



Fakulteten för samhälls- och livsvetenskaper
Avdelningen för Biologi

Anders Andersson

Carlin-märkt lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*)

Utsättningar och återfångster i Vänern och
Klarälven, 1965-2005

Carlin-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar*) and trout
(*Salmo trutta*)

Releases and recaptures in Lake Vänern and Klarälven, 1965-2005

Biologi
D-uppsats

Datum/Termin: 16-06-11/VT 11
Handledare: John Piccolo, Eva Bergman
Examinator: Björn Arvidsson
Löpnnummer: 11:121

Sammanfattning

I Vänern, Sverige, fångades årligen ca 75 ton lax och öring av yrkesfisket, sportfisket och fritidsfisket under 1990-talet och början av 2000-talet. Fångsterna av lax och öring verkar ha sjunkit under de senaste åren men det råder stor osäkerhet över fångststoppningar. För en ökad förståelse över smolts mortalitet släpps varje år ett visst antal Carlin-märkta laxar och öringar ut i Vänern och Klarälven. Syftet med studien var att sammanställa och analysera databasen för Carlin-märkt lax och öring i Vänern under åren 1965 till 2005. Målet var att åskådliggöra långsiktiga tendenser över återfångster av Carlin-märkt lax och öring i både Vänern och Klarälven samt bedöma om återfångster varierar beroende på utsättningsplats (Vänern eller Klarälven). Microsoft Excel användes för att sammanställa och analysera återfångad och inrapporterad lax och öring från 1965 till 2005. För att bedöma trender för återfångster av de fyra stammarna, Gullspångs- och Klarälvs-, lax och öring, användes linjär regression. Totalt 299 165 Carlin-märkta fiskar fördelade över 388 utsättningsgrupper har släppts ut i Vänern med tillflöden under 40 års tid. Sammanlagt återfångades 14 504 fiskar, vilket motsvarar knappt 5 % av antalet Carlin-märkta och utsläppta fiskar. Återfångsterna har varierat genom åren (<1 % - >20 %), högst var återfångsterna under 1970-och 1980-talet, sedan 1990-talet har de minskat betydligt. Dessa tendenser är liknande för alla fyra stammar. De flesta återfångsterna sker i Vänern. Fisk utsläppt i Vänern återfångas som regel i något högre grad i Vänern än fisk utsläppt i Klarälven. Slutligen framkom att ingen lax eller öring utsläppt i Vänern återfångades i Klarälven.

Nyckelord: Återfångst, Carlin-märke, Lax, Öring, Vänern, Utsättningsplats.

Abstract

In Lake Vänern, Sweden, commercial, sport, and subsistence fisheries in the 1990s and the beginning of 2000 caught about 75 tons of salmon and trout. Catches of salmon and trout appeared to have declined in recent years, although there is much uncertainty in catch estimates. In order to better understand smolt-adult mortality, a number of Carlin-tagged salmon and trout are released in Vänern and Klarälven each year. The aim of the study was to assemble and analyze the Carlin-tag database for salmon and trout in Vänern during the years 1965 to 2005. My objectives were to identify long-term trends in tag returns rates in both Vänern and Klarälven, and to assess whether return rates varied by release location (Vänern or Klarälven). Microsoft Excel was used to compile and analyze reported recoveries of Carlin-tagged salmon and trout from 1965 to 2005. Linear regression was used to assess trends in return rates of four stocks, Gullspångsälven and Klarälven salmon and trout. Total 299 165 tagged fish in 388 release groups have been released in Vänern over the 40-year period. Total recaptures were 14 504, which equates to just under 5 % of the number of Carlin-tagged and released fish. Recapture rates have varied throughout the years (<1 % - >20 %), the highest return rates were in the 1970s – 1980s, but they have decreased significantly since the 1990s. These trends are similar for all four stocks. Most of the recaptures occur in the lake, return rates of fish released in the lake are most often caught in the lake than are fish released in Klarälven. Finally, revealed that no salmon or trout that were released in the lake were recaptured in the Klarälven.

Keywords: Recapture, Carlin-tag, Atlantic salmon, Trout, Lake Vänern, Release location.

Inledning

Vänern är Europas tredje största sjö, den skildes från havet vid landhöjningen för ca 9000 år sedan, vilket medförde att Atlantlax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*) stängdes inne. I Europa finns mycket få stammar av lax som tillbringar hela sitt liv i sötvatten, s.k. reliktlax. I Vänern finns två av dessa med lek- och uppväxtområden i Gullspångs- och Klarälven, och är tillsammans med öringstammarna i samma vattendrag klassade som varande av riksintresse ur bevarandesynpunkt (Fiskeriverket 1998). I dagligt tal pratas ofta om ”Vänerlax”, ett begrepp som innefattar både lax och öring, med dess lokala stammar (Wickström 1974).

Lax har en anadrom livscykel vilket innebär att den lever det juvenila stadiet i sötvatten, därefter vandrar den ut som smolt i havet för att äta upp sig och återvänder efter ett till ett flertal år till sin födelseälv för att leka (Crozier et al. 2003). Öringen har en likartad livscykel, den föds i strömmande vatten, växer upp i havet och vandrar upp för att leka i samma vattendrag där den en gång föddes (Nielsen & Svedberg 2006). För Vänerlaxen innebär detta att de leker i strömförande vattendrag på botten av småsten under hösten, laxen leker något senare än öringen (Almer & Larsson 1974). Rommen kläcks följande vår och efter 1-4 år i älven vandrar fisken ut i Vänern som smolt. Laxen växer snabbt under sin vistelse i sjön, den viktigaste födan är siklöja och nors (Nilsson 1979), stammarna från Gullspång har snabbare tillväxt än de från Klarälven. Utseendemässigt skiljs öringen från laxen genom bl.a. en klumpigare kroppsform, bredare stjärtpole, fler prickar nedanför sidolinjen och att stjärten har en nästan rak kant. Efter 2-6 år i sjön återvänder laxen till sin födelseälv för lek (Almer & Larsson 1974). Åldern för utvandring till sjön samt åldern för uppvandring till födelseälven för lek skiljer sig en del beroende på stam och ursprung (Runnström 1940, Wickström 1974). För att hitta tillbaka till sin ursprungsälv navigerar laxen på långa avstånd med hjälp av jordmagnetism och havsströmmar. På kortare avstånd utnyttjar laxen sitt luktsinne för att finna sin födelseälv (Nielsen & Svedberg 2006).

Fisket efter Vänerlax har varit var mycket betydelsefullt genom åren. År 1881 fångades 135 ton Vänerlax i sjön och utöver detta 45 ton i älvarna. Vänern var ett mycket gott laxvatten innan kraftverksbyggnationerna i tillrinnande laxälvar började på 1900-talet. Det var inte ovanligt att det fångades över 100 ton lax per år mot endast omkring 1 ton i början av 1970-talet (Almer & Larsson 1974). När smoltutställningarna startade under 1960-talet (Wickström 1974) kunde så småningom Vänerlaxen öka i antal och år 2009 fångades drygt 23 ton lax och öring av yrkesfisket, vilket är en minskning sedan de stora fångsterna från början av 80-talet och fram till 2003 (Ragnarsson Stabo et al. 2010). Yrkes-, sport- och fritidsfisket fångade årligen ungefär 75 ton lax och öring tillsammans under 1990-talet fram till början av 2000-talet. Fångstberäkningar visar att sportfiskets återfångster har ökat från 30-80 ton under perioden 1986-2006, dock innebär beräkningar en viss osäkerhet (Piccolo et al. 2011).

Åren 1906-1910 byggdes Dejeforsen i Klarälven ut, ytterligare 8 vattenkraftverk uppfördes på den svenska sidan av Klarälven under 1900-talet (Degerman 2004). Som följd av dessa hinder blockerades de uppvandrande laxarna och öringarna från sina lekområden. För att ge Vänerlaxen en chans att leka och reproducera sig naturligt började lekmogen lax transporteras förbi kraftverken med lastbil (Almer & Larsson 1974; Runnström 1940). Även i Gullspångsälven och andra biflöden till Vänern skedde utbyggnationer av vattenkraften, de här anläggningarna visade sig bli förödande då flera av de unika populationerna av lax och öring försvann (Almer 1978). De enda kvarvarande laxpopulationerna i Vänern är öring och lax som leker i Klarälven och Gullspångsälven. Dessa fyra populationer är Klarälvslox, Klarälvsöring, Gullspångslax och Gullspångsöring (Ros 1981).

Kraftbolagen är enligt en dom i vattendomstol skyldiga, att fr.o.m. 1961 i viss mån kompensera den uteblivna naturliga produktionen av lax- och öringungar genom utsättningar av smolt (Wickström 1974). Dessa utsättningar, tillsammans med de utsättningar som görs i Laxfondens regi, gör att ett yrkesfiske och sportfiske efter lax i Vänern kan bedrivas (Fiskeriverket 2004). Enligt Ragnarsson Stabo et al. (2010) har antalet årligen utsatta smolt sedan starten på 1960-talet ökat från 22 700, 1961-1963 (Wickström 1974), till omkring 300 000 tvååriga ungar per år under 1990-talet, men har idag minskat till knappa 220 000 per år. Laxfond Vänern bildades år 1988 i syfte att förstärka laxstammarna och fisket. Medlemmarna består av länsstyrelserna, landstingen, kommunerna, yrkesfiskarna, näringslivet och fiskeriverket (Degerman 2004).

I Sverige märks varje år ett visst antal lax- och havsöringsmolt med s.k. ”Carlin-tags” (Carlin-märken). Vanligtvis märks minst 2 % av smolten i varje kompensationsodling, där syftet främst är att utvärdera utfallet av lax- och havsöringsmolt genom inrapportering av återfångster av märkt fisk (Fiskeriverket 2004). Omkring 1950 grundades den här speciella typen av märke som blivit internationellt känt som ”the Carlin-tag”, en avlång bricka med plats för nummer och anvisningar om vart märket skall skickas efter återfångst. Märket fästs med en länk under ryggfenan på fisken (Montén 1988) som bedövas under märkningen (Degerman & Sers 1999). Upphovsmannen var Börje Carlin, en fiskeriintendent och biolog som ledde Fiskeristyrelsens utredningar om lax under 1950- och 1960-talet. Carlins mål med märkningarna var att jämföra återfångstprocenterna mellan olika grupper av laxungar för att se om faktorer som storlek, ålder, arvsanlag samt tid och plats för utsättningen påverkar återfångstresultatet (Montén 1988). Märkning av fisk och registrerandet av återfångster är en viktig metod som kan användas vid beräkningar av populationsstorlek, dödlighet och tillväxttakt. De returnerade märkena bidrar också med värdefull information om fiskens rörelsemönster från utsättningslokal till platsen där den återfångas (Lucas & Baras 2001, Mills 1989, Strand et al. 2002).

Några studier av märkningsförsök i Vänern med dess tillflöden har gjorts genom tiderna. Under åren 1960-1969 sattes 19 000 märkta 2-åriga lax- och öringungar ut i Vänern, Klarälven och Gullspångsälven. Wickström (1974) undersökte denna grupp och fann att 6 % av antalet utsatta Klarälvsloxar, 10,9 % av Gullspångsloxarna och 5,5 % av Gullspångsöringarna återfångades. Dock uppvisade de enskilda utsättningarna mycket varierat resultat med återfångster mellan 0,05 % och 21 %. Wickström granskade också utsättningsplatsens betydelse för återvandring till lekälven. Han påvisade att de Klarälvsloxar som sattes ut vid Tärnans grund i Vänern inte hittade tillbaka till Klarälven i samma utsträckning som de Klarälvsloxar som blev utsläppta i Klarälven gjorde. Under åren 1984-89 var återfångsterna av märkt fisk höga gällande Gullspångsöring och Klarälvslox i Vänerområdet. Oftast återfångades över 10 % av de som sattes ut. De kommande åren minskade återfångsterna och låg mot mitten av 1990-talet på 2-9 % beroende på utsättningsplats och stam (Fiskeriverket 1998). Piccolo et al. (2011) har noterat i en pågående undersökning att antalet återfångster av Carlin-märkt Vänerlox till fisket i Vänern har minskat kraftigt från 1982. Medelvärde av årliga återfångster har gått från >10 % till <2 %, medan återfångsterna av märkt fisk i Klarälven under samma tidsperiod varit relativt konstanta med ett medelvärde på cirka 1 %.

Syftet med studien var att sammanställa och analysera databasen för Carlin-märkt lax och öring i Vänern under åren 1965 till 2005. Målet var att åskådliggöra långsiktiga tendenser över återfångster av Carlin-märkt lax och öring i både Vänern och Klarälven samt bedöma om återfångster varierar beroende på utsättningsplats (Vänern eller Klarälven). Av intresse var också att undersöka om fisk utsläppt i Klarälven i större grad återvänder till älven för lek än fisk utsläppt i Vänern.

Metod

Den här studien behandlar märkt lax och öring med ursprung från Gullspångs- och Klarälven. Typen av märken är så kallade Carlin-märken. På dessa märken finns ett serienummer som gör att fiskens utsättningsplats och ursprung går att identifiera. Utsättningsgrupper mellan år 1965 och 2005 har analyserats. 2005 är valt som sista år eftersom det tar ett antal år innan fisken återfångas och rapporteras. Utsättningarna har ägt rum på olika platser i Vänern med dess tillflöden. I denna studie har samtliga utsättningsplatser i Vänern, t.ex. Tärnans grund, Djurö skärgård och Gaperhult behandlats som en och samma plats, nämligen Vänern. På samma sätt har utsättningsplatser i Klarälven, exempelvis Almar och Forshaga döpts om till ett och samma namn, nämligen Klarälven. Övriga utsättningsplatser som bidragit med information är Byälven, Åmålsån, Norsälven, Fljan, Nossan, Tidån, Dalbergsån och Gullspångsälven. För att begränsa undersökningens omfattning bidrar samtliga dessa utsättningsplatser med information endast vid redovisandet av totala återfångster av Carlin-märkt fisk (figur 1 a-d). Resterande delar i resultatredovisningen behandlar och analyserar endast fisk utsläppt i Vänern och Klarälven.

Vid återfångandet av Carlin-märkta fiskar har märket skickats till Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium, vilka har dokumenterat informationen som angetts om tid och plats för återfångst, samt längd, vikt och kön i de fall det har kunnat anges. I vissa fall har också fångstredskap meddelats. Dessa data är sorterade och sammanställda i protokoll där lax- och öringsmoltens märkes- och serienummer är angivna. Under åren 1965-1981 fördes de här protokollen i pappersform, men kom efter 1981 att digitaliseras. Ett av målen med detta D-projekt var att mata in och sammanställa återfångster från åren 1965-1981 i MS Excel. I den digitala delen av protokollen över återfångade fiskar (1981 och framåt) är antalet utsatta fiskar i vissa grupper något lägre än serienumren visar, vilket kan bero på att fiskar dött under transport, hanterings- och märkningsprocessen eller eventuellt att vissa märken har gått sönder. I de äldre serierna (1965-1980) har det antagits att antalet utsatta fiskar stämmer överens med siffrorna över utsättningsgruppen. Om fiskar eller märken fallit bort rör det sig förmodligen om så få till antalet att det slutgiltiga resultatet inte påverkas nämnvärt.

De allra flesta återfångster av Carlin-märkt lax och öring har gjorts ett eller fler år efter utsättningen (90-95 %). För undersökningens reliabilitet har enbart dessa fiskar valts att redovisas, och alltså inte de fiskar som är fångade under sitt första år efter utsättningen. Detta för att inte få ett felaktigt resultat när återfångster och återvandring till Klarälven beräknas. De fiskar som är fångade under första året är inte fiskar som återvandrar för lek, många av dem fångas i samband med utsättningen. De påverkar därför resultatet felaktigt vid beräkandet av antalet fiskar som återvänder till sin hemälv för lek. De fiskar där ingen känd ålder funnits att tillgå har exkluderats. Totalt är 1471 fiskar exkluderade ur resultatet.

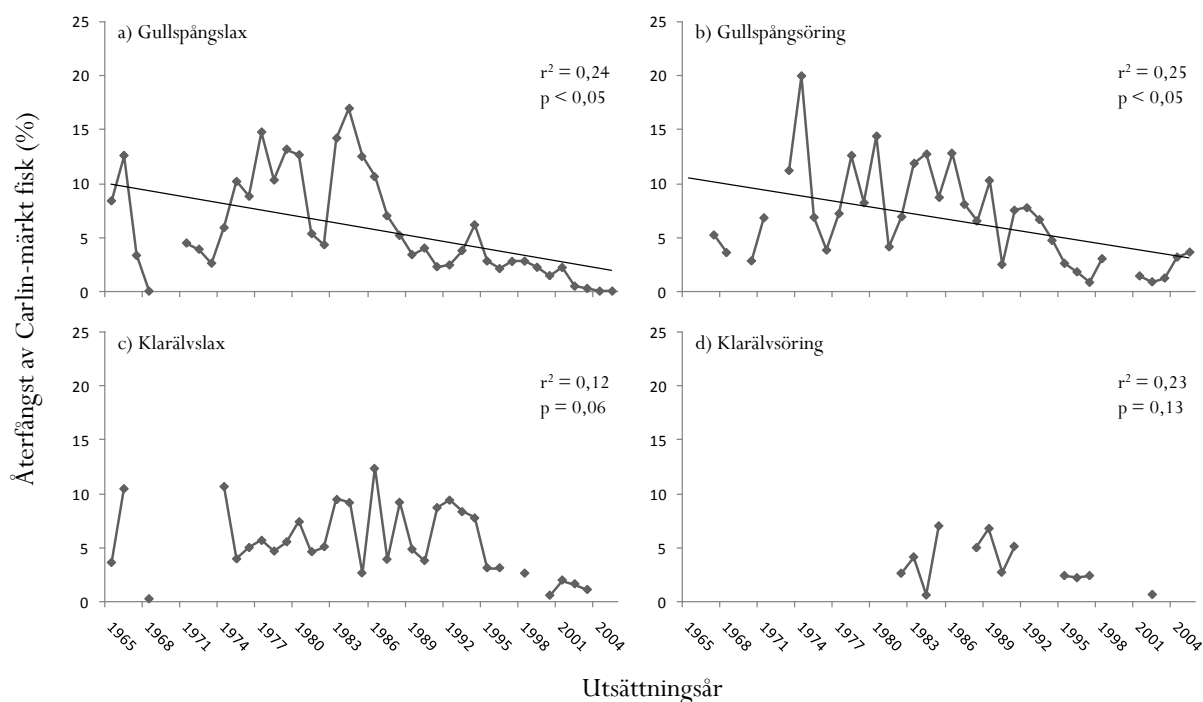
Samtlig resultatredovisning avser Carlin-märkt lax och öring, där återfångsterna visas i % och är beräknade av antal Carlin-märkt och utplanterad fisk. De årtal där ett procentuellt värde går att avläsa är medelåterfångsten av detta års samtliga utsättningsgrupper. För att undersöka om det fanns några linjära samband i graferna över tid gjordes en regressionsanalys, signifikanta samband visas med en trendlinje. Både vanligt fiske och avelsfiske i Forshaga inkluderas i återfångsterna. Alla analyser är gjorda i kalkylprogrammet Microsoft Excel.

I slutet av detta projekt upptäcktes att det saknades en del data över utsättningsgrupper och återfångster, framförallt under åren 1988-1992. Genom kontakt med fiskeriverket framkom att utsättningarna av Carlin-märkt fisk var gjorda i flera parter regi, därför fanns inte all data samlad på ett och samma ställe. När tillgång till det saknade datasetet gavs var det inte utformat som övrig data, som exempel fanns inte specifik information om var de enskilda individerna återfångats. Tiden blev för knapp för att omarbeta detta dataset så det överensstämde helt med tidigare bearbetade dataset. Dock kunde det användas tillsammans med övriga data när analyser av total återfångst av Carlin-märkt lax och öring gjordes (figur 1). I övrig resultatredovisning där återfångster i Vänern och Klarälven redovisas baserade på utsättningsplatser är detta dataset exkluderat (figur 2 & 3). För att tydliggöra, figur 1 baseras på 388 utsättningsgrupper av Carlin-märkt lax och öring. Figur 2 & 3 är baserade på 252 utsättningsgrupper från Vänern och Klarälven.

Resultat

Totalt antal utsläppt Carlin-märkt lax och öring i denna studie är 299 165 individer fördelade över 388 utsättningsgrupper. Gullspångslax utgjorde nästan hälften av utsättningarna med 146 130 märkta individer, medans antalet utsläppta och märkta fiskar för övriga stammar var 83 446 Gullspångsöringar, 56 285 Klarävlslaxar samt 13 304 Klarävlöringar. Utsättningsgrupperna har varierat från 100 till 2999 utsatta smolt, vanligast har grupper om 500 eller 1000 individer varit. Majoriteten av utsättningsmaterialet har bestått av 2-åriga smolt. Sammanlagt har 14 504 märkta fiskar återfångats (>1 år efter utsättning) under 1965-2005, vilket motsvarar 4,8 % av antalet Carlin-märkta och utsläppta. Av dessa är 6590 Gullspångslaxar, 4628 Gullspångsöringar, 2863 Klarävlslaxar och 423 Klarävlöringar. Utsättningarna av Klarävlöring startade 1982 och de har därför inte satts ut i lika stort antal som övriga stammar.

Återfångsterna har varierat under perioden för de olika stammarna. Gullspångslax utsläppt 1984 gav de högsta återfångsterna under denna period med ett medelvärde för detta års utsättningsgrupper på 17 % Carlin-märkt lax åter (figur 1a). Därefter minskade återfångsterna och var i början på 2000-talet nere på ca 1 %. Under tidsperioden var minskningen signifikant (figur 1a).

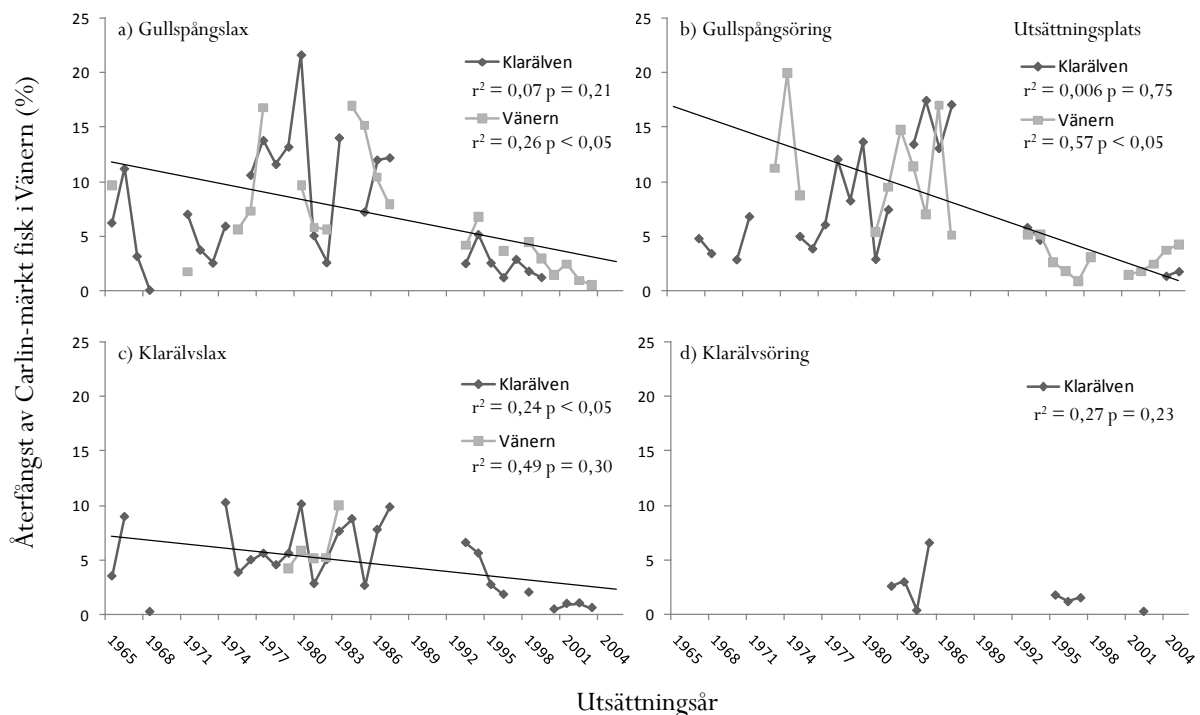


Figur 1. Återfångster av Carlin-märkt lax och öring utsatt under 1965-2005. År utan datapunkter har inga utsättningar skett. a) Gullspångslax, $n = 6590$, b) Gullspångsöring, $n = 4628$, c) Klarävlslax, $n = 2863$, d) Klarävlöring, $n = 423$.

Återfångsterna av Gullspångsöring var som högst 1974 med 20 % av de märkta öringarna åter (figur 1b). Under 80-talet varierade återfångsterna mellan 5 och 15 % men minskade därefter och var i början på 2000-talet nere i ca 1 %. År 2004-2005 ökade återfångsterna något. Minskningen under tidsperioden var signifikant (figur 1b). Med undantag för 1968 har Klarävlslaxen pendlat mellan återfångster på ca 3 – 12 % (figur 1c). 1986 var toppåret för Klarävlslaxen med drygt 12 % åter, men också återfångsterna av denna stam minskade och låg i början av 2000-talet runt 1 %. Dock fanns inget nämnvärt samband under perioden (figur 1c). Utsättningar av Klarävlöring startade 1982 och fick en återfångsttopp 1985 med 7 % av

de utsatta och märkta öringarna åter (figur 1d). Därefter minskade återfångsterna och av 2002 års utsättningar återfångades ungefär 1 %. Gemensamt för dessa fyra stammarna var, undantaget att Klarälvsöring inte satts ut före 1982, att de uppvisade goda återfångster under 70- och 80-talet. I slutet av 1980- och början av 1990-talet minskade dock återfångsterna betydligt. Under perioden 1965-2005 är det sammanlagda medelvärdet för återfångster av Carlin-märkt Gullspångslax 5,5 %, Gullspångsöring 6,5 %, Klarälvsax 5,0 % samt Klarälvsöring 3,3 %.

Av lax och öring utsläppt i Vänern och Klarälven återfångades 8777 märkta individer (>1 år efter utsättningen) i Vänern under 1965-2005, vilket motsvarade 4,8 % av antalet märkta och utsatta fiskar.

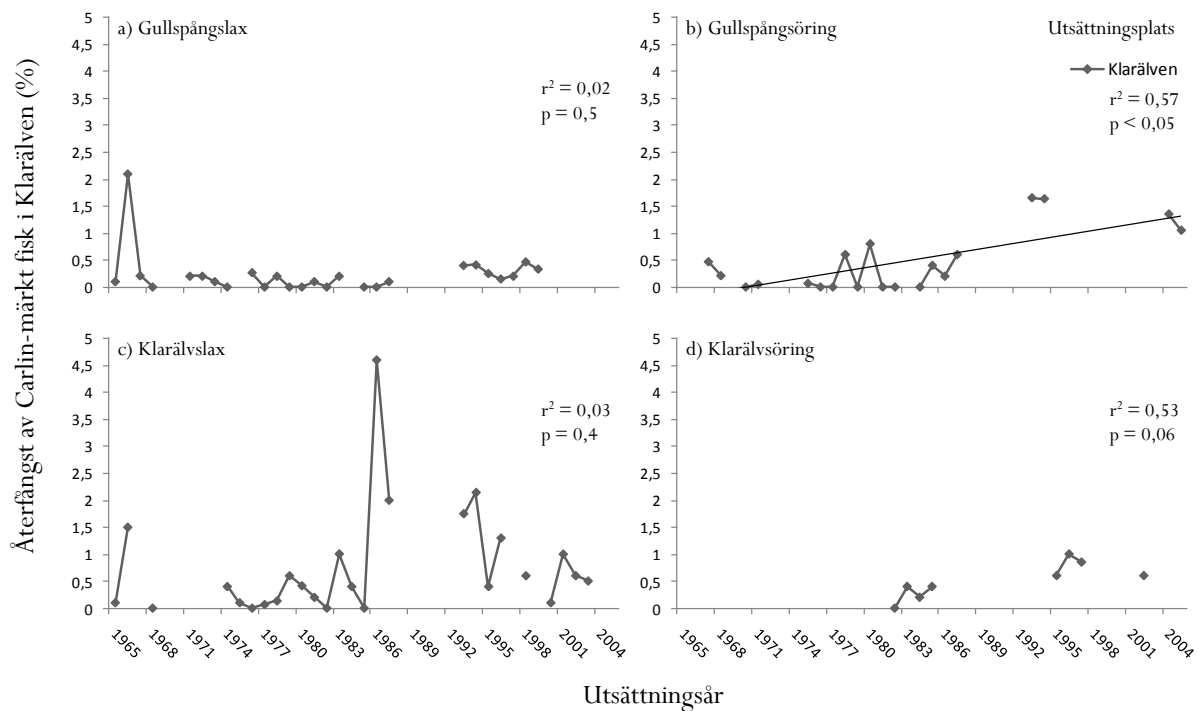


Figur 2. Återfångster av Carlin-märkt fisk i Vänern, baserat på utsättningsplatser. Den mörkare linjen med dess punkter visar fisk utsläppt i Klarälven men återfångad i Vänern. Den ljusare linjen visar fisk utsläppt i Vänern och återfångad i Vänern. Inga utsättningar av Klarälvsöring har gjorts i Vänern. a) Gullspångslax, $n=4335$, b) Gullspångsöring, $n=2815$, c) Klarälvsax, $n=1500$, d) Klarälvsöring, $n=127$. Observera att figuren inte innehåller samtliga serier av utsläppt Carlin-märkt lax och öring, se metod för ytterligare information.

Gullspångslax utsläppt i Klarälven 1980 stod för högst återfångst under perioden, 21,7 % av de märkta laxarna återfångades i Vänern (figur 2a). Övriga år är det i regel Gullspångslax utsläppt i Vänern som givit något högre återfångster. Under 40 år har det i 15 av dessa, skett utsättningar av Gullspångslax både i Vänern och Klarälven, i 10 av de här åren har återfångsterna i Vänern varit högre för lax utsatt i sjön. Gullspångslax utsläppt i Vänern och återfångad i Vänern uppvisade en signifikant minskning under perioden 1965-2005 (figur 2a). Av Gullspångslaxar utsläppta i Vänern återfångades i snitt 7,2 % i sjön, denna siffra är något högre än Gullspångslax utsläppt i Klarälven av vilka 6,1 % återfångades i Vänern. År 1974 var rekordår för Gullspångsöring utsatt i Vänern, 20 % av de Carlin-märkta öringarna återfångades (figur 2b). Under hela tidsperioden har Gullspångsöring utsläppt i Klarälven ett medelvärde på 6,4 % märkt fisk åter i Vänern, vilket är något högre än Gullspångsöring utsläppt i Vänern vars återfångstprocent var 6,1 % i medelvärde genom åren. Återfångsterna av Gullspångsöring utsläppt i sjön har minskat signifikant (figur 2b). I 7 av 11 år när

utsättningar av Gullspångsöring ägt rum både i Vänern och i Klarälven har fiskar utsatta i Vänern gett högst återfångstprocent. Få utsättningar har dock skett i Klarälven under senare år. Klarälvslox har endast varit utsläppt i Vänern under 5 år i denna studie (figur 2c). I 3 av dessa 5 år har Klarälvslox utsläppt i Vänern gett högre återfångster i Vänern än Klarälvslox utsläppt i Klarälven. Medelåterfångster av Carlin-märkt Klarälvslox utsläppt i Klarälven är 3,8 %, för utsättningsgrupperna i Vänern är medelåterfångsterna 6,3 % över tid men då har inte utsättningar av Klarälvslox i Vänern ägt rum sen 1983 i detta material. Återfångsterna i Vänern av Klarälvslox utsläppt i Klarälven påvisade en signifikant minskning (figur 2c). Klarälvsöring har inte varit utsatt i Vänern. Av utsättningsmaterial från Klarälven 1985 fångades 6,6 % åter i Vänern (figur 2d). Under 90-talet minskade återfångsterna och var för 2002 års utsättningar 0,3 %. Medelåterfångsten under hela tidsperioden var 2,1 % återfångad Carlin-märkt Klarälvsöring. Relativt få utsättningsgrupper har förekommit.

Återfångsterna i Klarälven är alltid lägre än i Vänern. I detta material är 519 fiskar återfångade i Klarälven under 1965-2005. Av lax och öring utsläppt i Vänern återfångades ingen i Klarälven.



Figur 3. Återfångster av Carlin-märkt fisk i Klarälven. Linjen med dess punkter visar fisk utsläppt i Klarälven och återfångad i Klarälven. a) Gullspångslax, n=94, b) Gullspångsöring, n=149, c) Klarälvslox, n=232, d) Klarälvsöring, n=44. Observera att figuren inte innehåller samtliga serier av utsläppt Carlin-märkt lax och öring, se metod för ytterligare information.

Gullspångslax utsläppt i Klarälven 1966 gav de högsta återfångsterna i Klarälven under perioden 1965-2005, 2,1 % av de märkta laxarna fångades åter (figur 3a). Därefter har återfångsterna av Gullspångslax i Klarälven varit låga, mellan 0,0-0,5 %. Utsättningsgrupper av Gullspångsöring 1993 och 1994 gav de högsta återfångsterna, 1,7 samt 1,6 % märkt öring fångades åter, men också 2004 och 2005 års utsättningar gav relativt goda återfångster sett över tid (figur 3b). Medelåterfångsten i Klarälven av märkt Gullspångsöring utsatt i Klarälven under 1965-2005 var 0,5 %, men trenden var ökande (figur 3b). Återfångster av Klarälvslox utsatt i Klarälven var som högst 1986, 4,6 % av de Carlin-märkta laxarna återfångades (figur 3c). Därefter minskade återfångsterna igen och var 2001 nere i 1 %. Över hela tidsperioden

har märkt Klarälvslox utsatt och återfångad i Klarälven ett återfångstmedelvärde på 0,6 %. Klarälvsöring har endast satts ut i Klarälven. Av utsättningarna premiäråret 1982 återfångades ingen senare i Klarälven, dock bestod detta års utsättningsmaterial endast av 1 Carlin-märkt grupp (figur 3d). Av 1996 års utsatta Klarälvsöringar var återfångsterna 1 %. Medelåterfångsten för Klarälvsöring i Klarälven över tid är 0,5 % märkt fisk åter.

Diskussion

Mina resultat visade att knappt 5 % (14 504 st. fiskar) av utsatt Carlin-märkt lax och öring återfångades under åren 1965-2005, vilket är lägre än vad Kallio-Nyberg et al. (2000) påvisade där närmare 10 % Carlin-märkt lax återfångades, men även lägre än Piccolo et al. (2011) beräkningar mellan åren 1982-2005 om att 7,5 % av odlad och utsläppt smolt återfångas. Märkning av fisk är en viktig metod för att beräkna populationsstorlek, dödlighet och tillväxttakt (Lucas & Baras 2001, Mills 1989, Strand et al. 2002). Dock måste faktorer som dödlighet i samband med hantering och märkning, att fisk tappar märken samt inrapportering av märken tas hänsyn till vid dessa beräkningar (Miranda et al. 2002 & Brenden et al. 2010). Över hela tidsperioden visade återfångsterna av Carlin-märkt Lax och öring stora variationer mellan utsättningsår och grupper, vilket kan bero på årliga variationer och förhållanden i omgivningarna som exempelvis tillgång till bytesfisk som nors och siklöja (Kallio-Nyberg et al. 2006). Gullspångsöring är den stam som gett högst återfångster genom åren med ett medelvärde på 6,5 % märkt fisk åter, vilket är högre än under åren 1960-1969 (Wickström 1974). Återfångster av Gullspångslax har jämfört med Wickströms undersökning minskat från 10,9 % till 5,5 % märkt lax åter i medelvärde under åren 1965-2005. Minskningen har varit signifikant. Wickströms återfångstprocent grundar sig dock på totala återfångster. I den här studien exkluderas fiskar som fångas under första året efter utsättningen, men skulle i dessa fiskars närvaro ligga mellan 0,2-0,7 % högre beroende på stam.

Under 70- och 80-talet förekom höga återfångster av Carlin-märkt lax och öring, men i slutet på 80- och under 90-talet sjönk återfångsterna kraftigt, vilket var gemensamt för alla fyra stammarna. Ungefär samtidigt som återfångsterna minskade, ökade utsättningarna av lax och öringsmolt, ca 150 000 per år under början av 80-talet, mot 300 000 i slutet av 80-talet (Ragnarsson Stabo et al. 2010). Detta kan tyda på en ökad konkurrenssituation, vilket i sin tur har lett till dödlighet och lägre återfångster av lax och öring. Studier har visat att Vänerns siklöjor som är en viktig föda för Vänerlaxen haft svåra år under slutet av 90- början av 2000-talet (Axenrot 2010, Nilsson 1979), vilket kan vara en följd av de högre mängderna utsatta lax och öringsmolt. Ovanstående resonemang stämmer också med att Gullspångslaxen och öringen båda haft låga återfångster av grupper utsatta under slutet av 90-talet. Av grupper utsläppta år 2004-2005 ökade återfångsterna för Gullspångsöring, vilket överensstämmer med att siklöjan återhämtat sig och fick ett uppsving just åren 2004 och 2005 (Axenrot 2010). Att ingen Gullspångslax utsläppt år 2004 och 2005 har återfångats är anmärkningsvärt. En orsak kan vara att dessa fiskar helt enkelt inte rapporterats in ännu.

Eftersom de flesta fiskarna fångas i Väneren påminner återfångsterna i sjön om de totala återfångsterna. Vid jämförelse av utsättningsplatsens betydelse för återfångster visade det sig att lax och öring utsläppt i Väneren återfångades i Väneren i något högre grad än fisk utsläppt i Klarälven. Dock förekom undantag, exempelvis år 1980 då både Gullspångslax och Klarälvslox utsläppt i Klarälven fångades i högre grad i sjön än de av samma stam utsläppta i Väneren. Inget statistiskt test har genomförts för att jämföra dessa två utsättningsplatser.

Slutsatsen är dragen av att i 20 av 31 år när märkt fisk blivit utsläppt både i Vänern och i Klarälven, har återfångsterna varit högre för fisk utsläppt i Vänern.

Återfångsterna i Klarälven är alltid lägre än i sjön. Trenden för återfångster av Gullspångsöring i Klarälven är ökande och signifikant. För Klarälvsöringen har återfångsterna ökat under senare år, vilket åskådliggörs av ett visst samband, dock är resultatet baserat på få utsättningsgrupper där det totala antalet märkta och återfångade Klarälvsöringar i Klarälven endast är 44 individer under tidsperioden. Under hela perioden (1965-2005) är också återfångsterna av Klarälvslox marginellt ökande vilket också Gullspångslox är om de höga återfångsterna år 1966 bortses ifrån. Piccolo et al. (2011) har beräknat återfångster av lekvandrande lax och öring i Klarälven till ca 1 %. Mina resultat mellan åren 1965-2005 visade medelåterfångster runt 0,5 %, vilket kan tyda på att återvandringen till Klarälven ökar, hänsyn bör dock tas till att resultaten inte innehåller samtliga utsättningsgrupper, dessutom baseras dessa siffror på så få individer att inga stora slutsatser kan dras.

En tidigare undersökning har visat att Klarälvslox utsläppt vid Tärnans grund i Vänern inte hittade till Klarälven i samma omfattning som Klarälvslox utsläppt i Klarälven (Wickström 1974). I den här studien framkom att ingen lax och öring, oavsett art och ursprung, utsläppt i Vänern återfångades i Klarälven, vilket påvisar att instinkten som gör att laxen hittar tillbaka till ursprungsälven baseras på laxens egna utvandringserfarenheter som ung (Hansen et al. 1992, Mills 1989). Om en naturligt reproducerande stam ska förekomma är det alltså inte möjligt att plantera ut fiskarna i sjön. Dessutom bedrivs ett betydande sportfiske efter lax och öring i Forshaga vilket skulle gå förlorat om utsättningar av smolt endast ägde rum i Vänern. Under flera år i den här undersökningen är märkt fisk av samma stam utsläppt antingen i Vänern eller i Klarälven. Ska en noggrannare utredning om vilken betydelse utsättningsplatsen har för återfångsterna genomföras, är det viktigt att utsättningar sker kontinuerligt både i Vänern och i Klarälven under samma år. Fisken bör ges samma förutsättningar eftersom överlevnad hos smolt bl.a. beror på årliga variationer och förhållanden i omgivningarna som till exempel tillgång till bytesfisk (Kallio-Nyberg et al. 2006).

Fångsterna av lax och öring i yrkesfisket är relativt höga ända fram till 2002 (Ragnarsson Stabo et al. 2010), vilket inte stämmer överens med återfångsterna av Carlin-märkt fisk som istället är betydligt lägre i slutet av 90-talet än under 80-talet. Mina resultat är dock baserade på utsättningsår vilket innebär att en förskjutning av återfångstkurvan måste tas hänsyn till, men eftersom studien visade att de allra flesta laxar och öringar återfångas ett till tre år efter utsättningen, borde ändå yrkesfiskets återfångster ha minskat innan år 2002 om återfångster av Carlin-märkt fisk ska vara signifikant för hela populationen. Detta kan betyda att Carlin-märkt lax och öring dör i högre grad än tidigare eller också att återrapporteringen av återfångad märkt fisk inte sker i samma omfattning som förr.

Det stora frågetecknet i denna studie var varför antalet återfångade Carlin-märkta laxar och öringar i Vänern sjunkit betydligt under senare år. Flera faktorer kan bidra till att återfångsterna sjunkit. En orsak kan vara en lägre överlevnad hos smolt som följd av uppfödningförhållanden samt bristfälliga hanterings- och utsläppningsmetoder (Strand & Finstad 2007). Dessutom kan Carlin-märkning medföra negativa effekter på fiskens hälsa, sår kan uppstå, som i sin tur kan leda till infektioner, ökad dödlighet och reducerad tillväxt (Strand et al. 2002). Ett skäl att ifrågasätta denna orsak är att märkt lax och öring fortsätter att vandra upp i Klarälven och återfångas till och med i något högre grad än tidigare (se även Piccolo et al. 2011), vilket de inte borde göra om en högre dödlighet bland smolten förekom.

Med tanke på att flera analyser framhäver att uppfödd och odlad smolts anpassningar till fångenskap kan komma att influera generna hos de vilda populationerna (Saloniemi et al. 2004, Vainikka et al. 2010), var det ett bra beslut att införa fångstförbud på Vänerns vildproducerade laxar och öringar. Detta kunde göras som följd av ett krav på att all odlad och utsatt lax och öring ska vara märkt genom bortklippt fettfena (Palm et al. 2010). En annan anledning att färre Carlin-märken inrapporteras kan vara att folk inte fiskar i samma omfattning som tidigare år och alltså inte drar upp dessa fiskar. Det som talar emot denna teori är att yrkesfisket under denna tid fortfarande visar upp relativt höga återfångster av lax och öring (Ragnarsson Stabo et al. 2010) och att sportfisket, framförallt trollingfisket ökat i omfattning (Piccolo et al. 2011). Dessutom borde många fler fiskar återfångats i avelsfisket i Forshaga om fisketrycket i Vänern sjönk, vilket inte var fallet. Hänsyn ska dock tas till att inte samtliga utsättningsgrupper finns redovisade i detta material. Det hade varit en stor fördel om fler utsättningsgrupper hade varit representativa under senare år. En tredje anledning till att återfångsterna av Carlin-märkt lax och öring har minskat kan helt enkelt vara att folk inte bryr sig om att återrapportera brickorna i samma omfattning som tidigare. Att använda sig av brickor med belöningar är ett alternativ som kan användas för att folk ska skicka in brickor i högre grad (Miranda et al. 2002 & Brenden et al. 2010).

Det blir spännande att följa utvecklingen av lax och öringfisket i Vänern framöver. Siklöjebeståndet verkar ha återhämtat sig och trenden i tillväxten är positiv (Axenrot 2010) samtidigt som antalet utsatt lax- och öringsmolt är färre än under 90-talet (Ragnarsson Stabo et al. 2010), vilket borde gynna överlevnaden hos utsatt smolt. Fortsättningsvis skulle det vara intressant att mer exakt analysera positionerna för utsättningar av lax och öring för att se vilka platser som resulterar i bra återfångster. Det skulle även vara intressant att granska utsättningsgruppernas storlek, men också storleken hos utsatt smolt samt om tidpunkten för utsättningen påverkar återfångsterna. För att Carlin-märkningarna ska bli så effektiva som möjligt bör en långsiktig plan utvecklas. Denna plan bör inkludera när, var och hur märkningarna samt utsättningar ska ske för att på bästa sätt minimera riskerna för skador och bortfall samt gynna överlevnaden hos utsatt smolt. Stor eftertanke bör ges vid planering av Carlin-utsättningar, ska utsättningsplatsens betydelse för återfångster analyseras är det av vikt att fiskar sätts ut i samma antal, i samma ålder och vid samma tidpunkt, vid de förutbestämda lokalerna för att ge fisken samma förutsättningar. Uteslutas bör inte heller försök med andra märkningsmetoder för att jämföra återfångster med Carlin-märkningarna.

Sammanfattningsvis känns det inte som att Carlin-märkningarna varit helt signifikanta för Vänerns bestånd av lax och öring genom åren. Återfångsterna av märkt fisk har sjunkit betydligt trots att fångsterna av omärkt fisk fortsatt varit relativt höga. Det är möjligt att ett försök där vissa märken ger rejäl belöning vid inrapportering behöver genomföras, för att se om det är återrapporteringen av märken som brister eller om tendensen är en ökad dödlighet hos märkt och utsatt fisk.

Referenser

- Almer, B. (1978) Fiskar och fiske i Vänern. *Vänern en naturresurs*. Tryck: Norstedts Tryckeri Stockholm 1978.
- Almer, B. Larsson, T. (1974) Fiskar och fiske i Vänern. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm*, nr 8.
- Axenrot, T. (2010) Nors och siklöja. *Vänern – Årsskrift 2010*. Rapport 57 sid. 55-59, Vänerens vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen, Mariestad.
- Brenden, T. O. Jones, M. L. Ebener, M. P. (2010) Sensitivity of tag-recovery mortality estimates to inaccuracies in tag shedding, handling mortality, and tag reporting. *Journal of Great Lakes Research* 36: 100-109.
- Crozier, W. W. Schön, P-J. Chaput, G. Potter, E. C. E. Maoiléidigh, N. MacLean, J. C. (2004) Managing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the mixed stock environment: challenges and considerations. *ICES Journal of Marine Science* 61: 1344-1358.
- Degerman, E. Sers, B. (1999) Elfiske. *Fiskeriverket information* 3;1999, reviderad 2001-08-24.
- Degerman, E. (2004) Vänern. *Fisk, fiske och miljö i de fyra stora sjöarna från istid till nutid*. Sid. 89-124.
- Degerman, E. (2008) Vänern – hur många laxar och öringar är vildproducerade? – En spekulaton. *Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium*, 2008-08-04.
- Fiskeriverket (1998) Lax och öringfisket i Vänern. *Fiskeriverket information* 8;1998.
- Fiskeriverket (2004) Kompensation av fiskeskador. *Analys av möjligheter för och konsekvenser av en förändrad inriktning på kompensationsåtgärder avseende fiske i nuvarande och kommande vattendomar*.
- Hansen, L. P. Jonsson, N. Jonsson, B. (1993) Oceanic migration in homing Atlantic salmon. *Animal Behaviour* 45: 927-941.
- Kallio-Nyberg, I. Jutila, E. Jokikokko, E. Saloniemi, I. (2006) Survival of reared Atlantic salmon and sea trout in relation to marine conditions of smolt year in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 80: 295-304.
- Kallio-Nyberg, I. Koljonen, M. L. Saloniemi, I. (2000) Effect of maternal and paternal line on spatial and temporal distribution in Atlantic salmon. *Animal behavior* 60: 377-384.
- Lucas, M. C. Baras, E. (2001) Methods for Studying the Spatial Behaviour of Fish in Fresh and Brackish Water. *Migration of Freshwater Fishes*. Kap. 6: 230-270.
- Mills, D. (1989) *Ecology and Management of Atlantic Salmon*. London: Chapman and Hall.
- Miranda, L. E. Brock, R. E. Dorr, B. S. (2002) Uncertainty of Exploitation Estimates Made from Tag Returns. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 1358-1363.

- Montén, E. (1988) Vandringsfiskutredningen – Laxforskningsinstitutet. *Fiskodling och vattenkraft*. Vattenfall 1988 sid. 105-117.
- Nielsen, L. Svedberg, U. (2006) *Våra fiskar*. Tryck: Narayana Press, Gylling, Danmark 2006.
- Nilsson, N.A. (1979) Food and Habitat of the Fish Community of the Offshore Region of Lake Vänern, Sweden. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, nr 58.
- Palm, S. Sandström, A. Johlander, A. (2010) Lax och öring i Gullspångsälven och Klarälven. *Vänern – Årsskrift 2010*. Rapport 57 sid. 64-68, Vänerns vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen, Mariestad.
- Piccolo, J. J. Norrgård, J. R. Greenberg, L. A. Schmitz, M. Bergman, E. (2011) Conservation of endemic migratory salmonids in regulated rivers: A case study from Lake Vänern, Sweden. (IN REVIEW).
- Ragnarsson Stabo, H. Sandström, A. Wickström, H. Dahlberg, J. (2010) Fiskfångster och utsättningar av fisk. *Vänern – Årsskrift 2010*. Rapport 57 sid. 60-63, Vänerns vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen, Mariestad.
- Ros, T. (1981) Salmonids in the Lake Vänern area. *Fish Gene Pools* (red Ryman, N.), Stockholm, 34: 21-31.
- Runnström, S. (1940) Vänerlaxens ålder och tillväxt. *Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket*, nr 18.
- Saloniemi, I. Jokikokko, E. Kallio-Nyberg, I. Jutila, E. Pasanen, P. (2004) Survival of reared and wild Atlantic salmon smolts: size matters more in bad years. *ICES Journal of Marine Science* 61: 782-787.
- Strand, R. Finstad, B. Lamberg, A. Heggberget, T. G. (2002) The effect of Carlin tags on survival and growth of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Environmental Biology of Fishes* 64: 275-280.
- Strand, R. Finstad, B. (2007) Migratory behavior in relation to smolt development and releasing strategies in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. *Aquaculture* 273: 277-283.
- Vainikka, A. Kallio-Nyberg, I. Heino, M. Koljonen, M. L. (2010) Divergent trends in life-history traits between Atlantic salmon *Salmo salar* of wild and hatchery origin in the Baltic Sea. *Journal of Fish Biology* 76: 622-640.
- Wickström, H. (1974) Resultat av smoltutsättningar I Vänern 1960-69. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm*, nr 9.