



SLUTRAPPORT

Optimera förutsättningarna i Kvarnån, Bengtsfors
kommun 2018–2019

2019-10-04

Tomas Jansson
Kräftmannen AB

Innehåll

Bakgrund/syfte	2
Tidigare genomförda åtgärder	3
Hur projektet uppkom.....	3
Åtgärder som ska genomföras i projektet.....	3
Genomförandet/Resultat	4
Genomförda åtgärder 2018.....	4
Genomförandet 2019	4
Elfiskeresultatet	5
DNA-analysen	6
Resultat från DNA-analysen	7
Avslutande kommentarer från Stefan Palm, hämtat från rapporten	8
Miljönyttan med projektet.....	9
Bilder från före och efter åtgärder	10
Bilaga 1 Genetisk analys av öring från Upperusälvens avrinningsområde	12



Bra Miljöval



Projektet finansieras av Vattenfalls miljöfond genom försäljning av el märkt med Bra Miljöval. Projektet har genomförts av Kräftmannen AB, i samarbete med Svärdlångs fvf och berörd markägare.

Rapporten är sammanställd av Tomas Jansson, Kräftmannen AB. Samtliga foton är tagna av Tomas Jansson

Kräftmannen AB

Västansjö 79 686 94 Rottneros | Telefon 0708-290923 | tomas@kraftmannen.se | Org.nr. 559098-0065

Bakgrund/syfte

Kvarnån är belägen i Bengtsfors kommun och är ett litet vattendrag som avvattnar Västra Solsjön samt en handfull mindre tjärnar. Avrinningsområdet är endast dryga 10 km². Kvarnån är ett få tillflöden som mynnar i Svärdlång.

I Kvarnån finns två små kraftverk. Ett finns nedströms Västra Solsjön samt ett som är belägen ca 500 m uppströms mynningen i Svärdlång. Projektet omfattade Kvarnåns nedre del, från nedre kraftstationen till mynningen i Svärdlång. Denna kraftstation är högst troligt anlagt vid ett naturligt vandringshinder.

Kvarnån är ett litet vattendrag med en uppskattad medelbredd av 1,5 – 2 m. Från den nedre kraftstationen till kvarnen, en sträcka på ca 300 m, består ån av en forsande karaktär. I denna sträcka finns två partiella vandringshinder som dock är naturliga, se sid. 5. Sträckan har goda möjligheter för att utgöra reproduktionsområden för öring och mycket goda förutsättningar för flodkräftor. Efter kvarnen övergår den till en ca 200 m lång strömmande/forsande sträcka. Vid själva mynningen i Svärdlång passerar ån en ca 10 m lång bergshäll, med ett mindre fall i direkt anslutning till Svärdlång, se bilden intill. Fallet bedöms inte vara ett hinder för att öring ska kunna vandra upp i Kvarnån men kan ställa till med besvär vid låga vattenstånd.

Kvarnån är påverkad av mänsklig aktivitet via kraftutvinning och kvarnverksamhet. Vissa sträckor har total avsaknad av sten/block som ligger "uppkastade" längs strandlinjen. Kvarnån har stora möjligheter att kraftigt öka tätheterna för både öring och flodkräfta.

Anmärkningsvärt fanns tidigare inga elfiskeundersökningar genomförda i något av tillflödena till Svärdlång, därmed finns ett begränsat kunskapsunderlag om det finns sjövandrande öring i Svärdlång. Öringar runt 6 kg har fångats i Svärdlång. Det kan förklaras av att det är utplanterad fisk samt att det händer att fisk från Västra Silen, vandrar ned till Svärdlång via Skiforsen. Tidvis kan utplanterad Vänerlax, öring och röding dyka upp i Svärdlång. Flera sportfiskare har överraskats av dessa arter och laxar på runt 8 kg, samt rödingar på 3–4 kg har fångats. Det är dock inte kartlagt huruvida tillflödena till Svärdlång nyttjas av sjövandrande öring.



Kvarnån avvattnar Västra Solsjön och mynnar i Svärdlång



Vid Kvarnåns mynning i Svärdlång rinner den över en kort bergshäll som vid lågt vattenstånd i Svärdlång, kan utgöra ett vandringshinder.



Den nedre lilla kraftstationen ca 500 m från mynningen i Svärdlång. Högst troligt är kraftstationen belägen vid ett naturligt vandringshinder

Både Kvarnån och Västra Solsjön hyser flodkräftor. Svärdlång har aldrig haft ett fiskbart bestånd med flodkräfta. Detta kan delvis förklaras av att det sedan 1953 bedrivits ålutsättningar. Om det fortfarande finns ett ålbestånd i Svärdlång är oklart.

Tidigare genomförda åtgärder

1998 och 2006 planterades öring med ursprung från Västra Silen ut i Kvarnån. 2002 anordnades 7 lekbottnar genom att tillföra lekgrus. Någon uppföljning har inte genomförts. I vårt projekt kunde vi inte återfinna lekbottnarna som placerades i den strömmande delen, nära mynningen. Lekbottnarna har sålunda sedimenterats igen. Fiske efter kräftor har på senare tid mer eller mindre uteblivit pga. av att man värnat om beståndet och att de är småvuxna. Under perioden 1994 – 2010 har öring med ursprung från Västra Silen och Östra Silen planterats ut, dels i Svärdlång och i vissa andra tillflöden. Någon uppföljning av åtgärderna har tidigare aldrig genomförts.

Hur projektet uppkom

Med anledning av de goda förutsättningarna Kvarnån besitter och att den i hög grad var påverkad av mänsklig påverkan förstod man att det finns potential för att öka tätheterna med öring och flodkräfta. Man visste att öring förekommer men att det troligen var klent. Flodkräftbeståndet kunde man se att de fanns men inte i vilken omfattning. Man visste heller inte om tidigare genomförda åtgärder gav någon effekt. Klas Leander Svärdlånga fvo och Tomas Jansson Kräftmannen AB födde idén att göra ett projekt. I samråd med Erik Sparrevik Vattenfall AB beslutades att vi skulle ta fram en projekttid med konkreta åtgärdsförslag för att lämna in en ansökan om medel via Vattenfalls Miljöfond som är baserad på försäljning av el märkt *Bra miljöval*. Vattenfall AB ansökte senare om att få projektet beviljat av Naturskyddsföreningen som miljöfondsprojekt. Hösten 2018 beviljades projektet medel och arbetet kunde påbörjas



Man kunde vid ett tidigt fältbesök snabbt konstatera att det fanns ett stort behov av att tillföra skydd, bohålor och gömslen för flodkräftorna. De få stenar som fanns i den övre delen av sträckan hade en bohåla med en kräfta inunder. Manträt blev sedermera att för varje sten man tillförde så blev det plats för en ytterligare flodkräfta.

Åtgärder som ska genomföras i projektet

1. Ca 500 m ska biotopvårdas manuellt. Sten/block ska återföras samt död ved. Vid de platser där det förekommer naturligt leksubstrat för öring ska dessa optimeras enligt den s.k. "Hartijokkimetoden". Vid dessa lekområden ska det skapas uppväxtmiljöer för öringens årsyngel.
2. Elfisken vid två lokaler, en lokal uppströms de partiella vandringshindren samt en lokal i den strömmande sträckan. Elfisken ska göra före uppstarten av åtgärderna samt en uppföljning 2019. Önskvärt hade varit att genomföra uppföljningar med elfisken under en 5 års period, för att kunna göra en grundligare utvärdering
3. DNA-analyser av öringen. Syftet är att försöka kartlägga öringstammens genetiska status i Kvarnån och Svärdlång. Resultatet är viktigt för att undersöka om stammen är unik för Svärdlång/Upperudsälven eller om de t.ex. är påverkade av utplantering från andra stammar. Analysen kan vara mycket viktigt för att utreda om beståndet är genetiskt värdefullt och kan utgöra ett nödvändigt underlag för utvärdering om man ska fortsätta med fiskutplanteringar eller inte. Dessutom kan analysen vara mycket värdefull om man i framtiden kommer göra fler DNA-analyser av öringbestånden inom Upperudsälvens avrinningsområde.



Information om projekt längs Kvarnån.

Genomförandet/Resultat

Beslutet kom sent på hösten 2018. De åtgärder som hann genomföras innan fältsäsongen var över var elfisken samt insamlandet av fenprover från öring. Öringen bedövades med MS222 och en lite bit av analfenan klipptes bort och förvarades i små rör med etanol. Även ben från flodkräftorna samlades in men dessa har inte analyserats då det inte var med som en kostnad i projektet. Benen finns dock bevarade för ev. framtida analyser. Flodkräftorna i Kvarnån och Västra Solsjön kan ses som mycket viktigt då de har ett högst troligt ursprung som "Dalsländska flodkräftor", vilket idag är unikt. Under vintern 2018/2019 skickades fenproverna till Linda Söderberg och Stefan Palm vid SLU, Institutionen för akvatiska resurser. Planen var att påbörja biotopvårdsåtgärderna i början av maj/juni för att hinna skapa

Genomförda åtgärder 2018

Nr	Åtgärd	Genomförande 2018
1	Ca 500 m ska biotopvårdas manuellt. Anläggning av lekområden för öring i enlighet med "Hartjokkimetoden"	-
2	Elfisken vid två lokaler	Två elfisken genomfördes, en lokal är belägen nedströms de partiella vandringshindren, nedströms kvarnen. Den andra lokalen är belägen ca 100 m nedströms kraftstationen. Denna lokal är huvudsakligen vald för att följa beståndsutvecklingen med flodkräftorna.
3	DNA-analyser av öringen	Insamling av fenor från 21 öringar i olika storlekar och från skilda delar av Kvarnån. Det insamlades även ben från 20 flodkräftor för ev. framtida DN-analyser.

Genomförandet 2019

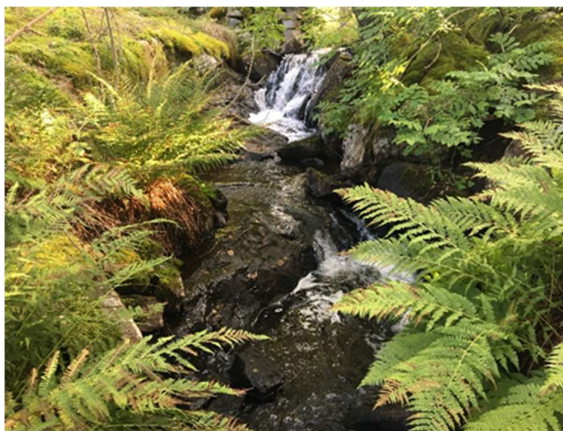
Nr	Åtgärd	Genomförande 2019
1	Ca 500 m ska biotopvårdas manuellt. Anläggning av lekområden för öring i enlighet med "Hartjokkimetoden"	I ca 450 m har biotopvårdats manuellt med att luckra upp bottnar med järnspett, återföra sten från kanter, öppnat en igentäppt kvill, lagt ut död ved i viss mån. Uppströms de 2 partiella vandringshindren (uppströms kvarnen) anlades 7 lekplatser med tillhörande uppväxtmiljöer för 0+. Från kvarnen och nedströms anlades totalt 6 lekplatser med uppväxtmiljöer.
2	Elfisken vid två lokaler	2 uppföljande elfisken genomfördes.
3	DNA-analyser av öringen	Rapporten från SLU blev klar, se bilaga.

Elfiskeresultaten

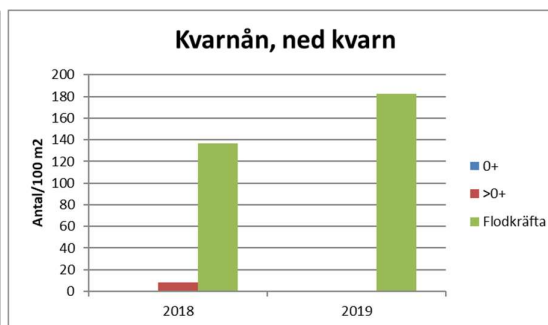
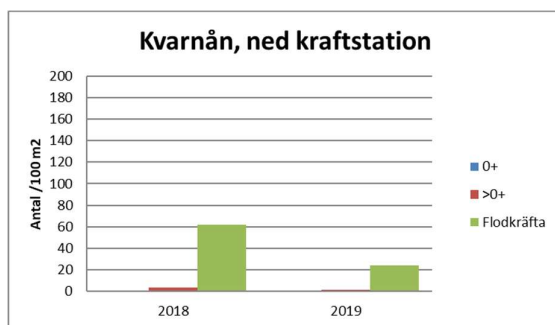
Två lokaler valdes ut för att representera typiska habitat för öring och flodkräfta. Den nedre lokalen "ned kvarn" är ett typisk habitat för öring med forsande karaktär medan den övre lokalen (som ligger uppströms de två partiella vandringshindren) utgör ett typiskt habitat för flodkräftor, lokalen är strömmande med god översyn av botten när man elfiskar. Att ha god blick över botten är viktigt vid elfiske efter kräftor eftersom de har ett annat beteende jmf. med fisk när de bedövas med el.

Det var förvånansvärt låga tätheter med öring i båda lokalerna. Att det var låga tätheter i den övre lokalen har sin förklaring med att det inte har bra habitat för öring. Inget årsyngel kunde påvisas vid någon av lokalerna, viket är anmärkningsvärt. Vi vet dock att det skedde föryngring i Kvarnån under 2018 då det fångades 0+ i samband med insamling av öring för DNA-analyser. Totalt insamlades 21 öringar för DNA-analyser, dessa var inom storleksintervallet 60 – 290 mm.

Däremot var tätheterna för flodkräftorna höga i lokalen "ned kvarn" som uppnådde 138,6 ind./100m² 2018 och imponerande 182,3 ind./100 m² 2019. Som jämförelse kan göras med närliggande Solviksälven som förvisso är ett något större vattendrag men liknande åtgärder har genomförts även där. I en lokal i Solviksälven uppmättes 83,5 ind./100 m² före åtgärder. Året efter att biotopvårdsåtgärder genomfördes ökade tätheterna till 133,7 ind./100m², en ökning av antalet individer med ca 60 %. Målet är att Kvarnån kommer få samma utveckling.



De två partiella vandringshindren uppströms kvarnen.



Elfiskeresultaten från 2018 och 2019 från lokalerna "ned kraftstation och " ned kvarn".

Det går inte att jämföra elfiskeresultaten mellan åren förutom att följa de naturliga variationerna eftersom biotopvårdsåtgärderna genomfördes först i aug-sep 2019 och därmed inte hunnit ge önskad effekt på bestånden när elfisket skedde i september 2019.



DNA-analysen

En genetisk studie genomfördes i samarbete med Billingsfors Fiskeklubb med öring från närliggande Höljerudsforsen och från öring i Kvarnån. Totalt insamlades 51 öringar varav 21 var från Kvarnån och 30 från Höljerudsforsen. Billingsfors Fiskeklubb stod för analyskostnaderna för sina öringar men resultaten sammanställdes i en gemensam rapport. Med öringarna från Höljerudsforsen kunde vi jämföra med Kvarnåns öringbestånd. SLU, Institutionen för akvatiska resurser fick uppdraget att genomföra analysen och utvärdera resultatet och sammanställa detta i en rapport, se bilaga. I uppdraget ingick det att beskriva fördelning och mängd av genetisk variation, samt jämföra erhållna data med tidigare undersökta vilda och odlade öringbestånd från andra delar av Sverige. Ett övergripande syfte var att utreda om öringen i Kvarnån tycks vara ursprunglig eller om den är genetisk påverkad av andra utplanterade stammar.

Resultaten ska användas som underlag vid utvärdering om man bör fortsätta med fiskutsättningar i Kvarnån eller inte. Erhållna data är även värdefulla som jämförelsematerial om man i framtiden genomför DNA-analyser av ytterligare naturligt reproducerande och odlade/utsatta öringbestånd från Upperdalsälvens avrinningsområde.



Resultat från DNA-analysen

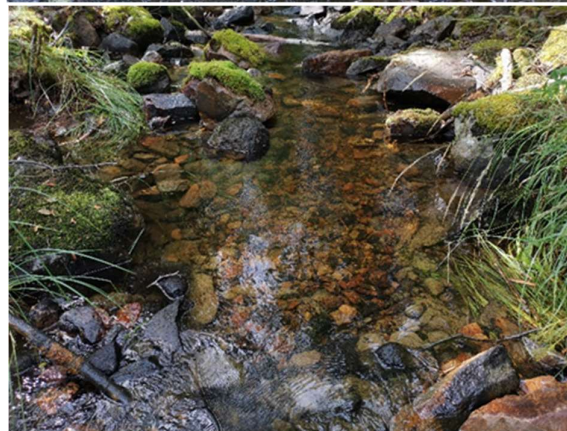
Resultaten redovisas kortfattat och är tagna ur rapporten "Genetisk analys av öring från Upperudsälvens avrinningsområde" av Stefan Palm och Linda Söderberg, Institutionen för akvatiska resurser.

I Kvarnån och i Höljerudsforsen samlades öring in från olika lokaler som redovisades till SLU. I Kvarnån kunde man därmed se att öring insamlad i den övre delen av Kvarnån dvs uppströms de 2 partiella vandringshindren, påvisade ett signifikant överskott av heterozygota genotyper. Denna avvikelse indikerar att fisken härstammar från ett lågt antal föräldrar. Parvisa genetiska jämförelser mellan de båda stickproven från olika sträckor av Kvarnån visade att dessa var genetiskt mycket lika.

Vid jämförelser med tidigare analyserade sötvattenslevande öringbestånd befanns samtliga tre prov (Kvarnån, Höljerudsforsen och Tengvallsbäcken) uppvisa relativt hög grad av genetisk variation. Högst förväntad heterozygositet och antal anlagsvarianter förekom i provet från övre Höljerudsforsen, medan öringen från Tengvallsbäcken genomgående uppvisade lägst variationsgrad. Hög genetisk variation kan återspegla att det lokala beståndet har god numerär status, att det pågår naturligt reproduktivt genutbyte mellan flera lokala bestånd i vattensystemet, tidigare påverkan av utsatt odlad fisk via genetisk inblandning eller en kombination av dessa olika faktorer.

Det påträffades en tydlig genetisk skillnad mellan öringen från Kvarnån och de båda proven från området vid Höljerudsforsarna. En så kraftig genetisk differentiering över ett begränsat geografiskt avstånd inom samma avrinningsområde förväntas återspegla reproduktiv isolering (vandringshinder) och/eller påverkan av utsatt odlad fisk med avvikande genetiskt ursprung.

Den tydliga genetiska skillnaden mellan öring från Kvarnån och Höljerudsforsarna framgår även av ett dendrogram i rapporten ("genetiskt släktskapsträd") som även inkluderar ett stort antal andra stammar i Sverige. Noterbart är att proven från Höljerudsforsarna är placerade tillsammans med tidigare analyserade prov av vildfödd och odlad Gullspångsöring. I samma kluster ingår även några andra öringstammar som sannolikt är genetiskt påverkade av Gullspångsöring. Provet från Kvarnån är placerat närmast ett prov med vildfödd öring från Brunnsbyttebäcken i Örebro län, men detta samband har inte något starkt statistiskt stöd i dendrogrammet. I närheten av Kvarnån i trädet sitter även diverse vildfödda öringar från andra vattensystem, bl.a. Hedströmmen och Sommen.



Anläggning av lekbotten pågår i den övre bilden. Den nedre bilden visar en färdig lekbotten. Notera att sten lagts i flera lager nära lekbotten och strandnära, detta för att när ynglen kläcks ska de snabbt kunna gömma sig när de simmar ur leksubstratet.

Avslutande kommentarer från Stefan Palm, hämtat från rapporten

Graden av genetisk "ursprunglighet" hos öringen i Kvarnån är svår att avgöra utan kompletterande analyser av ytterligare bestånd i vattensystemet. Dagens öring i Kvarnån är inte lik någon av de odlade stammar som använts som utsättningsmaterial i olika delar av Sverige och som tidigare undersökts vid Sötvattenslaboratoriet. Hittills saknas dock genetiska data från ett flertal vanliga odlingsstammar, inklusive de från Västra och Östra Silen som tidigare satts ut i Kvarnån samt i Svärdslång där ån utmynnar.

Den jämförelsevis höga graden av genetisk variation i ett så pass litet vattendrag kan indikera genetisk påverkan via hybridisering från tidigare utsatt fisk, men en sådan tolkning är osäker. Även frågan om öringen i Kvarnån är sjövandrande är svår att besvara utan kompletterande information. För detta behövs insamling och analys av vävnadsprover från ytterligare öring fångad i Svärdslång samt från dess övriga tillrinningar.



Öring från Kvarnån där en bit från analfenan klippts bort och lagts i 95% etanol.

Den genetiska likheten mellan de båda proven från Höljerudsforsarna och tidigare analyserad Gullspångsöring ger en tydlig indikation på genetisk påverkan via de tidigare utsättningar som genomförts i området. För en sådan tolkning talar också indirekt observationerna av en hög genetisk variationsgrad samt en betydande medelstorlek hos öringen som leker i Höljerudsforsarna.

Generellt avråds från fortsatta utsättningar i området, med undantag för eventuella behov av akuta bevarandeåtgärder, i samband vid vissa återetableringar, och/eller när risken för spridning till naturliga bestånd i området är låg. Fokus vid olika natur- och fiskevårdande insatser bör istället läggas på att identifiera och åtgärda bakomliggande orsaker till minskad naturlig produktion, som till exempel återställning av habitat och anpassade fisketryck. Läs rapporten, bilaga 1, för att få resultaten i sin helhet.

Sammanfattningsvis är detta projekt på rätt väg och i enlighet med Stefans Palms rekommendationer enligt ovan. Att optimera förutsättningarna för öring i Kvarnån är precis det projektet genomfört. Utplantering av fisk i Kvarnån eller andra tillflöden till Svärdslång bör upphöra och är troligen bortkastade pengar.



Miljönyttan med projektet

Projektet har bidragit till ett ge värdefull information och kunskap om och Kvarnåns öring- och flodkräftbestånd med elfisken. DNA-analysen gav unik information och en genetisk beskrivning av öringbeståndet. Beståndet jämfördes med öring från Höljerudsforsen.

Förhoppningsvis kan projektet ge inspiration till att vidareutveckla fiskbestånden i fler tillflöden till Svärdlång och på sikt är förhoppningarna att samtliga tillflöden kan generera sjövandrande öring som är unika för Svärdlång och att fiskutplanteringar kan upphöra.

Åtgärderna har gynnat öringen och flodkräftorna, detta får bevisas med framtida elfisken. Med ett ökande och starkt bestånd med flodkräfta ökar viljan bland fiskrättägare att skydda och bevara flodkräftan i framtiden. Västra Solsjön och Kvarnån utgör viktiga områden för Västra Götalands kvarvarande bestånd med flodkräfta. Inom några år är målsättningen att Kvarnån kan leverera sjövandrande öring. Framtida uppföljning med elfisken får utvärdera resultatet av projektet.

Tomas Jansson
Kräftmannen AB

2019-10-04

Bilder från före och efter åtgärder





Bilaga 1 Genetisk analys av öring från Upperudsälvens avrinningsområde

Dnr: SLU.aqua. 2019.5.4-42



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

2019-06-18

Genetisk analys av öring från Upperudsälvens avrinningsområde

Stefan Palm, Linda Söderberg

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet,
Stångholmsvägen 2, 178 93 Drottningholm

Bakgrund

I Upperudsälvens avrinningsområde (Dalsland) förekommer flera naturligt reproducerande bestånd av öring (*Salmo trutta*). Likt i andra delar av Sverige har förekomsten av öring minskat generellt på grund av påverkan från bland annat skogsbruk och vattenkraft. Under årens lopp har ofta utsättningar av olika öringstammar genomförts som kompensation för mänsklig påverkan samt för att gynna det lokala fisket.

Denna genetiska analys omfattar naturligt reproducerande öring från Kvarnån samt från Höljerudsforsarna belägna i en angränsande del av samma avrinningsområde. Analysen ingår som en del inom ett projekt syftande till att generera bakgrundskunskap inför optimering av förutsättningar för öring och flodkräfta i Kvarnån. I uppdraget har ingått att beskriva fördelning och mängd av genetisk variation, samt att jämföra erhållna data med tidigare undersökta vilda och odlade öringbestånd från andra delar av Sverige. Ett övergripande syfte har varit att utreda om öringen i Kvarnån tycks vara ursprunglig, eller om den är genetiskt påverkad av andra utplanterade stammar. Resultaten behövs som underlag vid utvärderingar om man bör fortsätta med fiskutsättningar i det aktuella området eller inte. Erhållna data kan även bli värdefulla som jämförelsematerial om man i framtiden genomför DNA-analyser av ytterligare naturligt reproducerande och odlade/utsatta öringbestånd från Upperudsälvens avrinningsområde.

Undersökta lokaler

Kvarnån mynnar i sjön Svärdlång, ca 9 km norr om dess utlopp i Laxsjön vid Skåpafors (Figur 1). Kvarnån avvattnar Västra Solsjön samt en handfull mindre tjärnar. Avrinningsområdet är endast dryga 10 km² och åns uppskattade medelbredd 1,5 – 2 m. Både Kvarnån och Västra Solsjön hyser flodkräftor. Kvarnån är påverkad av mänsklig aktivitet via kraftutvinning och sågverksamhet. I Kvarnåns övre del finns två närliggande kraftstationer, varav den nedre högst troligt är anlagd vid ett naturligt vandringshinder. Vid Kvarnåns utlopp ur Västra Solsjön finns en damm med en turbin som överför allt vatten till den övre kraftstationen. Den naturliga vattenfåran, en sträcka på ca 500 m, är

Kräftmannen AB

Västansjö 79 686 94 Rottneros | Telefon 0708-290923 | tomas@kraftmannen.se | Org.nr. 559098-0065

torrlagd. Från den nedre kraftstationen till sågen, en sträcka på ca 300 m, har ån forsande karaktär. På denna sträcka finns två partiella vandringshinder som är naturliga. Sträckan bedöms ha goda möjligheter som reproduktionsområden för öring. Efter sågen övergår ån till en ca 200 m lång strömmande sträcka. Vid mynningen i Svärdlång passerar Kvarnån en ca 10 m lång berghäll med ett mindre fall. Fallet bedöms dock inte utgöra ett hinder för öring som vill vandra upp i Kvarnån från sjön (Tomas Jansson, pers. komm.).

Vid två tidigare tillfällen (1998 och 2006) har öring med ursprung från Västra Silen längre uppströms i samma vattensystem satts ut i Kvarnån. Under perioden 1994–2010 har öring med ursprung från Västra Silen och Östra Silen även planterats ut direkt i Svärdlång samt i vissa övriga av sjöns få tillflöden. Tidvis kan också utsatt odlad Vänerlax, öring och röding fångas i Svärdlång. Flera sportfiskare har överraskats av dessa arter; laxar på runt 8 kg samt rödingar på 3–4 kg har rapporterats (Tomas Jansson, pers. komm.).

Då det saknas tidigare elfiskeundersökningar från Svärdlångs tillflöden är kunskapsunderlaget om förekomst av sjövandrande öring begränsat. Öringar runt 6 kg har fångats i sjön. Detta kan dock förklaras av att det är utplanterad fisk. Det kan även vara möjligt att öring från Västra Silen på egen hand vandrar ned till Svärdlång via Skiforsen (Tomas Jansson, pers. komm.).

Höljerudsforsarna består av ett par korta strömsträckor mellan sjöarna Bengtsbrohöljen och Laxsjön, strax norr om Billingsfors (Figur 1). Sträckan har aldrig varit torrlagd eller nämnvärt påverkad av dämning. I den cirka 250 m långa övre fors, med 6 meters fallhöjd, förekommer ett storsvuxet sjövandrande öringbestånd och strömstare. Omfattande fiskutsättningar har skett i sjön Lelång uppströms Bengtsfors under många år. Utplanterade stammar har varit Gullspångslax och Gullspångsöring samt Västersil-öring. Utsättningar skedde framförallt under perioden 1992–2007. Återfångsterna var dock blygsamma. Troligen har det skett ytterligare fiskutplanteringar i området som inte är dokumenterade (Tomas Jansson, pers. komm.).

Tengvallsbäcken är en mindre bäck som mynnar nära nedre Höljerudsforsen, en knapp kilometer nedströms den övre Höljerudsforsen (Figur 1).

Material och metoder

Öring för genetisk analys (stirr samt äldre) insamlades med elfiske i augusti 2018 (Tabell 1). Ett mindre fenklipp från totalt 51 individer bevarades i 95 % etanol. Efter provtagning återutsattes individerna levande.

Laborativa genetiska analyser (DNA-extraktion, PCR, fragmentanalys) genomfördes vid Sötvattenslaboratoriet, SLU Aqua, enligt tidigare utarbetade protokoll. Genotypbestämning utfördes för 16 variabla DNA-markörer, s.k. mikrosatelliter, varav 10 (Dannewitz m.fl. 2003) har använts inom ett flertal studier vid Sötvattenslaboratoriet. Information om de sex ytterligare markörer som analyserats kan erhållas vid förfrågan.

Om ett stickprov domineras av ett fåtal syskongrupper kan detta ge en icke-representativ genetisk bild av populationen i fråga (Waples & Anderson 2017). Inledningsvis användes därför programmet COLONY 2.0.6.3 (Jones & Wang 2010) för att utifrån samtliga 16 mikrosatelliter identifiera eventuella kluster av helsyskon i respektive stickprov. Antalet helsyskon reducerades till maximalt två per helsyskongrupp. Övriga statistiska metoder/program som användes för analys av erhållna data var FSTAT (Goudet 1995) och PHYLIP (Felsenstein 2004).

Resultat och diskussion

Efter identifiering av helsyskon plockades sammanlagt 10 individer undan inför fortsatta statistiska analyser (Tabell 1). Den största helsyskongruppen påträffades i Tengvallsbäcken (9 individer, varav 7 togs undan). I Höljerudsforsen identifierades inga helsyskon medan två kluster bestående av fyra respektive tre helsyskon förekom i de båda proven från Kvarnån. Noterbart är att individerna i en av

dessa helsyskongrupper hade insamlats såväl ovan som nedan ett av åns partiella vandringshinder. Detta kan antingen bero på att samma hane och hona lekt på båda områdena eller (mer sannolikt) att yngel "driftat" nedströms någon gång efter kläckning.

En första analys baserad på samtliga 16 mikrosatelliter påvisade ett signifikant överskott av heterozygota genotyper bland öringen från Kvarnåns övre del (Tabell 2). Denna avvikelse indikerar att fisken härstammar från ett lågt antal föräldrar. Parvisa genetiska jämförelser mellan de båda stickproven från olika sträckor av Kvarnån visade att dessa var genetiskt mycket lika ($F_{ST} = 0,01$; $P=0,16$). Inför fortsatta analyser slogs dessa mindre prover därför samman till ett större ($n=18$). Även proven från de närliggande lokalerna Höljerudsforsen (övre) och Tengvallsbäcken var genetiskt lika ($F_{ST} = 0,02$; $P=0,12$).

Vid jämförelser med tidigare analyserade sötvattenslevande öringbestånd baserade på 10 gemensamma markörer befanns samtliga tre prov (Kvarnån, Höljerudsforsen och Tengvallsbäcken) uppvisa relativt hög grad av genetisk variation (Figur 2). Högst förväntad heterozygositet och antal anlagsvarianter förekom i provet från övre Höljerudsforsen, medan öringen från Tengvallsbäcken genomgående uppvisade lägst variationsgrad (Figur 2). Hög genetisk variation kan återspegla att det lokala beståndet har god numerär status (stor "lokal" genetiskt effektiv populationsstorlek), att det pågår naturligt reproduktivt genutbyte (genflöde) mellan flera lokala bestånd i vattensystemet (stor "global" genetiskt effektiv populationsstorlek), tidigare påverkan av utsatt odlad fisk via genetisk inblandning, eller en kombination av dessa olika faktorer.

En tydlig genetisk skillnad kunde observeras mellan öringen från Kvarnån och de båda proven från området vid Höljerudsforsarna ($F_{ST} \approx 0,10$; $P<0,01$; Tabell 3). En så kraftig genetisk differentiering över ett begränsat geografiskt avstånd inom samma avrinningsområde förväntas återspegla reproduktiv isolering (vandringshinder) och/eller påverkan av utsatt odlad fisk med avvikande genetiskt ursprung.

Den tydliga genetiska skillnaden mellan öring från Kvarnån och Höljerudsforsarna framgår även av ett dendrogram ("genetiskt släktskapsträd") som även inkluderar ett stort antal andra stammar (Figur 3). Noterbart är att de båda genetiskt lika proven från Höljerudsforsarna är placerade tillsammans med tidigare analyserade prov av vildfödd och odlad Gullspångsöring. I samma kluster ingår även några andra öringstammar som sannolikt är genetiskt påverkade av Gullspångsöring (Dannewitz m.fl. 2012; Söderberg m.fl. 2017). Provet från Kvarnån är placerat närmast ett prov med vildfödd öring från Brunnshtyttebäcken i Örebro län (Palm & Prestegård 2015), men detta samband har inte något starkt statistiskt stöd i dendrogrammet (Figur 3). I närheten av Kvarnån i trädet sitter även diverse vildfödda öringar från andra vattensystem, bl.a. Hedströmmen (Söderberg m.fl. 2017) och Sommen (Dannewitz & Palm 2018).

Avslutande kommentarer

Graden av genetisk "ursprunglighet" hos öringen i Kvarnån är svår att avgöra utan kompletterande analyser av ytterligare bestånd i vattensystemet. Dagens öring i Kvarnån är inte lik någon av de odlade stammar som använts som utsättningsmaterial i olika delar av Sverige, och som tidigare undersökts vid Sötvattenslaboratoriet. Hittills saknas dock genetiska data från ett flertal vanliga odlingsstammar, inklusive de från Västra och Östra Silen som tidigare satts ut i Kvarnån samt i Svärdlång där ån utmynnar. Den jämförelsevis höga graden av genetisk variation i ett så pass litet vattendrag kan indikera genetisk påverkan via hybridisering från tidigare utsatt fisk, men en sådan tolkning är osäker. Även frågan om öringen i Kvarnån är sjövandrande är svår att besvara utan kompletterande information. För detta behövs insamling och analys av vävnadsprover från ytterligare öring fångad i Svärdlång samt från dess övriga tillrinningar.

Den genetiska likheten mellan de båda proven från Höljerudsforsarna och tidigare analyserad Gullspångsöring ger en tydlig indikation på genetisk påverkan via de tidigare utsättningar som

genomförts i området. För en sådan tolkning talar också indirekt observationerna av en hög genetisk variationsgrad samt en betydande medelstorlek hos öringen som leker i Höljerudsforsarna. Generellt avråds från fortsatta utsättningar i området, med undantag för eventuella behov av akuta bevarandeåtgärder, i samband vid vissa återetableringar, och/eller när risken för spridning till naturliga bestånd i området är låg. Fokus vid olika natur- och fiskevårdande insatser bör istället läggas på att identifiera och åtgärda bakomliggande orsaker till minskad naturlig produktion, som t.ex. återställning av habitat och anpassade fisketryck.

Erkännanden

Tack till Johan Dannewitz, Sötvattenslaboratoriet, för synpunkter på texten samt till Tomas Jansson för värdefull bakgrundsinformation. Denna genetiska undersökning har skett på uppdrag av Kräftmannen AB (Tomas Jansson).

Referenser

- Cavalli-Sforza LL, Edwards AWF (1967) Phylogenetic Analysis Models and Estimation Procedures. *American journal of human genetics* 19: 233-257.
- Dannewitz J, Petersson E, Prestegard T, Järvi T (2003) Effects of sea-ranching and family background on fitness traits in brown trout *Salmo trutta* reared under near-natural conditions. *Journal of Applied Ecology* 40:241-25.
- Dannewitz J, Palm S, Degerman E, Olsson J, Prestegard T, Östergren J (2012) Genetisk kartläggning av öring i Mjörn. *Aqua reports* 2012:11, 35 sid.
- Dannewitz J, Palm S (2018) Genetisk analys av öring från Sommen och angränsande vatten. PM, Sötvattenslaboratoriet, 7 sid.
- Felsenstein J (2004) PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Distributed by the author. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle.
- Goudet J (1995) FSTAT (Version 1.2): a computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* 86:485–486.
- Jones O, Wang J (2010) COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources* 10:551-555.
- Palm S, Prestegard T (2015) Genetisk analys av öring från Brunnshyttedäcken. PM, Sötvattenslaboratoriet, 8 sid.
- Söderberg L, Palm S, Degerman E, Östergren J (2017) Genetisk analys av öring i Hedströmmen. PM, Sötvattenslaboratoriet, 22 sid.
- Waples RS, Anderson EC (2017) Purging putative siblings from population genetic data sets: a cautionary view. *Molecular Ecology* 26:1211-1224.

Tabell 1. Material som analyserats (elfiske, augusti 2018). Se texten angående reduktion av helsyskon.

Lokal	Antal öringar	Antal efter helsyskonreduktion
Kvarnån (ovan partiellt vandringshinder)	6	6
Kvarnån (nedan partiellt vandringshinder)	15	12
Höljerudsforsen (övre)	15	15
Tengvallsbäcken	15	8
Summa:	51	41

Tabell 2. Genetisk variation (16 mikrosatelliter) efter reduktion av helsyskon (jfr. Tabell 1): antal individer (n), förväntad genomsnittlig heterozygositet (H_E), antal anlagsvarianter efter korrigering för skilda materialstorlekar (AR; "allelic richness" baserat på 5 individer) samt genomsnittlig avvikelse av heterozygota genotyper från förväntan enligt Hardy-Weinbergs lag (F_{IS} ; positivt värde = heterozygotunderskott, negativt värde = heterozygotöverskott) med statistisk signifikans (test av avvikelse från $F_{IS}=0$).

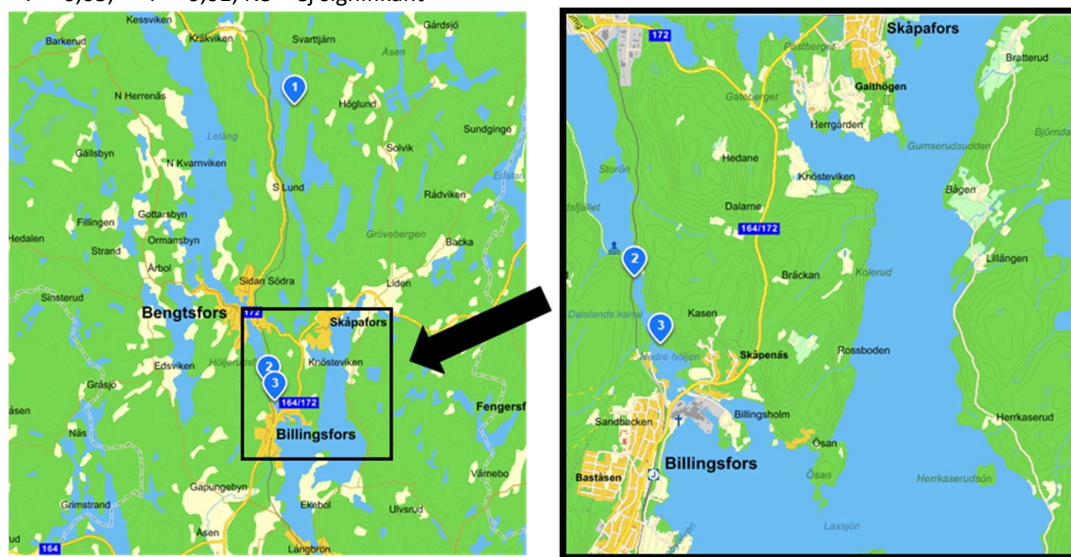
Lokal	n	H_E	AR	F_{IS}
Tengvallsbäcken	8	0,64	3,8	0,00
Höljerudsforsen (övre)	15	0,70	4,2	0,06
Kvarnån (ovan)	6	0,68	3,9	- 0,12 *
Kvarnån (nedan)	12	0,69	4,0	- 0,01

* $P < 0,05$

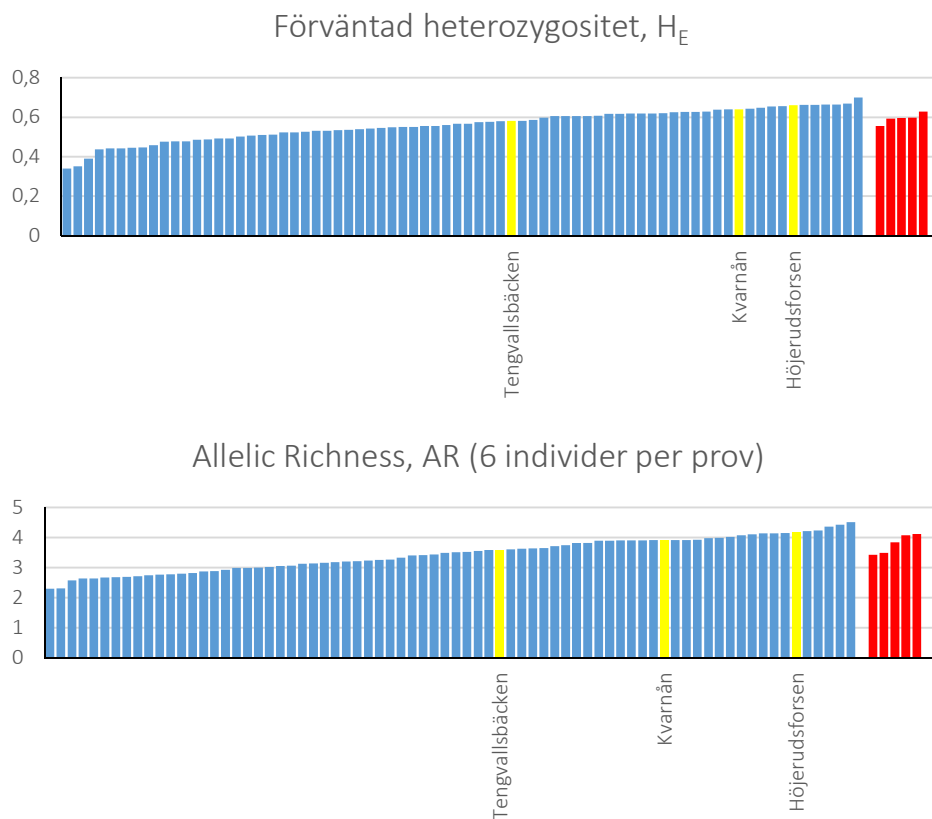
Tabell 3. Parvisa allelfrekvensskillnader mellan fyra stickprov av öring från Upperudsälvens avrinningsområde kvantifierade med F_{ST} (över diagonalen). Under diagonalen anges motsvarande grad av statistisk signifikans efter Bonferroni-korrektion för multipla tester.

	Tengvallsb.	Höljerudsf. (övre)	Kvarnån (ovan)	Kvarnån (nedan)
Tengvallsbäcken		0,02	0,13	0,09
Höljerudsforsen (övre)	NS		0,12	0,10
Kvarnån (ovan)	*	**		0,01
Kvarnån (nedan)	**	**	NS	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; NS = ej signifikant



Figur 1. Del av Upperudsälvens avrinningsområde med de tre provtagna lokalerna markerade: 1 – Kvarnån, 2 – Höljerudsforsen (övre), 3 – Tengvallsbäcken. Kvarnån rinner ut i sjön Svårdlång, vilken i sin tur avvattnas i Laxsjön där även Höljerudsforsarna utmynnar.



Figur 2. Genomsnittlig förväntad heterozygositet (översta delfiguren) och AR (nedre delfiguren) beräknat för 10 gemensamma mikrosatelliter. Skattningarna för prov från Upperudsälvens avrinningsområde (gula staplar) visas tillsammans med motsvarande skattningar för prov från andra vildfödda (blå staplar) och odlade (röda staplar) sötvattenlevade öringar analyserade vid Sötvattenslaboratoriet inom tidigare projekt.

