



Förbättring av Lax- och Havsöringbestånden i Vindelälven- Ett åtgärdsförslag_____

Henrik Sandström, Kjell-Ali Wallin, Björn Svensson, Stig Westbergh
och Hans Lundqvist

Rapport från
Vindelälvens Fiskeråd
2002-03-23



VATTENFALL 



Förbättring av Lax- och havsöringbestånden i Vindelälven- Ett åtgärdsförslag

Henrik Sandström, Vindelälvens Fiskeråd, Gryningsvägen 25, 906 37 Umeå
Kjell-Ali Wallin, Vattenfall AB, Björkvägen 19, 960 30 Vuollerim
Björn Svensson SwedPower AB, P.O. Box 527, 162 16 Stockholm
Stig Westbergh, Vindelälvens Fiskeråd, Fäbodarna 11, 922 91 Vindelå
Hans Lundqvist, Vattenbruksinstitutionen, SLU (Sveriges
Lantbruksuniversitet), 901 83 Umeå

Vill du läsa rapporten direkt:

www-umea.slu.se/fisk/sve/information/

Förord

Föreliggande rapport syftar till att ge förslag till förbättringar som långsiktigt ska hjälpa vandringsfiskbestånd av lax och havsöring i Vindelälven att passera det komplexa kraftverkspåverkade området kring Stormnorfors i Umeälven. Laxen och havsöringen måste, som ni kanske redan vet, passera Umeälvens nedre del för att hitta sina lekplatser i det stora biflödet Vindelälven. Rapporten delger de hittillsvarande erfarenheterna över den fiskbiologiska forskningen och undersökningar som ligger till grund för en tydlig aktionsplan.

Vindelälvens Fiskeråd tillsammans med Vattenfall och SLU är ansvariga för rapportens Utformning. Rapporten har finansierats av Vattenfall AB.

Särskilt vill jag tacka våra amerikanska fiskforskare från National Marine Fisheries Service, Seattle, som med sina gedigna insatser möjliggjorde den här rapportens existens. Reidar Grande från Trondheim, Norge, har fungerat som nordisk expert.

Ann Salomonsson, som översatte den amerikanska slutrapporten gjorde ett mycket gott arbete i kraftverksterminologins djungler.

Jag hoppas att den här rapporten kommer att vara det redskap som får oss alla, fiskerättsägare, kraftproducenter, allmänheten och framförallt Vindelälvens vandringsfisk att tro på framtiden för kommande generationer av fisk. Jag vill tacka alla som deltagit i gruppens arbete och gett det positivta arbetsklimat som kännetecknats av ”informell och konstruktiv anda”.

Ordförande
Henrik Sandström
Vindelälvens Fiskeråd



Slutsatser och rekommendationer

På basis av det underlagsmaterial, som tagits fram under arbetets gång och de dokument och studier, som genomförts i Ume/Vindelälven och på andra håll, har arbetsgruppen kommit fram till följande slutsatser och rekommendationer.

Vi konstaterar att miljöförhållandena i nedre delen av Umeälven är väl beskrivna. Också havsöringens ekologi och beteende är väl kända, men när det gäller lokala förhållanden behövs viss kompletterande kunskap.

Frågeställningar, som rör vandringsfiskens förutsättningar i Ume/Vindelälven och potentiella lösningar för att underlätta dessa arters förflyttningar i vattendraget är kartlagda. Rapporten tar dock inte hänsyn till den ekonomiska nyttan av att genomföra fiskerelaterade förbättringar i det aktuella området, utan tar sikte på att över huvud taget bedöma vilka förbättringar, som skulle kunna öka tillgången på fisk i Vindelälven.

Den amerikanska rapporten (bilaga 1) innehåller konkreta förslag till insatser, vars syfte och utformning har konfirmerats av Reidar Grande (bilaga 2). Förslagen omfattas av arbetsgruppen. Arbetsgruppen anser att, med nuvarande situation för havsvandrande fiskar i Sverige och Östersjön, insatserna är nödvändiga om bestånden av lax och havsöring skall kunna öka och fisket i Vindelälven på dessa arter utvecklas. Vi bedömer att åtgärder som ökar uppvandringen av vuxen fisk till Vindelälven får störst nytta.

Studier av lax på sträckan Umeälvens mynning till fisktrappans vid Stornorrfors uppströmsdel har identifierat de platser där fisken kan begränsas i sin vandringsframgång. Störst betydelse får av allt att döma åtgärder, som kan underlätta laxens möjlighet att passera denna sträcka; i synnerhet området vid tunnelutloppet från kraftstationen.

Med tanke på att olika åtgärder kan utgöra alternativa lösningar på ett givet problem och att dessa åtgärder varierar i både omfattning och kostnad ser arbetsgruppen att det görs en kvantitativ bedömning av utfallet av en given åtgärd. För detta ändamål föreslår arbetsgruppen att det i Umeälvens mynningsområde sker en märkning av ett större antal fiskar än som hittills märkts, för att återfångstuppegifterna skall kunna leda till en bättre bedömning av uppvandningsframgången än den vi kan göra idag. Resultatet av tidigare märkningsförsök bör då ånyo analyseras.

Av särskilt stor betydelse när det gäller fortsatta studier är det förslag till utvidgade telemetriundersökningar, som beskrivs i bilaga 1.

Ett annat förhållande av betydelse för val av åtgärd är förekomsten av främmande fiskar i Umeälvens mynning. Också detta bör belysas ytterligare med hjälp av genetiska analyser av de fiskar som uppehåller sig vid tunnelutloppet. Denna studie bör utsträckas i tiden så att det temporära uppträdandet av olika typer blir fastställt. Skälet för detta är att möjligheten till insamling och upptransport av fiskar som permanent eller tillfällig åtgärd försvåras om det skulle öka risken att få en ytterligare uppblandning av Vindelälvens bestånd av lekfisk.

Arbetsgruppen fastslår att det ännu inte gjorts en tillfredsställande värdering av den nuvarande fisktrappans funktion. Detta bör också snarast göras.

Utöver fysiska hinder för laxfiskars uppvandring till Vindelälven vill arbetsgruppen också peka på att det kan finnas andra typer av hinder för framgången, t.ex. den effekt på vandringsförmågan, som förekomst av M74 kan innebära.

När det gäller smoltens utvandring och som underlag till beslut om eventuella åtgärder, som syftar till att avleda dessa fiskar från kraftstationens vattenvägar, behövs fördjupad kartläggning av smoltens beteende avseende vandringstider och vandringsvägar. Det är inledningsvis önskvärt att märkning av smolt uppströms dammen görs och att andelen smolt, som passerar genom gamla älvfåran, blir kvantifierade. Kvantifiering av smoltförlusterna av både lax och havsöring bör också göras.

Förekomsten av så kallade ”fallbacks” (dvs. frisläppt lax från fisktrappan, vilka faller över dammen vid spill) och möjligheten till åtgärder för att minska antalet sådana fiskar ges nu lägre prioritet jämfört med uppvandringen av vuxen fisk och smoltutvandringen.

Arbetsgruppen anser också att, till de förslag om vad som närmast bör göras, också skall fogas en analys av betydelsen av de differentierade spill, som studeras i särskild ordning.

De fortsatta undersökningar, som arbetsgruppen förordar, har ett så stort allmänt intresse, att en bred finansiering av deras genomförande är önskvärd.

Arbetsgruppen bedömer att förbättringar av fisket, på sätt som beskrivs i denna rapport och med erfarenhet av hur vårt arbete hittills bedrivits, effektivast sker om de genomförs i den informella anda som präglat denna grupps arbete.

Luleå 2002-03-22

Henrik Sandström (ordf.)
Vindelälvens fiskeråd Vindelälvens fiskeråd

Stig Westbergh

Hans Lundqvist
Sveriges Lantbruksuniversitet

Kjell-Ali Wallin
Vattenfall AB

Björn Svensson
SwedPower AB

INNEHÅLL

INLEDNING	7
UPPDRAGET	7
ARBETET	8
HISTORIK	9
DEN VILDA LAXENS OCH HAVSÖRINGENS STATUS I ÖSTERSJÖN/BOTTNISKA VIKEN MED TILLRINNANDE ÄLVAR	11
BESKRIVNING AV UMEÄLVENS NEDRE DEL	12
HYDROLOGI	13
STORNORRFORS OCH DEN VILDA LAXENS SITUATION I UME- VINDELÄLVEN	14
UMEÄLVENS ODLADE OCH VINDELÄLVENS VILDA LAX	16
SAMMANSTÄLLNING AV 5 ÅRS STUDIER GÄLLANDE LAXENS VANDRING I NEDRE DELEN AV UMEÄLVEN.....	17
GENETISKA ANALYSER AV LAX I UMEÄLVENS NEDRE DEL	18
Tunnelutloppet.....	18
Laxtrappan.....	19
LITTERATUR	20

BILAGA 1(a): Ferguson, J.W., Williams, J.G., and E.Meyer. Recommendations for improving fish passage at the Stornorrfor Power Station on the Umeälven, Umeå, Sweden. National Marine Fisheries service, Fish Ecology Division, Seattle, Wa, USA (43 pages)

BILAGA 1(b): Svensk översättning av Ferguson, J.W., Williams, J.G., och E.Meyer. Rekommendationer för förbättringar av fiskpassagen vid Stornorrfor kraftverk i Umeälven, Sverige, National Marine Fisheries service, Fish Ecology Division, Seattle, Wa, USA (41 sidor)

BILAGA 2: Grande, Reidar. Uttalelse fra R.Grande vedrørende gjennomgang av rapport Ferguson, J.W et al (12 mars 2002) (5 sidor) (på norska)

BILAGA 3: Lundqvist, H., Westbergh, S., Wallin, K-A., Svensson, B., och H. Sandström. Diskussion och litteratursammanställning kring tänkbare fiskvandring-lösningar för Stornorrfor kraftstation i Umeälven - rapport från studieresa längs Columbiafloden i maj 2001

Inledning

Vandringsfiskar är arter som tillbringar en del av sitt liv i sötvatten och en annan del i havet. Deras naturliga existens är beroende av obrutna vägar mellan de miljöer där olika livsstadier uppehåller sig. Många vandringsfiskar har haft stor betydelse för folkhushållet; är fortfarande högt värderade av fiskare och utgör viktiga inslag i praktisk naturvård.

Vattenkraftens utbyggnad har medfört många miljöförändringar och har haft särskilt stora konsekvenser för vissa vandringsfiskar såsom lax och havsöring. I flera älvar uppehåller man numera produktionen av unga vandringsfiskar genom odling. De flesta naturliga lekplatser är i sådana vattendrag försvunna på grund av överdämning eller torrläggning. Dammar och kraftstationer utgör dessutom i många fall definitiva vandringshinder.

Några få stora svenska älvar, som utnyttjas för kraftproduktion, hyser fortfarande bestånd av naturligt förökande vandringsfiskar. Dit hör den starkt reglerade Umeälven med sitt oreglerade biflöde Vindelälven. För att nå Vindelälven måste emellertid den lekmogna fisken ta sig förbi Stornorrfors kraftverk i Umeälvens nedersta del och yngel passera samma kraftverk på sin utvandring i havet. Det finns ett starkt intresse av att underlätta för fisken under dessa förflyttningar. Denna rapport analyserar hur kompletterande åtgärder till de som redan skett vid Stornorrfors skulle kunna utformas för att gynna i synnerhet laxbeståndet.

Uppdraget

Under hösten 2000 formerade Vattenfall AB, Vindelälvens Fiskeråd samt SLU en gemensam arbetsgrupp med uppdraget att analysera förutsättningarna och föreslå åtgärder för att ytterligare öka uppvandringen av lax till Vindelälven. Uppdraget begränsades till åtgärder i anslutning till Stornorrfors kraftverk i Umeälven. I uppdraget ingick också att etablera kontakt med internationella experter på laxvandring och att få deras syn på vilka åtgärder, som kan förbättra passagen av fisk vid Stornorrfors. För denna del av uppdraget kontaktades National Marine Fisheries Service (NMFS) i Seattle, USA, som bl a svarar för undersökningar och åtgärder kring stillahavslaxars vandring och reproduktion i Columbiafloden.

Arbetet inriktas på att bedöma och vid behov ange de tekniska och biologiska möjligheter / förutsättningar för att fisken skall uppvandras, fortplanta sig och utvandras enligt nedanstående punkter, så att det långsiktiga hållbara bevarandet och nyttjandet av fiskresursen om möjligt kan förbättras.

Det här presenterade förslaget är resultatet av en åtgärdsinriktad analys av problemen kring:

- Dödlighet hos utvandrande lax och öringsmolt vid passage av kraftverket i Stornorrfors, jämfört med tidigare och naturliga förhållanden.

- Förekomst av eventuell felvandring hos vuxen lekfisk av lax och öring nedanför kraftverkskanalens utlopp i Umeälvens nedre del och omfattningen av denna.
- Förekomst av s k. "fallbacks", d.v.s. om lax som vandrat upp genom fisktrappan omedelbart följer spill i utskov och återbördas nerströms.

Rapporten beskriver fiskvandringen i Umeälvens nedre del och innehåller förslag till möjliga förbättringar. Den baseras på dokument och observationer av rådande miljöförhållanden; dock utan att göra anspråk på att heltäckande beskriva resultatet av alla tidigare studier inom området. Rapporten bedömer heller inte betydelsen av naturliga faktorer relativt av människan tillskapade förhållanden av betydelse för fiskvandringen. Den tar heller inte upp andra begränsningar, såsom tillgången på lämpliga lekområden, vilken också kan påverka laxbeståndets storlek. Rapporten försöker särskilt inte kvantifiera antalet upp- eller nerströmsvandrande laxar, som skulle ha passerat Stornorrfors om där inte fanns dammar eller andra vattenkraftsanordningar.

Arbetsgruppen har haft följande sammansättning:

Henrik Sandström (ordförande), Vindelälvens fiskeråd
 Kjell-Ali Wallin, Vattenfall AB
 Björn Svensson, SwedPower AB
 Stig Westbergh, Vindelälvens fiskeråd
 Hans Lundqvist, Vattenbruksinstitutionen, Sveriges lantbruksuniversitet

Arbetet

Arbetsgruppen har gjort en omfattande genomgång av vandringsfiskens situation i nedre Umeälven. En sammanfattning av de viktigaste observationerna och slutsatserna av vårt uppdrag redovisas nedan. I arbetet har också ingått ett studiebesök (maj 2001) till nordvästra USA (Columbiafloden) för att där diskutera gemensamma fiskvandringsproblem med ledande biologer och tekniker från framför allt NMFS under ledning av Dr. Michael Schiewe (Director Fish Ecology Division), NWFSC (National Marine Fisheries Science Center under ledning av Dr. Usha Varanasi, Science and Research Director), samt NWFSC (North West Fisheries Science Center under ledning av Dr. Brian J. Brown, Assistant Regional Administrator, Northwest region Hydro Program). Huvuddelen av diskussionerna genomfördes vid NMFS' huvudkontor i Seattle. Fältbesök företogs vid bl a kraftverk i Columbiaflodens nedre del (Bonneville Power Administration). Gruppens slutsatser av USA-resan med kopplingar till situationen i Umeälvens nedre del ges i bilaga 3. I bilaga 3 presenteras också principiella lösningar för problem som aktualiserats i Umeälven samt vetenskaplig litteratur som vi delgavs i USA.

Vid besöket i USA bjöd vi också in forskare från NMFS att besöka Umeälven. Gruppen från USA, förstärkt med Reidar Grande från Direktoratet for naturforvaltning i Trondheim, utgjordes av

John Ferguson (NMFS, NWFSC, Seattle)
 John Williams (NMFS, NWFSC, Seattle)

Ed Meyer (NMFS, NWFSC, Portland)

Den internationella gruppen genomförde sitt studiebesök i augusti 2001. Deras slutsatser och förslag, som bygger på både observationer i fält och skrivna dokument, redovisas i bilaga 1.

I samband med att arbetsgruppen inledde sin verksamhet hölls en serie av informationsträffar med dels berörda fiskerättsägare och deras lokala organisationer; dels med de berörda kommunernas företrädare.

Historik

I Lantbruks-Akademiens Tidskrift 1868, berättar Carl Byström ”Om fisket i Umeå elf och Skärgård”. Han blickar bakåt och nämner bl a ”att som bevis för fiskets godhet i forna dagar anföres att år 1824 erhöles i Öhns fiske 511 laxar på en dag, nemligen midsommarafon, samt ofta 3 a 400 laxar för dagen”. Laxtillgången i Umeälven under denna tid var så god att laxpriset var 83 öre per lispund (8,45 Kilo), dvs. nästan tio öre kilot. Av orsaker, som ännu inte är kartlagda fullt ut, uppvisar emellertid Östersjöns laxbestånd betydande fluktuationer. Beståndsstorleken varierar både mellan år och med stora svängningar över längre perioder ((Lindroth 1984)). När fisket, under senare delen av 1800-talet, inte erbjöd samma höga fångster i Umeälvens nedre del, hördes klagomål om det dåliga fisket och orättvisa skattesystem för fiskerättsinnehavarna. Laxfiskestatistik visar emellertid att laxtillgången idag (sedan 50-talet) är tillbaka på 1800-talets nivå. Största fångsterna av lax tas emellertid numera i havet och inte, som i forna dar, vid älvfiske.

Vandringsfisken har en lång historia i Umeälven. Kanske uppstod ett havsvandrande bestånd redan strax efter istiden för ca 8.500 år sedan. Vandringsfiskens betydelse för folkhushållet är uppenbar i vår historia. Gustaf Vasas regalrättsliga krav såg redan på 1540-talet till att Norrlands stora fisken hamnade under ”kronans” kontroll. De fiskarter som Gustav Vasa förbehöll kronan var i Norrland lax, sik, ål, nejonöga och strömming. ”Laxfiskena lågo i älvarnas nedre lopp (dit också befolkningen var koncentrerad) och vid kusten och var de mest ekonomiskt betydelsefulla”. Kronans inkomster av fisket har från medeltiden oftast varit stora och rapporter från 1539 visar betydande laxfångster i Norraforssa konungs fiske (Norrfors), Klaffwaböle (Klabböle) konungafiske, Södreforssa fiske (Sörfors) samt Brennlandet (Brännland) och Baggaböle (Baggböle). Senare tillkom också ytterligare fisken i kustnära lokaler såsom Holmöarna, Tafle, Täfteå och Bjurn. Exploateringen av vandringsfisk, främst lax och öring, i Umeälvens nedre del har varit stor men varierande.

Laxfiskefångsterna minskade i älven under 1800-talets senare del och Carl Byström (1868) skriver om flottningens påverkan, sjöars dämningar och om fisket att: ”Det vore derfore i min tanke önskligt att fisket med tinorna vid Norrfors och Söderfors så mycket som möjligt inskränkes, så att laxen lättare kunde öfvervinna äfven denna fors;.....desto lättare kan naturligtvis en och annan undgå människornas förföljelse och desto mera ostört förrätta sin lek”. Onekligen ett tidigt bevis för fiskevårdstänkande! Man insåg uppenbarligen redan då att vandringsfiskeresursen inte är obegränsad och att man inte bara kan ”skörda” utan också måste ”bevara”. När

fisket i Umeälven var intensivt var också uppstigningen av lax till Vindelälven låg (Andersson 1988).

Vattnet i Umeälvens nedre del började nyttjas för produktion av elström redan vid slutet av 1800-talet, då Klabböle kraftstation togs i bruk. Denna anläggning var lokaliserad till den södra stranden vid Klabböle och använde sig bara av ett delflöde av älvens vatten. Senare byggdes kraftstationen i Baggböle; även denna tog bara en liten del av älvens vatten i anspråk och var belägen på den norra stranden vid Baggböle herrgård. Man använde sig vid denna kraftstation av samma vattenintag som tidigare försörjt Baggböle såg.

Med byggandet av Norrfors kraftstation 1923, tillkom för första gången en damm, som överbyggade hela älven. Denna damm var placerad något uppströms den som finns idag. Norrfors kraftstation med sin enda turbin hade kapacitet att utnyttja ca. 85 m³/s. Resterande flöde fick alltså spillas via dammen. Tunnelutloppet från kraftstationen var beläget strax uppströms Sörforsbron. Dammen i Norrfors saknade till en början fiskväg. En sådan tillkom först 1932, nära 10 år senare. Under denna tid kunde alltså ingen vandringsfisk vare sig nå Umeälven uppströms Norrfors eller Vindelälven. Fisktrappan hade en lutning av 16 cm per längdmeter och var uppdelad i 15 fack. Nivåskillnaden mellan ingång till dammens övervattenyta var 6-7 meter. Då funktionen visade sig vara dålig byggdes denna fiskväg om 1934. Den förlängdes och blev på så sätt mindre brant.

Den nuvarande dammen och fisktrappan vid Norrfors uppfördes i samband med byggandet av Stornorrfors kraftstation 1952-1958. Kraftstationen hade inledningsvis 3 turbiner/aggregat med sammanlagd slukförmåga om ca. 750 m³/s. År 1984 kompletterades kraftverket med ett fjärde aggregat, varefter en sammanlagd högsta vattenföring om 1000 m³/s har kunnat utnyttjas för kraftproduktion.

I vattenmålet rörande Stornorrfors kraftstation, som startade med ansökan 1953, har slutlig dom ännu inte meddelats rörande fiskefrågorna. Vattenfall har ansett att prövotiden för fisket avslutades år 1968 och har därför sökt preskription av fiskefrågorna. Miljööverdomstolen har i en dom 2001 konstaterat att skadefrågan på det enskilda fisket i Vindelälven är satt på obestämd prövotid och att frågan därför inte kan preskriberas.

Med industrialisering och ökat välstånd minskade laxbeståndens betydelse för folkhushållet. Flottningsepoken och kraftutbyggnaderna kom då att spoliera många lek- och uppväxtområden för strömfisk. I dag är synen på naturen en annan. Ökad fritid har ånyo skapat intresse av att kunna bedriva sportfiske i strömmande vatten. Naturvårdsmål uppfordrar till att bevara vattendrag med lek av vandringsfisk och till att ge fiskynglen möjlighet till goda uppväxtbetingelser.

Efter det att regering och riksdag beslutat att Vindelälven skall undantas från kraftutbyggnad, anslogs år 1980 7,3 milj kr av statliga medel för att främja och utveckla fisket i Vindelälven-Laisälven. Förutom fiskevårdsåtgärder, såsom fiskutsättningar och biotopvård i älv och sidoflöden, satsades stora resurser på att organisera fisket. När projektet avslutades 1992 hade 26 fiskevårdsföreningar och 7 samfällighetsföreningar bildats. Ett samverkansorgan, Vindelälven-Laisälvens

Samarbetsråd bildades 1991 med uppgift att arbeta med fiskefrågor av övergripande karaktär. Detta samarbetsråd bytte 1993 namn till Vindelälvens Fiskeråd.

En av de största frågorna, som Fiskerådet arbetar med, är förbättring av uppvandringen av lax och havsöring till Vindelälven. Fiskerättsägare längs älven har under lång tid misstänkt att laxen har haft svårigheter att passera Stornorrfors. Under 90-talets senare hälft genomfördes ett antal studier av Länsstyrelsen, Fiskeriverket och SLU i samarbete med Vattenfall, som också tydde på detta. Senare forskning har tydliggjort förhållandena och ökat förväntningarna på att få till stånd åtgärder, som kan förbättra fiskvandringen mellan Vindelälven och havet. Därför föreslog Fiskerådet 1999 att en internationell expertgrupp skulle tillsättas för att analysera problemen kring fiskvandringen i Umeälvens nedre del. Efter ytterligare ett år inleddes en dialog mellan Vattenfall och Fiskerådet, om hur förhållandena för vandringsfisk bäst kunde analyseras och hur förslag till lösningar kunde tas fram.

Det skall nämnas att Fiskeriverket har ett uppdrag att utreda effekterna på fisket av tillkomsten av Stornorrfors kraftverk. I en deldom år 1960 fick fiskeriintendenten S.E. Berg uppdraget att utreda den samlade inverkan på enskilt fiske inom Stornorrfors skadeområde av anhängiga kraftverks- och regleringsmål i Umeälven. I skrivelse från vattenrättsdomaren året efter utsträcktes förordnandet att också gälla företagens inverkan på enskilt fiske i Vindelälven och dess biflöden ovanför uppströmsgränsen för inverkan av Stornorrfors kraftstation. Förordnandet har senare överförs till utredningskontoret i Luleå. Miljödomstolen har också uppdragit åt Fiskeriverkets utredningskontor i Luleå att årligen efter varje uppvandringssäsong redovisa vilka undersökningar som företagits och vilka resultat som undersökningarna givit.

Den vilda Laxens och havsöringens status i Östersjön/Bottniska Viken med tillrinnande älvar

Östersjölaxens (*Salmo salar*) och havsöringens (*Salmo trutta*) lekvandring har störts i många älvar runt Bottniska Viken och Östersjön. Vandringsfiskbeståndens lek- och uppväxtområden har eliminerats eller reducerats beroende på regleringar av flöden; konstruktion av dammar, kraftverk och andra vandringshinder, liksom flottledsrensningar, etc. (Christensen och Larsson 1979; Alm och Hamilton 1949; Karlsson och Karlström 1994). Genom insamling av avelsfisk, konstgjord befruktning av rom, samt uppdrivning och senare utsättning av smolt har vandringsfiskbestånden ändå kunnat behållas. Emellertid utgör numera vild lax mindre än 10 % av det totala beståndet i Östersjön (International Baltic Sea Fisheries Commission (IBSFC) 2001).

Vikande populationer av vild lax är ett globalt problem (Committee on Protection and Management of Pacific Northwest Anadromous Salmonids; Board on Environmental Studies and Toxicology, and Commission on Life Sciences 1996). Vildlaxbeståndens tillvaro är komplex och omfattar både ett liv i sötvatten och i havet. För de stadier, som är beroende av sötvatten, utgör vattenbyggnationer det största problemet, framför allt under fiskens vandring. Unga fiskar (smolt) omkommer vid passage genom turbiner och lekmogen äldre fisk stoppas av dammar och kraftverk. Stora ekonomiska

satsningarna för att hjälpa vuxen lax att nå sina lekplatser långt upp i floder och utvandrande smolt förbi kraftbyggnader sker idag på många håll. Dessa ansträngningar är särskilt omfattande i flera delstater kring Columbiafloden i USA.

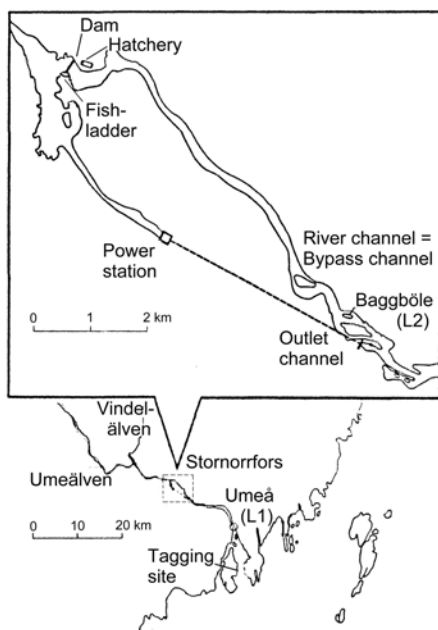
Förlust av lek- och uppväxtområden är inte alltid det största hotet mot den vilda laxen. Vildlax fångas intensivt i havet (McKinnell 1998) och sjukdomar som M74 - av allt att döma orsakad av vattenföroreningar - hotar de återstående vildlaxpopulationerna genom att skada fiskens reproduktion och öka dödligheten hos avkomman (Bengtsson, m fl. 1999).

Att behålla självföryngrande vandringsfisk är således en stor utmaning. Det bör redan ha framgått att det då är nödvändigt att ha en bred ansats. Att anlägga och underhålla fiskvägar i vattendrag med lax och havsöring är en uppenbar förutsättning för det långsiktiga skyddet av vikande bestånd av dessa långvandrande fiskarter (Linlökken 1993). Därför blir det också nödvändigt att utvärdera den kvantitativa betydelsen av fisktrappor vid vandringshinder i älvars nerströmsdelar. Mot bakgrund av den forskning och utveckling kring vandringsvägar för fisk, som sker utomlands men som inte längre pågår i Sverige, finns det anledning att uppdatera vår kunskap och ge situationen också i Sverige en förnyad genomlysning. Är det t ex möjligt att, i högre utsträckning än nu, anpassa flöden för att underlätta vandringen av vuxen fisk i kanaler förbi kraftverk eller för att minimera förluster av utvandrande ung fisk?

Beskrivning av Umeälvens nedre del

Umeälven med biflödet Vindelälven mynnar i Bottniska viken (63°50'N 20°05'E). Älvarna har sina källflöden i vid norska gränsen ca 450 km från kusten. Vindelälven, som bara har ett fåtal strömkraftverk i bivattendrag, rinner in i Umeälven i höjd med Vännäsby ca 40 km från mynningen och ca 8 km uppströms den nedersta dammen och kraftverket i Stornorrfors. Umeälven är starkt nyttjad för kraftproduktion. Flera stora regleringssjöar och kraftverk bidrar tillsammans till mer än 10 % av den samlade vattenkraftproduktionen i landet. Stornorrfors är landets största kraftstation med hänsyn till årlig elproduktion. Med Vindelälvens bidrag får Umeälvens nedre del en medelvattenföring av i genomsnitt 583 m³/s under laxens lekvandringsperiod från den 20 maj till 1 okt (McKinnell; Lundqvist och Johansson 1994). Fisktrappan i dammen i Norrfors möjliggör laxens vandring från havet till reproduktionsområden i Vindelälven. I Umeälven saknas numera lekplatser för lax ovanför Stornorrfors.

Studiens undersökningsområde har en längd av ca 32 km och sträcker sig från Umeälvens mynning (Långhalsudden), där laxar fångats och märkts, till laxtrappan i Norrforsdammen (Figur 1).



Figur 1. Stornorrfors kraftverk i relation till laxens vandringsled i Umeälvens nedre del (modifierad från Andersson, 1988).

Från och med 1 oktober till 20 maj styrs huvuddelen av flödet genom dammen i Stornorrfors till turbinerna i Stornorrfors kraftverk. Vattnet återvänder till Umeälven via en 4 km underjordisk tunnel (rak streckad linje i fig 1). Vid sidan av kraftverkets vattenväg återstår därmed en 8 km öppen naturlig älvfåra, som under fiskens vandringsperiod fungerar som förbipassage mellan damm och turbinvattenutlopp.

Hydrologi

Torråran är, bortsett från lokal tillrinning och tillflöde från fiskodlingen, vattenförande från 20 maj till 1 oktober. Från 1 oktober till 19 maj spillas inte vatten från dammen till torråran utan vattenföringen bestäms då av lokal tillrinning. Fisktrappan i dammbyggnaden längst upp i torråran har en vattenföring av ca 1 m³/s. Genom dammen regleras vattenföringen i torråran efter dom från år 2001 enligt följande:

20 maj – 15 juni	10 m ³ /s
16 juni – 31 augusti	19,6 m ³ /s
1 – 30 september	15 m ³ /s (från måndag 7:00 till lördag 17:00)
1 – 30 september	19,6 m ³ /s (från lördag 17:00 till måndag 07:00)

Spillet uppgår därmed till i genomsnitt 17 m³/s räknat under hela perioden från 20 maj till 30 september. En tidigare dom fastställde något högre tappning under samma period, nämligen i genomsnitt 23 m³/s. Skillnaden (6 m³/s) skall användas till tappningsförsök enligt anvisningar av Fiskeriverkets utredningskontor i Luleå.

Vattenföringen genom Stornorrfors kraftverk varierar över dygnet och veckan. Den genomsnittliga vattenföringen är ca 552 m³/s genom turbinerna från 20 maj till 1

oktober. Med spillet om i genomsnitt 23 m³/s blir alltså den totala vattenföringen 575 m³/s. Den maximala vattenföringen genom kraftverket uppgår till ca 1000 m³/s.

Temperaturutvecklingen i älven under fiskens lekvandring varierar mellan ca 10 °C från början av juni till ett normalt högsta värde på ca 19 °C i månadsskiftet juli/augusti. Temperaturen minskar därefter för att fram till början av oktober vara ca 9 °C.

Stornorrfors och den vilda laxens situation i Ume-Vindelälven

De svårigheter, som vandrande lax möter vid passage av Norrfors på väg till sina lekplatser i Vindelälven uppmärksammades redan av Byström (1868). Den komplicerade situation, som möter vandrande fisk i Umeälvens nedre del, erbjuder en omfattande provkarta på problem kopplade till vandringsvägar och flöden. Koncentrerade forskningsinsatser till detta område, som nu pågår utanför ramen för den här redovisade analysen, har förutsättningar att generera kunskap som bör kunna tillämpas för att lösa fiskvandringsproblem också i andra svenska vattendrag.

Vild lax startar sin lekvandring från kustområdet på våren och påbörjar sin lekvandring i älvarna på försommaren (Lundqvist; Clarke och Johansson 1988; Ökland, Heggberget och Jonsson 1995). Många norrlandsälvar har fortfarande en betydande laxvandring. Så är fallet i den reglerade Umeälvens nedre del och Vindelälven (Carlsson m fl., 1996), men där sistlidna sommar 5495 vilda laxar passerade fisktrappan (i fig. 2 är även uppvandringen av odlad fisk inkluderad).

Tidigare pilotstudier kring laxens vandringsmöjligheter förbi Stornorrfors till Vindelälven har visat på laxens komplexa vandringsbeteende i älvens nedre del (Carlsson m fl 1996, Perä och Karlström 1996. Se också detaljer nedan). Framförallt visar studierna att laxen har svårigheter att hitta rätt väg från området vid utloppskanalens mynning genom den gamla (naturliga) älvfåran till fisktrappan i Norrfors-dammen. Uppvandringen verkar störas av det höga vattenflödet ur kraftverkstunneln (Rivinoja och Lundqvist 1998). Det visade sig också att radiomärkt lax under sin lekvandring hade problem att passera i den gamla älvfåran. Radiomärkningen bekräftade också observationer, som gjordes före kraftverkets tillkomst, nämligen att uppehållstiderna vid partiella vandringshinder i två forsområden var anmärkningsvärt långa jämfört med andra älvar (Byström 1868). Vattenfall hade tidigare gjort åtgärder för att underlätta laxens passage av denna sträcka och 1998-1999 gjordes ytterligare insatser för att förbättra fiskvägarna. Vi vet emellertid ännu inte hur stort det kvarvarande problemet är. Försöken med märkning av lax, där bara ca. 25 % av dessa fiskar passerade fisktrappan är förbryllande (Rivinoja och Lundqvist 1998, 2000). Även vid tidigare försök med andra märkningsmetoder har det visat sig att många fiskar inte når trappan (Perä och Karlström 1996). Hur stora de verkliga förlusterna är går ännu inte att avgöra. All fisk, som passerar Stornorrfors, registreras i laxtrappan.

Ett annat förhållande, som nyligen uppdagats i Umeälvens fisktrappa (Rivinoja och Lundqvist 1998), är att en del laxar efter registrering och frisläppning från fisktrappan

faller tillbaka över dammen. Hur stort antal laxar detta berör årligen och om det orsakas av fiskens eget beteende efter frisläppning eller oregelbundenhet i dammspillet, har vi idag inte någon uppfattning om. Amerikanska undersökningar (Bjornn och Peery 1992) visar att en betydande dödlighet på lekvandrande fisk orsakas av att sk "fallbacks" inte tar sig tillbaka till fisktrappan.

Montén (1988) visade att ca 25 % av de vildfödda lax- och öringungarna dog på sträckan mellan dammen och tunnelutloppet vid Klabböle. Av dessa förolyckades 8% vid passage av turbinen. Många smolt förolyckades också vid passage av "torrfåran". Beräkningarna av denna förlust är osäker (Lundqvist, Clarck, Johansson 1998). Dagens situation, som den påverkar den vuxna laxens vandring har analyserats av (Rivinoja; McKinnell och Lundqvist 2001).

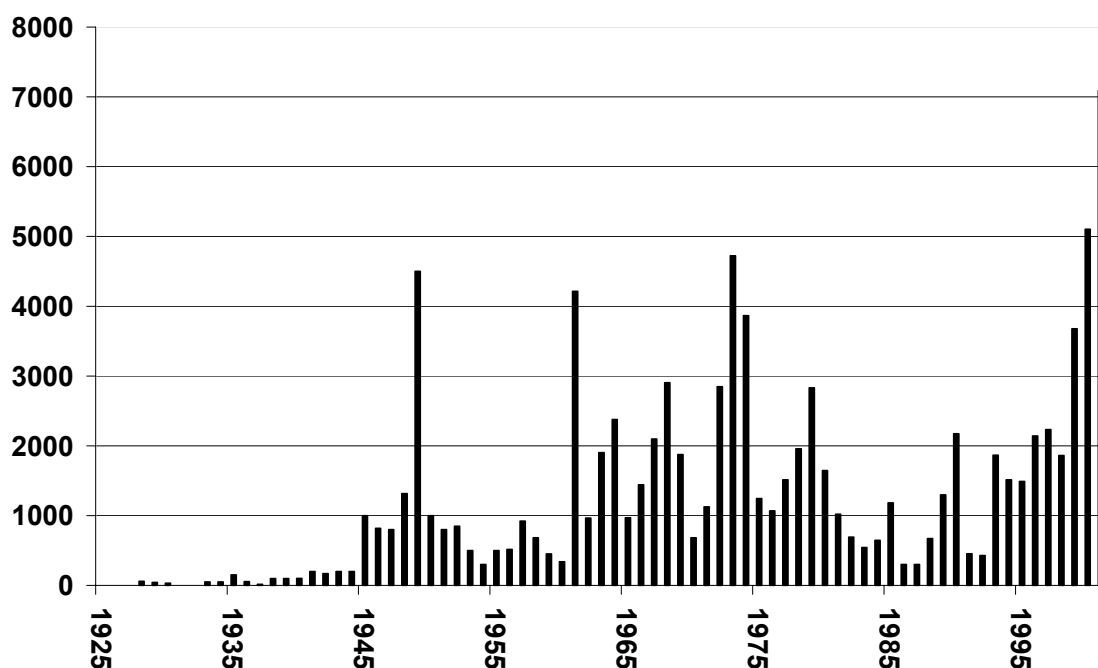
Just nu pågår värderingar av rekryteringen av lax i olika svenska älvar. Resultatet av dessa har inte kunnat göras tillgängliga för arbetsgruppen inom den tid vi har verkat. Det är emellertid viktigt att relatera åtgärder, som kan öka antalet uppvandrande lek-fiskar också till uppskattningar av den potentiella rekryteringen.

Den sammantagna bilden av problematiken vid Stornorrfors tyder på att det är åtgärder för att förbättra den vuxna fiskens uppvandring, som förefaller kunna åstadkomma de totalt sett bästa effekterna på Vindelälvens bestånd av lax.

Umeälvens odlade och Vindelälvens vilda lax

Umeälvens naturligt reproducerande laxbestånd försvann med tillkomsten av Norrforsdammen under 1920-1930. Efter utsättning av fisk och tillkomsten av kompensationsodlingen och fisktrappan i Norrfors fick älven ånyo ett vandringsfiskbestånd. Umeälvens huvudgren blev emellertid under 50-talet så kraftigt utbyggd att reproduktionen av lax där försvann helt. Den naturliga lax- och havsöringsreproduktionen har sedan dess främst upprätthållits i den oreglerade Vindelälven.

Smoltutsättningarna från Norrfors fiskodling (figur 1) är dimensionerade för att helt kompensera förlusten av naturligt producerad lax i Umeälven. Från 1970 har fettfenan klippts från alla odlade laxar varför den kan särskiljas från vild lax, som har intakt fettfena. I fisktrappan registreras sedan 1961 fiskens ursprung samt kön, längd, vikt, ankomsttid, mm innan de frisläpps för vidare vandring uppströms till Vindelälvens lekområden 50-300 km uppströms (Lundqvist; Östergren och McKinnell 1999). Före år 1961 användes en enklare registrering av vandrade fisk. Data från denna period har korrigerats av Lindroth (yttrande till vattendomstolen 1961). Den samlade uppvandringen av lax i Norrforsstrappan redovisas i Fig. 2.



Figur 2. Antalet laxar (vilda och odlade), som passerat fisktrappan i Norrfors under perioden 1925-2001. Data före 1961 härrör från Lindroth (1961); därefter sker årliga rapporteringar (<http://www-umea.slu.se/fisk/sve/trappa/norrfors/trappan/stat/statistik.cfm>). Mellan åren 1923 och 1931 saknades fisktrappa och den som 1932 (ombyggd 1934) byggdes anses inte ha fungerat tillfredsställande. Med tillkomsten av Stornorrfors kraftstation uppfördes 1960 den fisktrappa, som fortfarande är i drift. Av fiskar registrerade i trappan sedan 1974 är omkring 70% av vilt ursprung (McKinnell m fl., 1994).

Sammanställning av 5 års studier gällande Laxens vandring i nedre delen av Umeälven.

Under 5 år mellan 1995-2001 har laxens lekvandring studerats i Umeälven från havet till Norrforsdammen. Telemetristudier har gjorts av SLU och en bräckmärkningsstudie av Fiskeriverket genomfördes 1996. Det gemensamma för studierna är att lax fångats och märkts i Umeälvens mynning vid Obbola (Långhalsudden) under sommarperioden samtidigt som prov för genetisk analys tagits. Samma fångstmetod med ryssja och snarlika märkmetoder har nyttjats varje enskilt år. Både vild (med fettfena) och odlad fisk (klippt fettfena), samt honor och hanar har studerats. Vid telemetriundersökningarna har data erhållits från såväl manuella pejlingar som automatiska pejlstationer. Trappregistreringar av fisk har noterats av Vattenfalls fiskodlingspersonal. Den märkta fiskens rörelser i Umeälven har följts med hjälp av radiotelemetri (ATS); dels genom dagliga manuella pejlingar (båt, bil, mm) fram till 17 juli och därefter minst 3 ggr i veckan fram till 7 oktober; dels genom två fasta pejlstationer (LOTEK loggrar). Radiomärkenas design gör att varje märke ger en unik kombination av frekvens och puls så att radiomärkta laxar kan följas individuellt. Vid positionsbestämning av radiomärkt lax användes dels ATS (Advanced Telemetry System, Ohio, USA) radioenhet försedd med antenn (4-elements Yagi) samt Televilts mottagare RX 8910; dels LOTEK-loggrar (LOTEK SRX-400) (pejlstationer) med datalagringskapacitet och en 9-elements Yagi antenn, som placeras i Umeå (ca 17 km uppströms märkplatsen) och i Baggböleforsen i torrfårans nedre del (ca 24 km uppströms märkplatsen).

Radiomärkningstekniken har använts vid många fiskundersökningar och anses inte påverka fiskens simförmåga eller beteende (Heggberget, Hansen, och Naesje 1988; Arnekleiv och Kraaböl 1996). Under försöken år 1996 passerade emellertid ingen av de märkta fiskarna trappan trots att samtidigt ca 1500 omärkta registrerades där. Det visar att märknings/återfångst-studier behöver upprepas och omfatta ett större antal märkta fiskar än hittills. För identifiering av flaskhalsar under laxarnas vandring, dvs. hinder vid vilka laxen stannar upp eller retirerar, ger dock telemetristudierna värdefull information.

Gemensamma mönster visar att det tar ca 3-7 dagar för fisken att simma från märkplats i mynningen till Umeå stad ca 17 km uppströms (Tabell 1). I sammanflödesområdet mellan kraftverkets vatten och dammspillet har laxen svårigheten att hitta rätt väg uppströms och endast en liten del av fiskarna vandrar hela vägen upp till laxtrappan vid Norrforsdammen. Denna vandring tar mer än 40 dagar i snitt. Data tyder också på att odlad fisk ej är lika benägen som vild att vandra upp genom trappan. Telemetristudierna visar dessutom att ett antal fiskar vandrar ut till havet igen efter ett antal dagar i Umeälven.

	1995	1996	1997	1999	2001
Märkdatum	30jun - 17aug	3jun - 29aug	24jun - 3jul	16jun - 13jul	25jun - 4jul
Totalt antal	30 st 20 hon, 10 han	574 st	80 st	60 st 34 hon, 26 han	70 st 60 hon, 10 han
Vilda	han	328 hon, 157 han	53 hon, 2 han	han	han
Odlade	-	59 hon, 30 han	21 hon, 4 han	-	-
Längd (cm)	64	86	89	84	86
Pass. Umeå	73 %	-	84 %	83%	83 %
Dag till Umeå	7	-	3	3	4
Pass. Trapp	0 %	17 % *	26 %	32%	17 %
Dag till trapp	-	52	52	44	45

Tabell 1. Upptäcksvandring av märkta laxar under 5 säsonger. Data härrör från Carlsson m fl. 1996, Perä och Karlström 1996, Rivinoja och Lundqvist 2000 och opubl., samt Rivinoja m fl., 2001. * Procentandelen är omräknad efter samma metod som använts av Rivinoja & Lundqvist (1998 och 1999).

Genetiska analyser av lax i Umeälvens nedre del

Vindelälvslox (numera bestående av ett blandbestånd, som härrör från flera älvar, jfr ovan) har en särpräglad sammansättning av mitokondrie DNA varianter (haplotyper) som gör att den avviker från andra stammar i Östersjön. Genom att analysera mtDNA i en samling laxar från Ume-Vindelälven kan eventuella felvandrande laxar därför upptäckas. Härstamning för individer kan inte med säkerhet avgöras men i en samling av laxar kan man påvisa att en andel inte kommer från Vindelälven.

Under åren 1996-2000 har genom Fiskeriverkets i Luleå försorg insamlingar gjorts av lax i utloppstunnelns från Norrfors kraftstation utlopp i syfte att detektera eventuell förekomst av främmande stammar. Insamlingar av lax har även skett vid Laxtrappan i Norrfors av fisk med fenskador av en typ som tyder på odlad ursprung. Insamlingarna som avses här från tunneln och trappan gäller enbart omärkt lax.

DNA prover från fisken har analyserats för mtDNA sammansättning och jämförts med referensdata från Vindelälven. Data från analyserna finns redovisade i tabell.

Tunnelutloppet

För åren 1996 och 1997 erhöles inga avvikelser mellan insamlat material och referenser. Undantaget var den grupp av lax med fenslitage som avvek signifikant från Vindelälvslox. Lax från 1999 avvek signifikant från Vindelälvslox vilket tyder på att bland dessa fanns en betydande inslag av lax från någon annan stam. Avvikelsen 1999 var av samma riktning som den som iaktogs för de fenskadade 1997. För år 2000 erhöles ingen statistiskt signifikant avvikelse men en tendens mot de avvikande värden som erhöles 1999 är ändå tydlig (se Tabell 1).

Laxtrappan

De fenskadade från laxtrappan visar sammantaget en sådan markant avvikelse från Vindelälvslox att de utan tvekan kommer från något annat älvsystem. Enbart det faktum att de har för odlad fisk typiska fenskador gjorde detta troligt och den genetiska typningen ger en entydig bekräftelse på detta.

De avvikelser från Vindelälvslox som observerats i laxtrappan är med stor sannolikhet inte desamma som erhållits vid tunnelutloppet. Detta innebär att minst två olika främmande stammar finns i betydande antal bland de provtagningar som gjorts i Umeälvens nedre del. Antalet fenskadade laxar som når laxtrappan är känt, med reservationen att en del lax som tillhör denna främmande stam möjligen inte har tillräckligt tydliga fenskador för att upptäckas. Hur många främmande laxar som funnits vid tunnelutloppet går inte att beräkna framförallt på att alla dessa prover insamlats i september, andelen under hela uppvandringssfasen går därför inte ens att grovt uppskatta.

När det gäller de åtgärder som vidtas för att lösa problemen med laxens uppvandring i Umeälvens nedre del bör förekomsten av främmande lax beaktas. Om en bieffekt av åtgärderna är att främmande laxar, utöver vad som kan anses vara naturlig felvandring, kommer upp i Vindelälven är det olyckligt då detta inte kan anses acceptabelt ur bevarandesynpunkt. Av denna anledning bör ytterligare utredning av förekomst av främmande lax göras, speciellt bör förekomsten av dessa under olika tider av uppvandringen klarläggas.

	Haplolyper			Antal	Test mot referens*
	AAAA	AABA	BBBB		
Tunnelutloppet					
1996	0.73	0.24	0.03	70	n.s.
1997	0.65	0.35	0.00	23	n.s.
1999	0.34	0.52	0.14	29	**
2000	0.50	0.39	0.11	38	n.s.
Tunnelutloppet, med fenslitage					
1997	0.36	0.54	0.09	22	**
Norrfors laxtrappa, med fenslitage					
1997+1998	0.10	0.56	0.34	41	***
1999+2000	0.09	0.57	0.34	56	***

Tabell 2. Haplolyptfördelningar (frekvenser) för den mitokondriella ND1-regionen i prover från nedre Umeälven 1996-1999 av lekvandrande omärkt lax. *Vindelälven: AAAA 0.68, AABA 0.29, BBBB 0.03. n.s. – Icke signifikant skillnad.

Litteratur

- Alm, G. och Hamilton, H. (1949) Protection of fish and wildlife. U.N. (UNESCO) Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources.: UNESCO; 18 pp.
- Andersson, T. (1988) Lax. Utveckling av Östersjöns laxbestånd under senare decennier. En utvärdering av laxkompensationsverksamhet. Härnösand: Fiskeristyrelsens Utredningskontoret; Promemoria (Del 2). 92 pp.
- Arnekleiv, J. V. och Kraaböl, M. (1996) Migratory behaviour of adult fast-growing brown trout (*Salmo trutta*, L) in relation to water flow in a regulated Norwegian river. *Regulated Rivers - Research and Management* 12(1):39-49.
- Bengtsson, B.-E.; Hill, C.; Bergman, Å.; Brandt, I.; Johansson, N.; Magnhagen, C.; Södergren, A., och Thulin, J. (1999) Reproductive disturbances in Baltic fish: a synopsis of the FiRe project. *Ambio, Special Issue* 28(1):2-8.
- Bjornn, T. C. och Peery, C. A. (1992) A Review of Literature Related to Movements of Adult Salmon and Steelhead Past Dams and Through Reservoirs in the Lower Snake River. Moscow, Idaho, USA: US Army Corps of Engineers, Walla Walla District and Idaho Cooperative Fish and Wildlife Research Unit; Draft Technical Report, 92-1. 107 pp.
- Carlsson, U.; Lundqvist, H.; Eriksson, T., och Nilsson, J. (1996) Lekvandring hos vindelälvslox i Umeälvens nedre del. Redovisning av telemetriförsöken 1995. Umeå, Sweden: Länsstyrelsen i Västerbottens län; Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Vattenbruk; PM 1996-01-28.
- Christensen, O. och Larsson, P. O. (1979) Review of Baltic salmon research. *Coop.Res.Rep., International Council for the Exploration of the Sea (ICES)*. 1979(89):1-124.
- Committee on Protection and Management of Pacific Northwest Anadromous Salmonids; Board on Environmental Studies and Toxicology, and Commission on Life Sciences. (1996) *Upstream: Salmon and Society in the Pacific Northwest*. Washington DC, USA: National Academy Press; 472 pp.
- Heggberget, T. G.; Hansen, L. P., och Naesje, T. F. (1988) Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 45:1691-1698.
- International Baltic Sea Fisheries Commission (IBSFC) (1994) *Salmon (Salmo salar)* [Web Page]. 2001 Nov 15; Accessed 2002 Mar 19. Available at: <http://www.ibsfc.org/>.
- Karlsson, L. och Karlström, Ö. (1994) The Baltic salmon (*Salmo salar* L.): its history, present situation and future. *Dana* 10:61-85.
- Lindroth, A. (1984) *De svenska laxsmoltutsättningarna i Östersjön*. Stockholm: Vattenfall; 46 pp.

- Linlökken, A. (1993) Efficiency of Fishways and Impact of Dams on the Migration of Grayling and Brown Trout in the Glomma River System, South-Eastern Norway. *Regulated Rivers Research and Management* 8(1-2):145-153.
- Lundqvist, H.; Clarke, W. C., och Johansson, H. (1988) The influence of precocious sexual maturation on survival to adulthood of river stocked Baltic salmon. *Holarctic Ecology*. 11:60-69.
- Lundqvist, H.; Östergren, J., och McKinnell, S. (1999) Tracking the upstream migration of wild salmon (*Salmo salar*) females; Submitted manuscript.
- McKinnell, S. M. (1998) Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) life history variation: Implications for the Baltic Sea fishery. Umeå, Sweden: Avhandling, Department of Aquaculture, Swedish University of Agricultural Science.
- McKinnell, S.; Lundqvist, H., och Johansson, H. (1994) Biological characteristics of the upstream migration of naturally and hatchery-reared Baltic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture and Fisheries Management* 25(Suppl 2):45-63.
- Montén, E. (1988) Fiskodling och vattenkraft - en bok om kraftutbyggnadernas inverkan på fisket och hur man sökt kompensera skadorna genom främst fiskodling. Stockholm: Vattenfall; 245 pp.
- Perä, I. och Karlström, Ö. (1996) Undersökning av laxuppvandringen till Ume älv-Vindelälven vid Stornorrfors kraftverk. Luleå, Sweden: Fiskeriverket, Utredningskontoret; Rapport 1996-12-23.
- Rivinoja, P. and Lundqvist, H. (1998) Laxens lekvandring i nedre Umeälven: Redovisning av telemetriförsök år 1997. Umeå, Sweden: SLU, Vattenbruksinstitutionen.
- (2000) Laxens lekvandring i nedre Umeälven: Telemetriförsök år 1999. Umeå, Sweden: SLU, Vattenbruksinstitutionen.
- Rivinoja, P.; McKinnell, S., och Lundqvist, H. (2001). Hindrances to upstream migration of atlantic salmon (*Salmo salar*) in a northern Swedish river caused by a hydroelectric power-station. *Regulated Rivers: Research and Management* 17(2):101-115.
- Ökland, F.; Heggberget, T. G., och Jonsson, B. (1995) Migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. *Journal of Fish Biology* 46:1-7.