fiskar återfångats många gånger. Rekordet haren gös som återfångats 24 ggr. Detta visar att de klarar fångsten i redskapen och hanteringen med hög överlevnad. Resultaten visar också att unggösen uppehåller sig på begränsade uppväxtområden under sommaren och där är mycket stationär. Under senhösten företar de vandringar till de djupaste områdena i sjön, främst till sjöns centrala och östra delar. Vidare förefaller det som om bestånden i Storhjälmaren och Östra Hjälmarén är överraskande isolerade från

varandra. Längdtillväxten är ca 8 cm/år hos yngre gös och ca 5 cm under den fjärde tillväxtsåsongen.

**Personal:** Per Nyberg (projektansvarig), Olof Enderlein, Berit Sers och engagerade och intresserade yrkesfiskare.

**Finansiering:** D1 och 10:6.

### 2.3. Ringsjöns restaurering genom cyprinidreduktion

**Bakgrund:** Ringsjöprojektet har pågått sedan 1987. Under 1970-talet försämrades Ringsjöns vattenkvalitet kraftigt. Fosforhalterna i sjön var höga och man fick problem med långvariga och besvärande blomningar av blågrönalger under sommarperioden. En kraftig reduktion av fosfortillförseln, genom utbyggnad av reningsverket 1976, ledde inte till några förbättringar. Det har visat sig att utbyggnaden av reningsverk med fosforreduktion inte har varit en tillräcklig åtgärd, för att förbättra vattenkvaliteten i grunda sjöar i näringsrika slättbygder. Den övergödda sjön hålls kvar i ett eutroft tillstånd genom stabiliserande återkopplingsmekanismer.

**Målsättning:** Idén bakom Ringsjöprojektet var, att försöka påverka de mekanismer, som tenderar att behålla sjön i ett näringsrikt stadium. Genom att reducera planktonätande fisk (som mört och braxen) och gynna rovfisk, förändras djurplanktonsamhället och effektiva växtfiltrerare ökar i täthet. Detta leder i sin tur till minskade växtplanktonmängder.

**Utförande och tidsplan:** Under 1987 och 1988 gjordes bakgrundsundersökningar och utfiskningsmetodiken med trål testades. Reduktionsfisket påbörjades 1989 i Sätoftasjön (den minsta av Ringsjöns tre delbassänger). Fisket fortsatte t o m december 1990. Provfisket 1990 visade att förhållandena hade förbättrats i både Östra Ringsjön och Sätoftasjön, trots att reduktionsfiske bara hade utförts i Sätoftasjön. Man beslöt att

avvakta med utfiskningstrålningen under 1991 och enbart göra undersökningstrålningar i de olika delbassängerna. Resultaten skulle tjäna som underlag för en bedömning av hur reduktionsfisket skulle fortsätta. Under våren 1992 ska man ta ställning till om reduktionsfisket ska fortsätta i den grundaste bassängen, Västra Ringsjön.

**Resultat:** Genom reduktionsfisket togs totalt 94 000 kg fisk upp, vilket motsvarar 235 kg/ha. Ungefär 60% härav var braxen och 40% mört. Provfisket 1990 visade att andelen braxen hade minskat i Ringsjön jämfört med 1987 och att medelstorleken på mört och abborre hade ökat. Andelen rovfisk var större än 1987, bl a genom god tillgång på gös och ökad medelvikt på abborre. Siktdjupet hade förbättrats under 1990. De goda resultaten var giltiga både i Östra Ringsjön och Sätoftasjön och delvis även i Västra Ringsjön. De preliminära resultaten från 1991 års testtrålningar visade att den goda balansen i fiskbestånden bestod under 1991. Den djupaste delbassängen, Östra Ringsjön, uppvisade de mest stabila förhållandena av de tre bassängerna. Under perioden 1987-90 har djurplanktonsamhällets utveckling mellan april och december präglats av en mer eller mindre tydlig vårtopp och en hösttopp, skilda åt av en allmän nedgång i juli. I början av perioden dominerades vårtoppen av *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus* och cyclopoida copepoder i alla tre bassängerna. Försommaren 1989 ökade andelen *Daphnia galeata* i Östra Ringsjön, medan förekomsten av *Bosmina* och *Chydorus* var relativt låga. I Sätoftasjön var *Bosmina* fortfarande vanlig, medan både *Bosmina* och *Chydorus* var talrika i Västra Ringsjön. Försommarperioden 1990 var *Daphnia galeata* än mer dominerande i Östra Ringsjön och Sätoftasjön, medan den i Västra Ringsjön förekom tillsammans med *Bosmina* och *Chydorus*. Hösttoppen har dominerats av arter som *Daphnia cucullata*, cyclopoida copepoder och *Chydorus sphaericus*. *Chydorus sphaericus* har successivt minskat i Östra Ringsjön och Sätoftasjön under perioden 1987-90, medan förekomsten i Västra Ringsjön är relativt oförändrad. Under 1980-talet har åtgärder i jordbruket medfört att fosforbelast-

ningen och fosforkoncentrationen i Ringsjön kontinuerligt har minskat under perioden. En omfattande fiskdöd av braxen inträffade dessutom i Östra Ringsjön under 1988. Det är inte helt lätt att påvisa reduktionsfiskets roll i denna process. Utvärderingen av 1991 års resultat bör tjäna som underlag för projektets fortsatta verksamhet.

**Personal:** Projektet har genomförts i samarbete med Limnologiska avdelningen i Lund under Stellan Hamrins ledning. 1991 års zooplanktonanalyser har, liksom tidigare år, utförts av Eva Bergstrand, Sötvattenslaboratoriet.

**Finansiering:** D1.

## 2.4 Fiskmärkningar

**Bakgrund:** Utsättning av fisk har varit den vanligaste fiskevårdsåtgärden sedan man lärt sig att kläcka fiskyngel. I dag odlas praktiskt taget all sättfisk upp till relativt stor storlek. Utsättningarna blir därför kostsamma. Ett sätt att få ett mått på lönsamheten i fiskutsättningar är att märka ett större eller mindre antal av de utsatta fiskarna. Utsättningar görs inom ramen för vattenmål, av fiskevårdsföreningar, enskilda etc. Projektet initierades i slutet av 1940-talet pga det behov som fanns att centralisera såväl märkesförsäljning som inrapportering av återfynd och bearbetning. Med tanke på framtida utvärderingsmöjligheter var det också nödvändigt att ha resultaten samlade i en central databas.

Utsättnings- och återfyndsdata finns på laboratoriet sedan starten. Totalt administrerar laboratoriet 25-28 000 märkta fiskar per år, varav ca 4 500-5 000 st återfångas.

**Målsättning:** Målsättningen med att märka fisk är, förutom att få ett mått på lönsamheten, att belysa vandringar och individtillväxt. Projektets syfte har hittills varit att ge bästa möjliga administrativ service till avnämarna i form av rådgivning, försäljning av märken, registrering av återfynd, utskick av svarsbrev och ersättning samt att

göra sammanställningar av återfynden till bestäl-laren. Medel har sökts för att höja målsättningen. Några aktuella frågeställningar är: **1.** Återfångstens storlek i olika sjötyper med olika fiskart-sammansättning. **2.** Återfångstens beroende av sättfiskens storlek. **3.** Skillnader i återfångst mellan olika stammar av t ex öring.

**Resultat:** Någon omfattande utvärdering eller publicering av resultaten har ej gjorts. Delar av materialet har dock använts i olika sammanhang t ex för att bedöma fiskstorlekens betydelse för återfångstresultatet. Den största ansträngningen har lagts vid att svara upp mot avnämarnas krav på återfångstredovisning och märkningssammanställning. Antalet märkningar liksom antalet återfångster framgår ovan.

**Tidsplan:** Behov att märka fisk bedöms finnas inom överskådlig framtid.

**Personal:** Berit Sers på en ½-tids tjänst.

**Finansiering:** Avgiftsfinansierat.

## Publikationer

Under 1991-92 har följande resultat publicerats inom projektområdet:

**Hamrin, S.** 1991. Sjörestaurering genom cypri-nidreduktion. Ringsjöns utveckling 1966 samt effekter av fiskreduktion 1988-90. Limnologiska avd., Lund. Oktober 1991. 70 p.

**Pettersson, F.** 1991. Relativ abundans, tillväxt, födoval och parasiter hos nors (*Osmerus eperlanus* (L.)) i Hjäl-maren, Mälaren, Storsjön, Vänern och Vättern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 1-22 p. (English summary.)

# Nordliga laxfiskar - biologi, bevarande, odling och fiskevård

Projektområdesansvarig: Laborator Jan Henricson

## Bakgrund

Laxartade fiskar (sk salmonider), dvs röding, öring, lax, harr och sik, utgör de dominerande fiskgrupperna i norra Sveriges sjö- och älvsystem. Bestånden av laxartad fisk är i många sjöar föremål för ett viktigt kommersiellt fiske, men bestånden utgör framför allt underlag för ett omfattande husbehovsfiske och är av direkt avgörande betydelse för sportfisket i stora delar av norra Sverige.

Med få undantag kan de nordliga sjöarna och vattendragen beskrivas som lågproduktiva, dvs mycket näringsfattiga och kalla. Att dessa miljöer trots sin extrema karaktär blivit ekonomiskt viktiga naturresurser beror på de olika laxfiskarnas genetiska och sekundärt ekologiska egenskaper. Laxfiskar har genom pre- och postglacial isolering under årtusendens istider anpassats till mer eller mindre extrema nordliga miljöer. Genom multipla invandringar från olika istidsrefugier och påföljande isolering i insjöar och mindre vattendrag, kombinerat med många av arternas speciella egenskaper att återvända till kläckningsplatsen för lek, har artbildningsprocesserna format unika populationer med specifika egenskaper. Denna genetiska mångfald efter långtgången anpassning till den lokala miljön och dess förut-

sättningar har först på senare tid kommit att värderas som den oersättliga naturresurs den utgör. Hos t ex öring föreligger en stor del av den uppmätta genetiska variationen emellan populationer.

Både sik och röding, kanske även öring, utgör komplicerade artkomplex med mer eller mindre utvecklade genetiska barriärer. I många fjällsjöar förekommer flera reproduktivt isolerade populationer av röding eller sik tillsammans. Kunskapen om mekanismerna bakom reproduktiv isolering av genetiskt mycket närstående populationer, såväl som de processer som främjar ett genflöde emellan populationerna är betydelsefull för förståelsen av olika laxfiskars systematik, och identifieringen av olika salmonidpopulationers specifika genetiska och ekologiska karaktärer.

Den lokalt anpassade populationen, som är reproduktivt avgränsad i tid eller rum från andra populationer och har ärftliga fysiologiska och morfologiska egenskaper skilda från andra grupper av samma art, kan betecknas som en stam. Stammen är en viktig systematisk enhet och bör vara den högsta enhet man arbetar med i samband med bevarande, fiskevård och fiskodling. Med hjälp av biokemiska metoder, t ex elektrofores, kan vissa av de olika stammarnas genetiska skill-

nader definieras. Andra delvis ärftliga egenskaper är tillväxthastighet, ålder vid könsmognad, vandringsbeteende, sjukdomsresistens och konkurrensförmåga. Att identifiera, beskriva och kartera dessa egenskaper, deras ärftliga variation och möjligheter, den "genetiska profilen", hos olika stammar är av stort värde för såväl fiskevården som för fiskodlingen. Med rätt stam för rätt ändamål bör fiskevården bli både genetiskt och ekologiskt riktig, mer skraddarsydd och därmed mer framgångsrik. Man kan populärt tala om en biologisk "varudeklaration". För konsumtionsfiskodlingen utgör tillgången på olika stammar med kända egenskaper en värdefull genetisk källa.

Fiskeriverket har ansvaret för att fiskbestånden bevaras och utvecklas i samklang med de av samhället fastlagda miljöpolitiska målen. I detta ingår att bevara naturliga arter och stammar av fisk i deras egenskap som oersättliga naturresurser. Den genetiskt betingade mångfalden av salmonider i nordliga sjöar och vattendrag såväl som vissa sydsvenska klarvattensjöar utgör en sådan skyddsvärd naturresurs. En hushållning med denna resurs som medger ett varaktigt bevarande och ett optimalt nyttjande för fiske, fiskevård och fiskodling bör vara en självklar strävan.

Det långsiktiga bevarandet och nyttjandet av laxfiskarna hotas emellertid av allt större mänskliga ingrepp i form av sjö- och älvregleringar, utplantering av främmande fiskar och fisknäringssdjur, allt allvarligare skador pga förorening, olika former av förorening, skogsbruk och ett ökat fiske med effektivare redskap. I detta perspektiv blir insatserna för att skapa ett långvarigt skydd för hotade, värdefulla populationer allt mer betydelsefulla. För att identifiera, kompensera och möjligen restaurera de omfattande skadorna på fiskfaunan i många fjällsjöar krävs en ingående kunskap om de biologiska och fysiologiska faktorerna som styr utbredningen, tätheten och strukturen av olika arter, men även betydelsen av den genetiska och ekologiska anpassningen till den specifika lokala miljön.

Bevarandet av en fiskpopulation sker bäst genom att hålla dess naturliga miljö intakt och så opåverkad av mänsklig aktivitet som möjligt. Detta innebär restriktiva skyddsåtgärder för såväl

sjön som dess tillrinningsområde i sin helhet. Tyvärr är ett sådant skydd långt ifrån möjligt i många fall. Att förvara olika arter och stammar av laxfisk i odlingsmiljö, som en genreserv, utgör då ett alternativ. Kravet på ett vetenskapligt grundat avelsarbete för att minimera riskerna för negativa, genetiska förändringar i det odlade materialet blir då betydande.

Utplantering av odlad laxfisk i sjöar och vattendrag i fiskevårdande syfte är av stor omfattning i landet. Sättfiskens "kvalitet", hälsomsäsiget såväl som genetiskt, är därvid av stor betydelse för resultatet på både kort och lång sikt. Faktorer som garanterad stamtillhörighet, antal generationer i odlingsmiljö och graden av inavel är viktiga att känna till. Sättfiskens kvalitet påverkas också av själva odlingstekniken. Liksom vid bevarandefall bör målet i allmänhet vara att behålla den vilda fiskens olika egenskaper i så hög grad som möjligt även i odlingsmiljö. Förutom de olika odlingsrelaterade kvalitetsbegreppen påverkas även resultaten av utsättningstekniken.

Vid fiskodling för konsumtion är målen med avelsarbetet ett annat. Här bedrivs en medveten selektion för att förstärka egenskaper hos fisken som bedöms som speciellt värdefulla för odlare och konsumenter. Även fiskodlingstekniken kan vara specialanpassad för konsumtionsodling.

Inom alla dessa områden behövs ökad kunskap. Information och utbildning som kan leda till att resultaten förs ut i den praktiska fiskevården och fiskodlingen är viktig.

## Målsättning

Verksamheten inom projektområdet syftar till att med ökad kunskap om de olika nordliga laxfiskarternas evolution och systematik, de lokala stammarnas eller populationernas genetiska och ekologiska särdrag i sjöar och vattendrag, såväl som i odlingsmiljö, verka för ett fiskevårds-, odlings- och bevarandearbete som är genetiskt korrekt, och som på sikt innebär ett för miljön såväl som för fiskbestånden ekologiskt berättigat utnyttjande.

## Projektområdets struktur

I projektområdet ingår ett rent fältinriktat projekt. Detta omfattar tre delprojekt som domineras av ekologiska, genetiska och evolutionära frågeställningar om främst det arktiska rödingartkomplexet (*Salvelinus alpinus*), dess biologi, interaktioner med andra arter, effekterna av mänsklig aktivitet och de av människor inducerade störningarna i fjällsjöekosystemen, samt möjligheterna att skapa långvarigt skydd för hotade värdefulla rödingpopulationer.

Projektområdets övriga verksamhet är till största delen odlingsrelaterad och därför knuten till försöksstationen i Kälarne. Av de tre ingående projekten innehåller det första en serie delprojekt som berör bevarandaspekter av genetiskt värdefulla naturresurser av salmonider samt genetisk

och ekologisk kartering av odlade arter, stammar och utsättningsmaterial. Mellan detta projekt och det tidigare nämnda rödingprojektet finns flera beröringspunkter. De övriga projekten berör frågeställningar om odlings- och utsättningsmetodik vilka till en stor del även innebär fältverksamhet, samt odling för konsumtion.

Rödingprojektet har en internationell prägel och samarbete sker med statliga institutioner och universitet i flera länder, främst Norge, Danmark, Scotland, Canada och Ryssland. Utvecklingen av genetiska markörer på individ- resp populationsnivå sker i samarbete med Genetiska Institutionen vid Uppsala Universitet. Undersökningarna vad gäller konsumtionsfiskodling bedrivs som samarbetsprojekt med Vattenbruksinstitutionen vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), där SLU har forskningsansvaret.

## Projekt

---

### 1. Sjölevande salmoniders biologi: populationsekologi, interaktioner, systematik, hot- och bevarandaspekter

---

**Bakgrund.** Fjällsjöarnas fiskfauna domineras av olika salmonider. Artsammansättningen och den geografiska utbredningen av de olika arterna eller populationerna antas spegla 1) olika kolonisationsperioder och invandringsvägar, 2) populationernas olika fysiologiska anpassningar och krav på speciella omvärldsfaktorer, samt 3) olika biotiska mellan-art-samband. Människans omfattande ingrepp i fjällsjöarna har dock lett till att stora omvälvande förändringar skett på såväl ekosystem- som samhälls- och populationsnivå. De allvarligaste ingreppen har omfattat överföring av sik till rödingsjöar, utbyggnad för vattenkraft, samt utplantering av *Mysis relicta* i sjöar med värdefull pelagisk produktion. Förändringarna har varit till stor skada för fisket, och fiskevård i fjällsjöarna har allt mer kommit att handla om bevarandearbete i form av kompensations- och restaureringsåtgärder.

För att identifiera, kompensera och möjligen restaurera de omfattande skadorna på fiskfaunan i många fjällsjöar krävs en ingående kunskap om de faktorer som styr utbredning och täthet av olika arter, de faktorer som strukturerar fiskpopulationer och enkla fisksamhällen, interaktioner emellan olika fiskarter, men även betydelsen av den genetiska och ekologiska anpassningen till den specifika lokala miljön. För att kunna bortse från naturliga variationer är långsiktiga undersökningar av avgörande betydelse. Genom att fjällsjöarnas fisksamhällen består av enskilda genpooler eller arter med breda nischer, eller mycket enkla kombinationer av populationer eller arter med flytande eller alternerande nischgränser blir fältstudier av inom- och mellanartsrelationer i fjällsjöar betydligt mer lättolkade än i sydliga vatten med mer komplexa fisksamhällen. Mycket av den moderna limnologins och

fiskeribiologins principiella ekologiska grunder har för övrigt kommit att baseras på just studier i nordliga vatten.

Både sik och röding, troligen även öring, utgör komplicerade artkomplex med mer eller mindre utvecklade genetiska barriärer. Dessa salmonider är i många fjällsjöar föremål för kommersiellt nätfiske, men framför allt ett omfattande husbehovs- och sportfiske. Även i vissa sydsvenska sjöar utgör röding och sik ekonomiskt betydelsefulla fiskgrupper. De relikta salmoniderna har i Sydsverige dessutom ett betydande bevarandevärde ur genetisk och zoogeografisk synpunkt. Undersökningar av just arktisk röding, som allt mer kommit att spela rollen som modellfisk och indikatorart, avslöjar att oroande ekologiska och genetiska processer redan sker i alltför många fjällsjöar (men även i sydliga reliktsjöar) pga vattenståndsregleringar, introduktioner av nya fisk- och näringsdjursarter, selektivt nätfiske, försurning, eutrofiering, föroreningar från radionuklider, organiska klorföreningar, olika giftiga tungmetaller mm.

Av 57 relikta rödingbestånd söder om Dalälven omkring år 1900 återstår idag endast 20. Dvs 65% av populationerna har dött ut under detta sekel, efter att kanske ha existerat i sjöarna under mer än 10 000 år. Den främsta av de kända orsakerna är försurning, men även inplantering av gädda och siklöja, samt förorening har ansetts vara direkta orsaker.

**Målsättning.** Projektet avser att mot bakgrund av ökad kunskap om struktur, dynamik, reproduktionsstrategier och systematik hos oexploaterade salmonidpopulationer, definiera de effekter som olika ingrepp och miljöförändringar åstadkommer på ekologiskt och ekonomiskt värdefulla salmonidbestånd i insjöar, i norr såväl som i söder. Målet är dels att öka kunskapen om biologin hos laxartad fisk, dels definiera en mer skräddarsydd och framgångsrik fiskevård för fjällsjöar, men också att skapa ett långsiktigt skydd för de bestånd där sådant anses nödvändigt.

**Metodik.** Studierna baserar sig på jämförelser av naturliga rödingpopulationer samt fullskale-ex-

periment i fält. För verifiering av interaktionsmekanismer respektive genetiska modeller sker även rent experimentella studier som ett komplement.

### 1.1. Inom- och mellanartsinteraktioner hos det arktiska rödingartkomplexet

**Frågeställningar:** Vilka faktorer styr den geografiska och ekologiska utbredningen av en art eller en population? På vilka sätt anpassar sig en art eller en populationen kortsiktigt resp långsiktigt till en ökad grad av interaktioner med andra arter?

**Bakgrund:** Artens fysiologi tillåter en betydligt större geografisk och ekologisk utbredning (fundamental nisch) än populationens eller individens utrymme i ett strukturerat samhälle (realiserad nisch). Den senare begränsas starkt av bl a konkurrens och predation, men gränserna kan troligen förskjutas som en effekt av t ex temperaturskillnader. Det arktiska rödingartkomplexet har en mycket stor geografisk utbredning på det norra halvklotet. Röding förekommer från hörgarktiska sjöar där den lever allopatriskt (dvs i enartsbestånd), till mycket komplexa klarvattensjöar i t ex Sydsverige, Karelen, Alperna, Newfoundland, Quebec och nordöstra USA. Här är förutsättningen för existens mycket osäker och antas vara beroende av en serie specifika nyckelfaktorer.

Den allopatriskt rödingpopulationen har en vid nisch, och rödingens val av habitat, näring, reproduktionsstrategi och därmed tillväxt varierar under dess livscykel. I samexistens med öring eller amerikansk bäckröding uppstår en temperaturberoende interaktiv segregering i valet av habitat och näring, vilket tillför ytterligare dimensioner i samspelet mellan två ekologiskt närstående arter. Med ökad diversitet kommer rödingens idealiserade nisch allt mer att minska, och olika "funktioner" i fisksamhället kommer att fyllas av andra arter med andra biologiska förutsättningar. Dessa processer kan framgångsrikt studeras vid kontrollerade introduktioner av nya arter eller populationer i en enkel fjällsjö. Sett ur ett invandringshistoriskt perspektiv antas rödingens popu-

lationsstruktur och livshistoriestrategi förändras på samma sätt efter hand som antalet konkurrenter och predatorer genom naturliga succession koloniserar en fjällälv. Därmed bör rödingpopulationens förändrade struktur, dynamik, reproduktionsstrategi, val av habitat och näring mm även kunna följas i en gradient från högt belägna oexploaterade allopatriska rödingsjöar till mer kustnära storrödningvatten i Sydsvrige. Med denna kunskap bör förutsättningar för röding i Sydsvrige kunna definieras och hoten mot rödingen i t ex Ören, Östra Nedsjön, Mycklaflon, Stora Ullen, Rödingehultssjön m fl mer framgångsrikt kunna särbehandlas och eventuellt motåtgärdas.

**Målsättning:** Målet är dels att öka kunskapen om biologin hos det arktiska rödingartkomplexet, dels att definiera en mer ekologiskt och genetiskt riktig fiskevård för rödingsjöar, men också att skapa ett långsiktigt skydd för sådana bestånd där bevarandet anses viktigt. Ett delmål är att mot bakgrund av ökad kunskap om struktur, dynamik, reproduktionsstrategier, val av habitat och näring hos en lång serie rödingpopulationer, definiera de förändringar som olika successioner resp introduktioner i rödingsjöarna orsakar.

**Utförande och tidsplan:** Undersökningarna bedrivs dels i fyra sammanhängande block av projekt beroende på fjällsjöns artsammansättning och därmed rödingens status på en skala av ökad mellanartskonkurrens, dels som en jämförelse mellan de olika blocken. Undersökningarna bygger på data insamlade under många år, och planeras att ligga till grund för en serie rapporter under 1992-1995. Vissa delmoment med bevarandeppekter är dock av mer långsiktig karaktär.

Basunderlaget utgöres av individdata från åtskilliga rödingsjöar provfiskade med översiktsnät och undersökta med utvidgad provtagningsmetodik. I flera geografiskt väl skilda oexploaterade **allopatriska rödingsjöar** har rödingens populationsstruktur, dynamik och reproduktionsstrategier studerats. I dessa har dessutom en mer omfattande genetisk analys skett. I fjällsjöar med **sympatriska rödingpopulationer**, dvs med dubbla och reproduktiv isolerade populationer,

har framför allt mönstret av olika rödingtaxas inbördes segregering i val av habitat och näring och därmed konkurrensstyrka jämförts. I experimentsyfte har olika kombinationer av fyra skilda rödingstammar sammanförts i tre mindre sjöar i Kälarnes närhet. I lägre belägna **fjällsjöar med både röding och andra fiskarter** har främst olika principiella mellanartssamband undersökts. Rödingen är känslig för konkurrens och predation, och avslöjar därför tydligt de olika interaktionsprocesserna i ett fiskesamhälle. Temperaturens betydelse för graden och riktningen av habitat- och näringskonkurrens mellan röding och öring resp amerikansk bäckröding har studerats i fält under tidigare år, dessutom kommer studier att ske experimentellt i Kälarne. Förändringarna av rödingens tillväxt, reproduktionsstrategi, val av habitat och näring som en följd av ökad näringskonkurrens efter en sikintroduktion följs sedan 1970 i fyra sjöar i Dunnerån. Materialet är endast till en ringa del bearbetat, och beräknas påbörjas i större skala under 1993. Betydelsen av speciella omvärldsfaktorer och nyckelorganismer för rödingens näringsval och tillväxt, och därmed förmåga att överleva konkurrens och predation i **sydliga mångartsamhällen** i marginalzonen av rödingens utbredningsområde studeras i flera sydsvenska rödingsjöar. Dessutom bevakas sedan flera år dessa sydsvenska rödingpopulationers förändring i frekvensen av en för sydsvensk röding sällsynt allel inom det polymorfa Esteras-2-locuset. Rödingens näringsval har i detalj undersökts i Vättern under 1991. Såväl äldre, som nyinsamlat material 1987-1991 har analyserats och bearbetats. Avsikten är att med hjälp av bytesfiskarnas art, längd- och åldersstruktur beskriva den predatoriska rödingens urval, och därmed möjlighet att nå en storlek som hypotesen förutsätter vara viktig för överlevnad i sjöar med många konkurrenter och predatorer.

Studierna baserar sig främst på jämförelser av "naturliga" rödingpopulationer, vilka undersöks med väl utprovad ekologisk provfiskemetodik med översiktsnät, analys av ekologiska standardparametrar samt elektroforesteknik med både enskilda markörgener och multiloci-analyser.

**Personal:** Johan Hammar (projektansvarig), Erik Degerman, Olof Filipsson och Jan Henricson. Visst samarbete även med Torleif Andersson, Olof Enderlein, Torbjörn Järvi, Torolf Lindström, Ingemar Näslund, Lennart Nyman och Gunnar Svärdson. Dessutom Eva Sköld (SNV), Stellan Hamrin (Lunds Univ.), Staffan Ulfstrand (Uppsala Univ.), Olle Lindh (Risede), K.G. Lundberg (Kiruna), Brian Dempson, Lionel Johnson och Rex Porter (Department of Fisheries and Oceans, Canada), Per Grotnes och Anders Klemetsen (Tromsø Universitet, Norge) samt Ksenia Savvaitova (University of Moscow, Ryssland).

**Finansiering:** Insamlingsarbetet har bekostats av flera olika myndigheter förutom Fiskeriverket. Bl.a har Nordisk Kollegium för Ekologi, Ymer-80-stiftelsen, samt Department of Fisheries and Oceans, Canada, finansierat provfisken på Svalbard, Newfoundland och i Labrador. Sammanställningarna finansieras i första hand med 10:6 medel.

## 1.2. Det arktiska rödingartkomplexets systematik och utbredning

**Frågeställningar:** Vilka evolutionärt viktiga egenskaper skiljer olika taxa åt inom det arktiska rödingartkomplexet? Hur kan dessa särdrag identifieras?

**Bakgrund:** Genom rödingens olika invandringsomgångar från olika istidsrefugier och påföljande isolering i nordliga insjöar har mångtusenåriga artbildningsprocesser format unika populationer med mycket speciella egenskaper. Fortfarande kan flera livshistoriekaraktärer relateras till egenskaper som är karaktäristiska för fiskarter med stora förändringar under sin livsutveckling, t ex smoltifiering och havsvandring. Trots en stor ekologisk och morfologisk plasticitet anses den elektroforetiskt uppmätta genetiska variationen hos arktisk röding vara låg. Naturlig hybridisering mellan arktisk röding och amerikansk bäckröding resp kanadaröding har dokumenterats. Hybrider mellan alla former av *Salvelinus* har

dessutom visat sig kunna vara fertila. I många fjällsjöar förekommer 2-3 reproduktivt isolerade populationer av arktisk röding tillsammans trots avsaknad av sexuella barriärer. Dessa populationer tycks dock fungera som relativt goda biologiska arter. Ett markant mönster har redan redovisats.

**Målsättning:** Målet är att nå insikt i rödingens komplicerade systematik, dess artbildning och att beskriva dess invandringshistoria. Ett delmål är att nå kunskap om de ekologiska förutsättningarna för sympatrisk samexistens, såväl som de processer av genetisk karaktär som pågår emellan populationer. Detta är av stor betydelse för förståelsen och identifieringen av olika rödingtaxas specifika genetiska och sekundärt ekologiska karaktärer.

**Utförande och tidsplan:** Projektet omfattar flera sammanhängande block. De enskilda undersökningarna har olika tidsplaner, personalsammansättningar och finansiering.

I försök att mäta **det arktiska rödingartkomplexets genetiska variation** med traditionell elektroforesteknik har rödingpopulationer från olika områden i nordöstra Canada och Nord-europa undersökts. Resultaten har påvisat stora skillnader mellan havsvandrande och stationära bestånd. Medan de havsvandrande populationerna uppvisar högre heterozygositet och flera polymorfa loci, har flertalet loci fixerats för de vanligaste allelerna i landlocked bestånd. Endast delar av insamlat material är analyserat. Delrapportering skedde under 1989 och 1991, och slutrapportering planeras ske under 1993-94.

Speciellt intresse tilldrar sig sjöar med **sympatriska rödingpopulationer**, dvs reproduktivt isolerade, och det eventuella genflöde (introgression) som sker mellan populationerna. Olika mekanismer som verkar för att hålla dubbla rödingpopulationer reproduktivt isolerade har studerats i samband med lekfisken under flera år i t ex Storsjouten. Som gen-markör har Est-2 locuset utnyttjats. Genom de riktade skadorna mot i första hand grundlevande populationer av röding pga av vattenståndsreglering, nätfiske, närings-

konkurrens från *Mysis* mm har barriären mellan sympatriska lekpopulationer minskat och introgressionen ökat i vissa fjällsjöar. Förekomsten av sympatriska populationer blir därmed svårare att identifiera. Delrapportering har skett 1984 och 1988. Slutrapportering planeras ske under 1993-94.

Avgörande genetiska barriärer tycks heller inte ha utvecklats mellan olika sk goda artgrupper inom släktet *Salvelinus*. **Naturlig hybridisering** har kunnat dokumenteras mellan arktisk röding och amerikansk bäckröding såväl som med kanadaröding. Den reproduktiva isoleringen mellan olika samexisterande *Salvelinus*-arter antas vara mer av ekologisk eller beteende-ekologisk än genetisk karaktär. De ekologiskt och morfologiskt mycket snarlika arterna arktisk röding och amerikansk bäckröding hybridiserar framgångsrikt trots stora genetiska olikheter. Två viktiga delrapporter om naturlig hybridisering gavs ut under 1989 och 1991. En sammanfattning av de genetiska beläggen för naturlig hybridisering mellan olika salmonider publicerades under 1991. En slutlig sammanställning av de ekologiska förutsättningarna för naturlig hybridisering mellan salmonider planeras under 1993-1994.

Med ökad kännedom om den geografiska variationen av rödingens olika gener kan dess **utbredning, olika istidsrefugier och invandringsvägar till Skandinavien** möjligen definieras. Rödingen har haft en vid geografisk utbredning. Genom sin känslighet för olika störningar i miljön är det av stor betydelse att snarast kartera dess förändrade utbredning. Pga rödingens taxonomiska problem måste en geografisk kartering även ta hänsyn till olika systematiska former inom det arktiska rödingartkomplexet. Tillsammans med Ksenia Savvaitova (University of Moscow) har en sådan beskrivning påbörjats. Rapportering förväntas ske tidigast under 1994-95. Genom att utnyttja det polymorfa locuset Est-2 som genetisk markör hos havsvandrande rödingpopulationer har stora nordliga regioner med likartade allelfrekvenser kunnat definieras: Barents Hav-Grönlandshavet, Atlanten och Baffin Bay-Northwest Territories. Med hypotesen om att dessa regioner i viss mån speglar istidsrefugier för det arktiska rödingartkomplexet bör även

rödingens huvudsakliga invandringsvägar till den Skandinaviska halvön kunna spåras. En sammanställning planeras vara färdig under 1992-93.

**Personal:** Johan Hammar (projektansvarig) i samarbete med Bo Christensen (Grönlands Fiskeriundersökelse), Brian Dempson (Dep. Fisheries and Oceans, St. John's), Rolf Gydemo (Stockholms Universitet), Jan Henricson (Kålarne), Olle Lindh (Risede), Lennart Nyman (WWF), Anders Klemetsen (Tromsö Universitet), Olle Ring (Uppsala), Eric Verspoor (Marine Laboratory, Aberdeen) och Ksenia Savvaitova (Univ., Moscow).

**Finansiering:** 10:6 och externa medel.

### 1.3. Rödingen som indikator på miljöförändringar i nordliga områden

**Bakgrund:** Den oligotrofa fjällsjön med sina enkla och korta näringskedjor, där de övre trofiska nivåerna vanligen utgöres av röding och öring, utgör en mycket känslig miljö och reagerar därför mycket tydligt på olika ingrepp och förändringar inducerade av människan. En rödingpopulations struktur avslöjar klart rödingens ekologiska situation i miljön och speglar även tydligt olika former av exploatering. Rödingen vars medelålder i oexploaterade fjällsjöar är relativt hög med individuella åldrar ända upp mot 20 år, är dessutom en storvuxen fiskart med rika fettdepåer. Rödingen är vidare en art som utnyttjas i mycket hög grad för konsumtion. Genom att rödingen har en stor geografisk utbredning och oftast dominerar som fiskart i de svenska fjällsjöarna innebär dess känslighet för störningar och dess förmåga att ackumulera olika miljögifter att den därför utgör en mycket lämplig indikatororganism för karteringen av miljöförändringar i nordliga områden. De större störningarna som sker i fjällregionen omfattar vattenståndsregleringar, introduktioner av främmande fiskarter och näringsdjur, selektivt nätfiske, försurning och föroreningar från radioaktivt nedfall, klorerade kolväten och giftiga tungmetaller.

**Målsättning:** Att identifiera och kartera olika miljöförändringar, ingrepp och atmosfäriskt spridda miljögifter i fjällsjöar med utnyttjandet av rödingbestånd som indikatorer.

**Utförande och tidsplan:** Flera omfattande utredningar om effekterna av olika ingrepp i fjällsjöar har i princip kommit att innebära djupgående analyser av just de ekologiska effekterna på röding. Under 1950-60-talen gällde det effekter av sjöreglering, under 1970-talet effekter av nya fisknäringdjur, och under 1980-talet effekter av radioaktivt nedfall från Tjernobyl. Huvuddelen av undersökningarna har avrapporterats, medan mindre vidareutvecklingar fortfarande löper. Dessa anges nedan som mindre projekt. När det gäller de skadliga effekterna av sjöreglering och de i magasinen introducerade nya fiskarterna eller fisknäringdjuren har egentligen ingen verklig biologisk kompensationsåtgärd ännu kunnat lyftas fram.

### 1.3.1. Ekologisk sjöreglering

Ett förslag om alternerande regleringsprogram för parallella magasin med avsikt att skapa växelvis rika årsklasser av röding är under framtagning. Beräkningarna bygger på sambandet mellan sänkningsnivåerna och de relativa årsklassstyrkorna av rödingpopulationen i Torrön.

**Personal:** Johan Hammar. Projektet och tidsplaner är helt beroende av samarbete med vattenkraftsbolag. Vid tidigare diskussioner med Vattenfall har ett sådant intresse helt saknats.

### 1.3.2. Effekter av inplantering av de nya

näringdjuren: *Mysis relicta*, *Pallasea quadrispinosa*, *Gammaracanthus lacustris*  
 Av ekonomiska skäl har utvärderingarna av dessa storskaliga experiment kraftigt skurits ned. Bevakningen av experimenten har endast skett sporadiskt efter upphörandet av FÅK 1986. Provfiske i Blåsjön upprepades 1988. Framför allt har *Mysis* roll som effektiv transportör av Cs-137 från Tjernobyl kunnat följas i en serie sjöar i övre Ångermanälven under 1986-90 (se nedan.)

### 1.3.3. Nors som kontrollmekanism för *Mysis* i reglerade fjällsjöar

För att dels begränsa tätheten av *Mysis* och dels kompensera förlusten av bytesfisk för storvuxen öring och röding har introduktioner av nors i reglerade sjöar föreslagits. I experimentsyfte introducerades nors i Glensjön ovanför Jämtlands Storsjö 1979. Standardiserat provfiske har skett vid sju tillfällen under perioden 1979-91. I och med en ansvarslös öringutsättning i Glensjön under 1991 får projektet betraktas som avslutat. Bearbetning och slutrapportering förväntas ske under 1992-93.

**Personal:** Olof Filipsson (Projektansvarig), Erik Degerman, Johan Hammar och Gunnar Svärdson.

**Finansiering:** Budgetmedel och 10:6.

### 1.3.4. Långsiktiga effekter av nätfiskeförbud i rödingsjöar

I många fjällsjöar uppfattas låg medelstorlek hos röding som ett stort problem av dem som fiskar. Ofta är även antalet öringar starkt reducerade. En väsentligt bidragande orsak till dessa förändringar utgör ett hårt fiske med småmaskiga nät. Med nätfiske beskattas de stora individerna i beståndet vilket resulterar i en population med mindre och mer långsamväxande individer. Detta selektiva tryck på storvuxen/snabbväxande individer kan på längre sikt också innebära ett genetiskt urval. Införandet av restriktioner för nätfiske har visat sig ge omedelbara svar i form av en ökad abundans och en ökad andel stora individer i populationen. Det är emellertid inte klart i vilken mån denna förändring innebär ett stabilt skifte i populationsstrukturen eller om den enbart är en effekt av att fler individer tillåts bli äldre.

**Målsättningen** med ett fortsatt projekt är att klargöra de långsiktiga effekterna av begränsningen av nätfiske på populationsstruktur och abundans i en öring/rödingsjö. Undersökningarna bedrivs med hjälp av standardiserat provfiske i två sjöar dominerande av röding och öring. I den ena sjön infördes nätfiskeförbud 1983, medan normalt nätfiske bedrivits i en uppströms liggande referenssjö med likartad fiskartsammansättning. Provfiske har genomförts vid 7 tillfällen

sedan 1983 och planeras att upprepas under 1992 och 1995 i båda sjöarna. Uppgifter om fiskets omfattning i referenssjön inhämtas lokalt. Projektet har delrapporterats under 1987 och 1989. Slutrapportering av projektet sker 1995.

**Personal:** Olof Filipsson, Erik Degerman och Johan Hammar.

**Finansiering:** Budgetmedel.

### 1.3.5. Modellering av omsättningen av Cs-137 i ett fjällsjöekosystem

Med medel från SSI har under perioden 1986-1991 omfattande studier tillsammans med Statens Naturvårdsverk skett i syfte att beskriva och mäta transporten av radioaktivt cesium från den terrestra miljön via olika fisknäringdjur till röding och öring i en serie fjällsjöar. Projektet avrapporterades under 1991. I ett vidare försök att prognostisera utvecklingen av Cs-137 i röding och öring har samarbete inletts med radioekologer med BIOMOVS-modellinriktning vid Studsvik Nuclear. Publicering förväntas ske under 1992.

**Personal:** Sture Nordlinder (Projektansvarig, Studsvik), Ulla Bergström (Studsvik), Johan Hammar (FiV) och Manuela Notter (SNV).

**Finansiering:** Medel från SSI.

### 1.3.6. Förekomst av tungmetaller i arktisk röding

Olika atmosfäriskt spridda tungmetaller har allt mer kommit att dokumenteras i miljö och biota i polarområdena. För att dokumentera rödingens unika möjlighet som indikatororganism för karteringen av spridningen av dessa tungmetaller i norr har röding insamlade från olika arktiska system analyserats med avseende på bly, järn, kadmium, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, mangan, nickel, silver och zink. Sammanställningen av resultaten vilar fortfarande, men planeras ligga till grund för en ansökan om ytterligare medel för en mer omfattande kartering av situationen i svenska fjällsjöar.

**Personal:** Johan Hammar (projektansvarig) och Eva Sköld (SNV).

**Finansiering:** Department of Fisheries and Oceans, Canada, och Ymer-80-stiftelsen.

### 1.3.7. Klorerade kolväten i röding.

En undersökning om betydelsen av upptaget av PCB och DDT i rödingar med olika tillväxt från Blåsjön har sammanställts under 1991. Halterna belyser klart de långsamväxande dvärgrödingarnas värde som indikatorer på miljögifter. Publicering förväntas ske under 1992.

**Personal:** Per Larsson (projektansvarig), Limnologiska avd., Lunds Universitet, Johan Hammar och Maris Klavins, Institute of Biology, University of Salaspils, Latvia.

**Finansiering:** Externa medel (P.L) och 10:6.

---

## 2. Bevarande och egenskapskartering av arter och stammar av laxfisk för fiskodling och fiskevård

---

### 2.1. Bevarande av genetiska resurser hos stammar i odling

**Bakgrund:** Avelsmetodiken har potentiellt stor betydelse för den genetiska variationen hos odlad fisk. Ofta används tex alldeles för få föräldrar för

att förlusten av genetisk variation skall minimeras. Genetisk anpassning till odlingsmiljön utgör också ett problem. Sådana genetiska förändringar kan medföra svårigheter att återanpassa arten/stammen till naturmiljöer. Resultatet av utplante-ringarna blir dåligt. Det är därför viktigt att

minimera dessa effekter genom att vid odling arbeta efter rekommendationer grundade på modern populationsgenetisk forskning.

Att följa sådana rekommendationer innebär dock tyvärr ingen garanti för att genetiska förändringar hålls på en låg nivå. Misstag vid avelsarbetet kan göra att stammar oavsiktligt blandas. Låg överlevnad hos vissa syskongrupper kan reducera antalet effektiva föräldrar. En kontinuerlig uppföljning av odlade stammars "genetiska status" behövs därför för att bevaka att oönskade genetiska förändringar inte inträffar, eller åtminstone registreras.

Med elektrofores kan man få information om huruvida de rutiner som används i odlingens avelsarbete är adekvata. Även resultatet av inkorsning av individer härstammande från den vilda populationen i ett bestånd av samma stam som odlats i flera generationer (utavel) kan följas upp med elektrofores. Sådan utkorsning kan markant reducera graden av inavel. Tillämpning av elektrofores i dessa sammanhang har hittills utnyttjats dåligt inom fiskodlingen.

**Målsättning:** 1. Att ta fram multi-locus profiler och identifiera genetiska markörer för stamidentifikation. 2. Att utarbeta avelsplaner och upprätta rutiner i avelsarbetet med syftet att bevara stammarnas egenskaper och minimera förlusten av genetisk variation inom och mellan stammar. 3. Att utveckla rutiner och protokoll så att data angående ursprung, odlingshistoria och "genetisk kvalitet" för de olika stammarnas avelslinjer finns. 4. Att genom ett monitoring-program kontrollera avelslinjernas genetiska status. 5. Att ge råd och riktlinjer till odlare om genetiska aspekter vid fiskodling.

**Utförande och tidsplan:** I varje generation analyseras ett slumpmässigt urval ur populationen för vissa bestämda loci med hjälp av stärkelsegellelektrofores. Om ett odlingsprogram förlöper tillfredsställande bör variationerna i allelfrekvenser mellan generationer inte vara större än vad som kan förklaras av slumpmässig genetisk drift. I tillägg till allelfrekvensdata kan genotypfördelningen (t ex över- eller underskott av hereozy-

goter) också ge intressant information om en odlad stams genetiska status.

Projektet har en påtagligt konkret anknytning, eftersom det till stor del är förlagt till försöksstationen i Kälarne, där de stammar av laxfisk som hålls i odling för bevarande och utsättning i naturvatten utgör arbetsmaterialet. Stationen fungerar som något av en genbank för vissa norrländska stammar av röding och öring, samt för lax och öring från Gullspångsälven. De senare har åsatts ett mycket högt bevarandevärde och är klassade som riksintressanta ur en rad aspekter. På grund av bl a vattenkraftsutbyggnad är de utrotningshotade och finns idag endast i restbestånd på den naturliga lek- och uppväxtlokalen i Gullspångsälven.

Romproducerande avelsbesättningar av Gullspångslax och Gullspångsöring har funnits i Kälarne sedan början av 1970-talet. De avelsbesättningar som idag finns ute på olika fiskodlingar i landet härstammar alla från Kälarne. De är mer eller mindre inavlade, även de i Kälarne. Oaktat detta bör avelslinjerna i Kälarne kunna spela en viktig roll i det framtida bevarandearbetet, eftersom de trots allt utgör det bästa avelsmaterial som finns i odling. Planer för bevarandearbetet har utarbetats. Syftet med dessa är att minimera förlusten av genetisk variation vid grundandet av nya generationer av avelsbesättningar, samt att tillföra "nytt genetiskt material" genom inkorsning av vildfångad fisk i Kälarnes avelslinjer. De nya avelsbesättningar som på så vis skapas i Kälarne bör utgöra basen för det fortsatta fiskodlings- och fiskevårdsarbetet med Gullspångslax och Gullspångsöring i Sverige.

Projektet är inte tidsbegränsat.

**Resultat:** Sedan projektets start har nya metoder börjat tillämpas i avelsarbetet i Kälarne. Nya rutiner och protokoll har utarbetats. Ett elektroforeslaboratorium har byggts upp och personal utbildats. Odlingsbakgrunden hos de stammar av vilka avelslinjer hålls i Kälarne har delvis kartlagts. Ett medvetet arbete med att förbättra avelslinjernas "genetiska status" har inletts. Detta går till så att lekfisk fångas på naturlokalen, honorna

kläms på rom som sedan befruktas och transporteras till Kälarna. Den "vilda fisk" som kläcker ur rommen föds sedan upp till könsmognad och korsas in i odlingens egen avelslinje (utkorsning). Vad gäller Gullspångslax och Gullspångsöring har ungar fångats på ursprungslokalen med elfiske och förts till Kälarna för uppfödning till könsmognad. Utkorsningsarbetet i enlighet med utarbetade avelsplaner har påbörjats.

**Personal:** Jan Henricson (projektansvarig), Torleif Andersson, Lars Hanell, Johan Hammar och Olle Ring.

**Finansiering:** Projektet finansieras med 10:6 medel och genom försäljning av fisk och rom från Kälarna, t.o.m 1992-06-30 till viss del även från SJFR. För 1992/93 har finansiering sökts från WWF för täckande av en del av kostnaderna.

## 2.2 Populationsgenetiska studier med ny DNA-teknik

**Bakgrund:** Vanlig elektrofores av isoenzymer är den teknik som dominerat den populationsgenetiska forskningen under de senaste 25 åren, men för vissa frågeställningar ger den helt enkelt för lite information. Det gäller t ex för populationer av lax och röding.

Under 1980-talet har populationsgenetiska studier alltmer övergått till analys av själva DNA-molekylen. Man upptäckte att det fanns en typ av tandemrepeterade sekvenser utspridda i genomet som hade ett motiv av 20-40 baspar och som är några tusen baspar långa. De kom att kallas för "minisatelliter". Det finns flera hundra sådana minisatelliter utspridda i genomet och de är mycket variabla. Variationsrikedomen gör, att om man tittar på tillräckligt många sådana loci samtidigt, har varje individ i princip en helt unik kombination, som skiljer sig från alla andra individers (med undantag för enäggstvillingar). Man har därför myntat begreppet "DNA-fingeravtryck" (DNA fingerprint).

För att detektera en repetitiv sekvens behöver man en komplementär DNA-sträng inmärkt med en radioaktiv isotop, vanligen kallad prob (probe).

Om man använder en unik prob som flankerar en repetitiv region kan man få information om allelerna i ett enda locus. Man talar då om singlelocus-prober. Om man använder en prob som är ett motiv inom den repetitiva sekvensen kan man få information om ett flertal loci samtidigt. Man talar då om multilocus-prober. De senare ger mycket information på en gång, men är svårtolkade. Utvecklingen går därför allt snabbare mot att isolera specifika singlelocus-prober, eftersom de ger en helt entydig information. Vi ser här en enkel Mendelsk nedärvning och informationen kan användas direkt i traditionella genetiska beräkningsmodeller för genetisk identitet, distans osv.

**Målsättning:** 1. Att undersöka hur stor genetisk variation som finns i utrotningshotade stammar av lax, öring och röding. 2. Att undersöka hur stor variation som finns i de avelsstammar av lax, öring och röding som finns vid försöksstationen i Kälarna. 3. Att kontrollera resultatet av förnyandet av avelslinjerna. 4. Att utröna vilka DNA-markörer som är bäst lämpade för populationsgenetiska undersökningar av laxfiskar. 5. Att förenkla provtagnings- och analystekniken så långt möjligt för att nedbringa kostnaderna vid framtida undersökningar.

**Utförande och tidsplan:** För att erhålla den information som behövs och för att få reda på skillnaderna i graden av genetisk variation hos avelsstammarna som är föremål för bevarandearbetet i Kälarna, avser vi att använda en metod som går ut på att analysera minisatellit-DNA med hjälp av både multilocus- och singlelocus-prober. Av biologiska orsaker tar det ytterligare ett par år innan korsningarna mellan vildfångade och odlingsuppfödda avelsfiskar av Gullspångsbesättningarna har genomförts. Först då kan hela utvärderingen av de nya stammaterialen göras. Under förutsättning att medel erhålls kommer projektet att pågå till 1995.

**Resultat:** Preliminära resultat tyder på att det finns en hög grad av individuell variation i de vilda stammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring. Vi har även samlat in prover från kontrollerade korsningar av både lax och öring

för att kunna verifiera nedärvningen av de loci och de alleler som kommer att användas vid utvärderingen, något som stärker resultaten ytterligare.

DNA har hittills isolerats från 35 "vildfångade" laxar och 32 "vildfångade" öringar från Gullspångsälven, samt från 12 harrar. Vi har därvid funnit att det gått bra att isolera DNA från alla vävnader. Muskel gav dock inte alltid bra utbyte. Fettfena gick bra att isolera ifrån, liksom andra fenor. Blod förefaller vara lämpligast, vilket är en fördel, eftersom det ger möjlighet att ta prover på fiskar utan att döda dem (som vid vanlig enzyelektrofores). Prover som tidigare hade använts för elektrofores kunde inte användas, eftersom DNA här var trasigt.

Det bör understrykas att enzyelektrofores och analys av DNA-markörer är två olika metoder för att få fram information om en populations genetiska sammansättning och den ena metoden utesluter inte den andra. De kan istället komplettera varandra och ge en större mängd information, en högre upplösning och därmed bättre möjligheter att dra säkra slutsatser.

**Personal:** Olle Ring (projektansvarig).

**Finansiering:** Medel har sökts från SJFR för perioden 1992/93 - 1994/95.

### 2.3. Utveckling av djupfrysningsteknik för upprättande av en genbank för hotade fiskbestånd

**Bakgrund:** Vid sidan av genetiska förändringar utgör den mycket alarmerande spridningen av smittsamma fisksjukdomar ett ytterligare reellt hot mot bevarandet av hotade bestånd i odling. Att enbart hålla fisk i odling är av dessa skäl otillräckligt. Alternativa tekniker för bevarande behöver utarbetas. En metod som utvecklats på ett lovande sätt sedan 1970-talet är frysbevaring av mjölke i flytande kväve (kryokonsivering).

Trots framgångsrika resultat med djupfrysning av mjölke i laboratoriemiljö rapporteras dock få tillämpningar i odlingssituationer. Befruktningens graden som erhålls vid användning av

djupfrost mjölke varierar också mycket. Det är möjligt att detta beror på variation i det biologiska materialet. Vissa arter är också dåligt eller inte alls undersökta, t ex röding.

Frysbevaring av mjölke öppnar också stora möjligheter att effektivisera avelsarbetet med laxfisk. Resultatet från fisken efter avelsfisk ute i naturen torde kunna förbättras avsevärt. Hanfisk behöver inte sumpas utan kan släppas tillbaka direkt efter strykning. Mjölke från flera års insamling kan användas vid avelsarbetet i odling ett visst år mm. Allt detta erbjuder möjligheter att behålla den genetiska särarten och mångfalden på ett bättre sätt hos de stammar för vilka man upprätthåller avelslinjer i odling.

Ett annat motiv för att tillämpa tekniken och skapa en "frost" genpool är utvecklandet av avelsarbete på laxfisk för matfiskodlingen. Genom att bevara genmaterialet från oselektade hanar från sk kontrollpopulationer ges det förutsättning att i framtiden utnyttja dessa fäder igen. Deras avkomma kan då jämföras med de selekterades, vilket ger förutsättningar att beräkna den realiserade avelsframgången. Om samtidigt också mjölke från selekterade hanar systematiskt läggs in i genbanken för varje ny generation, blir konsekvensen av en eventuell total utslagning av en generation fiskar i avelsarbetet pga av ett sjukdomsutbrott inte så stor, då ett frost, selekterat genmaterial finns att tillgå.

Projektet är ett samarbete mellan Fiskeriverket och Vattenbruksinstitutionen vid SLU.

**Målsättning: 1** Infrysningrutiner och metodik skall utvecklas och anpassas till de arter som kan vara aktuella att lägga in i genbanken. **2** I ett första skede infrysning av genmaterial från Gullspångslax, Gullspångsöring, samt Hornavanröding.

**3** Försök med androgenesis (se nedan), där framförallt reproduktionsförmåga, överlevnad och odlingsbarhet för androgyner skall undersökas (SLU). **4** En ekonomisk utvärdering av kostnaden för inläggning i genbank och återskapande av stammar med hjälp av androgenesis (SLU).

**Utförande och tidsplan:** Som en första åtgärd för att kunna tillägna sig tekniken för frysning av mjölke beslöts våren 1991 att personal från SLU

och Kälarna skulle delta i en kurs i frysning av mjölke vid forskningsstationen i Ims i Norge anordnad av Direktoratet för Naturförvaltning. Så har nu skett och en tillämpning av kunskaperna är möjlig.

Om ekonomiska förutsättningar kan skapas planeras att i Kälarna starta en genbank med djupfrost mjölke från odlad och vildfångad avelsfisk. Det primära målet för verksamheten är att enheten på sikt skall kunna fungera som en nationell genbank för hotade stammar men även användas som en resurs vid genetiska undersökningar. Under hösten 1991 har ett lagringskärl inköpts till Kälarna.

I uppbyggnadsskedet av genbanken kommer experiment med test av infrysningstekniken och en modifiering av denna för olika arter att prioriteras. Av stort intresse när tekniken väl är utarbetad är dock att bredda användningsområdet för genbanken. Detta kan ske genom att integrera en teknik som benämns androgenesis. Tekniken innebär att ägg från en annan stam endast utnyttjas som medium under själva embryonalutvecklingen. Strax före befruktningen förstörs äggens arvs massa med hjälp av UV-ljus. Befruktningen utförs och före den första mitotiska delningen utsätts rommen för en tryck- eller värmechock, vilket resulterar i att äggen ändå blir diploida. Vid nästföljande generations parning med dessa YY-hannar och förut ej använd frysagrad mjölke ökas till en del den genetiska variationen igen. I frånvaro av selektion kommer inavelsgraden av en sådan återuppstånden population enbart att påverkas av det faktiska antalet fäder som utnyttjats för att grundlägga populationen. Med hjälp av androgenesis går det troligen att återskapa utdöda stammar, om man bara är framsynt nog att frysa in mjölke från ett tillräckligt antal individer medan bestånden finns kvar. Forskningsarbetet med genbanksuppbyggnad planeras att starta hösten 1992 och med androgenesis hösten 1993.

**Personal:** Jan Henricson (projektansvarig FiV), Pontus Elvingson (d:o SLU), Torleif Andersson, Göran Engström (SLU), Jan Nilsson (SLU).

**Finansiering:** Projektet är nytt och medel för 3 år med start 1992/93 har sökts från WWF alternativt FiV.

## 2.4 Ekologisk karakterisering av stammar

**Bakgrund:** Olika stammar av laxfisk uppvisar ofta olikheter i en rad ekologiska och etologiska anpassningar. Dessa skillnader som i grunden speglar olikheter i reproduktionsstrategier och olika basala fysiologiska processer kan t ex gälla tillväxtmönster, ålder vid könsmognad, vandringsbeteende och fångstbarhet.

Öring som reproducerar sig i strömmande vatten, men vandrar till en sjö eller ett större älvsel för tillväxt, kan antingen leka uppströms eller nedströms. Tidpunkt och riktning för lekvandring kan skilja mellan olika stammar. Genom olikheter i olika stammars optimaltemperatur uppstår olikheter i födosöksaktivitet och fördelningen av energin till muskel- resp gonadtillväxt under olika temperaturförhållanden. Detta bör t ex speglas i olika stammars tillväxt under olika årstider. Olikheter i födosöksaktivitet och den morfologiska och beteendemässiga anpassningen till olika näringsdjur medför att en viss fiskart inte är lika lätt att fånga på ett visst redskap som en annan. Skillnaderna i fångstbarhet har även observerats mellan olika stammar av samma art.

Kunskap om skillnader i egenskaper av detta slag är av betydelse för fiskevården och behovet av att kunna välja en stam som uppfyller vissa önskade krav eller är speciellt anpassad till den miljö de avses att placeras i.

**Målsättning:** Syftet är att identifiera, beskriva och kartera olika arter och stammar med avseende på en serie specifika ekologiska egenskaper i olika miljöer (tråg, kassar, naturvatten). Målet är att kunna definiera de arter och stammar som i olika geografiska regioner är speciellt anpassade till olika krav och förutsättningar, vare sig det gäller utsättningar i sjöar och vattendrag eller konsumtionsfiskodling.

**Utförande och tidsplan:** Egenskapskartering ingår som delmoment i många av projekten inom projektområdet. I Kälarna med omgivning genomförs jämförelserna under gynnsamma expe-

rimentella förhållanden. Dessa försök är av långsiktig karaktär. Jämförande tillväxtförsök med röding- och öringstammar görs i tråg, kassar och naturvatten. Vandringsbeteende hos öring studeras i cirkeltråg. Huggbenägenhet hos olika stammar undersöks genom provfiske med olika krokredskap på ett standardiserat sätt i naturdammar.

Försöken med vandringsbeteende påbörjades i mars 1989. Försöksutrustningen har byggts på fotocellteknik. Metodproblem, som har med utrustningen att göra, har dock gjort resultaten svåra att utvärdera. Med modifierad utrustning planeras försöken att fortsätta under 1992.

Huggbenägenhetsförsök genomfördes under somrarna 1987-90. Inga ytterligare försök planeras för närvarande. Slutrapportering är planerad till våren 1993.

**Resultat** föreligger från ett antal tillväxtförsök. Ett försök med olika stammar av röding i kassodlingar, samt två försök med olika rödingstammar i trågmiljö har genomförts och avslutats. Resultaten publicerades under 1990. En jämförelse av tillväxten hos röding från Hornavan och Stora Rensjön vid olika temperaturer genomfördes i Kälarne som ett C/D-arbete vid Vattenbruksinst/SLU under 1991. Ett tillväxtförsök i tråg med sex olika öringstammar genomfördes under 1988-1990. Resultaten har bearbetats och kommer att publiceras under 1992.

**Personal:** Torleif Andersson, Johan Hammar, Lars Hanell, Jan Henricson, Ingemar Näslund.

**Finansiering:** 10:6 medel, och försäljning av rom och fisk i Kälarne.

### 3. Utsättningsmaterial och utsättningsmetodik

#### 3.1 Utsättningsförsök med öring i små vattendrag

**Bakgrund:** Odling och utsättning av öring i fiskevårdande syfte är av stor omfattning. Betydelsen av utsättningsmaterialets kvalitet är i detta sammanhang en viktig fråga. Det kan gälla valet av stam, fiskens ålder mm. Delprojektet är ett samarbetsprojekt med projektområdet "... strömlevande fisk" och intresset inom föreliggande målområde gäller främst kopplingen odling - utsättning dvs utsättningsmaterialets kvalitet och då särskilt valet av stam.

**Målsättning:** Syftet är att utvärdera effekterna av utsättningar av öring av olika ålder och stam i mindre vattendrag.

**Utförande och tidsplan:** Olika stammar jämförs med avseende på överlevnad och etableringsmönster. Spridning från utsättningslokalen,

konkurrens med vild fisk, populationstäthet, tillväxt och produktion undersöks. Försöksfisken kommer från försöksstationen i Kälarne och resultaten används i arbetet med att egenskapskartera olika öringstammar. Hittills har en-somrig, ett-årig, två-somrig och två-årig fisk av sammanlagt fyra olika stammar satts ut i fem olika vattendrag i närheten av Kälarne. Uppföljning av utsättningarna har gjorts med elfiske och ibland spärrar. För närvarande bearbetas materialet och resultaten väntas föreligga i manusform under hösten 1992. Några fortsatta utsättningsförsök med större fisk, förutom kompletterande utsättningar av en-somrig fisk planeras inte.

**Resultaten** talar för att utsättningar av öring äldre än ett år i denna typ av vattendrag är verkningslösa, bl a beroende på dålig vinteröverlevnad. Utsättningar av rom och yngel torde därför vara att föredra för stöd och återetablering av öring i rinnande vatten. Avsikten är därför att

med start under 1992 utöka projektet med undersökningar av effekterna av utsättning av rom och yngel.

**Personal:** Ingemar Näslund (projektansvarig), Torleif Andersson, Björn Bergquist och Jan Henricson.

**Finansiering:** 10:6 medel, samt driftmedel i Kälarne.

### 3.2 Introduktion av vandringsöring i små vattendrag

**Bakgrund:** Genom olika former av miljöpåverkan och annan mänsklig verksamhet har många lokala bestånd av vandringsöring, som leker i små rinnande vatten och har sin huvudsakliga tillväxt i sjöar med lämplig foderfisk, slagits ut. En stor del av fiskevården inriktas på vård och återintroduktion av öringbestånd i sådana habitat. Majoriteten av de stammar som idag finns i odling är dock så kallade storälvsstammar, dvs stammar anpassade till uppväxt i större vattendrag. Av den anledningen är det intressant för fiskevården att identifiera och egenskapskartera en sådan vandringsöringstam med sikte på att införliva den i odlingsverksamheten och använda den för utveckling av metoder för återintroduktion.

**Målsättning:** Att bygga upp en lämplig avelsbesättning som start för en avelslinje av vandringsöring i odling. Att etablera eller återetablera vandringsöring i lämpliga vattendrag genom utsättning av odlat material.

**Utförande och tidsplan:** Projektet består av 2 delprojekt.

1. Övre Ljungan är känd för ett flertal vandringsöringstammar. Dessa har undersökts av Utredningskontoret i Härnösand. I ett av biflödena, Oxsjöån, finns en stam som har bedömts som intressant. Avelsfisken genomfördes därför hösten 1990 och 1991 i samarbete med Utredningskontoret och Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i Jämtland. Som ett resultat av dessa har en blivande avelsbesättning startats i Kälarne. Utsättning

av yngel, en-somrig, ett-årig och två-årig fisk kommer att göras i en "tom" bäck. Kontroll görs av etablering, beståndstäthet, tillväxt och utvandring. Ev återvandring av lekfisk ger sedan information om tid för prägling till uppväxtmiljön mm. Projektet är långsiktigt.

2. I ett långsiktigt försök undersöks effekterna av massiva introduktioner av ensomrig öring (vandringsöringstam) i Låktabäcken (Vindelälven, Lappland). Syftet är att etablera ett vandringsbestånd. Fiskeenheten i Västerbottens län är initiativtagare till och huvudman för projektet som genomförs i samarbete med Vattenbruksinstitutionen vid SLU. Försöket påbörjades redan 1983. Fram till 1989 hade 15 400 en-somriga öringar introducerats. Före utsättning odlas fisken i naturdammar i anslutning till bäcken. Överlevnad, tillväxt, etablering, spridning och vandring undersöks med elfiske och fiskspärr. Kontroll av återvandrande lekfisk kommer att pågå ytterligare några år.

**Resultat:** Den introducerade öringen i Låktabäcken har etablerat sig väl och delvis trängt undan den vilda, som är stationär. Öringen av den introducerade stammen blir, i motsats till den vilda, inte könsmogen i bäcken utan vandrar istället ned till sjön Storvindeln. Där livnär den sig på sik med snabb tillväxt som följd. De första registrerade lekmogna (2-3 kg) öringarna återvandrade 1991 till bäcken.

**Personal:** Ingemar Näslund (projektansvarig), Erik Degerman, Jan Henricson, Torbjörn Järvi.

**Finansiering:** 10:6 medel, samt driftmedel i Kälarne, Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i Västerbotten.

### 3.3 Effekter av skillnader i tillväxttakt på överlevnad i naturen, könsmognadsmonster och vandringsbenägenhet

**Bakgrund och målsättning:** Tillväxten hos en fisk påverkar i stor utsträckning könsmognads- och vandringsmonster. Avsikten med försöket är att undersöka hur tillväxttakt och -monster i

odling påverkar könsmognaden och vandringsbenägenheten under experimentella förhållanden, samt överlevnaden i naturen.

**Utförande och tidsplan:** I utsättningsförsöken har Bågede- och Arjeplogsöring från Kälarne använts. Fisken har indelats i grupper som utfodrats i överskott resp utfodrats varannan vecka. För undersökningarna av könsmognadsmönster användes Bågede-, Arjeplogs- och Åsbäcksöring. Den sistnämnda stammen är stationär med tidig könsmognad och kort livslängd och kan sägas utgöra en kontrast till de båda andra stammarna som båda är vandrande och storvuxna med sen könsmognad. Försöken med vandringsriktning vilar för närvarande men kommer att återupptas vid tillgång till bättre teknik (se ovan 2.4).

**Personal:** Ingemar Näslund

**Finansiering:** 10:6 medel, samt driftmedel i Kälarne.

### 3.4 Översomring av öring före utsättning

**Bakgrund och målsättning:** I samarbete med SLU Vattenbruksinst., Utredningskontoret i

Härnösand och Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i Jämtland har ett projekt startats vars syfte är att 1. utvärdera olika utsättningsmetoder, särskilt s k översomring av öring, samt 2. undersöka utsättningsbiotopens betydelse för överlevnaden hos översomrad öring.

**Utförande:** Försöket påbörjades 1990. I delprojekt 1. jämförs effekter av olika utsättningsmetoder. I Bodsjön (Bräcke k:n) sattes tre grupper om 1000 märkta 2-åriga öringar ut: en direkt utsatt i juni, en utsatt efter två veckors acklimatisering i kasse i juni, samt en grupp översomrad i kasse och utsatt i september. I delprojekt 2. märktes 300 öringar/sjö i tolv olika sjöar under 1990. Provfisken och övrig provtagning genomfördes under 1991. Överlevnaden (återfångster-na) korreleras till sjö morfometri, vattenkemi, zooplanktontätheter och fisksamhällets art- och storlekssammansättning. Databearbetning pågår för närvarande.

**Personal:** Ingemar Näslund och Torleif Eriksson (SLU).

**Finansiering:** 10:6 medel, samt Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i Jämtland.

---

## 4. Konsumtionsodling

---

Försöken inom konsumtionsodling sker i nära samarbete mellan Fiskeriverket och SLU/Vattenbruk. Den senare har det direkta forskningsansvaret för denna verksamhet. Försöken är förlagda till försöksstationen i Kälarne

### 4.1 Avelsprogram på regnbåge för konsumtionsodling

Detta grundläggande avelsförsök på regnbågslax för konsumtionsodling har till syfte att klargöra

tillväxtförloppets genetiska variation i olika utvecklingsstadier hos fisken. Utifrån dessa basdata har sedan riktlinjer för ett effektivt avelsarbete på laxfisk utarbetats. Egenskaper som prioriteras i avelsarbetet är hög tillväxt, låg frekvens av könsmognad vid två års ålder, lägre konditionsfaktor och goda slaktkroppsegenskaper. Produktion av enkönspopulationer och triploid fisk ingår också i programmet. Avelsprogrammet är nu inne på sin tredje generation, årsklass 1991.

**Personal:** Pontus Elvingson (SLU)(projektansvarig), Jan Nilsson (SLU), Jan Henricson och Lars Hanell.

**Finansiering:** Stiftelsen Vattenbruksutveckling, SLU, samt Fiskeriverket (bl a överskottsfisk ur projektet).

## 4.2 Avelsprogram på röding för konsumtionsodling

Avsikten med detta delprojekt är att med genetiskt arbete förändra kvalitativa egenskaper hos röding genom avel som riktar sig mot följande mål: ökad tillväxt, bättre foderutnyttjande och goda slaktkroppsegenskaper (bl a köttfärg). Framtaget fiskmaterial skall nyttjas för intensivodling av röding. Skattning görs av genetiska parametrar hos "Hornavanröding". På basis av den genetiska analysen har ett aktivt avelsarbete startats. Programmet har nått till den andra generationen, årsklass 1991.

**Personal:** Jan Nilsson (SLU)(projektansvarig), Jan Henricson och Lars Hanell.

**Finansiering:** Finansiellt stöd och ansvarsfördelning som föregående projekt.

## 4.3 Reglering av laxfiskars energiintag för optimering av foderutnyttjande i odlingsmiljö

Försöken genomförs i Ex-hallen i Kälarne. Demand-feeding utrustning används. Födoaktivitet, födointag, foderutnyttjande och tillväxt vid 3 olika temperaturer studeras på regnbåge och röding. Personal i Kälarne deltar i planering och genomförande. Försöken kommer att pågå under vintern 1991/92 och 1992/93.

**Personal:** Anders Alanärrä (SLU)(projektansvarig) och Lars Hanell.

**Finansiering:** SLU med medel från SJFR.

## Publikationer

**Hammar, J.** 1992. Seasonal shift in interspecific dominance: Evidence from long term studies on diet, and bioaccumulation of benthic radiocesium in sympatric Arctic char and brown trout. (Manuscript.)

**Hammar, J., M. Notter & G. Neumann.** 1991. Radioaktivt cesium i rödingsjöar - Effekter av Tjernobyk Katastrofen. (Extended English summary: Cesium in Arctic char lakes - Effects of the Chernobyl accident). Information från Söt-vattenslaboratoriet, Drottningholm (3):1-152.

**Hammar, J., M. Notter & G. Neumann.** 1991. Northern reservoirs as sinks for Chernobyl Cesium: Sustained accumulation via introduced *Mysis relicta* in Arctic char and brown trout. p. 183-205. In The Chernobyl fallout in Sweden; results from a research programme on environmental radiology. Ed.: **L. Moberg**. Statens Strålskyddsinstitut, Stockholm.

**Hammar, J., J.B. Dempson & E. Verspoor.** 1991. Natural hybridization between Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brook trout (*S. fontinalis*): Evidence from northern Labrador. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48(8):1437-1445.

**Henricson, J.** 1991. Avelsprojektet kan restaureras. Vattenbruk 9(4):5.

**Henricson, J.** 1991. Kälarne en "nyckelresurs". Vattenbruk 9(4):7,16.

**Henricson, J. & O. Ring.** 1991. Conservation plans for the land-locked Gullspång salmon; a case study. p. 19. In The role of aquaculture in fisheries. Proc. NJF-seminar 194, November 1-5, 1990, Reykjavik. Ed.: **H. Lundqvist**. NJF-utredning/Rapp. 72. (Abstract).

**Henricson, J. & U. Steiner.** 1991. Kälarne byggs ut. Nordisk Aquakultur 7(2): 30-31.

**Hill, C., M. Fürst & J. Hammar.** 1990. Introduction of the amphipods *Pallasea quadrispinosa* and *Gammaracanthus lacustris* into lakes in northern Sweden. Ann. Zool. Fennic. 27:241-244.

- Jansson, H., I. Holmgren, K. Wedin, & T. Andersson.** 1991. High frequency of natural hybrids between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *S. trutta* L., in a Swedish river. *J. Fish Biol.* 39(Suppl.A):343-348.
- Johansson, A.** 1991. Tillväxt hos röding. Jämförande tillväxtsstudie av två stammar i olika temperatur. Rapportserie, Biologisk Grundutbildning, Umeå Univ. 1991:4. 12 p.
- Larsson, P, J. Hammar & M. Klavins.** 1992. Persistent pollutants in normal and dwarfed populations of sympatric Arctic char. (Manuscript.)
- Nordlinder, S., U. Bergström, J. Hammar & M. Notter.** 1992. Modelling turnover of Cs-137 in subarctic salmonid ecosystems. (Manuscript.)
- Nyman, L.** 1991. Conservation of freshwater fish. Protection of biodiversity and genetic variability in aquatic ecosystems. Fisheries Development Series 56. Swedmar & WWF. 38 p.
- Näslund, I.** 1991. Effects of temperature, season and feeding conditions on the rheotactic behaviour of two stocks of landlocked Arctic char. *Nordic J. Freshw. Res.* 66:108-114.
- Näslund, I.** 1991. Låktaprojektet. Verksamhetsrapport för 1990. Fiskeriverkets försöksstation, Kälarne. 4 p. (Stencil.)
- Näslund, I.** 1991. Fishery management in Sweden. *Freshwater Catch* 46: 21-24.
- Näslund, I.** 1992. PM angående avelsfiske i Oxsjön 1991. Fiskeriverkets försöksstation, Kälarne. 4 p. (Stencil.)
- Näslund, I.** 1992. Survival and distribution of pond- and hatchery-reared 0+ brown trout, *Salmo trutta* L., released in a Swedish stream. *Aquacult. Fish. Mgmt.* (Under tryckning.)
- Näslund, I.** 1992. Överlevnad, tillväxt och spridning hos öring utsatt i små vattendrag. Ms för Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.
- Näslund, I. & J. Henricson.** 1992. Tillväxt- och könsnognadsmönster i odling för sex stammar av öring. Ms för Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.
- Paaver, T.** 1991. Elektroforetisk undersökning av romproteiner hos laxfisk. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4):49-62.
- Ring, O. & L. Hanell.** 1991. Analys av odlingsmaterialet av röding vid Fiskeriverkets försöksstation i Kälarne: Hornavan, Ottsjön, Stora Rensjön och Torrön. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4):23-38.
- Verspoor, E. & J. Hammar.** 1991. Introgressive hybridization in fishes: the biochemical evidence. *J. Fish Biol.* 39(Suppl.A):309-334.

# Biologiska och fysikaliska faktorers inverkan på strömlevande fisk

Projektområdesansvarig: Laborator Torbjörn Järvi

## Bakgrund

Intresset för att exploatera fiskbestånd, som har sin hemvist helt eller delvis i strömmande vatten, är idag mycket stort bland både yrkesfiskare och sportfiskare. Naturligtvis är detta intresse först och främst riktat mot lax och öring, men också andra arter har stor betydelse, såsom harr, nejon-öga och ål. Vi önskar beskatta denna resurs, men har ofta svårt att avgöra var gränsen går mellan ett ansvarsfullt utnyttjande av en fiskeresurs och en överexploatering. Det är samtidigt viktigt att inte reducera den genetiska mångfalden i vår natur. Därför har intresset för utrotningshotade och sällsynta fiskarter ökat starkt under de senaste åren. Strömmande vatten har i sig en låg artrikedom, varför bevarandenaspekten är speciellt viktig i denna miljö.

Idag satsar både offentliga myndigheter och olika organisationer stora belopp på både fiskefrämjande åtgärder och faunavård i strömmande vattensystem. Tyvärr har vi för närvarande mycket små möjligheter att utvärdera vilken långsiktig effekt dessa åtgärder har på fiskbestånden och miljön. Det finns emellertid anledning att befara att de flesta åtgärder har haft en ringa positiv långsiktig effekt och ibland kan åtgärden till och med haft en negativ effekt på ekosystemet. Vi behöver bara erinra oss om den negativa effekt

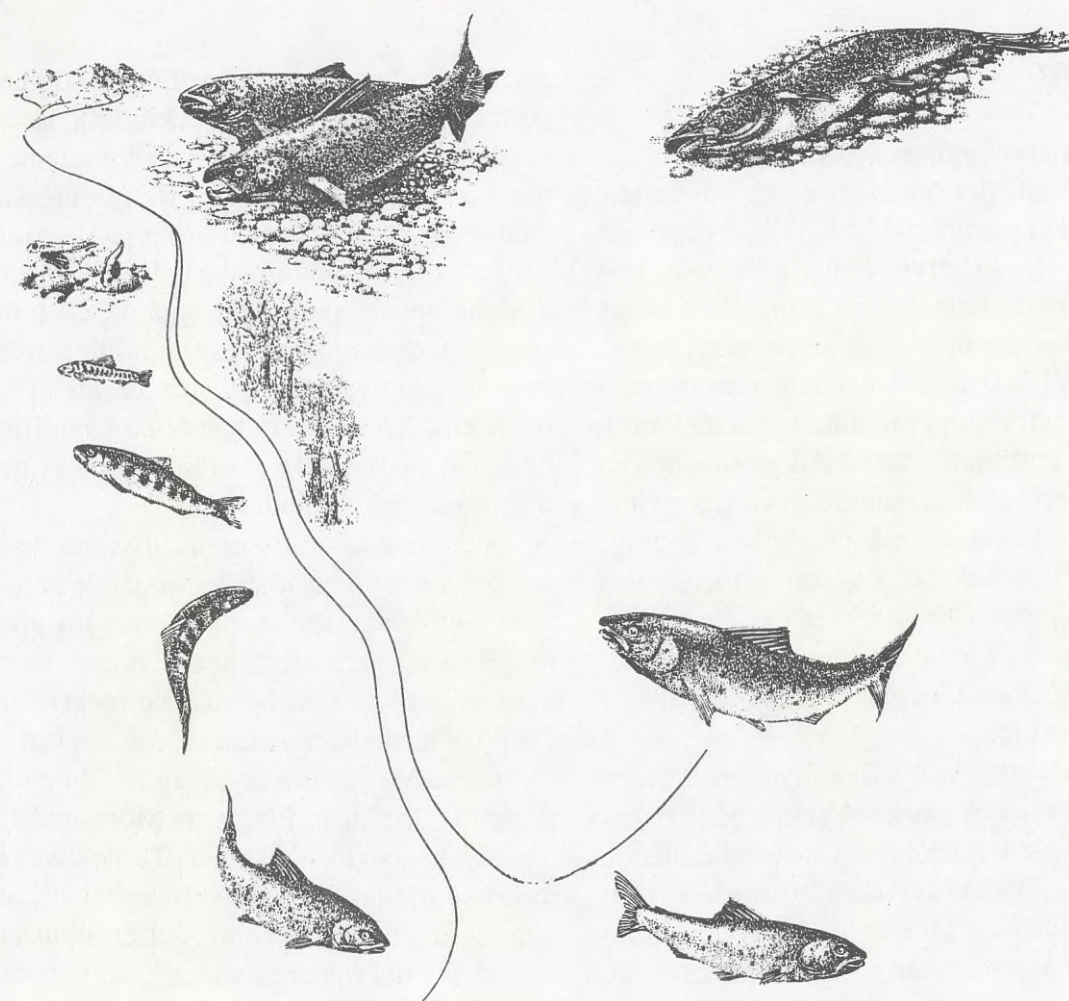
utsättningar av olika arter av födodjur (t ex *Mysis*) och främmande arter (t ex bäckröding, kanadaröding) har haft på det akvatiska ekosystemet samt hur lite vi vet om den långsiktiga effekten av stödutsättningar av odlad öring på det rinnande vattnets ekosystem. Orsaken till att vi varken kan designa specialanpassade åtgärds paket för det strömmande vattnets ekosystem eller utvärdera dess långsiktiga effekt, beror på att vi saknar tillräcklig kunskap om hur olika kvantifierbara biologiska och fysikaliska faktorer styr utvecklingen hos fiskbestånden.

Sötvattenslaboratoriet hittillsvarande verksamhet inom arbetsområdet rinnande vatten har huvudsakligen utförts som 'en-persons-projekt'. Projekt som varit arbetsintensiva och med små kontaktytor utåt. Ofta har dessa projekt resulterat i dellösningar av ett specifikt problem i en specifik miljö. Med andra ord man har inte erhållit generella lösningar. Elfisken i Mörrumsån säger inte mycket om förhållanden i Torneälven. Föreliggande förslag till arbetssätt syftar till att dra nytta av den samlande kompetensen inom ämnesområdet 'fisk i rinnande vatten', där vi redan har stor kunskap, men inte lyckats syntetisera och samla vår kunskap! Genom att arbeta inom ett projektområde inom mindre moduler med stort överlapp och en gemensam målsättning/inriktning kan stora samordningsvinster erhållas.

Idag har vi inom landet en begränsad förståelse för den samlade effekten av de faktorer som dimensionerar fiskproduktionen i ett rinnande vatten. Den begränsade förståelsen beror dels på att en kunskapssamordning saknas och dels på att man saknar insikt i hur viktiga fysikaliska och biologiska faktorer påverkar det strömmande vattnets ekosystem. Bland fysikaliska faktorer kan nämnas klimat, jordmån, vattenföring, fallnivå och vattenkvalitet. Bland biologiska faktorer kan nämnas näringskonkurrens mellan och inom arter, predation (inkl. parasiter), habitatval och reproduktion. Sötvattenslaboratoriet har därför beslutat att prioritera studier, som har som mål att klarlägga och sammanställa dessa frågor.

## Målsättning

Klarlägga hur biologiska och fysikaliska faktorer påverkar val av olika livshistoriestrategier och därmed dimensionerar fiskbeståndens abundans och populationsdynamik i strömmande vatten. Kunskapen skall samlas i ett antal kvantitativa modeller som gör det möjligt att förutse hur förändringar i nyttjande eller miljön påverkar fisksamhället. Som en prioriterad delmålsättning ingår att utveckla metoder för att öka fiskproduktionen samt utvärdera konsekvensen av att introducera nya arter och stödutsättningar i strömmande vatten.



Figur 1. Olika livsstadier hos vandrande lax och öring.

## Projektstruktur och metodik

Det grundläggande problemet individen står inför är att välja det habitat som gör att han/hon minimerar risken för att bli dödad av en predator (rovdjur/parasit) samtidigt som individen skall maximera sin tillväxt. Inom modern ekologisk forskning är individen den operativa enheten. Detta medför att man studerar hur olika faktorer

påverkar individens livsmönster och hur det i sin tur påverkar fisksamhällets dynamik. Tillväxten i sin tur påverkar individens möjlighet till att föröka sig, vilket är den avgörande drivkraften i naturen. Stor honfisk producerar flera och större ägg och har därmed, teoretiskt sett, större reproduktionsframgång. Tillväxten påverkas av både biologiska och fysikaliska faktorer, såsom födo-konkurrens mellan och inom arter, förekomst av rovdjur (dvs individen måste avsätta mer energi till försvar), klimat, struktu-

ren på ån/älven. Summan av dessa interaktioner styr sedan populationsdynamiken.

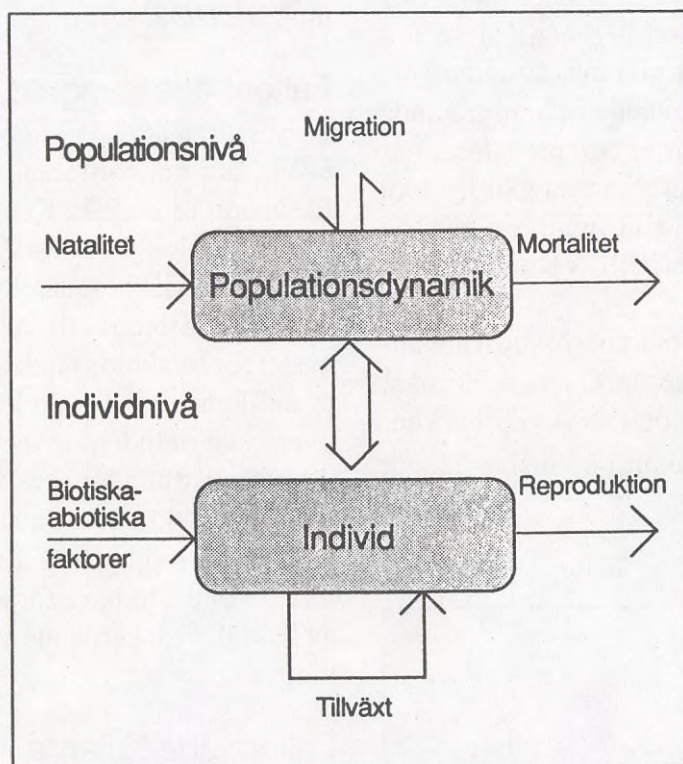
Många fiskeribiologiskt intressanta arter lever helt eller delvis i strömmande vatten. Bland dessa arter kan nämnas lax, öring, harr, ål, nejonöga, flodkräfta och signalkräfta. Naturligtvis ligger det inom Sötvattenslaboratoriets ansvarsområde att bedriva studier som kan leda till att vi kan utveckla metoder för fiskefrämjande åtgärder för alla intressanta arter i strömmande vatten. På grund av bristande ekonomiska resurser, kan vi idag inte genomföra sådana omfattande studier,

utan tvingas begränsa vår verksamhet. Vi har därför beslutat att koncentrera våra resurser på att studera de fysikaliska och biologiska faktorer som styr öringens abundans och populationsdynamik. Öringens livsmönster är mycket komplicerat och det krävs därför ingående kunskap om vilka mekanismer som styr utvecklingen av dessa olika alternativa livsmönster för att kunna förutse effekter av olika fiskefrämjande åtgärder.

Vad är det som gör att man får stationära bestånd i en bäck när man i stället vill ha sjövandrande bestånd? Varför blir det bara små öringar i ett strömlevande bestånd? Varför ökar inte bestånden vid stödsättningar? Varför leker inte öringen i ån trots att man gjort stora 'habitatbefrämjande' åtgärder? Det här är några av de frågor som man inte kan besvara tillfredsställande idag på grund av brist på fundamental kunskap om de faktorer som styr öringens livsmönster och därmed indirekt dess

abundans och populationsdynamik.

Projektet skall ses som en helhet, men av praktiska skäl så har vi delat upp projektet i olika delprojekt med olika delmål och separat finansiering. Fältarbetet kommer i huvudsak att bedrivas i några få år som dränerar till Vättern, i någon eller några bäckar i närheten av Fiskeriförsökstationen i Kälarne och i Kungsådran i Dalälven. Den experimentella delen kommer att bedrivas dels i StrömvattenEkologiska Laboratoriet i Älvkarleby och vid Fiskeriförsökstationen i Kälarne.



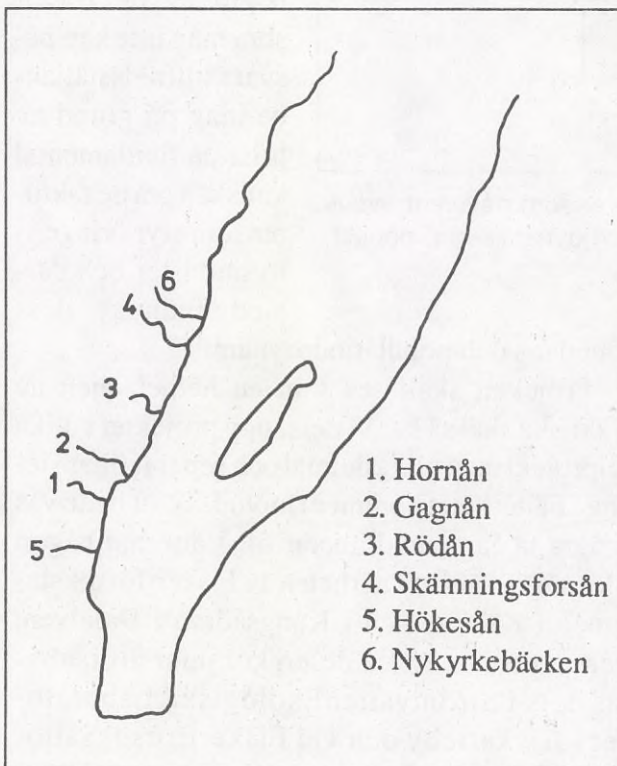
Figur 2. Samband mellan faktorer som påverkar individens reproduktionsframgång och dynamiken i populationsstrukturen.

## Område för fältundersökningar och experimentanläggningar

### Fältområde Vättern

Inom projektet har vi gjort en inventering av tänkbara åar och bäckar där vi skulle kunna genomföra vårt fältarbete. Kriterierna för vårt val av strömmande vatten har varit att det inte får vara för stort; flera åar av samma typ skall finnas i närheten av varandra; bestånden av öring får inte vara för stora; vi skall ha möjlighet till att ha full kontroll på de individer som finns i systemet; det skall finnas både strömlevande och migrerande bestånd; konkurrerande arter och predatorer bör finnas i några av åarna. Efter att ha gått igenom olika alternativ har vi till slut funnit ett område med bäckar som dränerar till Vätterns västra strand.

Följande åar har vi primärt beslutat att använda vid vårt fältarbete: Hökesån, Gagnån, Hornån, Rödån, Skämmningsfors och Nykyrkebäcken. Åarna har liknande struktur, inklusive längd,



Figur 3. Lokalisering av de olika försöksbäckarna

vattenföring, fallhöjd, vattenkemi och temperatur. Det finns öring i alla åarna. Det finns både strömlevande och vandrande bestånd och i några av åarna finns det också konkurrerande arter såsom bäckröding. I Gagnån bedrivs idag ett omfattande monitoringprogram (vattenkemi, bottendjur och fisk) i Sötvattenslaboratoriets regi. I flera andra av åarna har fiskbestånden följts vart annat - vart fjärde år under 80-talet. Etableringen av detta fältområde är beroende av medelstilldelning bå 92/93.

### Fältområde Kungsådran

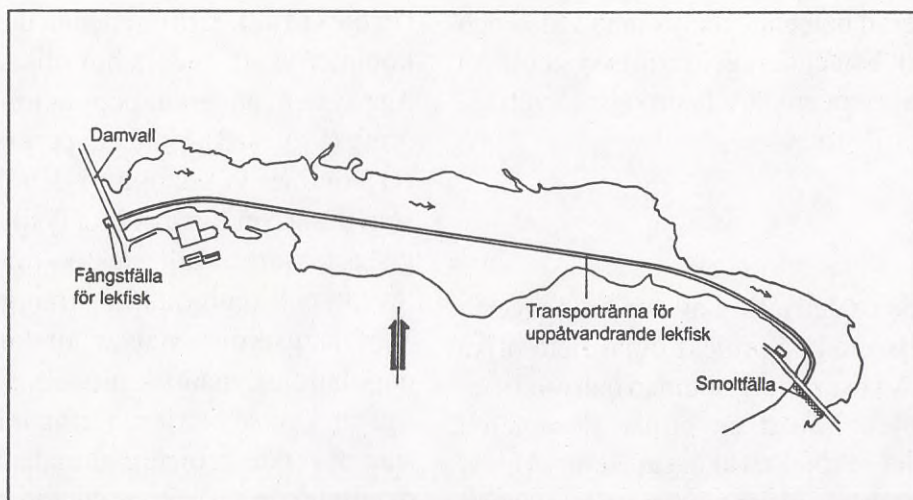
Kungsådran är den sista outbyggda forsen i Dalälven, där det fortfarande finns lekmöjligheter för anadrom laxfisk. Kungsådran tjänar nu som en referenslokal för forskning och vi följer för närvarande fiskbeståndens utveckling med hjälp av standardiserade elfisken. Älvsträckan är också avsatt för forskningsändamål, och för att förbättra möjligheterna för att kunna få bättre kontroll över fiskbeståndens utveckling planeras att bygga en fångstfälla för utvandrande smolt och uppvandrande adult fisk. En sådan konstruktion skulle ge unika möjligheter att utföra fältexperiment under kontrollerbara förhållanden. Tillkomsten av fiskfällan är beroende av extern medelstilldelning.

### Fältområde Kälarne

För att få ett motsvarande undersökningsområde i norra Sverige har vi också planerat att genomföra en serie experiment i en å som dränerar till ett sjösystem i närheten av Kälarne. För närvarande pågår en inventering av lämplig lokal.

### Fiskeriförsökstationen i Kälarne

Flera av delprojekten kommer att genomföras experimentellt under semi-naturliga och laborativa förhållanden vid Fiskeriförsökstationen i Kälarne. Stationen består dels av en odlingsavdelning och dels en experimentavdelning. På stationen odlar man idag olika stammar av både öring och röding, som kan användas till experimentell verksamhet. I experimentavdelningen kan man bl.a. styra både temperatur och ljus, vilket medför att det går att genomföra experi-



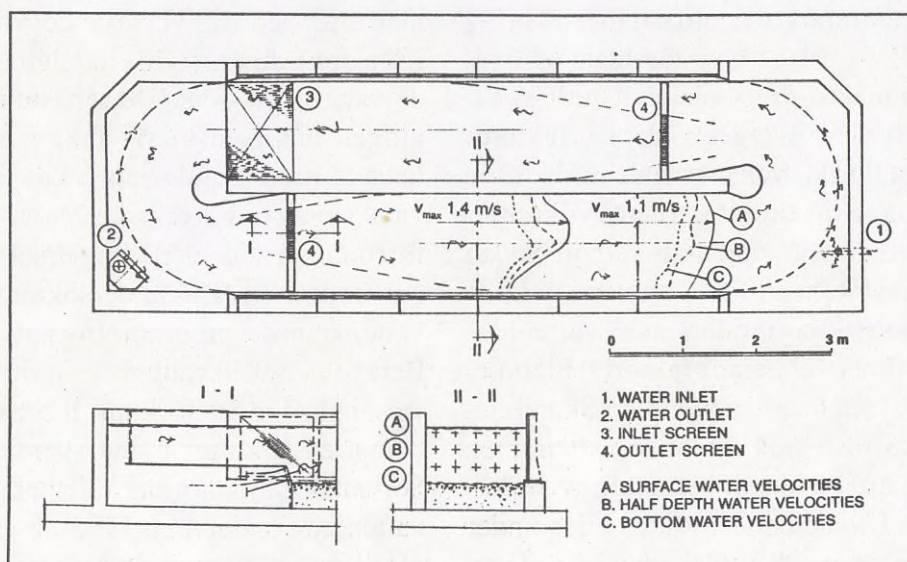
Figur 4. Översikt av Kungsådran med inritad smoltfälla, uppvandringsränna för lekfisk och fångstfälla för avelsfiske.

ment där man har kontroll både på de fysikaliska och biologiska faktorerna. I anslutning till stationen finns en å. I denna å planerar vi att bygga upp en experimentsträcka, där vattengenomströmningen kan styras och där man kan fånga upp de fiskar som vill vandra uppströms respektive nedströms. Det planläggs att installera utrustning för automatisk registrering av PIT-tag märkt fisk.

### Fiskeriförsökstationen i Älvkarleby

Fiskeriverket har under de senaste åren byggt upp ett StrömvattenEkologiskt Laboratorium i Älvkarleby (SEL). Akvariefaciliteterna består dels av ett strömakvarium och ett bäckakvarium.

På SEL har vi nu byggt upp ett strömakvarie (10x3m) med roterande vattenmassa utan hinderande framdrivnings-anordningar, som hinder för fiskens rörelse. I strömakvariet kan vi manipulera fysikaliska miljfaktorer såsom ljus (t ex astronomisk ljusregim), strömhastighet (0-1,5 m/s), temperatur, vattenkvalitet. Dessutom kan vi också naturligtvis manipulera biologiska faktorer såsom födotäthet, individtäthet och olika typer av predatorer. Bäckakvariet består av en serie rännor som kan kombineras till en längre bäck på max 40 m. Här finns också möjlighet att variera strömhastighet, substratkvalitet, temperatur m.m. I tillägg till akvariefaciliteterna finns det möjlig-



Figur 5. Schematisk ritning över strömakvariet på SEL.

het för avancerad beteendeanalys mha video och ett datoriserat beteenderegistreringssystem. Vi kan också analysera enklare fysiologiska variabler relaterade till stress.

## Projekt

Vår nuvarande organisering av forskningsverksamheten är baserad på projekt inom flera olika målområden. Vi har nu fört samman och modifierat dessa projekt så att de bildar stommen i projektområdet. Projektet är organiserat så att vi med hjälp av data från elfiskeregistret kommer att kunna avslöja vilka samband det finns mellan olika fysikaliska och biologiska faktorer och förekomsten av öring i strömmande vatten

(Projekt 1, 2). Utifrån denna deskriptiva modell kommer vi att studera hur olika faktorer i naturliga system påverkar populationsdynamiken hos öring (Projekt 3). Under experimentella betingelser kommer vi sedan att i detalj testa hypoteser som beskriver hur av olika fysikaliska och biologiska faktorer skall påverka individernas överlevnad och reproduktionsframgång (Projekt 4). Vårt långsiktiga mål är att kunna designa en populationsdynamisk modell, som gör det möjligt att förutse hur förändringar i miljön av olika slag påverkar öringens abundans. Parallellt med ovanstående projekt, studerar vi hur miljö och fiskevårdsåtgärder påverkar olika fiskarters abundans i det strömmande vattnets ekosystem (Projekt 5).

---

## 1. Övergripande styrfaktorer för fiskfaunan i strömmande vatten

---

**Bakgrund:** Vad som reglerar fiskfaunan i små rinnande vatten i Sverige är ringa studerad. Det bedrivs däremot en omfattande elfiskeverksamhet inriktad på att kvantifiera förekomsten av laxfiskungar. De vetenskapliga studier, som bedrivs, har koncentrerats till enartsstudier av öring eller lax och då har ofta tonvikten lagts på livsstrategier eller makro-/ mikrohabitatstudier. Ytterst få analyser av övergripande styrfaktorer föreligger. Emellertid tycks invandringshistoria och klimat spela en mycket stor roll för vilka arter som kan påträffas i ett rinnande vatten. Sedan länge är det också känt att förekomsten av skilda arter inom ett vattendrag modereras av vattenhastigheten och därmed relaterade faktorer. Flertalet av de fiskarter, som lever i sötvatten i Skandinavien, kan påträffas i små rinnande vatten, men endast ett fåtal arter är strikt beroende av strömmande vatten. Under delar av året eller under några få år kan arter till "sjölevande" fisk förekomma i rinnande vatten nära sjöar. Dessa sjöar

utgör kolonisationskällor, som kontinuerligt försörjer de rinnande vatten med fisk. På samma sätt utgör de strömmande vatten kolonisationskällor för "strömlevande" fisk, vilka näringsvandrar till sjöar. Eftersom sjöarna försörjer de rinnande vatten med arter och vice versa, är det viktigt att komma ifrån den tidigare rigida indelningen i strömmande vatten och sjöar. De senaste åren har försurningen blivit en viktig faktor och i ca 1/3 av landets strömmande vatten kan faunan beräknas vara negativt påverkad. Denna faktor är gravt försummad vid elfiskeundersökningar i landet och endast ett fåtal undersökningar tycks ha ett vattenkemiskt program, trots att utvärderingar i flera fall visat att vattenkemin varit den viktigaste variabeln för att förklara utbredning och förekomst av fiskarter i små svenska vattendrag. I Sötvattenslaboratoriets elfiskematerial från 25 vattendrag under åren 1983-88 visade det sig att pH tillsammans med vattendragets tvärsnittsarea (bredd\*medeldjup) gav den bästa förklaringen

till antalet arter i ett system. Således är det av vikt att känna till försurningsbelastningen i ett vattendrag för att förstå fiskfaunans sammansättning.

**Målsättning:** Föreliggande projekt syftar till att genomföra en analys av övergripande styrfaktorer för fiskfaunans förekomst, sammansättning och enskilda arters styrka i små rinnande vatten. Målsättningen skall vara att kunna förklara utbredning och täthet av fiskarter i rinnande vatten i relation till övergripande fysikaliska och biologiska styrfaktorer. Arbetet skall mynna ut i en teori och matematisk modell över utbredning och populationsstyrka av fiskarter i strömmande vatten.

Syftet med en sådan övergripande modell är att ge ett enkelt instrument för fiske- och miljövård i små strömmande vatten. Med hjälp av simuleringar skulle t.ex. effekten av olika förändringar i vattendraget (dammar), förändringar i vattenföringsvariationer (regleringar), förändringar i avrinningsområdet (hyggen, energiskogsodling) samt framtida effekter av ett förändrat klimat kunna studeras. Vidare kan effekten av nyintroduktioner av arter i sjöar och vattendrag värderas för fiskfaunan i det strömmande vattnet.

**Metodik:** Arbetet innebär initialt en sammanställning av befintliga data sedermera kompletterat med verifierande experiment och fältstudier där hypoteser/modeller skall testas. Möjligheten för att genomföra en sådan analys har ökat genom tillskapandet av Sötvattenslaboratoriets elfiskeregister. Elfiskedata kan nyttjas mer om ytterligare data tillförs från Geografiska Informations System (GIS). Ex. kan uppgifter om lokalklimat, jordmån, högsta kustlinje, skogstyp m.m. tillföras via dator. Större naturliga vandringshinder torde inte finnas registrerade, men kan för större vattensystem sammanställas och dataläggas. Elfiskeregistret kommer att dra nytta av arbetet genom att GIS möjliggör att de digitaliserade kartorna över fysikaliska faktorer kan användas även för framtida tillkommande lokaler.

#### Resultat:

- Fyra fiskesamhällen i rinnande vatten har identifierats. Indelningen är mest beroende av fy-

sikaliska faktorer, främst vattendragets storlek (stabilitet), avstånd till sjöar/hav samt klimat.

- Predation har visats ha stor betydelse för abundansen av öring, röding och elritsa.
- Biologiska interaktioner för övrigt manifesteras mest som 'competitive segregation', vilket leder till en lateral segregation. Effekten av denna är dock begränsad.
- Längdtillväxt hos årsungar av öring kan till 60% förklaras med klimat (och förklaringsgrade kommer sannolikt att öka när detaljerade vattentemperaturdata finns). En modell för årsungars tillväxt är under utarbetande.
- En predikativ modell över förekomst av gädda i rinnande vatten har upprättats. Denna modell kan användas för att bedöma sannolikheten att gädda skall dyka upp efter en storskalig biotopvårdsåtgärd, dämning etc.
- Försök med rom och yngel har visat effekter av kortvariga surstötter på fisk i rinnande vatten. Eftersom 30-40% av vattendragen bedöms utsatta har detta en mycket stor betydelse för möjligheten att predicera fiskfaunan i rinnande vatten.
- Försurning och kalknings inverkan på fiskfaunan har därför beskrivits i flera arbeten.
- Interaktion mellan öring och lax har beskrivits i ett par arbeten. Dessa har visats att fysikaliska faktorer (vattenhastighet) är viktigast och att artinteraktion har betydelse, men medan lax kan utnyttja örings habitat kan ej öring till fullo utnyttja laxens.
- Dessutom har under sammanställningsarbeten en mängd andra fenomen i rinnande vatten beskrivits kortfattat: Effekten av grumling; effekter av torrår; temperaturberoende vandringsringar; effekter av ändrad minimitappning; rekolonisationsmönster.

**Tidsplan:** Projektet är inte tidsbegränsat. Delrapportering sker hösten 1993.

**Personal:** Erik Degerman.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av 10:6 och D2-medel.

## 2. Elfiskeregistret

**Bakgrund:** Elfiskeinventeringar över hela landet har utförts sedan åtskilliga år tillbaka av utredningskontor, länsstyrelser, fiskevårdsföreningar, kommuner etc. Dessa elfisken (ca 1 000/år) har sedan använts i utredningar av vattenmål och i andra sammanhang. Resultaten har oftast endast använts lokalt och har därför inte varit så lättillgängliga för andra med tanke på den geografiska spridningen. FV har därför upprättat en central databas på Sötvattenslaboratoriet för att samla resultaten av alla elfisken som utförs i landet. Inrapporteringen var knuten till elfisketillståndet som tidigare utfärdades av utredningskontoren och Fiskeriverket centralt.

**Målsättning:** Att i första hand, registrera alla elfiskelokaler med inrapporterade elfiskedata. Dessutom i mån av tid registrera äldre elfiskedata ur publicerade rapporter o dyl. Målsättningen är också att sprida vetskapen om att databasen finns och vad den kan användas till genom att, ex en gång per år, göra generella sammanställningar och bearbetningar av materialet. Vidare syftar registret till en standardisering av elfiskemetodik och rapporteringsrutiner.

**Metodik:** Från 1 juli 1991 lämnar också länsstyrelserna elfisketillstånd och inrapporteringen till elfiskeregistret är därför nu frivilligt. Databasen är tillgänglig för alla och ska, utan att enskilda resultat används, kunna besvara ett flertal olika frågeställningar; såsom vilken fiskfauna håller en viss region eller vattendrag, vad är en "normal" beståndstäthet av öring, beräkna beståndstätheten och storleken på olika fiskarter i

rinnande vatten. Databasen ska också kunna användas som referensmaterial och ligga till grund för fiskevården i strömmande vatten. Inrapporterade elfiskelokaler och elfisken kompletteras med uppgifter om lokalens altitud, avstånd från uppresp nedströms liggande sjö, avrinningsområdets storlek uppströms lokalen, andelen sjö inom avrinningsområdet etc. Tätheten av antalet fiskar/100 m<sup>2</sup> beräknas med hjälp av Zippin-metoden. Registret består av fem separata databaser som kopplas med X- och Y-koordinater (enl RAK-systemet) och provfiskedatum för resp elfiske.

**Resutat:** Hittills har 1 302 st lokaler och 1 477 st elfisken registrerats sedan projektets början hösten 1989 (Fig. 6). Till en början gick rapporteringen trögt så registret kompletterades med äldre data (207 st lokaler) från publicerade rapporter.

Under 1989 inrapporterades 401 st elfisken, under 1990 inkom 771 st (totala antalet elfisken/år ca 1 000 st) och från 1991 års fisker har hittills ca 550 st elfisken inrapporterats. För närvarande finns elfisken registrerade från i stort sett hela landet. Vissa län är mycket väl täckta medan det i några län (Sörmlands och Gotlands) endast finns ett fåtal lokaler registrerade. Utredningskontoret i Luleå har fortfarande inte sänt in sina elfisken trots påstötningar.

**Tidsplan:** Projektet är inte tidsbegränsat. Delrapportering sker varje år.

**Personal:** Berit Sers.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av 10:6-medel.



Figur 6. Registrerade elfiskelokaler t o m december 1991 (N=1 302 st).

---

### 3. Livshistoriestrategier och populationsdynamik hos sjövandrande öring

---

**Målsättning:** Detta projekt syftar till att klarlägga vad som dimensionerar beståndsstorleken hos sjövandrande öringsbestånd.

**Metodik:** I flera naturliga bestånd kommer vi att studera framgången i olika livshistoriestrategier under olika förutsättningar genom att uppskatta reproduktionsframgången (eng. fitness) för respektive strategi. Vi kommer att studera två typer av strategi-set och deras sammankoppling: migrationsstrategier (stationäritet vs sjövandring) och reproduktionsstrategier (t ex val av ålder vid könsmognad och hur många gånger fisken leker under sin livstid). Vi vill också studera effekten av miljöpåverkan på val av livshistoriestrategi. Vi kommer att följa ensomriga individer under deras resterade liv och kommer därmed att få kunskap om ynglens täthet, födobeteende, predationsrisk, somatisk tillväxt, ålder vid smoltifiering, predationstryck, fisketryck, vandringsstrategi, ålder vid könsmognad, fekunditet, social dominans, primära och sekundära könskaraktärer, täthet av lekfisk, reproduktionsresultat, totalt deponerad rommängd m.m. I första fasen av studien kommer vikten att läggas vid studium av de mekanismer som inducerar smoltutvandring och ålder vid könsmogning, dvs förhållandet mellan tillväxt, predationsrisk och reproduktiv framgång. Försöken kommer att utföras i tre geografiskt olika områden. Vi planerar att starta upp projektet i sex små åar som dränerar till

Vättern (se ovan). I tillägg kommer vi att initiera en etablering av en försöksbäck vid Kälarne. Efter att fångstfällan i Kungsådran förhoppningsvis har blivit färdig, avser vi att starta upp en motsvarande studie i Dalälven.

**Resultat:** Skall utmynna i en kvantitativ dynamisk beståndsmodell. Utgående från denna skall utfallet av förändrade förutsättningar i form av ändrad beståndstäthet av ungar, (t.ex. som en effekt av vattenreglering och försurning, eller en följd av utsättning av odlad fisk) eller minskad lekfiskåtervandring (ökat fiske) kunna predikteras.

**Tidsplan:** Projektet avses att vara långvarigt. Orsaken till detta är att öringens ålder vid könsmognad är 2-6 år vilket medför att det tar lång tid att följa utvecklingen av en årsklass. Genom att dels följa en årsklass under flera år och samtidigt ha ett antal parallella åar kommer dock resultat att uppnås relativt snabbt. För att utprova metodiken föreslås att endast en å undersöks första året.

**Personal:** Erik Degerman (projektansvarig), Arne Johlander, Torbjörn Järvi, Anna Löf, Birgitta Niejahr, Ingemar Näslund, Per Sjöstrand, Berit Sers.

**Finansiering:** Nytt projekt, medel sökt från D1, D2 och 10:6-medel.

---

### 4. Experimentella beteende-ekologiska studier av öring i strömmande vatten

---

**Bakgrund:** Inom ramen för detta projekt studerar vi hur olika beteende-ekologiska faktorer påverkar öringens val av livshistoriestrategi, och

hur detta val i sin tur påverkar individens reproduktionsframgång i vidare betydelse (eng. fitness).

**Målsättning:** Att kunna utvärdera effekten av stödutsättningar och introduktion av konkurrerande arter på vilda bestånd av öring.

**Resultat:** Kommer att användas i utveckling av förbättrade fiskevårdsåtgärder.

I projektet ingår tre delprojekt.

**Tidsplan:** Projektet är inte tidsbegränsat.

**Personal:** Torbjörn Järvi, Anna Löf, Birgitta Niejahr.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av D1, D2 och 10:6-medel.

#### 4.1 Effekt av domesticering på öringens livsmönster

Under de senaste decennierna har man i vårt land odlat öring i stor skala för utsättning i naturliga bestånd. Man har idag stora farhågor för att kontinuerliga utsättningar av odlad fisk skall påverka den genetiska konstitutionen och därmed de fenotypiska egenskaperna hos vildfisken på flera sätt.

##### Reproduktionsstudier

Trots att man har studerat öringens biologi från många olika aspekter, vet vi väldigt lite om dess reproduktionsbiologi. I detta projekt försöker vi först att klarlägga hur individens storlek, utveckling av primära och sekundära könskaraktärer och honans och hanens lekbeteende påverkar respektive individers reproduktionsresultat. Höstens studier visade att dominant hanar försvarar och uppvaktar de honor som har börjat gräva lekgröpar. De subdominanta hanarna blandar sig inte i så stor utsträckning i lekförberedelserna utan står på behörigt avstånd bakom paret. När dessa sedan leker smyger sig den subdominanta hanen fram till paret och släpper sin mjölke. Frekvensen av lyckade inblandningar av subdominanta hanar i leken är låg. Dominanta hanar har mer utvecklade sekundära könskaraktärer, såsom större fettfena i relation till kroppslängden, jämfört med de subdominanta hanarna. Det primära

målet med detta delprojekt är att avslöja om den reducerade sexuella selektionen under odling påverkar fenotypens fysiologi, morfologi och beteende jämfört med vild öring. Studien har enbart pågått under en lekperiod, men preliminära resultat visar att vilda hanar har relativt större fettfena jämfört med odlade hanar och att odlade honor lekte före de vilda. Utöver dessa resultat kunde vi inte statistiskt säkerställa några skillnader i fysiologi, morfologi eller lekbeteende mellan de två kategorierna. Projektet kommer att fortgå i ytterligare två år.

Förutom beteendestudierna håller vi på med att analysera data på avelsfisk fångad i Dalälven från 1937 fram till idag. Detta ger oss en unik möjlighet att bedöma om vissa biologiska parametrar har förändrats över tid, såsom tidpunkten för när honorna ovulerar, förändringar i fekunditet och storlek. Från och med i år samlar vi in mer detaljerad information om vild och odlad fisk i avelsfisket, som gör det möjligt att analysera tillväxten och åldern på fisken i älv och havsfasen, utveckling av primära (fekunditet och spermatokrit) och sekundära (nos, käke, krok, och fettfena) könskaraktärer.

##### Yngelstudier

Idag anser man att mortaliteten och tillväxten hos vilda öringyngel är täthetsberoende under den tidiga uppväxten. Orsaken till detta samband är inte klarlagt. I denna studie vill vi testa en hypotes som säger att ökad täthet av yngel medför ökad konkurrens, vilket i sin tur medför att ynglen tar större risker och därmed ökad exponering för predatorer. Vi kommer därför att under seminaturliga förhållanden studera samband mellan täthet, konkurrensförmåga och forageringsstrategier hos individuella yngel och hur detta samband påverkar deras riskvillighet vid olika födoregimer. Eftersom odlade yngel har en annan evolutionär bakgrund med överskott av mat och inga predatorer, skall man förvänta sig att de skall ta större risker när maten tryter än vad de vilda fiskarna gör. De skall dessutom vara mindre aggressiva och bli utkonkurrerade vid höga täthet. Den momentana tillväxten kommer att analyseras med hjälp av RNA/DNA metoden. Bägge studierna bedrivs vid SEL.

**Tidsplan:** Slutrapport 1995.

**Personal:** Torbjörn Järvi (projektansvarig), Erik Pettersson, , Anna Löv, Birgitta Niejahr.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av SJFR, D1, D2 och 10:6-medel

## 4.2 Effekter av konkurrens på habitatval och resursutnyttjande hos ekologiska ekvivalenter

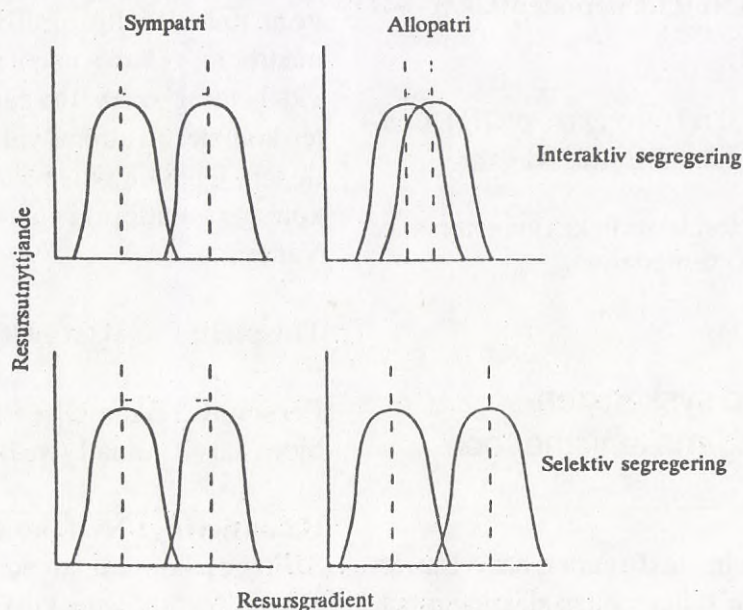
Allt sedan bäckrödingen introducerades till Sverige 1892 har den lyckats bilda självreproducerande bestånd på många platser där man ursprungligen hade livsdugliga öringsbestånd. I detta projekt är vi intresserade av att kartlägga vilken effekt introduktionen av bäckröding har haft på sympatriska öringsbestånd.

När en art invaderar ett habitat eller introduceras av människor, har det både en långsiktig och kortfristig effekt på de befintliga arterna. Om resursbehoven är likartade kommer konkurrens mellan två arter att orsaka förändringar både på individnivå och populationsnivå. Man talar här om två typer av konkurrens. Exploateringskonkurrens är den indirekta effekten av andra individers förmåga att ut-

nyttja en begränsad resurs. Agonistisk konkurrens är när andra individer hindrar en individ från att utnyttja en resurs. En individs kortsiktiga respons på födokonkurrens kan ta sig olika former beroende på bl.a. den genetiska anpassningen och förmågan till fenotypisk plasticitet. Om inte den ursprungliga arten dör ut så svarar individerna med interaktiv segregering genom att förändra resursutnyttjande eller skifta habitat rumsligt eller temporalt.

Konkurrens leder primärt till interaktiv segregation men kan i ett evolutionärt perspektiv manifesteras som en selektiv segregation.

I detta projekt kommer vi att undersöka effekterna av både agonistisk - och exploateringskonkurrens på hur individer av öring och bäckröding fördelar sig i förhållanden till tillgängliga födoresurser. Eftersom konkurrensen i huvudsak har en täthetsberoende effekt på yngel, är naturligtvis selektionstrycket på ynglen mycket stort. Vi kommer därför att studera yngel i detta projekt. Projektet kommer att ge svar på följande frågor; **1.** Vilka resursbehov har respektive art; **2.** Hur förändras resursutnyttjandet när individer av samma art finns närvarande; **3.** Hur förändras resursutnyttjandet när det finns individer av den andra arten närvarande; **4.** Vilken betydelse har den totala konkurrensens delkomponenter agonism och exploatering; **5.** I ett evolutionärt perspektiv, medför



Figur 7. Fördelning av individer på en resursgradient i förhållande till resursutnyttjande vid sympatri och allopatri när interaktiv resp selektiv segregering är närvarande (modifierad efter Wotton 1990).

mellanartskonkurrens en förändring av resursbehovet och resursutnyttjandet hos individer av respektive art?

I några av åarna som dränerar till Vättern, förekommer öring och bäckröding i sympatri och allopatri. Vi kommer att ta rom från dessa populationer och kläcka dem vid SEL, där också själva studien kommer att utföras. Ett antal individer från varje enskild art kommer att genomgå en serie standardiserade försök. Inledningsvis kommer vi att studera solitära individers exploateringsförmåga (föda per tidsenhet) och momentan tillväxt (RNA/DNA-metoden). I det andra försöket kommer vi att kvantifiera konkurrensförmågan mellan och inom arten med hjälp av en nyutvecklade metod som gör det möjligt att beräkna individens slagsmålskapacitet och överföra dessa dominansvärden till en situation där man kan studera hur individerna fördelar sig i förhållande till födoresurser. Vi kommer att testa olika fördelningsmodeller (ideal fri fördelning, despotisk fördelning m.m.). Genom att jämföra allopatrisk och sympatrisk populationer kommer vi att få en bild av födobehov, resursutnyttjande och fördelningsmönster före och efter selektions-tillfället.

I ansökan till NFR ingår också en motsvarande studie på signalkräfta och flodkräfta. Denna del av projektet är inte redovisat här.

**Tidsplan:** Nuvarande projekt avslutas 91/92. Medel har sökts från NFR för perioden 92/93 - 94/95.

**Personal:** Torbjörn Järvi (projektansvarig), Lenart Edsman, Anna Löf, Birgitta Niejahr.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av NFR, D1, D2 och 10:6-medel.

#### 4.3 Luktmedierad syskonigenkänning hos öring-mekanismer och funktion

Experiment med andra laxfiskarter har visat att dessa genom lukt kan skilja mellan släktingar och andra individer. Resultat från en nyligen gjord studie tyder på att röding tidigt präglas på syskon-

lukt och att de sedan kan skilja ut deras lukt från andra individer inom populationen. Resultaten påvisar en förmåga som fram till nyligen varit helt okänd hos fisk. Ingen vet ännu funktionen av denna syskoniskriminering. En viktig teori är att igenkänning kan ha betydelse dels för att öka individens genetiska bidrag till nästa generation via syskonens reproduktionsframgång (eng. inclusive fitness) och dels för att senare under reproduktionsfasen erhålla optimal inavel. Dessutom kan lukten från nära släkt vara av betydelse för att vägleda den hemvändande lekfisken till sin födelseälvsträcka.

Inom detta delprojekt kommer vi att arbeta med öring från dels Dalälven och dels från åarna som dränerar till Vättern. Vi kommer att undersöka dels mekanismerna bakom luktmedierad syskonigenkänning och dels den ekologiska funktionen bakom denna förmåga. Följande undersökningar kommer att utföras: **1.** Vi skall i preferensförsök undersöka om och när inlärning av syskonlukter sker; **2.** Vi kommer att i strömakvarier studera revirbildning och sociala interaktioner mellan yngel för att undersöka om syskon är mer toleranta mot syskon än andra individer; **3.** I fält kommer vi att studera spridningsmönstret hos syskon och icke-syskon som placerats i sk. Vibert-askar nedgrävda i gruset; **4.** Vi skall studera effekten av syskonigenkänning på öringens stimbeteende i samband med smoltutvandring, med eller utan närvaro av predatorer; **5.** Efter dessa studier som planerats att utföras under tre år, finns det tillgång till köns mogna fiskar, vilket medför att vi kan studera syskonlukts betydelse vid 'homing' och val av partner för lek. Experimenten kommer att utföras vid Zoofysiologiska institutionen, Uppsala universitet och SEL. Fältstudien kommer att utföras i ett antal år som dränerar till Vättern.

**Tidsplan:** Projektet är planerat att pågå i 3 år.

**Personal:** Håkan Olsén (projektansvarig), Torbjörn Järvi, Anna Löf, Birgitta Niejahr.

**Finansiering:** Nytt projekt, medel är sökt från SJFR och kommer att administreras av Zoofysiologisk institutionen vid Uppsala universitet. Fiskeriverkets del i projektet finansieras av D1, D2 och 10:6-medel.

## 5. Uppföljning av miljö-och fiskevård i strömmande vatten

**Bakgrund:** Den tillämpade fiskevården i rinnande vatten är i första hand åtgärder som varaktigt säkerställer eller återställer fiskebeståndens produktion och artrikedom, och i andra hand åtgärder som främjar ett uthålligt och optimalt utnyttjande av fiskbestånden som resurs. Den första delen kan ses som en ren naturvårdande åtgärd medan den andra delen innebär ofta en optimering av avkastningen. För att fiskevårdsåtgärderna skall nå full effekt krävs dels en ingående kunskap om de biologiska och fysikaliska styrfaktorerna för fiskfaunan i rinnande vatten (se föregående projekt), och dels kunskap om effekterna av/effektiviteten hos insatta åtgärder. Denna kunskap erhålles bäst genom sk effektstudier där effekten av olika fiskevårdsåtgärder studeras mera ingående.

**Målsättning:** Att utvärdera betydelsen av och effektiviteten hos olika insatta åtgärder.

**Resultat:** Utveckling av metodik för utveckling och förbättring av den tillämpade fiskevården i strömmande vatten.

I projektet ingår fem delprojekt.

### 5.1 Betydelsen av nya fiskvägar för etableringen av vandrande fisk i kalkade vattensystem.

Delprojektet syftar till att undersöka åter-/nyetablering av vandrande fisk (öring och lax) i kalkade vattensystem och att utvärdera byggda fiskvägars betydelse för fiskbeståndets etablering och reproduktion. Projektet är ett samarbetsprojekt mellan Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium och utredningskontoret i Jönköping.

Projektet, som startade 1988, omfattar 5-6 mindre vattendrag med öringbestånd och ett större vattendrag (Viskan-Surtan) med både lax och

havsöring. Huvudobjekt för studien är vattensystemet Viskan-Surtan där en laxtrappa byggdes vid Mølnebacka kvarn sommaren 1990. Projektet är planerat att pågå i fem år efter åtgärd. Förändringarna i laxfiskbeståndet kvantifieras med hjälp av årliga upprepade kvantitativa elfisken, på lokaler både uppströms och nedströms åtgärdade vandringshinder.

**Tidsplan:** Projektet beräknas pågå fram till och med 1995 med delrapportering under 1993.

**Personal:** Björn Bergquist (projektansvarig), Arne Johlander.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av Statens Naturvårdsverk.

### 5.2 Funktion och effektivitet hos olika typer av fiskvägar.

Genom olika former av vattenkraftsutbyggnad hindras den anadroma fisken i många vattendrag att nå lämpliga lek- och uppväxtområden. Byggande av fiskvägar är ett sätt att återfå en naturlig lek och produktion på outnyttjade områden uppströms vandringshinder (dammar mm). Erfarenheter visar dock att många anlagda fiskvägar inte fungerar tillfredsställande. Undersökningens huvudsyfte är att ge underlag för råd och riktlinjer så att en avsevärt förbättrad anpassning av konstruktionerna till både vattendrag och fiskart kan ske vid såväl nybyggnation som modifiering av redan befintliga fiskvägar. Delprojektet är ett samarbetsprojekt mellan Fiskeriverkets utredningskontor i Jönköping, Sötvattenslaboratoriet och Terra-Limno Gruppen AB.

Delprojektet omfattar en litteratursammanställning om fiskvägar, en inventering av i landet förekommande fiskvägar, samt kontroller av fiskvägarnas funktion med hjälp av fiskmärkning och fiskfällor.

**Tidsplan:** En litteratursammanställning om fiskvägar, en pilotstudie för att pröva lämplig metodik för att studera funktionen hos fiskvägar, samt en inventering av fiskvägarna i tre län på västkusten (Hallands län, Göteborgs och Bohus län och Älvsborgs län) kommer att redovisas under 1992. En delrapport om funktionen hos olika typer av fiskvägar kommer 1994 och en slutrapport, omfattande en översikt av förekommande fisktrappor, bedömning av fiskvägarnas funktion och råd och riktlinjer för deras utformning, är planerad att vara klar 1996.

**Personal:** Björn Bergquist (projektansvarig), Arne Johlander, Per Sjöstran, Lars Petterson, Gerry Sandell

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av 10:6-medel.

### 5.3 Biotopvårdande åtgärder för faunan i rinnande vatten.

För närvarande föreligger ett mycket stort intresse för att återställa och förbättra skadade biotoper i rinnande vatten. Ett omfattande arbete med att återställa skadade biotoper görs bla inom ramen för statsbidraget till biologisk återställning av kalkade vatten. I tidigare flottledsrensade vattendrag finns också ett stort uppdämt behov av biotoprestaureringar. Ofta utförs biotoprestaureringen i anslutning till att nya fiskvägar öppnas för vandrande fisk i rinnande vatten.

I traditionell fiskevård har man enbart utfört biotoprestaureringarna i själva vattendraget men nya undersökningar pekar på att även åtgärder i avrinningsområdet måste inkluderas för att nå bra resultat. Vidare krävs att man restaurerar hela vattendrag enligt river continuum conceptet där vattendragen och tillhörande avrinningsområde ses som en helhet. Traditionella biotopvårdande åtgärder är förbättring eller skapande av lämpliga lek- och uppväxtområden genom utläggning av grusbäddar, strömkoncentratorer och stenar, eller anläggning av sk grunddammar. Dessa åtgärder kompletteras med fördel med åtgärder som restaurering av kantzoner intill vattendraget och

anläggning av sedimentationsdammar när detta är påkallat.

En dokumentation och närmare utvärdering av effekterna av olika biotoprestaureringar saknas dock nästan helt i Sverige. Endast i en par fall har effekterna studerats närmare. Vid studier i Låktabäcken, Västerbotten, noterade Näslund en ökad biomassa och en ökad beståndstäthet av öring efter anläggning av strömkoncentratorer och sk grunddammar i vattendraget. Liknande resultat redovisas i ett flertal undersökningar som har utförts i Nordamerika. Genom åtgärderna har man kunnat höja biomassan och beståndstätheten av laxfisk 1-2 gånger.

Målet för delprojektet är att via litteraturuppgifter och fältstudier ta fram underlag för råd och anvisningar för biotopvårdande åtgärder.

**Tidsplan:** I en första etapp kommer en litteratursammanställning att göras och den beräknas vara klar våren 1992. I en andra etapp kommer effekterna (förändringar i beståndstäthet) av insatta åtgärder att studeras i ett antal vattendrag med hjälp av kvantitativa elfisken. Om finansieringsfrågan kan lösas på ett tillfredställande sätt så beräknas delprojektet pågå fram till 1996. Flerårsstudier är nödvändiga för att full effekt av de insatta åtgärderna skall kunna märkas i undersökningsresultaten.

**Personal:** Björn Bergquist (projektansvarig), Erik Degerman, Ingemar Näslund. I litteraturstudien deltar även Bo Holmberg, Arne Johlander, Torbjörn Järvi och Östen Karlström.

**Finansiering:** Den första etappen finansieras av Naturvårdsverket och med hjälp av 10.6 medel. Hur finansieringsfördelningen kommer att se ut under den andra etappen är tillsvidare oklart.

### 5.4 Strategier för återintroduktion och förstärkningsutsättning.

Den fiskart som i första hand är aktuell för olika typer av utsättningar i rinnande vatten är öring. Främst används öring för olika typer av förstärkningsutsättningar där avsikten antingen är att

förstärka hårt fiskade bestånd eller för att skydda och bevara genetiskt svaga bestånd. Återintroduktioner av öring förekommer främst i försurningsskadade vatten som har kalkats och därmed erhållit en återställd vattenkvalité, men också i vatten som har skadats av vattenkraftutbyggnad eller annan påverkan. Den tredje typen av utsättning som förekommer är sk kompensationsutsättning som görs i vattendrag skadade av vattenkraftutbyggnad för att kompensera fiske bortfallet i dessa vattendrag. Utsättningarna är reglerade enligt domstols beslut och upprepas i regel varje år.

Med tanke på öringutsättningarnas omfattning och i många fall tveksamma utfall är det särskilt viktigt att utvärdera utfallet av olika typer av utsättningar. Målet för delprojektet är därför att klarlägga utfallet av olika öringutsättningar. Betydelsen av utsättningsmetodik och val av utsättningmaterial är speciellt viktiga frågeställningar att studera. Delprojektet är ett samarbetsprojekt mellan Fiskeriförsöksstationen i Kälarne och Sötvattenslaboratoriet.

**Tidsplan:** Under våren 1992 presenteras en litteratursammanställning om öringutsättningar och en rapport som redovisar resultat av gjorda förstärkningsutsättningar i Jämtlands län. Litteratursammanställningen omfattar förutom en redovisning av utsättningsresultat och orsaker till eventuella misslyckanden också en genomgång av viktiga faktorer för utsättningsresultaten såsom habitatkrav och populationsreglering hos öring. Kommande år 1993 planeras en rapport om återintroduktion och utsättning av rom och yngel och därefter en rapport om val av utsättningsmaterial (egenskaper hos olika stammar mm). Delprojektet beräknas pågå till och med 1994.

**Personal:** Ingemar Näslund (projektansvarig), Björn Bergquist.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av 10:6-medel. Hur finansieringen kommer att ske under 1993 och 1994 är tills vidare oklart.

## 5.5 Integrerad monitoring av kalkade strömvatten

Försurningen av vår miljö till följd av förbränningen av fossila bränslen utgör vårt största miljöhot. I väntan på att belastningen av försurande utsläpp skall reduceras till för miljön acceptabla nivåer, är kalkning den enda realistiska åtgärden för att förbättra vattenkvaliteten i försurade ytvatten. Den stora omfattningen av kalkningsverksamheten idag understryker vikten av en långsiktig uppföljning av ekosystemets utveckling efter åtgärd. Sötvattenslaboratoriet ansvarar där för den fiskeribiologiska delen av Naturvårdsverkets och Fiskeriverkets gemensamma ansvar för "uppföljning av kalkning av sjöar och vattendrag". Behovet av ett omfattande underlagsmaterial för att bedöma försurningens och kalkningseffekterna när det gäller förändrade artsammansättningar och dominansförhållanden mellan olika arter och hur detta påverkar balansen i ekosystemet är stort. Den integrerade monitoringen av kalkade strömvatten syftar därmed till att följa den långsiktiga utvecklingen inom flera trofinivåer i samma objekt.

Resultaten från programmet kommer att kunna nyttjas för att särskilja direkta effekter av förändrad hydrologi och vattenkemi från effekter orsakade av klimatiska variationer, förändrade födoresurser och konkurrensförhållanden. Projektet innefattar även ett antal okalkade referensvattendrag och därmed utgör det samlade programmet ett långsiktigt referensmaterial till samtliga andra delprojekt inom det aktuella projektområdet.

Monitoringen bedrivs med årliga kvantitativa elfisken på totalt 40 stationer i 7 kalkade vattendrag spridda i landet. Hydrologiska och vattenkemiska variabler mäts av Naturvårdsverket och bottenfaunaprovtagning av konsult.

**Tidsplan:** Våren 1992 sker en utvärdering av programmets första treårsperiod.

**Personal:** Erik Degerman (projektansvarig), Arne Johlander, Magnus Appelberg, Ulrika Aldén och Björn Bergquist.

**Finansiering:** Pågående projekt finansieras av Statens Naturvårdsverk och 10:6-medel.

## Publikationer

- Appelberg, M. & E. Degerman.** 1991. Development and stability of fish assemblages after lime treatment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48 (4):546-554.
- Appelberg, M., E. Degerman & L. Norrgren.** 1992. Effects of acidification and liming on fish in Sweden - a review. *Finnish Fisheries Res.* (Under tryckning.)
- Degerman, E. & M. Appelberg.** 1992. The response of stream-dwelling fish to liming. *Environmental Pollution.* (Under tryckning.)
- Degerman, E., A. Appelberg & P. Nyberg.** 1992. Effects of liming on the occurrence and abundance of fish populations in acidified Swedish lakes. *Hydrobiologia.* (Under tryckning.)
- Degerman, E. & B. Sers.** 1992. Fish assemblages in Swedish streams. *Nordic J. Freshw. Res.* (Under tryckning.)
- Degerman, E., P.E. Lingdell, E. Engblom, E. Melin & E. Olofsson.** 1992. Förurning i fjällen? Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 112p.
- Järvi, T., R. Lofthus & S. Sigholt.** 1991. On growth and smoltification in Atlantic salmon parr - The effect of sexual maturation and competition. *Nordic J. Freshw. Res.* 66:72-88.
- Järvi, T. & J.H. Pettersen.** 1991. Resource sharing in Atlantic salmon: A test of different distributions models on sexually mature and immature parr. *Nordic J. Freshw. Res.* 66:89-97.
- Järvi, T., E. Degerman, B. Niejahr, B. Sers, C. Ångström-Klevbom, P. Jaurnell & A.-C. Löf.** 1991. Provfiske i Kungsådran - Dalälven: En populationsuppskattning under två tappningsregimer. PM nr 1, SEL.
- Niejahr, B. & B. Sers.** 1992. Provfiske i Kungsådran och Sandören, Dalälven 1991. PM nr 2, SEL.
- Norrgren, L. & E. Degerman,** 1992. The influence of liming on embryos and yolksac fry of Atlantic salmon and brown trout in an acidified river. Sämt till *J. Fish Biol.*
- Näslund, I.** 1991. Utvandring av öringungar från Dammån och Kultisjokk. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). p:31-48.
- Näslund, I.** 1992. Utsättningar av öring i rinnande vatten - en litteratursammanställning. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. (Under tryckning.)
- Sers, B.** 1991. Elfiskeregistret - en viktig och användbar databas. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. PM nr 1. 17 p.
- Thörnelöf, E. & E. Degerman.** 1992. Lake liming in Sweden - case-studies and general experiences. *N. Am. Fish. Man. Soc.* (Under tryckning.)

# Samarbete med biståndsländer

Projektområdesansvarig: resp projektansvarig

## Bakgrund

Sötvatten är en av jordens viktigaste naturresurser som idag världen över utsätts för en kraftigt ökad exploatering. Jordens stigande befolkning mängd ökar behovet av vatten för direktkonsumtion, bevattning, energiframställning, etc. Tyvärr används även denna naturresurs som recipient för olika former av avfall. Det senare sker både medvetet via utsläpp och oavsiktligt genom nederbörd.

Den resurs som fisk och kräftdjur i sötvatten utgör utnyttjas också allt hårdare i och med det ökade befolkningstrycket. För att denna ökade exploatering inte skall leda till miljöförstöring eller miljökatastrofer krävs övervakning. För detta arbete behövs kvalificerad personal och resurser, något som biståndsländer ofta har ont om. Sverige har däremot både resurser och kvalificerad personal inom olika verk och organisationer. Sötvattenslaboratoriet t ex har kvalificerad personal inom området fisk och kräftdjur. Det har därför varit naturligt att Sötvattenslaboratoriets kompetensresurs utnyttjats av SIDA, SAREC, FAO, WWF, konsultföretag m fl, som har verksamhet i biståndsländer.

Under 1991 har laboratoriets personal varit involverad i fem projekt, nämligen ålundersökningar (Sri Lanka, SAREC) räkundersökningar (Sri Lanka, SAREC), miljökonsekvensbeskrivning av vattenkraftutbyggnaden i Jehlumfloden

(Kashmir, Indien, SIDA), generella strategier för bevarande av genetiska naturresurser av sötvattensfisk (FAO, IUCN och WWF) och introduktion av standardiserat provfiske i Zambia, Afrika (SIDA, FAO).

## Målsättning

Målsättningen med dessa engagemang är att bistå där landet saknat egen expertis eller att stödja och utbilda landets egna expertis. Mer konkret är målsättningen i Kashmir, Indien att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning av vattenkraftutbyggnaden i Jehlumfloden, medan tonvikten i Sri Lanka och Zambia är lagd på stimulans och utveckling av landets egna personella fiskeribiologiska kompetens. Det senare kan omfatta allt från praktisk undervisning i moderna undersökningsmetoder, anskaffande av utrustning och se till att löner utbetalas.

## Frågeställning

Även frågeställningarna är högst varierande. I Sri Lanka rör frågeställningarna olika räkarters och ålars vandringar mellan sött och salt vatten under olika livsfaser. I Kashmir, Indien är det i stället akvatiska miljöfrågor i samband med ett kraftverksbygge.

## Projekt

---

### 1. Rekrytering och fördelning av två ålarter (*Anguilla bicolor* och *A. nebulosa*) i estuarier och flodsystem på Sri Lanka

---

**Bakgrund:** Projektet startade 1985 som en del av en mera omfattande undersökning rörande både provfiskemetodik i tropiska vatten och en inventering av då outnyttjade resurser i sötvattensreservoarer. Ålar av två arter visade sig vara tämligen talrika och i stort outnyttjade. Resultaten ledde vidare till en fördjupad undersökning helt inriktad på ål. Den studien startade våren 1990 och ingår i "Kustekologiprogrammet för Sri Lanka" (SAREC/19/CE-04).

**Målsättning:** Att komplettera resultaten från de inledande undersökningarnas med data rörande rekrytering, distribution, tillväxt, kvalitet, etc för de båda ålarterna. Med dessa uppgifter som grund skall fisket sedan kunna optimeras utan att resursen överutnyttjas.

En annan, minst lika betydelsefull målsättning, är att överföra moderna fiskeribiologiska metoder och tankesätt från västvärlden till utvecklingslandet Sri Lanka. I programmet ingår även utbildning och kursverksamhet i Sverige.

**Utförande:** Undersökningarna bedrivs numera, så gott som helt, av en grupp vid University of

Ruhuna i Matara i södra Sri Lanka. Expertis från Sötvattenslaboratoriet stämmer av läget på plats, både vad gäller det teoretiska som det mera praktiska, ca två gånger per år.

**Tidsplan:** I sin nuvarande form är projektet i slutet av en första period om två år och det ligger en ansökan inne om ytterligare tre års studier.

**Resultat:** Båda ålarterna har befunnits vara vanliga i de flesta låglandsreservoarer. Samma märkliga könsfördelning som föreligger bland den europeiska ålen är också konstaterad bland de lankesiska arterna. Flera olika märkningsmetoder för ål har introducerats och nyttjats nu i studien. De lankesiska forskarna har under en lång studieresa i Sverige satt sig in i svensk ålforskning och ålfiskevård.

**Personal:** Två svenska forskningsassistenter, Wickström (projektansvarig) och Enderlein, samt ett lankesiskt team om en projektledare (PhD), en doktorand, en Masters student och en tekniker.

**Finansiering:** Projektet bekostas helt av SAREC.

---

### 2. Rekrytering av marina räkor och sötvattensräkor i estuarier på Sri Lanka.

---

**Bakgrund:** Estuarierna med sitt bräckta vatten har en fundamental betydelse för rekryteringen av de kommersiellt viktigaste räkarterna, som fångas både utanför kusten, i själva lagunerna och i floderna. Fisket är intensivt men påverkan sker sannolikt även av biocider, tungmetaller mm. Projektet är en självständig del av Kustekologi-

programmet för Sri Lanka, (SAREC/19/CE-06).

**Målsättning:** Att öka den biologiska kunskapen om i första hand de kommersiellt viktiga räkorna och hur de påverkas av mänskliga aktiviteter. Att teoretisk och praktisk utbilda och handleda inhemska forskare både i hemlandet och i t ex Sverige.

**Utförande och tidsplan:** Arbetet utförs till större delen av studenter vid University of Sri Jayewardenepura i Colombo. Expertis från Sötvattenslaboratoriet och Institutionen för genetik i Uppsala deltar aktivt som handledare en gång om året på plats. En projektplan ligger till grund för arbetet och tidsschemat. Den inledande tvåårsperioden pågår och ny ansökan om 3 års förlängning behandlas av SARECs styrelse våren 1992.

**Resultat:** En inventering och beskrivning av de viktigaste arterna och deras olika utvecklingsstadier som utförs med hjälp av elektrofores avslutas under våren -92. Med få undantag kan man ej skilja olika arters juvenila stadier morfologiskt.

Efter detta kartläggs vandringarna in och ut ur estuariet av olika arter och olika utvecklingsstadier (elektrofores). Den totala invandringen av *Metapenaeus ensis* beräknas vid leken och hur mycket som beskattas i fisket. Därefter beräknas den totala mängden utvandrande larver efter kläckningen.

**Personal:** Från Sverige deltar Magnus Fürst (projektansvarig) och Mats Höggren (forskningsassistent). På den lankesiska sidan finns en projektledare (PhD), en doktorand, två Masters studenter och en tekniker.

**Finansiering:** Projektet bekostas helt av SAREC.

### 3. Introduktion av standardiserat provfiske i Afrika. Uppdrag för FAO och SIDA inom projektet GCP/INT/436

**Bakgrund:** I flera sjöfattiga länder i mellersta Afrika finns ett stort antal små dammar för bevattningsändamål. I dessa dammar har inhemska flodlevande fiskarter bildat bestånd. Utsättning av andra fiskarter, främst från tilapia-gruppen har också skett. Denna proteinresurs är idag inte rationellt utnyttjad. Kunskapen om fiskbestånden är begränsad liksom kunskaper inom fiskeribiologi och fiskeriteknik. En omfattande inventering av reservoirländerna har satts igång inom länderna Botswana, Lesotho, Malawi, Zambia och Zimbabwe. Laboratoriets deltagande ingår som en liten men viktig del i en mycket omfattande satsning på landsbygdsutveckling i mellersta Afrika. Projektet startade under 1989.

**Målsättning:** Att överföra metodik rörande standardiserat provfiske och kunskaper om moderna metoder för fiskeribiologiska undersökningar till kollegor i berörda länder. Att hjälpa till med den anpassning till speciella förhållanden som visar sig vara nödvändig. Avsikten är att våra afrikanska kollegor så snart som möjligt skall bli "självgående". Utbildningsaspekter, en allmän diskussion om forskningsområden -metoder och -resultat

utgör en viktig del av utbytet. Likaså att överföra kunskaper om fiskeriteknik.

**Utförande:** Gemensamt arbete i fält för de svenska och de afrikanska deltagarna i projektet. Resor av afrikanska deltagare i projektet till Sverige och andra länder för utbildning, deltagande i konferenser mm. Utbyte av litteratur, erfarenheter, kontakter mm per post.

**Tidsplan:** En insats gjordes 1989 av två personer under 1,5 månader. Under hösten 1992 sker en uppföljning av arbetet av en person, också under 1,5 månader. Ytterligare uppföljning behövs troligen senare men är ännu inte beslutad.

**Resultat:** Resultaten från den första insatsen har redovisats som två uppsatser. I dem ingick en manual för standardiserat provfiske under de lokala förhållandena, en ingående diskussion om metoder och en redovisning av provfiskeresultatet under den första fältinsatsen. Fältarbetet har sedan fortsatt på plats och flera rapporter författats av det afrikanska teamet. Resultaten har varit så lovande att en större satsning beslutats. Belgien finansierar denna.

**Personal:** Planerna för projektet drogs upp av Nyman. Fjälling (projektansvarig) och Fürst gjorde den första fältinsatsen.

**Finansiering:** SIDA och FAO finansierar projektet.

---

#### 4. Miljökonsekvensbeskrivning, Kashmir, Indien: Aquatic study, Uri hydro-power project

---

**Bakgrund:** I Jehlumfloden, Kashmir, Indien, byggs för när ett kraftverk med en planerad effekt av 480 MW. Kraftverket består av en mindre damm i själva floden varifrån en 15 km lång tunnel leder fram till turbinerna. Under delar av året kommer en 15 km lång sträcka av floden att vara mer eller mindre torrlagd. Projektet 'Aquatic study' skall försöka klargöra vilka konsekvenser detta får för såväl fisk- som bottenfauna.

**Målsättning:** Att inventera fisk- och bottenfauna före och efter utbyggnaden samt att utifrån dessa resultat bedöma miljökonsekvenserna.

**Utförande:** Undersökningarna utförs av en grupp sammansatt av bottenfaunaspecialister (Limnodata), fiskerifolk (Sötvattenslaboratoriet) och en fisktaxonom (Naturhistoriska riksmuseet) och personal från indiska vattenfall (NHPC) och Kashmirs universitet. Insamlandet av material sker enligt svenska standardmetoder.

**Tidsplan:** Förstudien, innefattande vår-, sommar- och höstprovtagning, skulle varit avslutade 1991, men pga det instabila läget har endast en höstprovtagning kunnat genomföras.

**Personal:** Två konsulter från Limnodata (bottenfauna), en taxonom från Naturhistoriska riksmuseet, två fiskeribiologer från Sötvattenslaboratoriet (varav Enderlein är projektansvarig), en professor från University of Kashmir och biologisk expertis från indiska vattenfall (NHPC).

**Finansiering:** Projektet bekostas helt av SIDA via SWEDMAR.

#### Publikationer

- Enderlein, O. & H. Wickström. 1991. Biological results from fishing with Swedish standard multi-mesh gillnets in tropical reservoirs (Sri Lanka). Fisheries Development Series 50:1-14.
- Enderlein, O. & H. Wickström. 1991. Light attraction of fish in Tissawewa reservoir (Sri Lanka). Fisheries Development Series 50:39-43.
- Enderlein, O. & H. Wickström. 1991. The validity of Swedish stock taking methods in tropical waters (Sri Lanka) from a practical point of view. Fisheries Development Series 50:45-54.
- Fjälling, A. & M. Fürst. 1991. Introduction of standardized test-fishing methods to Zambian waters. Fisheries Development Series 53:1-26.
- Fjälling, A. & M. Fürst. 1991. Preliminary manual for test-fishing in Zambian reservoirs. Fisheries Development Series 53:27-44.
- Fürst, M. & A. Fjälling. 1991. Prawns in some freshwater reservoirs in south-eastern Sri Lanka. Fisheries Development Series 50:55-69.
- Nyman, L. 1991. Conservation of freshwater fish. Protection of biodiversity of genetic variability in aquatic ecosystems. Fisheries Development Series 56. 38 p.
- Wickström, H. & O. Enderlein. 1991. Resource management of *Anguilla bicolor* and *A. nebulosa* in some Sri Lankan reservoirs. Fisheries Development Series 50:15-25.
- Wickström, H. & O. Enderlein. 1991. The significance of by-catches of fish other than eels in eel traps. Fisheries Development Series 50:27-37.

# Administration/Information

## Bakgrund

Laboratoriet blir en alltmer fristående enhet inom Fiskeriverket ur administrativ synpunkt, vilket är bl a en effekt av centrala besparingskrav. Den ökade arbetsbelastningen, utan resursförstärkning, innebär att verksamheten måste förenklas och effektiviseras. Utöver laboratoriets ordinarie verksamhet administreras även hela verksamheten inom de olika externfinansierade projekten.

Laboratoriet svarar också för utgivning av två tidskriftsserier: den internationella och vetenskapliga referegranskade serien *Nordic Journal of Freshwater Research*, som dock trycks externt, och *Information* från Sötvattenslaboratoriet som huvudsakligen innehåller nationella bidrag. Arbetet med manusgranskning, rättning, redigering, tryckning och utskick är omfattande och kostsamt, men ett mycket viktigt led i vår informationsspridning.

En grundförutsättning för en vetenskaplig verksamhet är ett välförsett och fungerande bibliotek. Inköp av böcker och prenumeration på utländska tidskrifter drar en stor del av vårt expenseranslag. "Nordic Journal" används dock som utbytestidskrift, varigenom prenumerationskostnaderna reduceras. Besparingarna, som bl a drabbat bibliotekarfunktionen, gör situationen mycket besvärlig.

Den dagliga tillsynen av drift, funktion och underhåll av laboratoriets lokaliteter och närmaste omgivning kräver också en stor insats, även om Byggnadsstyrelsen ansvarar för byggnader m m.

## Målsättning

Att utveckla funktionella och effektiva rutiner för hantering av administration, bibliotek, publicering och information.

## Projektområdets struktur och metodik

I princip sköts den administrativa kontorsverksamheten, bibliotek, rättning och layout resp tryckning av *Informationen* av olika personer. Ingående personal är dock så kompetent att de kan ersätta varandra utan effektivitets- eller kvalitetsförlust.

De administrativa rutinerna sköts genom uppkoppling via telefonmodem till Fiskeriverkets centrala dator i Göteborg. Biblioteksarbetet sker tyvärr ännu manuellt och inget är datalagt. Dataläggning av inkommande litteratur är planerad. Däremot klarar vi knappast att datalägga all äldre litteratur med befintlig personalresurs. En samordning med Havsfiskelaboratoriet och Kustlaboratoriet via Fiskeriverket är planerad.

Utskrift, rättning, redigering och layout av "Nordic Journal" och "Information" är datoriserat och sker via ordbehandlare och sk desktop publishing. *Informationen* trycks på off-set maskin på laboratoriet medan *Nordic Journal* trycks externt.

Utöver angiven verksamhet, svarar personalen huvudsakligen inom detta projektområde för att den totala vardagliga verksamheten vid laboratoriet fungerar.

## Finansiering

Basfunktion på kontoret och vaktmästare/tekniker: D1. Övrig verksamhet: 10:6.

## Personal

Monica Bergman, Monika Christensson, Preben Christensen, Gun Jeansson och Eva Sers.

# Administrative Procedures

## 1. Introduction

The purpose of this document is to outline the administrative procedures for the organization. These procedures are designed to ensure the efficient and effective management of the organization's resources and operations. The procedures cover a wide range of activities, including personnel management, financial management, and general administrative functions. It is the responsibility of all employees to adhere to these procedures and to report any violations to the appropriate authorities. The procedures are subject to change without notice and are intended to provide a clear and concise guide for all employees.

## 2. Personnel Management

2.1 Recruitment and Hiring  
The recruitment process begins with the identification of a need for a new employee. This is followed by the development of a job description and the posting of the position. Applications are reviewed, and interviews are conducted. The final selection is based on the candidate's qualifications and experience. Once hired, the new employee is assigned to a supervisor and provided with the necessary training and resources.

## 3. Financial Management

3.1 Budgeting and Accounting  
The organization's financial management is based on a budgeting system. The budget is developed at the beginning of each fiscal year and is used to track the organization's financial performance. All expenses must be properly documented and accounted for. The accounting system is used to record and summarize the organization's financial transactions. Regular financial reports are prepared and presented to the management. The organization is committed to maintaining accurate and up-to-date financial records.

## 4. General Administrative Functions

4.1 Procurement and Purchasing  
The procurement process involves the acquisition of goods and services for the organization. This process is governed by strict policies and procedures to ensure that the organization obtains the best value for its money. All purchases must be approved by the appropriate authorities and must be in accordance with the organization's procurement policies. The procurement process is designed to be transparent and efficient.



**Fiskeriverkets bibliotek**



2 016 047 8246 D0