LIV - Laxfisk i nedre Dalälven

Rapport 2018:4

Länsstyrelsen
Gävleborg

LIV-Laxfisk i nedre Dalälven

Anna Hagelin, Olle Calles och Karl Gullberg

Länsstyrelsen
Gävleborg

FÖRORD

Dalälven är ett av landets största avrinningsområden med en total yta på 29 000 km². Det fanns ursprungligen lax över femtio mil från mynningen i havet och nästan upp till Dalälvens källor på gränsen mot Norge. Dalälven liksom majoriteten av Sveriges större älvar har under lång tid blivit kraftigt påverkade av mänsklig verksamhet i form av t ex utsläpp, flottning, dikning, fiske samt vattenkraftsutbyggnad. För havsvandrande laxfisk har dessa förändringar inneburit att merparten av tidigare lek- och uppväxtområden idag antingen är överdämda eller torrlagda. I de älvar där det fortfarande finns lämpliga strömvattenhabitat utgör dock ofta dammar och kraftverk definitiva vandringshinder för fisk. Dalälven har dock pekats ut som en av de älvar där det fortfarande finns lek- och uppväxtområden för att kunna återskapa ett naturligt reproducerande bestånd av lax.

Inom "LIV-projektet" har vi under två år "djupdykt" i nedre Dalälvens reproduktionskapacitet för lax och öring. En noggrann biotopkartering som grund för att kunna definiera älvens lekbeståndsmål är nödvändigt för att skatta älvens potential för produktion av lax. Faktaunderlag om var det finns potentiella lek- och uppväxtområden och deras potential och omfattning är nödvändigt för att kunna prioritera åtgärder, samt sätta upp relevanta förvaltningsmål. Projektets vision är att återskapa livskraftiga och självreproducerande bestånd av lax, öring, harr och andra vandrande fiskarter i nedre Dalälven och uppnå en god ekologisk status eller potential enligt EU:s ramdirektiv för vatten. En del av visionen är också en hållbar sportfisketurism för främjande av den lokala näringslivsutvecklingen i nedre Dalälven.

Parallellt med LIV-projektet har ett "systerprojekt"; "Hållbar vattenkraft i Dalälven" drivits av Länsstyrelsen i Dalarnas län i samarbete med övriga berörda länsstyrelser och vattenkraftsbranschen. Där har målsättningen bland annat varit att prioritera de åtgärder som ger störst miljönytta i förhållande till påverkan på vattenkraften - effekt och elproduktion. Systerprojekteten samarbetade genom provtappningar och erfarenhetsutbyte under projektetens gång. LIV-projektets resultat har varit ovärderliga underlag under prioriteringsarbetet inom "Hållbar vattenkraft" i Dalälven. De gemensamma prioriteringar som gjorts av länsstyrelserna och vattenkraftsbranschen inom "Hållbar vattenkraft i Dalälven" innebär en produktionsminskning, om 115 GWh i Dalälvens avrinningsområde. Samarbetet mellan branschen och länsstyrelserna har varit mycket givande och både den gemensamma prioriteringen och den goda samarbetsandan bör utgöra en ledstjärna i det fortsatta åtgärdsarbetet.

Veronica Lauritzsen
Länsråd Gävleborg

Johan von Knorring
Länsråd Uppsala

Karl Gullberg
Länsfiskekonsulent Gävleborg

Daniel Brelin
Länsfiskekonsulent Uppsala

Innehållsförteckning

Sammanfattning 7
1. Projektmål 8
1.1. Långsiktiga mål 8
1.2. Kortsiktiga mål 8
2. Frågeställningar och delprojekt 9
3. Bakgrund 10
3.1. Fisket i Älvkarleby 11
4. Delprojekten 11
4.1. Fria vandringsvägar i nedre Dalälven 11
4.1.1. Dalälven och tillämpad strategi för åtgärdsförslag 12
4.1.2. Kraftverken, åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar 13
4.2. Befintlig fiskresurs i Dalälven 15
4.2.1. Fisksamhället i nedre Dalälven 15
4.2.2. Genetisk variation hos öring 16
4.2.3. Smoltmigration genom fjärdmiljö 16
4.2.4. Transport av lekvandrande öring 17
4.3. Befintliga habitat och åtgärdspotential 18
4.3.1. Biotopkartering och åtgärdsplaner 18
4.3.2. Hydraulisk modellering i Båtforsområdet 19
4.4. Lekbeståndsmål och Populationsmodell 21
4.5. Smittorisk 24
4.6. Prioritering av åtgärder i nedre Dalälven 27
4.6.1. Åtgärdspaket 1 - Älvkarleby 27
4.6.2. Åtgärdspaket 2 - Båtfors 28
4.6.3. Åtgärdspaket 3 - Bredforsen 28
5. Diskussion 30
5.1. Fisksamhället i nedre Dalälven 33
5.2. Reglering 33
5.3. Slutsatser och framtidsutsikter 34
6. Tack 35
7. Referenser 36

Sammanfattning

Syftet med projektet har i första hand varit att utreda nedre Dalälvens potential för lax- och öringsproduktion och att genom undersökningar öka kunskapen om älvens fiskbestånd samt dess livsmiljöer. Detta inbegriper huvudmålet att fastslå vad som krävs för att återfå självreproducerande vild lax och havsöring i nedre Dalälven.

Projektet har utrett nedre Dalälvens potential för laxfiskproduktion om fria vandringsvägar skulle återskapas i dag och undersökt vilka åtgärder som är nödvändiga för att långsiktigt stärka älvegna populationer av vandrande fiskarter. Projektet har studerat ekologisk status i älven och vilka faktorer som påverkar fiskbestånden. Detta har innefattat både insamling och analys av befintligt material samt att utförande av nya inventeringar i form av provfisken, biotopkarteringar, fiskmärkningsstudier och utredning av vandringshinder. Projektet har tagit fram åtgärdsplaner och förslag på fiskpassager i form av principlösningar och skisser. Projektområdet sträcker sig från nedströms Näs kraftverk via strömsträckorna i Tyttbo och vidare ner till mynningen i Östersjön vid Älvkarleby.

Projektet har bedrivits som ett samarbete mellan länsstyrelserna i Gävleborgs och Uppsala län, samt kraftbolagen Vattenfall och Fortum.

1. Projektmål

Projektets mål har varit att utreda behov och förutsättningar för åtgärder för att gynna fiskbestånden i nedre Dalälven genom att analysera och sammanställa befintligt material. Detta har kompletterats med provfisken, biotopkartering, fiskmärkningsstudier, kartering av vandringshinder, samt analys av behov av ändrade tappningsstrategier. Rapporten innefattar ett första steg till en cost-benefit-analys av åtgärdskostnader och predicerade effekter på fiskbestånden. Projektet har även utrett behov av fiskpassagelösningar, och tagit fram förslag på utformning i form av principlösningar och skisser.

1.1. Långsiktiga mål

Att återskapa livskraftiga och självreproducerande bestånd av lax, öring (havsvandrande och stationär), harr och andra vandrande fiskarter i nedre Dalälven och uppnå en god ekologisk status eller potential enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Hållbar och utvecklad sportfisketurism för främjande av den lokala näringslivsutvecklingen i nedre Dalälven.

1.2. Kortsiktiga mål

Det övergripande kortsiktiga målet är att skapa en helhetsbild av vilka åtgärder som är nödvändiga att genomföra för att skapa livskraftiga och naturliga populationer av lax, havsöring och andra havsvandrande fiskarter i Dalälven från mynningen till Näs. Projektet ska dessutom införskaffa information om vad som krävs för att populationerna i framtiden ska komma att tåla ett visst uttag genom fiske.

2. Frågeställningar och delprojekt

Projektets övergripande frågeställning var om förutsättningar finns för att återskapa livskraftiga populationer av naturligt reproducerande havsvandrande fiskarter i nedre Dalälven, dvs. på sträckan mellan Näs och havet, med fokus på laxartade fiskar. För att besvara denna huvudfråga har vi arbetat efter följande frågeställningar, där merparten av frågorna har redovisats i separata delrapporter (Bilaga 1) enligt;

1. Är det möjligt att återskapa fria vandringsvägar uppströms- och nedströms förbi befintliga dammar i nedre Dalälven? (Calles & Emanuelsson, 2017)
2. Befintlig fiskresurs i Dalälven:
    a. Dagens fisksamhälle (Zetterlund, 2017; Sparrevik m.fl. 2017)
    b. Genetisk variation hos öring i nedre Dalälven (Dannewitz 2017)
    c. Hur stor är överlevnaden för nedströmsvandrande smolt genom nedre Dalälvens fjärdar? (Hagelin, 2017b)
    d. Lämpar sig dagens lekvandrande laxfisk för fångst och transport upp till befintliga lekområden som ett första led i återkolonisationen? (Hagelin, 2017c)
3. Befintliga habitat och åtgärdspotential
    a. Hur stora reproduktions- och uppväxtområden finns på sträckan i dag och vilken kvalitet har dessa? (Hagelin & Bruks, 2017; Hallgren 2017)
    b. Vilka behov av habitatrestaurering (Hagelin & Bruks, 2017; Hallgren, 2017; Bruks, 2016) respektive ökad mintappning (Norconsult, 2017) föreligger idag på sträckan? Vad är potentialen?
4. Vilka utfall predikteras för olika åtgärder (Hagelin, 2017a)
5. Smittorisk (Axén 2016, Hagelin 2018 – Bilaga 1)
6. Hur bör åtgärderna prioriteras för att maximera chanserna till att projektet lyckas på ett så effektivt sätt som möjligt?

Samtliga delrapporter återfinns som bilagor, men presenteras även nedan i form av korta sammanfattningar av de olika delprojektens viktigaste resultat och huvudsakliga slutsatser. Sist i rapporten vävs dessa samman under rubriken ”Prioritering och rekommendationer”, varefter dessa värderas och diskuteras under ”Diskussion”.

3. Bakgrund

Majoriteten av Sveriges större älvar som mynnar i Östersjön har under lång tid blivit kraftigt påverkade av mänsklig påverkan i form av t ex utsläpp från industrier och tätorter, flottning och dikning, fiske samt vattenkraftsutbyggnad. Den kraftigaste effekten av dessa förändringar för havsvandrande laxfisk är att merparten av tidigare lek- och uppväxtområden idag antingen är överdämda eller torrlagda. I de älvar där det fortfarande finns kvar rester av lämpliga strömvattenhabitat utgör dessutom ofta dammar och kraftverk definitiva vandringshinder för fisk. För att kompensera för den förlorade produktionen av lax och havsöring sätts ofta odlad smolt ut som ersättning för den vilda. Historiskt sett har denna skadereglering ingått som en del av prövningsprocessen i vattendomstol (numera mark- och miljödomstolen), och utsättningsåtaganden av kompensationsodlad fisk utgör ofta driftsvillkor för ett vattenkraftverk. I många älvar finns numer endast odlade individer kvar då lekmöjligheten för vilda laxar och havsöringar har försvunnit.

Fisket i älven har under lång tid varit en viktig resurs för lokalbefolkningen, men i takt med ökad mänsklig påverkan har fisktillgången minskat. Dalälven är kraftigt reglerad för vattenkraft, vilket har resulterat i en fragmentering som inneburit att havsvandrande fiskar, som sik, havsöring, lax, flodnejonöga och ål, numer endast kan vandra några kilometer upp från havet, till Älvkarleby. Fiskpopulationerna längre upp i älven har påverkats av försämrade habitat samt fragmentering och provfisken visar att arter som öring och harr idag är hårt trängda. Regleringen av älven har dessutom kraftigt påverkat de kvarvarande strömsträckorna genom både onaturliga vattenföringar och överdämnda strömområden med förändrade och/eller förstörda habitat till följd. Då alla vandrande fiskarter kräver både fria vandringsvägar och lämpliga habitat för reproduktion och tillväxt, är det en förutsättning att ändamålsenliga åtgärder utförs för att stärka dessa fiskbestånd.

Kompensationsodling och utsättning är idag nödvändig, till dess att fria vandringsvägar återskapats för de naturproducerade fiskbestånden, men är inte förenlig med EU-kommissionens krav och Vattendirektivets intentioner gällande långsiktighet. Efter goda nationella förvaltningsåtgärder i Östersjön har återvandringen av lax till Dalälven, under senare år, varit rekordartad och skulle kunna bli en stor resurs. Tyvärr leder de betydande mängder lax som vandrar upp i dagsläget till problem. Stora mängder fisk som inte tar sig förbi första kraftverket men som heller inte fiskas upp ökar risken för spridning av både av sjukdomar och parasiter mellan fiskar och kan dessutom orsaka en oönskad hybridisering mellan arter. Under senare tid har dock uppvandringen av lekfisk försvagats, sannolikt åtminstone delvis till följd av en ökad förekomst av tiaminbrist (sjukdomen M74).

Förutom lax och öring finns ytterligare minst nio fiskarter i vattendraget med ett stort kontinuitetsbehov (Näslund m.fl. 2013). Dessa är harr, ål, sik, asp, flodnejonöga, gös, id, stäm och vimma. Dalälven har en mycket varierad fiskfauna med en helt unik randpopulation av harr och landets nordligaste population av asp. I älven finns även abborre, gädda, och ett stort antal karpfiskarter som t.ex. löja, braxen och id.

De elfisken som gjorts visar att harr, liksom den stationära öringpopulationen, är hårt trängd. Förutom påverkan från flottledsrensning och vattenkraftsutbyggnad finns en risk att utplanterad öring av främmande stammar kan konkurrera om föda samt att ett omfattande fiske kan öka trycket på de redan svaga bestånden. Dessutom är Färnebofjärden numer en

nationalpark där långsiktig och hållbar fiskevård ska gynnas, vilket ytterligare ökar behovet av att utreda effekterna av utsättning av fisk i området. Även asppopulationen i Dalälven påverkas negativt av både reglering och fragmentering, vilket resulterat i isolerade och därmed sårbara populationer.

3.1. Fisket i Älvkarleby

Fisket har en central roll i Älvkarlebys historia. Det finns dokument redan från 1100-talet som berättar om cisterciensermunkar från Visby som fått tillstånd att fiska lax i Älvkarleby av dåvarande kung Knut Eriksson. Det följer sedan en rad historiska kungabrev, tingsprotokoll och riksdagsbeslut fram till modern tid, om vem som har haft rätten att fiska i Älvkarlebyfallen.

Oenigheter om laxfisket har varit orsak till många stridigheter då boende uppströms Älvkarleby ville ha del i fisket och krävde att fisken skulle släppas förbi fallen. Fisken kunde på denna tid inte ta sig förbi de fasta fiskebyggnader som fanns anlagda i Älvkarleby. I slutet av 1700-talet beslutade en grupp bönder för att gräva sig en ny fåra förbi Kungsådran, för att på så vis få fisken förbi fallen. De höll på i fyra år, men fick tillslut ge upp då de hindrades av fast berg. Man kan idag se den så kallade Dalkarlsgropen mitt på Laxön.

I mitten av 1800-talet började fiskodlingar växa fram på ett flertal platser i Sverige och en av de första odlingarna i landet var det kläckeri som startades i Älvkarleby år 1871. Sedan utbyggnaden av fallen, som påbörjades 1911, har lax och öring fångats in och använts för avel och kompensationsutsättningar. För att kompensera vattenkraftsutbyggnadens påverkan på havsvandrande fisk finns sedan flera decennier tillbaka utsättningsvillkor i gällande vattendomar att årligen sätta ut i genomsnitt 190 000 laxsmolt och 55 000 havsöringssmolt i älven nedströms Älvkarleby. Genom ett förlikningsavtal som fastställdes i dom år 1986 mellan dåvarande kraftverksägare och Kammarkollegiet, övertog staten skyldigheten att för all framtid kompensera skadan på havsvandrande fisk i de skadeområden som tillhörde Untra och Lanforsens kraftverk. Domen innebär att statens utsättningsåtaganden i Dalälven är 90 000 smolt/år. De årliga utsättningsåtagandena är 85 000 st. för Fortum och 70 000 st. för Vattenfalls.

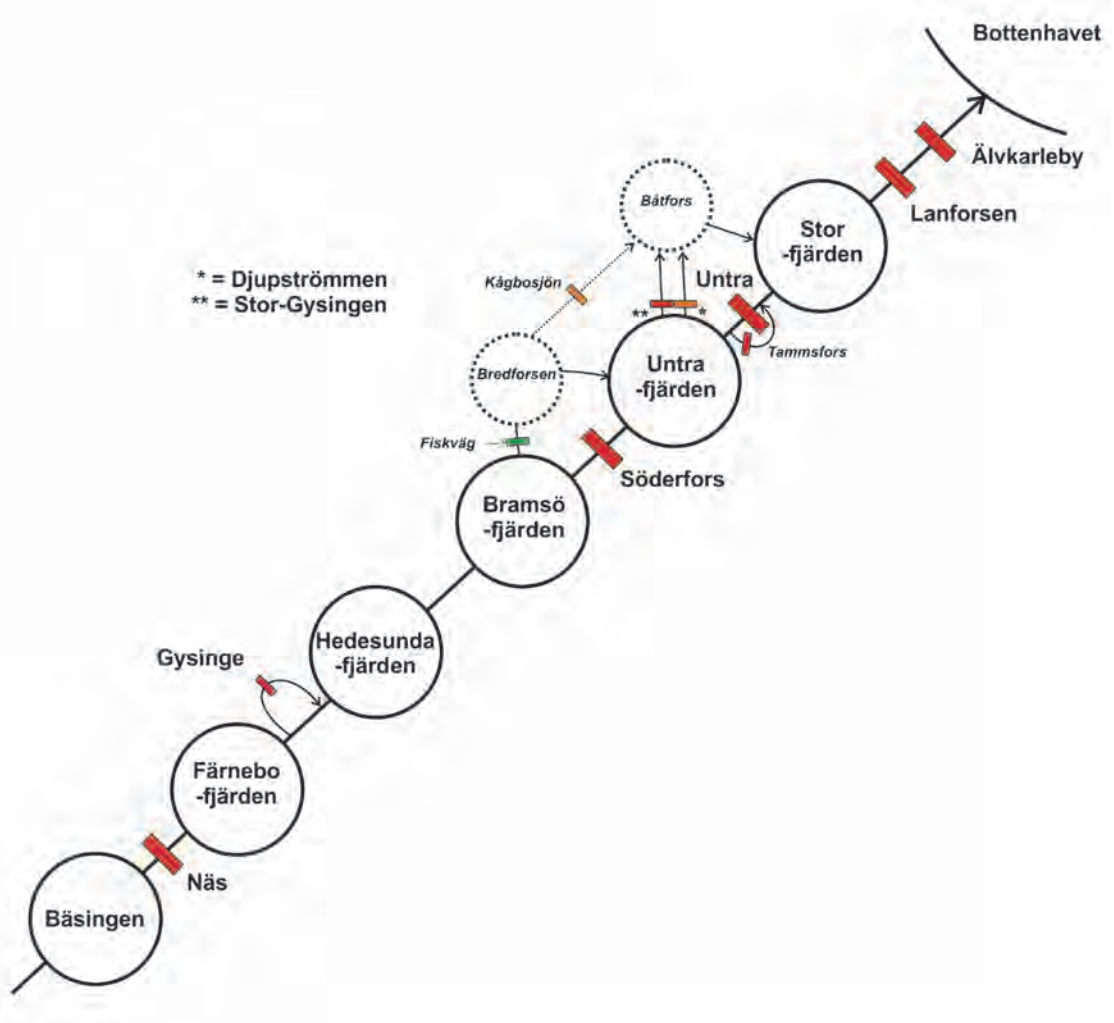
Sportfiske är idag en stor och viktig näring i Älvkarleby och Älvkarleby sportfiske, som bildades i början av 1970-talet, har omkring 6000 besökare/år.

4. Delprojekten

4.1. Fria vandringsvägar i nedre Dalälven

I Dalälven tycks laxen ha minskat i antal och utbredning långt före vattenkraftens utbyggnad, sannolikt främst till följd av ett omfattande fiske (Lundvall, 2016). Vattenkraftens utbyggnad och älvens reglering har dock allvarligt förvärrat situationen, eftersom majoriteten av tidigare reproduktions- och uppväxtområden i älven inte längre finns tillgängliga för lax och havsöring (Lundqvist et al., 2015; Lundvall, 2016). I syfte att åter tillgängliggöra kvarvarande lek- och uppväxtområden för lax i älvens nedre delar har

delprojektet därför genomfört förprojekteringar och tagit fram åtgärdsförslag för fiskpassagelösningar vid kraftverken i nedre Dalälvens huvudfåra, närmare bestämt Älvkarleby, Lanforsen, Söderfors, Untra, Storgysingen och Gysinge (Figur 1).



Figur 1. Schematisk karta av nedre Dalälvens kraftverk och fjärdar samt förbindelser och flödesriktningar mellan dessa. Modifierad från Calles & Christiansson (2012).

4.1.1. Dalälven och tillämpad strategi för åtgärdsförslag

Dalälven är ett stort vattendrag med höga flöden, stora kraftverk och små bestånd av självreproducerande vilda havsvandrande fiskarter. Dessutom har tillgången på lämpligt habitat för lek- och uppväxt varit begränsad och av osäker kvalitet. Habitatrestaurering och ökad minimitappning är således en förutsättning för att det ska vara befogat att stärka de naturliga fiskbestånden genom att utrusta kraftverken i nedre Dalälven med åtgärder för uppströms och nedströmspassage. Man bör även ta i beaktande att kunskapen om åtgärders utformning för effektiv nedströmspassage vid stora kraftverk är bristfällig (Calles et al., 2014; Emanuelsson et al., 2017). Vi föreslår därför ett stegvist tillvägagångssätt där åtgärdernas omfattning och komplexitet är behovsstyrda och ökar i takt med fiskbeståndens utveckling. Föreslagen prioritetsordning av åtgärdsarbetet väver samman de olika aspekterna av åtgärdsarbetet och presenteras under rubriken ” 4.6. Prioritering av åtgärder i nedre Dalälven”.

Vi rekommenderar att fiskpassagelösningar för uppströmvandrande fisk bör följa

nuvarande kunskapsläge. I första hand har vi eftersträvat naturlika fiskvägar med strömmande habitat, i andra hand naturlika fiskvägar primärt för passage och i tredje hand tekniska fiskvägar av typen slitsränna. För nedströmsvandrande fisk föreslås test av funktionen hos omfattande spill i ytligt orienterade spilluckor, där sådana finns att tillgå. Där sådana utskov inte finns att tillgå kommer mer omfattande åtgärder att krävas, alternativt att man under populationernas uppbyggnadsfas etablerar fångstanordningar uppströms de kraftverk där fysiska åtgärder vid turbinintagen inte är lämpliga. Skulle dessa förhållandevis enkla lösningar inte vara tillräckligt effektiva utgörs nästa åtgärdssteg av att komplettera dem med ytligt orienterade avledare och vid behov att ersätta ytavledarna med fysiska låglutande galler som täcker hela, eller merparten av, vattenkolumnen. Eftersom heltäckande låglutande galler ännu inte testats vid något kraftverk av motsvarande storlek som de i nedre Dalälven, kommer implementeringen av sådana åtgärder att kräva ett långsiktigt arbete och sannolikt omfattande förbättringsarbete efter implementering.

Åtgärdsförslagen samt tillhörande kostnader sammanfattas nedan, för mer detaljerade beskrivningar hänvisas till delrapporten ”Förslag till fiskpassagelösningar i nedre Dalälven” (Calles & Emanuelsson, 2017).

4.1.2. Kraftverken, åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Älvkarleby kraftverk är beläget 9 km från havet och fisken har historiskt passerat platsen via Kungsådran, eftersom såväl Storfallet som Mellanfallet sannolikt utgjort naturliga vandringshinder. För att återskapa fria vandringsvägar för uppströmsvandrande fisk föreslås en ökad minimitappning i Kungsådran i kombination med en naturlik fiskväg vid Kungsådredammen. Motsvarande åtgärd för nedströmsvandrande fisk består i att anlägga en nätbarriär uppströms kraftverksområdet för att leda fisken till Kungsådredammen för passage via ovan nämnda fiskväg och eventuellt via spilluckor.

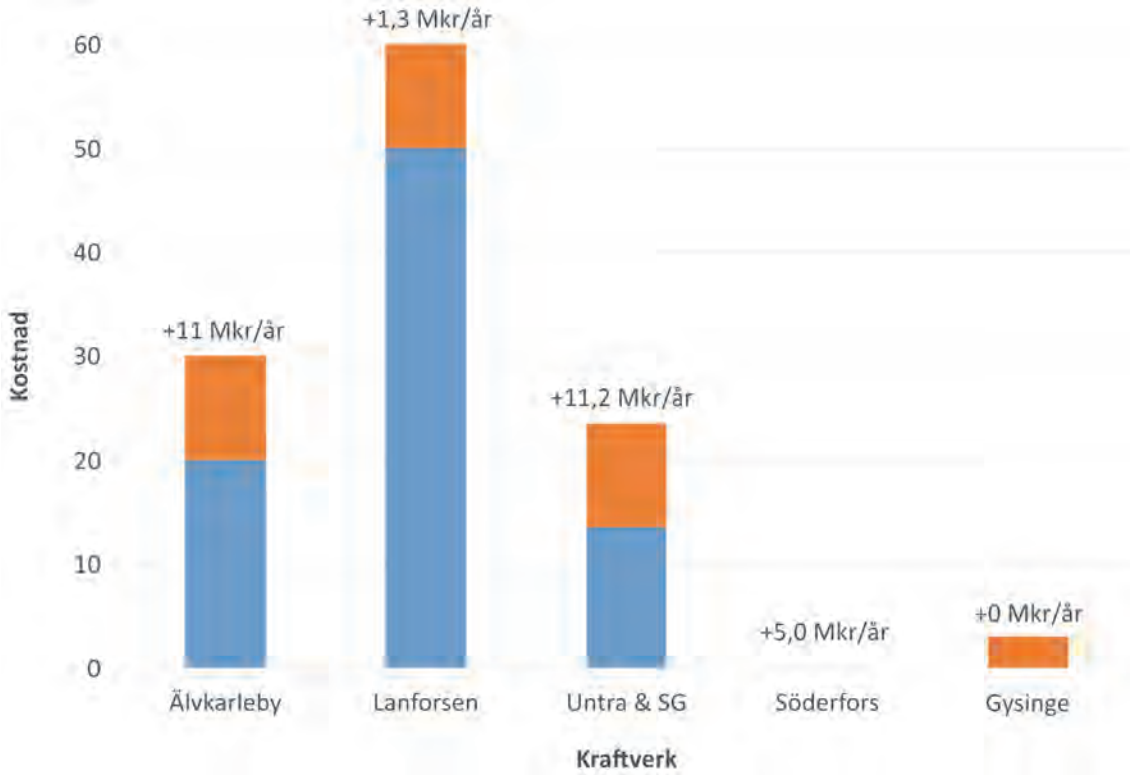
Lansforsens kraftverk är beläget 14 km från havet och fisken har historiskt passerat platsen via den sydligaste älvfåran, den s.k. Tensmyragrenen (Jangenby et al., 2016). För att återskapa fria vandringsvägar för uppströmsvandrande fisk föreslås i första hand en teknisk fiskväg (slitsränna) vid kraftverket. För god attraktion förelås att fiskvägens ingång anläggs i form av en väl tilltagen bassäng, där fiskvägsflödet kompletteras med ytterligare vatten från en nedströmspassage i befintligt isutskov. För att minimera produktionsförlusten är en möjlighet att anlägga ett minikraftverk på platsen. Eftersom spill är förhållandevis vanligt förekommande i naturfåran föreslås även att en väl tilltagen naturliknande fiskväg med habitat anläggs vid Tensmyradammen.

Untra och Söderfors kraftverk är belägna 28 respektive 37 km från havet. Vid Untra har fisken historiskt passerat platsen via Båtforsområdet och Tammsforsen och vid Söderfors har passage främst skett via Bredforsen (Nordquist et al., 1911). För att återskapa fria vandringsvägar för uppströmsvandrande fisk föreslås i första hand en ökad mintappning till Båtfors i kombination med att Klittertyllarna öppnas upp och anläggs som naturlika fiskvägar för passage via Kågbosjön. En ökad minimitappning föreslås även för Bredforsen och för att minska sannolikheten att fisk vandrar ut i Untrafjärden föreslås en nätbarriär nedströms Viforsen. Föreslagna åtgärder innebär att få fiskar vandrar nedströms via Söderfors och Untra kraftverk, varför avledare vid turbinintagen till dessa kraftverk är lågt prioriterade. Eftersom det huvudsakliga flödet även framgent förväntas komma från Untras

kraftverk, föreslås även att en väl tilltagen naturliknande fiskväg med habitat anläggs mellan Båtsforsområdets södra del och Untras turbinutlopp.

Inga fiskvägar föreslås för de småskaliga **kraftverken Storgysingen och Gysinge**, men för att minimera risken för skador på nedströmsvandrande fisk föreslås låglutande galler med flyktöppningar vid dessa kraftverk. För Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors kraftverk tillämpas principen med löpande utvärdering och behovsstyrda åtgärdsförbättringar.

Beräknade anläggningskostnader för föreslagna åtgärder är högst för Lanforsen (45-60 Mkr) följt av Älvkarleby (30 Mkr) och Untra (19-28 Mkr) (Figur 2). Årliga löpande kostnader är högst för Älvkarleby och Untra (cirka 11 Mkr/år), medan motsvarande kostnader för Lanforsen och Söderfors beräknats till motsvarande halva beloppet (cirka 5 mkr/år, Figur 2). Anläggs ett minikraftverk vid Lanforsen sjunker dock den förväntade produktionsförlusten till drygt en miljon per år. Genomförs samtliga åtgärder enligt förslag, innebär det ett årligt produktionsbortfall om cirka 5 %, vilket motsvarar en total kapitaliserad kostnad om 800 Mkr av ett totalt produktionsvärde under 40 år motsvarande 16 miljarder kronor i dagens penningvärde.



Figur 2. Summering av uppskattade kostnader för rekommenderade åtgärder vid kraftverken i nedre Dalälven. Kostnaderna redovisas som staplar för anläggningskostnader (CAPEX) för uppströms- (blå) och nedströmspassage (orange). Ovanför staplarna anges årliga löpande kostnader (OPEX). Produktion beräknad på ett genomsnittligt elpris om 40 öre/kWh. SG = Storgysingen.

4.2. Befintlig fiskresurs i Dalälven

4.2.1. Fisksamhället i nedre Dalälven

Det övergripande syftet med delprojektet var att kartlägga fisksamhället i utvalda områden av nedre Dalälven, men även att detaljstudera förekomst och åldersstruktur för harr och öring. Kartläggningen bestod i båtelfiske (Zetterlund 2017), vadelfiske och en sammanställning av befintlig kunskap (Sparrevik m.fl. 2017).

Båtelfisket utfördes under vår-försommar (31/5-6/7) och sensommar-höst (23/8-5/10) på 28 lokaler fördelade mellan de fyra definierade huvudområdena Gysinge (15 lokaler), Untra-Bredforsen (4 lokaler), Tyttbo (5 lokaler) och Älvkarleby (4 lokaler). Den sammanlagda fångsten bestod av 8974 individer från 21 olika arter. De vanligast förekommande arterna var löja, mört och abborre. Målarterna lax och öring påträffades enbart nedströms Älvkarleby kraftverk, medan enstaka harrar fångades på samtliga fyra delsträckor. De rödlistade arter som påträffades var asp, lake och vimma (nära hotade) samt ål (akut hotad) (ArtDatabanken, 2015).

Utöver ovan nämnda sex vanligt förekommande arter och de fyra rödlistade arterna påträffades även björkna, braxen, flodnejonöga, färna, gädda, gärs, gös, id, stensimpa, stäm och sutare. Flest arter som fångades vid ett och samma elfisketillfälle påträffades i Älvkarleby, där nio arter fångades i september. Den lokal som gav störst fångst var belägen i Untras turbinutlopp, medan den lokal som gav lägst fångst var belägen i Tyttbo. För mer information och resultat från båtelfisket se rapporten ”Fiskesamhället i nedre Dalälven” (Zetterlund, 2017).

Ingen sik påträffades vid provfiskena i nedre Dalälven och data visar en generell nedåtgående trend inom yrkesfisket längs Gävleborgs kust och sannolikt beror detta främst på en negativ påverkan på artens lekområden (Sparrevik m.fl., 2017). För mer information om ål, sik, siklöja och asp i nedre Dalälven, se nyss nämnda rapport (Sparrevik m.fl., 2017).

Sammantaget återspeglar fångsterna att nedre Dalälven i dag domineras av sjöliknande miljöer samt att förekomsten av vandringshinder begränsar de havsvandrande arterna till älvsträckan nedanför första kraftverket i Älvkarleby. Undantagen är ål och flodnejonöga som till följd av fångst och transport även påträffas uppströms Älvkarleby kraftverk. Älvens fiskfauna har inventerats med båtelfiske för att ge en uppdaterad beskrivning av fisksamhällen i olika delar av älven och de olika forssträckorna. Här kan man se olika typer av dominansförhållanden och beståndsstrukturer som tex förhållanden betesfisk och rovfisk.

Vadelfiske och båtelfiske ger tillsammans information om vilka områden som idag producerar harr och öring och hur status för dessa arter ser ut. Här får vi också en inblick i åldersstrukturer och reproduktionsframgång.

Se rapporten ”Fisksamhället i nedre Dalälven” för mer information och resultat från inventeringen (Zetterlund 2017).

4.2.2. Genetisk variation hos öring

I nedre Dalälven återfinns både en nationalpark och Natura 2000 områden i vilka ursprungliga arter ska gynnas. Det primära syftet med undersökningen var att studera ursprunget på vildfångade öringar från nedre Dalälven för att utröna om de härstammar från reproduktion av lokal Dalälvsstam eller från någon av de många utsättningarna av öring av olika ursprung som skett (Dannewitz, 2017). De öringar som ingick i analysen fångades med elfiske inom ramen för projektet vid Untra och i Gysinge. Genprov samlades även in från de aspar som fångades, men ingen analys har ännu genomförts.

DNA extraherades från de insamlade vävnadsproverna och genotypbestämdes med hjälp av 10 st mikrosatelliter, som är lämpliga just vid studier av populationsstruktur och bestämning av ursprung. Resultatet visade att de flesta analyserade individer inte var närbesläktade, några helsyskon påträffades dock, vilket visar att öringen som fångats inte härrör från något enstaka lektillfälle utan att ett större antal föräldrar varit inblandade. Man kunde inte påvisa några genetiska skillnader mellan älvegen öring från Älvkarleby respektive lokalerna i Gysinge, medan individerna från Untra uppvisade vissa avvikelser och kan därmed ha inblandning av annat ursprung. Slutsatsen var att den öring som påträffats på lokaler i Gysinge är av troligt Dalälvsursprung och sannolikt främst härstammar från senare års utsättningar av havsöring från Älvkarleby. För mer detaljer om utredningen hänvisas till delrapporten ”Genetisk variation hos öring i nedre Dalälven” (Dannewitz, 2017).

4.2.3. Smoltmigration genom fjärdmiljö

Dödligheten hos nedströmsvandrande smolt varierar mycket beroende på vilka hinder och faror de möter. I Dalälven kan fjärdarna skapa ett problem eftersom de ofta utgör ett passande habitat för rovfiskar. Området är också känt för sin rika fågelfauna och här finns dessutom mink, vilket kan öka predationstrycket ytterligare. För att få en uppfattning om förlusterna i de fjärdmiljöer som finns i nedre Dalälven märktes vild och odlad smolt vid två olika tillfällen. I korthet visade resultaten att passageöverlevnaden för de vilda individerna genom Marmafjärden var förhållandevis hög, medan ett högt bortfall observerades för odlade smolt i Färnebofjärden.

Av de 60 vilda smolt som sattes ut nedströms Untra kraftverk nådde totalt 36 individer fram till Lanforsen. Sju individer lämnade aldrig utsättningsplatsen, m.a.o. hann de inte inleda nedströmsvandring, och uppvisade ett rörelsemönster med upp- och nedströmsförflyttningar vilket tyder på att de blev uppätna av rovfisk vid usättningsplatsen. Utsättningsproceduren är en kritisk punkt i studier av denna typ. I detta skede är de extremt utsatta och ett lätt byte för predatorer i området varför man oftast beräknar överlevnad/bortfall endast på de individer som lämnar utsättningsplatsen och inleder nedströmsvandring. Överlevnaden för de individer som inledde en nedströmsvandring motsvarade 36 av 53 individer, vilket innebär att överlevnaden i Marmafjärden var 68 %. Marmafjärden är 12 km lång vilket resulterar i en överlevnad om 97% per km över sträckan, vilket är det värde vi använt för överlevnad vid vandring i fjärdmiljö i projektets populationsmodellering.

Studierna på överlevnad vid vandring i fjärdmiljö för odlad smolt i Färnebofjärden visade på en betydligt lägre överlevnad än för ovan nämnda vilda smolt. Överlevnaden för odlad

smolt i Färnebofjärden var 5%, vilket motsvarar en överlevnad om 80 % per km. Observationerna längs sträckan från utsättning till Färnebofjärdens början visade att ingen fisk gick förlorad på forssträckorna, utan att förlusterna om totalt 16 % i stället skedde i de lugnflytande partierna mellan forsarna Härsingen, Balforsen och Tyttbo.

Studierna visar således att förlusterna var högre för odlade än vilda smolt i fjärdmiljö. Man bör dock vara medveten om att studierna, förutom att de genomfördes med fisk av olika ursprung, dessutom utfördes olika år och i olika fjärdar, varför det är svårt att säga säkert vilka enskilda faktorer som påverkar nedströmsmigrationen mest. Eftersom flest naturproducerande smolt kommer passera Marmafjärden och eftersom vilda individer har störst relevans för projektets mål, har vi valt att använda resultaten från studien på vilda smolt i populationsmodellen.

Se delrapport ”Smoltmigration genom fjärdmiljö” (Hagelin, 2017b) för mer information och resultat.

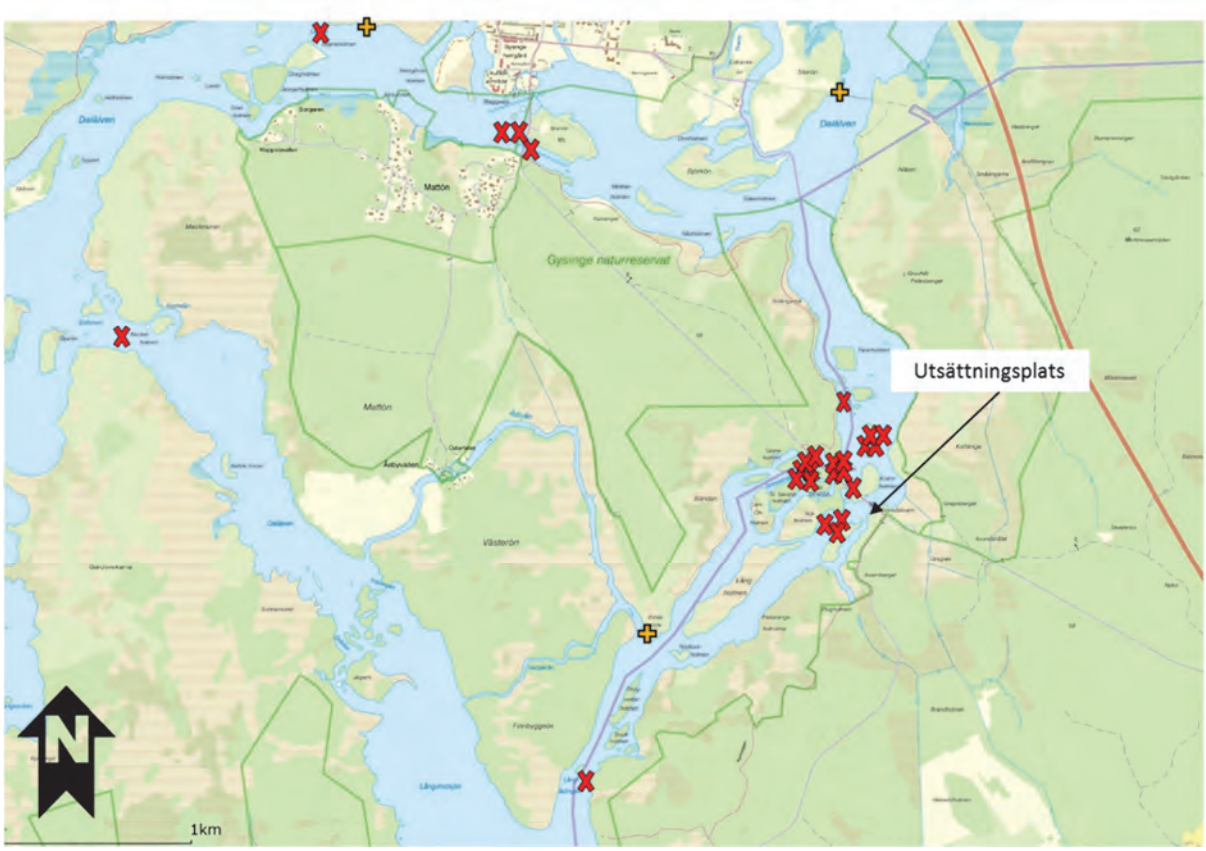
4.2.4. Transport av lekvandrande öring

Eftersom lax och havsöring återvänder för lek på sin födselplats tar det ofta lång tid innan man återfår självreproducerande bestånd efter att fria vandringsvägar har återskapats. I de fall man byggt fiskvägar och/eller restaurerat lekområden kan man, för att snabba på återkoloniseringen, sätta ut romkorn, yngel, smolt eller släppa lekfisk i området. Ofta används en kombination av dessa metoder för att nå bästa resultat (Jonsson och Jonsson, 2011).

För att studera om transport av lekvandrande fisk har förutsättningar att lyckas i Dalälven märktes lekmogna havsöringar med radiosändare varefter de transporterades från Älvkarleby förbi kraftverken i Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors för utsättning i Sevedskvarn (Gysinge). Vi övervakade sedan deras rörelsemönster för att se om de uppvisade lekbeteende i området de transporterats till.

I studien märktes 29 havsöringar, varav 13 honor och 16 hanar. Två individer simmade direkt nedströms och försvann ur studien utan tecken på reproduktion i området. Trolig lekplats var svårbedömd för ytterligare fem av individerna, eftersom de inte uppehållit sig på någon specifik plats under lekperioden. Av de kvarvarande 27 fiskarna valde fem individer, alla hanar, att leka på andra områden än Sevedskvarn. Tre hanar verkar ha lekt på två ställen, vilket är fullt möjligt då hanar kan leka med flera honor under en lekperiod. Totalt ger detta 25 identifierade lekpositioner, där merparten var belägna nära utsättningsplatsen (Figur 3). De slutsatser vi kan dra från dessa resultat är att havsöring verkar uppvisa lekbeteende även efter transport till ett nytt område och detta skulle därmed kunna vara en av flera möjliga åtgärder för att skynda på havsvandrande arters återkolonisation av områden i nedre Dalälven.

Se rapporten ”Upptransport av lekmogen havsöring i nedre Dalälven” (Hagelin 2017c) för mer information och resultat.



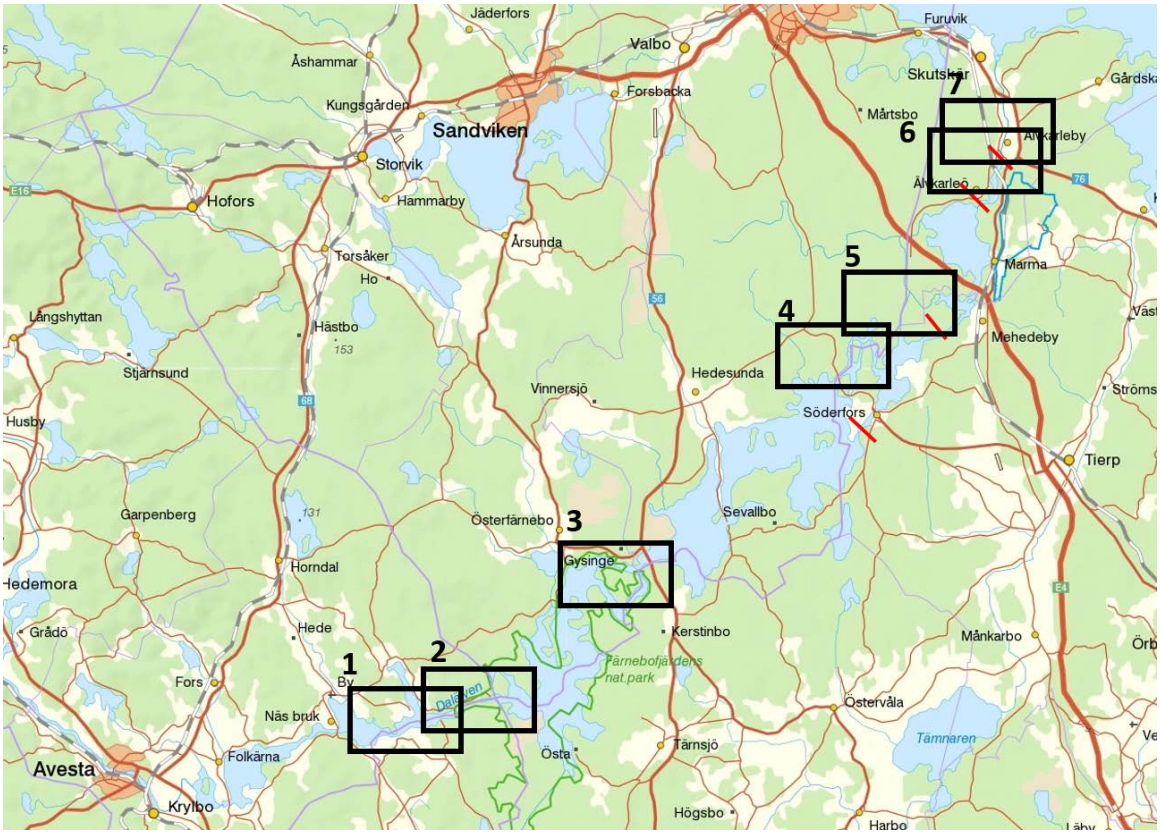
Figur 3. Förmodad plats för lek/reproduktion (röda kryss, n = 25) för radiomärkt lekvandrande havsöring transporterad från Älvkarleby till Sevedskvarn (Gysinge). På kartan anges även placering av automatiska radiomottagare (oranga kors) samt utsättningsplatsen.

4.3. Befintliga habitat och åtgärdspotential

4.3.1. Biotopkartering och åtgärdsplaner

Biotopkarteringen syftade till att klassificera de forssträckor som finns i nedre Dalälven (Figur 4) med avseende på dess kvalitet som reproduktionsområde och uppväxtområde för i första hand laxfiskar. Utifrån de karterade ytorna har sedan en åtgärdsplan tagits fram för varje delområde.

Våra inventeringar visar att det finns en god potential för produktion av laxfisk i nedre Dalälven. Många ytor är dock starkt påverkade av diverse mänskliga aktiviteter som flottledsrensning och vattenkraft. Genom att förbättra miljön kan reproduktionspotentialen i de flesta ytor förbättras betydligt, vilket också troligtvis är en nödvändighet för att återskapa livskraftiga och självreproducerande fiskbestånd. I området nedanför Älvkarleby kraftverk finns en större yta med god potential för laxfisk-reproduktion men förutsättningarna är något osäkra då vi i dagsläget inte vet hur regleringen påverkar habitatens kvalitet och effektiva storlek. Se även ”4.6.1. Åtgärdspaket 1 – Älvkarleby”.



Figur 4. Potentiella lek- och uppväxtområden i nedre Dalälven enligt: 1) Forsboforsen/ Leknäsforsen, 2) Härsingen/Balforsen/Tyttboforsen, 3) Gysinge och ytorna runt Mattön, 4) Bredforsen/Kågbo, 5) Båtfors, 6 Lanforsen och 7 Älvkarleby. Röda linjer representerar kraftverkens position.

Se rapporten ”Biotopkarteringar och åtgärdsplaner för strömsträckor i nedre Dalälven” (Hagelin och Bruks 2017) för mer information om sträckor i huvudfåran. Se även ”Båtforsområdet i Dalälven, biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk” (Hallgren, 2017) för resultat rörande Båtforsområdet. Information om de provytor som åtgärdades under 2016 finns i rapporten ”Biologisk återställning av två provytor i Dalälven, Sevedskvarn respektive Gysinge” (Bruks, 2016).

4.3.2. Hydraulisk modellering i Båtforsområdet

En hydraulisk modell utformades av Norconsult (2017) för att undersöka hur vattennivåer och vattenhastigheter varierar vid olika flöden in i Båtforsområdet. Modellresultaten användes till att bedöma hur stora lekområden för lax och öring som blir tillgängliga vid flöden inom intervallet 40 - 200 m^3/s. Modellen som togs fram täcker Båtforsområdet nedströms dammarna i Storgysingen, Lillgysingen och Djupströmmen och den mångfald av vattenvägar som återfinns i de centrala delarna ned till Tungsforsen och sträckan där älven samlar sig till randen av modellen strax uppströms E4-bron. I den hydrauliska modelleringen har enbart vattenhastighet, och till viss del djup, legat till grund för skattningar av lämpliga ytor vid olika tappningar. Parallellt har dock biotopkartering och åtgärdsplaner tagits fram för aktuella ytor Se ”Båtforsområdet i Dalälven, biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk” (Hallgren, 2017).

Figur 5. Översiktskarta av Båtforsområdet. Utskoven vid Storgysingen, till vänster i bilden, användes vid provtappning. Det modellerade området täcker vattenvägarna nedströms dammarna i Untra till strax uppströms E4-bron.

Vattenutbredning och vattenhastigheter för de olika beräkningsfallen Q40, Q70, Q100, Q125, Q150 och Q200 redovisas i Tabell 1. Intervallet 0,2-0,7 m/s är den mest optimala vattenhastigheten i ett lekområde för laxfiskar (Degerman, 2008). Intervallen 0,1-0,2 m/s och 0,7-1,0 m/s anses vara ”godtagbara vattenhastigheter” medan klasserna <0,1 m/s och >1,0 m/s anses vara ”olämpliga vattenhastigheter” för lekområden. Av resultaten framgår att ytan där vattenhastigheten är 0,2-0,7 m/s ökar med 32% vid en tappning av 70 m^3/s jämfört med för 40 m^3/s. För 100 m^3/s ökar den med 69% medan vid 125 m^3/s blir ytan 101% större än vid 40 m^3/s. För 150 m^3/s och 200 m^3/s blir motsvarande siffror 130% respektive 194%.

Mer information finns i rapporten ” Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell” (Norconsult, 2017).

Tabell 1. Teoretiska arealer av habitat med olika rådande vattenhastighet för olika flöden i Båtforsområdet.

Flöde (m^3/s)	Vattenhastighet (m/s)				
	< 0,1	0,1-0,2	0,2-0,7	0,7-1,0	>1,0
	Ytor i ha				
40	45	46	55	0,4	0,2
70	41	70	72	0,9	0,4
100	38	87	92	13	0,7
125	36	103	110	16	0,9
150	34	116	126	18	12
200	34	130	160	22	16

4.4. Lekbeståndsmål och Populationsmodell

Vi har studerat nedre Dalälvens reproduktionskapacitet på två sätt. Dels genom att titta på habitatens kvalitet, dvs hur bra är de befintliga lek- och uppväxtområdena, och utifrån detta definieras lekbeståndsmål (LBM). LBM ger information om hur många romkorn som krävs för att man ska utnyttja älvens potential. Detta ger ett konservativt mått på produktionskapacitet som kan ligga till grund när det sätts upp förvaltningsmål.

LBM har beräknats för tre olika scenarier (LBM 1-3);

- LBM 1 = Tillgängliga reproduktionsområden som de ser ut idag (Tabell 2)
- LBM 2 = Tillgängliga reproduktionsområden som restaurerats (se avsnitt biotopkartering och åtgärdsplan för mer info om detta) och därmed fått en högre klassning.
- LBM 3 = Dagens tillgängliga och restaurerade reproduktionsområden och flödesförändringar vilket ökar ytan tillgängligt habitat då mer vatten fördelas i områdena Bredforsen, Kågbo, Båtfors och Lanforsen

Baserat på befintliga reproduktionsområden som de ser ut idag (Scenario LBM 1), domineras den totala arealen på 77,6 ha av habitat av intermediär kvalitet (klass 2, 69 %), följt av lågkvalitativt habitat (klass 1, 29 %), medan högkvalitativt habitat är sparsamt förekommande (klass 3, 2 %; Figur 6). Under ovan beskrivna förutsättningar ger detta ett LBM = 265 laxhonor, vilket motsvarar en predikterad smoltproduktion på 26 787 – 53 574 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (Tabell 2).

Tabell 2. Areal av olika habitatklasser, innan biotoprestaurering, med de ytor som finns tillgängliga idag (Scenario LBM 1), för lax och öring i nedre Dalälven samt antal romkorn /m^2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 1 % och 2 %.

Habitatklass	Romkorn (antal/m^2)	Areal efter åtgärd (hektar)	Romkorn (totalantal)	Laxhonor efter åtgärd (antal)	Smolt 1 % (antal)	Smolt 2 % (antal)
1	2	22,7	0,45 x 10^6	45	4 548	9 097
2	4	53,3	2,1 x 10^6	211	21 339	42 677
3	6	1,5	0,09 x 10^6	9	900	1 800
Totalt		77,6	2,7 x 10^6	265	26 787	53 574

Efter genomförd biotoprestaurering (LBM 2) förväntas samma totala tillgängliga areal (77,6 ha), men med en dominans av högkvalitativt habitat (klass 3, 87,5 %), medan såväl habitat av intermediär (klass 2) och låg kvalitet (klass 1) är sparsamt förekommande (0 respektive 12,5 %; Figur 6). Under ovan beskrivna förutsättningar ger detta ett LBM = 441 laxhonor, vilket motsvarar en predikterad smoltproduktion på 44 618 – 89 236 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (Tabell 3).

Tabell 3. Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering med de ytor som finns tillgängliga idag (Scenario LBM 2), för lax och öring i nedre Dalälven samt antal romkorn /m², antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 1 % och 2 %.

Habitatklass	Romkorn (antal/m²)	Areal efter åtgärd (hektar)	Romkorn (totalantal)	Laxhonor efter åtgärd (antal)	Smolt 1% (antal)	Smolt 2% (antal)
1	2	0	0	0	0	0
2	4	9,7	$0{,}39 \times 10^6$	38	3 870	7 740
3	6	67,9	$4{,}1 \times 10^6$	403	40 748	81 496
Totalt		77,6	$4{,}5 \times 10^6$	441	44 618	89 236

Scenario LBM 3 inbegriper såväl restaurering av befintliga områden samt utökade arealer genom ökade flöden i potentiellt viktiga reproduktionsområden i nedre Dalälven, vilket predikteras resultera i tillskott av habitat enligt:

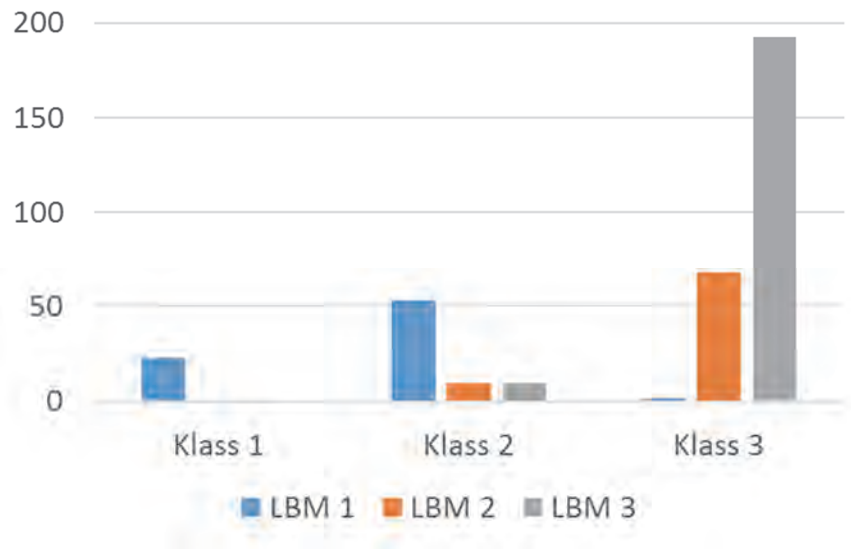
- Lanforsen, spill i Tensmyragrenen vilket ger en yta på ca 2,1 ha
- Kågbo, spill i Klittertyllarna ger ca 3,0 ha
- Bredforsen 80 m^3/s under sommar och 30 m^3/s under vinter ger ca 13 ha inklusive ytor vid Viforsen.
- Båtfors 125 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 109,8 ha.

Den totala ytan efter en förändrad flödesregim blir i ovan beskrivna fall 202,5 ha, med en dominans av högkvalitativt habitat (klass 3, 95,2 %), medan såväl habitat av intermediär (klass 2) och låg kvalitet (klass 1) är sparsamt förekommande (0 respektive 4,8 %; Figur 6). Utifrån de restaurerade arealer som räknats fram per habitatklass, med en förändrad flödesregim och med det antal romkorn/m^2 som vi antagit ger detta LBM = 1 181 laxhonor. Dessa honor skulle kunna producera mellan 119 558– 239 116 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (Tabell 4).

I rapporten Lekbeståndsmål och populationsmodellering för Lax i nedre Dalälven redovisas LBM för varje delområde (Hagelin, 2017a).

Tabell 4. Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering och med de ytor som kan bli tillgängliga genom en förändrad flödesregim (Scenario LBM 3), i nedre Dalälven samt antal romkorn /m², antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 1 % och 2 %.

Habitatklass	Romkorn (antal/m²)	Areal efter åtgärd (hektar)	Romkorn (totalantal)	Laxhonor efter åtgärd (antal)	Smolt 1% (antal)	Smolt 2% (antal)
1	2	0	0	0	0	0
2	4	9,7	$0{,}39 \times 10^6$	38	3 870	7 740
3	6	192,8	$11{,}6 \times 10^6$	1 143	115 688	231 376
Totalt		202,5	$12{,}0 \times 10^6$	1 181	119 558	239 116



Figur 6. Habitatarealer av klass 1-3 i nedre Dalälven under nuvarande förhållanden (Scenario LBM 1), efter habitatrestaurering (Scenario LBM 2) och en kombination av habitatrestaurering och förändrade flöderegimer (Scenario LBM 3).

För att se hur många honor som återvänder till lekområdet under definierade förhållanden användes en populationsmodell utvecklad av Kjell Leonardsson, SLU (Leonardsson, 2012). Modellen begagnar många olika parametrar och för att bli så rättvisande som möjligt behövs empirisk data från modellerat vattendrag, där befintlig data från Dalälven utökats väsentligt genom projektets olika delprojekt. Modellen ger möjlighet att utvärdera den potentiella effekten av rehabiliteringsåtgärder i form av ökade minimitappningar, habitatrestaurering och implementering av fiskpassager. Med hjälp av modellen har antal honor som återvänder till respektive lekområde beräknats för ovan beskrivna scenarier 2 och 3, med skillnaden att hänsyn tagits till fler parametrar än vid beräkningen av LBM. Modellen tar bl.a. hänsyn till förväntad passageeffektivitet för föreslagna fiskpassager samt förväntad överlevnad vid t.ex. passage av fjärdmiljöer och tillväxt i havet. För nedströmsvandring har här antagits att smolten passerar genom turbin då inga konkreta siffror på lösningar för nedströmspassage finns tillgängliga. För scenarierna modellerade med populationsmodellen, kallas här ”Scenario 1 och 2”, gäller att fiskpassagelösningar implementeras vid kraftverken Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors (Calles & Emanuelsson, 2017). Skillnaderna mellan de scenarier som modellerats inom ”Scenario 2” består i olika flödesscenarier i Båtfors (Norconsult, 2017) (Tabell 5).

Tabell 5. Parametrar som använts för modellering av scenarier 1 och 2. För scenario 2 anges flödesregimen i Båtfors enligt sommar- respektive vinterflöde (sommar/vinter).

Parameter	Scenario 1	Scenario 2				
		40/40	70/60	100/60	125/60	150/60
Total habitatyta (ha)	Ja	54,5	72,1	91,9	109,8	125,6
Flödesregimer (m^3/s)						
Bredforsen	5/15	40	50	80	80	80
Kågbo	0	40	50	80	80	80
Lanforsen	0	10	10	10	10	10
Båtfors	10/20/40	40/40	70/60	100/60	125/60	150/60

Modellens utfall visar på ett predikterat antal laxhonor mellan drygt 2000 (Scenario 1) till som mest knappt 7000 honor för scenario 2 (150/60; Tabell 6). Predikterat antal återvändande honor till Båtfors ökar med ökat flöde inom hela det undersökta flödesintervallet, dvs. det finns ingen tendens till att sambandet planar ut. Däremot minskar det predikterade antalet honor per flödesenhet mellan de tre första scenarierna (40/40, 70/60 och 100/60) för att vara ungefär lika högt för de tre högsta flödesscenarierna (100/60, 125/60 och 150/60). Under antagandet att honor utgör 45 % av det totala antalet lekfiskar, blir motsvarande prediktion för det årliga totala antalet lekvandrande leklaxar mellan knappt 5000 och som mest drygt 15 000 laxar. Det bör påpekas att modellens predikterade scenarier för antal lekåtervandrande laxar förutsätter att inte havsöverlevnaden försämras eller att M74 frekvensen fortsätter att öka. Frågetecknen i tabell 6 betyder att säkra data för aktuella flöden saknas.

Tabell 6. Summering av det antal honor som förväntas produceras vid scenario 1 och 2 samt hur många antal individer detta totalt ger.

Område	Scenario 1	Scenario 2				
		40/40	70/60	100/60	125/60	150/60
Älvkarleby	306	306	306	306	306	306
Älvkarleby, Utlopp	1414	1414	1414	1414	1414	1414
Lanforsen	0	92	92	92	92	92
Båtfors	0	1860	2388	3020	3641	4163
Kågbo	0	?	?	85	85	85
Bredforsen	43	132	?	370	370	370
Gysinge	281	331	331	331	331	331
Härs/Bal/Tyttbo	100	120	120	120	120	120
Forsbo/Leknäs	41	50	50	50	50	50
Totalt	**2185**	**4305**	**4701**	**5788**	**6409**	**6931**
Tot. inkl. 55% hanar	**4856**	**9567**	**10447**	**12862**	**14242**	**15402**

Se rapporten ” Lekbeståndsmål och populationsmodellering för Lax i nedre Dalälven” för mer information (Hagelin 2017a).

4.5. Smittorisk

Ett vandringshinder fungerar inte bara som en barriär för vandrande fisk utan hindrar även smittspridning mellan hav och vattendraget uppströms hindret i fråga

När återvändande lax och havsöring når första kraftverket i Älvkarleby fångas en del av fisken in för avelsändamål. Fisken hanteras sedan på Fiskeriförsöksstationen som idag drivs av SLU på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Det fångas årligen 6-7 ton fisk i fällan under perioden maj-september varav ungefär hälften går till avel. Rommen från dessa laxar och havsöringar fördelas sedan mellan SLUs fiskodling Brobacken, och Vattenfalls fiskodling Västanå, båda belägna i Älvkarleby. Befruktad laxrom transporteras också vidare till Fortums fiskodling i Ljusne innan de som smolt återförs till Dalälven för utsättning.

Fram till år 1992 kördes lax och havsöring upp förbi kraftverken för naturlig reproduktion. Idag körs den uppvandrande vilda ålen, som fångas i en ålyngelledare i Älvkarleby, upp förbi kraftverken och sätts sedan ut i olika delar av Dalälvens vattensystem. Sedan 2006 fångar man även flodnejonögon som släpps vidare förbi dammarna i Älvkarleby.

Efter framgångsrika nationella förvaltningsåtgärder är återvandringen av lax till Dalälven nu rekordartat hög och skulle kunna bli en stor resurs. Stämmer skattningen av fångsteffektiviteten om 30 % för avelsfällan i Älvkarleby (Calles & Emanuelsson, 2017), innebär detta att så mycket som 20 ton lekfisk/år inte når de ursprungliga reproduktionsområdena i älven utan blir istället kvar nedanför kraftverket, vilket ökar risken för parasit- och sjukdomsspridning. Om fisk i framtiden kan passera Älvkarleby via en eller flera fiskpassager kommer sannolikt mindre mängder fisk att ansamlas nedanför kraftverket och resursen nyttjas på ett bättre sätt. Även kassodlingar ökar risken för smittspridning i vattendragen, men i området mellan kust och Näs finns inga sådana odlingar idag.

Kompensationsodlingarna tar i dagsläget in 11 000 L vatten/minut (pers. kommentar Tommy Rosendahl, tidigare ansvarig SLU's odling). Det finns två vattenintag, ett (markerat med röd stjärna på kartan i Hagelin (2018, Bilaga 1) förser både Västanå och SLU med vatten och sen ytterligare ett (markerat med gul stjärna på kartan i Hagelin (2018, Bilaga 1) som bara förser SLU med vatten. Intagen är belägna på platser där nedströmsvandrande fisk möjligen förväntas passera men inte uppehålla sig. Ingen annan odling, varken kassodling för matproduktion eller annan odling för utsättning finns inom projektområdet från Östersjön till Näs. Om en avledare implementeras uppströms Kungsådran (Calles och Emanuelsson, 2017) kommer nedströmsvandrande fisk inte att passera vattenintaget.

För att skapa oss en bild av riskerna för smittspridning? har vi kontaktat Norrfors laxodling, Stornorrfors, för att ta del av deras erfarenheter av att ha en fiskpassage förbi fiskodlingen. Sedan -90 talet har de haft tre utbrott av Furunculos, vilket behandlas med antibiotika. Smittkällan har varit stigande fisk som blivit stående ovan odlingens vattenintag. För att minska risken att odlingen smittas av stigande fisk har man flyttat fisktrappans ingång. Vidare är odlingens utlopp flyttat vilket tidigare mynnade i anslutning till fisktrappan ingång. Odlad fisk har inte samma drift, som vild, att vandra vidare när de passerat dammen eftersom de är utsatta nedströms den. Tidigare märkningsstudier i Norrfors visar att en betydande del av den odlade fisken vänder tillbaka efter att de passerat dammen och blir stående mot kraftverkets intagsgrindar.

Norrfors laxodling har ingen vattenrening och där ligger vattenintaget till odlingen på ett sådant sätt att svag eller sjuk fisk riskerar att hamna mot dess galler, vilket ökar riskerna för smitta in i odlingen. Vi har även pratat med Bonäshamn fiskodling som tidigare använt sig av UV-rening för att minska smittorisken. Denna har dock ej varit i bruk sedan 2003. Bonäshamn har också drabbats av utbrott av Furunculos trots att de ligger långt upp i systemet utan fiskmigration från havet och utan kassodlingar i området. I USA, där fiskvandring förbi odlingar är relativt vanligt, använder man ofta elspärrar för vild fisk vid vattenintag. Även UV- och ozonrening används. En ny teknik håller även på att arbetas fram, specifikt för fiskodlingar, där intagsvattnet går genom ett strömförande rör som dödar eventuella mikroorganismer. Om man i Älvkarleby installerar den avledare som

rekommenderas (Calles och Emanuelsson, 2017), så minskar dock risken för smitta in till odling eftersom fisken avleds ovanför vattenintaget.

För att undersöka vilka potentiella sjukdomar som finns i systemet kan man utföra s.k. Latent carrier test. Där slår man med kortisol ut immunförsvaret hos ett antal fiskar innan man sedan sätter ut dem i älven i burar. Eftersom de inte har något immunförsvar plockar dessa lätt upp sjukdomar och vid analys erhålls en bild av hur sjukdomsförekomsten i vattendraget ser ut.

Det saknas idag riktlinjer för hur vandring och smittspridning ska hanteras ”fria vandringsvägar 2008:16 Vattenmyndigheten” Vad händer om smitta uppstår? Vem är ansvarig? Vad händer om odlingarna inte kan leverera tillräckligt med fisk för att uppfylla utsättningskraven? Vi ser dessa som viktiga frågor att arbeta vidare med.

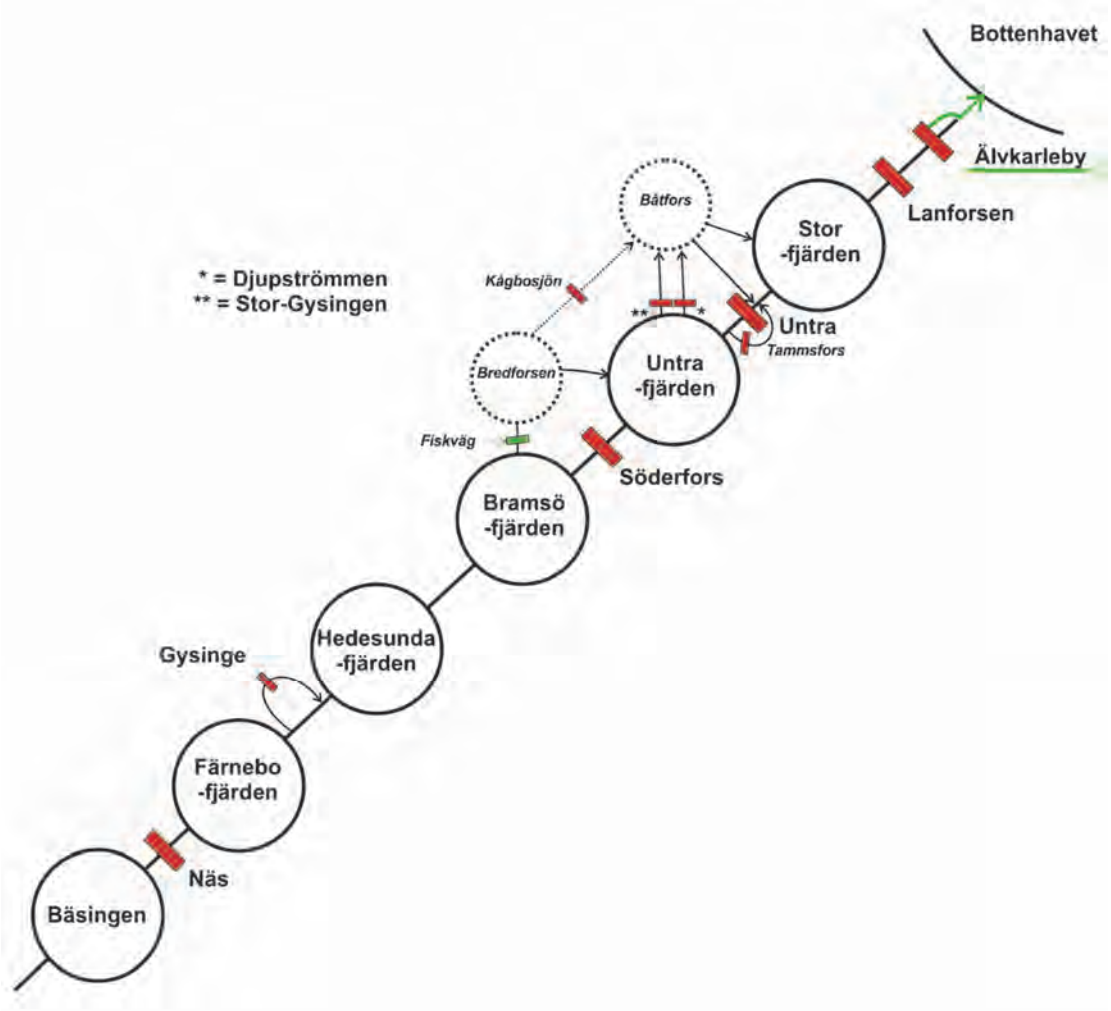
SVA har i sitt yttrande (Axén, 2016) dock bedömt att det inte finns några allvarliga smittskyddsaspekter med att öppna upp nedre Dalälven för fiskvandring.

4.6. Prioritering av åtgärder i nedre Dalälven

Vi föreslår att arbetet med att återetablera havsvandrande fiskbestånd i Dalälven bedrivs stegvis och behovsanpassat. Det innebär att vissa åtgärder inte implementeras förrän det finns ett belagt behov av dem enligt den s k ”trestegsraketen” för nedströmspassage (Calles & Emanuelsson, 2017). I samtliga fall förordas ”trap and transport” av fisk direkt till lekområdena innan eventuella fiskpassagelösningar är i drift, vilket även kan vara aktuellt under en längre period för att öka möjligheterna för en snabb populationstillväxt. Detta kan kombineras med andra åtgärder som rom- och yngelutsättningar.

4.6.1. Åtgärdspaket 1 - Älvkarleby

Ett första steg för att gynna de havsvandrande fiskpopulationerna i Dalälven är att restaurera strömmande habitat i huvudfåran nedströms Älvkarleby kraftverk och i Kungsådran (Figur 7). För att optimera tillgången på högkvalitativt habitat innebär detta även att en ekologiskt anpassad flödsregim upprättas för Kungsådran.



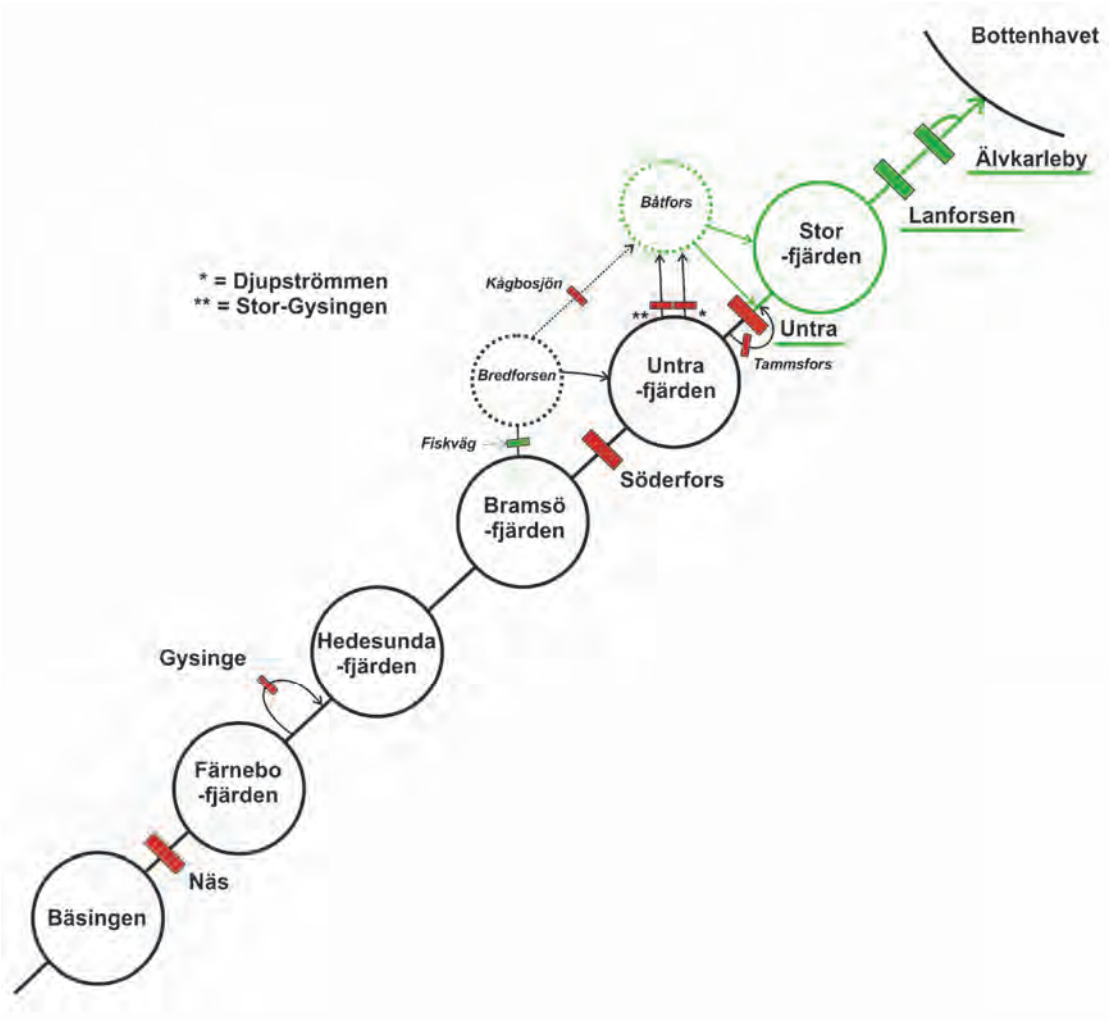
Figur 7. Illustration av åtgärdspaket 1, vilket innebär habitatrestaurering och en ekologiskt anpassad flödesregim mellan Älvkarleby kraftverk, inklusive Kungsådran, och havet.

Om åtgärder genomförs vid Älvkarleby är prediktionen att cirka 1 700 lekvandrande laxhonor vandrar upp för lek per år, vilket motsvarar ett årligt lekbestånd om cirka 3 800 laxar (Hagelin, 2017a). Det är dock ytterst oklart om det är möjligt att uppnå dessa arealer

under rådande förhållanden, varför det är svårt att prediktera om genomförandet av endast åtgärdspaket 1 skulle vara tillräckligt för att återskapa ett långsiktigt hållbart laxbestånd. Åtgärder vid Älvkarleby skulle dock utgöra ett viktigt första steg i processen och dessutom vara förhållandevis enkelt och snabbt att genomföra.

4.6.2. Åtgärdspaket 2 - Båtfors

Det andra åtgärdspaketet innefattar fria vandringsvägar mellan havet och Båtforsområdet. Det innebär att passageåtgärder krävs för främst Älvkarleby och Lanforsen (Figur 8).

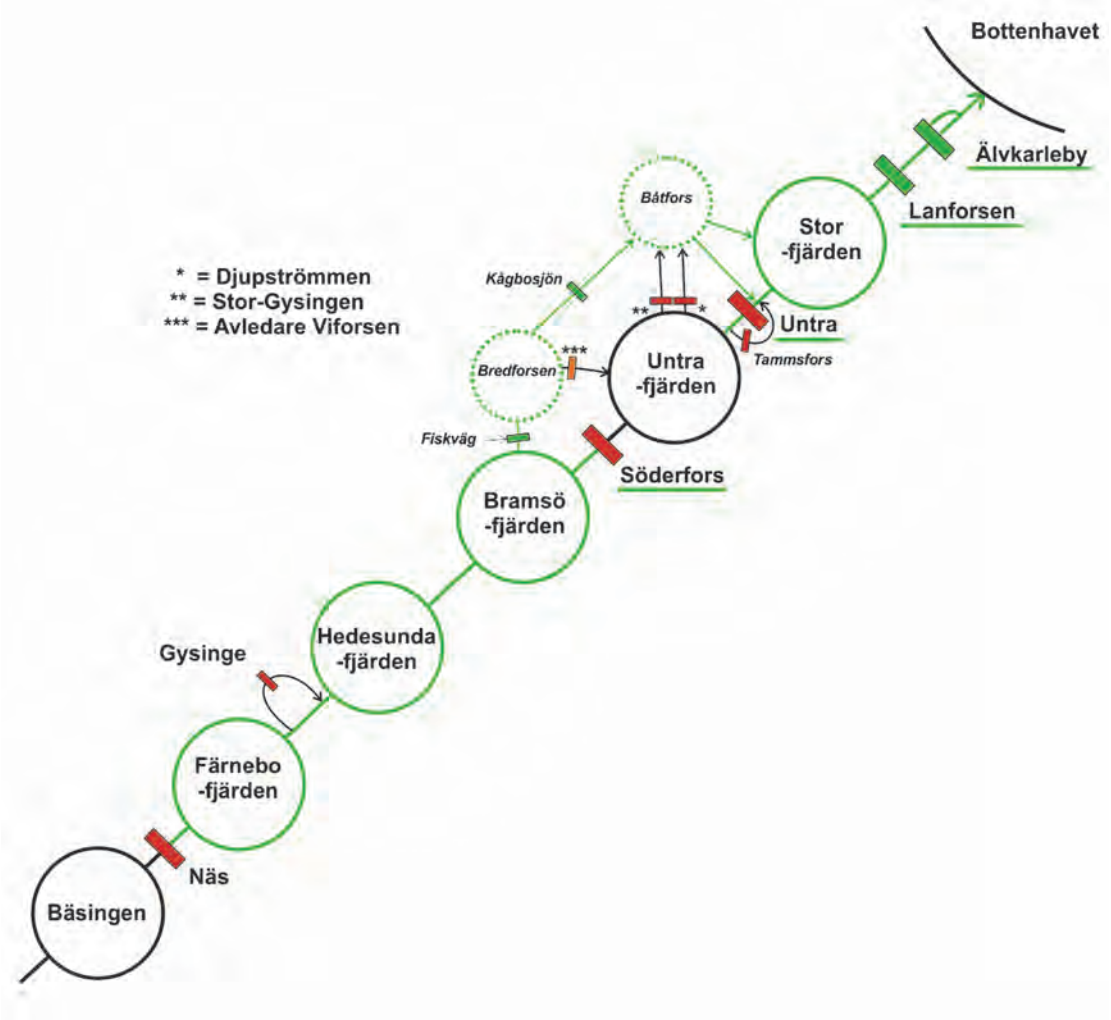


Figur 8. Illustration av åtgärdspaket 2, vilket innebär fria vandringsvägar samt ökad mintappning vid kraftverken mellan Båtfors och havet.

Vid Älvkarleby kraftverk har man då redan implementerat en ökad mintappning i Kungsådran och restaurerat habitat i Kungsådran och i huvudfåran nedströms kraftverket. Vid Lanforsen implementeras fiskpassager vid kraftverket, samt fiskpassage och mintappning i Tensmyragrenen. Vid Untra kraftverk implementeras en ökad minimitappning i Båtfors samt en fiskpassage mellan Båtfors och Untras turbinutlopp. Om åtgärder genomförs enligt åtgärdspaket 2 är prediktionen att cirka 4 800 lekvandrande laxhonor vandrar upp för lek per år, vilket motsvarar ett årligt lekbestånd om nästan 11 000 laxar och sannolikt har goda förutsättningar för att skapa ett långsiktigt hållbart laxbestånd.

4.6.3. Åtgärdspaket 3 - Bredforsen

Det tredje åtgärdspaketet innefattar fria vandringsvägar mellan havet och Bredforsenområdet (Kågbogrenen, Figur 9). Åtgärdspaket 3 innebär, utöver redan implementerade åtgärder nedströms, att det tillkommer fiskpassager i Klittertyllarna, mintappning i Bredforsen samt en avledare nedströms Viforsen. Eftersom det redan finns en fiskväg vid Bredforsdammen innebär detta åtgärdspaket att fisk kan vandra mellan havet och Näs kraftverk.



Figur 9. Illustration av åtgärdspaket 3, vilket innebär fria vandringsvägar samt ökad mintappning vid kraftverken mellan Bredforsen och havet. Eftersom det redan finns en fiskväg vid Bredforsens damm innebär detta i realiteten att fria vandringsvägar i någon form etableras inom hela projektområdet i nedre Dalälven.

Om åtgärder genomförs enligt åtgärdspaket 3 är prediktionen att cirka 5800 lekvandrande laxhonor vandrar upp för lek per år, vilket motsvarar ett årligt lekbestånd om nästan 13 000 laxar och sannolikt har goda förutsättningar för att skapa ett långsiktigt hållbart laxbestånd.

5. Diskussion

Många av nedre Dalälvens fiskbestånd är kraftigt decimerade på grund av påverkan från vattenkraft och andra mänskliga aktiviteter. Det finns dock möjlighet att få tillbaka naturligt reproducerande bestånd, eftersom potentialen att återskapa habitat för lek och uppväxt bedöms som ovanligt goda för ett utbyggt stort vattendrag (Hagelin & Bruks, 2017; Larsson & Sparrevik, 2009; Sparrevik *et al.*, 2011a, b). Projektet ”LIV laxfisk i nedre Dalälven” har förbättrat kunskapsläget och genom populationsmodellering funnit att omfattande åtgärder i nedre Dalälven skulle kunna generera en årlig uppvandring av lekvandrande lax motsvarande 10-15 000 individer. Detta trots att man vid denna modellering har räknat på ett ”worst-case scenario” där både smolt och kelt passerar genom kraftverkens turbiner vid nedströmspassage. Båtfors är det område som har störst produktionspotential och flödet där har störst betydelse för den totala predikterade laxproduktionen. Hur lång tid det kan tänkas ta att återfå stabila populationer av havsvandrande fisk beror på hur många individer man har att utgå ifrån och vilka åtgärder som sätts in. I nedre Dalälven, som har kompensationsodling är dock antalet individer inte begränsat varför återintroduktionen kan gå relativs snabbt om effektiva åtgärder sätts in. Om detta ska bli verklighet krävs dock en omfattande omprioritering av vattenkraftsproduktionen i området, eftersom såväl nya flödesregimer som ovan beskriva åtgärdsförslag kommer medföra kostnader både i form av produktionsförluster och anläggningskostnader. Det återstår således att utreda om åtgärdsförslagens påverkan på kraftproduktionen i Dalälven är motiverade ur ett nationellt perspektiv, i synnerhet eftersom Dalälvens bidrag till reglerkraften inte kan förbises (Hedström-Ringvall *et al.*, 2017).

För att ett återetableringsprojekt ska ha förutsättningar att lyckas krävs rätt åtgärder på rätt plats, dvs. både högkvalitativa habitat och effektiva passager vid kraftverken. Man har således formgivit passageåtgärder med hög sannolikhet för god funktion även om detta innebär en omfattande produktionspåverkan (Calles & Emanuelsson, 2017). Samtidigt förordas en s.k. ”trestegsraket” vad gäller åtgärder för förbättrad nedströmspassage, där man utgår från förhållandevis enkla åtgärder som endast förbättras om det finns belägg för ett behov. Populationsmodellerna har därför utgått från den predikterade överlevnaden vid turbinpassage för smolt och kelt. Man bör även vara medveten om att andra faktorer än habitattillgång och passageförhållanden kan komma att utgöra flaskhalsar för populationerna och att populationsmodellen således illustrerar en grov uppskattning av åtgärdernas effekt under de förhållanden som angivits i modellen.

I nedre Dalälven finns ett antal forssträckor med stor potential för reproduktion av laxfiskar. De flesta är dock på ett eller annat sätt påverkade av människan och i behov av åtgärder. Generellt kan vi se att de flesta ytor saknar lekgrus, eftersom det lekgrus som tidigare funnits har täckts av finare material eller spolats bort. De flesta sträckor i huvudfåran är också flottledsrensade och behöver återställas för att utgöra fungerande habitat för lek och uppväxt. Det är åtgärder som relativt lätt kan utföras och som gynnar såväl stationära som havsvandrande bestånd. Båtforsområdet är inte lika påverkat av rensning som huvudfåran eftersom man inte flottat timmer genom området. Trots detta saknas lekgrusfraktioner i Båtfors. Redan i början av 1900-talet beskrivs Båtfors som grovblockigt och att det saknades mindre grusfraktioner samtidigt som det, några decennier

senare, också omnämndes som det enskilt viktigaste reproduktionsområdet för laxfiskar (Nordqvist, 1911; Puke, 1952). Dessa två uppgifter tycks stå i konflikt med varandra, men det är svårt att veta säkert hur det förhöll sig. Området har dock goda möjligheter att fungera som habitat för reproduktion och uppväxt förutsatt att det släpps mer vatten i området och att habitat för reproduktion och uppväxt skapas.

För att skynda på förloppet med att återetablera självreproducerande bestånd av diadroma fiskarter i nedre Dalälven kan fångst och transport av fisk från Älvkarleby till längre uppströms belägna habitat vara ett alternativ, eventuellt i kombination med andra åtgärder som rom- och yngelutsättningar. Detta kan även vara ett kostnadseffektivt sätt att undersöka habitatens produktionsförmåga och därmed identifiera flaskhalsar för överlevnad och vid behov ytterligare förbättra habitatens morfologi och vattenföring. Denna strategi bör dock endast användas under populationernas uppbyggnadsfas och kan inte på sikt ersätta fungerande fiskpassager för att skapa fria vandringsvägar i Dalälven.

Ett första steg i arbetet med att förbättra förhållandena för havsvandrande fisk i nedre Dalälven, för att på sikt återskapa naturreproducerande bestånd, är att optimera förhållandena nedströms det första vandringshindret i Älvkarleby. Detta åstadkommes lämpligen genom att åtgärda både huvudfåran och Kungsådran. Fördelen med dessa åtgärder är att de inte är beroende av implementeringen av fiskpassager, vilket både innebär möjligheter för ett snabbt genomförande och en hög sannolikhet för att åtgärderna har avsedd effekt. Det är dock oklart om återskapandet av högkvalitativa habitat i huvudfåran är förenlig med den elproduktion som sker idag, vilket måste utredas vidare. Återskapade habitat vid Älvkarleby borde således ha högsta prioritet vid det framtida åtgärdsarbetet eftersom detta inte är beroende av kostsamma passageåtgärder och eftersom populationsmodellen predikterar en årlig lekvandring av nästan 4 000 laxar till området nedströms Älvkarleby.

Älvkarleby kraftverk är det kraftverk i nedre Dalälven som all havsvandrande fisk först når vid uppströmsvandring. En ökad mintappning i Kungsådran syftar både till att optimera habitat och -effektiv passage. I brist på kunskap om vilket flöde som realiserar båda dessa två mål har man försökt identifiera Kungsådrans naturliga relativa flöde, vilket resulterat i ett föreslaget flöde om cirka 7 % av totalflödet. Det kan inte nog understrykas vikten av fortsatta utredningar av sambandet flöde och habitattillgång för Kungsådran, men samtidigt bör man vara medveten om att det generellt krävs högre attraktionsflöden för en fiskväg i en sidofåra (Arnekleiv & Kraabøl, 1996; Calles & Greenberg, 2009), än det relativa flöde 1-5 % som ofta rekommenderas för fiskvägar i stora älvar (Laine *et al.*, 2002; Larinier, 2002a). Ett alternativ till en hög minimitappning i Kungsådran skulle kunna vara att placera fiskvägar både vid Kungsådredammen och vid Älvkarleby kraftverk (Larinier, 2002b), men det har inte utretts vidare till följd av platsbrist vid turbinutloppet. Generellt bör kraftverk alltid förses med både minst en uppströms- och en nedströmspassage (Calles & Greenberg, 2009), om inte den predikterade överlevnaden vid nedströmspassage bedöms som hög även i avsaknad av åtgärd. Vid Älvkarleby är den predikterade överlevnaden vid turbinpassage förhållandevis låg, i synnerhet för nedströmsvandrande kelt, och dessutom saknas ett strategiskt placerat ytligt utskov i anslutning till turbinintaget. Därför finns ett behov av att leda nedströmsvandrande fisk vid sidan av kraftverkets turbiner, där ett lämpligt första steg är en pilotstudie på avledning med nät (Karlsson & Sundquist, 2017).

Eftersom strömmande habitat i stort sett saknas mellan kraftverken i Älvkarleby och Lanforsen, är högsta prioritet vid Lansforsen en snabb och effektiv passage. I första hand bör en fiskväg anläggas vid kraftverket, men eftersom spill i naturfåran är vanligt förekommande under de diadroma arternas uppvandringsperiod rekommenderas även en sekundär fiskväg vid dammen i Tensmyragrenen. Det exakta flöde som behövs för god attraktion till den sekundära fiskvägen kan fastställas efter vidare undersökningar, men lämpligen överdimensioneras denna fiskväg så att ett högt flöde kan tappas i den vid behov och när spillvatten finns att tillgå. Vid Lanforsen finns förberett för ett isutskov i direkt anslutning till turbinintaget, vars placering lämpar sig väl för en nedströmspassage vars exakta utformning arbetas fram enligt den ”trestegsprincip” som beskrivs i Calles & Emanuelsson (2017).

Båtforsområdet har potential att utgöra det största sammanhängande strömmande habitatet i nedre Dalälven, och är därmed det enskilt viktigaste området för diadroma arter. Därför har ett helhetsgrepp tagits för åtgärder vid kraftverken Untra, Storgysingen och Söderfors. Detta resonemang vilar således på att tillräckligt med vatten släpps via Bredforsen, Klittertyllarna och Båtfors för att skapa goda förhållanden. Ett högt flöde i Båtfors kan även göra att den föreslagna fiskvägen mellan Båtfors och Untras utlopp inte är nödvändig, men det kan inte fastställas innan en flödesregim är bestämd. Dessutom kan det finnas ett behov av denna fiskväg för potamodroma (långvandrande i sötvatten) fiskarter som asp. Att öppna upp Klittertyllarna ger ett tillskott på strömmande habitat i själva tyllarna samt området nedströms och ger dessutom fisken direkt tillgång till Bredforsenområdet. Väl i Bredforsen har fisk även möjlighet att passera upp i Bramsöfjärden. Om naturreproducerande bestånd etableras uppströms Söderfors kraftverk, innebär det även att åtgärder för nedströmspassage skulle behöva implementeras vid både Söderfors och Untra kraftverk eller att fisken får passera genom turbinerna i Söderfors kraftverk följt av Untrafjärden och Untra kraftverk. Om man lyckas anlägga en effektiv avledare nedströms Viforsen och Kågbosjöns inlopp, och därmed styra bort fisken från Untrafjärden, behövs inga ytterligare nedströmspassager i området. Dessutom behövs då inga ytterligare uppströmspassager vid Gysinge, Söderfors, Storgysingen eller Untra (till Untrafjärden). Eftersom endast en liten andel av flödet passerar via Gysinge kraftverk får en uppströmspassage där anses vara obefogad och en nedströmspassage förhållandevis lågt prioriterad. Ett förslag som utretts har varit om det vore möjligt att öka flödet genom Båtfors genom att kraftigt öka slukförmågan vid Storgysingen och därmed reducera produktionspåverkan vid Untra (Melin, 2015, Sweco 2016). Det skulle kunna utgöra ett alternativ till vårt förslag med fiskpassage via Klittertyllarna, men det skulle även innebära helt nya förutsättningar för passage vidare upp i älven och har därför inte behandlats vidare. Skulle åtgärdsförslaget visa sig vara intressant att utreda vidare, kommer det även innebära en ny utredning av fiskpassagelösningar vid Untra och Söderfors kraftverk eller att fria vandringsvägar skapas till Båtfors men inte längre.

Det kommer att krävas ett omfattande åtgärdsprogram för att uppnå målet med att återskapa förutsättningar för naturreproducerande populationer av diadroma fiskarter i nedre Dalälven. Det återstår arbete med att detaljprojektera utformningen av såväl passageåtgärder som mintappningar vid kraftverken i området, men resultaten från projektet ”LIV- Laxfisk i nedre Dalälven” utgör ett viktigt första steg mot detta mål.

5.1. Fisksamhället i nedre Dalälven

Elfiskesäsongen under 2017 var extremt torr och det gick ovanligt lite vatten i älven. Detta gjorde att elfiskebåten inte kom åt grundare strömpartier där uppväxande öring och harr ofta befinner sig. För en mer komplett bild av fisksamhället bör metoden därför i framtiden kompletteras med andra provfiskemetoder. Gemensamt för samtliga områden i nedre Dalälven är en hög förekomst av sjöarter i dagens kvarvarande strömhabitat. Anledningen till detta är förmodligen att forssträckorna är relativt korta vilket gör att även sjölevande arter orkar ta sig upp i forsen. En annan anledning är förmodligen vattenregleringen som växlar i flöde på kort tid och gör det möjligt för svagsimmande arter att nyttja forsytorna, i synnerhet under perioder med lågflöden.

Av de öringar som fångades under vadelfisket kunde det inte påvisas några genetiska skillnader mellan älvegen öring från Älvkarleby respektive lokalerna i Gysinge, medan individerna från Untra uppvisade vissa avvikelser och kan därmed ha inblandning av annat ursprung. Dessa öringar påträffades dock i en gammal timmerränna som är mer eller mindre isolerad från omgivande vatten.

5.2. Reglering

I nedre Dalälven finns fortfarande strömsträckor kvar i huvudfåran, vilket är ovanligt för stora utbyggda älvar. På dessa strömsträckor kan dock flödet variera mycket till följd av regleringen och på vissa platser sker även korttidsreglering. I Sverige är ju elbehovet normalt störst under vintern, vilket innebär att man då använder det vatten som sparats i vattenkraftmagasin under vår och sommar. Det resulterar i onaturligt höga vinterflöden och dessutom blir vårfloden avsevärt mindre än i en outbyggd älv. Vårfloden fyller viktiga ekologiska funktioner i ett naturligt vattendrag, t.ex. att rensa bottnar från finsediment, översvämma svämplan, syresätta vattnet och ombesörja transport av material och näringsämnen. Med de fördämningar som gjorts i samband med kraftverken har de flesta svämplanen försvunnit, dvs ytan blir inte högre på våren än på övriga tider av året om de inte finns en forsnacke kvar som genomströmmas av huvudflödet.

Den mest extrema formen av reglering är så kallad nolltappning, då man under vissa tidsperioder helt stoppar upp flödet i älven. Det kan få till konsekvens att vissa strandområden torrläggs och forsande partier tillfälligt försvinner, Resultatet kan bli att flora och fauna slås ut och att strömlevande fiskar som lax, harr, öring och sik får problem att undvika predation från sjölevande rovfiskar som gädda och gös.

Eftersom elbehovet inte bara varierar över året utan även mellan dagar och över dygnet, behöver man reglera produktionen på kort tid. Sådan korttidsreglering innebär att flödet ökar eller minskar markant enstaka timmar beroende på elbehovet. I samband med en forsnacke eller annan bestämmande sektion i älven kommer flödesvariationen orsaka nivåvariationer som kan innebära stor negativ effekt på vattendragen och organismerna i dem. Nätspinnande insekter som t.ex. nattsländor hinner inte göra nya nät innan förhållandena åter ändras och många vattenlevande organismer spolas helt sonika bort. Detta gör att mikrofaunan som helhet utarmas vilket för fisken betyder mindre mat. Även växter har svårt att klara dessa fluktuationer och på många ställen utgörs bottnarna av ett homogent substrat som saknar växtlighet. Även fisken påverkas negativt av en hög

störningsfrekvens och i extrema fall kan fisk stranda (torrläggas) när flödet plötsligt minskar och framförallt grunda partier bli helt torrlagda.

Man har inom projektet Hållbar Vattenkraft i Dalälven studerat och kartlagt nuvarande och framtida behov av på korttidsreglering och sätt att minimera de negativa effekterna av den. För mer info om detta se Länsstyrelsen Dalarna (2018).

5.3. Slutsatser och framtidsutsikter

LIV-projektet har bidragit till att ta det första steget mot att återetablera livskraftiga bestånd av havsvandrande fiskarter i nedre Dalälven. Studierna visar att effektiva åtgärder för fiskpassage och habitatrestaureringar skulle kunna åstadkomma livskraftiga populationer, men att det krävs omfattande insatser från berörda företag, myndigheter och organisationer för att detta ska realiseras. Det finns goda exempel på hur sådana samverkansprojekt rönt stor framgång genom ett samarbete där åtgärdsarbetet bedrivits stegvis och behovsanpassat (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Den största utmaningen är sannolikt att kombinera återinförandet av livskraftiga självreproducerande havsvandrande fiskpopulationer med en bibehållen vattenkraftsproduktion. För att projektet ska uppnå de högt uppsatta målen krävs att vatten tas från produktionen för att öka flödet på de sträckor som i dag periodvis är torrlagda. Om de åtgärdsförslag som rekommenderas här genomförs, kommer störst produktionspåverkan ske vid kraftverken Söderfors och Untra till följd av den ökade minmitappningen till Bredforsen och Båtfors. Vad gäller anläggningskostnader blir dessa högst vid Lanforsen, eftersom förslaget inkluderar två fiskvägar och ett minikraftverk. Sammantaget blir dock den förväntade miljönyttan i förhållande till kostnaderna relativt hög jämfört med andra åtgärdsutredningar för stora reglerade älvar, t.ex. Göta älv (Emanuelsson *et al.*, 2017). Det har dock inte genomförts någon regelrätt kostnads-nyttoanalys (*Eng.* Cost-Benefit analys, CBA) för föreslagna åtgärder i nedre Dalälven.

En CBA beräknar samhällsnyttan med ett projekt och är en viktig komponent i avvägningar när det gäller kostsamma vattenkraftrelaterade miljöåtgärder. En CBA ger möjlighet att utvärdera den ekonomiska rimligheten i olika miljöåtgärder, där nyttor av miljöåtgärder och kostnader i form av t.ex. minskad energiproduktion vägs samman. Det ger ett viktigt underlag för att kunna prioritera mellan olika miljöåtgärder. LIV-projektet har studerat vad ett antal åtgärder, som t.ex. fiskvägar, ökade flöden för fisken och biotopåtgärder kan åstadkomma i form av antal återvändande lekfiskar, men dessa vinster har inte vägts mot kostnaderna i form av en CBA. En omfattande CBA kräver en arbetsinsats som inte rymdes inom projekttid och budget.

Åtgärdsarbetet i nedre Dalälven bör kombineras med en älvbaserad laxförvaltning, som är en förutsättning för en framgångsrik och långsiktig förvaltning av bestånden. Den kunskap som genererats från LIV-projektet utgör en grund för nästa fas som bör genomföras som ett samverkansprojekt med gemensamt uppsatta mål och en långsiktig strategi och tillhörande långsiktiga överenskommelser. I detta arbete bör även ingå att initiera fångstrapportering från sportfisket för att möjliggöra en adaptiv förvaltning, men även för att komplettera den kunskap som erhålls från övrigt uppföljningsarbete.

Nedre Dalälven är ett område av ”Riksintresse för friluftslivet” och inom området är ett stort antal turistfiskeentreprenörer verksamma. Det finns också ett antal aktiva fiskevårdsområden, NGO´s och markägare med stort intresse i en framtida laxresurs. I området verkar dessutom NeDa, Nedre Dalälvens intresseorganisation, som har goda kontakter i området och kan fungera som ett nav i en framtida samförvaltning som länsstyrelserna i Uppsala och Gävleborg skulle ansvara för. Nämnda organisationer har dessutom varit delaktiga i LIV-projektets referensgrupp tillsammans med förvaltande myndigheter, kraftbolag, kommuner och andra berörda aktörer. Vi anser att denna referensgrupp utgör en god grund för vidare arbete med åtgärder och älvbaserad laxförvaltning. För att ett sådant projekt ska nå framgång kommer ett brett engagemang och gemensamt arbete från lokala och regionala intressenter att krävas, där berörda fiskevårdsområdesföreningar och övriga fiskerättsinnehavare har en särställning och behöver på bred front engagera sig i förvaltningen av sina vatten. En effektiv uppföljning av kommande åtgärder och effekter på fiskbestånden, kombinerat med en god, adaptiv förvaltning av fiskresursen kommer ge ett ”lyft” åt Nedre Dalälvsområdet. Föreslagna åtgärder kommer att medverka till en ännu attraktivare livsmiljö för de boende i området och fler arbetstillfällen inom besöksnäringen.

6. Tack

Alla som varit delaktiga i LIV-projektets arbete! Några extra varma tack till Erik Degerman och Johan Leander, SLU. Göran “Jösse” Johansson. Jörgen Rask, Peter Åkerström och Ann-Britt Florin, Centralfisket, SLU. Joachim Eriksson, Västanå fiskodling, Vattenfall. Rolf Lundén. Kalle Hedin. Pär Dahlgren, Hans Ekman, Mathias Forsmark, Mikael Jangenby, Marcus Lindgren och Ingvar Westman Länsstyrelsen Gävleborg. Eva Bergman och Daniel Nyqvist, Karlstads Universitet.

Ett stort tack även till styrgruppen, Birgitta Adell och Marco Blixt, Fortum. Erik Sparrvik, Vattenfall. Daniel Brelin, Länsstyrelsen Uppsala och Karl Gullberg, Länsstyrelsen Gävleborg för gott och givande samarbete.

7. Referenser

Arnekleiv JV och Kraabøl 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 & Management*. **12**: 39-49.

ArtDatabanken. 2015. Rödlistade arter i Sverige 2015. Artdatabanken SLU, Uppsala, 211sidor.

Axén C. 2016. Utlåtande avseende fiskvandring i nedre Dalälven. *Yttrande från Statens Veterinärmedecinska Anstalt*. Dnr 2015/1149. 2 sidor.

Bruks A. 2016. Biologisk återställning av två provytor i Dalälven, Sevedskvarn respektive Gysinge. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 7 sidor.

Calles O, Emanuelsson A. 2017. Förslag till fiskpassagelösningar i Nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 50 sidor.

Calles O och Greenberg L. 2009. Connectivity is a two-way street - the need for a holistic approach to fish passage problems in regulated rivers. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*. **25**: 1268-1286.

Calles O. och Christiansson J. 2012. Ålens möjlighet till passage av kraftverk - En kunskapssammanställning för vattendrag prioriterade i den svenska ålförvaltningsplanen samt exempel från litteraturen. *Elforsk rapport*. Stockholm. 12:37: 57 sidor.

Calles O, Christiansson J, Andersson J-O, Karlsson S, Wickström H och Östergren J. 2014. Tekniska lösningars tillämpbarhet för förbättrad nedströms passage för ål - Applicerat på Göta älv och Motala ström. *Elforsk rapport*, **14:35**: 83 sidor.

Dannewitz J. 2017. Genetisk variation hos öring i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg*, 10 sidor.

Degerman E. (redaktör). 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Fiskeriverket och Naturvårdsverket. 294 sidor.

Emanuelsson A, Christensen P, Mikaelsson F, Böjer M, Göransson F, Östberg J, Öhrfeldt U, Hemfrid-Schwartz Y, Noré P, Calles O. 2017. Fysiska avledare för uppsamling av blankål vid vattenkraftverk - Tekniska utmaningar och kostnadseffektiviseringar. *Energiforsk rapport,* **2017:458:** 62 sidor.

Hallgren P. 2017. Båtforsområdet i Dalälven - Biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 43 sidor.

Hagelin A. 2017a. Lekbeståndsmål och populationsmodellering. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 29 sidor.

Hagelin A. 2017b. Smoltstudier i Nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 16 sidor.

Hagelin A. 2017c. Transporterad lekfisk i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 16 sidor.

Hagelin A och Bruks A. 2017. Biotopkarteringar och åtgärdsplaner för strömsträckor i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 68 sidor.

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Fiskavledare vid stora vattenkraftverk - PM från studieresa till Kanada i juni 2016. *Havs- och vattenmyndighetens PM,* 42 sidor.

Hedström-Ringvall A, Kjörk C, Pettersson K, Engström M, Ljung P, Hjerdt N, Eriksson L, Sandberg P-E. 2017. Dalälvens vattenkraftssystem - Energiproduktion och reglerkraftnytta samt påverkan på vattenflöden och vattennivåer. *Länsstyrelsen i Dalarnas län*. **2017:03.** 186 sidor.

Jonsson, B., & Jonsson, N. 2011. Population enhancement and population restoration. *In* Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout (pp. 567-632). Springer Netherlands.

Karlsson P-G, Sundquist A-K. 2017. Studier av olika åtgärer för nedvandrande fisk i Dalälven, Älvkarleby. Vattenfall. 15 sidor + 14 bilagor.

Laine A, Jokivirta T, Katopodis C. 2002. Atlantic salmon, Salmo salar L., and sea trout, Salmo trutta L., passage in a regulated northern river - fishway efficiency, fish entrance and environmental factors. *Fisheries Management and Ecology*. **9**: 65-77.

Larinier M. 2002a. Fishways - General considerations. *Bulletin Francais De La Peche et De La Pisciculture*. **364**: 21-27.

Larinier M. 2002b. Location of fishways. *Bulletin Francais De La Peche et De La Pisciculture*. **364**: 39-53.

Larsson M och Sparrevik E. 2009. Återskapande av vandringsmöjligheter för havsvandrande fisk - ekologiska effekter och verksamhetspåverkan. *Vattenfall Power Consultant AB,* 85 sidor inklusive 9 bilagor.

Leonardsson K. 2012. Modellverktyg för beräkning av dödlighet för nedströmsvandrande ål vid vattenkraftverksanläggningar. *Krafttag ål,* **2012:36**. 44 sidor.

Lundvall D. 2016. Fiskar i Dalarna - Förekomst och utbredning. *Rapport Länsstyrelsen Dalarna,* **2016:03:** 270 sidor.

Lundqvist H., Leonardsson K., Williams J., Östergren J., Hellström G., Forssén Å. 2015. Problematiken kring flergångslekare av Lax, Öring och Steelhead i vildlaxförande stora flödesreglerade vattendrag. *Sveriges Lantbruksuniversitet - Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö*. Umeå. Rapport 1. 63 sidor.

Länsstyrelsen Dalarna. 2018. Dalälvens korttidsreglering – Miljöeffekter och potentiell effektutbyggnad. *Länsstyrelsen i Dalarnas län*. **2018:02**.

Melin D. 2015. Begäran om ytterligare utredning angående Fortums ansökan om att utföra dammsäkerhetshöjande åtgärder, förnyelse av kraftstation samt uppförande av biokanal vid Untra kraftverk i Dalälven, Uppsala län. *Länsstyrelsen Uppsala Län*. 3 sidor.

Norconsult. 2017. Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell. *Norconsult rapport,* 15 pages.

Nordquist O, Ekman T, Schmidt C. 1911. Dalälfven. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. Meddelande från Kungl. Lantbruksstyrelsen, **163**:71 sidor.

Näslund I, Degerman E, Calles O och Wickström H. 2013. Fiskvandring – arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. *Havs- och vattenmyndigheten*, **2013:11**. 41 sidor.

Puke C. 1952. Plan för bevarande av dalälvsbeståndet av lax. Fiskeriintendenten i Mellersta distriktet Lidingö. 15 sidor.

Sparrevik E, Brelin D och Hagelin A (2017). Ål, asp och sik i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 6 sidor.

Sparrevik E, Viklands H, Bergsten P. 2011a. Återskapande av reproduktions- och uppväxtområden för havsvandrande fisk i nedre Dalälven (Fortum). *Vattenfall Power Consultant AB,* 57 pages.

Sparrevik E, Viklands H, Bergsten P. 2011b. Återskapande av reproduktions- och uppväxtområden för havsvandrande fisk i nedre Dalälven (Vattenfall). *Vattenfall Power Consultant AB,* 53 pages.

Sweco, 2016. PM Kraftstation vid Storgysinge, dat. 2016-12-11, uppdragsnr. 5469708100.

Zetterlund S. 2017. Fisksamhället i nedre Dalälven - Inventering genom båtelfiske juni-oktober 2017. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 11 sidor.

Länsstyrelsens rapporter 2018

2018:1 Utterinventering 2014

2018:2 Vattenförvaltningsåtgärder för Gävleborgs länsstyrelse (VÅG) - Länsstyrelsen Gävleborgs genomförandeplan enligt Vattenmyndighetens åtgärdsprogram 2016–2021, åtgärd 5

2018:3 Vegetationsförändringar inom våtmarker med höga naturvärden 2008 - Kontroll i ortofoton och kartmaterial av en förändringsanalys baserad på satellitbilder.

2018:4 LIV - Laxfisk i nedre Dalälven

Länsstyrelsen Gävleborg
Rapportnummer: 2018:4
ISSN: 0284–5954

Förslag till fiskpassagelösningar i Nedre Dalälven

Olle Calles och Axel Emanuelsson

Länsstyrelsen
Gävleborg

Uppdraget

För vart och ett av de kraftverk som finns i nedre Dalälvens huvudfåra, Älvkarleby, Lanforsen, Söderfors, Untra och Gysinge ska planer och förprojekteringar angående fiskvägar utföras.

Höjddata införskaffas för respektive anläggning och de befintliga förhållandena utreds. Platsbesök görs vid varje anläggning där enklare inmätning sker samt fotografering sker med hjälp av drönare. Förslag på fiskvandringsåtgärd tas fram för varje anläggning vilka illustreras med översiktliga ritningar. Översiktliga beräkningar görs med avseende på hydraulik, hållfasthet samt för de olika förslagens bedömda påverkan på kraftproduktionen. Uppdraget syftar till att förprojektera fiskvandringsåtgärder som är genomförbara och realistiska och som kan utredas och projekteras vidare.

I avtalet mellan Länsstyrelsen Gävleborg (projektägaren) och Karlstads universitet, specificeras uppdraget enligt:

> *De beviljade medlen avses till arbetstimmar och reseersättning för Olle Calles, men kan vid behov allokeras till att anlita teknisk expertis för framtagande av principskisser och bedömningar av tekniska möjligheter och begränsningar för de föreslagna åtgärderna. Anlitas konsulter, ska det stämmas av med, och godkännas av, uppdragsgivaren i form av Karl Gullberg och Anna Hagelin.*

Vattenfall har under projekttiden bedrivit en utredning av behovet av och möjligheterna för förbättrad nedströmspassage för laxfisk vid Älvkarleby kraftverk. I avvaktan på denna utrednings slutförande har åtgärder för förbättrad nedströmspassage vid Älvkarleby kraftverk nedprioriterats. Slutligen har utredningen (Karlsson & Sundquist, 2017) studerats och åtgärdsförslagen värderats och inkluderats i innevarande rapport.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Vandrande fiskarter i Dalälven 6

2 Kraftverkens påverkan på vandrande fiskarter 11

3 Åtgärder för fiskpassage 12

4 VATTENKRAFTVERK I NEDRE DALÄLVEN 14

4.1 Älvkarleby kraftverk (1) Vattenfall – 9 rkm ... 16

4.1.1 Åtgärdsförslag ... 19

4.2 Lanforsens kraftverk (2) - Fortum – 14 rkm ... 24

4.2.1 Åtgärdsförslag ... 25

4.3 Untra kraftverk (3) - Fortum – 28 rkm ... 31

4.3.1 Åtgärdsförslag ... 34

4.4 Söderfors kraftverk (4)- Vattenfall - 37 rkm ... 40

4.4.1 Åtgärdsförslag ... 44

4.5 Gysinge kraftverk (5)- Vattenfall – 61 rkm (sidofåra) ... 45

4.5.1 Åtgärdsförslag ... 46

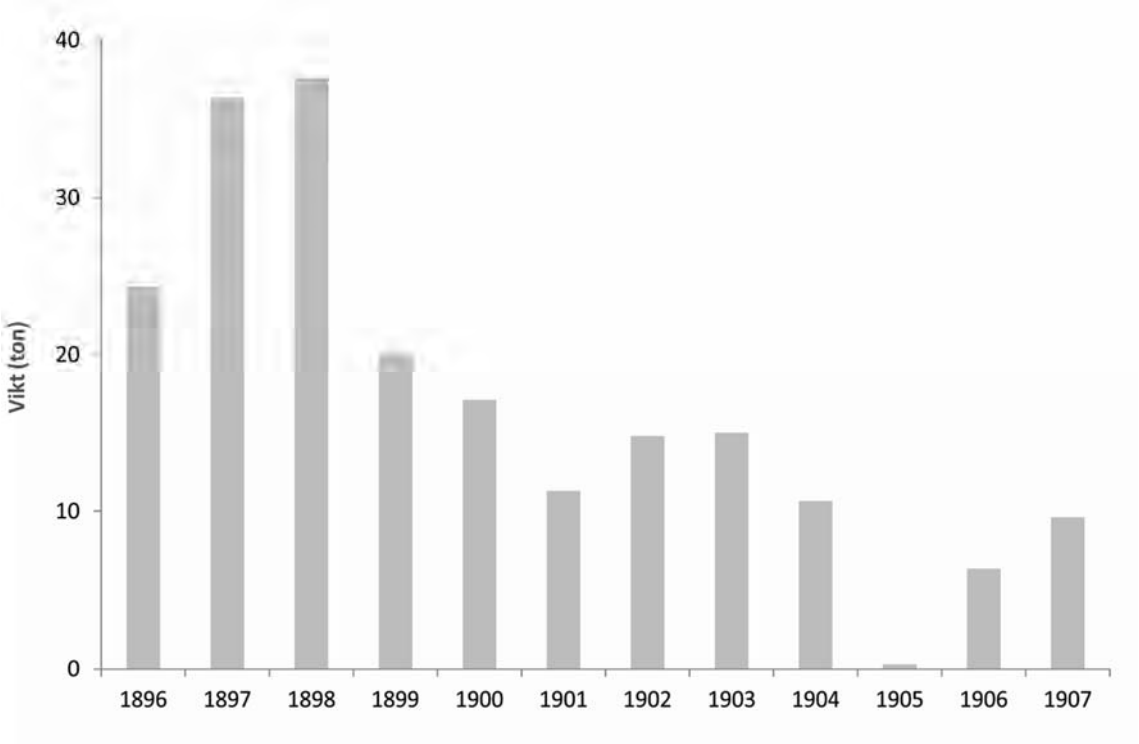
4.6 Åtgärdskostnader ... 46

5 Diskussion och slutsatser 47

6 Referenser 49

1 VANDRANDE FISKARTER I DALÄLVEN

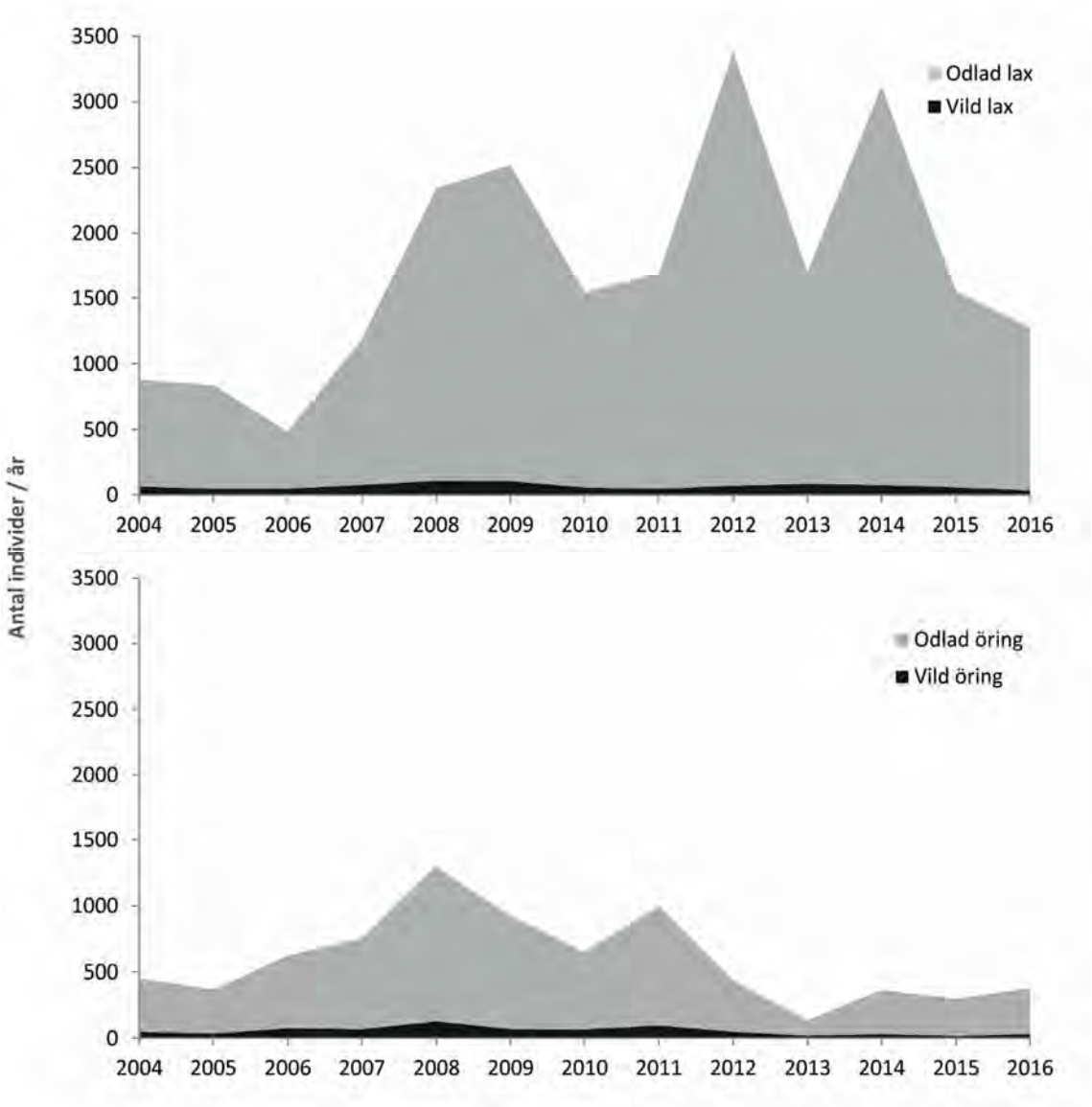
I likhet med de flesta stora älvar i Sverige finns historiska uppgifter från Dalälven om stora populationer av vandrande fiskarter som haft avgörande betydelse för närliggande samhällens försörjning (Hedin, 2008). Laxen var sannolikt den ekonomiskt viktigaste fiskarten, men även fisket efter havsöring, ål, flodnejonöga och sik finns beskrivna. Under sent 1800-tal fångades mer än 35 ton lax årligen fångades vid Älvkarlebyfallen, vilket följdes av kraftigt minskad fångst efterföljande år, vilket då tolkades som de första tecknen på minskande populationer (**Figur *1***; (Nordquist *et al.*, 1911).



Figur 1. Statistiska uppgifter om laxfisket nedanför och närmast ovanför Älvkarlebyfallen 1896-1907. Data från Nordquist et al. (1911).

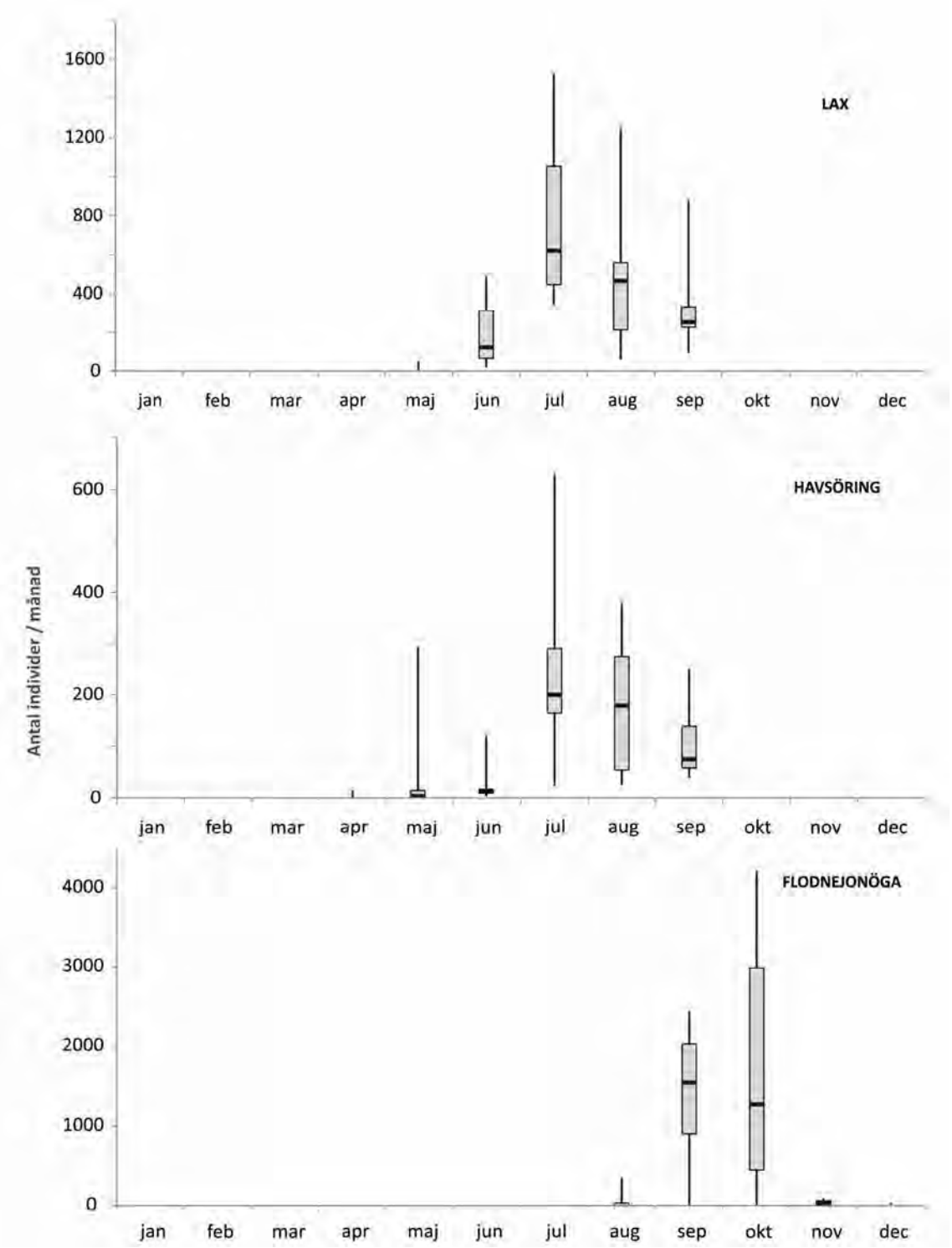
I dag finns endast spillror kvar av de vilda bestånden av diadroma fiskarter i Daläven och av de cirka 1000-4000 lekvandrande laxfiskar som fångas i centralfisket per år, är 2-10 % av laxen och 6-14 % av öringen resultatet av naturlig reproduktion, sannolikt i Kungsådran i Älvkarleby, medan övriga individer är av odlat ursprung (**Figur 2**).

Fångsterna av uppströmsvandrande lax, öring och flodnejonöga i Älvkarleby visar att fiskvandringen inleds i april och pågår i varierande omfattning året ut (**Figur 3**). De mest intensiva vandringsperioderna inträffar vanligen i juli för lax, juli-augusti för havsöring och september-oktober för flodnejonöga. Det är dock oklart exakt vilka perioder som fiskats och således även i vilken utsträckning man har kunskap om vandringens intensitet utanför de fiskade perioderna. Historiska uppgifter nämner bl a att ”Laxen uppgafs stiga vid Gysinge efter midsommar såväl i hufvudgrenen vid bruket som också i den väster om Mattön belägna grenen” (Nordquist *et al.*, 1911), vilket indikerar att laxen historiskt sett sannolikt passerat Älvkarleby tidigare än juli.

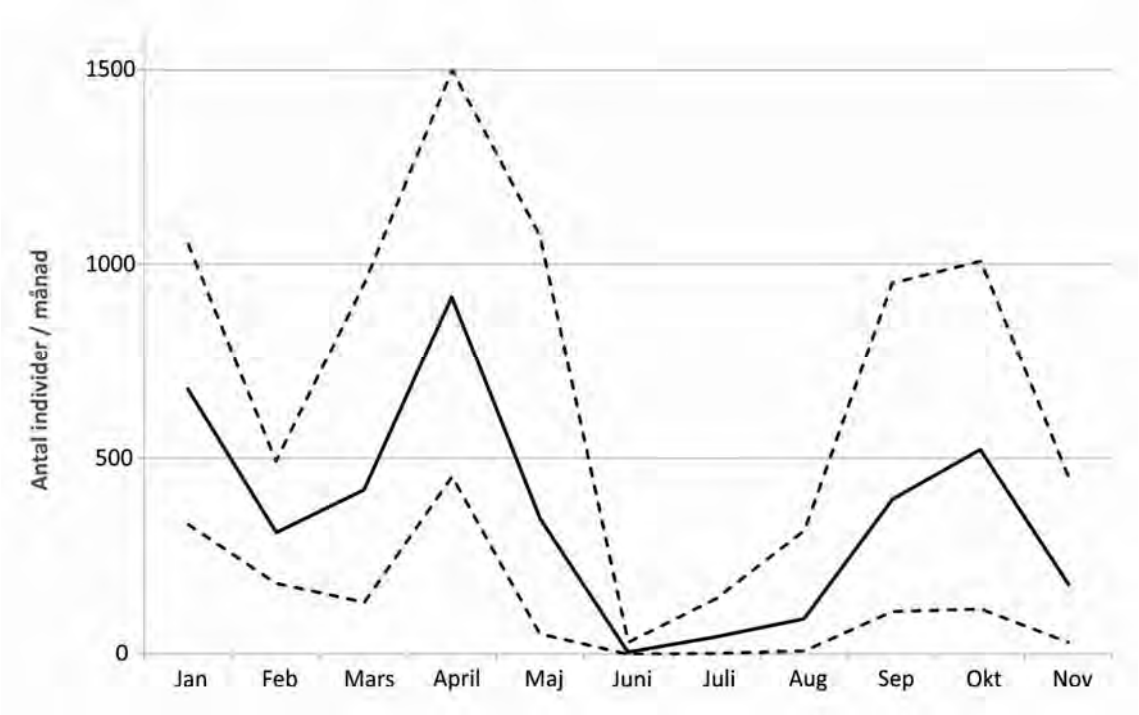


Figur 2. Årlig totalfångst av vild och odlad lax (överst) och havsöring (underst) i Centralfisket i Älvkarleby, Dalälven, 2004-2016 (opublicerat, SLU, 2017).

Sportfiskefångsterna av havsöring i Älvkarleby 1987-2015 är som högst i april och september-oktober (**Figur 4**). Detta skulle kunna tyda på att steget av lekvandrande havsöring inträffar tidigare än vad som indikeras av fällfångsterna vid Centralfisket, men eftersom båda uppsättningarna fångstdata saknar information om ansträngning råder viss osäkerhet kring hur det förhåller sig. Sportfiskedatan visar dock tydligt att havsöring finns på plats i Älvkarleby redan under tidig vår och frågan är om åtminstone delar av populationen inleder lekvandringen redan då? Studier av lekvandrande öring i Klarälven visade att de påbörjar sin vandring tidigt på våren och att tidigare driftsättning av fiskvägen/fällan gav en tydligt ökad fångst av vild lekvandrande öring (Gustafsson *et al.,* 2015).



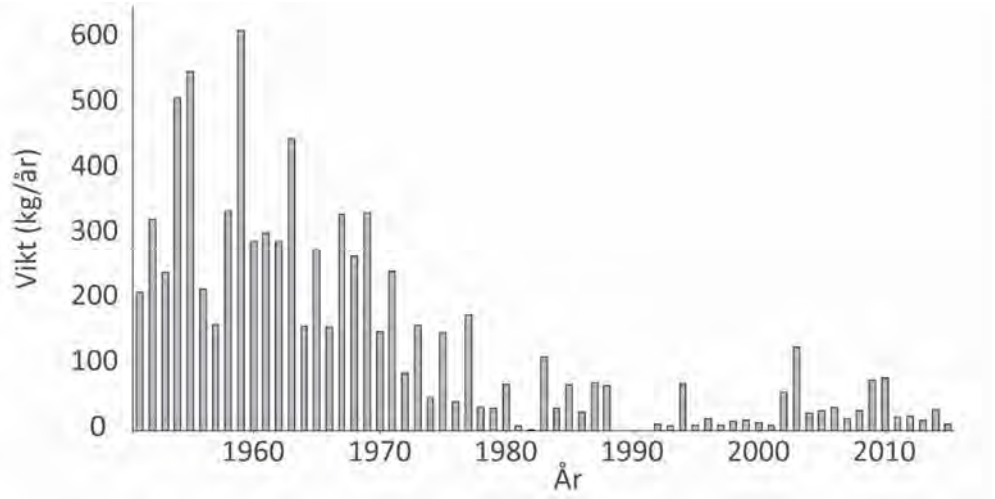
Figur 3. Boxplot för månatlig fångst av lax, havsöring och flodnejonöga i Centralfisket i Dalälven 2004-2016, illustrerat med median, kvartiler och min-max-värden (opublicerat, SLU, 2017).



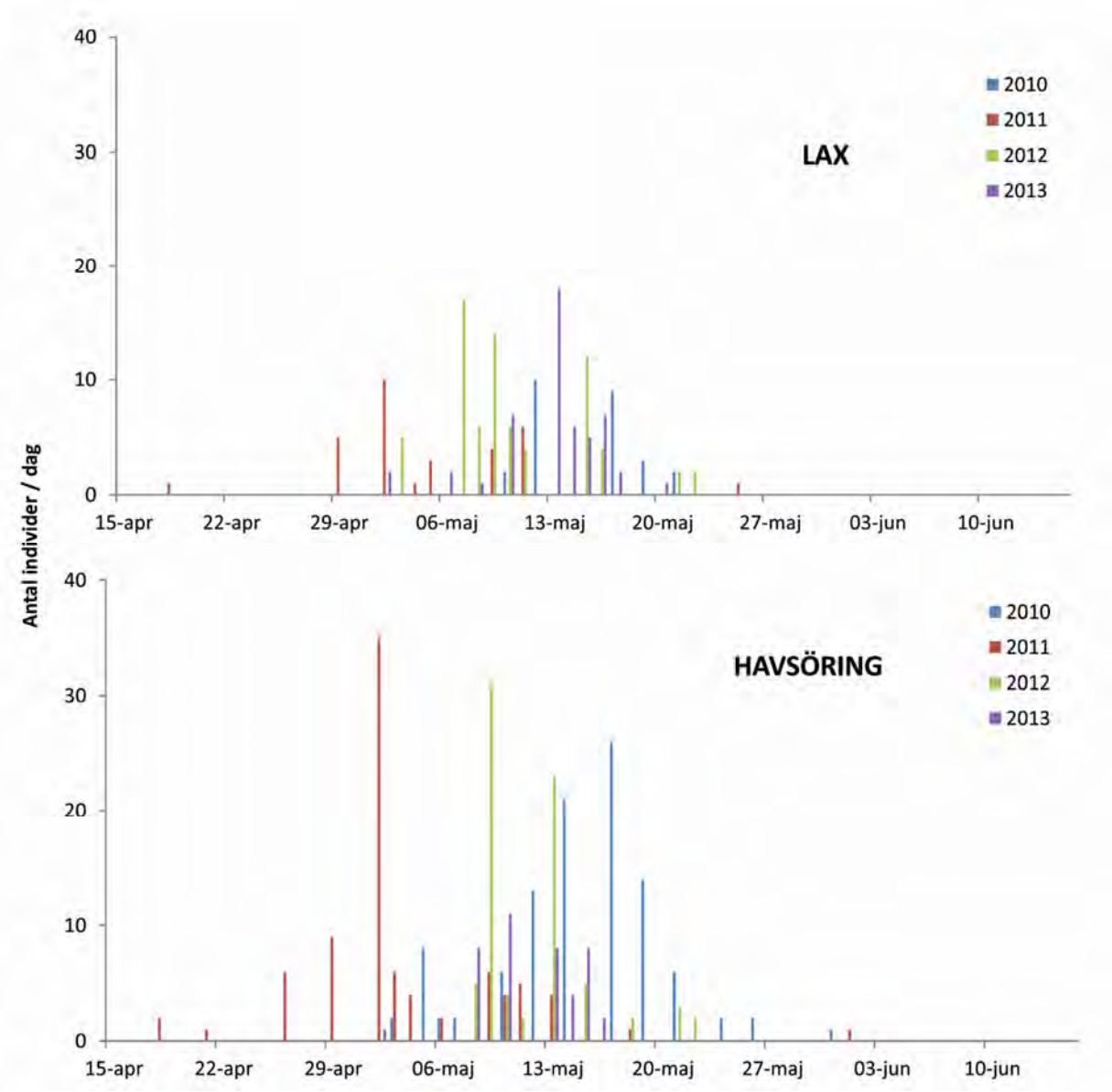
Figur 4. Månatlig totalfångst av havsöring i Älvkarleby Sportfiske år 1987-2015. Heldragen linje är medelmånadsfångst samt 2,5 (nedre streckade linjen) och 97,5 percentilen (övre streckade linjen). Information från Älvkarleby sportfiske 2015-12-01.

En annan vandrande fiskart som historiskt varit vanligt förekommande i Dalälven är den i dag akut hotade Europeiska ålen (*Anguilla anguilla*)(Dekker, 2016). Fångsterna vid centralfisket har precis som fångsterna i de flesta svenska vattendrag minskat de senaste årtiondena och den genomsnittliga fångsten under de senaste tio åren (34 kg/år, 2006-2015) var endast 10 % av den genomsnittliga fångsten under tidigt 1950-tal (345 kg/år, 1951-1960)(**Figur 5**). Den totala predikterade blankålsproduktionen i Nedre Dalälven, i avsaknad av mänsklig påverkan, är mindre än 1000 blankålar per år (Calles & Christiansson, 2012). Dessa två faktorer i kombination med att en anpassning till ålen kräver fysiska avledare för en effektiv nedströmspassage vid vattenkraftverk, gör att vi nedprioriterat ålen vid utformning av åtgärdsförslagen.

Motsvarande information om tidpunkt för och omfattning av nedströmsvandringen är i dag begränsad till utvandringen av vild smolt från Kungsådran i Älvkarleby, vilket visar att smoltutvandringen främst sker slutet av april till mitten av maj (**Figur 6**). Medianutvandringsdatumen var i stort sett desamma för laxsmolt och öringsmolt under perioden 2010-2013, närmare bestämt 5-17 maj för lax och 2-14 maj för öring. Enstaka individer vandrar ut tidigare/senare och utvandrande smolt har noterats 18 april – 1 juni. Med tanke på att de observerade smolten har en begränsad sträcka att vandra innan fångst bör man betrakta denna utvandringsperiod som konservativ. Inbegriper man dessutom utvandringsperioden för utlekta laxar (kelt) och öringar (besor) visar erfarenheten från andra vattendrag att denna vanligen inträffar under hösten efter avslutad lek, i viss mån under vintern och i många fall är som mest intensiv under tidig vår (Calles & Greenberg, 2009; Lundqvist *et al.*, 2015; Nyqvist *et al.*, 2016; Nyqvist *et al.*, 2017; Östergren & Rivinoja, 2008).



Figur 5. Årlig fångst av ål i ålyngelsamlaren vid Älvkarleby kraftverk 1951-2015 (Dekker & Wickström, opublicerat).



Figur 6. Dygnsfångst av lax- och havsöringsmolt i Älvkarleby 2010-2013 (opublicerat, SLU, 2017).

2 KRAFTVERKENS PÅVERKAN PÅ VANDRANDE FISKARTER

Vattenkraftsutbyggnaden i kombination med andra mänskliga aktiviteter har orsakat nedgången av havsvandrande fiskpopulationer eftersom de lång tid hindrats vandra mellan reproduktions- och uppväxtområden i älven och tillväxtområdet i Östersjön (Lundqvist *et al.*, 2015; Lundvall, 2016). Dessutom har de strömmande habitaten i älven påverkats negativt av ändrade flöden och fysisk påverkan som t.ex. rensningar (Hedin, 2008; Nilsson *et al.*, 2005). Denna kombination av vattenkraftens miljöpåverkan är väl känd, men ofta underskattas vikten av högkvalitativt habitat samtidigt som betydelsen av fria vandringsvägar överskattas (Calles, 2005). Hade t.ex. lek- och uppväxtområden nedströms det första kraftverket i Älvkarleby bevarats, kunde populationerna av lax och havsöring varit betydligt starkare än i dag. Det låga flödet i Kungsådran i kombination med omfattande rensningar nedströms Älvkarlebyfallen har sannolikt haft avgörande betydelse för laxbeståndets kollaps, redan Nordquist *et al.* (1911) konstaterar t.ex. att ”de flesta laxlekplatserna i nedre Dalälfven ligga nedanför Älfkarlebyfallen”. I nyss nämnda rapport visar man att dessutom kunskapen inte var begränsad till behovet av uppströmspassage, eftersom Oscar Nordqvist skriver att:

En icke oväsentlig orsak till laxens minskning är utan tvifvel saknaden af tjänliga galler framför turbinerna. I de flesta fall äro gallren betydligt glesare, än hvad som i fiskeristadgan föreskrifves, hvarförutom de alltid äro placerade långt ned i tilloppskanalen och icke sällan omedelbart framför turbinen, hvarför de, äfven om de hafva lagligt afstånd mellan stafvarna, icke medföra någon nytta för fiskens bevarande. För att förekomma, att den nedgående fisken - hufvudsakligen ål och laxyngel - skall komma in i turbinerna eller af vattentrycket pressas ihjäl emot gallret, måste detta vara placeradt vid tilloppskanalens öfre mynning och helst i sådan riktning, att det leder fisken ut till sådant vatten, i hvilken den obehindradt kan gå ned. En sådan anordning af gallret såg jag aldrig vid Dalälfven.

Dessutom konstaterar man i nyss nämnda skrift att potentiella lekområden i Båtforsområdet saknar passande substrat och att området dessutom kommer bli förstört av kommande byggnationer vid vattenfallen. Som redan beskrivits ovan är inte den negativa påverkan av mänskliga aktiviteter begränsad till laxpopulationen, utan samtliga vandrande fiskarter har reducerats kraftigt. I just Dalälven tycks laxen minskat i antal och utbredning långt före vattenkraftens utbyggnad, sannolikt främst till följd av ett omfattande fiske (Lundvall, 2016).

3 ÅTGÄRDER FÖR FISKPASSAGE

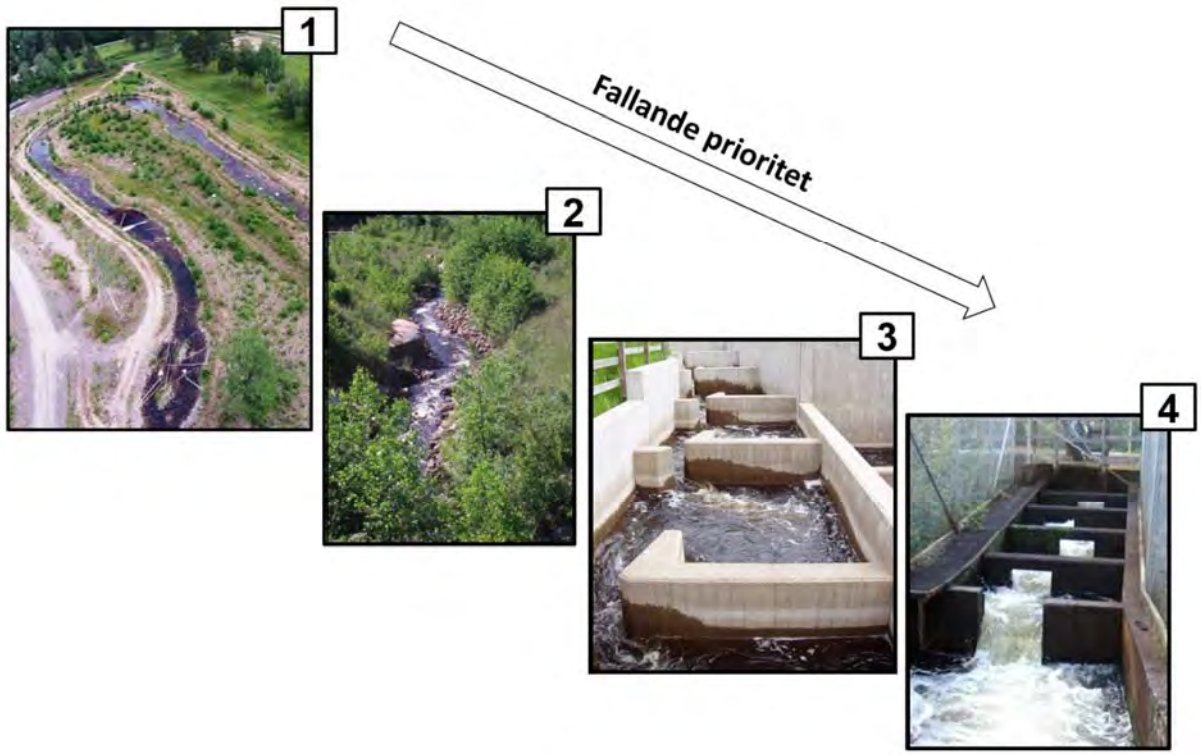
I en rapport från Havs- och vattenmyndigheten har man utifrån en litteratursammanställning identifierat en prioritetsordning för fiskpassagelösningar i reglerade vattendrag efter vad som bedömts som de bästa tillgängliga åtgärder som finns i dag (Calles *et al.*, 2013a). För uppströmspassage rekommenderas i första hand naturlika fiskvägar följt av slitsrännor, främst för att prioritera lösningar som fungerar för så många fiskarter och livsstadier som möjligt. För nedströmspassage rekommenderas låglutande galler med en intilliggande passage, flyktränna, men man har observerat att optimalt placerade ytliga spilluckor i vissa fall haft en god funktion.

Dalälven är ett stort vattendrag med höga flöden, stora kraftverk och små bestånd av självreproducerande vilda havsvandrande fiskarter. Dessutom är tillgången på lämpligt habitat för lek- och uppväxt begränsat och av osäker kvalitet. Vi anser därför inte att det är skäligt att inleda arbetet med att stärka de naturliga fiskbestånden med att utrusta samtliga kraftverk i nedre Dalälven med fullskaliga åtgärder för fiskpassage, i synnerhet inte för nedströmspassage där kunskapen om åtgärders utformning för effektiv passage vid stora kraftverk är bristfällig (Calles *et al.*, 2014; Emanuelsson *et al.*, 2017). Vi föreslår därför ett stegvist tillvägagångssätt där åtgärdernas omfattning och komplexitet är behovsstyrd och ökar i takt med beståndens utveckling.

Vi rekommenderar att fiskpassagelösningar för uppströmvandrande fisk bör följa nuvarande kunskapsläge, men med tanke på att de naturliga förhållandena vid nedre Dalälvens kraftverk ursprungligen var krävande kommer rekommenderade åtgärders utformning att bestämmas av faktorer som platsens ursprungliga passerbarhet, målarternas simkapacitet och praktiska omständigheter som platsutrymme och kostnader. I första hand har vi därför eftersträvat naturlika fiskvägar med tillgängligt strömmande habitat, i andra hand naturlika fiskvägar primärt för passage, i tredje hand tekniska fiskvägar av typen slitsränna och i sista hand andra typer av tekniska fiskvägar (**Figur 7**).

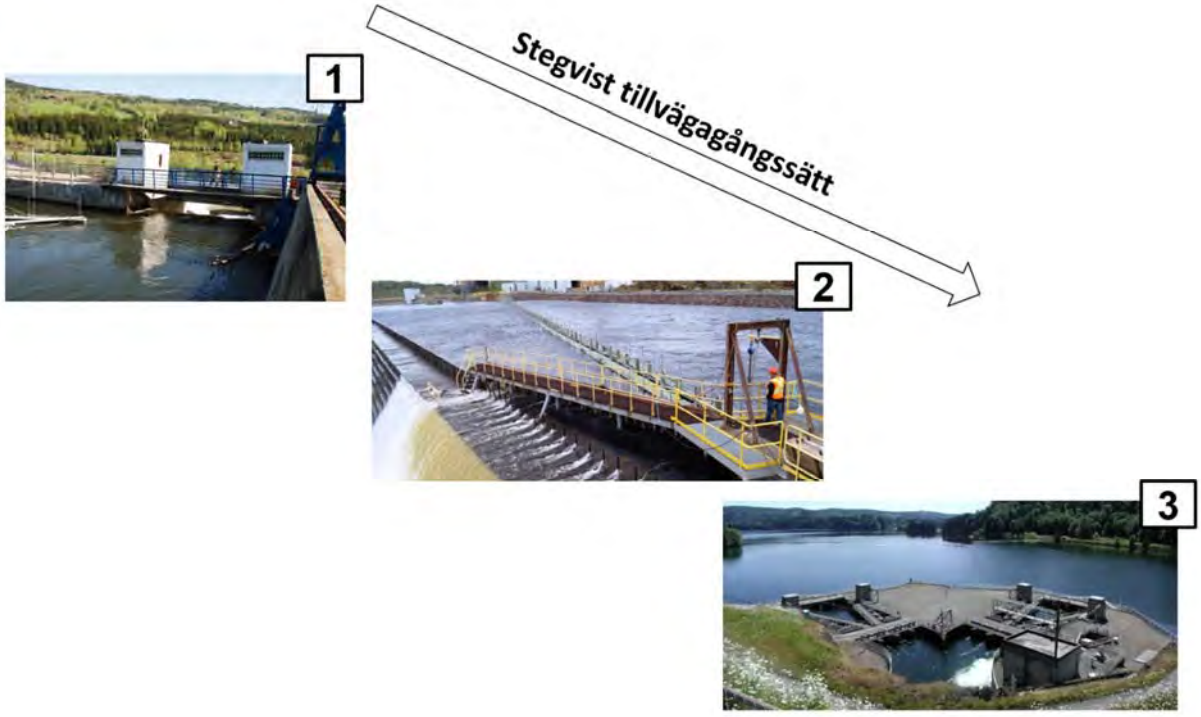
Vad gäller det anlockningsflöde som krävs för att fisken effektivt ska kunna lokalisera och attraheras till fiskvägens ingång fökjer vi i stort de rekommendationer om 1-5 % av det konkurrerande flödet från länder som Frankrike (Larinier *et al.*, 1994) och Storbritannien (Armstrong *et al.*, 2010). I stora vattendrag i allmänhet, och svårpasserade platser i synnerhet, kan dock ett högre relativt flöde krävas för att åstadkomma goda passageförhållanden (Armstrong *et al.*, 2010; Calles *et al.*, 2013a).

Fiskpassagelösningar för nedströmvandrande fisk bör följa en mer pragmatisk prioritetsordning, men även här kommer rekommenderade åtgärders utformning att bestämmas av faktorer som målarternas simkapacitet och praktiska omständigheter som platsutrymme och kostnader. Om t.ex. en svagsimmande havsvandrande fiskart inte naturligt funnits uppströms ett kraftverk, ska inte heller en åtgärd för nedströmspassage anpassas till denna. Tillvägagångssättet inbegriper att åtgärdernas funktion följs upp löpande och om dessa undersökningar visar att den naturliga reproduktionen fungerar och övriga åtgärder inte är effektiva, och således utgör en flashals för populationernas tillväxt, bör åtgärderna kompletteras till nästa åtgärdsnivå.



Figur 7. Prioritetsordning för fiskpassagelösningar för uppströmsvandrande fisk i nedre Dalälven.

Vi rekommenderar att man under de havsvandrande populationernas uppbyggnadsfas inleder med att implementera de mest nödvändiga åtgärderna som gör det möjligt för vuxen och juvenil fisk att vandra mellan älven och havet. För uppströmsvandrande fisk avses fångst och transport (trap and transport; T&T) och fiskpassager vid vandringshindren mellan Älvkarleby och lek- och uppväxtområden med störst potential (areal)(Hagelin & Bruks, 2017). För nedströmsvandrande fisk kan T&T kompletteras med inledande test av funktionen hos omfattande spill i ytligt orienterade spilluckor, där sådana finns att tillgå (**Figur 8**). Där sådana utskov inte finns att tillgå kommer mer omfattande åtgärder att krävas, alternativt att man under populationernas uppbyggnadsfas etablerar fångstanordningar uppströms de kraftverk där fysiska åtgärder vid turbinintagen inte är lämpliga. Skulle dessa förhållandevis enkla lösningar inte vara tillräckligt effektiva utgör nästa åtgärdssteg av att komplettera dem med ytligt orienterade avledare. Dessa avledare kan antingen utgöras av ovan nämnda låglutande galler som endast täcker den övre delen av vattendjupet vid turbinintaget, eller en låglutande struktur av annan design. Om inte heller detta skulle falla väl ut och nedströmspassage utgör en flaskhals för de havsvandrande populationerna, återstår endast att ersätta ytavledarna med fysiska låglutande galler som täcker hela, eller merparten av, vattenkolumnen. Eftersom heltäckande låglutande galler ännu inte testats vid något kraftverk av motsvarande storlek som de i nedre Dalälven, kommer implementeringen av sådana åtgärder att kräva ett långsiktigt arbete och sannolikt omfattande förbättringsarbete.

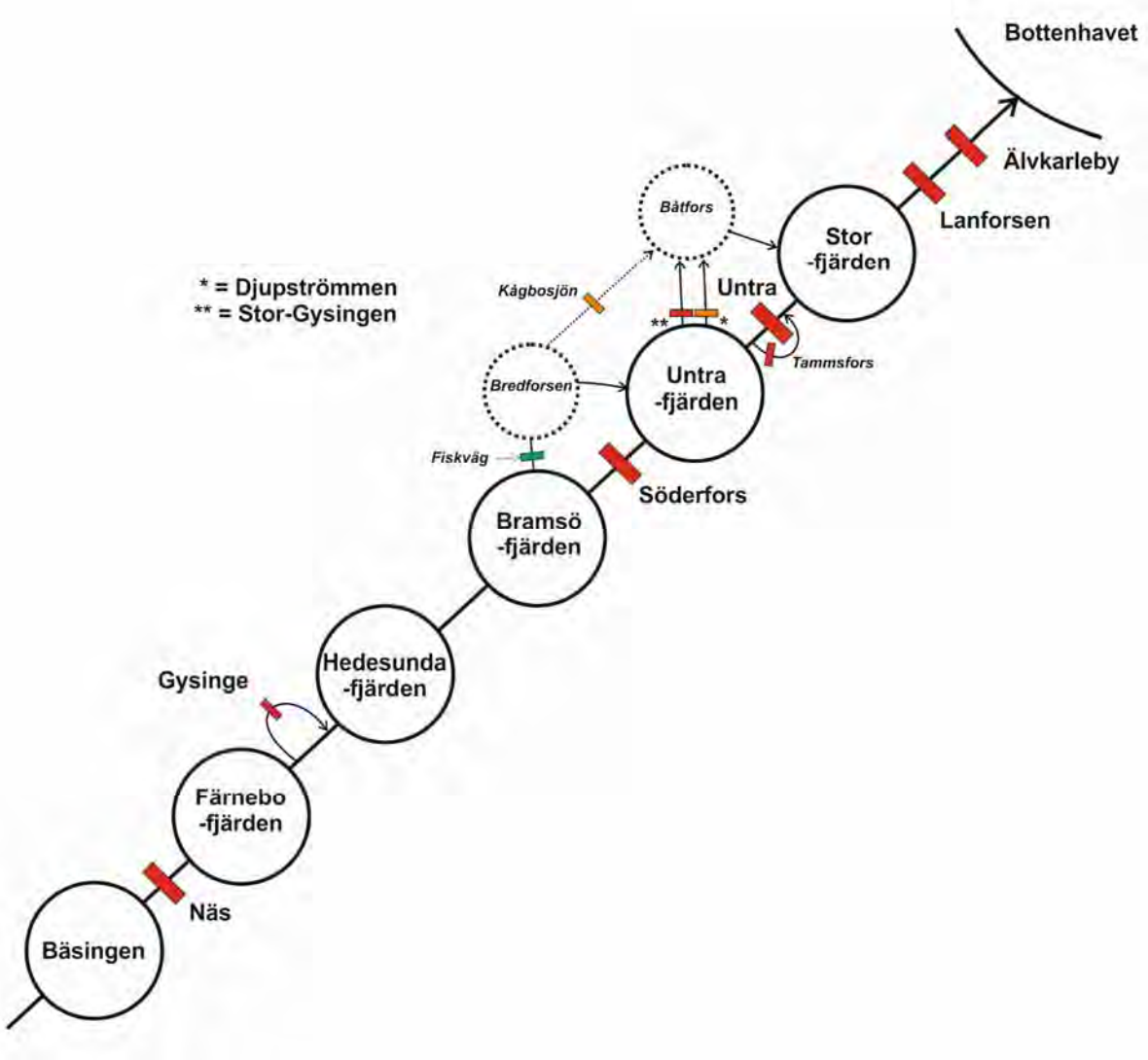


Figur 8. Förslag till stegvis arbetsordning för att identifiera de mest kostnadseffektiva lösningarna för effektiv nedströmspassage med låg skaderisk för havsvandrande fisk i Dalälven.

4 VATTENKRAFTVERK I NEDRE DALÄLVEN

Projektområdet sträcker sig från Avesta till Älvkarleby och består av en lång rad fjärdar och kraftverksdammar. Med start i Avesta ligger fjärdarna i följande ordning: Bäsingen, Färnebofjärden, Hedesundafjärden, Bramsöfjärden, Untrafjärden och Storfjärden (**Figur 9**). Fjärdsystemet är nästan 8 mil långt och beläget i Dalarna, Gävleborg och Uppsala län. Längs denna sträcka finns totalt sju kraftverk:

1. Älvkarleby
2. Lanforsen
3. Untra
4. Storgysingen (reglerar inflödet i Båtforsområdet)
5. Söderfors
6. Gysinge (sidofåra)
7. Näs - ej relevant för innevarande uppdrag, räknas som första definitiva vandringshindet för diadroma fiskarter.



Figur 9. Schematisk karta av nedre Dalälvens kraftverk och fjärdar samt förbindelser och flödesriktningar mellan dessa. Modifierad från Calles & Christiansson (2012).

Utöver kraftverken i Dalälvens huvudfåra finns även kraftverk i sidofåror i Gysinge (Gysinge kraftverk) och nordväst om Untraverket (Storgysingen; **Figur 9**). Storgysingen är av särskilt intresse eftersom kraftverket förser Båtforsområdet med vatten, vilket anses ha en stor potential att vid högre mintappning utgöra omfattande lek- och uppväxtområden för laxfisk (Norconsult, 2017). I Dalälvens ursprungliga huvudfåra, mellan kraftverken Untra/Storgysingen och Söderfors, ligger Bredforsen som förses med vatten via en teknisk fiskväg belägen vid dammen i norra Bramsöfjärden. Bredforsen och sträckorna nedströms står främst i förbindelse med Untrafjärden, men det finns även en förbindelse med Båtfors via ”Klittertyllern” (Kågbosjön), men vatten tappas ytterst sällan via den vägen och enligt uppgift skedde det senast vid extrema högflöden (muntligen, Fortum).

Kraftverken och förutsättningarna för åtgärder beskrivs vidare nedan. Beskrivningarna efterföljs av översiktliga åtgärdsförslag och kostandsberäkningar för varje anläggning. Prioriteringsordning och åtgärdspaket presenteras i slutrapportens inledande huvuddel (Hagelin *et al.*, 2017).

4.1 ÄLVKARLEBY KRAFTVERK (1) VATTENFALL – 9 RKM

Älvkarleby var svårpasserad för fisken även innan mänsklig påverkan och sannolikt kunde fisk endast passera via den minsta fåran som kallas Kungsådran (**Figur 10**)(Montén, 1988). Detta belyses bl.a. av Nordquist *et al.* (1911) som skrev ”Hufvudmängden af den hafslax och laxöring samt ål, som finnes ofvanför Älfkarleby, går utan tvifvel upp för den minsta, västra grenen”. Kraftverket färdigställdes 1915 och är beläget öster om de ursprungliga fårorna med en fallhöjd om ca 22-23 m. Utbyggnadsvattenföringen på 700 m^3/s är fördelad på två stationer, den ursprungliga från 1915 med fem Francis-turbiner (G1-G5) samt det nya från 1991 med en stor Kaplan-turbin (G6)(**Tabell 1**). Kraftverken föregås av en 35-55 m bred, 15 m djup och 250 m lång utsprängd intagskanal som omges av ledmurar i vilka spilluckor saknas. Intagskanalen kan torrläggas med s.k. nålar i kanalintaget (Vattenfall, 1994). Spilluckor finns i dammarna ovan de tre naturfårorna (från väster till öster): Kungsådran, Mellanfallet och Storfallet ***(Figur 10,Tabell 2)***.

Figur 10. Översikt av Älvkarleby kraftverk med alternativa tappningsvägar och platser som berörs i texten. Foto från Norconsult AB.

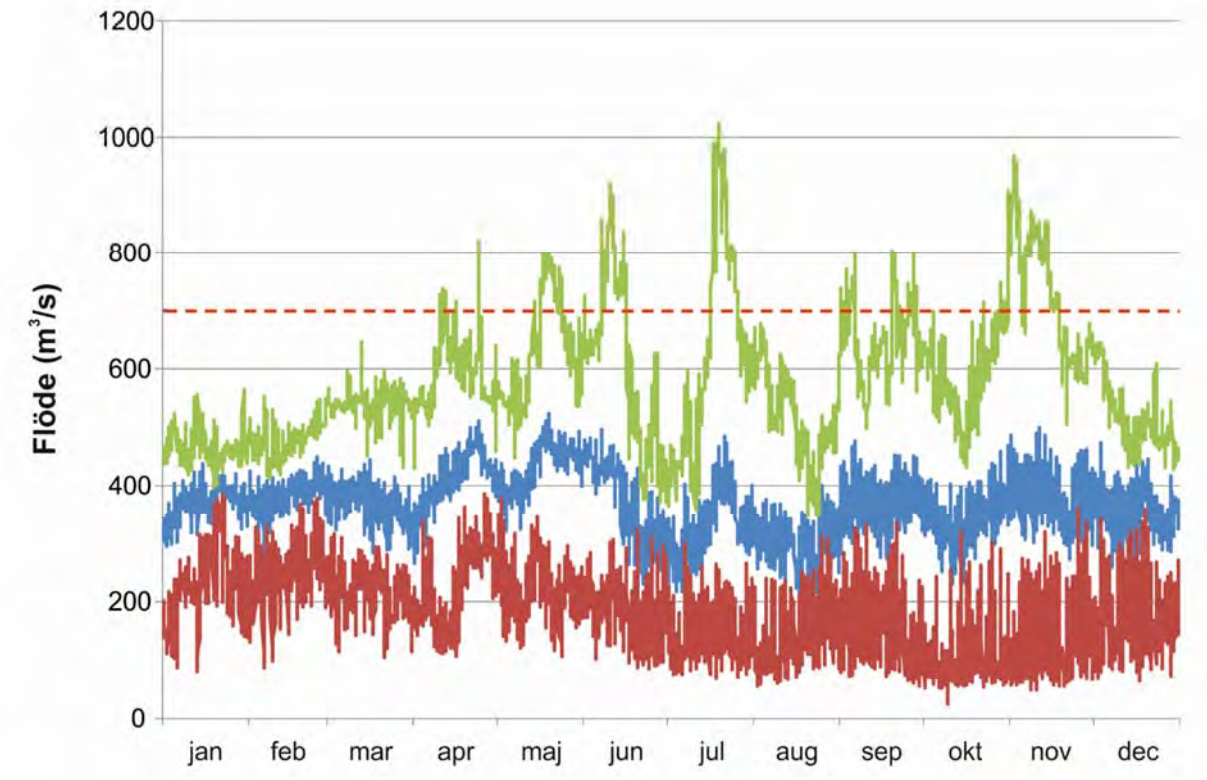
Tabell 1. Egenskaper för Älvkarleby kraftverk i Dalälvens huvudfåra (Calles & Christiansson, 2012; Sparrevik et al., 2011b).

Parametrar	Älvkarleby	
Spaltvidd galler	40 mm	110 mm
Löphjul (antal & typ)	5 x Francis	1 x Kaplan
Rotationshastighet	150 rpm	115,4 rpm
Diameter (Ø)	2200 mm	5900 mm
Slukförmåga	5 x 90 m^3/s	1 x 250 m^3/s
	Totalt = 700 (m^3/s)	
Fallhöjd	22,0-22,5 m	
Installerad effekt	123 MW	
Årsproduktion	510-530 GWh	
MQ	360 m^3/s	
MLQ	135 m^3/s	
LLQ	41 m^3/s	

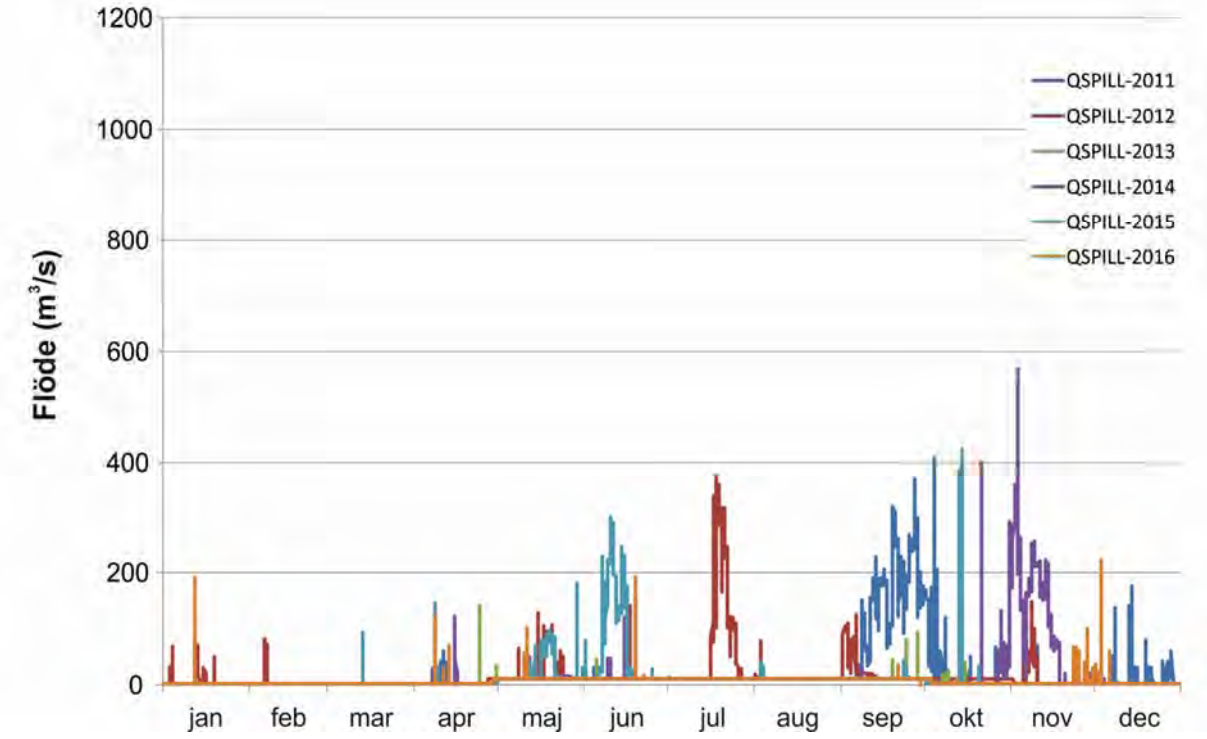
Tabell 2. Data för utskov vid respektive damm, samtliga försedda med uppåtgående segmentluckor (Vattenfall, 1994). För Kungsådran anges även motsvarande relativa flöde av den totala avbördningen.

Damm	Antal & bredd	Tröskelhöjd (m.ö.h.)	Max kapacitet (m^3/s)		
			VY 22,50 (m.ö.h.)	VY 22,70 (m.ö.h.)	VY 23,30 (m.ö.h.)
Storfallet	8 x 10 m	+17,20	1670	1765	2220
Mellanfallet	6 x 10 m	+18,50	770	830	1040
Kungsådran	1 x 10 m	+17,20	195	205	240
			(7,4 %)	(7,3 %)	(6,9 %)
Totalt			2635	2800	3500

Timvisa flödesdata från Älvkarleby för perioden 2011-2016 visar att medelflödet under perioden var 373 m^3/s, med årliga medelflöden inom intervallet 253- 465 m^3/s. Till följd av kraftverkets höga slukförmåga förekommer spill sparsamt och i praktiken enbart vid mycket höga totalflöden (**Figur 11**). Perioder med högt spill vid Älvkarleby kraftverk har inträffat under såväl sen vår som sommar och höst (**Figur 11** och **Figur 12**), vilket sammanfaller med de diadroma fiskarternas vandringsperiod och därför bör beaktas vid resonemang kring fiskpassagers placering och utformning samt framtagandet av ekologiskt anpassade flöden. Den enda fåran som i dag är vattenförande året runt är Kungsådran, där mintappningen är 12 m^3/s under sommaren (1 maj – 30 september) och 3 m^3/s övrig tid på året (1 oktober – 30 april)(Sparrevik et al., 2011b). Det faktiska årsmedianspillet i Kungsådran 2011-2016 var 3 m^3/s alla år utom ett, då det var 12 m^3/s. I Kungsådredammen är centralfisket beläget, där fisk lockas upp i en Denil-ränna som mynnar i en fälla med direkt anslutning till Laxön via en trumma. Anlockningen har förstärkts genom att fiskvägsflödet kompletteras med extra spillvatten som tillförs en stor bassäng vid foten av fiskvägen. I fällan fångas årligen de ovan nämnda laxarna, öringarna och flodnejonögonen (**Figur 3**). Fällans effektivitet har tidigare uppmätts till cirka 30 % (muntligen Nichlas Dahlén, Länsstyrelsen Gävleborg).



Figur 11. Totalmedelflöde i Älvkarleby 2011-2016 (blå linje) med 95% konfidensintervall (grön och röd linje). Den röda streckade linjen illustrerar kraftverkets slukförmåga. Flödesdata från Vattenfall (2017).



Figur 12. Faktiskt spillflöde vid Älvkarleby kraftverk 2011-2016. Flödesdata från Vattenfall (2017).

4.1.1 Åtgärdsförslag

Den naturliga vägen förbi Älvkarlebyfallen, innan dammar byggdes på platsen, tycks ha varit via Kungsådran. Fåran utgör även ett lämpligt habitat för såväl lek som uppväxt för strömlevande fiskarter, även om mintappningen i dag är för låg för att lämpliga förhållanden ska råda på sträckan, i synnerhet vid lågvattenföring. Det relativa naturliga flödet i Kungsådran är inte känt, men att döma av fördelningen av avbördningskapaciteten i de tre fårorna (**Tabell 2**), motsvarar avbördningskapaciteten i Kungsådran ca. 7 % av det totala flödet. Appliceras 7 % på årsmedelflödet vid Älvkarleby motsvarar det ett genomsnittligt flöde på 25 m^3/s och medianen under året för perioden 2011-2015 varierar inom intervallet 18-36 m^3/s (**Figur 13**). Appliceras detta i sin tur på flödet under perioden 2011-2015 blir det genomsnittliga flödet i Kungsådran 26,2 m^3/s varav motsvarande 19,4 m^3/s utgörs av flöde som annars skulle gå till produktion (dagens mintappning och överskottsvatten borträknat). Vi föreslår att mintappningen i Kungsådran höjs enligt ovan, vilket får tolkas som riktvärden som kommer behöva utredas ytterligare genom modellering/provtappning och löpande utvärdering under en eventuell prövotid.

Syftet med en ökad minsta vattenföring i Kungsådran är dels att optimera anlockningen av fisk till fåran för vidare vandring uppströms Älvkarleby, och dels att optimera habitat för lek- och uppväxt för havsvandrande fiskarter. En lämplig flödesregim i Kungsådran bör utredas vidare för att identifiera en hydrograf som tillfredsställer båda dessa behov.

Figur 13. Exempel på mintappning i Kungsådran vid Älvkalreby kraftverk motsvarande 7 % av det totala medianflödet 2011-2015 (blå linje). Motsvarande medianproduktionsförlust för perioden illustreras av den nedre röda linjen och dagens mintappning illustreas av grön linje. Flödesdata från Vattenfall (2017).

4.1.1.1 Uppströmspassage

För en fungerande uppströmsvandring via Kungsådran krävs dels åtgärder som möjliggör vandring förbi Kungsådredammen men även åtgärder som säkerställer en god anlockning till själva Kungsådran. Följande åtgärder för uppströmspassage föreslås därför:

- En betydande ökning av minimitappningen i Kungsådran vilken förbättrar anlockningen till denna fåra (se ovan).
- En fiskväg vid Kungsådredammen som möjliggör passage för fisk som tagit sig upp i Kungsådran.

4.1.1.1.1 Anlockning till Kungsådran

Minimitappning i Kungsådran ökas, vars exakta utformning måste föregås av en detaljerad utredning. I resonemanget nedan har vi utgått från ovan beskrivna 7 % av totalflödet, vars påverkan på habitatet inte utvärderats. Detta i kombination med att Kungsådrans utlopp mynnar nära kraftverkets utloppskanal bedöms skapa förutsättningar för en god anlockning, men ett kontrollprogram måste vidare utreda flödesbehovet för effektiv anlockning under vandringsfiskarnas mest intensiva vandringsperioder. Anlockningen kan ytterligare förbättras genom att fysiskt koncentrera flödet från Kungsådran till den omedelbara närheten av turbinutloppet från turbinerna G1-5 (**Figur 14**).

Figur 14. Målet med utformning av fiskpassager och flödesregim i Kungsådran är att säkerställa en god anlockning och passageeffektivitet för uppvandrande fisk som söker sig till det dominerande flödet från kraftverkets utloppskanal. Norconsult 2017.

4.1.1.1.2 Fiskväg vid Kungsådredammen

Vid Kungsådredammen finns redan Centralfiskets Denil-ränna och ett möjligt åtgärdsalternativ är att modifiera befintlig fiskväg, för att tillåta fri passage av dammen. Fångstmöjligheten behöver dock finnas kvar så länge kompensationsodling bedrivs i Dalälven och vi förordar därför att dammen kompletteras med en ny fiskväg. Den lösning som förordas för att uppnå både optimal passage och habitatnytta i Kungsådran, är att anlägga en stor naturlik fiskväg som kan ta hela det flöde som utgör den nya flödesregimen. Skulle kontrollprogrammet visa att högre flöden behövs under vissa perioder, får detta avbördas via befintliga luckor. Förslaget är därför anlägga en naturliknande fiskväg av typen inlöp vid Kungsådrans utskovsdamm (**Figur 15** och **Figur 16**).

Figur 15. Principskiss över föreslagen dragning av spont (röd) och ny naturliknande fiskväg (blå) vid Kungsådrans utskovsdamm. Norconsult 2017.

Inloppet placeras vid den vänstra stranden. Därifrån anläggs en krönmur genom att en spont slås, på vilken en krönbalk av betong gjuts. Sponten slås till berg och dimensioneras för att klara ensidigt vattentryck. Där så erfordras, dubbas den fast i berget. Motfyllning av krossmaterial placeras ut på bägge sidor av sponten/krönmuren. Krönmuren ansluter till dammen mot den andra dammpelaren till vänster om utskovet.

Till vänster om de andra och tredje dammpelarna tas två öppningar upp i mellanväggarna mellan dammpelarna. Öppningarna görs ca 7 m breda vardera med tröskelnivå på nivån ca +19,0-19,5. Mellan krönmur och strand samt bakom dammen schaktas en fåra fram i vilken en ny naturliknande vattenväg byggs upp. Vidare utredningar krävs för att fastslå optimala lägen för spontning, håltagning i dammen samt läge för ny fåra nedströms dammen.

Figur 16. Principskiss över naturlikande fiskväg genom dammbyggnaden, ett s.k. inlöp. Norconsult 2017.

Den nya vattenvägen görs ca 150-200 m lång vilket innebär att medellutningen i den nya fiskvägen uppgår till ca 2,5-3,5 %. Detta bedöms vara fullt rimligt då flera av forspartierna i Älvkarleby är betydligt brantare än så.

Fiskvägens inloppströskel dimensioneras för att kunna släppa större delen av den föreslagna minimitappningen (18-36 m^3/s) vid de vattenstånd som normalt råder (ca +22,1 till ca +22,4). Resterande delar av minimitappningen avbördas över krönmuren eller genom befintlig sektorlucka.

Inlöpets utskov och nivån på krönmuren anpassas så att inlöpet i största mån blir självreglerande. Om tappningen via inlöpet inte är tillräckligt för Kungsådran vid låga nivåer uppströms Kungsådredammen kan extra tappning ske via befintlig sektorlucka.

Vid mycket höga vattenstånd uppströms Kungsådrans utskovsdamm kan flödet genom fiskvägen behöva begränsas. Fiskvägens utskov förses därför med möjlighet till avstängning med luckor eller sättare.

Nivåer på utskovströskel, krönmur samt eventuellt öppningsschema för luckor utformas efter att en tappningsregim för minimitappning till Kungsådran utformats.

Utifrån schablonpriser och erfarenheter från tidigare anläggningsprojekt har kostnaderna för inlöpet, uppskattats till ca **20 Mkr**.

Vidare innebär produktionsbortfallet betydande kostnader på grund av att vatten ”spills” i Kungsådran istället för att gå genom kraftverket i Älvkarleby. Den föreslagna tappningen motsvarar ett minskat produktionsflöde om ca 16 m^3/s, här beräknat på en förenklad mintappning om 30 m^3/s under sommaren (1 maj – 30 september) och 20 m^3/s övrig tid på året (1 oktober – 30 april). Med ett genomsnittligt elpris om 40 öre/kWh motsvarar detta en produktionsförlust om ca **11 Mkr/år**.

4.1.1.2 Nedströmspassage

Nedströmsvandrande fisk tenderar att följa huvudströmmen, vilket i Älvkarleby innebär att de vandrar mot turbinintagen. Vid turbinintagen finns i dag inga ytligt belägna spillmöjligheter, vilket innebär att en nedströmspassage för fisk måste skapas från grunden. Detta innebär att endast spill

(åtgärdsnivå 1, **Figur 8**) inte är aktuellt som åtgärd, utan att man redan från början måste inrikta sig på någon form av avledare och flyktränna (åtgärdsnivå 2, **Figur 8**). Detta har redan beaktats i Vattenfalls omfattande utredning (Karlsson & Sundquist, 2017), vilken sammanfattas nedan. Först redogörs för rapportens predikterade turbinorsakade dödlighet i avsaknad av åtgärder, varefter olika fysiska åtgärder för förbättrad nedströmspassage beskrivs och analyseras. Vi har kompletterat denna sammanfattning med våra synpunkter och slutsatser.

4.1.1.2.1 Dödlighet vid turbinpassage

I rapporten konstateras att den predikterade smoltdödligheten ökar med ökande flöde från 12 % vid 200 m^3/s, till 22 % vid 400 m^3/s och 35 % vid 700 m^3/s. För alla scenarier är predikterad dödlighet för passage genom de gamla turbinerna (G1-5) 2-3 gånger högre än genom den nya turbinen (G6). Motsvarande dödlighet för kelt anges till 21-28 %, men då antas att intagsgallren vid G1-5 hindrar kelten från att passera den vägen och att samtliga kelt därför passerar genom G6. Vår samlade bedömning av modellens utfall är att den predikterade dödligheten för smolt och kelt vid Älvkarleby kraftverk är oacceptabelt hög och att ytterligare åtgärder krävs för att förbättra passageförhållandena för nedströmsvandrande fisk vid kraftverket.

4.1.1.2.2 Avledare vid turbinintaget

Utredningen undersöker förutsättningarna för avledare framför G1-5 i kombination med passage genom turbinen vid G6, dvs. inget åtgärdsalternativ innefattar avledning av fisk från samtliga turbiner. Alternativet med heltäckande respektive partiellt (två meter djupt) alfa-galler i intagskanalen tycks genomförbara, om än förknippade med vissa risker och höga kostnader. Man ser även ett problem med att vatten måste ledas vid sidan om turbinerna i en flyktränna, vilket påverkar produktionen och dessutom innebär att man måste skapa en sådan passage eftersom inga luckor finns tillgängliga. Utredningen av de två gallertyperna kan således utgöra underlag för framtida projektering om ett behov av fysiska avledare vid Älvkarleby kraftverk fastställs. Vi anser inte att det är befogat att anlägga en sådan konstruktion innan så är fallet.

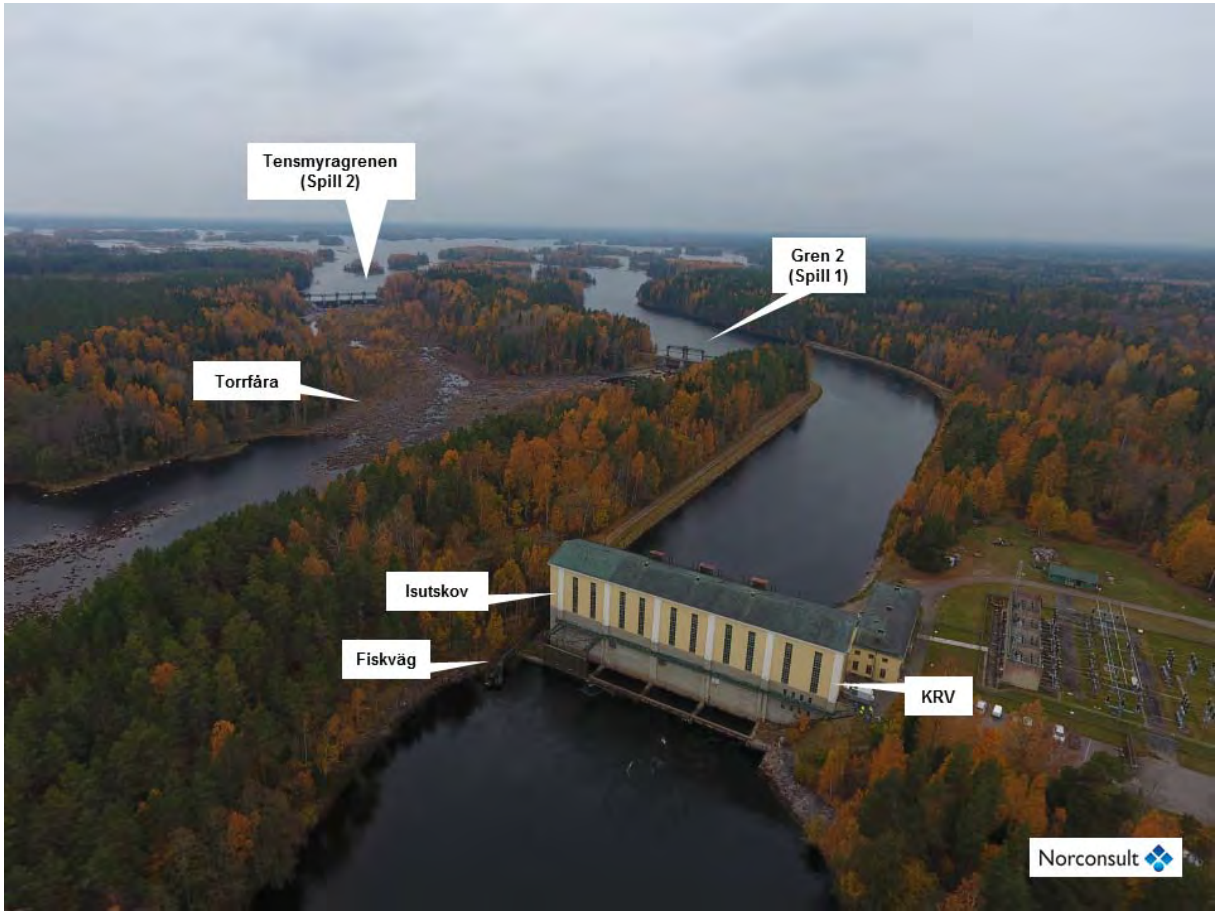
4.1.1.2.3 Avledare uppströms kraftverket

Man utreder även möjligheterna till att avleda fisken uppströms fårans uppdelning till turbinintag respektive de tre spillfårorna. Man diskuterar då alternativen ”ledarm, louver eller nät”, vilka då ska placeras uppströms intagskanalen och leda fisken till någon av de olika dammarna och via en flyktränna ner till älven nedströms. I huvudsak avses här Storfallet och Mellanfallet, men för nätalternativet diskuterar man även möjligheterna till ett långt nät som löper från järnvägsbron till Laxön. Det senare alternativet vore att föredra från vårt perspektiv, eftersom det innebär att man leder av fisken i förhållandevis lugnflytande vatten och dessutom leder ner dem i Kungsådran för vilken vi förordat en utökad tappningsregim (se ovan). Om detta är genomförbart skulle man använda Kungsådran för både uppströms- och nedströmspassage, vilket innebär att man kan skapa en god attraktion för båda vandringsriktiningar om man nyttjar det vatten som föreslagits utgöra mintappning i Kungsådran (cirka 25 m^3/s). Vi bedömer att en pilotansats av det slaget är av stort nationellt intresse och att detta värderas högre än att föreslå beprövad teknik, i synnerhet eftersom sådan teknik i stort sett saknas för kraftverk av Älvkarlebys utformning och storlek. Kostnaden för en nätavledare avsedd för detta ändamål har skattats till cirka 0,18 Mkr/100 m, vilket för ovan nämnda sträckning om ca 400 m samt övriga tillhörande kostnader skulle innebära en ungefärlig totalkostnad om **10 Mkr** (Karlsson & Sundquist, 2017).

4.2 LANFORSENS KRAFTVERK (2) - FORTUM – 14 RKM

Innan kraftverkets uppförande fanns fiskeverk placerade vid Lanforsen, men i övrigt lär forsarna har varit passerbara och fisken vandrade främst via den sydligaste älvfåran, den s.k. Tensmyragrenen (Jangenby *et al.*, 2016). Lansforsens kraftverk ligger beläget norr om de ursprungliga fårorna och byggdes 1918-1930 med en tillbyggnad 1944. Fallhöjden är ca 10 m och har i dag en utbyggnadsvattenföring på 620 m^3/s fördelat på fyra Kaplan-turbiner (G1-4)(Tabell 3). Spilluckor finns i Tensmyragrenen och i den andra naturfåran (**Figur 17**).

Kraftverket försågs ursprungligen med två fiskvägar, en Denil-ränna vid kraftverket och en bassängtrappa vid Tensmyragrenen (Jangenby *et al.*, 2016). Fiskvägarna var i drift från 1930 tills en ny överenskommelse träffades 1986 som mot en engångsavgift ”för all framtid” befriade kraftbolaget från att hålla fiskvägar (Hedin, 2008). Fiskvägen vid Tensmyragrenen är borta och i dag finns endast rester kvar av fiskvägen vid kraftverket. I direkt anslutning till turbinintaget finns ett påbörjat isutskov, som dock inte färdigställts nedströms dammkroppen.



Figur 17. Översikt av Lanforsens kraftverk med alternativa tappningsvägar och platser som berörs i texten.

Tabell 3. Egenskaper för Lansforsens kraftverk i Dalälvens huvudfåra (Calles & Christiansson, 2012; Sparrevik *et al.*, 2011a; Vattenfall, 1994).

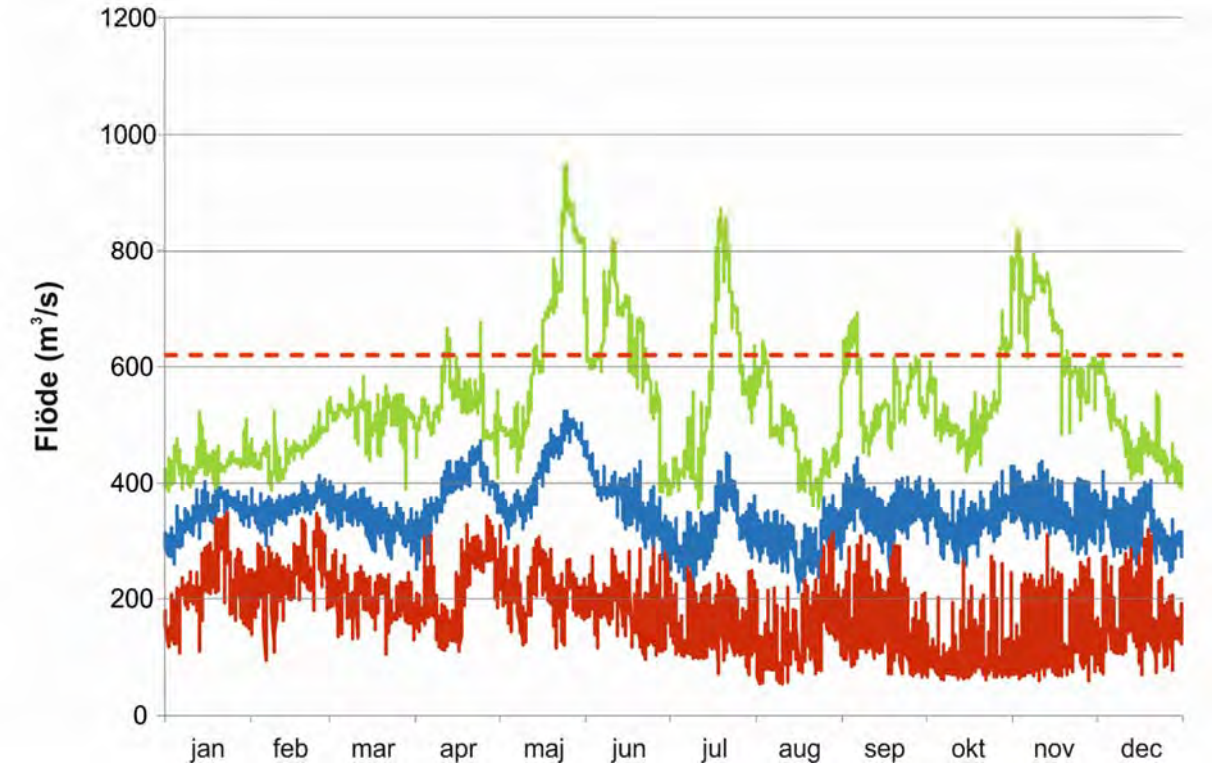
Parametrar	Lanforsen
Spaltvidd galler	110 mm
Löphjul (antal & typ)	4 x Kaplan
Rotationshastighet	93,8 rpm
Diameter (Ø)	n/a
Slukförmåga	4 x 155 m^3/s
	Totalt = 620 m^3/s
Fallhöjd (m)	9,25 (10?) m
Installerad effekt	39 MW
Årsproduktion	215 GWh
MQ	359 m^3/s
MLQ	120 m^3/s
LLQ	37 m^3/s
Magasinvolym	11,2 Mm^3

Timvisa flödesdata från Lanforsen för perioden 2010-2016 visar att medelflödet under perioden var 354 m^3/s, med årliga medelflöden från 234 till 422 m^3/s. Till följd av kraftverkets höga slukförmåga förekommer spill sparsamt och i praktiken enbart vid mycket höga totalflöden (**Figur 18**). Perioder med högt spill vid Lanforsens kraftverk har inträffat under såväl sen vår som sommar och höst (**Figur 19**), precis som i Älvkarleby, vilket sammanfaller med de diadroma fiskarternas vandringsperiod och därför bör beaktas vid resonemang kring fiskpassagers placering och utformning samt ekologiskt anpassade flöden.

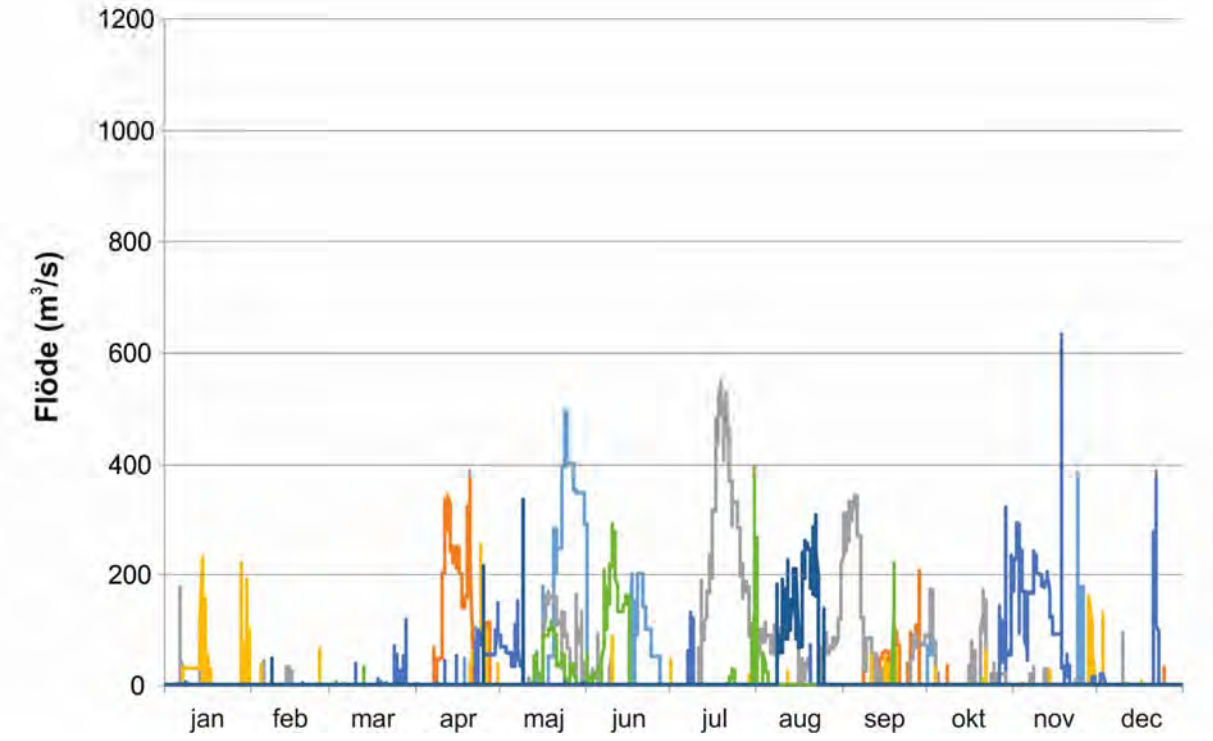
4.2.1 Åtgärdsförslag

Flödet vid Lanforsen går i allmänhet genom kraftverket och endast en liten del av tiden förekommer spill till Tensmyragrenen. Men de tillfällen när det spills i Tensmyragrenen sammanfaller med högflöden både vår och höst, tillika fiskvandringsperioder, vilket innebär att fisk kommer att lockas upp i naturfåran och det således krävs vandringsmöjligheter både vid kraftverket och i Tensmyragrenen. Åtgärdsförslaget innebär därför att två nya fiskvägar anläggs på ungefär samma platser som de tidigare fiskvägarna låg; en slitsränna vid kraftverket samt ett omlöp vid Tensmyradammen.

Huvudalternativet för att skapa goda förutsättningar för nedströmsvandring innebär att ett flöde avleds vid nuvarande isutskov. Detta flöde används även som lockflöde vid slitsrännans mynning. På samma sätt som tidigare beskrivits (**Figur 8**) kan åtgärderna för nedströmsvandring behöva utvecklas om de inte skulle visa sig vara tillräckliga.



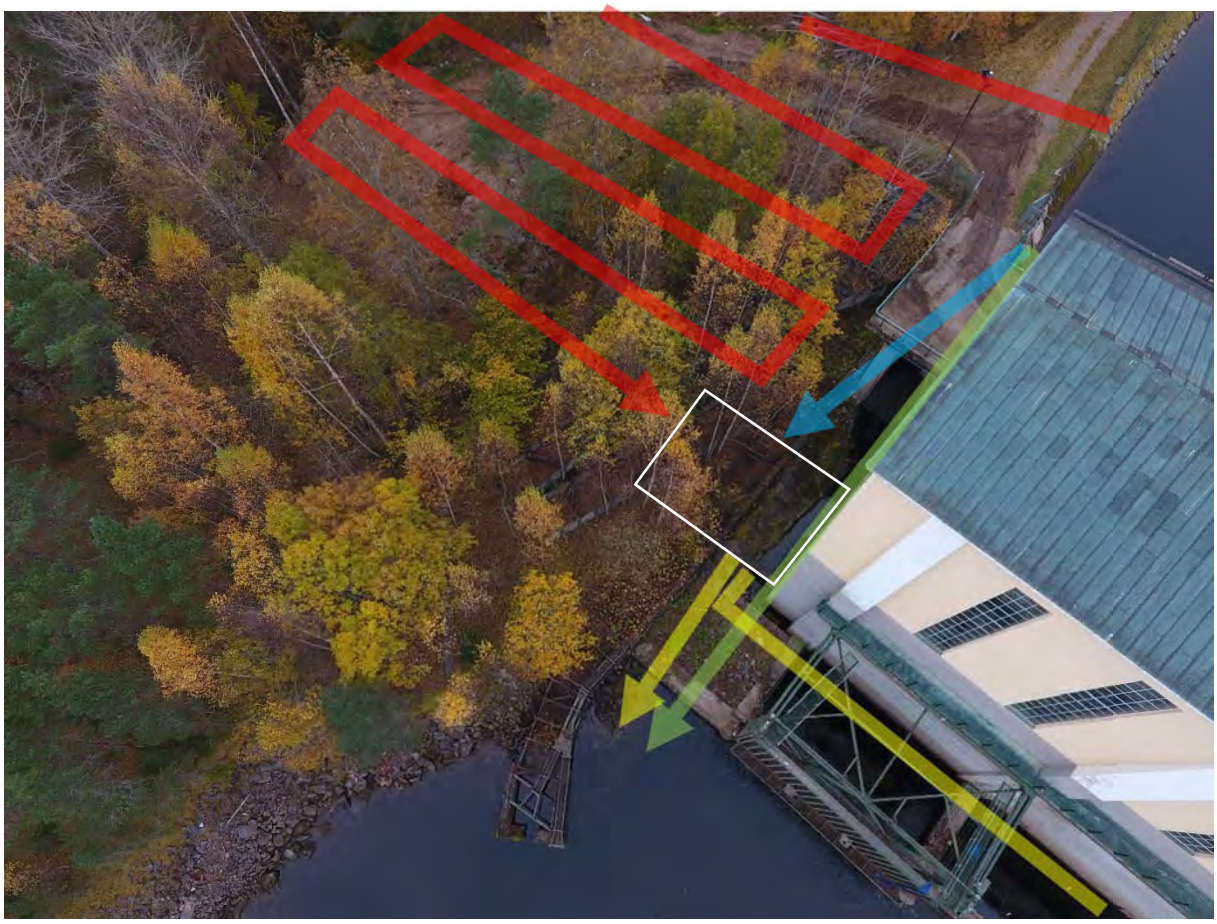
Figur 18. Totalmedelflöde i Lanforsen 2010-2016 (blå linje) med 95% konfidensintervall (grön och röd linje). Den röda streckade linjen illustrerar kraftverkets slukförmåga (620 m³/s). Flödesdata från Fortum (2017).



Figur 19. Faktiskt spillflöde vid Lanforsens kraftverk 2010-2016. Flödesdata från Fortum (2017).

4.2.1.1 Teknisk fiskväg vid kraftstationen

Vid kraftstationens utlopp anläggs en teknisk fiskväg av typen slitsränna (**Figur 20**). Eftersom uppvandrande fisk ofta följer huvudströmmen bedöms fisken under normala flödessituationer lockas mot kraftverkets utlopp vilket innebär att dess funktion kommer vara av stor vikt.



Figur 20. Principskiss över föreslagen dragning av en ny teknisk fiskväg (röd), fiskvägsingångar (gul), placering av dämpningsbassäng (vit), turbinintag minikraftverk (blå) och avledare (grön) vid Lanforsens kraftstation. Norconsult 2017.

Slitsrännans inlopp anläggs till höger om kraftstationens intag. Slitsrännan utformas med en slitsbredd om 45 cm för att fungera väl för storvuxen fisk. Med ett fall mellan varje bassäng på 25 cm och en total fallhöjd på 10 m blir fiskvägen cirka 180 m lång med 42 bassänger. Inloppströskeln dimensioneras för att säkerställa en tappning om 1,25 m^3/s vid normalt vattenstånd. Föreslagen utformning resulterar i en lutning om ca 5-6 %.

För att skapa en god attraktion till fiskvägen krävs ett stort flöde vid slitsrännans mynning för att uppvandrande fisk ska kunna känna av och hitta flödet. För detta krävs betydligt mer än de 1,25 m^3/s som slitsrännan dimensionerats för. Anläggs fiskvägen enligt rekommendation är den dock välplacerad, vilket innebär att ett mindre attraktionsflöde krävs än för en fiskväg placerad ett längre stycke från barriären i fråga. På grund av turbinernas omfattande slukförmåga (620 m^3/s) och den höga medelvattenföringen (359 m^3/s) har vi bedömt att det krävs minst ytterligare 10 m^3/s för att skapa god anlockning. Detta ger ett totalt fiskvägsflöde om 11,25 m^3/s, vilket motsvarar 1,8 % av turbinernas slukförmåga och 3,1 % av årsmedelvattenföringen, vilket faller inom det lägre spannet för rekommendationer om 1-5 % av det konkurrerande flödet från länder som Frankrike (Larinier *et al.*, 1994) och Storbritannien (Armstrong *et al.*, 2010). Ett ökat lockflöde kan även ombesörjas av t.ex.

pumpar, men eftersom flödet här används för att optimera både uppströms- och nedströmspassage är det inget lämpligt alternativ just vid Lanforsen.

För att minska produktionsförlusterna av det omfattande spillet föreslår vi att man anlägger ett minikraftverk till höger om kraftverket genom vilket huvuddelen av lockvattnet körs (9 m^3/s). Intaget till minikraftverket placeras ungefär där nuvarande isutskov är placerat. Intaget förses med en låglutande fingrind och en avledare och flyktränna (1 m^3/s) för nedströmsvandrande fisk (Calles *et al.*, 2013b). Flödet i flyktrännan avvattnas i möjligaste mån för att maximera produktionen i minikraftverket. Det sammanlagda flödet från kraftverket och slitsrännan mynnar i en gemensam dämpningsbassäng. Vattnet från kraftverket mynnar bakom ett fingaller och förenas därefter med fiskvägsflödet genom detta galler (jmf. ”diffusorn” vid Stornorrfors; (Lundqvist *et al.*, 2014)). Flödet från avledaren via flyktrännan (1 m^3/s) mynnar i direkt anslutning till ingången till dämpningsbassängen för att ytterligare öka attraktionen till fiskvägen utan att riskera skador och predation i nyss nämnda bassäng. På så sätt skapas en god anlockning till slitsrännan genom att totalt 11,25 m^3/s tappas i eller vid fiskvägens ingångar.

Från dämpningsbassängen anläggs tre utloppskanaler varav två (cirka 3 respektive 5 m^3/s) mynnar vid den vänstra sidan av det andra turbinutloppet sett från höger och en (3 m^3/s) mynnar till höger om kraftstationen (**Figur 21**). Den relativa flödesfördelningen mellan de olika ingångarna ska vara justerbart för att möjliggöra en framtida optimering av deras funktion. Dimensionerna på föreslagen slitsränna är större än vad som tidigare anlagts i Sverige. Utifrån schablonpriser och erfarenheter från tidigare anläggningsprojekt bedöms kostnaderna för anläggandet av föreslagen slitsränna uppgå till cirka **30 Mkr**. Till det tillkommer kostnader för övriga anläggningar.

Minikraftverket som anläggs för att minska produktionsförlusterna uppskattas mycket grovt kosta ca **15 Mkr**. Produktionsbortfallet av de ca 1 m^3/s som spills innebär ett produktionsbortfall om cirka **0,2-0,4 Mkr/år**. Om inget minikraftverk byggs utan istället 11,75 m^3/s spills innebär detta ett årligt produktionsbortfall om cirka **3,5 Mkr/år**.

Figur 21. Utloppskanalen vid Lanforsen kraftstation är bred och medelvattenföringen hög. För att säkerställa en god anlockning för uppvandrande fisk bör flera utlopp (gula pilar) anläggas. Norconsult 2017.

4.2.1.2 Naturliknande fiskväg vid Tensmyradammen

Vid Tensmyragrenen ser förutsättningarna för fiskväg något annorlunda ut jämfört med vid kraftverket. Huvuduppgiften för fiskvägen vid Tensmyradammen är främst att fisk som lockats upp i Tensmyragrenen inte ska fastna då spillet upphör, samt att i andra hand förse naturfåran med en mintappning för att i viss mån återskapa lek- och uppväxtområden (Hagelin, 2017; Sparrevik *et al.*, 2011a). Det är betydligt lättare att få till en god anlockning vid Tensmyradammen eftersom det vanligtvis inte finns något konkurrerande flöde som lockar fisken bort från fiskvägen. När det väl spills brukar detta inte vara långvarigt vilket innebär att den fisk som lockats upp i Tensmyragrenen utan att hitta fiskvägen bör göra det när spillet upphör.

Den åtgärd som i första hand föreslås, är en naturliknande fiskväg, ett s.k. omlöp, till vänster om dammbyggnaden (**Figur 22**). Fallhöjden vid dammbyggnaden uppgår till cirka 5 m. Det innebär det att det krävs en längd om 200 m för en fiskväg med en lutning om 2,5 %. Fiskvägen anpassas så att ett kontinuerligt flöde om cirka 4 m^3/s avbördas genom den. För att säkerställa att vattenfåran i Tensmyragrenen blir vandringsbar justeras botten så att en djupfåra bildas där flödet koncentreras och säkerställer ett minsta vattendjup om 0,6 m under perioden augusti till oktober.

Figur 22. Ett omlöp anläggs vid Tensmyradammen för att säkerställa passagemöjlighet. Norconsult 2017.

Som ytterligare åtgärd föreslås att en minimitappning införs med syfte att återskapa sträckan som lämplig lek- och uppväxtbiotop för vild lax och öring (**Figur 23**). Minimitappningens omfattning behöver utredas vidare, lämpligen via hydraulisk modellering och en validerande provtappning. Om möjligt bör spill prioriteras i gren 2 för att inte försämra fiskens andring upp till Tensmyradammen. Spill till den andra grenen (gren 2) påverkar dock uppströmsvattenytan vid Lanforsen och innebär därmed en produktionsförlust. I den mån spill ändå förekommer i Tensmyragrenen (gren 1) bör förändringarna i flödet geomföras så långsamt som möjligt.

Figur 23. Föreslagen dragning av lågvattenfåra (blå pil). Norconsult 2017.

Utifrån schablonpriser och erfarenhet från tidigare anläggningsprojekt bedöms kostnaden för föreslagen naturliknande fiskväg vid Tensmyrdammen uppgå till ca **5 Mkr**.

Minimitappning vid Tensmyragrenen motsvarande ca 4 m^3/s i medelflöde över året beräknas innebära en årlig kostnad i produktionsbortfall om ca **1,2 Mkr/år**.

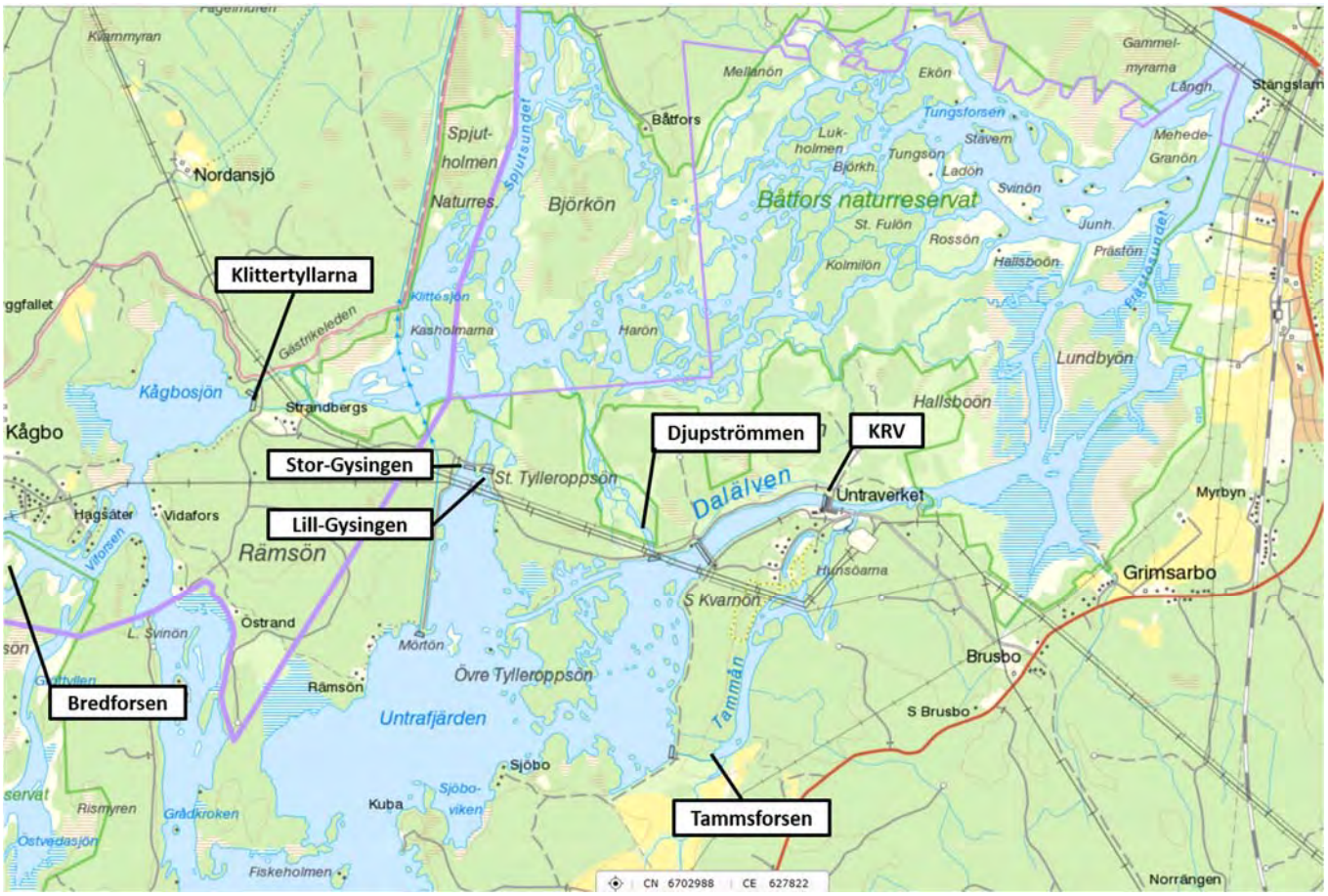
4.2.1.3 Nedströmspassage

Nedströmsvandrande fisk tenderar att följa huvudströmmen, vilket i Lanforsen innebär att avledning av nedströmsvandrande fisk bör ske i anslutning till intagen. I intaget till minikraftverket som placeras i närheten av befintligt isutskov anläggs en låglutande fingrind. Merparten av vattnet passerar således genom gallret, turbinen och vidare till dämpningsbassängen. Fisken och skräp leds via det återstående vattnet via en flyktränna som mynnar nedströms dämpningsbassängen, i direkt anslutning till fiskvägsingången. Två flöden mynnar således i dämpningsbassängen; från minikraftverket (>9 m^3/s) och från slitsrännan (1,25 m^3/s).

På grund av det stora flödet som avleds från befintliga turbiner (genom minikraftverk, avledare och slitsränna) bedöms avledningen kunna bli god även utan andra åtgärder. Om det skulle visa sig vara otillräckligt kan åtgärderna för nedströmspassage byggas på som tidigare beskrivits (**Figur 8**), dvs. första hand en ytorienterad avledare och i andra hand en fysisk avledare.

4.3 UNTRA KRAFTVERK (3) - FORTUM – 28 RKM

Untra kraftverk ligger beläget mellan de ursprungliga fårorna i Båtforsområdet och den sydligaste grenen Tammsforsen och har en fallhöjd om cirka 14 m (**Figur 24**). De negativa effekterna av utbyggnaden på älvens ekosystem förutspåddes av Nordquist *et al.* (1911) som skrev: *"Det torde icke kunna betviflas, att icke stationens fördämningar komma att skada laxfisket i älfven dels genom att försvåra laxens uppstigande och dels genom att förstöra lekplatser."* Kraftverket färdigställdes 1918 och har i dag en utbyggnadsvattenföring på 450 m^3/s fördelat på fem dubbel-Francis turbiner (G1-5)(Tabell 4). Området är ett naturligt komplext kvillområde och utöver ett stort antal spilluckor och vattenvägar i Båtforsområdets övre delar finns även kraftverket Storgysingen (1992) med en utbyggnadsvattenföring på 20 m^3/s fördelat på två turbiner (Tabell 4). Båtfors komplexitet illustreras av det faktum att det innan utbyggnaden lär ha tagit laxen åtta dagar längre att nå Storgysingen jämfört med Tammsforsen (Nordquist *et al.*, 1911). De huvudsakliga vattenvägarna består i dag av, från söder till norr, Tammsforsen, Djupströmmen, Lillgysingen, Storgysingen och Kågbogrenarna (**Figur 24**). Samtliga dessa fåror kan vid behov användas till att avbörda vatten från Untrafjärden. Mintappning till Båtfors sker via kraftverket Storgysingen samt tillhörande spillutskov enligt 40 m^3/s under maj-juni, 20 m^3/s under juli-augusti och 10 m^3/s under övriga delar av året (Hedström-Ringvall *et al.*, 2017). Innan mänsklig påverkan var årsmedelvattenföringen i Båtfors cirka 287 m^3/s, vilket utgjorde 80 % av årsmedelvattenföringen på platsen. Vid Untra kraftverk finns de nedre delarna av den gamla fiskvägen kvar (**Figur 25**), i vilken det rinner spillvatten från dammen och öring har påträffats där. I direkt anslutning till turbinintaget finns ett isutskov som vid besöket okulärt bedömdes som intakt och funktionellt.



Figur 24. Området vid Untra kraftverk, Dalälven.

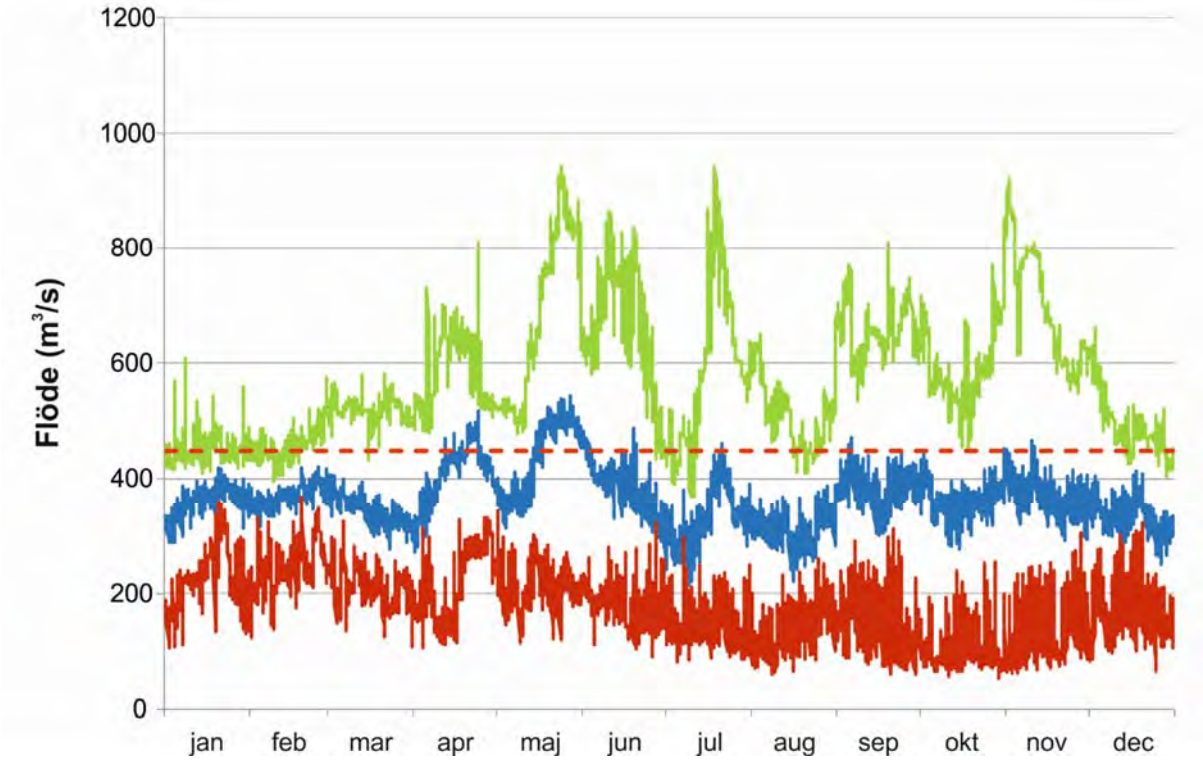
Figur 25. Untra kraftverk i Dalälven med befintligt isutskov och resterna av den gamla fiskvägen.

Tabell 4. Egenskaper för Untra och Storgysingens kraftverk i Dalälvens huvudfåra (Calles & Christiansson, 2012; Sparrevik *et al.*, 2011a; Vattenfall, 1994).

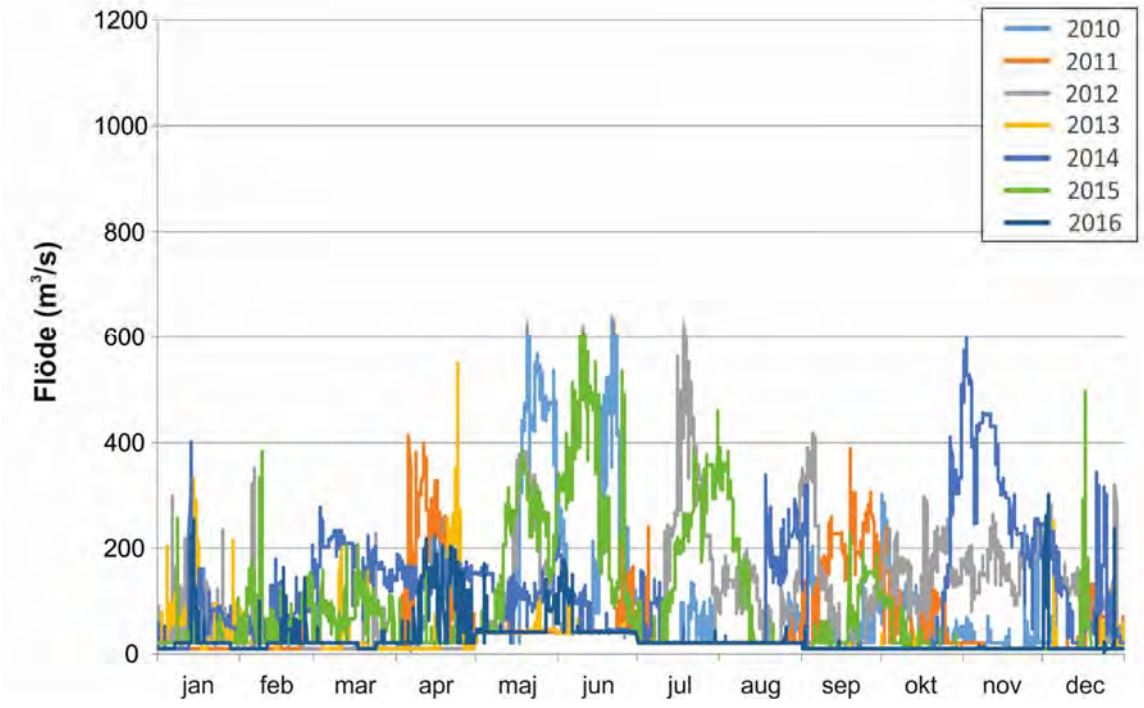
Parametrar	Untra		Storgysingen
Spaltvidd galler	70 mm		50-70 mm?
Löphjul (antal & typ)	4 x D-Francis	1 x D-Francis	i.u.
Rotationshastighet	125 rpm	125 rpm	i.u.
Diameter (Ø)	2250 mm	i.u.	i.u.
Slukförmåga	4 x 85 m^3/s	110 m^3/s	2 x 10 m^3/s
	Totalt = 450 m^3/s		**Totalt = 20 m^3/s**
Fallhöjd	13-14 m		6,5 m
Installerad effekt	42 MW		i.u.
Årsproduktion	250 GWh		i.u.
MQ	359 m^3/s		
MLQ	135 m^3/s		
LLQ	41 m^3/s		
Magasinvolym	9,3 Mm^3		

Timvisa flödesdata från Untra för perioden 2010-2016 visar att medelflödet under perioden var 372 m^3/s, med årliga medelflöden från 245 till 443 m^3/s (**Figur 26**). Kraftverkets slukförmåga om 450 m^3/s är betydligt lägre än vid Lanforsen (620 m^3/s) och Älvkarleby (700 m^3/s), men samtidigt betydligt högre än årsmedelvattenföringen på platsen. Spill är till följd av detta generellt sett högre än vid nyss nämnda kraftverk, men med stor variation och betydligt lägre än MLQ för Båtfors (**Figur 27** och **Figur**

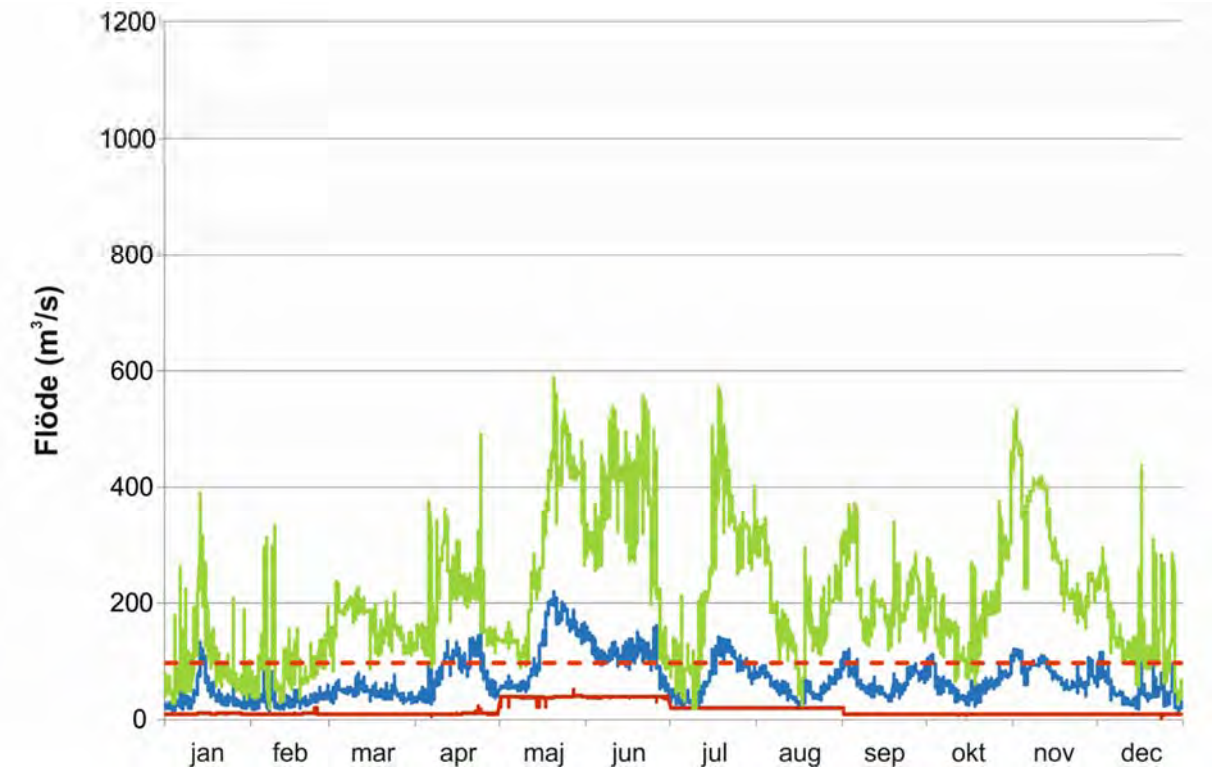
28). Perioder med högt spill vid Untra inträffar regelbundet under såväl sen vår som sommar och höst, vilket sammanfaller med de diadroma fiskarternas vandringsperiod och därför bör beaktas vid resonemang kring fiskpassagers placering och utformning samt ekologiskt anpassade flöden.



Figur 26. Totalmedelflöde i Untra 2010-2016 (blå linje) med 95% konfidensintervall (grön och röd linje). Den röda streckade linjen illustrerar kraftverkets slukförmåga (450 m³/s). Storgysingen är inte inkluderad eftersom flödet där är att betrakta som spill till Båtfors. Flödesdata från Fortum (2017).



Figur 27. Timvist flöde till Båtfors, vid Untra kraftverk, 2010-2016. Flödet via Storgysingen är inkluderat eftersom flödet där är att betrakta som spill till Båtfors. Flödesdata från Fortum (2017).



Figur 28. Totalmedelflöde i Båtfors 2010-2016 (blå linje) med 95% konfidensintervall (grön och röd linje). Den röda streckade linjen illustrerar minsta lågvattenföring (MLQ) för Båtfors (108 m^3/s)(Hedström-Ringvall *et al.*, 2017). Flödet via Storgysingen är inkluderat. Flödesdata från Fortum (2017).

4.3.1 Åtgärdsförslag

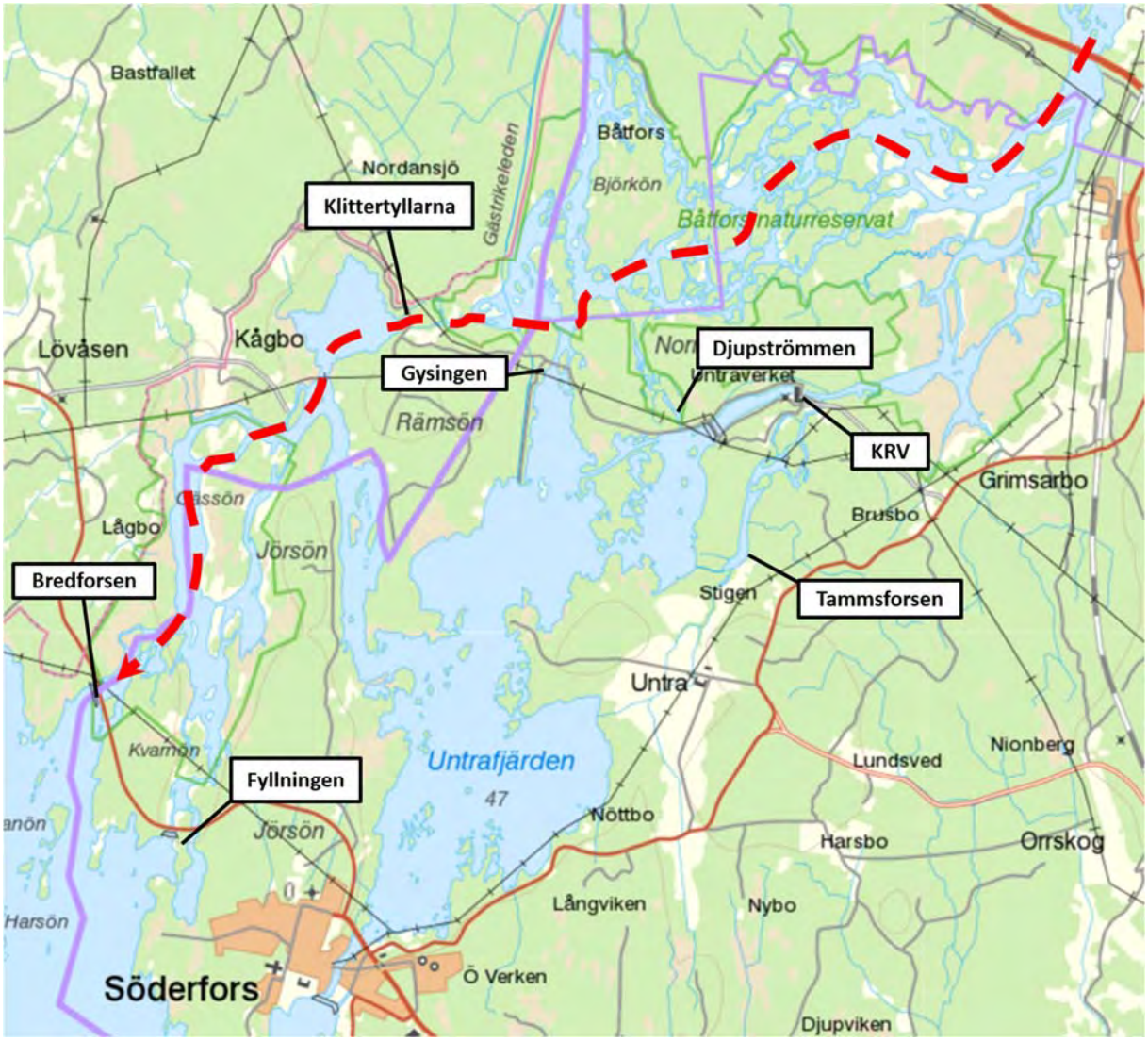
Som tidigare beskrivits utgörs vattensystemet av flera olika fåror och det finns alltså flera olika sätt för fisk i systemet att vandra både i uppströms och i nedströms riktning. För att begränsa antalet lokaler där åtgärder krävs går åtgärdsförslaget ut på att samla fiskvandringen till så få vägar som möjligt, vilket även inbegriper passage förbi Söderfors kraftverk.

Det huvudsakliga åtgärdsförslaget för Untra och Söderfors kraftverk är att isolera den vandrande fisken till Båtforsområdet och Bredforsområdet så att de inte kommer ut i Untrafjärden (**Figur 29**). Uppströmsvandrande fisk leds från Untra till Båtfors och vidare upp till Bredforsområdet via Klittertyllarna. Inga ytterligare åtgärder föreslås för att leda fisk förbi Söderfors kraftverk. Eftersom både upp- och nedströmsvandrande fisk leds förbi Untrafjärden via Kågbosjön-Klittertyllarna direkt till Båtfors krävs inga åtgärder för nedströmsvandring vid Untra kraftverk. Mintappningen till Båtfors föreslås ske via Klittertyllarna och ökas till 80 m^3/s under sommaren (1 maj – 30 september) och 30 m^3/s vintern (1 oktober – 30 april) (Hagelin & Bruks, 2017). Därtill föreslås full körning i Storgysingen året runt, vilket sammantaget ger totalflöden om 100 respektive 50 m^3/s i Båtfors (Norconsult, 2017).

4.3.1.1 Uppströmsvandring

För att skapa bästa möjliga förutsättningar för uppströmsvandring föreslås följande åtgärder.

- Ökat flöde i Båtfors (Norconsult, 2017), vilket ger utökade habitatarealer och ökar anlockningen till området
- Naturlik fiskväg av omlöpstyp mellan Båtfors och Untras utloppskanal
- Naturlika fiskvägar av omlöpstyp i Klittertyllarna (Kågbofårorna)



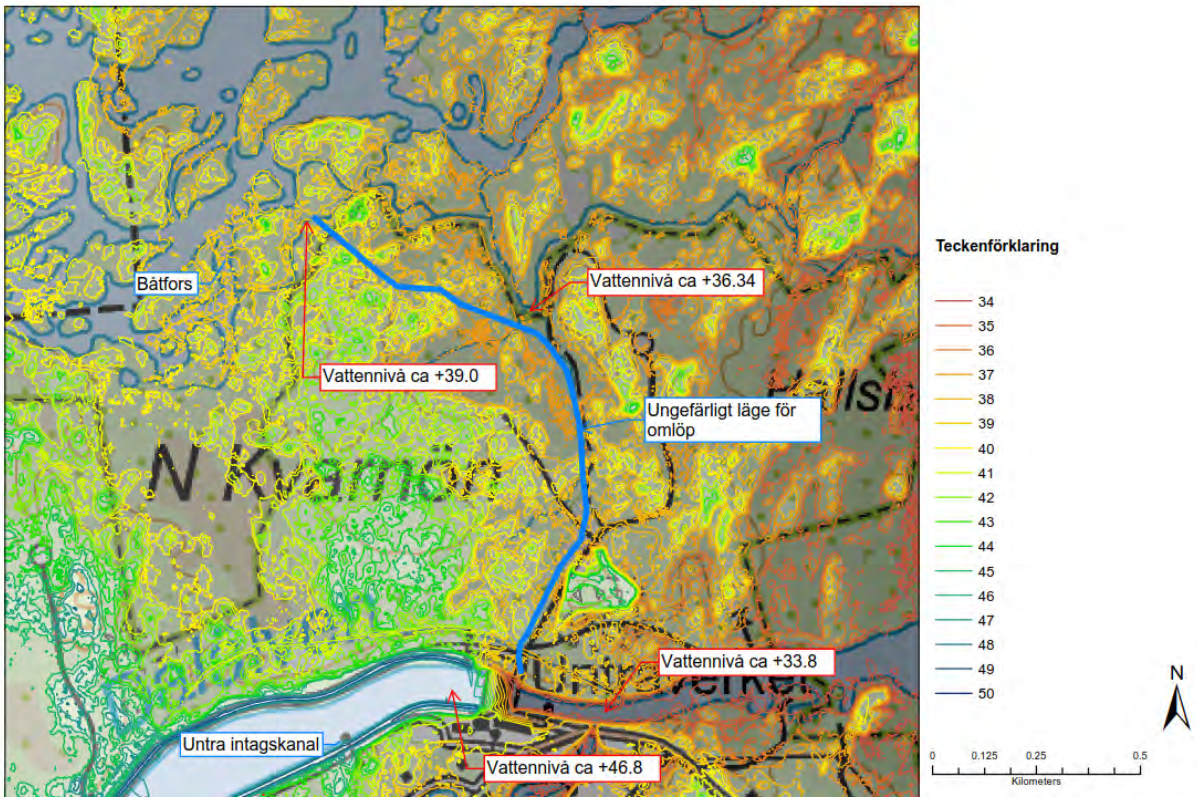
Figur 29. Området vid Untra kraftverk, Dalälven. Den röda streckade linjen illustrerar den föreslagna huvudsakliga vandringsvägen för vandringsfisk efter åtgärd.

4.3.1.1.1 Naturlik fiskväg av omlöpstyp mellan Båtfors och Untras utloppskanal

Flödet genom Untra kraftverk är betydligt större än det genom Båtfors, vilket innebär att en betydande andel av fisken sannolikt skulle lockas upp i Untras utloppskanal om passage av Älvkarleby och Lanforsen blir verklighet. För den fisk som hamnar i utloppskanalen krävs en fiskväg till Båtfors för att dessa ska få möjlighet att nå reproduktionsområdena.

Den fiskväg som förespråkas är en naturlik fiskväg av typen omlöp mellan utloppskanalen och Båtfors. Istället för att ansluta till den allra närmsta kvillen föreslås en punkt längre uppströms för att på så sätt få till en högre lutning. Omlöpets placering behöver utredas vidare för att hitta en optimal avvägning mellan avstånd och fallhöjd. Omlöpets sträckning blir då ca 1,5 km (**Figur 30**). Fallhöjden längs sträckan är låg, endast ca 5 m. Detta innebär att även lutningen på fiskvägen blir låg, ca 0,3-0,4

%. Vattenvägen byggs upp med en bottenbredd om ca 3-5 m och med ett normalvattendjup om ca 1 m. Den naturlika fiskvägen dimensioneras för att kunna avbörda flöden på ca 4-10 m^3/s.



Figur 30. Omlöp mellan Untras utloppskanal och Båtfors. Terrängen är utmarkerad med höjdkurvor.

Den nya vattenvägen schaktas fram i terrängen varefter den byggs upp med naturmaterial. Om den kvillfåra som omlöpet ansluter till är för trång för att kunna avbörda ett tillräckligt flöde kan den breddas och göras djupare. På grund av den begränsade fallhöjden mellan Båtfors och utloppskanalen krävs vidare utredning för den mest optimala placeringen av omlöpet. Möjligtvis kan nivån i den kvillfåra som omlöpet ansluts till höjas något för att på så sätt skapa större fallhöjd över omlöpet. I övrigt utformas omlöpet så att det följer befintlig terräng i så stor utsträckning som möjligt för att minimera schaktmängderna. Grovt uppskattat krävs ca 7500-15 000 m^3 schakt av jord och berg för att anlägga fiskvägen.

I fiskvägar med låg lutning och låg vattenhastighet finns risk att en biotop skapas som är väl lämpad för gädda. Detta i sin tur kan göra att predationstrycket blir högt på smolt. Den smolt som produceras i Bredforsområdet, Kågbogrenen och Båtfors bedöms dock till huvuddelen vandra ut via Båtforsområdet eftersom det är där huvuddelen av flödet går och inte genom omlöpet. För den uppströmsvandrande vuxna fisken som i första hand förväntas använda omlöpet bedöms predation från gädda inte vara av någon stor betydelse.

Den befintliga fiskvägens mynning bedöms vara väl placerad och omlöpets mynning placeras så att det mynnar i fiskvägen några meter uppströms utloppet i utloppskanalen (**Figur 31**). Omlöpets flöde på cirka 4-10 m^3/s är mycket för ett omlöp men är litet jämfört med det flöde som går genom Untra kraftverk (0,9-2,2 %). Om anlockningen till omlöpet i framtiden visar sig fungera otillfredställande finns även möjlighet att installera pumpar för att skapa en bättre anlockningsström. Dessa pumpar placeras då i den befintliga fiskvägen och skapar ett större mer kännbart flöde i utloppskanalen.

Pumparna lyfter inget vatten utan används endast för att skapa en lockström. Liknande utformningar har använts i USA med gott resultat (NMFS, 2011).

Figur 31. Mynningen till föreslagen naturlik fiskväg (rödmarkerat område) mellan Båtfors och Untra kraftverk placeras vid den gamla fiskvägens mynning. Den vita streckade linjen visar isutskovets sträckning.

Utifrån schablonpriser och erfarenheter från tidigare anläggningsprojekt har kostnaderna för omlöpet (inga pumpar inräknade) uppskattats till ca **5-10 Mkr**.

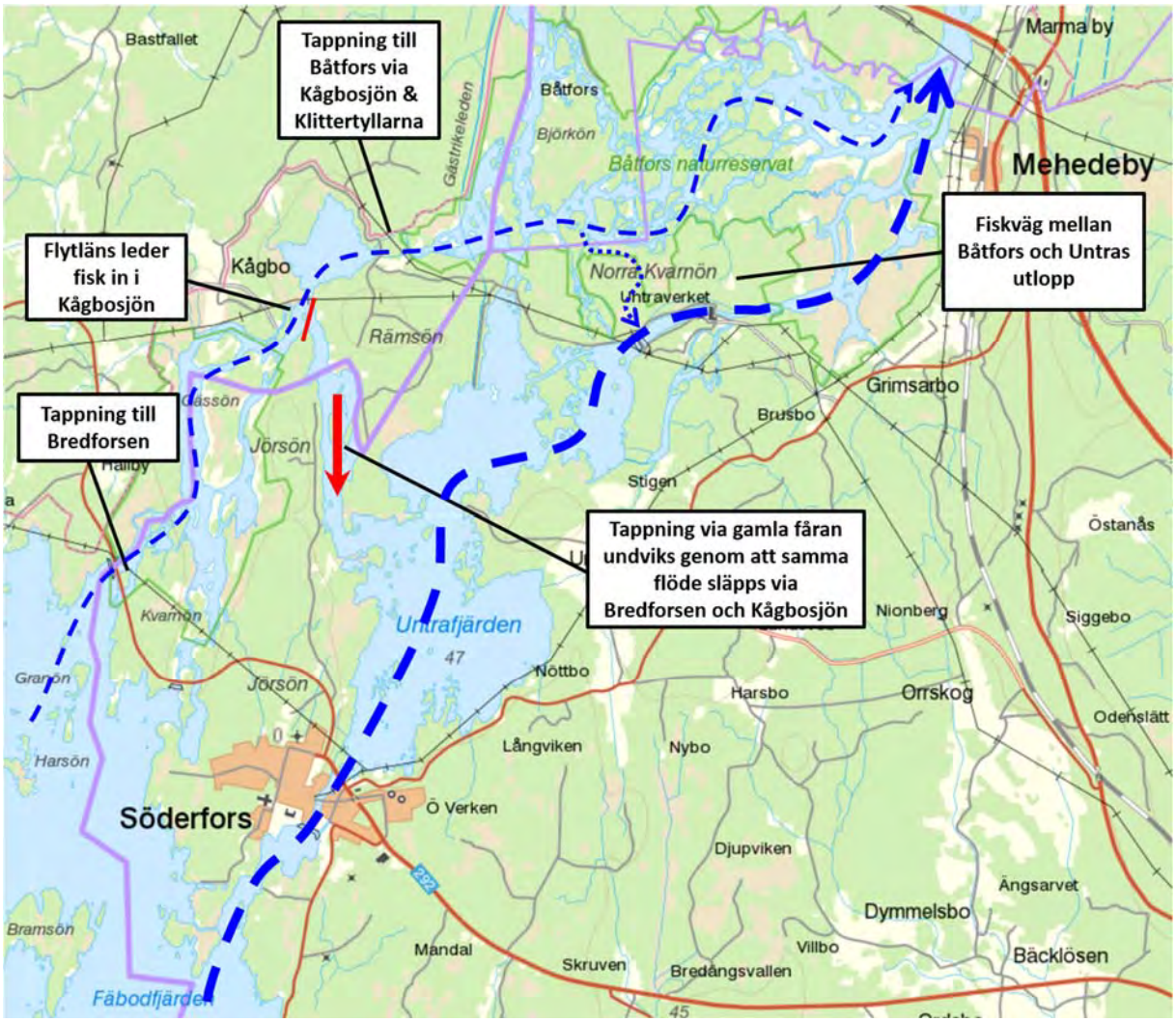
Den ökade tappningen till Båtforsområdet från Storgysingen och Bredfors-Kågbo-Klittertyllarna medför att cirka 30 m^3/s försvinner från produktionen vid Untra. Driften av Storgysinge kraftverk utökas så att det körs för fullt (20 m^3/s) hela året, vilket innebär att produktionen vid Storgysinge ökar med i snitt ca 7 m^3/s över året (10 m^3/s under 8 månader). Produktionsbortfallet vid Untra är dock betydligt större och sammantaget bedöms produktionsbortfallet uppgå till cirka **12 Mkr/år**.

4.3.1.1.2 Naturlika fiskvägar av omlöpstyp i Klittertyllarna

Dammanläggningen vid Kågbosjön syftar till att hindra vatten från att rinna från Kågbosjön ner i Båtforsområdet via Stortyllen och Sågtyllen (Klittertyllarna), vilket historiskt var en av Dalälvens naturfåror (Nordquist *et al.*, 1911). Istället leds det via Dalälvens ursprungliga huvudfåra ut i Untrafjärden. Kågbodammens utskovsdelar i Klittertyllarna utgörs av sättutskov med bredderna ca 35 m respektive ca 30 m.

När vattenföringen överskrider utbyggnadsvattenföringen vid Söderfors (400 m^3/s) prioriteras spill via Lillfyllingen och Bredforsen. Spill via Söderfors undviks eftersom det påverkar produktionen negativt. Medelhögflödet i Kågbogrenen uppskattas till ca 400 m^3/s vilket är medelhögvattenföringen vid Söderfors minus slukförmågan vid Söderfors. Det maximala flödet som kan uppkomma bedöms dock kunna bli upp mot cirka 1000 m^3/s vilket är den sammanlagda avbördningsförmågan till

Kågbogrenen. Vattennivån i Kågbosjön antas i normala flödessituationer följa nivån i Untrafjärden. Vid höga tappningar i Kågbogrenen antas förträngningen i Görströmmen (mellan Kågbosjön och Untrafjärden) ge fallförluster som gör nivån i Kågbosjön högre än den i Untrafjärden. Djupförhållandena i Görströmmen är inte kända men fallförlusterna har uppskattats till ca 0,8 m vid maximal tappning till Kågbogrenen. Båda dammarna byggs om och anpassas för att delar av minimivattenföringen till Båtforsområdet ska kunna släppas via Kågbosjön (**Figur 32**). Mellanskillnaden i minimitappning mellan Bredforsen och Båtfors tappas via Storgysingen. Befintliga regleringsdammar byggs om eller byggs nya. Den nya anläggningen förses med regleringsmöjligheter.



Figur 32. Området i anslutning till Söderfors och Untra kraftverk med översikt av åtgärder och tillhörande strategi för fiskpassage.

Fårorna Stortyllen och Sågtyllen nedströms dammarna anpassas för att klara av att avbörda den högsta vattenföringen som kan väntas uppkomma samtidigt som de ska fungera som lek- och uppväxtmiljö för strömlevande fisk. Detta görs genom att fårorna grävs djupare där så behövs och byggs upp, alternativt återställs, som naturlika vattenvägar. Botten byggs upp på sådant sätt att vattenvägarna erosionsskyddas. Vattenvägarna blir ca 25 m breda och utformas så att höjden från botten till strandkrön blir ca 1-2 m. Grusvägen som löper nedströms de befintliga dammarna tas bort och ersättas med två broar.

Anläggningen avbördar efter ombyggnad cirka 80 m^3/s vid normalvattennivå. Fårorna byggs upp för att klara av en tappning på upp emot emot ca 130 m^3/s sammanlagt.

Efter ombyggnad (**Figur 32**):

- Spill till Båtforsområdet via Kågbosjön istället för via Storgysingedammen. På så sätt används vattnet mer effektivt genom att strömbiotoper tas i bruk. Ca 2,5 hektar strömbiotop tillkommer.
- Vid spill till Kågbofåran vilket sannolikt sammanfaller med smoltutvandring går endast en mindre andel av flödet via Untrafjärden. Detta innebär att umerparten av de smolt som vandrar ut från Bredforsområdet förs direkt till Båtforsområdet utan att passera Untrafjärden eller Untra kraftverk.

4.3.1.2 Nedströmsvandring

Inga åtgärder för nedströmsvandring görs vid Untra krv eftersom huvudalternativet innebär att varken smolt eller kelt hamnar i Untrafjärden. Ifall detta inte är möjligt att genomföra föreslås åtgärder för nedströmsvandring i linje med det som föreslås för Älvkarleby. Värt att notera är dock att vid Untra finns ett välplacerat och funtionellt isutskov (**Figur *31***), vilket man enkelt kan driftsätta och utreda funktionen för. Skulle effektivitetet vara låg får man komplettera passagen med en avledare enligt **Figur 8**.

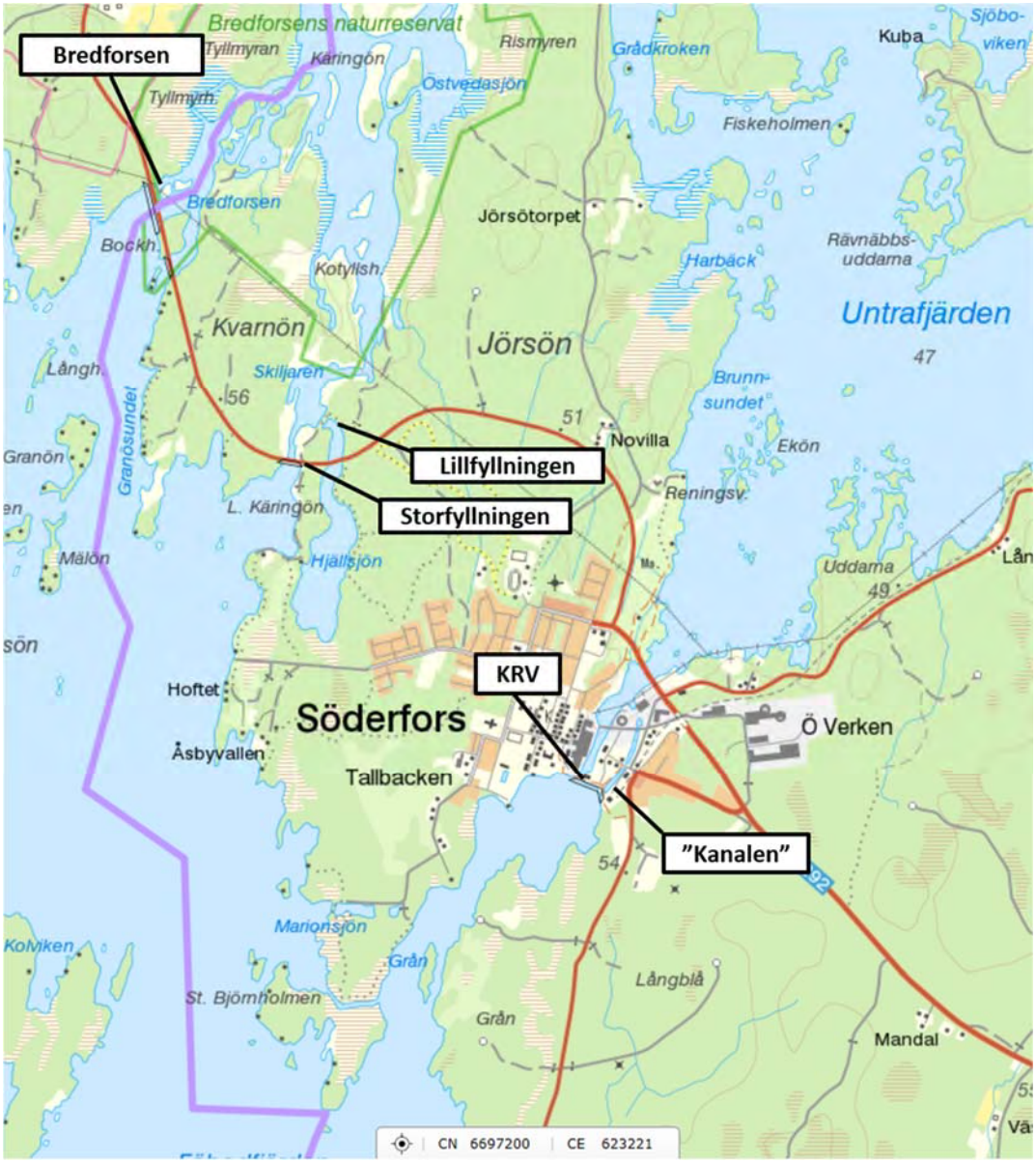
4.3.1.2.1 Flytläns nedströms Viforsen

För att i spillsituationer ytterligare leda nedvandrande smolt från Bredforsområdet mot Kågbosjön och Båtfors istället för ut i Untrafjärden anläggs en flytande läns tvärs över Dalälvens ursprungliga fåra nedströms Viforsen (**Figur 32**). Länsen utformas med flytande element med ett nät undertill som tyngs ner av en kraftig kätting. Eftersom länsen inte är tät väntas eventuell vattenström mot Untrafjärden gå genom skärmen samtidigt som smolt och kelt förs längs med den in i Kågbosjön. För att minimera andelen fisk som vandrar ut i Untrafjärden vore det önskvärt att vid basflödessituationer leda allt vatten, och därmed all fisk, in i Kågbosjön. Detta skulle kunna åstadkommas genom att anlägga en pir/stenfyllnadsdamm nedströms Viforsen, med en höjd som innebär att vatten obehindrat flöder över piren vid flöden högre än den fastställda framtida mintappningen. Eftersom det är oklart hur en sådan konstruktion skulle kunna äventyra dammsäkerheten på platsen, krävs ytterligare utredningar för att fastslå om en sådan lösning är praktiskt genomförbar och vilka kostnader den skulle medföra.

Ingen liknande skärm har installerats i Sverige tidigare. Kostnaden för en nätavledare avsedd för detta ändamål har för Älvkarleby skattats till cirka 0,18 Mkr/100 m, vilket för ovan nämnda sträckning om ca 400 m skulle innebära en ungefärlig totalkostnad om **10 Mkr** (Karlsson & Sundquist, 2017).

4.4 SÖDERFORS KRAFTVERK (4)- VATTENFALL - 37 RKM

Söderfors kraftverk är beläget vid den sydligaste av de fyra ursprungliga naturfårorna Söderfors, Lillfyllningen, Storfyllningen och Bredforsen (**Figur 33**), där de tre sistnämnda tillsammans benämns som ”Kågbogrenen”. Det lär inte ha funnits några naturliga vandringshinder på platsen, men efter att stålverket i Söderfors byggts 1676 utgjorde nåldammen periodvis helt eller delvis ett vandringshinder och en del fiskar vandrade även upp i utloppskanalen från bruket när dessa inte var avstängda med grovgaller (Nordquist *et al.*, 1911). Uppströmsvandrande fisk lär dock enligt samma källa huvudsakligen ha vandrat till Fyllningen och Bredforsen som hade låga fallhöjder och var enkla att passera. Stålverket i Söderfors kompletterades med ett vattenkraftverk under sent 1800-tal som moderniserades 1970-79 och då fick en fallhöjd på 5 m (Tabell 5). Nordquist *et al.* (1911) noterade angående nedströmspassage att ”Däremot är intet åtgjordt för att hindra det nedvandrande laxynglet och ålen att komma in i turbinerna. Öfver de till turbinerna ledande kanalerna funnos visserligen galler, men afståndet mellan stafvarna i dessa var i den ena kanalen omkring 12 cm och i den andra omkring 5 cm, hvarför de icke kunna hindra fisks inträngande i turbinerna”.

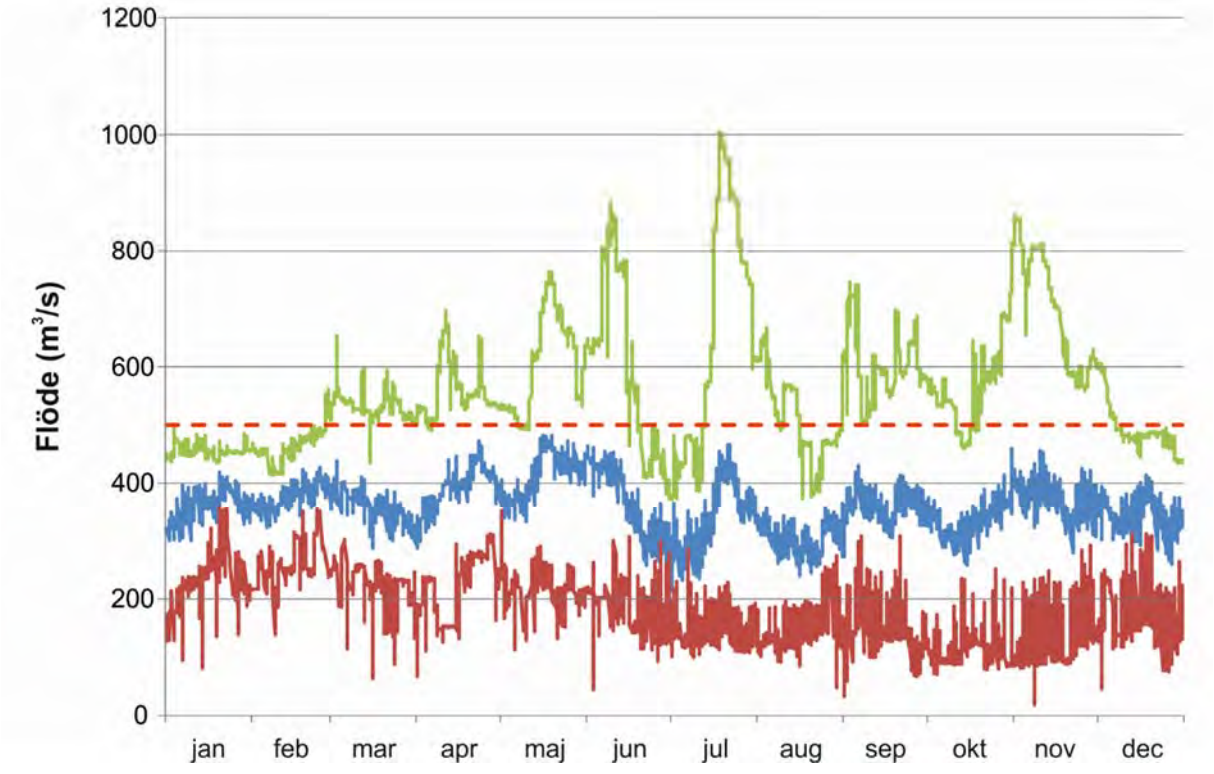


Figur 33. Området vid Söderfors kraftverk, Dalälven.

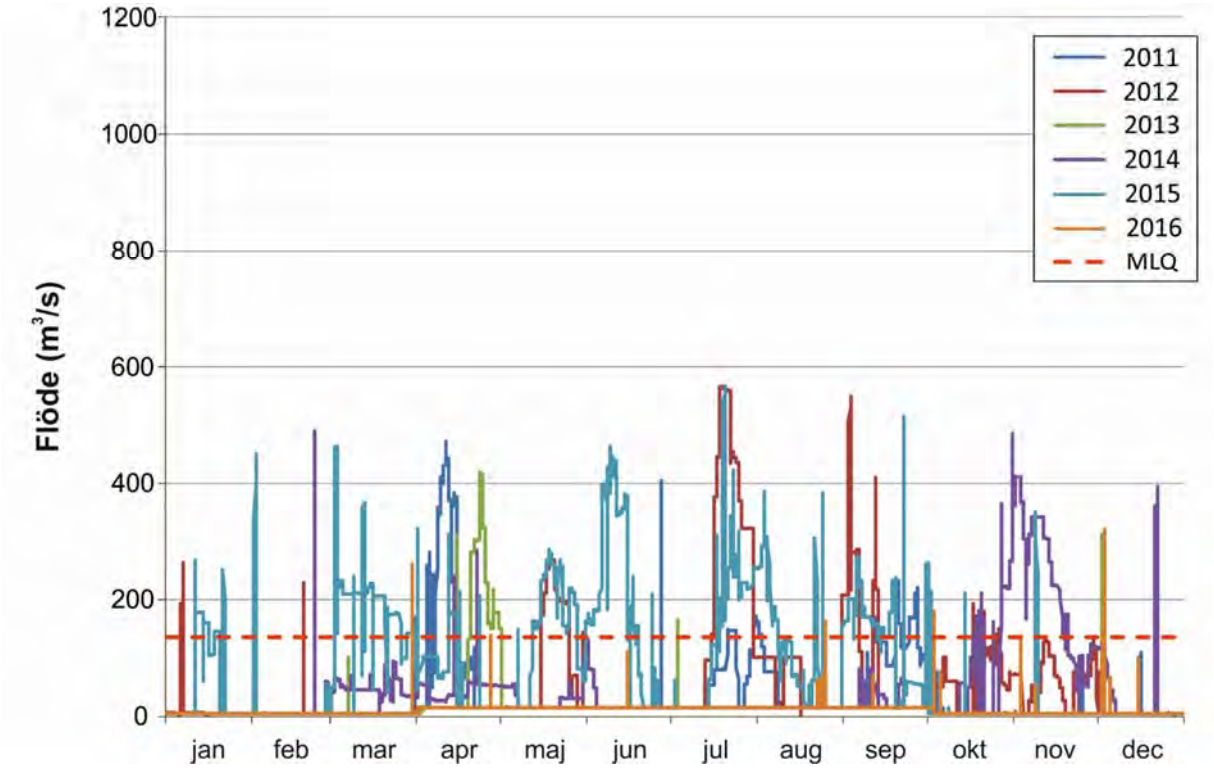
Utbyggnadsvattenföringen på 500 m^3/s är fördelad på två rör-Kaplan. Spilluckor finns i direkt anslutning till kraftverket samt vid Lill- och Storfyllningen. Vatten kan även avbördas via skibord ner till Bredforsen (Tabell 5). Timvisa flödesdata för Söderfors från perioden 2011-2016 visar att medelflödet under perioden var 365 m^3/s, med årliga medelflöden från 254 till 457 m^3/s. Den enda fåran som i dag är vattenförande året runt är Bredforsen, där mintappningen är 15 m^3/s under sommaren (april–september) och 5 m^3/s under övrig tid (oktober–mars) (Sparrevik et al., 2011b). Till följd av kraftverkets förhållandevis höga slukförmåga förekommer spill sparsamt och i praktiken enbart vid höga totalflöden (**Figur 34** och **Figur 35**), att jämföra med årsmedelvattenföringen i Bredforsen innan mänsklig påverkan om cirka 239 m^3/s, vilket utgjorde 67 % av årsmedelvattenföringen på platsen (Hedström-Ringvall *et al.*, 2017). Motsvarande värde för MLQ vid Söderfors anges till 135 m^3/s, vilket motsvarar ett MLQ om cirka 89 m^3/s för Kågbogrenen (Sparrevik *et al.*, 2011b). Jämfört med övriga kraftverk belägna nedströms är spill ändå mer vanligt förekommande vid Söderfors till följd av den relativt lägre utbyggnadsvattenföringen och den fastställda mintappningen i Bredforsen. I genomsnitt spills ungefär lika mycket vatten (13-14 m^3/s) i Bredforsen (**Figur 36**) som i Lillfyllningen (**Figur 37**) och vid kraftverket (**Figur 38**), men i Bredforsen karakäriseras hydrografen av ett lågt och stabilt basflöde medan det i de övriga två spillfårorna handlar om kortvariga flödestoppar.

Tabell 5. Egenskaper för Söderfors kraftverk i Dalälvens huvudfåra (Calles & Christiansson, 2012; Sparrevik *et al.*, 2011b; Vattenfall, 1994).

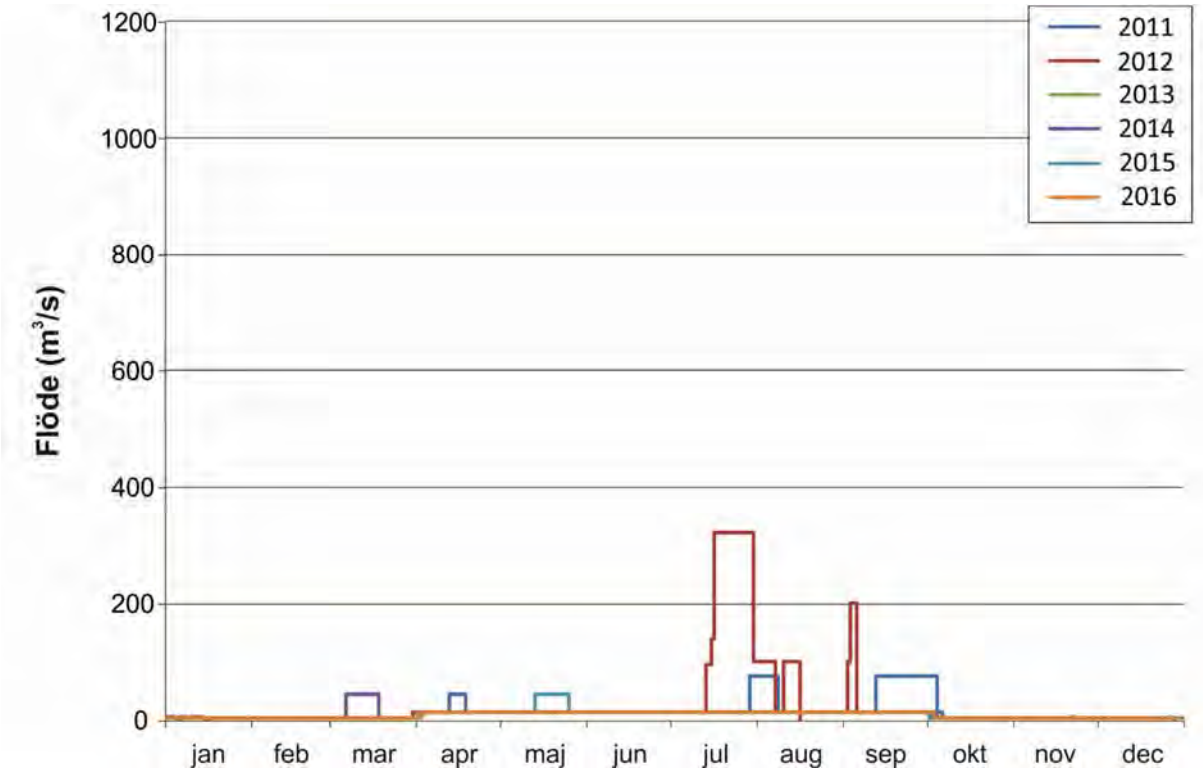
Parametrar	Söderfors
Spaltvidd galler	u.s.
Löphjul (antal & typ)	2 x Rör-Kaplan
Rotationshastighet	62,5 rpm
Diameter (Ø)	u.s.
Slukförmåga	2 x 250 m^3/s
	Totalt = 500 m^3/s
Fallhöjd	5,0-6,0 m
Installerad effekt	30 MW
Årsproduktion	100 GWh
MQ	358 m^3/s
MLQ	135 m^3/s
LLQ	41 m^3/s
Magasinvolym	40 Mm^3



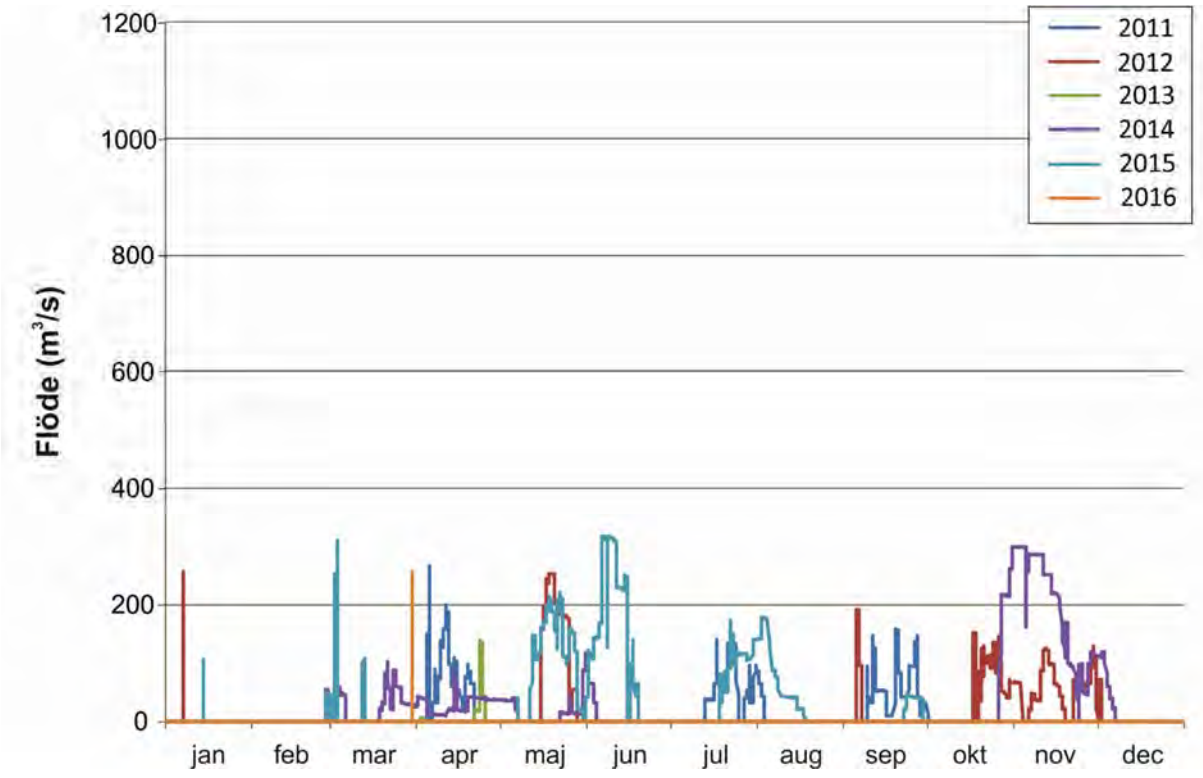
Figur 34. Totalmedelflöde i Söderfors 2011-2016 (blå linje) med 95% konfidensintervall (grön och röd linje). Den röda streckade linjen illustrerar kraftverkets slukförmåga (500 m³/s). Flödesdata från Vattenfall (2017).



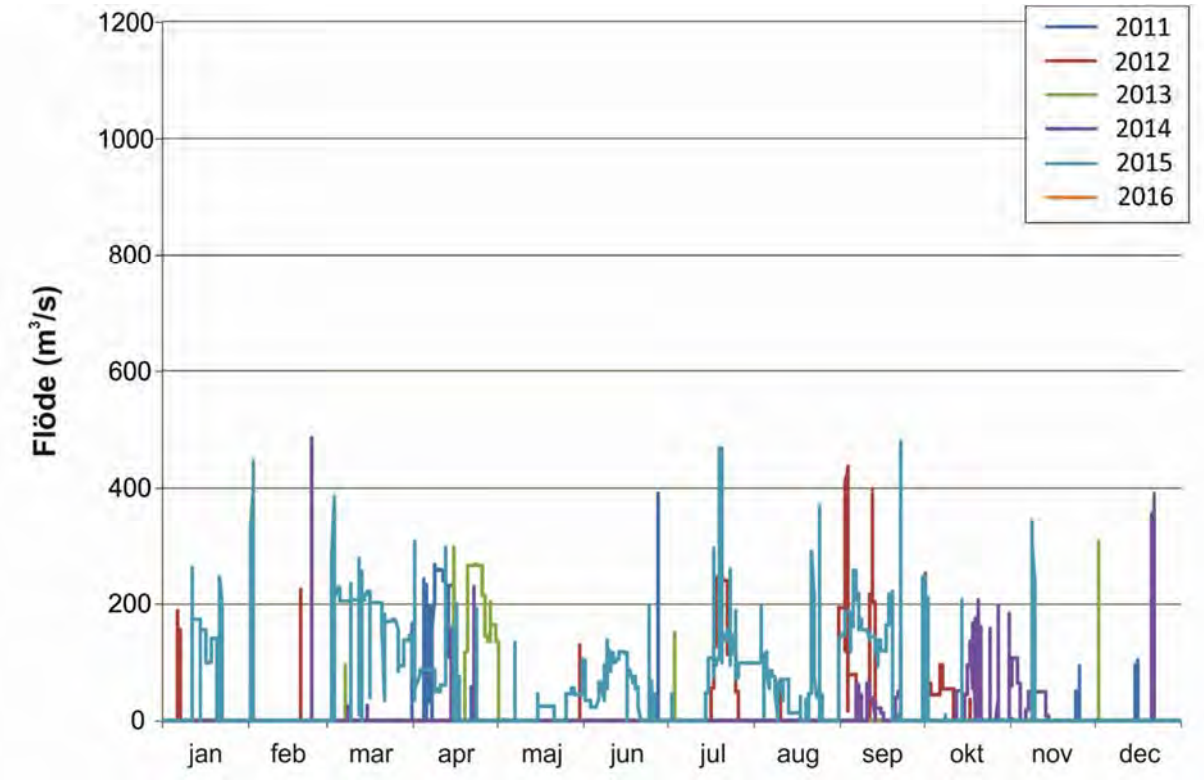
Figur 35. Faktiskt totalt spillflöde vid Söderfors kraftverk 2011-2016. Den röda streckade linjen illustrerar minsta lågvattenföring (MLQ) för Söderfors (135 m³/s).



Figur 36. Faktiskt spillflöde i Bredforsen 2011-2016.



Figur 37. Faktiskt spillflöde i Lillfyllningen 2011-2016.



Figur 38. Faktiskt spillflöde i spilluckorna vid Söderfors kraftverk 2011-2016.

4.4.1 Åtgärdsförslag

Eftersom ovan beskrivna åtgärdsförslag inbegriper både Untra och Söderfors kraftverk, tillkommer inga ytterligare åtgärder för förbättrad uppströmspassage vid Söderfors kraftverk utöver en ökad mintappning vid Bredforsen enligt 80 m^3/s april–september och 30 m^3/s oktober–mars (Hagelin & Bruks, 2017). Skulle havsvandrande bestånd etableras uppströms Söderfors kraftverk, kommer dock åtrgärder för förbättrad nedströmspassage att behöva implementeras.

4.4.1.1 Uppströmsvandring

Uppströmspassage av Söderfors kraftverk sker lämpligen via Kågbogrenen och Bredforsens damm. För att öka arealerna strömmande habitat av god kvalitet krävs en ökad mintappning via Bredforsen till Kågbogrenen och vidare via Kågsbosjön till Klittertyllarna till Båtfors. Den viktigaste åtgärden för förbättrad uppströmspassage bedöms vara just denna ökade mintappning. Den befintliga fiskvägen vid Bredforsens damm bedöms vara tillräcklig för passage av dammen, men en framtida uppföljning av återkolonisationen får visa om det finns ett behov av förbättringar.

4.4.1.2 Nedströmsvandring

Under uppbyggnadsfasen av havsvandrande fiskpopulationer i Dalälven kommer sannolikt behovet av åtgärder för förbättrad nedströmspassage att vara begränsade vid Söderfors kraftverk. Merparten av lämpliga habitat för lek- och uppväxt återfinns nedströms Söderfors och dessutom kommer sannolikt fiskens motivation att vandra vidare uppströms genom Bramsöfjärden, Hedesundafjärden och Färnebofjärden vara begränsad och förknippad med hög dödlighet. Skulle havsvandrande fiskarter återkolonisera även sträckor uppströms Söderfors, kommer dock behovet av åtgärder att behöva utredas.

Skulle mintappningen via Bredforsen höjas borde andelen nedströmsvandrande fisk som vandrar den vägen öka, men merparten av fisken kommer sannolikt vandra med huvudströmmen till kraftverket.

Den predikterade dödligheten för fisk som passerar turbinerna vid Söderfors kraftverk anges till 4-7 % för smolt och 21-28 % för kelt (Hagelin, 2017), vilket dock innebär att fisken hamnar i Untrafjärden och även tvingas passera Untra kraftverk. Det finns inget lämpligt befintligt utskov för fiskpassage vid Söderfors i dag, så skulle ett åtgärdsbehov uppstå kommer ett ytligt utskov att behöva anläggas i turbinintagets omedelbara närhet. Detta behöver sannolikt kombineras med en avledare för god funktion, i likhet med resonemanget för Älvkarleby kraftverk. Den föreslagna tappningen till Bredfors via Kågbosjön/Klittertyllarna bedöms innebära att varje år i snitt cirka 30 m^3/s försvinner från produktionen vid Söderfors. Produktionbortfallet vid Söderfors vid en årlig minskning av produktionen med 30 m^3/s uppgår till ca **5 Mkr/år**. Den tappning till Bredforsen som leder till produktionsförluster vid Untra tas upp i beräkningarna för Untra.

4.5 GYSINGE KRAFTVERK (5)- VATTENFALL – 61 RKM (SIDOFÅRA)

Gysinge kraftverk är beläget i en sidofåra norr om Gysinge herrgård (**Figur 39**). Kraftverket har en slukförmåga om totalt 20 m^3/s och grovgaller med 70 mm spaltvidd (Tabell 6). Tidigare fanns på platsen ett ”ett lagligt galler med 2 cm:s afstånd mellan stafvarna”, men Nordquist *et al.* (1911) konstaterade att detta galler var placerat för långt ner i intagskanalen för att ha någon positiv effekt på fiskens överlevnad. Man nämner även att utlppskanalen mynnar i en lugn vik, till vilken laxen sannolikt inte lockas.

Figur 39. Området vid Gysinge kraftverk, Dalälven.

Tabell 6. Egenskaper för Söderfors kraftverk i Dalälvens huvudfåra (Calles & Christiansson, 2012; Hedström-Ringvall *et al.*, 2017).

Parametrar	Gysinge
Spaltvidd galler	70 mm
Löphjul (antal & typ)	2 x Francis
Rotationshastighet	75 rpm 94 rpm
Diameter (Ø)	2500
Slukförmåga	2 x 10 m^3/s
	Totalt = 20 m^3/s
Fallhöjd	3,0-3,5 m
Installerad effekt	0,45 MW
Årsproduktion	2,2 GWh

4.5.1 Åtgärdsförslag

Till följd av kraftverkets placering och begränsade slukförmåga försöker sannolikt yttersta få fiskar att passera Gysinge kraftverk. Åtgärdsbehovet för uppströmspassage bedöms därför vara begränsat, medan ett något större behov finnas av en åtgärd som minskar skaderisken för nedströmsvandrande fisk. Detta åstadkommes lämpligen genom att anlägga ett fingaller vid intagskanalens början, som rekommenderades redan för över hundra år sedan av Nordquist *et al.* (1911), eller genom att anlägga ett lågutande galler med passage vid turbinintaget (Calles *et al.*, 2013a).

4.6 ÅTGÄRDSKOSTNADER

Uppskattningar av anläggningskostnader och produktionspåverkan för de föreslagna åtgärderna har beräknats av Norconsult AB (Tabell 7). Kostnadsuppskattningarna syftar till att täcka in samtliga kostnader för tillståndsprocess, projektering och entreprenad. Kostnadsuppskattningarna är dock grovt utförda och har utförts schablonmässigt utifrån erfarenheter från tidigare genomförda projekt. Åtgärdernas produktionspåverkan har beräknats med hjälp av flödesdata för Älvkarleby och Söderfors (2011-2016, Vattenfall AB) samt Lanforsen och Untra (2010-2017, Fortum). Det rekommenderade spill som föreslagna åtgärder medför har applicerats på ovan nämnda flödesdata och den totala spillmängden har beräknats. Utifrån ökade spillmängder har den årliga produktionsförlusten kostnadsberäknats baserat på ett elpris om 40 öre/kWh.

Högst är produktionsförlusten för Älvkarleby och Untra (cirka 11 Mkr/år), medan motsvarande produktionsförlust för Söderfors och Lanforsen är hälften så kostsam (cirka 5 Mkr/år). Anläggs ett minikraftverk vid Lanforsen sjunker dock den förväntade produktionsförlusten där till drygt en miljon per år.

Den totala kostnaden per kraftverk kapitaliserat på 40 år med 4 % nominell ränta och 2 % inflation är högst för Älvkarleby (308 Mkr) och Untra (310 Mkr). Motsvarande totalkostnader är ungefär hälften så höga för Söderfors (140 Mkr) och betydligt lägre för Lanforsen (30-40 Mkr). Denna minskade produktion om cirka 5 % motsvarar således en total kapitaliserad kostnad om 800 Mkr av ett totalt produktionsvärde under 40 år motsvarande 16 miljarder kronor i dagens penningvärde.

Tabell 7. Summering av kostnader för rekommenderade åtgärder vid kraftverken i nedre Dalälven. Kostnaderna redovisas som anläggningskostnader (CAPEX) respektive årliga löpande kostnader (OPEX). Kostnadsberäkningar som härör från Karlsson & Sundquist (2017) är markerade med en stjärna (*) och där har CAPEX och OPEX slagits samman. Produktion beräknad på ett genomsnittligt elpris om 40 öre/kWh och gäller årlig produktionsförlust.

	CAPEX (Mkr)			OPEX		
Kraftverk	**Uppströms - passage**	**Nedströms-passage**	**Total per kraftverk**	**Produktion (Mkr)**	**Produktion (%)**	**Total per kraftverk (Mkr)**
Älvkarleby	20	10 *	30	-11	-5	11
Lanforsen - kraftverket *(med minikraftverk)*	30 *(+15)*	10	45 *(+15)*	-3,5 *(- 0,2-0,4)*	-5 *(-0.2)*	4,5 (1,2-1,4)
Lanforsen – Tensmyra	5	0		-1	-1	
Untra - kraftverket	5-10	10 * [A]	19-28	-12	-12	11,2
Untra - Storgysingen	0	0		+0,8	+25	
Untra – Kågbo	4-8	10 *		0		
Söderfors	0	10 * [A]	0	-5	-12	5
Gysinge	0	3 [B]	3	0?	0	0
Totalt (cirka)	64-73 *(+15)*	53	97-106 *(+15)*	-31,7 (-28,5)	-5 %	-31,7 (-28,5)

[A] Kostnad om behov av avledare konstateras. [B] Schablonkostnad låglutande galler med flyktöppning.

5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

För att ett återetableringsprojekt ska ha förutsättningar att lyckas krävs effektiva åtgärder, både för att återskapa högkvalitativa habitat och effektiva passager vid kraftverken. Vi har således formgivit passageåtgärder med hög sannolikhet för god funktion även om dessa medför produktionspåverkan. Nedan diskuteras åtgärdernas utformning och prioritet anläggningsvis. De övergripande åtgärdspaketens sammansättning och prioritet presenteras och motiveras i Hagelin *et al.* (2017).

Älvkarleby kraftverk är det kraftverk i nedre Dalälven som all havsvandrande fisk först når vid uppströmsvandring. En ökad mintappning i Kungsådran syftar både till att optimera såväl habitat som en effektiv passage, där en inbördes prioritering av värdena är långt ifrån självklar. Det mest angelägna att ureda vidare för Älvkarleby kraftverk är det tappning i Kungsådran som optimerar såväl habitattillgång som passage. Habitattillgången borde vara den del som är enklast att utreda, på samma sätt som för t.ex. Båtforsområdet (Norconsult, 2017). Om en sådan vattenföring idenitifieras kan den utgöra en lämplig utgångspunkt för vidare arbete med att faställa en flödesregim som effektivt lockar fisken upp i Kungsådran. Det krävs generellt högre attraktionsflöden för en fiskväg i en sidofåra (Arnekleiv & Kraabøl, 1996; Calles & Greenberg, 2009), än det relativa flöde 1-5 % som ofta rekommenderas för fiskvägar i stora älvar (Laine *et al.*, 2002; Larinier, 2002). Om en fiskväg visar sig möjlig att uppföra vid kraftverket, där fisken sannolikt kommer ansamlas, kommer habitatfunktionen i Kungsådran vara helt avgörande för lämplig tappning där. Nedströmspassage av

Älvkarleby kraftverk ombesörjs lämpligen i ett första steg genom att en pilotstudie på avledning med nät genomförs (Karlsson & Sundquist, 2017). Man kan argumentera för att en förbättrad nedströmspassage inte behövs vid detta kraftverk eftersom populationsmodellen visat att tusentals laxhonor predikteras återvända för lek även om fisken tvingas passera genom turbinerna på väg mot havet. Vi anser dock att osäkerheten vad gäller passagedödlighet är hög, eftersom man dels antagit att kelt enbart passerar den nya turbinen och eftersom kunskapen är ytterst begränsad vad gäller långsiktiga effekter av turbinpassage på överlevnad och reproduktionsframgång. Dessutom tar man inte hänsyn till de förseningar och den indirekta dödlighet som vanligen blir resultatet när fisken ofta blir kraftigt fördröjda (Aarestrup & Koed, 2003). Slutligen kan man konstatera att återskapade habitat vid Älvkarleby, även i området nedströms kraftverket, borde ha högsta prioritet vid det framtida åtgärdsarbetet eftersom detta inte är beroende av kostsamma passageåtgärder.

Högsta prioritet vid Lanforsen är snabb och effektiv passage eftersom strömmande habitat i stort sett saknas melllan Älvkarleby och Lanforsen. Om en detaljerad uppföljning sker kan man möjligen avvakta med en fiskväg i Tensmyragrenen tills ett behov har konstaterats. Eftersom spilltappning i isutskovet, med eller utan ett minikraftverk, gynnar såväl upp- som nedströmsvandrande fisk anser vi att det är viktigt att det driftsätts samtidigt som fiskvägen byggs.

Helhetsgreppet för åtgärder vid kraftverken Untra, Storgysingen och Söderfors vilar på att tillräckligt med vatten släpps via Bredforsen, Klittertyllarna och Båtfors för att skapa goda förhållanden för såväl lek, uppväxt och passage. Om en detaljerad uppföljning sker kan man möjligen avvakta med en fiskväg mellan Båtfors och Untras utlopp till dess att ett behov fastställts. Hittar fisken in i Båtfors är vår bedömning att de föreslagna åtgärderna i Klittertyllarna och Bredforsen är tillräckliga för att en återkolonisation ska kunna ske. En sådan återkolonisation påskyndas lämpligen med transport av lekfisk från Älvkarleby i kombination med utsättning av rom och yngel.

Om man lyckas styra bort fisken från Untrafjärden, behövs inga ytterligare nedströmspassager i området och dessutom kan man avfärda ett behov av uppströmspassager vid Gysinge, Söderfors, Storgysingen och Untra (till Untrafjärden). Skulle däremot förslaget att kraftigt öka slukförmågan vid Storgysingen genomföras (Melin, 2015) kommer förutsättningarna att ändras markant och en ny utredning av åtgärdsbehovet vara befogad.

Det kommer att krävas ett omfattande åtgärdsprogram för att uppnå målet med att återskapa förutsättningar för naturreproducerande populationer av diadroma fiskarter i nedre Dalälven. Det återstår arbete med att detaljprojektera utformningen av såväl passageåtgärder som mintappningar vid kraftverken i nedre Dalälven, men resultaten från projeket ”LIV- Laxfisk i nedre Dalälven” utgör ett viktigt första steg mot detta mål.

6 REFERENSER

Aarestrup K, Koed A. 2003. Survival of migrating sea trout (*Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts negotiating weirs in small Danish rivers. *ECOLOGY OF FRESHWATER FISH*. **12**: 169-176.

Armstrong GS, Aprahamian MW, Fewings GA, Gough P, Reader NA, Varallo PV. 2010. Environment Agency Fish Pass Manual: Guidance Notes On The Legislation, Selection and Approval Of Fish Passes In England And Wales. *Environment Agency, UK,* 369 pages.

Arnekleiv JV, Kraabøl 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 & Management*. **12**: 39-49.

Calles O. 2005. Re-establishment of connectivity for fish populations in regulated rivers. Karlstad University studies, 2005:56. 182 pages.

Calles O, Christiansson J. 2012. Ålens möjlighet till passage av kraftverk - En kunskapssammanställning för vattendrag prioriterade i den svenska ålförvaltningsplanen samt exempel från litteraturen *Elforsk rapport,* **12:37:** 57 pages.

Calles O, Christiansson J, Andersson J-O, Karlsson S, Wickström H, Östergren J. 2014. Tekniska lösningars tillämpbarhet för förbättrad nedströms passage för ål - Applicerat på Göta älv och Motala ström *Elforsk rapport,* **14:35:** 83 pages.

Calles O, Degerman E, Wickström H, Christiansson J, Gustafsson S, Näslund I. 2013a. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. *Havs- och vattenmyndighetens rapport,* **2013:14:** 114 pages.

Calles O, Greenberg L. 2009. Connectivity is a two-way street - the need for a holistic approach to fish passage problems in regulated rivers. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*. **25**: 1268-1286.

Calles O, Karlsson S, Vezza P, Comoglio C, Tielman J. 2013b. Success of a low-sloping rack for improving downstream passage of silver eels at a hydroelectric plant. *Freshwater Biology*. **58**: 2168-2179.

Dekker W. 2016. Management of the eel is slipping through our hands! Distribute control and orchestrate national protection. *ICES Journal of Marine Science*. **73**: 2442-2452.

Emanuelsson A, Christensen P, Mikaelsson F, Böjer M, Göransson F, Östberg J, Öhrfeldt U, Hemfrid-Schwartz Y, Noré P, Calles O. 2017. Fysiska avledare för uppsamling av blankål vid vattenkraftverk - Tekniska utmaningar och kostnadseffektiviseringar. *Energiforsk rapport,* **2017:458:** 62 pages.

Gustafsson P, Hedenskog M, Qvenlid T. 2015. *Vänerlaxens fria gång - Två länder, en älv*. Elanders Sverige AB, Mölnlycke.

Hagelin A. 2017. Lekbeståndsmål och populationsmodellering. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 29 pages.

Hagelin A, Bruks A. 2017. Biotopkarteringar och åtgärdsplaner för strömsträckor i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 68 pages.

Hagelin A, Calles O, Gullberg K. 2017. LIV- Laxfisk i nedre Dalälven pages.

Hedin K. 2008. Övergripande fiskevårdsplan för Nedre Dalälven. *Nedre Dalälvens Utvecklings AB,* 36 pages.

Hedström-Ringvall A, Kjörk C, Pettersson K, Engström M, Ljung P, Hjerdt N, Eriksson L, Sandberg P-E. 2017. Dalälvens vattenkraftssystem - Energiproduktion och reglerkraftnytta samt påverkan på vattenflöden och vattennivåer. **Rapport: 2017:03:** 186 pages.

Jangenby M, Valén Fransson A, Wikström G, Gullberg K. 2016. Historisk fiskvandring i Nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg,* 15 pages.

Karlsson P-G, Sundquist A-K. 2017. Studier av olika åtgärer för nedvandrande fisk i Dalälven, Älvkarleby. 15 sidor + 14 bilagor.

Laine A, Jokivirta T, Katopodis C. 2002. Atlantic salmon, Salmo salar L., and sea trout, Salmo trutta L., passage in a regulated northern river - fishway efficiency, fish entrance and environmental factors. *FISHERIES MANAGEMENT AND ECOLOGY*. **9**: 65-77.

Larinier M. 2002. Fishways - General considerations. *BULLETIN FRANCAIS DE LA PECHE ET DE LA PISCICULTURE*. **364**: 21-27.

Larinier M, Travade F, Porcher JP, Gosset C. 1994. Passes à poissons: expertise et conception des ouvrages de franchissement. *CSP,* 336 pages.

Lundqvist H, Leonardsson K, Lindberg D-E, Weshbergh S, Forssén Å, Hellstrom JGI. 2014. Laxens nedströmsvandring mot fiskavledare till Stornorrfors fisktrappa i Umeälvens nedre del. *Sveriges Lantbruksuniversitet - Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö,* **Rapport 1:** pages.

Lundqvist H, Leonardsson K, Williams J, Östergren J, Hellström G, Forssén Å. 2015. Problematiken kring flergångslekare av Lax, Öring och Steelhead i vildlaxförande stora flödesreglerade vattendrag. *Sveriges Lantbruksuniversitet - Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö,* **Rapport 1:** pages.

Lundvall D. 2016. Fiskar i Dalarna - Förekomst och utbredning. *Rapport Länsstyrelsen Dalarna,* **2016:03:** 270 pages.

Melin D. 2015. Begäran om ytterligare utredning angående Fortums ansökan om att utföra dammsäkerhetshöjande åtgärder, förnyelse av kraftstation samt uppförande av biokanal vid Untra kraftverk i Dalälven, Uppsala län. 3 sid.

Montén E. 1988. *Fiskodling och vattenkraft : en bok om kraftutbyggnadernas inverkan på fisket och hur man sökt kompensera skadorna genom främst fiskodling*. Vattenfall, Vällingby.

Nilsson C, Lepori F, Malmqvist B, Tornlund E, Hjerdt N, Helfield JM, Palm D, Ostergren J, Jansson R, Brannas E, Lundqvist H. 2005. Forecasting environmental responses to restoration of rivers used as log floatways: An interdisciplinary challenge. *Ecosystems*. **8**: 779-800.

NMFS. 2011. Anadromous salmonid passsage facility design. *National Marine Fisheries Service Northwest Region,* 140 pages.

Norconsult. 2017. Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell. *Norconsult rapport,* 15 pages.

Nordquist O, Ekman T, Schmidt C. 1911. Dalälfven. *Undersöknngar rörande svenska laxförande vattendrag,* 71 pages.

Nyqvist D, Calles O, Bergman E, Hagelin A, Greenberg LA. 2016. Post-Spawning Survival and Downstream Passage of Landlocked Atlantic Salmon (Salmo salar) in a Regulated River: Is There Potential for Repeat Spawning? *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*. **32**: 1008-1017.

Nyqvist D, Nilsson PA, Alenäs I, Elghagen J, Hebrand M, Karlsson S, Kläppe S, Calles O. 2017. Upstream and downstream passage of migrating adult Atlanticsalmon: Remedial measures improve passage performance at ahydropower dam. *Ecological Engineering*. **102**: 331-343.

Sparrevik E, Viklands H, Bergsten P. 2011a. Återskapande av reproduktions- och uppväxtområden för havsvandrande fisk i nedre Dalälven (Fortum). *Vattenfall Power Consultant AB,* 57 pages.

Sparrevik E, Viklands H, Bergsten P. 2011b. Återskapande av reproduktions- och uppväxtområden för havsvandrande fisk i nedre Dalälven (Vattenfall). *Vattenfall Power Consultant AB,* 53 pages.

Vattenfall. 1994. Tekniska uppgifter Älvkarleby. 18 pages.

Östergren J, Rivinoja P. 2008. Overwintering and downstream migration of Sea sea trout (*Salmo trutta* L.) kelts under regulated flows - northern Sweden. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*. **24**: 551-563.

Fisksamhället i nedre Dalälven

Sofie Zetterlund

Länsstyrelsen
Gävleborg

Fisksamhället i nedre Dalälven

Inventering genom båtelfiske juni-oktober 2017

Sofie Zetterlund
Bollnäs kommun

Inledning

Nedre Dalälven sträcker sig över 170 km mellan Säters kommun och Bottenhavet i Älvkarleby kommun. Älvens karaktär varierar stort med ett lugnt lopp i de övre delarna och fjärdar som sammanbinds med ström- och forssträckor i de nedre delarna. Merparten av älven är reglerad av vattenkraft (Nedre Dalälven, 2017).

Projekt LIV – laxfisk i nedre Dalälven undersöker och beskriver potentialen att återfå fiskvandring från havet till nedre Dalälven. Målet är att utreda möjligheten att återfå livskraftiga populationer av havsöring och lax i älven. Projektet är ett samarbete mellan länsstyrelsen i Gävleborg och Uppsala samt Fortum och Vattenfall och finansieras till största del av Fortums och Vattenfalls miljöfond, Bra miljöval (Hagelin, 2015).

Inom projektet LIV – laxfisk i nedre Dalälven har det under juni-oktober 2017 utförts båtelfiske för att få större kunskap om älvens fisksamhälle (Bild 1). Elfiske med båt är en relativt ny inventeringsmetod som utvecklades i USA och har använts med goda resultat i bland annat Danmark och Sverige (Museth et al. 2015).

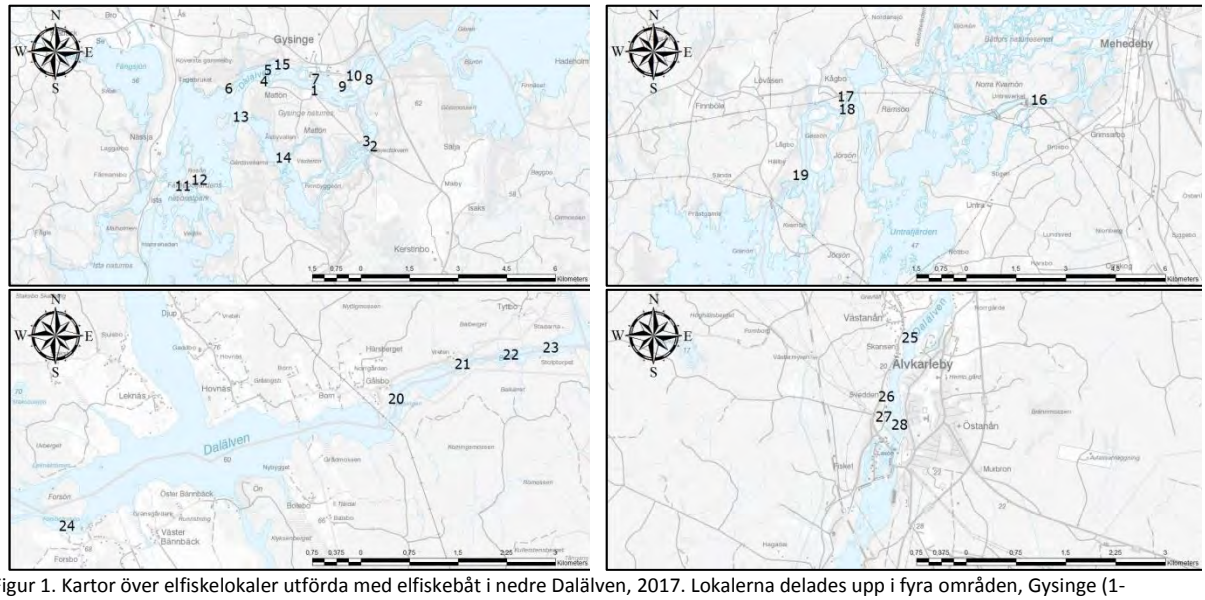
Syftet med detta delprojekt var att:

- Kartlägga fisksamhället i utvalda områden av nedre Dalälven
- Beskriva vilka områden som idag producerar harr och öring
- Beskriva sammansättningen av åldersklasser hos harr och öring

Bild 1. Håvning från elfiskebåt i vid Untra, nedre Dalälven. (Foto: Anna Hagelin).

Metod och material

Båtelfiske utfördes av Bollnäs kommun i fyra områden i nedre Dalälven uppdelat på 28 lokaler under två perioder 2017 (Figur 1). Period 1 var 31/5-6/7 och period 2 var 23/8-5/10. Ungefärliga områden för fiske pekades ut i förväg medan precisa lokaler fastlades på plats. Hela fiskeperioden bjöd på mycket låga vattennivåer vilket innebar att flera områden var otillgängliga. Utpekade forssträckor var särskilt svåråtkomliga och där fiskades istället områden ned- eller uppströms forsen. Lokal 15 (Lisslen) kunde inte fiskas under period 1 och lokal 24 (Forsboforsen) kunde inte fiskas under period 2.



Figur 1. Kartor över elfiskelokaler utförda med elfiskebåt i nedre Dalälven, 2017. Lokalerna delades upp i fyra områden, Gysinge (1-15),Untra-Bredforsen (16-19), Tyttbo (20-24) samt Älvkarleby (25-28).

Båten som användes var en 16 fot aluminiumbåt av modell SR-16E från Smith-Root. I fören finns två ledarmar med stålvajrar som fungerar som anoder i vattnet (Bild 2). Båtens skrov verkar som katod. Under elfisket bildas ett elektriskt fält runt anoden via en 7,5 kW pulsgenerator. Under hela fisket användes pulserande likström med spänning på 500 volt. Pulsfrekvensen (Hz) varierade mellan 60-120 och Range (%)mellan 30-100 beroende på vattnets konduktivitet. Under fisket kördes båten nedströms i ungefärlig strömhastighet. Antal sträckor per lokal anpassades efter älvfårans bredd. Attraherade och bedövade fiskar håvades upp av två personer i båtens för med en ambition att håva all fisk. Vid stora mängder fisk när detta inte var utförbart håvades så mycket fisk som möjligt. Särskilt intressanta observationer av fisk som inte kunde håvas noterades i protokollet. Fisken placerades sedan i båtens sump med inbyggt cirkulationssystem eller i vattenfyllda baljor med syrepump. All fisk artbestämdes, strömvattenarter och rovfisk längdbestämdes och öring och asp fenklipptes för DNA-undersökning. Vid fångst av minst 25 individer öring eller harr på en lokal skulle märkning och fångst/återfångst ha utförts men detta antal nåddes aldrig. All fisk återsattes i älven med undantag av stäm som avlivades för genetiska undersökningar.

Bild 2. Elfiskebåt av typ light duty SR-16E, här under elfiske i Älvkarleby (foto: Jonas Engberg).

Resultat

Under båtelfisket i nedre Dalälven fångades totalt 8974 individer av 21 olika arter. Som mest fångades 9 olika arter på samma lokal. Detta var i Älvkarleby under period 2 (Tabell 1). Under samma period påträffades noll individer på lokal 22 i Tyttbo. På lokal 16 vid Untra kraftverk fångades med stora marginaler flest individer både totalt och per minut under båda fiskeperioderna.

Tabell 1. Översikt över lokaler som elfiskats med elfiskebåt i nedre Dalälven under 2017.

Lokal	Datum	Effektiv fisketid (min)	Arter	Individer	Individer /min	Datum	Effektiv fisketid (min)	Arter	Individer	Individer /min
1	20/6	12,8	5	79	6,2	24/8	11,4	3	50	4,4
2	7/6	6,9	7	112	16,2	24/8	8,7	3	21	2,4
3	7/6	26,5	4	41	1,5	24/8	16,3	3	57	3,5
4	8/6	20,7	6	216	10,4	23/8	11,9	5	85	7,1
5	8/6	28,2	6	136	4,8	23/8	17,1	5	68	4
6	8/6	17,4	3	175	10,1	23/8	29,8	3	133	4,5
7	9/6	15,3	7	152	10	24/8	14,4	3	109	7,6
8	20/6	32,4	7	211	6,5	24/8	27,3	6	206	7,5
9	20/6	10,1	4	104	10,3	24/8	8,2	5	127	15,6
10	20/6	15,9	7	118	7,4	24/8	14,6	3	56	3,8
11	21/6	2,7	4	212	79	23/8	3,4	2	14	4,1
12	21/6	5,4	8	48	8,9	23/8	11,1	4	367	33
13	21/6	28,2	8	486	17,2	4/10	27,4	2	5	0,2
14	21/6	9,7	2	9	0,9	4/10	13,9	1	1	0,1
15	x	x	x	x	x	30/8	12,6	5	19	1,5
16	27/6	23,6	5	2819	119,4	6/9	21,1	5	744	35,2
17	28/6	5,4	6	73	13,5	5/9	6,3	7	82	13
18	28/6	12,3	6	103	8,4	5/9	16	7	61	3,8
19	28/6	9	8	113	12,6	5/9	14	7	60	4,3
20	6/7	13,8	2	98	7,1	5/10	16,8	2	34	2
21	6/7	15,7	5	26	1,7	5/10	16	4	8	0,5
22	6/7	8	1	12	1,5	5/10	8,7	0	0	0
23	6/7	24,6	4	86	3,5	5/10	23,1	5	19	0,8
24	6/7	14,9	3	78	5,3	x	x	x	x	x
25	31/5	45,5	8	223	4,9	27/9	49	7	148	3
26	1/6	21,8	8	174	8	27/9	21,4	6	30	1,4
27	1/6	20,1	4	276	13,7	27/9	19,8	9	38	1,9

28	2/6	42,9	6	202	4,7	27/9	47,9	8	50	1

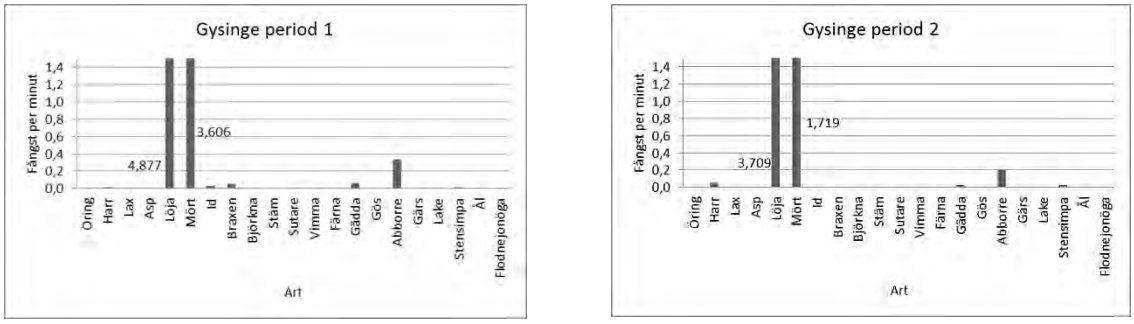
Flest effektiva fiskeminuter lades på området kring Gysinge där också flest lokaler fiskades (Tabell 2). I Untra-Bredforsens fyra lokaler lades under båda perioderna minst effektiv fisketid. Området gav ändå flest fångade individer under period 1 och flest fångade individer per minut under båda perioderna. I Tyttbo fångades under båda perioderna minst antal arter, minst antal individer samt minst antal individer per minut.

Tabell 2. Översikt över områden som elfiskats med elfiskebåt i nedre Dalälven under 2017.

Område	Lokal	Period	Effektiv fisketid (min)	Arter	Individer	Ind. /min	Period	Effektiv fisketid (min)	Arter	Individer	Ind. /min
Gysinge	1-15	1	232,1	14	2099	9	2	228,1	11	1318	5,8
Untra-Bredforsen	16-19	1	50,2	12	3108	61,9	2	57,4	12	947	16,5
Tyttbo	20-24	1	76,9	4	300	3,9	2	64,6	5	61	0,9
Älvkarleby	25-28	1	130,4	13	875	6,7	2	138,1	12	266	1,9

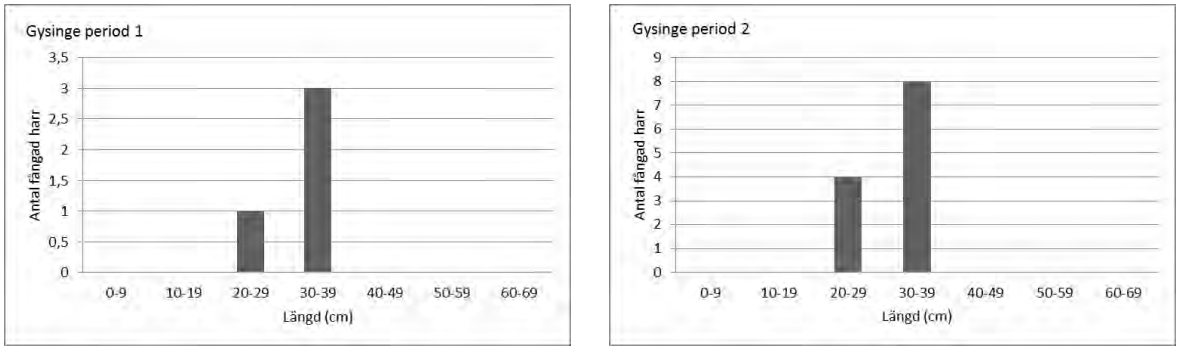
Gysinge

Under både period 1 och 2 dominerades fångsten i Gysinge av bytesfisken löja och mört. Dessa följdes av abborre där 0,34/minut fångades period 1 och 0,2/minut fångades period 2.



Figur 2. Antal individer fångade per minut under båtelfiske i nedre Dalälven, Gysinge period 1 (7/6-21/6-2017) samt period 2 (23/8-4/10-2017).

Arter som fångades i för litet antal för att vara synliga i diagrammet inkluderar lake, ål, gärs, sutare, björkna och gös under period 1 och lake, id, braxen, gärs, och gös under period 2. Ingen öring fångades i Gysinge. Under period 1 fångades 2 harrar och under period 2 fångades 12 stycken (Figur 3).

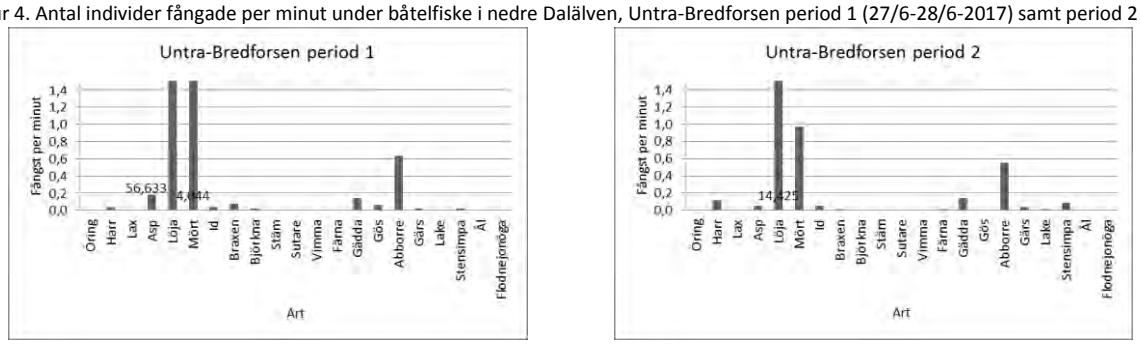


Figur 3. Längdfördelning hos harr fångade genom båtelfiske i Dalälven, Gysinge under 7/6-21/6-2017 (vänster) och 23/8-4/10-2017 (höger).

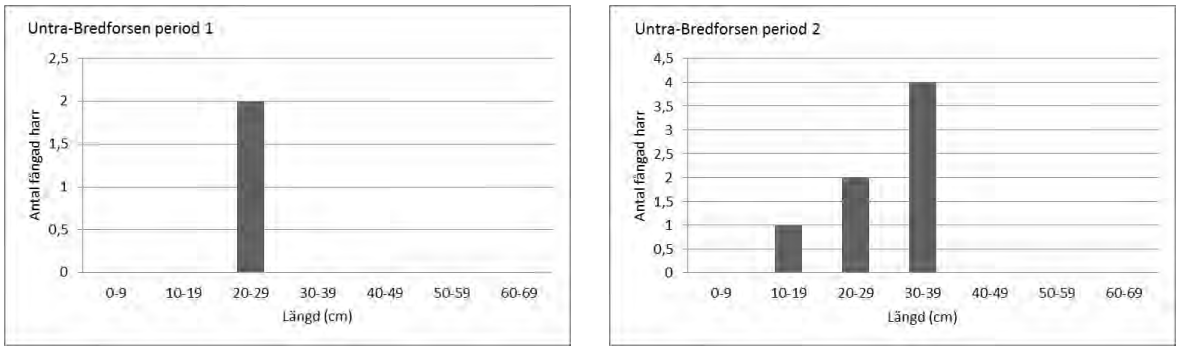
Untra-Bredforsen

Under både period 1 och 2 dominerades fångsten av bytesfisk (Figur 4). Särskilt löja var noterbart dominerande med över 56 fångster per minut (2843 individer) period 1 och över 14 fångster per minut period 2. Utöver bytesfisk var fångst av abborre relativt höga båda perioder.

Figur 4. Antal individer fångade per minut under båtelfiske i nedre Dalälven, Untra-Bredforsen period 1 (27/6-28/6-2017) samt period 2 (5/9-6/9-2017).

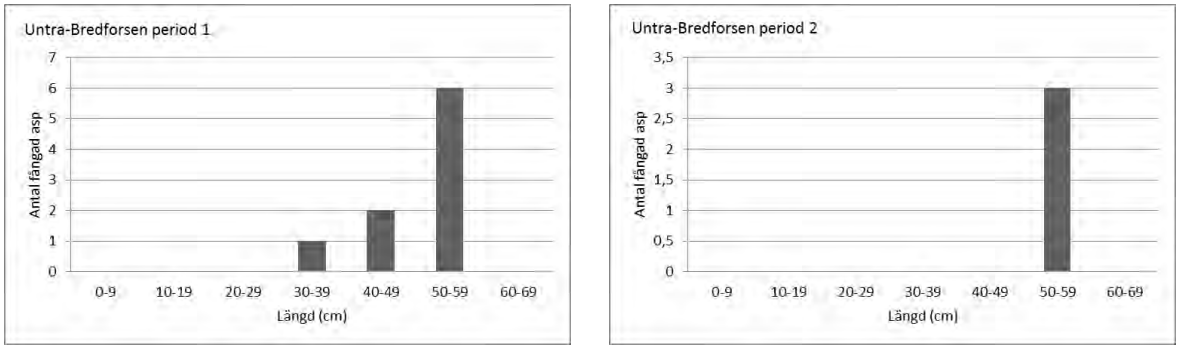


Ingen öring fångades i området. Två harrar fångades period 1 och 7 fångades period 2 (Figur 5). Period 2 i Untra-Bredforsen uppvisade med 0,122 högst täthet (fångst per minut) av harr under hela fisket.



Figur 5. Längdfördelning hos harr fångade genom båtelfiske i Dalälven, Untra-Bredforsen under 27/6-28/6-2017 (vänster) och 5/9-6/9-2017 (höger).

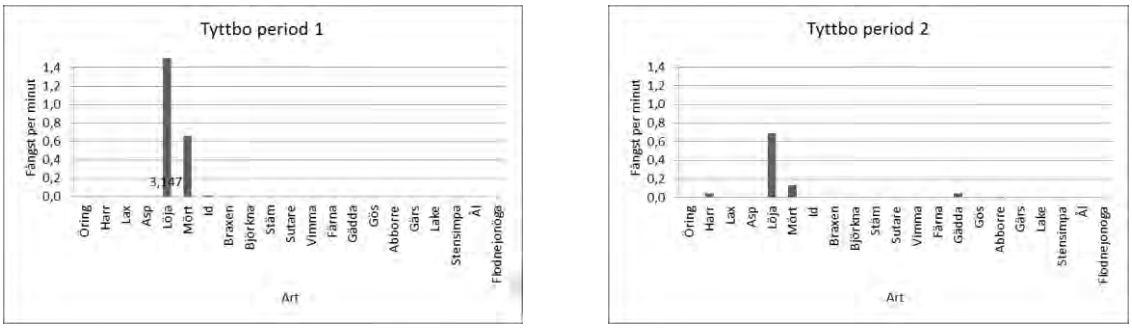
Asp fångades vid Untra kraftverk (lokal 16) under båda perioder. Period 1 fångades 9 asp och utöver dem noterades ytterligare 14 som inte kunde håvas. Period 2 fångades 3 asp och ytterligare 4 stycken noterades (Figur 6).



Figur 6. Längdfördelning hos asp fångade genom båtelfiske i Dalälven, Untra-Bredforsen under 27/6-28/6-2017 (vänster) och 5/9-6/9-2017 (höger).

Tyttbo

Fångsten i Tyttbo dominerades av bytesfisk under båda perioder men med störst tydlighet period 1 (Figur 7). Mycket lite fisk noterades överlag i området.

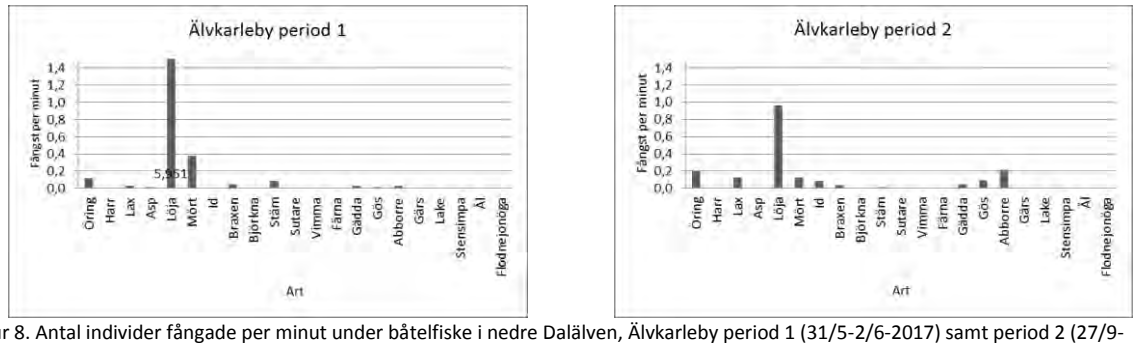


Figur 7. Antal individer fångade per minut under båtelfiske i nedre Dalälven, Tyttbo period 1 (6/7-2017) samt period 2 (5/10-2017).

Ingen öring fångades i Tyttbo. Under period 2 fångades 3 harrar på 24,5, 29 respektive 33 cm. Även abborre fångades under period 1 men i för litet antal för att vara synligt i diagrammet.

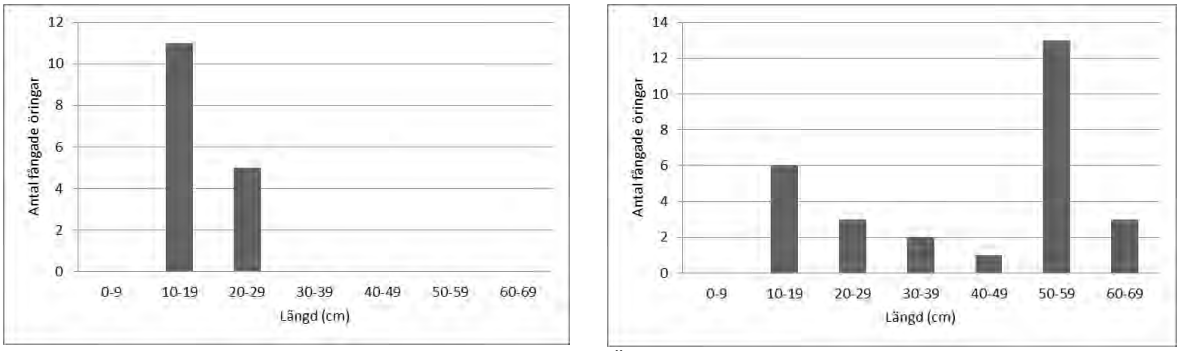
Älvkarleby

Fångsten i Älvkarleby dominerades av löja under period 1 (Figur 8). Under period 2 fångades det relativt mycket (100 individer) löja på lokal 25 på resterande lokaler fångades det 0-20 löjor. Under period 2 noterades flera stim av braxen och id där det inte var möjligt att håva alla. Period 2 bjöd på noterbart mycket fisk av större storlek.



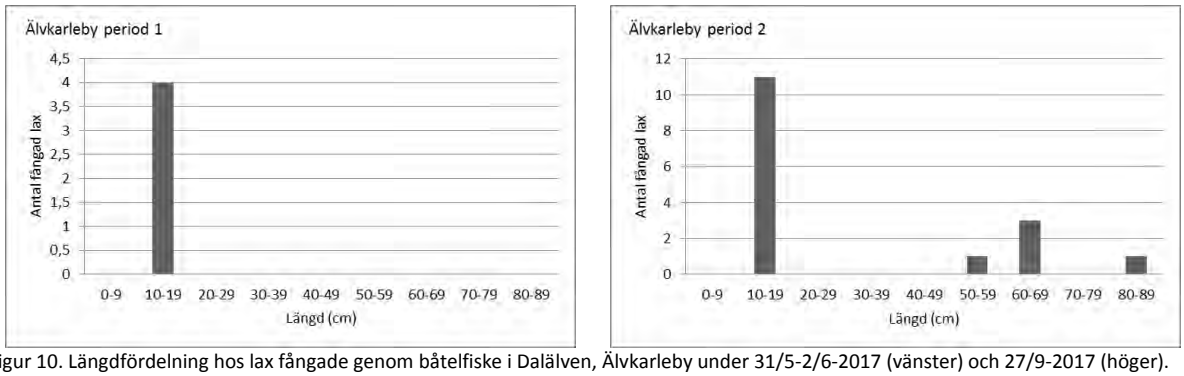
Figur 8. Antal individer fångade per minut under båtelfiske i nedre Dalälven, Älvkarleby period 1 (31/5-2/6-2017) samt period 2 (27/9-2017).

Arter som fångades i för litet antal för att vara synliga i diagrammet inkluderar id, flodnejonöga och vimma under period 1 samt harr och flodnejonöga under period 2. Under period 2 fångades 2 harrar på 23,5 respektive 39 cm. Älvkarleby var det enda område där öring fångades men här fångades det på samtliga lokaler under båda perioder. Högst täthet av öring (fångst per minut) var 0,203 under period 2 (Figur 9).



Figur 9. Längdfördelning hos öring fångade genom båtelfiske i Dalälven, Älvkarleby under 31/5-2/6-2017 (vänster) och 27/9-2017 (höger).

Älvkarleby var även det enda område där lax fångades. Under period 1 fångades 4 laxar och ytterligare 4 som var för stora för att håvas noterades. Under period 2 fångades 17 laxar och ytterligare en noterades (Figur 10).



Figur 10. Längdfördelning hos lax fångade genom båtelfiske i Dalälven, Älvkarleby under 31/5-2/6-2017 (vänster) och 27/9-2017 (höger).

Diskussion

Sjöarter som löja, mört, abborre och gädda dominerade fångsterna i samtliga områden under båda fiskeperioderna. Nedre Dalälven är kraftigt påverkad av de flera vattenkraftverk som älvsträckan inhyser. Kraftverksdammarna gör att stora arealer av tidigare strömmiljöer är ersatta med anlagda lugnvatten. Hela fisksamhället förändras när arter som är anpassade till lugnvatten gynnas. Sjöarterna är konkurrenter om habitat och föda men även predatorer av strömarter som öring och harr (Degerman et al. 2013). Gemensamt för samtliga områden i nedre Dalälven är även en hög närvaro av sjöarter i dagens kvarvarande strömhabitat. En orsak till detta kan vara den omfattande regleringen som bedrivs från kraftverken. Årsregleringen innebär en förlust av naturliga flöden med lågflöde under vinter, vårflod, lägre nivåer under sommaren och några toppar under hösten. Dessa naturliga variationer spelar stor roll i processer som fiskvandring och äggkläckning och hjälper även till att upprätthålla habitat genom t.ex. spolning av sediment (Puffer et al. 2015). Hela sträckan mellan Söderfors och havet har dålig status med avseende på flödets förändringstakt i procent (Hedström-Ringvall et al. 2017). Under elfisket noterades stora variationer i vattennivåer på tims- och dygnsbasis i alla områden. Korttidsreglering kan påverka fisk genom att bl.a. fysiskt spola bort eller stranda dem, trigga beteendeförändringar och förstöra dess habitat (Murchie et al. 2008). Nivåvariationerna med regelbundna uppdämningar av strömsträckor ger också sjöarter tillgång till miljöer där strömanpassade arter som öring och harr annars har en konkurrensfördel.

Tyttbo utmärkte sig från de andra områdena med avsevärt färre arter och minst antal fångade individer per minut. Området har stor påverkan från uppströmsliggande kraftverk. Kanaliseringen av Tyttboforsarna gör att merparten av området är ogynnsamt som habitat för strömarter. Djupet och strömhastigheten gör dem också mycket svårfiskade med elfiskebåt. Untra-Bredforsen utmärkte sig åt andra hållet med mest antal fångade individer per minut under båda perioderna. I kanalen vid Untra kraftverk fångades under period 1 119,4 individer per minut varav nära hälften var löja. Kanaliseringen och uppdämningen av sträckan vid kraftverket gör området mer gynnsamt för arter anpassade till lugnvatten. Av särskilt intresse i området är därför fynden av asp.

Genom åren har ett flertal inventeringar av asp med provfiskenät utförts i nedre Dalälven dock utan lyckade resultat (Gullberg et al. 2011). I Dalälvens stora vattenmassor verkar elfiskebåt vara en mer effektiv inventeringsmetod för asp än provfiskenät. Bland det mest glädjande under sommarens fiske var fångsten av asp dels i Älvkarleby men framför allt i Untra. Under period 1 i slutet på juni håvades 9 aspar och med de ytterligare 13 som observerades ger det totalt 22 individer. En förklaring till att asp hittades just här kan vara den enorma mängd bytesfisk som påträffades. Aspen är en utpräglad rovfisk och följer rimligtvis fluktuationer i bytespopulationer. Under period 2 fångades mindre än en tredjedel av löjan och då håvades också ”bara” 3 aspar. En annan förklaring är att det under 2017

kunde konstateras asprom i Tammån bredvid Untra kraftverk (Hellström, 2017). Aspen som observerades i Untra är en del av landets nordligaste population. Den är rödlistad som Nära hotad och är således mycket skyddsvärd. Aspen är beroende av strömvattenmiljöer för sin reproduktion vilket innebär att vattenkraftsregleringen i området är en stor ödesfråga för populationens framtid (Gullberg et al. 2011).

Öring och lax påträffades enbart i Älvkarleby. Detta är givetvis ingen slump då detta är det enda område med konnektivitet till havet då allt elfiske i området utfördes nedströms Älvkarleby kraftverk. Öring fångades på samtliga lokaler. Under period 1 uppskattades 11 av totalt 16 öringar vara av åldersklassen 1+ och övriga 5 vara 2+. Av dessa 16 var en öring vild (11 cm) medan resterande var odlade. Under period 2 var de flesta (13 av 28)fångade öringar inom längdklassen 50-59 cm. Dessa är med största sannolikhet förstagångslekare nyuppstigna från havet. Att fler större öring fångades under period 2 korreleras med öringens lektid under hösten. Två vilda öringar fångades under period 2. I Gysinge fångades störst antal harrar. Samtliga låg inom längdintervallen 20-39 cm. Under en provkörning av elfiskebåten i Lisslen (lokal 15) under våren innan period 1 observerades det mycket harr. På grund av lågt vatten, snabba strömhastigheter och väldigt steniga förhållanden var det då inte möjligt att på ett säkert sätt håva dem. Lisslen var även under period 2 den lokal i Gysinge där mest harr observerades (4 håvade och 25 noterade). Ingen harr under 20 cm fångades i Gysinge men elfiskebåten har heller inte möjlighet att nå de mest optimala uppväxtområdena för varken harr eller öring. I Untra-Bredforsen fångades flest harrar per minut under period 2. Under båda perioderna fångades flest harrar i transportkanalen bredvid Viforsen (lokal 17). Det som kan göra denna lokal särskilt gynnsam för harren är födotillgång, goda skyddsmöjligheter och en avsevärt bättre beskuggning än övriga lokaler i området. Harren visade sig vara mycket strömtålig i jämförelse med andra arter. Detta kan innebära en underskattning av harrbeståndet. Under 1999 och 2000 utfördes jämförbara undersökningar av fiskbestånden i Gysinge med elfiskebåt av F.A.S.T.-Fiskeresursgruppen (Bruks et al. 2000). När det gäller harr fångades 1999 0,09 individer/minut. År 2000 fångades 0,22 individer/minut. Under elfisket 2017 fångades i Gysinge 0,017 individer/minut under period 1 och 0,053 individer/minut under period 2. Den effektiva fisketiden var dock avsevärt högre under inventeringen 1999/2000 samtidigt som det totala antalet fångade individer av samtliga arter var avsevärt lägre. Under både 1999 och 2000 var harr den dominerande fiskarten. Under fisket 1999 var 23,8 % av individerna som fångades harr. År 2000 steg siffran till 30,4 %. Procentandelen harr under 2017 uppgick period 1 till 0,19 % och period 2 till 0,9 %. I jämförelse var procentandelen löja under 2017 54 % period 1 och 64 % period 2. År 1999/2000 var procentandelen löja 3,3 % respektive 1,5 %. Elfiskeundersökningarna från 1999/2000 och 2017 bör inte jämföras utan kritiskt tänkande. Under 2017 elfiskades över dubbelt så många lokaler som 1999/2000. Vattenföringen under 2017 var låg under hela fiskeperioden medan den under 1999/2000 var något hög till hög. Med tanke på tidsskillnaden mellan fiskeperioderna har det med största sannolikhet skett tekniska framsteg i elfiskebåtsindustrin. De stora skillnaderna i fångsterna mellan åren tyder ändå på betydande förändringar i fisksamhället och dess dominansstrukturer. En trolig bidragande orsak till dominansskiftet från strömarter till sjöarter är de senaste årens korttidsreglering.

Inventering med elfiskebåt har visat sig vara en effektiv metod för t.ex. asp och flera sjöarter. En nackdel är dock att båten inte kommer åt grundare strömpartier där uppväxande öring och harr har sitt uppehälle. Båten lämpar sig heller inte för djup över 2,5-3 m. För en mer komplett bild av

fisksamhället bör metoden därför kompletteras med andra provfiskemetoder som elfiske med handaggregat och provfiskenät.

Referenser

Bruks, A., Boberg, J., & Carlstein, M. (2000). *Elfiskeundersökning av fiskbestånd i nedre Dalälven vid Gysinge och Tyttbo 1999 och 2000.* F.A.S.T.-Fiskeresursgruppen.

Degerman, E., Calles, O., Näslund, I., & Wickström, H. (2013). *Påverkan på strömlevande fisk av anlagda lugnvatten.* Havs- och vattenmyndigheten.

Gullberg, K., Holmqvist Persson, E., & Svensson, E. (2011). *Inventering av asp: provfiske i Nedre Dalälven* 2008. Länsstyrelsen Gävleborg.

Hagelin, A. (2015). Projekt LIV- laxfisk i nedre Dalälven. *Länsstyrelsen Gävleborg.* Hämtad 2017-11-07 från http://www.lansstyrelsen.se/Gavleborg/Sv/nyheter/2015/Pages/projekt-liv-laxfisk-i-nedre-dalalven.aspx

Hedström-Ringvall, A., Kjörk, C., Pettersson, K., Engström, M., Ljung, P., Hjerdt, N., Eriksson, L., & Sandberg, P-E. (2017). *Dalälvens vattenkraftsystem – Energiproduktion och reglerkraftnytta samt påverkan på vattenflöden och vattennivåer.* Länsstyrelsen Dalarna.

Hellström, M. (2017, 12 mars). Asprom funnet i Dalälven. *SVT Nyheter.* Hämtad 2017-10-26 från https://www.svt.se/nyheter/lokalt/uppsala/asprom-funnet-i-dalalven?cmpid=del%3Apd%3Any%3A20170314%3Aasprom-funnet-i-dalalven%3Anyh

Museth, J., Dokk, J. G., & Olstad, K. (2015). Fiskesamfunnet i Femund-/Trysil-/Klarälven. *Vänerlaxens fria gång.* 96-101.

Murchie, K. J., Hair, K. P. E., Pullen, C. E., Redpath, T. D., Stephens, H. R., & Cooke, S. J. (2008). Fish response to modified flow regimes in regulated rivers: research methods, effects and opportunities. *River Research and Applications*, *24*(2), 197-217.

Nedre Dalälven. (2017). *Vatten.* Hämtad 2017-10-24, från https://www.nedredalalven.se/index.php/sv/biosphere/river-landscape/Water

Puffer, M., Berg, O. K., Huusko, A., Vehanen, T., Forseth, T., & Einum, S. (2015). Seasonal effects of hydropeaking on growth, energetics and movement of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar). *River research and applications*, *31*(9), 1101-1108.

Ål, asp och sik i nedre Dalälven

Erik Sparrevik, Daniel Brelin och Anna Hagelin

Länsstyrelsen
Gävleborg

Ål, asp och sik i nedre Dalälven

I LIV- projektet har vi haft fokus på laxartade fiskar och då främst lax och havsvandrande öring. Vi vill dock belysa några andra arter som även de har behov av konnektivitet och som i många älvar har en trängd situation. Nedan presenteras dagsläget för ål, asp och sik i nedre Dalälven.

Ål i Dalälven

Huvudutbredningsområdet för ål sträcker sig från Älvkarleby till Avesta och består av en lång rad sjöar, fjärdar, strömsträckor samt kraftverksdammar. Med början i Avesta ligger fjärdarna i ordningen; Bäsingen, Färnebofjärden, Hedesundafjärden, Bramsöfjärden, Untrafjärden och Storfjärden. Fjärdsystemet är nästan 8 mil långt och är huvudsakligen beläget i Gävleborgs och Uppsala län. Ålproduktionen beräknas till 923 individer per år vilket resulterar i att 23 individer (3 %) årligen av den lekvandrande ålen beräknas nå havet (Calles och Christiansson 2012).

I nedre Dalälvens huvudfåra finns information från passagestudier på ål vid Untra kraftverk. Där utfördes, i början på 40 talet, empiriska studier av passagemöjligheter vid reducerat flöde (Montén 1985). Man lyckades inte utföra försöken vid fullt pådrag i kraftverket, men de försök på ål som hade en längd på 70–80 cm visade på en skadefrekvens som var omkring 40% i den dubbelFrancis som testades, vilket är något lägre än de 56-64% som turbinmodellen predikterar (Leonardsson 2012). Kaplanturbinerna i Älvkarleby kraftverk är snarlika de som återfinns i Hojum kraftstation i Göta älv. Man kan därmed förvänta sig att bortfallet i Älvkarleby kraftverks Kaplanturbin hamnar under 70 %, vilket styrks av modellens predikterade dödlighet om 17 % vid fullt pådrag. Eftersom bara en del av flödet går via denna Kaplan-turbin (250 m^3/s) och resten genom fem Francisturbiner, blir den totala predikterade dödligheten vid full körning 56 %.

Sammantaget har kraftverken i Dalälvens nedre delar stor slukförmåga och stora löphjul med begränsad rotationshastighet, vilket visar på intermediär dödlighet för nedströms passage av ål. Turbinmodellen (Leonardsson 2012) predikterar en dödlighet som varierar mellan 6 och 60% beroende på vilket kraftverk man tittar på. Trots den låga dödligheten för några av kraftverken blir dock den sammanlagda modellerade dödligheten 91 % för samtliga kraftverk i nedre Dalälven (Calles och Christiansson 2012).

I projektet Krafttag ål (www.energiforsk.se/program/krafttag-al/) har sedan 2011 åtgärder genomförts for att minska vattenkraftens påverkan på lekåtervandrande ål. Programmet består både av forsknings- och utvecklingsprojekt samt frivilliga åtgärder. Valet av vattendrag för åtgärder har gjorts med utgångspunkt från var störst effekt kan nås på utvandringen av blankål. Förekomsten av ål i sötvatten är i dagsläget i stort sett helt beroende på var utsättningar av ål sker eftersom invandringen av ålyngel till Sverige är så låg (Havs- och vattenmyndigheten 2015). Åtgärder som flyttning av lekvandrande ål förbi kraftverk (T&T) har därför genomförts i sådana avrinningsområden där omfattande ålutsättningar sker, som i Göta älvs och Motala Ströms avrinningsområden. I Dalälven görs inga större ålutsättningar vilket medför att förekomsten av lekvandrande ål är låg och därför är inte förbättrade passagemöjligheter förnärvarande en kostnadseffektiv åtgärd. Projekt LIV har därför valt att inte fokusera på åtgärder för ål inom projektet.

Asp i Dalälven

Aspen, (*Aspius aspius)* är en storväxt karpfisk (Cyprinidae). Från Ryssland finns uppgifter om fiskar på 120 cm och vikter över 15 kg. I Sverige blir arten vanligen 60−75 cm lång med vikter mellan 2−5 kg. Kroppen är långsträckt och kraftig, sett ovanifrån är ryggen påfallande bred. Arten kännetecknas av en stor mun med ett distinkt underbett. Överkäksbenet är långt och når in under ögats framkant. Munnen är slät och tandlös och i underkäkens spets sitter en knöl som passar in i en skåra i överkäken. Hos yngre individer är ryggen mörk och kroppens sidor silverblanka, medan äldre fiskar överlag är mörkare skiffergrå. Vissa exemplar kan vara glänsande mässingsgula. Stjärtbasen är kraftig. Stjärtfenan är stor och kraftig, djupt inskuren med spetsiga lober. Stjärt- och ryggfena är blågrå. Bröst-, buk- och analfenor skiftar svagt i rött, en färg som intensifieras under leken. I samband med leken får hanen markanta lekutslag i form av sträva vårtlika utväxter på huvudet och främre delen av kroppen (Curry-Lindahl 1985). Storleksmässigt kan fullvuxna exemplar närmast förväxlas med id (*Leuciscus idus*) eller färna (*Squalius cephalus*). Asp skiljer sig från dessa genom en stor mun med framträdande underkäke och tydligt underbett samt påtagligt utdragen spets på analfenan. Mindre exemplar påminner något om löja (*Alburnus alburnus*), men skiljer ut sig genom analfenans form samt munnens form och storlek.

Aspen som alltså är en av landets mest storvuxna karpfiskar är idag hotad och förekomsten har minskat avsevärt de senaste hundra åren. Den främsta orsaken till detta är dagens exploatering av rinnande vatten som aspen är beroende av för att reproducera sig. Den leker i strömmande vattendrag och på grund av dikningar, rensningar och uppförande av dammar i vattendrag har aspen utsatts för stora påfrestningar. Aspen finns med på ArtDatabankens rödlista över hotade arter under kategorin nära hotad (NT). Aspen finns även med i EU:s art- och habitatdirektiv samt IUCN:s globala rödlista (Freyhof, J. och Kottelat 2008). Det finns också ett eget åtgärdsprogram för Asp som är fastslaget av Havs- och Vattenmyndigheten. I bilaga 3 av åtgärdsprogrammet framgår det att det i Dalälven är prioriterat för Länsstyrelsen att jobba med åtgärder vid Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors. Utöver det så har riksdag och regering antagit 16 miljömål och givit länsstyrelserna i uppdrag att arbeta med åtgärder för att bevara hotade arter, däribland Upplands landskapsfisk asp. Sedan 2001 är det även förbjudet (FIFS 2004:37) att fiska efter asp fr.o.m. 1 april t.o.m. 31 maj i alla till Vänern, Mälaren och Hjälmaren rinnande vatten till det första definitiva vandringshindret. Historiskt har inte asp varit målart för fiskevårdande åtgärder då den inte ansetts tillräckligt viktig ur yrkesfiskesynpunkt.

I nedre Dalälven har historiska fångstrapporter och sporadiska spöfångster av asp pekat mot att Sveriges nordligaste bestånd av asp finns just här. Därför genomförde man under 2005-2008 en rad riktade provfisken efter Asp i Nedre Dalälven. Trots att det inte fångades några aspar inom ramen för provfiskena så ledde arbetet till att det kom in dokumenterade fynduppgifter som visade på att arten fortfarande finns kvar i Dalälven. I rapporten från en av provfiskena konstaterar man att resultatet av provfisket är ett tydligt varningstecken på att arten håller på att försvinna från sitt nordligaste utbredningsområde. Man drog slutsatsen att det behövs omedelbara åtgärder för att främja arten. Aspen behöver fria vandringsvägar till reproduktionsområdena samt strömmande vatten för sin reproduktion. Man konstaterar även att man bör satsa på information till allmänheten samt införa restriktioner för fiske. Upplandsstiftelsen har under de senaste åren inventerat lekplatser för asp i Dalälvens nedre delar. DNA-analys av insamlad fiskrom visar att den sällsynta fiskarten asp lekte i Tammåns nedre del 2016. Inom ramen för LIV har man under 2017 genomfört omfattande elprovfisken med båt men endast påträffat asp på två specifika platser, nämligen nedströms Älvkarleby- och Untra kraftverk.

Sik i nedre Dalälven

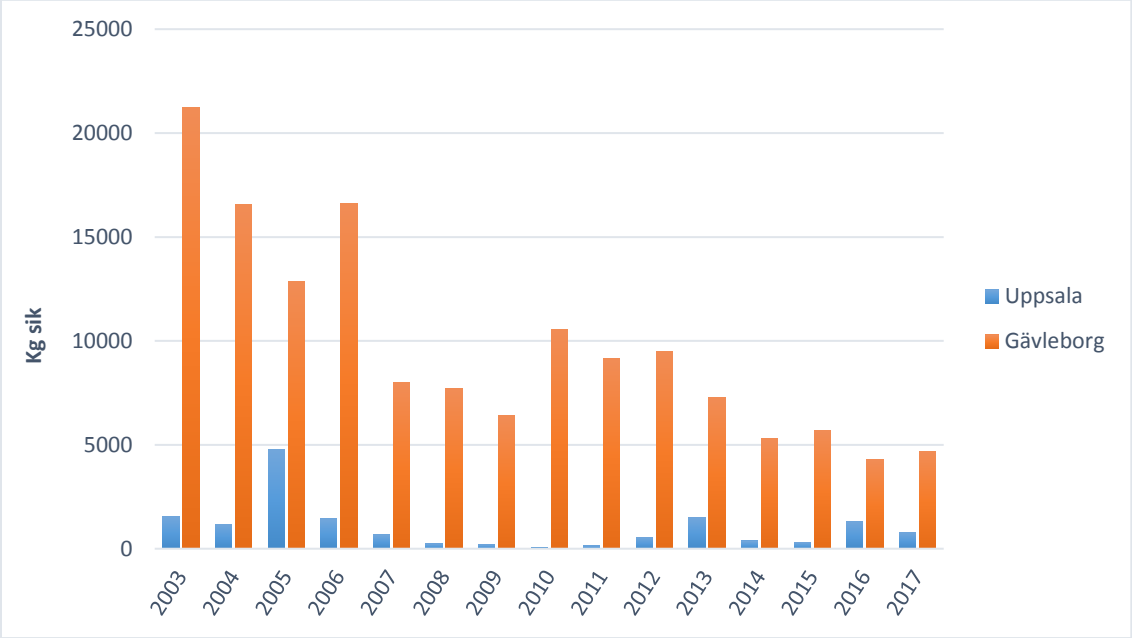
Sik *(Coregonus sp. / Coregonus lavaretus)* är en laxfisk som förekommer i flera olika former och/eller arter som kan skilja sig mycket åt i tillväxthastighet, lekbeteenden och utseende. Siken indelas

översiktligt i vandringssik, som vandrar till älvar för lek, och stationär sik som leker i havet eller insjöar. Vissa är planktonätare hela livet medan andra övergår till att äta bottendjur och några blir fiskätande, detta är dock det minst vanliga födovalet.

Sikarna har silverfärgade fjäll och gråa fenor, de har även den fettfena som är karaktäristisk för alla laxfiskar. De olika sikarnas tillväxthastighet, storlek och livslängd varierar beroende på typ och plats. De största sikarna kan bli 60 cm och väga upp till 8 kg medan de minsta inte blir mer än 10-15 cm och sällan väger mer än 0,5 kg. Den stora morfologiska variationen gör dem svåra att artbestämma. En liten sik kan påminna om en siklöja och dessa kan lätt blandas ihop.

Siken blir könsmogen vid omkring 4 till 5 års ålder och leker under hösten. Lektid, liksom platser och djup, varierar dock mycket mellan olika former av sik. Leken sker vanligen på 0,5 till 6 meters djup men variationer på 0,5-130m förekommer. Leken sker oftast vid områden med sand- eller grusbotten. Under leken simmar hona och hane invid varandra och släpper rom respektive mjölke. Romkornen befruktas och sjunker sedan till botten där de ligger till kommande vår. Siken kräver kallt och förhållandevis syrerikt vatten för att trivas. Sikens stora variation i livshistoria gör det svårt att ringa in flaskhalsar och brister i deras miljö. Detta gör att även åtgärdsinsatser är svåra att sätta samman. Ett reglerat fiske verkar dock ha god effekt, något som är extra viktigt när reproduktionsområden försämrats av övergödning.

Sik förekommer i både Bottenviken, Bottenhavet och egentliga Östersjön men det finns tecken på att sikens yngelområden längs kusten har påverkats negativt sedan 1990-talet. Yngelundersökningar i Bottniska viken har under senare år visat att flera av sikens tidigare uppväxtområden är påverkade av övergödning vilket försämrar möjligheterna till lyckad reproduktion. Fiske samt den ökande säl och skarvpopulationen kan också vara faktorer som kan ha negativ effekt på sik beståndet.



Figur 1. De inrapporterade fångsterna av sik mellan 2003 och 2017 för länen Uppsala och Gävleborg.

Helsingforskommissionen för bevarande av Östersjöns miljö (Helcom) bedömer siken som starkt hotad i Östersjön som helhet 2013 och Internationella Naturvårdsunionen (IUCN) listar siken som sårbar i Europa 2013. När vi tittar på rapporteringen från yrkesfiskarna ser vi en konstant låg sik fångst i Uppsala län och en minskande trend i Gävleborg (fig 1). När det gäller sportfisket i Älvkarleby ser man även här en nedgång och man har under 2016 och 2017 inte haft någon sik rapporterad från

de sektioner man har rapporteringskrav på (pers. kom Janne Olsson, Sportfisket). Från 2018 har man utökat rapporteringskravet till alla sektioner I nedre Dalälven har sik tidigare förekommit sparsamt. Numer är det dock sällan det fångas sik även om det finns rapporter om förekomst i Färnebofjärden. Under LIV-projektets båtelfiske fångades ingen sik.

Siklöja i nedre Dalälven

Siklöja är en småvuxen kallvattenfisk fisk som förekommer i förhållandevis djupa sjöar då den sommartid behöver ha tillgång till kallare vatten. De förekommer även i lugnare delar i större vattendrag. Siklöja är en planktonätare som i många sjöar utgör en viktig födoresurs för många rovfiskar t ex abborre, gös och öring. Leken sker som regel på hösten men det finns något enstaka som leker på våren

Siklöjan har tidigare förekommit från Färnebofjärden och nedströms i de större fjärdarna. Nu verkar det dock vara sällsynt att en siklöja fångas. Under LIV-projektets båtelfiske fångades ingen siklöja.

Referenser

Calles, O. och Christiansson, J. 2012. Ålens möjlighet till passage av kraftverk – en kunskapssammanställning. Elforsk rapport 12:37.

Curry–Lindahl, K. 1985. Våra fiskar. Stockholm: P.A. Norstedt & Söners Förlag.

EU:s art- och habitatdirektiv, artskyddsförordning. 2007. 2007:845

Freyhof, J. och Kottelat, M. 2008. *Aspius aspius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:

Havs och Vattenmyndigheten. 2004. Fiskeriverkets föreskrifter om fiske i sötvattensområdena FIFS 2004:37

Havs- och vattenmyndigheten, 2015. Sveriges nationella ålförvaltningsplan – Havs-och vattenmyndighetens analys av behovet att revidera den nationella förvaltningsplanen för ål.

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Åtgärdsprogram för Asp Aspius aspius. Rapport 2016:27

Helcom. 2013. Species information sheet. www.helcom.fi > Baltic Sea trends > Biodiversity > Red List of species.

Kullander S. O. och Delling B. 2012. Strålfeniga fiskar, Artdatabanken.

Leonardsson, K. 2012. Modellverktyg för beräkning av ålförluster vid vattenkraftverk. Elforsk rapport 12:36.

Länsstyrelsen Gävleborg. 2008. Inventering av Asp - provfiske i Nedre Dalälven. Rapport 2011:21

Montén, E. 1985. Fish and turbines - fish injuries during passage through power station turbines. Vattenfall, Statens Vattenfallsverk.

Genetisk variation hos öring i nedre Dalälven

Johan Dannewitz

Länsstyrelsen
Gävleborg

DNR: SLU.aqua.2017.4.5-246

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Institutionen för akvatiska resurser,
Sötvattenslaboratoriet**

2017-08-22

Genetisk variation hos öring i nedre Dalälven

Johan Dannewitz

Bakgrund

I Dalälven mellan älvmynningen och Avesta har det under en mängd år satts ut öring av varierande ursprung. Tidigare flyttades havsvandrande öring av lokal Dalälvsstam upp från Älvkarleby förbi vandringshindren i älven men denna verksamhet upphörde 1993-94 med hänvisning till smittorisker. Det har även satts ut stora mängder öring av främmande stammar. I till exempel Gysingeforsarna har det under ett antal år satts ut Heligeåöring och Vänneåöring, och i Tyttboforsen har Heligeå- och Konnevesiöring satts ut. Även andra stammar har sporadiskt satts ut i Dalälven nedströms Avesta, som Salomonsåöring, Gullspångsöring samt tidigare även Ansjööring och Bolmenöring (Anna Hagelin, muntligen).

Uppföljningen av hittills genomförda utsättningar i Dalälven har varit undermålig och det är oklart i vad mån dessa resulterat i bestående produktion av öring i området. Under 2014 genomfördes dock ett utsättningsförsök i Gysinge (som sedan upprepades 2015 och 2016) i syfte att studera om utsatt öring har förmåga att överleva i området och på sikt bilda självreproducerande bestånd. Utsättningsmaterialet var av lokal Dalälvsstam (havsöring) och levererades från odlingen i Älvkarleby. En genetisk utvärdering av de utsättningar som genomfördes 2014 visade att den utsatta öringen åtminstone tycks klara av den första tillväxtsäsongen på utsättningsplatserna (Dannewitz & Östergren 2015). Studien visade också att inslaget av andra, främmande öringstammar (från tidigare utsättningar) är obefintligt eller mycket litet i de undersökta områdena.

Under 2016 genomförde Länsstyrelsen i Gävleborg nya elfisken i området mellan Untra och Gysinge. Öring påträffades i ganska stora mängder i timmerrännan vid kraftverket i Untra. Dessutom påträffades öring i de områden nära Gysinge där havsöring av Dalälvsstam satts ut åren 2014-

SLU, Stångholmsvägen 2, 178 93 Drottningholm, Sweden
Org.nr 202100-2817
www.slu.se

tel: +46 (0)10-478 42 23
johan.dannewitz@slu.se

2016. På uppdrag av länsstyrelsen i Gävleborgs län har sötvattenslaboratoriet, SLU-Aqua, analyserat det insamlade materialet. Totalt analyserades 43 individer från sex lokaler (tabell 1). Öringarna var av varierande storlek och representerade flera årsklasser. De provtagna individerna jämfördes med tidigare (2014) insamlade prover från det aktuella området samt med alla övriga öringstammar som analyserats genetiskt vid sötvattenslaboratoriet, totalt motsvarande drygt 100 lokaler/bestånd och knappt 5000 individer.

Det primära syftet med undersökningen var att studera ursprunget på de vildfångade öringarna från Untra och Gysinge. Härstammar dessa främst från lokal Dalälvsstam? I vilken utsträckning har tidigare utsättningar av främmande öring påverkat den genetiska karakteristiken? I studien ingick även analys av totalt 29 lekfiskar (havsöring) av Dalälvsursprung som 2016 flyttades upp från Älvkarleby till Sevedskvarn i Gysinge för lek i området. Dessa lekfiskar har analyserats med avseende på genetisk variation i 10 mikrosatelliter och kommer i en eventuell framtida studie jämföras med utvandrande smolt från området i syfte att studera reproduktiv framgång mm hos den uppflyttade lekfisken. Dessa 29 individer berörs dock inte mer i denna rapport.

Resultat

DNA extraherades från de insamlade vävnadsproven och genotypbestämdes med hjälp av mikrosatelliter – en typ av genetiska markörer lämpliga vid studier av populationsstruktur och bestämning av ursprung för enskilda individer eller grupper av individer. Totalt har 10 mikrosatelliter studerats, vilka ursprungligen utvecklats för öring eller närbesläktade arter (för mer information om metoden se Dannewitz m.fl. 2014). Genetiska data analyserades statistiskt med följande program: FSTAT (Goudet 1995), GENETIX (Belkhir m.fl. 2001), PHYLIP (Felsenstein 2004), GENECLASS version 2 (Piry m.fl. 2004), ONCOR (Kalinovski m.fl. 2007) och COLONY (Wang 2004).

Vi fann inga avvikelser från den fördelning av homozygoter och heterozygoter som förväntas enligt Hardy-Weinbergs lag, sett över samtliga markörer inom respektive stickprov (F_{IS}=0, tabell 1). Detta indikerar bl.a. att respektive stickprov sannolikt inte består av en blandning av individer av olika genetiskt ursprung eller representerar enstaka familjer. Graden av genetisk variation inom stickprov (mätt som förväntad heterozygositet H_E) var likartad mellan stickproven (tabell 1). Medelvärdet av H_E över stickprov (0,65) var relativt högt jämfört med sötvattenslevande öring (0,58) och i paritet med den mängd genetisk variation som tidigare

observerats hos havsöringbestånd i Sverige (medel på 0,65, Söderberg m.fl. 2017). Även antalet genvarianter "*Allelic richness*", som är ett annat mått på graden av genetisk variation, var likartat i de olika stickproven.

Tabell 1. Benämning av stickprov, stickprovsstorlek, förväntad heterozygositet (H_E), genomsnittligt antal genvarianter per mikrosatellit korrigerat för skillnader i stickprovsstorlekar ("Allelic richness", baserat på en stickprovsstorlek av 11), samt avvikelser från förväntade genotypproportioner enligt Hardy-Weinbergs lag uttryckt som F_{IS}. Inga värden på F_{IS} var signifikant skilda från 0.

Lokal	Stickprovsstorlek	H_E	'Allelic richness"	F_{IS}
Smedjan 2014	3	0.71	-	0.08
Granön 2014	31	0.69	5.0	-0.03
Sevedskvarn 2014	26	0.71	5.2	-0.011
Älvkarleby 2014	19	0.72	5.2	-0.028
UntraMellan 2016	11	0.63	4.5	-0.009
UntraNedre 2016	13	0.69	5.1	-0.036
Sevedskvarn 2016	14	0.68	5.1	-0.01
SevedskvarnNoth 2016	1	0.60	-	NA
GysingeMattön 2016	1	0.56	-	NA
Granön 2016	3	0.73	-	0.209

NA: skattning ej möjlig

Analyser med COLONY, som används för att gruppera individer i sannolika familjegrupper (i detta fall helsyskongrupper), visade med några få undantag att de flesta analyserade individerna inte var närbesläktade. Åtminstone de större stickproven bestod av öringar från flera familjer. Förekomsten av öring på de provtagna lokalerna är således inte ett resultat av tillfällig lek mellan enstaka föräldrafiskar utan analysen visar snarare att ett större antal föräldrar varit inblandade. Dock observerades helsyskon i några stickprov. I de båda stickproven från Untra uppskattades totalt 18 familjer, där 14 representerades av endast en individ. Två familjer representerades av två helsyskon vardera medan två familjer representerades av tre helsyskon vardera. Även i stickprovet från Sevedskvarn observerades ett fåtal helsyskon. För att undvika familjeeffekter i de statistiska analyserna, som kan ge en icke representativ bild av de analyserade populationerna, reducerades helsyskongrupper till maximalt två individer i vissa analyser. Det totala antalet individer från 2016 som användes i dessa analyser minskade därmed från 43 till 38.

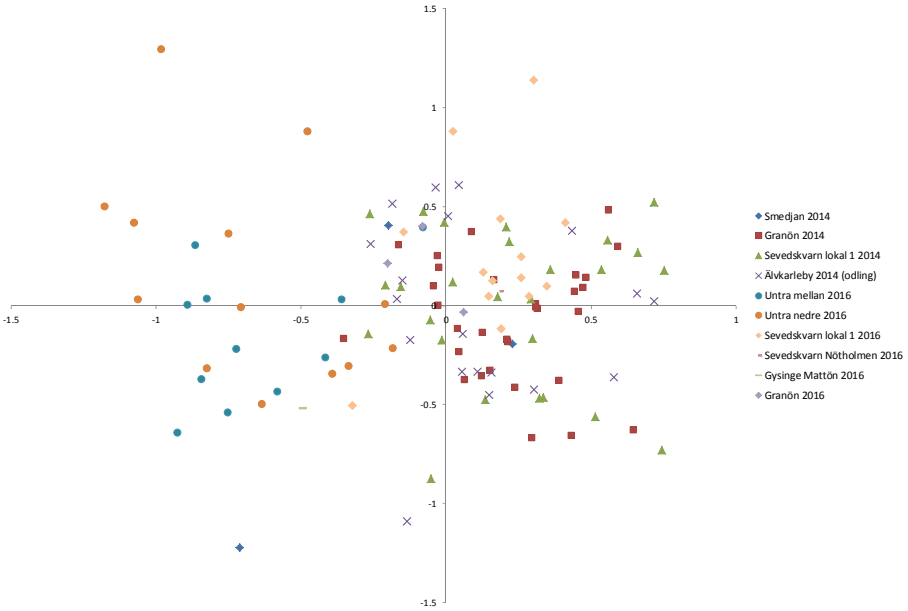
Parvisa jämförelser mellan stickprov från Smedjan, Sevedskvarn, Granön och Älvkarleby visar inga tydliga genetiska skillnader (uttryckt som F_{ST}), varken mellan lokaler eller mellan år inom de lokaler som provtogs både 2014 och 2016 (tabell 2). Däremot avviker stickproven från Untra från alla andra analyserade stickprov från området (medelvärde av parvisa F_{ST}=0,045). Figur 1 visar resultat från en s.k. faktoriell korrespondensanalys som illustrerar graden av genetisk likhet och olikhet mellan individer från

samtliga stickprov från området 2014 och 2016. Där framgår att individerna från Untra bildar en svärm till vänster om den grupp som utgörs av övriga individer från provtagningarna 2014 och 2016, dock med visst överlapp.

Tabell 2. Parvisa genetiska skillnader mellan stickproven från nedre Dalälven. F_{ST} ovan diagonalen och p-värden för motsvarande tester under diagonalen.

Sannolikhet\\F_{ST}	Smedjan 2014	Granön 2014	Sevedskvarn 2014	Älvkarleby 2014	UntraMellan 2016	UntraNedre 2016	Sevedskvarn 2016	SevedskvarnNoth 2016	GysingeMattön 2016	Granön 2016
Smedjan 2014		0.016	-0.004	0.011	0.020	0.002	-0.017	NA	NA	-0.031
Granön 2014	0.18		0.006	0.007	0.073	0.044	0.013	NA	NA	0.040
Sevedskvarn 2014	0.11	0.05		0.015	0.073	0.045	0.010	NA	NA	0.017
Älvkarleby 2014	0.30	0.10	0.07		0.054	0.040	0.017	NA	NA	0.001
UntraMellan 2016	0.05	<0.01	<0.01	<0.01		-0.002	0.078	NA	NA	0.043
UntraNedre 2016	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	0.40		0.029	NA	NA	0.040
Sevedskvarn 2016	0.56	0.09	0.08	0.15	<0.01	<0.01		NA	NA	0.021
SevedskvarnNoth 2016	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		NA	NA
GysingeMattön 2016	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		NA
Granön 2016	0.90	0.03	0.09	0.38	0.03	0.03	0.15	NA	NA	

NA: skattning ej möjlig



Figur 1. Faktoriell korrespondensanalys baserad på 10 mikrosatelliter (varje symbol utgör en individ). Punkter som ligger nära varandra utgör genetiskt lika öringar och vice versa. Individerna från Untra hamnar till vänster i figuren medan resterande individer främst uppträder till höger.

Det faktum att öringen från Untra avviker genetiskt från öringen som provtogs längre uppströms nära Gysinge, samt även stickprovet av havsöring från Älvkarleby från 2014, indikerar att det vid Untra kan finnas ett större eller mindre inslag av öring av främmande stam/stammar. För att undersöka denna möjlighet jämfördes stickproven från nedre Dalälven från 2014 och 2016 med samtliga öringar som tidigare analyserats vid sötvattenslaboratoriet. Totalt rör det sig om knappt 5000 individer från både havsvandrande, sjövandrande och stationära bestånd över hela

landet. Konnevesiöring och Gullspångsöring, som tidigare nyttjats för utsättningar i nedre Dalälven, finns representerade i denna databas.

I ett dendrogram (släktskapsträd) grupperar stickproven från Gysinge tillsammans med tidigare analyserad havsöring från Dalälven (figur 2), vilket styrker tidigare slutsatser att öringen från lokaler omkring Gysinge är av Dalälvsursprung (Dannewitz & Östergren 2015). Stickproven från Untra hamnar dock något bredvid Dalälvsgrenen närmare öring från västkusten. Inga genetiska likheter observerades mellan öring från Untra och de öringstammar som satts ut i området och som vi tidigare karterat genetiskt (Gullspångsöring och Konnevesiöring). Det bör emellertid noteras att vi inte analyserat alla stammar som tidigare satts ut i Dalälven nedströms Avesta, bl.a. Vänneåöring och Heligeåöring som satts ut i stora mängder sedan mitten/slutet av 1990-talet.

I nästa steg gjordes analyser med programmet ONCOR. Med ONCOR kan sammansättningen av ett stickprov bestående av okända öringar, i detta fall stickprovet från Untra, studeras (s.k. ”*Mixed Stock Analysis*” (MSA)) genom statistiska jämförelser med vår referensdatabas som innehåller genetiska data på stammar från hela Sverige. Analysen skattar hur stor andel av respektive givarpopulation som finns i det okända stickprovet. Som ett komplement kan sedan enskilda individer studeras med s.k. ”*individual assignment*”, vilket ger information om vilken av de i referensdatabasen förekommande populationerna som utgör det mest sannolika ursprunget för varje individ.

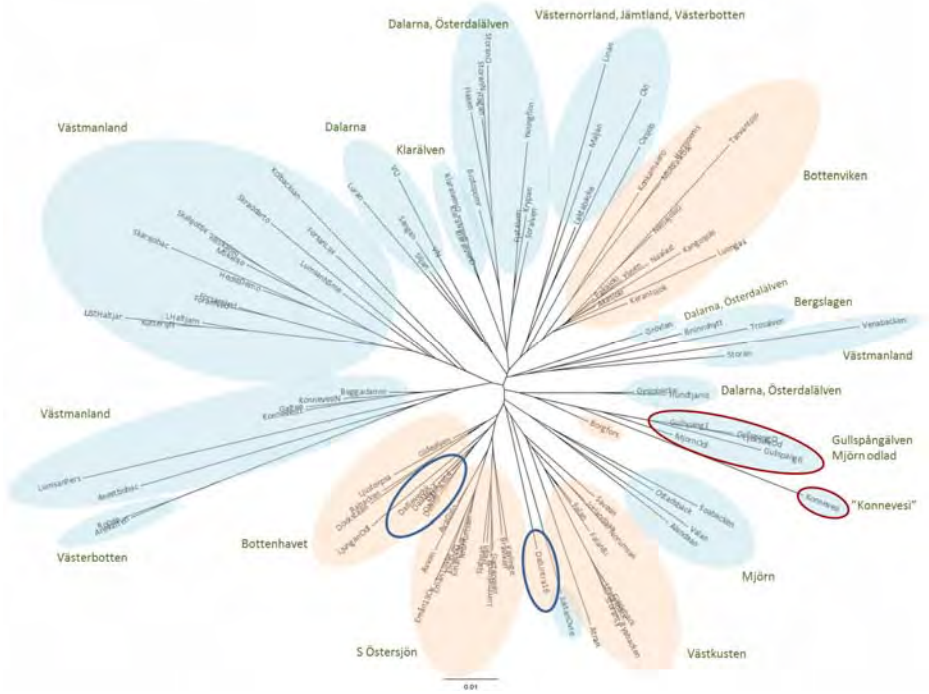
Resultat från MSA visade att 80 % (95 % konfidensintervall: 51-90) av öringen som provtogs vid Untra sannolikt härstammar från Dalälven (den samlade gruppen av Dalälvsöring i dendrogrammet). Ca 10 % kopplades till Gideälven (som är genetiskt sett ganska lik Dalälven) och resterande mycket låga andelar (som dock inte var signifikant skilda från 0) till andra stammar. Resultat från ”*individual assignment*” gav en liknande bild, då 20 av de 24 öringarna (~83%) från Untra hade det mest troliga ursprunget i något av stickproven från Dalälven. De övriga fyra öringarna kopplades i två fall till annan havsöring i Bottenhavet (Gideälven), i ett fall till västkustöring (Norumsån) och i ett annat till Själsöån på Gotland. Ingen individ härstammade med hög sannolikhet från Konnevesi- eller Gullspångsöring.

ONCOR förutsätter att samtliga potentiella givarpopulationer ingår i referensdatabasen, vilket vi vet inte stämmer för öringen i Dalälven eftersom flera stammar som använts/används för utsättningar i området inte ingår i referensdatabasen. Detta kan i värsta fall leda till felaktiga slutsatser om individernas ursprung. Därför bör ytterligare analyser göras för att undersöka möjligheten att individerna från Untra kommer från

andra populationer som inte karterats genetiskt och därmed inte ingår i referensdatabasen. Med programmet GENECLASS kan man i viss mån undersöka denna fråga genom att studera med vilken sannolikhet en individs genuppsättning har sitt ursprung i de olika populationerna. Om sannolikheten är låg (säg <0.05) för samtliga potentiella givarpopulationer kan det vara så att individen i fråga kommer från en population som inte ingår i den genetiska referensdatabasen. Bland de 24 individerna från Untra uppvisade fyra en låg sannolikhet ($p<0.07$) att härstamma från Dalälven. Övriga 20 individer uppvisade relativt höga sannolikheter att härstamma från Dalälvsöring. Dessa resultat indikerar att analysen med ONCOR ovan ger tämligen robusta resultat.

Det finns flera tänkbara förklaringar till att det i materialet från Untra tycks finnas ett fåtal individer som avviker genetiskt från Dalälvsöring. En förklaring kan förstås vara att individerna härstammar från en eller flera genetiskt avvikande stammar eller har ett mindre inslag av främmande arvsanlag som ett resultat av tidigare hybridisering med främmande öring. Men det kan även vara fråga om ”falska” indikationer eftersom en ”sann” Dalälvsöring av slumpskäl kan bära på en ovanlig genvariant och därmed uppvisa låg sannolikhet att tillhöra ursprungspopulationen. Effekten av genetisk drift kan också påverka utfallet av analysen. Genetisk drift innebär slumpmässiga genetiska förändringar över tid som uppstår då t.ex. en grupp individer isoleras från sin urspungspopulation. Effekten av genetisk drift är särskilt påtaglig i populationer som har liten genetiskt effektiv storlek, och kan leda till att individernas genfrekvenser efter ett antal generationer förändrats så mycket att deras ursprung blir svårt att bedöma.

Något som emellertid talar för att det verkligen rör sig om viss inblandning av främmande öring är att flera genvarianter som inte tidigare observerats hos havsöring från Dalälven hittades i låg frekvens hos öringen i Untra. De avvikande genvarianterna förekom uteslutande hos individer som uppvisade relativt låga sannolikheter att härstamma från Dalälvsöring, främst de fyra individerna som identifierades i analyserna ovan. Flera av dessa avvikande genvarianter finns i låga frekvenser hos öring högt upp i Dalälven, bl.a. i Österdalälvens övre delar, men har också observerats hos både havsöring och insjölevande öring i södra Sverige, ibland i ganska höga frekvenser. Noterbart är att dessa genvarianter bl.a. förekommer i bestånd som ligger nära både Vänne å och Helige å vars öringstammar använts för omfattande utsättningar i nedre Dalälven. Vi kan därmed inte utesluta att utsättningar av dessa sydsvenska öringstammar haft en viss genetisk påverkan på den öring som idag finns vid Untra. Denna möjlighet hade gått att undersöka närmare om vi haft tillgång till genetiskt referensmaterial från dessa båda stammar.



Figur 2. Dendrogram ("släktskapsträd") som illustrerar graden av genetiska likheter/olikheter mellan öringar från olika delar av Sverige. Dendrogrammet är konstruerat enligt "neighbor joining"-metoden (programmet PHYLIP) och är baserat på parvisa genetiska avstånd. I figuren är insjövandrande/strömlevande öringbestånd markerade med blå cirklar och havsvandrande öringbestånd är markerade med röda cirklar. De analyserade proverna från provfiskena i Gysinge grupperar tillsammans med tidigare analyserade öringprover från Älvkarleby (blå cirkel), medan stickprovet från Untra (också blå cirkel) hamnar på en egen separat gren. Stickprov markerade med röd cirkel anger stammar som tidigare satts ut i Dalälven i området mellan mynningen och Avesta. Utöver dessa finns andra stammar som använts som utsättningsmaterial i nedre Dalälven men som inte analyserats genetiskt och därmed inte ingår i dendrogrammet, som t.ex. Vänneåöring och Heligeåöring.

Slutsatser

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att den öring som förekommer omkring Gysinge är av troligt Dalälvsursprung och sannolikt härstammar främst från senare års utsättningar av havsöring från Älvkarleby. Öringen som provtogs vid Untra avviker dock som grupp från övriga stickprov. En närmare analys visade att en majoritet tycks bestå av öring som liknar Dalälvsöring men att det finns individer som avviker markant och dessutom bär på arvsanlag som inte tidigare observerats hos havsöring från Dalälven, vilket tyder på inslag av främmande öring. Stickprovet som helhet samt de avvikande individerna liknar emellertid inte Gullspångs-

eller Konnevesiöring som tidigare använts för utsättningar i området. Vi saknar dock genetisk information från andra stammar som satts ut i nedre Dalälven, t.ex. Vänneå- och Heligeåöring som satts ut i stora mängder under många år, och kan därför inte utesluta genetisk påverkan från dessa stammar.

Referenser

Belkhir K, Borsa P, Chikhi L, Raufaste N & Bonhomme F (2001). Genetix 4.02, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions: CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier, France.

Dannewitz J, Palm S, Prestegaard T, Spånberg E & Östergren J (2014). Återetablering av vandrande storöring i övre Österdalälven: en genetisk utvärdering av utsättningar av Siljansöring i biflödet Fjätälven. Aqua reports 2014:9

Dannewitz J & Östergren J (2015). Genetisk utvärdering av utsättningsförsök med öring i Gysinge. Rapport/PM från Sötvattenslabortatoriet. 6 sidor.

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.

Kalinowski ST, Manlove KR & Taper M (2007). ONCOR: a computer program for genetic stock identification. Montana State University.

Piry S, Alapetite A, Cornuet JM, Paetkau D, Baudouin L & Estoup A (2004). GENECLASS2: A Software for genetic assignment and first-generation migrant detection. Journal of Heredity 95:536–539.

Söderberg L, Palm S, Degerman E & Östergren J (2017). Genetisk analys av öring i Hedströmmen. Rapport från Sötvattenslaboratoriet. 22 sidor.

Wang JL (2004). Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. Genetics, 166: 1963–1979.

Smoltöverlevnad under nedströmsmigration i fjärdmiljö

Anna Hagelin

Länsstyrelsen
Gävleborg

Inledning

Lax har en komplex livscykel som innebär att de förökar sig i sötvatten men tillbringar större delen av sitt vuxna liv i havet där förutsättningarna att växa sig stor är bättre. När laxen i havet blir mogen återvänder den till sin hemälv för att leka. Efter kläckning spenderar laxen några år i älven innan den, som smolt, simmar ut till havet. Laxen väljer i regel att påbörja sin nedströmsvandring när födotillgången i älven begränsar dess tillväxt. När tillväxten blir för låg fungerar detta som en startmekanism för utvandringen till havet, där födotillgången är avsevärt högre (Thorpe, 1994, Jonsson och Jonsson, 1993). Normalt sett sker smoltutvandringen relativt koncentrerat under april-juni beroende på latitud och lokala variationer men mellanårsvariationer förekommer vilket gör det svårt att precisera en mer exakt tidpunkt (Jonsson, 1991). Det finns flera teorier kring val av tidpunkt och orsakerna till mellanårsvariationen men de flesta studier tyder dock på att en kombination av högt vattenflöde, temperaturhöjning och en förlängd fotoperiod stimulerar smolten till att ge sig av (Jonsson 1991, Hembre m.fl., 2001, Jonsson och Jonsson, 2011).

Den vandring smolten gör från älven mot havet innebär många risker och utmaningar. Hur många som klarar vandringen varierar mycket beroende på vilka hinder och faror de möter. Predationsrisken under nedströmsvandringen är betydligt högre än på uppväxtområdet eftersom smolten rör sig långa sträckor varav vissa är svårpasserade och/eller innehåller stora mängder predatorer som t.ex., fågel, mink, utter och rovfisk. Även om smolten försöker undvika predation genom att simma i stim och under nattens mörka timmar så är predationsrisken alltid stor. Många rovfiskar, som gäddan, är dessutom opportunistiska och utnyttjar gärna tillfälliga resurser och kan lätt byta diet till det mest tillgängliga (Kekäläinen m.fl., 2008).

Många älvar som mynnar i Östersjön är starkt påverkade av både flottning och vattenkraftsutbyggnad vilket gör att den så viktiga konnektiviteten mellan älv och hav är ofta begränsad och laxens väg till lekplatserna blockerad. För att kompensera för den förlorade produktionen av lax och havsöring sätts ofta odlad smolt ut som ersättning för den vilda. I många älvar finns numer endast odlade individer kvar då lekmöjligheten för vilda laxar och havsöringar är borta. Vissa studier där man jämfört vild och odlad smolt har visat att utsatt, odlad smolt har haft sämre överlevnadsgrad än vild smolt under migrationen ut till havet (Saloniemi m.fl., 2004, Larsson m.fl., 2012). Andra studier har dock visat att det inte är någon skillnad under just vandringen men att dödligheten i havet ändå är större hos odlade individer (Thorstad m.fl. 2012, Nyqvist m.fl. 2017). Den odlade smolten som sätts ut har ingen erfarenhet av rovfiskar och anpassar inte sitt beteende i närvaro av predatorer på det sätt som vilda gör (Olla m.fl., 1994, Alvarez och Nicieza, 2003). Odlade smolt kan också vara sämre rustade för ett liv i det vilda då selektionstrycket är mycket lågt på en fiskodling, dvs även de svagare individerna som skulle ha slagits ut i det vilda överlever (Jonsson och Jonsson, 2011). Hos odlad smolt har dödligheten visat sig vara störst de första dagarna efter utsättning samtidigt som tiden de spenderar i älven är positivt korrelerad med dödlighet dvs risken att dö ökar med tiden man spenderar i älven (Salminen m.fl., 2007, Thorstad m.fl., 2011).

Smolt och rovfiskar har självklart samexisterat i naturen, men i takt med att människan ändrat på de förutsättningar som tidigare möjliggjorde denna samexistens har balansen på många ställen rubbats. Hydrologiska förhållanden har ändrats och kraftverksdammar har byggts. Många strömpartier har försvunnit och i stället har lugnflyt bildats vilket gynnat rovfiskar som gädda och gös. Sjöar och

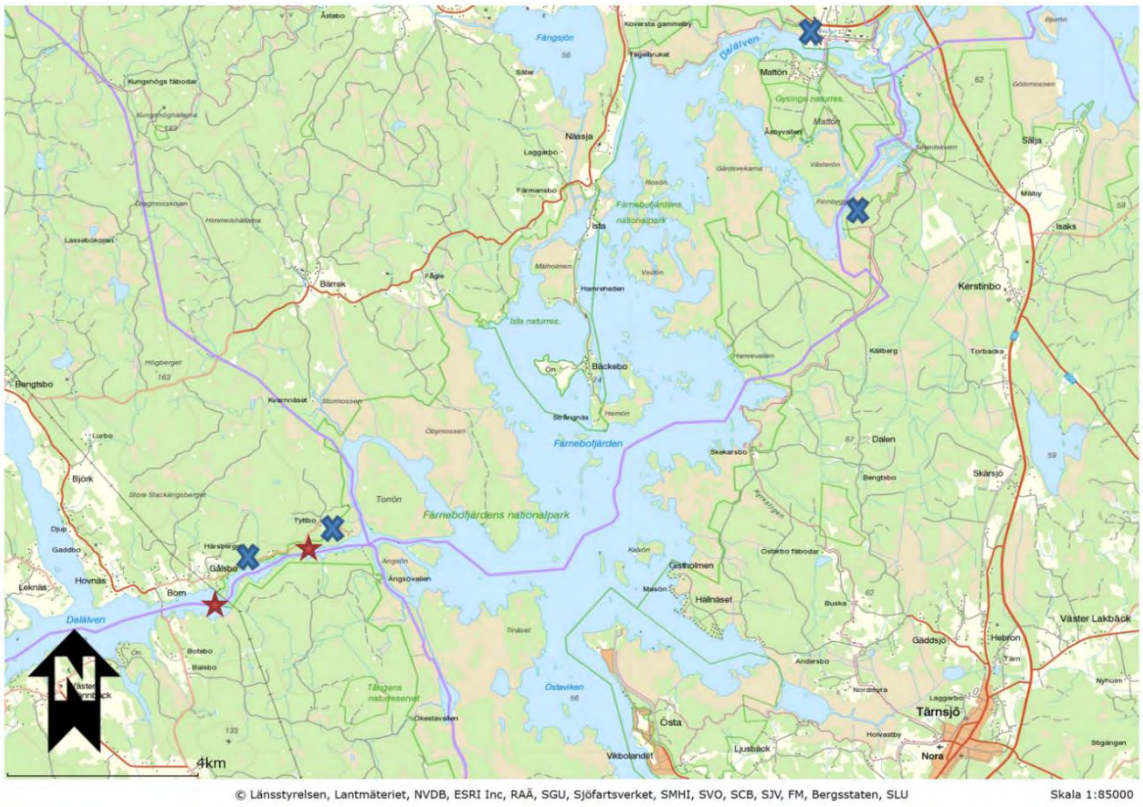
dammar är särskilt problematiska för smolt att passera då de på grund av ändrade flöden gör att smolten ändrar sitt simsätt och tenderar att stanna upp (Hansen m.fl., 1984). Smolt som normalt följer huvudströmmen kan bli desorienterade när vattenhastigheten minskar. Denna fördröjning gör att de exponeras ytterligare för de rovfiskar som finns i området. Det finns ju emellertid många exempel på områden där naturliga populationer av lax ändå klarar att passera sjöar på sin väg till havet, precis som fallet varit i Dalälven när havsvandrande arter fortfarande förekom. Enligt tidiga källor gick laxen ända in i Norge via Västerdalälven. Det finns också berättelser om att man fångat storvuxen lax ovanför Siljan och då har smolten oundvikligen varit nödgad att passera ett antal fjärdar på sin vandring (Lundvall, 2016). I dag finns ett tillgängligt lekområde kvar för lax och havsöring i Dalälven. Området ligger nedanför det första kraftverket (från kusten sett) i Älvkarleby. Dock produceras endast ett fåtal smolt här.

LIV- Laxfisk i nedre Dalälven -projektets syfte är att ta reda på vad som krävs för att återfå havsvandrande lax och havsöring i nedre Dalälven, upp till Näs kraftstation. För att säkrare kunna säga vad eventuella fiskpassagelösningar i älven kan ge i en framtida vildlaxproduktion behöver vi utreda hur dödligheten under smoltens vandring i älven ser ut. För att utreda beteenden och överlevnadsgrad hos de nedströmsvandrande smolten gjordes därför två smoltstudier. I den första studien märkte vi odlade smolt med radiosändare och följde deras rörelser genom Färnebofjärden med avslut i Gysinge. I den andra studien märktes vild smolt med akustiska sändare och vi följde dem genom Marmafjärden till Lanforsen.

Genom att sätta ut fisk som måste simma genom både forssträckor och fjärdar får vi en idé om skillnaden i beteende och dödlighet för dessa väldigt skilda miljöer. Smoltdödligheten förväntas vara högre i fjärdarna jämfört med mer strömmande partier och det är viktigt att få en uppfattning om hur stor smoltdödligheten i fjärdarna är i dag för att få kunskap om hur många lekfiskar som måste reproducera sig i området för att skapa en hållbar population. För att kvantifiera smoltöverlevnaden i nedre Dalälven, samt identifiera flaskhalsar som påverkar överlevnadsgrad, märktes smolt med sändare för att spåra deras nedströmsvandring genom fjärdmiljö. Vi redovisar här de två studierna var för sig.

Odlad smolt genom Färnebofjärden

I denna studie märkte vi odlade smolt med radiosändare och följde deras rörelser från utsättningsplatserna vid Härsingen och Tyttbo och vidare genom Färnebofjärden med avslut i Gysinge (fig 1).

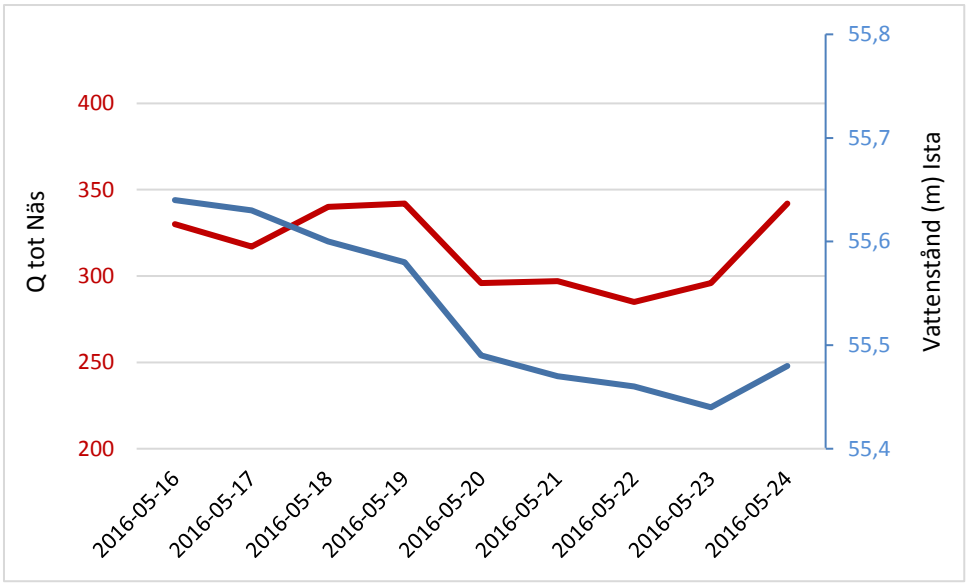


Figur 1. Karta över studieområdet. De fasta loggrarnas positioner är markerade som kryss och utsättningsplatserna med stjärnor.

Material och metod

Studieområde

Undersökningen utfördes i nedre Dalälvens Färnebofjärd. Fisken sattes ut i forssträckorna Härsingen och Tyttbo, uppströms själva Färnebofjärden (fig. 1) Sträckan från Härsingen till fjärd är ca 5,3 km, sträckan från Tyttbo till fjärd ca 2,6km och den totala sträckan Härsingen till Gysinge är ca 23km. Studieområdet sträcker sig alltså mellan Härsingen och Gysinge. Vattenståndet vid Istapegeln, som ligger i studieområdet, varierade mellan 55,6 och 55,44 (m) och flödet (m3/s) vid Näs kraftstation mellan 285 och 342 under tiden från utsättning och en vecka framåt (fig 2). Området är omväxlande och kantas av både åkermark, våtmark och blandskog.



Figur 2. Röd linje visar vattenföringen (m^3/s*) vid Näs kraftverk vid smoltutsättning och en vecka framåt. Blå linje visar vattenståndet vid Istapegeln i Färnebofjärden under samma tid.*

Fisk & märkning

Totalt 57 odlade, 1 åriga smolt, med ursprung från Dalälven, märktes med radiosändare (ATS-F1555 med 68 dagars batteri-livslängd) vid Vattenfalls fiskodling, Västanå, i Älvkarleby. 27 smolt märkets den 16 maj och ytterligare 30 den 17 maj 2016. Medelstorleken på de märkta fiskarna var 170mm (150-205) och 47g (32-92).

Samtliga fiskar bedömdes vara i god fysisk kondition och fullständigt smoltifierade. Vid märkning bedövades fisken med MS 222. Fisken mättes, vägdes och snittades därefter i buksidan varefter sändaren placerades i bukhålan. Radiosändarnas antenn fördes ut genom bukväggen via en kanyl. Efter märkning syddes snittet ihop med två separata stygn. Den totala märkningsproceduren tog cirka 2-2,5 minut per fisk. Efter märkning observerades fiskarna i tråg vid odlingen i väntan på utsättning. Märkningsproceduren har djurförsöksetiskt tillstånd nr 85-2013.

Figur 3. En nymärkt smolt som ligger i vattentråg.

De märkta fiskarna transporterades i syresatta transportkärl, sumpades i älven och sattes ut vid solnedgången samma dag som transporten. För att efterlikna så naturliga tillstånd som möjligt sattes även ca 1000 omärkta smolt ut tillsammans med de märkta, 500 på var utsättningsplats.

Smolt som märktes den 16 maj sattes ut vid nacken på forsen Härsingen den 18 maj, de som märktes den 17maj sattes ut strax ovanför Tyttboforsen den 19 maj (fig. 1). Vid Härsingen transporterades fiskarna från sumparna vid färjelägret till forsnacken i båt. De släpptes i två omgångar, kl. 22.20 och 22.40. Vid Tyttbo släpptes alla fiskar direkt från sumparna vid kl. 22.20. Smolten släpptes 55-61 timmar efter märkning vilket gav oss god möjlighet att se att fisken återhämtat sig väl från märkning.

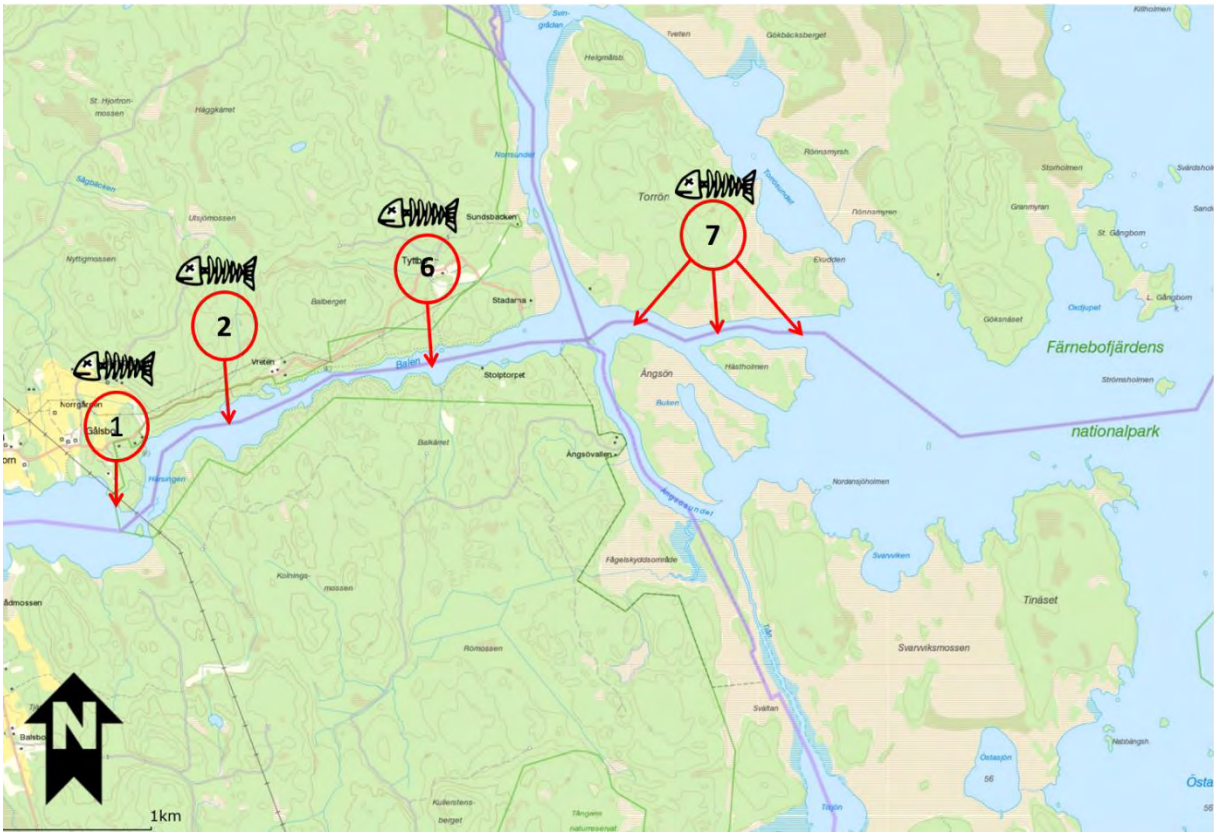
Pejling och stationära stationer

Den radiomärkta smoltens rörelsemönster och nedströmsvandringar följdes med manuell pejling och fasta loggerstationer. Den manuella pejlingen, med mottagare ATS R4000, utfördes strax efter respektive fiskutsättning och under ytterligare 10 tillfällen fram till den 15 juni. Den manuella pejlingen utfördes oftast från båt men även från bil. De automatiska stationerna (modell ATS R4500SD) loggade kontinuerligt från utsättning fram till 26 juli. Stationerna var placerade i området för utsättning och nedströms Färnebofjärden, vid Gysinge och Sevedskvarn för att täcka in möjliga migrationsvägar (fig. 1). Ytterligare en station var placerad vid Söderfors kraftverk för att plocka upp individer som eventuellt tog sig hela sträckan ner dit.

Resultat

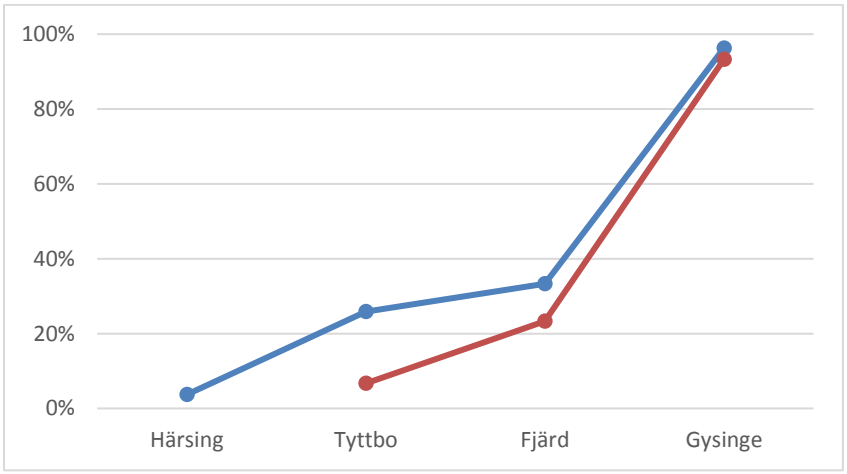
Av de 27 smolt som vi satte ut vid Härsingen lyckades alla utom en lämna området. Två blev sedan kvar i viken nedan Härsingen och ytterligare fyra i viken efter Balforsen (fig. 4 och 5). Alla fiskar klarade att passera forssträckorna men det är troligt att de blev uppätna av rovfiskar i vikarna. På vägen ut från Tyttbo-området mot öppna fjärden försvann ytterligare två individer som tydligt kunde spåras in mot vassruggarna, vilket tyder på att de blev uppätna (fig. 4 och 5). Totalt försvann 96,3% av de smolt som sattes ut vid Härsingen på sin väg mot Gysinge.

Av de 30 smolt som sattes ut ovan Tyttbo blev två kvar i området strax ovanför forsen. Resterande 28 smolt klarade alla av forssträckan men fem klarade sedan inte sträckan nedan Tyttboforsen ut mot öppna fjärden. Även här är predation den troliga orsaken (fig. 4 och 5). Totalt försvann 93,6% av de smolt som sattes ut vid Tyttbo på sin väg mot Gysinge.



Figur 4. Siffrorna i ringarna visar hur många smolt som inte lyckades ta sig vidare på respektive ställe. De flesta smolt som blev kvar förmodas ha blivit uppätna.

Om vi tittar på den totala överlevnaden, dvs. de fiskar som tog sig ända ner till Gysinge, för båda grupperna, hamnar vi på 5,3% . Utav de 41 fiskar som tog sig ut i Färnebofjärden så pejlades 19 av dem sedan ute i den öppna fjärden mellan Ekudden och Ista. 22 smolt försvann dock efter forssträckorna och deras öde ute i fjärden är okänt. Ingen smolt valde att simma ner genom Sjöforsen mot Sevedskvarn då den logger vi hade där inte registrerat några fiskar i området.



Figur 5. Den ackumulerade smoltförlusten vid varje automatisk loggerstation. Blå linje visar smolt utsatta vid Härsingen och röd linje smolt utsatta vid Tyttbo.

Den medeltid det tog för fiskarna att simma från loggerstationen vid Härsingen till loggerstationen vid Tyttbo var 2,45h vilket ger en medelhastighet på 0,4km/h. För fjärden har vi inte haft någon möjlighet att mäta hastigheter men de individer som tog sig ner till Gysinge gjorde detta på 3 dagar 9h och 39min (3 dag 4h och 23 min- 3 dag 14h och 54min).

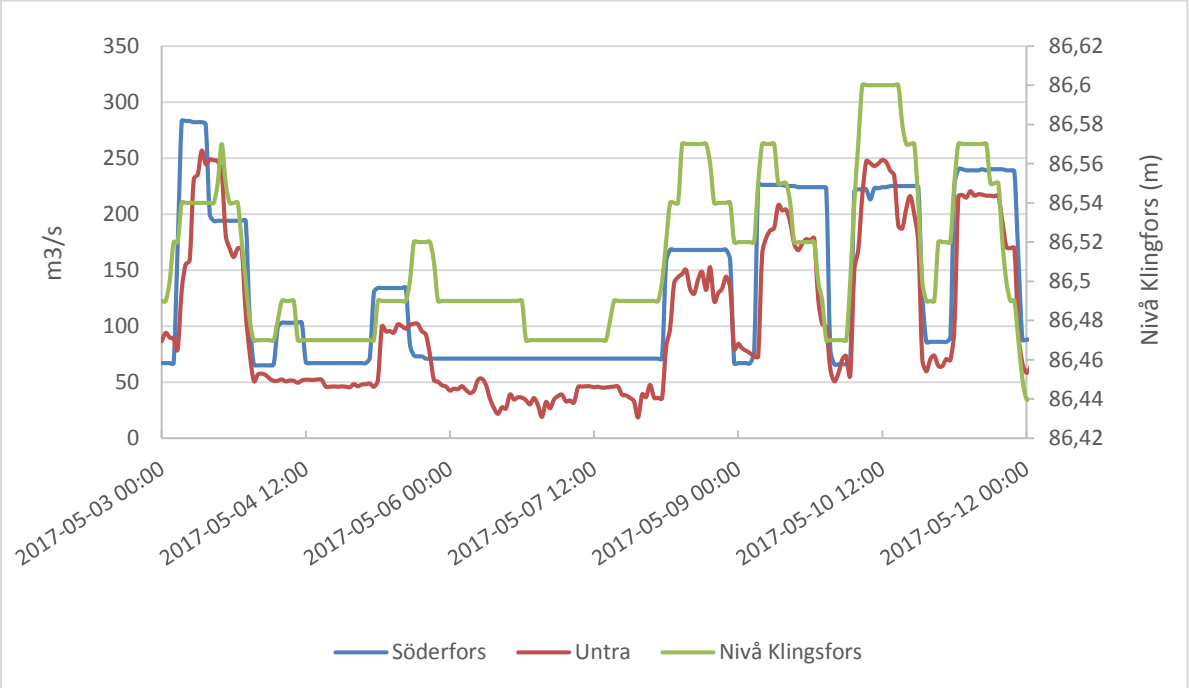
Vild smolt genom Marmafjärden

I denna studie märktes vild smolt med akustiska sändare och följdes sedan från utsättningsplatsen nedan Untra kraftverk, genom Marmafjärden, till Lanforsen.

Material och metod

Studieområde

Undersökningen utfördes i nedre Dalälvens Marmafjärd. Fisken sattes ut i området nedanför Untra kraftverk till Lanforsens kraftverk, en sträcka som är ca 12km. Vattennivån vid Klingforspegeln varierade mellan 55,18 och 55,40 (m) och flödet (m^3/s) vid Söderfors kraftstation mellan 65 och 283 och vid Untra mellan 27 och 249 (m^3/s) under tiden från utsättning den 3 maj t.o.m. den 12 maj (fig. 6). Området är omväxlande och kantas av mestadels våtmark och blandskog. I fjärden finns gott om vassruggar och öar med avgränsade djupränno r däremellan.



Figur 6. Röd linje visar vattenföringen (Q-tot) vid Untra kraftverk, blå linje vid Söderfors kraftverk vid tiden för smoltutsättning och en vecka framåt. Grön linje visar nivån vid Klingfors under samma tid.

Fisk & märkning

Totalt 60 vilda smolt med ursprung från Kungsådran märktes den 28 april, 2017, med akustiska sändare (V5 180kHz, med 77 dagars batterilivslängd) vid SLUs fiskeriförsöksstation, Laxön, i Älvkarleby. Smolten elfiskades i Kungsådran under 25-27 april och förvarades sedan utomhus i tråg med cirkulerande vatten. Samtliga fiskar bedömdes vara i god fysisk kondition och fullständigt

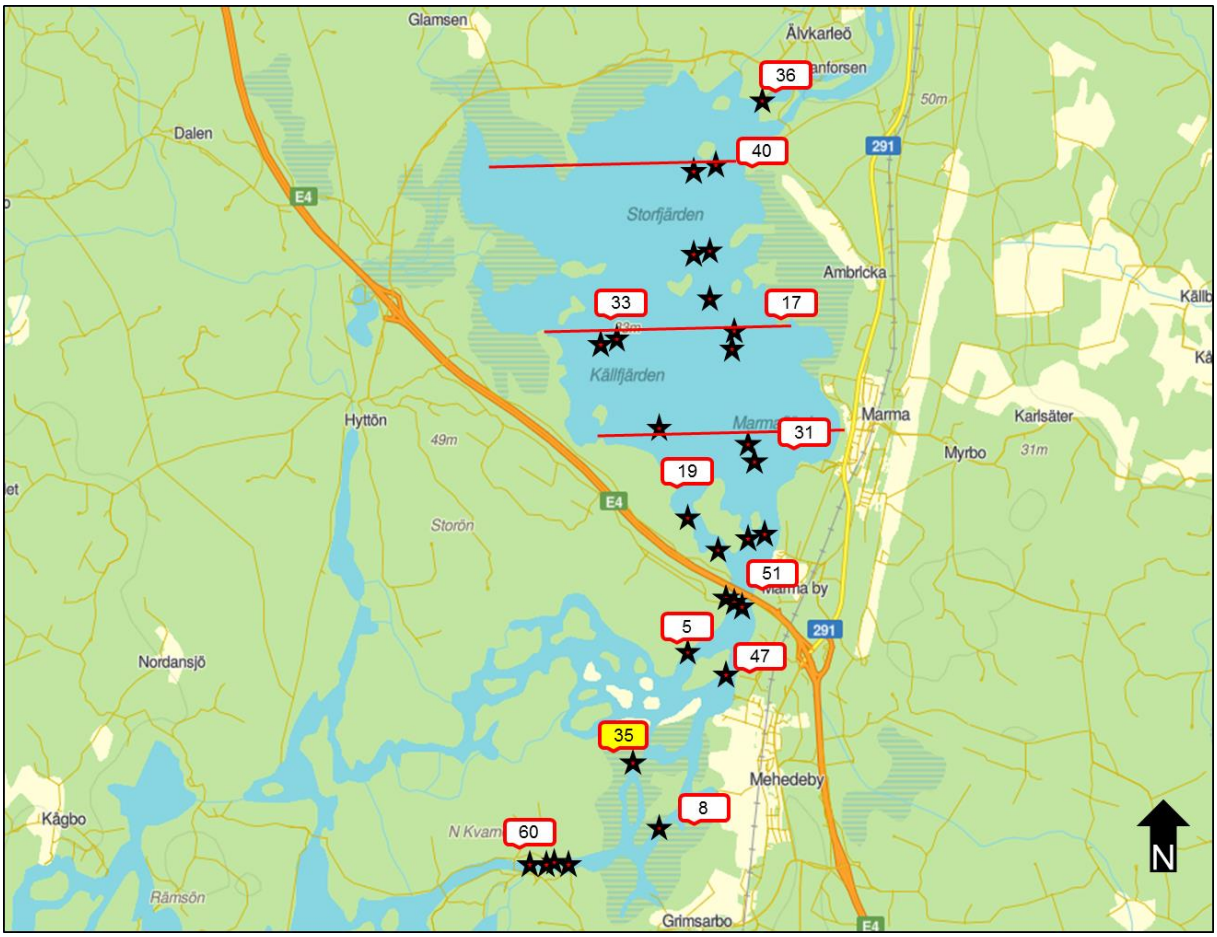
smoltifierade. Vid märkning bedövades fisken med MS 222. Fisken mättes, vägdes och snittades därefter i buksidan varefter sändaren, med en vikt på 0,65g, placerades i bukhålan. Snittet syddes ihop med ett stygn. Den totala märkningsproceduren tog cirka 1,5 minut per fisk. Efter märkning hölls fiskarna i tråg vid odlingen fram till utsättning. De märkta smolten sattes, tillsammans med 1000 odlade smolt från SLU´s fiskeriförsöksstation i Älvkarleby, ut vid skymningstid den 3 och 4 maj. Under transport till utsättningsplatsen, som tog ca 40 min, förvarades smolten i syresatta transportkärl. Medelstorleken på de märkta fiskarna var 160mm (134-192) och 35g (22-64).

Pejling och stationära stationer

Den akustiskt märkta smoltens rörelsemönster och nedströmsvandringar följdes med fasta loggrar av typen VR2W-180kHz. De automatiska stationerna loggade kontinuerligt från utsättning fram till 30 maj. 28 loggrar var placerade i området för utsättning och fördelade i fjärdens djupfåror i transektliknande mönster för att detektera hur långt varje individ nått nedströms i fjärden (fig. 7). Den sista stationen var placerad strax uppströms Lanforsens kraftverk.

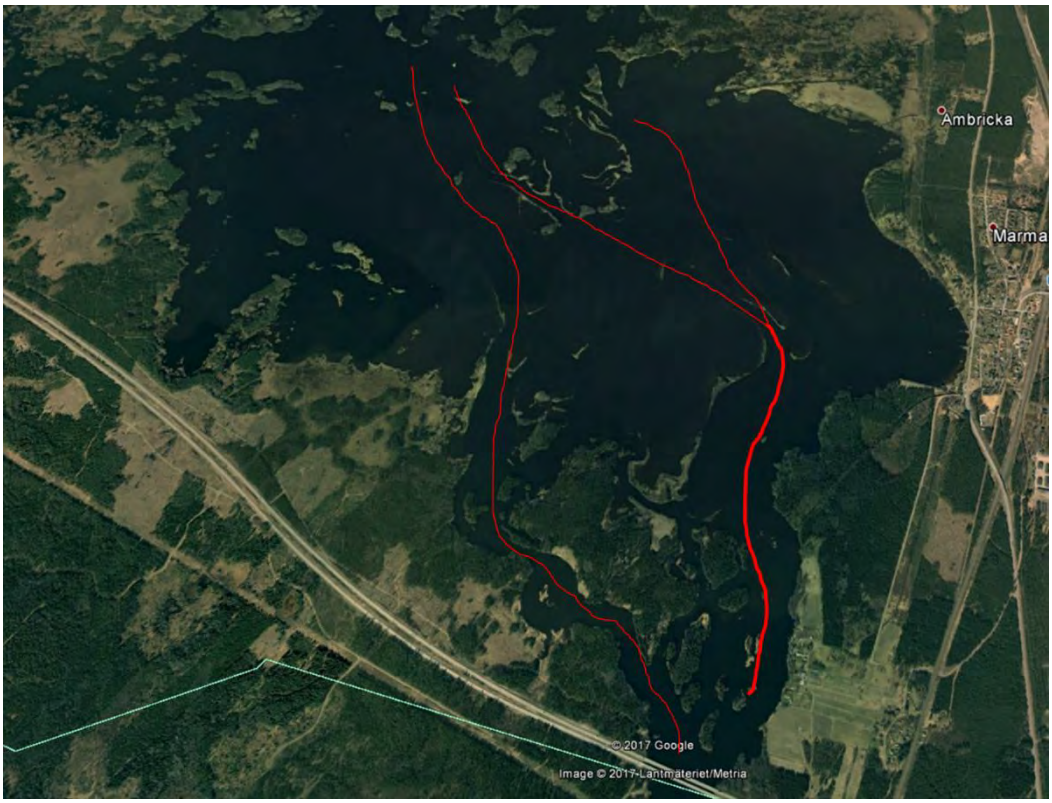
Resultat

Av de 60 smolt som vi satte ut nedströms Untra kraftverk lämnade 53 individer utsättningsområdet. Sju individer tog sig inte ut från området och uppvisade ett rörelsemönster med upp och nedströmsförflyttningar vilket tyder på att de blev uppätna av rovfisk. Under utsättningen noterades dessutom många vak i vattnet vilket stärker teorin om predation. En individ lämnade området men registrerades aldrig på någon loggerstation längre nedströms. Övriga 52 individer nådde nästa ö, Mehede/Granön, där majoriteten, 47 fiskar, valde den östra sidan om ön. En individ försvann sen på sträckan fram till E4bron. Vidare efter detta vek 19 individer av mot västra sidan om Granön medan 31st höll sig på östra sidan (fig. 8). Utav de 31 som höll östra sidan korsade 14 individer över till västra sidan medan 17 fortsatte på östra. På satellitfoton (fig. 8) syns att djupfårorna faktiskt fördelar sig likt smoltens mönster. Tio individer försvann sedan på väg in mot den del av fjärden som kallas Lanfjärden. Ytterligare 4 tappades sedan innan sista loggern i kanalen in mot Lanforsen. Totalt tog sig 36 individer fram till sista loggern (fig. 7).



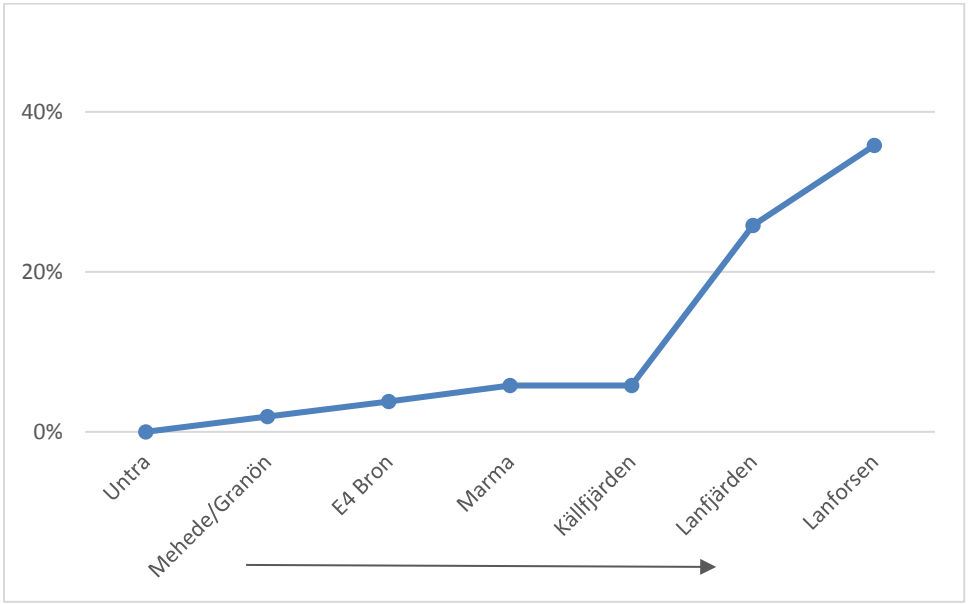
Figur 7. Siffrorna i rektanglerna visar hur många smolt som tog sig vidare till nästa transekt i Marma fjärden. Stjärnor representerar de stationära loggrarnas position i fjärden. Gulmarkerad bubbla visar resultat från en logger som bara tankades ur en gång p.g.a att det rep dess förtöjning brast och loggern försvann. De flesta smolt som inte tog sig ner till Lanforsen förmodas ha blivit uppätna.

Utsättningsproceduren är en kritisk punkt i studier likt denna. Fisken är stressad från hantering och transport och släpps rakt ut i en, för dem, okänd miljö. I detta skede är de extremt utsatta och ett lätt byte för predatorer i området. Om vi därför räknar bort de fiskar som direkt försvann får vi att 36 individer utav 53 klarade hela vandringen genom Marmafjärden, vilket ger 68% överlevnadsgrad. Marmafjärden är 12 km lång vilket resulterar i en kumulativ överlevnadsgrad på 96,8% per km över sträckan.



Figur 8. Bild över smoltens vägval genom Marmafjärden. Tjock linje representerar en väg som föredrogs av flest individer.

När vi tittar på den ackumulerade dödligheten kan vi se att de största förlusterna skdde i slutet av fjärden (fig. 9).



Figur 9. Den ackumulerade smoltförlusten vid varje transekt över Marmafjärden. Pilen visar fiskens rörelse riktning. Notera att vi även här har räknat bort de 7 individer som direkt försvann vid utsättning.

Det fanns inte någon statistisk skillnad i längd på de smolt som tog sig ända fram till Lanforsen, (medel =160,6 mm SD =12,1) och de som misslyckades (medel =159,2 mm, SD =10,8; oberoende t-test, p= 0,66).

Det tog i genomsnitt 25,2h för de märkta fiskarna att simma från utsättningsplatsen i Untra till E4 bron, en sträcka på ca 5 km. Från att de lämnat Untra tills att de nått fram till Lanforsen tog i snitt 5 dygn, 7h och 40 min, en sträcka som är ca 12 km vilket ger en medelhastighet på 0,09km/h. Den snabbaste individen simmade dock sträckan på 1 dygn och 31 min vilket ger 0,49km/h medan den långsammaste tog 11,75 dagar på sig och simmade med en hastighet av 0,04km/h.

Diskussion

Våra studier visar på en hög dödlighet hos odlad smolt som vandrar ned genom Färnebofjärden mot havet. Några, 16%, dog i vikarna mellan Forsarna Härsingen, Balforsen och Tyttbo och tog sig med andra ord aldrig ut i fjärdmiljö. Forssträckorna hade däremot ingen dödlighet utan klarades av alla aktuella individer. I fallet med den vilda smolten blev resultatet ett helt annat, här klarade sig 68% genom Marmafjärden.

Ett problem man kan se hos odlad smolt är att de inte vandrar, utan blir kvar i området kring utsättningsplats. Den odlade smolt vi märkte verkade dock vara motiverade att vandra och endast en blev kvar vid utsättningsplatsen. Den förmodas dock dött innan eller under utsättningen då inga rörelser kunde detekteras. Alla fiskar hölls i sumpar innan de släpptes, i skydd av mörkret, och det är möjligt att några individer kan ha klämts eller liknande under denna förvaring. Även de vilda individerna var hanterade på samma sätt, dock utan sump i älven, men dessa verkade klara av vandringen på ett bättre sätt.

Predation bedöms vara den största anledningen till smoltförlusterna i älven, både för de vilda och för de odlade. Nedre Dalälven är känd för sitt fina gädd- och gösfiske samtidigt som det också finns gott om fiskätande fågel och mink i området. Flera av de odlade smoltens radiosändare försvann in i vassruggar, där några uppvisade ett vertikalt rörelsemönster vilket är onaturligt för smolt. Några sändare lokaliserades slutligen på botten i djupare områden. Det är okänt vad som hänt med smolt som försvann ute i fjärden, men det är möjligt att även dessa blivit uppätna av rovfisk eller andra predatorer. När det gäller vilda smolt är det bara vid utsättningsplatsen vi kunde se ett rörelsemönster som tydde på att sju individer blivit uppätna då de började simma upp och ner över en sträcka på någon kilometer, ett rörelsemönster som inte är karakteristiskt för smolt. Förutom dessa sju individer hade vi få förluster ända fram till Lanfjärden. Vi vet inte vad som hänt i slutet av fjärden men en teori är att detta område är mer känsligt för lågvattenflöden då djuprännorna inte är lika tydliga vilket gör smoltens väg mer otydlig vilket kanske exponerar dem mer för rovfiskar.

Smoltifieringsprocessen, där fisken fysiologiskt förbereds för ett liv i havet, är oerhört kostsam och ansträngande och smolten är under denna tid känslig för yttre påverkan och stress. Stresskänsligheten ökar deras mottaglighet för sjukdomar och gör dem extra känsliga för yttre påfrestningar (Rivinoja, 2005). Detta var en av anledningarna till att vi i första studien valde att studera odlad smolt i stället för vild. Odlad fisk är mer van vid hantering och därmed kanske tåligare för den påfrestning märkning och transport innebär (Woodward och Strange 1987). De odlade individerna behöver dessutom inte elfiskas och eftersom de redan finns på odling är upplägger enklare att kontrollera och planera. Det kan inte uteslutas att märkning och hantering kan ha

påverkat smoltens beteende och överlevnadsgrad även om tidigare studier visat att så små sändare inte ska ha någon större effekt på fisken (Jepsen m.fl., 2002). Den vilda smolten var betydligt mindre än den odlade varför vi valde att märka dem med akustiska sändare då dessa är mindre och utan antenn.

Nackdelen med att använda odlad fisk är att de kan vara sämre på att klara sig ute i det vilda om man jämför med de vildfödda individerna, vilket resultaten från våra studier indikerar. För att ändå få ett någorlunda pålitligt värde på predationsförluster genom fjärdmiljö valde vi därför att göra om studien med vild smolt. Vilda individer har hela sitt liv präglats av miljön och dess faror. De har därmed en naturlig rädsla och skygghet för rovfiskar. Smolt vandrar normalt ut i stim i mörker, gärna genom turbulenta och grumliga vatten. I vissa väldigt klara vatten vandrar de hellre under dagtid i skydd av ljusreflektioner som speglas och kamouflerar deras silverfärgade kropp. Man har sett att vild smolt som möter en rovfisk om möjligt försöker att simma runt den på största möjliga avstånd. Att simma i stim ökar dessutom chansen att klara sig undan. Trots att vi för att efterlikna naturliga förhållanden satte ut 1000 omärkta smolt är nog detta långt ifrån tillräckligt för att ge individerna det gruppskydd ett naturligt stim ger. Detta tillsammans med det faktum att de varit elfiskade, hållna i tråg och märkta gör att vi anser vår överlevnad på 68% som ett lägsta värde och vild smolt som vandrar ut från sitt hemområde utan hantering och transport skulle förmodligen klara sig ännu bättre.

Även älvens hydraulik påverkar smoltens vandring och framgång. Studier har visat att när tex vattenföringen avtar, kan vandringen minska eller till och med helt stanna upp (Bakshtansky et al. 1983). Detta är ju ett möjligt scenario i en utbyggd älv där reglering förekommer. Sänker man vattenföringen under kväll/natt, när smolten vandrar, kan detta orsaka ett stopp i vandringen som då ökar exponeringen för rovfiskar. I studien på odlad smolt hade vi tyvärr ett scenario där flödet gick ner vid tiden för utsättning och fortsatte att sjunka ytterligare fem dagar (fig. 2). I vildsmoltstudien hade vi återigen ett onaturligt lågt flöde vilket kan ha bidragit till det höga predationstryck som inträffade just vid utsättning. Det är svårt att säga hur och om detta påverkat fisken men det är mycket möjligt att detta hämmat migrationen, vilket ökat exponeringen mot rovfisk. Ett lägre flöde gör det också lättare för rovfisk att gå ut i strömmarna och jaga. I ett ”normaltillstånd” har man en vårflod med kallt vatten som, förutom att hjälpa smolten röra sig nedströms, effektivt trycker undan predatorer.

Figur 6. Strandmiljöer längs nedre Dalälven.

Vid kraftverks utbyggnad förändras dock habitaten kraftigt, framför allt uppströms en damm. Det blir då vanligtvis mera lugnflytande områden, ofta med större och oregelbundna variationer av vattennivån. Detta gynnar mer sjölevande fiskarter som abborre, mört och gädda. Samma mekanism finns i en fjärd, som precis som dammar bildar en sjöliknande miljö. Fjärdar kan då precis som dammar medföra ett högre predationstryck på lax- och öringsmolt (Thorstad m.fl. 2012). Dock ska här nämnas att vattenreglering också kan påverka gäddor negativt, romkorn kan exempelvis torrläggas vid korttidsreglering under lektid (pers. obs.).

Lax har bevisligen funnits längre upp i systemet tidigare men frågan är hur mycket miljön förändrats. Några faktorer som kan ha påverkat fjärdarnas fisksammansättning är hydraulik, näring och markanvändning. Dagens utbyggda älvar har normalt sett en kraftigt reducerad vårflod. När snön smälter och rinner ner i älvdalen är också nivån i vattenmagasinen låg p.g.a. den elkrävande vintersäsongen. Magasinen fylls då på och mindre vatten forsar i älven än om den varit outbyggd. Vid en naturlig vårflod river vattnet ofta med sig mycket utav kantvegetationen och lämnar mer kala strandområden. Innan industrialiseringen tog man dessutom hö på strandängarna och lät djur gå och beta, även detta höll kantvegetationen nere. Sedan har vi dessutom ett betydligt större näringsläckage i våra marker nu vilket gör att det finns gott om näring för växter att ta av. Tillsammans skapar dessa faktorer en miljö som starkt gynnar gäddan (fig. 6). Vi kan därför spekulera kring att det, historiskt, möjligen var en mindre predatorrik vandring smolten utsattes för.

I våra två studier märkte vi 1-åriga odlade smolt av medelstorlek 170mm och 47g samt vilda smolt av medelstorlek 160mm och 35g. Det finns en klar koppling mellan risken att bli uppäten och storlek. Större och starkare individer klarar sig i regel bättre undan rovfiskar. När det gäller odlad fisk har tidigare studier visat på en högre överlevnadsgrad hos större fisk (Goetz m.fl., 2014) och även hos 2 åriga smolt (Kesler m.fl., 2013). Vild smolt är dock betydligt mindre än odlade men har på grund av

sin anpassning och erfarenhet oftast högre överlevnadsgrad i vissa älvar. I andra områden har man sett en mer likvärdig överlevnad under nedströmsvandringen (Thorstad m.fl. 2012, Nyqvist m.fl. 2017. Om vi i vår studie på odlad smolt endast tittar på överlevnadsgraden genom forssträckorna har vi inga förluster medan vikar och fjärd slukar merparten av de utsatta smolten. Möjligen är det så att det i älvar med högt predationstryck är svårt för odlade smolt att klarar sig medan det kan gå relativt bra i miljöer med kallt forsande vatten. Våra studier här visar dock att odlade individer har problem i fjärdmiljö medan vilda klarar utmaningen ganska bra trots hantering och förflyttning. När det gäller storlek och överlevnad fann vi ingen skillnad i vår grupp med vilda smolt, men detta kan också bero på att de hade odlade individer att simma ut tillsammans med vilka kanske blev lättare byten för predatorer än en liten vild individ.

Våra två studier är svåra att jämföra då de är utförda på fisk av olika ursprung, märkta med olika sändare och utsatta i olika fjärdar. Att vi i andra studien valde Marmafjärden istället för Färnebofjärden berodde på att vi bytte till akustisk metod vilket bygger på att man placerar loggrar på botten i älven. I Marmafjärden finns tydligare djupfåror, möjliga att täcka in, medan Färnebofjärden hade varit svårhanterlig på grund av dess storlek och mer otydliga vattenströmning. Att kunna se smoltförlusterna genom fjärden, med akustiska loggrar, ger en tydligare bild av smoltmigrationen jämfört med att ha en start-stopp punkt varför vi valde att byta fjärd i vildsmoltstudien. Även om det fortfarande finns många frågetecken kring fjärdarnas påverkan på en eventuell lax- och havsörings population, så kan vi utav dessa resultat ändå dra slutsatsen att predationstrycket kommer att vara relativt högt -vilket ger viktig information till framtida populationsberäkningar. I kommande populationsmodelleringar kommer den kumulativa överlevnadsgraden på 96,84% per km att användas som ett lägsta mått då individerna varit både hanterade och flyttade.

Referenser

Alvarez, D. och Nicieza, A. G. 2003. Predator avoidance behaviour in wild and hatchery-reared brown trout: the role of experience and domestication. Journal of Fish Biology, 63, 1565-1577.

Bakshtansky, S. L., V. D. Nesterov, och W. N. Nekludov. 1983. Peculiarities of the behaviour of hatchery Atlantic salmon downstream migrants (Salmo salar) after release into the natural environment. International Council for the Exploration of the Sea, CM 1000.

Bakshtansky, E. L., Nesterov V. D. och Haro, A. 1993. Some aspects of juvenile anadromous salmonid behavior and behavioral studies and their application to development of fish passage systems. p 205-209. In Fish Passage Policy and Technology (ed. K. Bates). Proceedings of a symposium in Portland, Oregon USA, sept 1993.

Goetz, F.A., Jeanes, E., Moore, M.E. och Quinn, T.P. 2014. Comparative migratory behavior and survival of wild and hatchery steelhead (Oncorhynchus mykiss) smolts in riverine, estuarine, and marine habitats of Puget Sound, Washington. Environmental Biololy of Fish 98, 357–375

Hansen, L. P., Jonsson, B. och Døving, K. B. 1984. Migration of wild and hatchery reared smolts of Atlantic salmon, Salmo salar L., through lakes. Journal of Fish Biology, 25, 617–623.

Hembre, B., Arnekleiv, J.V . och L´Abée-Lund J. H. 2001. Effects of water discharge and temperature on seaward migrating of anadromous brown trout, Salmo trutta, smolts. Ecology of Freshwater Fish, 10, 61-64.

Jepsen, N., Aarestrup, K., Okland, F. och Rasmussen, G. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (Salmo salar L.) and trout (Salmo trutta L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. Hydrobiologia, 372, 347-353.

Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E. B., och Baras, E. 2002. Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? In Aquatic Telemetry, 239-248. Springer Netherlands.

Jonsson, N. 1991. Influence of Water flow, Water temperature and light on fish migration in rivers. Nordic journal of freshwater research, 66, 20-35.

Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 3, 348-365.

Jonsson, B, Jonsson, N. 2011. Farmed Atlantic salmon in nature. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout, 517-555. Springer Netherlands.

Kekäläinen, J., Niva, T. och Huuskonen, H. 2008. Pike predation on hatchery-reared Atlantic salmon smolts in a northern Baltic river. Ecology of freshwater fish, 17, 100-109.

Kesler, M., Vetemaa, M., Saks, L. och Saat, T. 2013. Survival of reared Atlantic salmon (Salmo salar) smolts during downstream migration and its timing: a case study in the Pirita River. Boreal Environment Research, *18*, 53-61.

Larsson, S., Serrano, I. och Eriksson, L. O. 2012. Effects of muscle lipid concentration on wild and hatchery brown trout (Salmo trutta) smolt migration. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69, 1-12.

Lundvall, D. 2016. Fiskar i Dalarna Förekomst och utbredning. Rapporter från Länsstyrelsen i Dalarnas län 2016:03

Olla, B. L., Davis, M. W. och Ryer, C. H. 1994. Behavioral Deficits in Hatchery-Reared Fish - Potential Effects on Survival Following Release. Aquaculture and Fisheries Management, 25, Supplement 1, 19-34.

Rivinoja, P. 2005. Migration problems of Atlantic salmon (Salmo salar L.) In flow regulated rivers. Doctoral thesis No. 2005:114. Faculty of Forest Sciences (SLU).

Salminen, M., Alapassi, T. och Ikonen, E. 2007. The importance of stocking age in the enhancement of River Kymijoki salmon (Salmo salar). Journal of Applied Ichthyology 23, 46-52.

Saloniemi, I., Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I., Jutila, E. och 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.

Thorpe, J. E. 1994. An alternative view of smolting in salmonids. Aquaculture, 121, 105-113.

Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Rikardsen, A.H. och Aarestrup, K. 2011. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. Atlantic salmon ecology, 1-32. West Sussex: Wiley-Blackwell.

Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H. och Finstad, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon Salmo salar: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. Journal of Fish Biology, 81, 500-542.

Woodward, C.C. Caldwell och Strange, Richard J. 1987. Physiological stress responses in wild and hatchery-reared rainbow trout. Transactions of the American Fisheries Society, 116.4: 574-579.

Upptransport av lekmogen havsöring i nedre Dalälven

Anna Hagelin

Länsstyrelsen
Gävleborg

Upptransport av lekmogen havsöring i nedre Dalälven

Atlantlax och havsöring fanns tidigare i de flesta älvar runt Östersjön. Numer är dock naturliga, självreproducerande bestånd ovanligt, vilket är ett resultat av diverse mänskliga aktiviteter som kraftverksutbyggnad, flottledsrensning, överfiske, fiskodlingar och försämrad vattenkvalitet.

Industrialiseringen drev, på sin tid, fram ett ökat behov av råvaror men senare även av elektricitet och var av större nationellt intresse än biologisk mångfald. Behovet av trä som råvara och exportmöjligheterna gjorde att antalet sågverk längs med Mellannorrlands kust snabbt blev många fler vid 1800-talets mitt. De upprensade flottlederna ökade i samma takt och många lek och uppväxtområden blev därmed klart försämrade eller helt förstörda. I slutet av 1800-talet uppfanns elgeneratorer och efter det gick vattenkraftsutvecklingen snabbt. Turbiner ersatte skovelhjulen och med generatorn kunde energin omvandlas till elektricitet. Idag är de flesta älvar runt Östersjön utbyggda med vattenkraft.

Ett ökat intresse för sportfiske och naturturism tillsammans med en större kunskap om lax och öring, deras genetik samt behov har gjort att man idag tittar mer på lösningar för att få till stånd naturlig reproduktion. Forskning på fiskvandring och teknik för fiskpassage har gett värdefull information och utvecklingen går framåt. Samtidigt som vi ser vikten av att bevara den biologiska mångfalden har även vattenkraften fått ett uppsving då behovet av reglerbar klimatvänlig energi ökar. Att hitta hållbara lösningar för miljöanpassad vattenkraft är därmed av största intresse.

Livshistoria

Lax och havsöring har en komplex livscykel som gör att de behöver kunna vandra mellan älv och hav (fig. 1). De förökar sig i sötvatten men tillbringar sedan större delen av sitt liv i havet där tillväxtmöjligheterna är bättre. När laxen i havet blir mogen återvänder den till sin hemälv för att leka (Hansen m.fl. 1993). Både lax och havsöring har ett starkt ”homing” -beteende, det vill säga de vill leta sig till den plats de själva en gång kläckts fram från romkorn. Genom att lägga romkornen på en plats där det tidigare visat sig vara framgångsrikt att kläckas säkrar de sin egen lekframgång. För att dessa båda vandrande arter ska överleva och frodas måste det finnas fria vandringsvägar och habitat som möter de miljökrav fiskarna har.

Figur 1. Atlantlaxens och havsöringens livscykel. (Källa, Atlantic salmon trust)

Hotbild

Anadroma fiskar, dvs fiskar som säsongsmässigt vandrar, är överlag mer sårbara för överfiske då det är möjligt att rikta fisket utav dessa mot särskilda platser vid kända tider. Det var till exempel förr vanligt att man drog not när fisken steg i älven.

Flottning har förekommit över hela Sverige och är en stark anledning till att kvaliteten på de strömsträckor laxfiskar nyttjar för lek och uppväxt är låg. Större stenar och block, som är viktiga för både yngel och lekfisk, är bortrensade vilket klart försämrar överlevnaden hos fiskarna.

Vattenkraften påverkar lax och havsöring på många sätt. Om det saknas fiskvägar förbi kraftverken skapar de en barriär som gör det omöjligt för fisken att nå de lekområden som ligger uppströms. Regleringen utav flödet i älven gör att ytan på de habitat som finns minskar. Samtidigt som det också påverkar fiskarnas möjligheter att vandra både uppströms och nedströms. När lekfisken ska simma upp till sin lekplats använder den sitt luktsinne för att hitta rätt (Northcote 1984). Vattenflödet behöver därför vara tillräckligt strömmande för att luktmolekyler ska kunna nå fisken. Högre flöden verkar stimulera fiskens uppsteg i älven men det är oklart om det är ett faktiskt högre flöde eller förändringen från lägre till högre som triggar fisken att gå upp i älven. Man ser dock ofta ett ökat uppsteg under flödespulser I vattendrag vilket tyder på att flödesförändringen påverkar mer än själva mängden vatten (Trepanier 1996).

Även smolten, dvs de fiskar som gjort sig redo för att vandra ut till havet, är beroende av ett relativt högt flöde då de på våren ger sig av på sin nedströmsvandring mot havet. Skulle flödet då avta är risken stor att smolten stannar upp genom detta och exponeras extra mycket för predatorer.

När det gäller vattenkvalitet är laxfiskar känsliga för sura vatten och idag kalkas många vattendrag för att avhjälpa detta. Många miljögifter förekommer dessutom, vilka kan påverka fiskarna indirekt genom en förändrad födovävsstruktur eller direkt genom ökad dödlighet och/eller minskad reproduktiv förmåga. Mänskliga aktiviteter kan även påverka vattendragen negativt genom tex näringstillförsel från avlopp och jordbruk samt förändrat mikroklimat och sedimentation efter skogsavverkning.

Återetablering

Eftersom lax och havsöring vill leka på sin födelseplats räcker det ofta inte att ”bara” öppna upp en älv för att återfå fiskvandring, särskilt inte när all vildfödd fisk är borta. Det skulle i vilket fall ta mycket lång tid innan laxen återtagit sina forna lekområden om man beaktar att ”strayers”, d.v.s. fisk som simmar till andra områden än de de är kläckta i, ofta utgör mindre än 10 % av populationen (Jonsson och Jonsson 2011), en siffra som dock kan variera mellan områden och år. När det gäller havsöring har mängden strayers setts variera mer än hos lax (Jonsson & Jonsson, 2011).

För att få igång vandringen till önskade platser kan man sätta ut romkorn, yngel, smolt eller släppa lekfisk i området. Ofta används en kombination av dessa metoder för att nå bästa resultat. Romkorn kan placeras ut på lekområden i konstgjorda lekgropar eller i inkubationsboxar. I både Norge och Sverige har man, med stor framgång, satt ut romfyllda vibert boxar i plastbackar täckta med grus för att skapa återetableringar (fig. 2) För att romkornen, vare sig de är utsatta eller av vilt ursprung, ska överleva behöver de tillräckligt med syre under hela vintern. De måste därför täckas med tillräckligt stora stenar för att vatten ska kunna skölja rent runt dem och föra in färskt syrerikt vatten. Detta gör dem känsliga för större flödesförändringar i älven då ett minskat flöde kan orsaka sedimentation runt rommen, vilket kväver dem medan ett för högt flöde kan spola iväg dem.

Temperaturen påverkar också överlevnad och tillväxt och får, under romstadiet, inte överstiga 16^{o}C för lax, 14^{o}C för öring och heller inte understiga 0^{o}C (Jonsson och Jonsson, 2011). För att romutsättning ska lyckas måste det finnas lämpliga habitat, rätt grusstorlek, en lämplig mängd romkorn och nödvändiga vattenflöden under hela säsongen (Barlaup och Moen, 2001). När dessa förutsättningar är uppfyllda så är romutsättningar relativt kostnadseffektiva. Utsättning av genetiskt märkt rom kan dessutom följas och eftersom den är kontrollerad för sjukdomar innebär också att risken för spridning av fisksjukdomar kan minimeras jämfört med upptransport av lekfisk.

Man kan också få svar på hur lämpliga olika platser är som uppväxtområden genom att göra utsättningar på flera olika områden och sen titta på överlevnadsgraden. En annan fördel är också att individerna på ett tidigt stadium selekteras för ett liv i det vilda. I områden som saknar förutsättningar för lek men som håller god kvalitet som uppväxtområden kan yngel sättas ut. Hur många som överlever från yngel till smolt påverkas bland annat av kvalitet och storlek på de yngel som sätts ut (Jokikokko, 1999). Större individer klarar sig bättre och har en högre överlevnad. Även ynglen är beroende av ett tillräckligt högt flöde för att överleva (Cunjak m.fl., 2011). Dödligheten hos rom och yngel är naturligt hög och det är sällan mer än 10%, och oftast endast någon enstaka procent, som överlever från romkorn till smolt (Bley och Moring, 1988, Cunjak och Therrinen, 1988).

Figur 2. Här ses romfyllda vibert boxar som sedan placeras i plastbackar täckta med grus, för kläckning i vattendrag (Foto, Åke Forssén, Vattenfall).

Om det saknas både lekområden och uppväxtområden är en möjlighet att sätta ut smolt, vilket görs i stor omfattning som kompensation för minskat fiske i kraftverksutbyggda älvar. Denna metod är också möjlig att göra när man vill etablera en ny population för att få fisken att ”homa” till det nya området då tiden strax innan smolten ger sig av mot havet är en tid för stark inpräntning, dvs fisken knyter ann till området. Smoltutsättningar kan också göras för att stötta en trängd vild population. Genom att sätta ut smolt på lekområdet kommer dessa sen att söka sig tillbaka dit och på så vis bidra till den totala lekpopulationen. Överlevnadsgraden hos utsatta smolt är dock oftast mindre än hälften jämfört med vild smolt (Jutila m.fl. 2003).

Naturlig lek är dock överlägsen utsättningar om förutsättningarna finns, då man redan från start får en selektion på rommen. Det kan dock vara svårt att styra om lekfisk som ju vill ”homa” till den plats de själv kom ifrån, vilket i detta fall är odlingsmiljön i Älvkarleby. De kan i vissa fall bli förvirrade när de flyttas till ett, för dem, nytt område (Hagelin m.fl., 2015). Det finns idag en oro för den anpassning, domesticering, som sker I odlingsmiljön. Fiskarna blir helt enkelt anpassade att leva I en fiskodling istället för I en älv. I områden som har intakta lekområden kan man, om möjligheten finns, motarbeta detta genom att låta fisken leka naturligt vilket då producerar individer som selekterats för miljön i älven. Detta ger då ett vildproducerat tillskott vid sidan av kompensationsodlingen.

Sammantaget kan vi sluta oss till att överlevnadsgraden hos utsatt fisk alltid är lägre än hos vilda artfränder men om man ändå ska sätta ut fisk är det bra att göra det så tidigt som möjligt för att få en anpassad selektion. Miljö och storlek på de områden fisken sätts ut i bidrar sedan starkt till hur mycket fisk som kan produceras i området.

Syfte

I rapporten ”Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in the Baltic Sea” (Mannerla, 2011) fastslås att Dalälven tillsammans med Iijokki, Indalsälven, Ljusnan, Luleälven, Skellefteälven och Ångermanälven i dagsläget endast har avelsverksamhet på populationerna och att naturlig reproduktion inte förekommer men att dessa populationer bör återetableras för att bevara de lokala stammarna på lång sikt. I Dalälven förekommer dock en viss vild reproduktion i den nedersta delen, Kungsådran. Dessa individer utgör dock endast en bråkdel av återvändande fisk från havet. HaV´s förslag till förvaltning av lax och öring tydliggör att förutsättningarna att återskapa naturlig produktion av lax och öring i de vattendrag som byggts ut med vattenkraft bör utredas samt att möjligheten att helt eller delvis fasa ut kompensationsutsättning av odlad lax och öring till förmån för åtgärder som möjliggör en naturlig produktion bör undersökas (Havs och Vattenmyndigheten, 2015).

Att hitta hållbara lösningar för lax och havsöring i Dalälven är därmed av största vikt. LIV-projektets syfte är i första hand att utreda möjligheterna att i nedre Dalälven återskapa fiskvandring från havet. Projektet undersöker vad som krävs för att återfå livskraftiga och självreproducerande populationer av lax och havsöring och som en del i detta utreder vi här hur mogen lekfisk beter sig om den körs upp förbi kraftverken och sätts ut i en lämplig lekmiljö. Vi tittar på (1) fiskens beteende efter att den satts ut i nytt område, (2) om den verkar uppvisa lekbeteende och (3) på vilken plats den väljer att leka. Detta kommer att ge oss värdefull information inför framtida återintroducering där vi då kan utvärdera om naturlig reproduktion genom upptransporterade lekfiskar kan vara ett supplement till traditionell fiskodling i dagsläget och ett sätt att stimulera ”homing” hos naturligt vandrande fiskar i framtiden. I aktuell studie har vi tittat på beteende hos odlad havsöring som flyttas från Älvkarleby till Sevedskvarn.

Material och Metod

Område

Dalälven rinner från Norge och Dalarna via Västmanland, Gästrikland och ut i Bottenhavet vid Skutskär i norra Uppland. Älven är 542 km lång från källan till havet vilket gör den till Sveriges tredje längsta älv. Medelvattenföring vid mynningen är cirka 350 m3/s. Tidigare var älven Sveriges flitigast nyttjade flottled, något man fortfarande ser spår av i älven fortfarande. Projektet LIV – laxfisk i nedre Dalälven sträcker sig från Näs kraftverk i Avesta kommun till kusten. På denna sträcka är älven utbyggd med fem kraftverk varav fyra utgör totala vandringshinder. Innan kraftverksutbyggnaden lekte fisken enligt tidiga källor ända in i Norge via Västerdalälven och man har även fångat storvuxen lax ovan Siljan vilket vittnar om långvandrande individer (Lundvall, 2016). Det enskilt viktigaste lekområdet verkar ha varit i Båtfors, placerat två kraftverk uppströms från kusten. Idag förekommer naturlig lek endast i ett mindre område, Kungsådran, nedanför första kraftverket. För att kompensera för det minskade fisket sätts årligen smolt av Dalälvsstam ut i Älvkarleby. Studien utfördes omkring Sevedskvarn, Gysinge i Sandvikens kommun (fig 3).

Figur 3. Karta som visar studieområdet vid Sevedskvarn/Gysinge.

Fisk och märkning

De 29 (13 honor, 16 hanar) havsöringar som användes i studien fångades i en fälla i Älvkarleby, märktes den 4 oktober och sattes ut i älven den 5 oktober 2016. Tiden mellan fångst och märkning hölls fisken i bassänger på fiskodlingen. Fiskarna märktes med externa radiosändare, ATS F2120, med mortalitetssignal efter 8 timmar utan rörelse (fig. 4). Varje radiosändare vägde 16 g, vilket är klart under rekommendationen att radiosändarens vikt bör utgöra ≤ 2 % av fiskens kroppsvikt (Brown et al 1999, Jepsen et al 2005). Fisken var i medel 60 cm lång (48-74 cm). Efter märkning transporterades fisken, i syresatt tank, upp till strömsträckorna vid Sevedskvarn för utsättning. Då ingreppet är relativt litet märktes fisken utan bedövning, vilket är vanligt inom studier likt denna (Thorstad m.fl., 2000, Finstad m.fl., 2005) . Märkningsproceduren har djurförsöksetiskt tillstånd nr 85-2013.

Pejling och stationära stationer

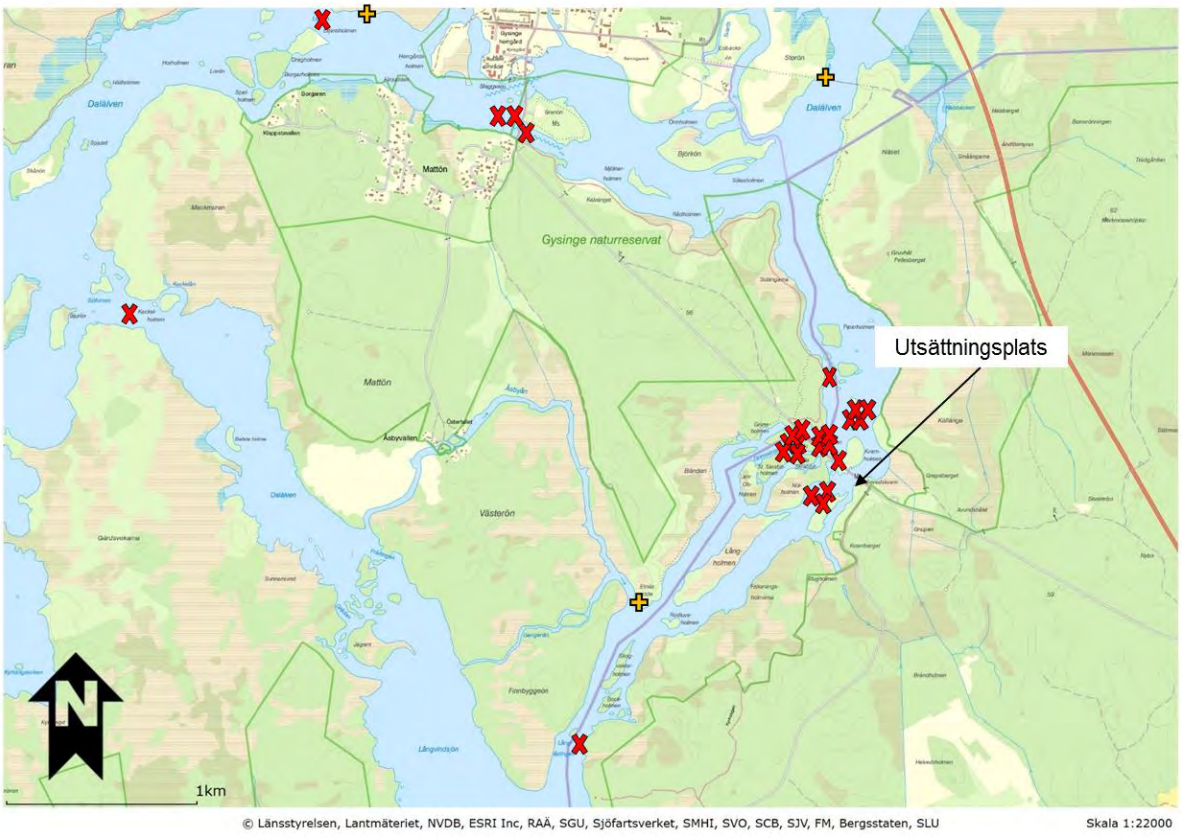
De radiomärkta havsöringarnas rörelsemönster och nedströmsvandringar följdes med manuell pejling och fasta loggerstationer (fig 3). Den manuella pejlingen med mottagare ATS R4000, utfördes regelbundet fram tills leken börjat avta. De automatiska stationerna, av modell ATS R4500SD, loggade kontinuerligt från utsättning fram till 4 december. Stationerna var placerade i området uppströms och nedströms utsättningsplatsen och visar vilken tidpunkt fisken lämnar området. Den manuella pejlingen ger en mer exakt position i älven. Ytterligare en station var placerad vid Söderfors kraftverk för att plocka upp individer som eventuellt valde att gå nedströms den vägen.

Den studie vi gör baseras på telemetri där vi följer fiskarnas rörelsemönster. Vi kan inte se vad fiskarna gör, men baserat på erfarenhet och rörelsebeteende sluter vi oss till att fiskarna uppvisat lekbeteende om de håller sig kvar vid en plats som har de rätta förutsättningarna för lek. Fiskar som inte stannar upp eller går nedströms bedömer vi som osäkra även om fiskarna ändå möjligen lekt. Fiskarna var vid utsättningen lekmogna och de som var kvar på odlingen kramades några dagar senare.

Figur 4. Laxfisk med extern radiosändare.

Resultat

Alla de 29 havsöringarna verkade alla må bra efter utsättning. Två individer begav sig nedströms redan efter två dagar och vi har ingen kunskap om huruvida de lekt innan eller ej. Ytterligare fem individer var svåra att bedöma blev. inte blivit markerade för lek. Tre hanar verkar ha lekt på två ställen då de uppehållit sig en tid på två bra lekområden. En fisk gick upp till sjöforsen, en till Lisslen, en till Långvind och tre till Gysingeforsarna (fig 5). De fiskar som lekt på andra områden än vid Sevedskvarn är alla hanar. Övriga verkar ha lekt i Sevedskvarnområdet. Totalt har vi 25 lekpositioner markerade (fig. 5). Förutom de fiskar som leker på annat område än runt Sevedskvarn har fyra individer har gjort större förflyttningar (Ca 1 km) innan de till slut återvände till Sevedskvarn för lek. Utav dessa fyra var tre honor och en hane och förflyttningen skedde två-tre dagar efter utsättning.

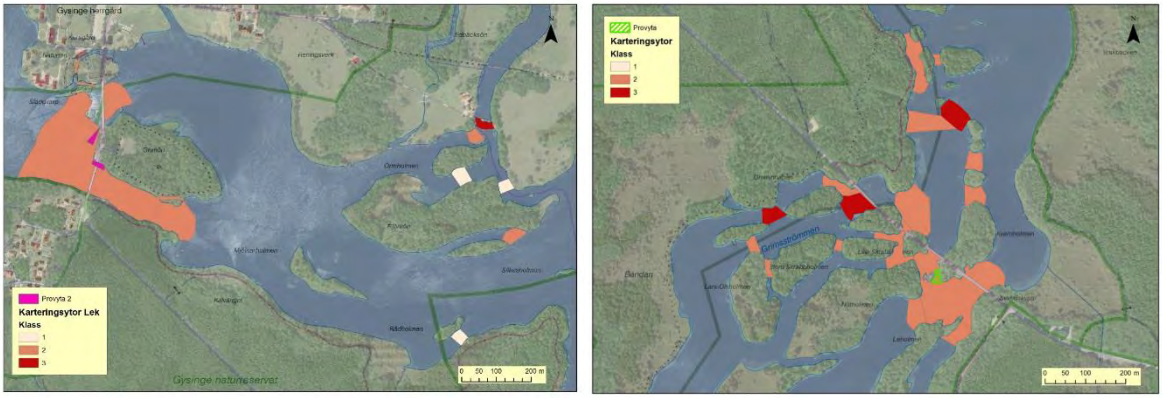


Figur 5. Utsättningsplats för havsöring utsatta vid Sevedskvarn. Lekpositionerna markerade som röda X och de automatiska loggerstationerna som gula +.

Leken verkar ha pågått från strax efter utsättning och fram till omkring 20 oktober. De flesta fiskar går nedströms mellan 15 oktober och 18 oktober . Åtta fiskar är kvar i området den 4 december och kanske övervintrar dessa där. Vi har inte aktivt letat efter de fiskar som gått nedströms, för övervintring eller återvandring till havet, då detta inte ingår i studien och batteritiden på sändarna inte är långlivade nog för att göra detta på ett säkert sätt. Dock har vi hittat 5 fiskar i närheten av fiskvägen vid Bredforsen och i Hedesundafjärden dessutom har ytterligare 3 individer registrerats vid Söderfors kraftverk.

Diskussion

Havsöringarna, som i detta försök med upptransport och utsättning av odlad mogen lekfisk, verkade uppvisa ett naturligt beteende. Alla fiskar stannade i området minst ett och ett halvt dygn. De fem individer som inte blev bedömda som lekande stannade helt enkelt inte upp i något område, utan simmade omkring under en tid innan de gick nedströms. Dock hade de inte det förvirrade beteende man kan se hos odlad lax som flyttas (Hagelin m.fl., 2015) och de kan möjligen ha lekt även om vi missat det med våra pejlingar. De flesta öringar sökte runt i området vid Sevedskvarn och stannade där upp på en plats som de höll under en längre tid. Alla individer förutom de sju vi inte bedömt har uppehållit sig i områden lämpliga för lek. Det var glädjande att se att individerna i denna studie till stor utsträckning valde att leka på ytor som fått hög klassning i vår biotopkartering. I klassningen har vi tagit hänsyn till bland annat storlek på grus, flöde och djup (fig. 6 a och b). I dessa områden är även två återställningsprovytor belägna där habitatförbättringar gjorts under augusti samma år (se delrapport Biologisk återställning av två provytor i Dalälven, Sevedskvarn respektive Gysinge).



a) *b)*

Figur 6. Lekområden i a) Gysinge och b) Sevedskvarn. Röd färg visar högsta klass 3, och orange färg visar klass 2 ytor. Rosa rutor i Gysinge och grön ruta i Sevedskvarn visar återställningsytan.

Laxfiskar kan på grund av sin önskan att leka på sin födelseplats vara svåra att flytta då de ibland irrar eller vänder nedströms utan att leka (Mäkinen m.fl., 2000, Hagelin m.fl., 2015, Hagelin m.fl., 2016). Öringen är dock generellt lite mer plastisk och opportunistisk i sitt livsmönster och därmed något lättare att introducera till nya områden, vilket förmodligen är anledningen till att de finns så spridda över världen. Hur starkt fiskens homingbeteende är kan vara kopplat till motivationen att leka. Tidigt på säsongen är fisken inte lika mogen och har då möjligen en större tendens att vända nedströms, kanske för att lokalisera ett bekant område och göra ett nytt försök. Även hantering och transport kan göra att fisken stressas och vänder nedströms utan att leka. Om man har mer mogen fisk och gör utsättningen nära lektid är fisken förmodligen mer motiverad att hitta en lekplats då de inte ”har tid” att börja om sin lekvandring. I ett försök till återetablering måste man dock se till att få med så stor genetisk variation som möjligt, vilket gör det viktigt att ta fiskar från hela säsongen då de tidiga och sena migranterna kan ha olika genetisk uppsättning.

I denna studie valde vi att titta på havsöring då det idag finns stationär öring i området och därför en mening att lyfta in fler individer som då också kan fungera som en injektion i dessa populationer. De fiskar vi sett som sökt sig till Lisslen, Sjöforsen och Långvind har inte haft med sig någon mer havsöring men det är inte omöjligt att lek kan ha skett med individer från stationära bestånd. På lekplatsen söker honor efter en lämplig plats att gräva lekgropen. Hanar deltar inte i arbetet med att söka och gräva en lekgrop utan söker istället efter möjliga honor att para sig med. De kan göra både långa och många sökrutter beroende på hur mycket tid de har på sig och kan även leka upprepade gånger (Fleming, 1996). Detta stämmer väl med resultaten från aktuell studie då det var hanar vi såg göra de större förflyttningarna och som också verkade ha mer än en lekplats.

Om transporterad och utsatt lekfisk verkar klara av att hitta lämpliga lekytor kan denna metod vara gynnsam vid återetablering och ett sätt att starta den naturliga livscykeln i nedre Dalälven. De upptransporterade fiskarna skulle då producera avkommor som vill homa till aktuellt område och skulle då själva vandra dit när framtida fiskvägar är på plats. Att fånga lekfisk och transportera till, för fisken, nya områden kan ses som en möjlighet att möjliggöra naturlig reproduktion om än inte helt självgående. Detta kan göras i kombination med rom och yngel -utsättningar. I denna studie har vi tittat på mogen havsöring och det skulle vara intressant att göra samma studie med lax samt med lax kombinerat med öring som gått upp tidigt på säsongen och inte är helt lekmogen.

Referenser

Barlaup, B. och Moen, V. I. D. A. R. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement-a review of the most commonly used methods. Nordic Journal of Freshwater Research, 7-19.

Bley, P. W. och Moring, J. R. 1988. Freshwater and ocean survival of Atlantic salmon and steelhead: a synopsis 88, (9). Maine Univ at Orono.

Brown RS, Cooke SJ, Anderson WG, McKinley RS. 1999. Evidence to challenge the "2% rule" for biotelemetry. North American journal of fisheries management 19, 867-71.

Cunjak, R.A, Prowse, T.D. och Parrish, D.L. 1998. Atlantic salmon (Salmo salar) in winter: "the season of parr discontent"? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.

Cunjak, R.A och Therrinen, J. 1998. Inter-stage survival of wild juvenile Atlantic salmon, Salmo salar L. Fisheries Management and Ecology 1998, 5, 209–223

Finstad A, Økland F, Thorstad E och Heggberget T. 2005. Comparing upriver spawning migration of Atlantic salmon Salmo salar and sea trout Salmo trutta. Journal of Fish Biology 67: 919–930.

Fleming, I. A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 6(4), 379-416.

Gibson, R. J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 3(1), 39-73.

Hagelin, A., Calles, O., Greenberg, L., Piccolo, J., & Bergman, E. 2016. Spawning migration of wild and supplementary stocked landlocked Atlantic salmon (Salmo salar). River Research and Applications, 32(3), 383-389.

Hagelin, A., Calles, O., Greenberg, L., Nyqvist, D., & Bergman, E. 2016. The Migratory Behaviour and Fallback Rate of Landlocked Atlantic Salmon (Salmo salar) in a Regulated River: does Timing Matter? River Research and Applications.

Hansen LP och Jonsson B. 1994. Homing in Atlantic salmon: effects of juvenile learning on transplanted post-spawners. Animal Behaviour 47: 220–222.

Havs- och vattenmyndigheten. 2015. Havs och Vattenmyndighetens förslag på hur förvaltning av lax och öring bör utformas och utvecklas. Rapport 2015:20

Jepsen N, Schreck C, Clements S, Thorstad EB. 2005. A brief discussion on the 2 % tag/bodymass rule of tumb. Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe. Ustica, Italy, 9-13 June 2003. Rome, FAO/ COISPA.

Jokikokko, E. 1999. Density of brown trout, Salmo trutta L., and Atlantic salmon, Salmo salar L., parr after point and scatter stocking of fry. Fisheries Management and Ecology, 6(6), 475-486.

Jonsson, B, Jonsson., N. 2011. Development and growth. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout, 137-209. Springer Netherlands.

Jonsson, B, Jonsson., N. 2011. Migrations. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout, 247-326. Springer Netherlands.

Jutila E, Jokikokko E, Julkunen M. 2003. Management of Atlantic salmon in the Simojoki river, northern Gulf of Bothnia: Effects of stocking and fishing regulation. Fisheries Research 64(1),5-17.

Keefer, M. L., & Caudill, C. C. (2014). Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 24(1), 333-368.

Mannerla, M., Andersson, M., Birzaks, J., Debowski, P., Degerman, E., Huhmarniemi, A., ... och Kesler, M. 2011. Salmon and sea trout populations and rivers in the Baltic Sea.

Mäkinen, T. S., Niemelä, E., Moen, K., & Lindström, R. 2000. Behaviour of gill-net and rod-captured Atlantic salmon (Salmo salar L.) during upstream migration and following radio tagging. Fisheries Research, 45(2), 117-127.

Northcote T.G. 1984 Mechanisms of Fish Migration in Rivers. In: J.D. McCleave, G.P. Arnold, J.J. Dodson & W.H. Neill (eds) Mechanisms of Migration in Fishes. New York: Plenum, pp. 317–355.

Quinn TP. 1993. A review of homing and straying of wild and hatcheryproduced salmon. Fisheries Research 18: 29–44.

Thorstad, E. B., ØKland, F. och Finstad, B. 2000. Effects of telemetry transmitters on swimming performance of adult Atlantic salmon. Journal of Fish Biology, 57: 531–535. doi:10.1111/j.1095-8649.2000.tb02192.

Trepanier S, Rodríguez M och Magnan P. 1996. Spawning migrations in landlocked Atlantic salmon: time series modelling of river discharge and water temperature effects. Journal of Fish Biology 48: 925–936.

Biotopkarteringar och åtgärdsplaner för strömsträckor i nedre Dalälven

Anna Hagelin och Anders Bruks

Länsstyrelsen
Gävleborg

Biotopkarteringar och åtgärdsplaner för strömsträckor i nedre Dalälven

Detta arbete syftar till att i första steget klassificera de forssträckor som finns i nedre Dalälven med avseende på dess kvalitet som reproduktionsområde för i första hand laxfiskar. Genom de karterade ytorna har sedan en åtgärdsplan tagits fram för varje delområde. Nedan redovisas kartering och åtgärdsplan område för område.

Inledning

Strömmande vatten har sedan urminnes tider använts till olika ändamål för att gynna oss människor. Tidigare användes detta vatten till farleder och flottning av timmer samt som kraftkälla för kvarnar, sågverk och liknande. I modern tid är våra rinnande vatten en viktig del av elproduktionen och de allra flesta av våra vattendrag är utbyggda med vattenkraftverk. Dessa av människan orsakade störningar i vattenmiljön, har påverkat förutsättningarna för oändligt många vattenlevande organismer i både sjöar och vattendrag. För att mildra effekterna av dessa störningar finns ett stort behov av att så långt möjligt återskapa dessa livsmiljöer och ge fiskar och andra organismer bättre förutsättningar.

I många vattendrag har vattenhastigheten ökat efter rensningar. Denna ökade vattenhastighet har i många fall spolat bort finare material som grus och mindre sten. Materialet kan också ha använts som fyllnadsmaterial och liknande, och därmed flyttats från vattendraget. I andra områden kan den förändrade vattenföringen i stället ha orsakat sedimentation av lekområden där finare material har lagt sig över gruset. Det som en gång var en varierad livsmiljö för fisk har istället blivit en mer kanallik fåra utan variation och substrat.

I många utbyggda vattendrag orsakar vattenkraften – förutom en vandringsbarriär – även ett onormalt vattenflöde både sett över året, men också på kortare intervall över dygnet. Vattenmagasin fylls på under vissa tider av året då elbehovet är som minst, vilket bl.a. ger en minskad vårflod. Den reglerkraft som vattenkraft möjliggör innebär att flöden även kan förändras på kort tid, över dygnet. Exempelvis så ökar vattenkraftverken flödet under veckodagar, då vårt elbehov är som störst, men minskar flödet på nätter och helger då många industrier inte körs. När ytor om vartannat torrläggs och täcks av vatten tvingar man mikrofauna att förflytta sig mellan dessa områden, vilket på sikt utarmar mångfalden och skapar döda ytor eftersom föda för fisk försvinner och bottnarna ofta packas till hårda ytor utan växtlighet. Dessa onaturliga fluktuationer i vattenföring påverkar vattenmiljön på många sätt och det är viktigt att ha en förståelse för hur vattenföringen ser ut i aktuellt vattendrag innan åtgärder görs.

Syftet med LIV-projektet är i första hand att utreda nedre Dalälvens potential för lax- och öringsproduktion och att genom undersökningar öka kunskapen om älvens fiskbestånd samt dess livsmiljöer. Detta inbegriper huvudmålet att fastslå vad som krävs för att återfå självreproducerande vild lax och havsöring i nedre Dalälven. En viktig del av detta arbete är att utreda reproduktionsytornas potential och åtgärdsbehov. Detta har gjorts genom biotopkartering och åtgärdsplanering under 2016 och 2017.

Förutsättningar

Laxfiskars reproduktionsområden kräver både rätt flöde, lekgrus av rätt storlek och ståndplatser för att vara optimala. Rommen skyddas från predatorer utav det lekgrus som honorna gräver ner rommen i. Genomströmningen av friskt vatten måste dock vara hög nog för att skölja rent och syresätta romkornen, men inte så hög att de spolas bort. Flödet måste dessutom vara högt nog hela säsongen för att inte riskera att rommen fryser in under vintern eller att de torrläggs. Slutligen måste ynglen kunna ta sig upp ur lekbädden och en hitta ett uppväxtområde. För att klara dessa miljökrav krävs ett komplext habitat med varierande djup och flöden. Normalvärden för lekområden för öring och lax är 0,1–0,7 m djup, 0,2–0,6 m/s vattenhastighet och ett dominerande substrat med en diameter på 10–80 mm. Andelen fint material (<2 mm) bör inte överstiga 10 % (Degerman 2008). Större fiskar klarar högre vattenhastighet, större djup och grövre substrat. Lax klarar också högre vattenhastigheter och djup jämfört med öring.

Under sin första sommar gynnas ynglen av lite grundare områden med en lägre vattenhastighet. Laxyngel tål något högre vattenhastigheter än öringyngel, men för båda arterna är lämpliga djup ca 0,1–0,4 m med en vattenhastighet på 0,2–0,5 m/s. Död ved och en miljö med inslag av stenblock skapar ett varierat flöde med lugnare partier och hålrum för småfisk att gömma sig i, vilket gynnar tillväxt och överlevnad. Strandlängden är av betydelse då stranden är en fin plats för ynglens uppväxt. Stränder i påverkade områden är ofta täckta av block som rensats upp från älvfåran, och dessa bör i möjligaste mån återföras till älvfåran.

Harren har lite annorlunda miljökrav jämfört med lax och öring men även de är beroende av strömsatta partier och flera andra parametrar överlappar. Harren leker på våren och har därmed en betydligt snabbare yngelutveckling, vilket gör dem lite mer flexibla i val av leksubstrat. De är heller inte beroende av ett stabilt vinterflöde för sin yngelutveckling. Normalvärden för lekområden för harr är 0,1–0,6 m djup, 0,2–0,6 m/s vattenhastighet och ett substrat inom storleksvariationen 10–100 mm där material under 50 mm är vanligast. Andelen fint material (<2 mm) bör inte överstiga 20 % (Degerman 2008).

Generellt sett väljer lax ofta huvudfåran för lek medan öring och harr föredrar biflöden. Harr simmar dock sällan längre upp i biflödena utan håller sig i de nedre delarna, till skillnad mot öring som kan bege sig på långa vandringar upp i systemen.

De områden som är viktiga för laxfiskars reproduktion är även viktiga för många andra arter såsom: asp, flodnejonöga, id, färna, elritsa, vimma, stäm, lake, grönling, nissöga samt berg- och stensimpa. Många insekter är även de beroende av strömmande vatten för sin överlevnad. Ett flertal växter använder också det strömmande vattnet som ett sätt att sprida sina frön.

Biotopkartering

För att veta om området lämpar sig för lek och uppväxt för laxfiskar krävs noggrannare biotopkarteringar där vattnets hastighet, områdets storlek och bottensubstrat inventeras. Kartmaterial analyseras för att skapa en grund över hur området ser ut. Mer intressanta områden detaljkarteras sedan i fält. Befintlig elfiskedata och kartor för området gås igenom och används som bakgrund i urvalet av biflöden att biotopkartera. Dock kan områden som inte uppvisat lovande

resultat på elfisken vara av intresse då de kan vara möjliga att åtgärda. I detta projekt har vi karterat Befintliga forssträckor från Avesta till kust.

För biflöden är *Jönköpingsmetoden* (Halldén m.fl. 2002) lämplig metod att använda, men den är emellertid inte helt förenlig med alla områden i ett större vattendrag som Dalälven. Många områden i Dalälven är stora och komplexa med varierande fjärdar och strömsträckor. Fokus ligger på strömvattenytor och mer lugnflytande, djupare områden utesluts. Potentiella reproduktions- och uppväxtområden för laxfiskar undersöks mer grundligt genom transekt- och hålrumsmätningar.

Biotopkarteringen som utfördes under 2016 ligger till grund för de åtgärdsplaner som redovisas i aktuell rapport. Karteringen utfördes enligt följande metod;

Transektmätning

3–5 mätpunkter (50×50 cm) läggs i en transekt rakt över älven. I de fall älven är extremt bred eller svårforcerad placeras punkterna ut till halva älvbredden, förutsatt att sträckan är homogen. Ytan mellan två transekter får sedan representera habitatet och ger en relativt god uppskattning av bottensubstratets sammansättning.

Avståndet mellan varje transekt avgörs utifrån målsättningen att få en så bra representation som möjligt av den totala sträckan. Kriterierna för när en ny transekt läggs ut är antingen att a) biotopen förändrades med utgångspunkt i bedömningen av föregående transekt, b) att man vill säkra medelvärdena genom att lägga in en extra transekt i ytan eller c) att avståndet till föregående transekt överstiger 400 m.

Parametrar

Följande parametrar mäts i en provyta på 50×50 cm:

Bredd (m), djup (cm) vattenhastighet (m/s), finsediment (<0,2 mm), sand (0,2–2 mm), grus (0,2–2 cm), sten1 (2–5 cm), sten2 (5–10 cm), sten3 (10–20 cm), block1 (20–40 cm), block2 (40–200 cm), död ved (1×0,1 m – Large woody debris), häll samt påväxt.

Respektive parameter klassificeras enligt förekomstklasserna 0–5, där 0 = saknas, 1 = mindre än 5 % av yttäckningen sett uppifrån (ringa förekomst), 2 = 5–25 % av yttäckningen (låg), 3 = 25–50 % av yttäckningen (måttlig), 4 = 50–75 % av yttäckningen (riklig), 5 = >75 % (mycket riklig).

Bredden på älven vid varje transekt bedöms okulärt samt kontrolleras i efterhand med GIS-programvara.

Vattendjupet mäts med vadarstav markerad med centimeterskala och vattenhastigheten mäts med flödesmätare.

Insamlad data för respektive parameter i varje punkt ligger sedan till grund för beräkningar av ett medelvärde för hela transekten. Detta värde har därefter fått representera sträckan/ytan till transekten närmast nedströms. Arealen mellan transekterna beräknas med GIS-programvara.

Hålrumsmätningar

Tillgången på skydd i form av hålrum mellan stenar är viktig för överlevnad och tillväxt utav lax- och öringyngel. Mängden hålrum ger därmed ett kvalitetsmått på älvsträckans lämplighet för produktionen av smolt.

I tre av mätpunkterna – en nära stranden, en i mitten av älven och en mellan dessa två punkter – görs hålrumsmätningar där antal samt storleken på hålrum noteras. Mätningen går till så att man undersöker hur många gånger samt hur djupt ner en slang med diametern 13 mm kan föras in mellan stenarna i provytan (50×50 cm).

Datan kategoriseras därefter i tre hålrumsklasser:

H1: 2–5 cm, H2: 5–10 cm och H3: >10 cm. Medelvärdet för antalet hålrum för var och en av de tre kategorierna (H1–H3) beräknas därefter för varje transekt.

Dessa värden summeras sedan för att få ett viktat värde per lokal enligt:

H1 + H2 × 2 + H3 × 3. Det viktade värdet används sedan för att klassificera om sträckan mellan två transekter hade lite (<5), medel (5–10) eller mycket skydd (>10).

Parametrarna beaktas senare då ytorna klassificeras in i klass 1, 2 eller 3 med avseende på kvalitet för endera uppväxt eller lek.

Åtgärdsplanering

Åtgärderna som föreslås här syftar alla till att gynna de parametrar som diskuteras under *Förutsättningar*.

Vilka åtgärder som planeras i de olika områdena baseras på den information som samlades in under biotopkarteringen.

Man kan återskapa och restaurera lekområden för laxfisk och andra strömlevande arter genom att:

- Placera ut större block som eroderar fram och samlar leksubstrat samtidigt som finmaterial sköljs undan. Den turbulens som korrekt placerade block skapar minskar sedimentationen på samma gång som de förhindrar att tillsatt lekgrus spolas bort. Blocken skapar dessutom ytor som fungerar som skydd för yngel och ger ståndplatser åt större fiskar. Block som ligger i strandkanterna är ofta upprensade ur älvfåran och bör föras tillbaka för att skapa en mer naturlig strandlinje. Block kan också mildra effekterna av korttidsreglering om man kan skapa en mer stabil vattennivå. De döda ytor som uppstår under korttidsregleringen bör, så långt det går, vattentäckas även vid lägsta vattenföring för att optimera den biologiska produktionen.

- För hand (*Hartijokkimetoden*) eller med maskin gräva fram och rensa det lekgrus som finns begravt under finsediment. Genom att luckra upp bottnarna får man en genomspolning där finmaterial sköljs bort och gruset rensas.

- Flytta lekgrus inom vattendraget, t.ex. från selområden eller mynningar till nya lekplatser. Detta är dock svårt i större vattendrag då vattendjup och avstånd begränsar möjligheten. Man kan då istället tillföra lekgrus och stabilisera det med hjälp av block m.m. Det är också lämpligt att lägga ut lekgrus på forsnacken och låta vattnet själv sprida gruset till lämpliga områden.

- Tillföra död ved, som förutom att skapa en komplex och gynnsam miljö för yngel, bildar lämplig livsmiljö för insekter – vilka i sin tur fungerar som föda för fisk.

Det är viktigt att utföra åtgärderna i korrekt ordning för att få ett långsiktigt resultat. Först måste miljön återställas, vilket kan handla om förändrade flöden och/eller tillförsel av block och död ved, sedan kan nytt leksubstrat tillföras. Lägger man ut lekgrus utan att, eller innan, man återställt miljön i området är risken stor att det tillförda materialet spolas bort och åtgärden var förgäves. Åtgärder bör alltid utgå från lägsta vattenföring då det är den yta som i realiteten kan bli produktiv.

I denna åtgärdsplan diskuterar vi åtgärderna för varje yta, vars nummer står i kartbilden. Färgkoderna i kartbilden visar på hur bra ytorna blivit klassade med avseende på kvalitet som reproduktionsområde, dvs. områden för laxfiskars (lax, öring och harr) lek. Alla ytor har någon förutsättning för reproduktion men klass 1 har lägst klassning och 3 högst – dvs. bästa förutsättningar för lek.

För varje område redovisas en procentuell fördelning utav de olika substratfraktionerna. Då själva inventeringen är av grövre indelning blir inte slutsumman 100 %, men fördelningen mellan fraktionerna är dock korrekt.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Älvkarleby

Kungsådran

Ytorna kring Kungsådran (fig. 1 och 2) består av ca 4,0 ha potentiellt reproduktionsområde. Aktuell tappning i detta område är 3 m^3/s fr.o.m. mitten av okt–apr och 12 m^3/s fr.o.m. maj–-okt. Ett önskemål är att få högre vintertappning, förslagsvis 6 m^3/s, för att säkra romkornens överlevnad och en vårtopp på ca 20 m^3/s under några dagar. Området håller god kvalitet för uppväxt (fig. 2) men något sämre för lek (fig. 1).

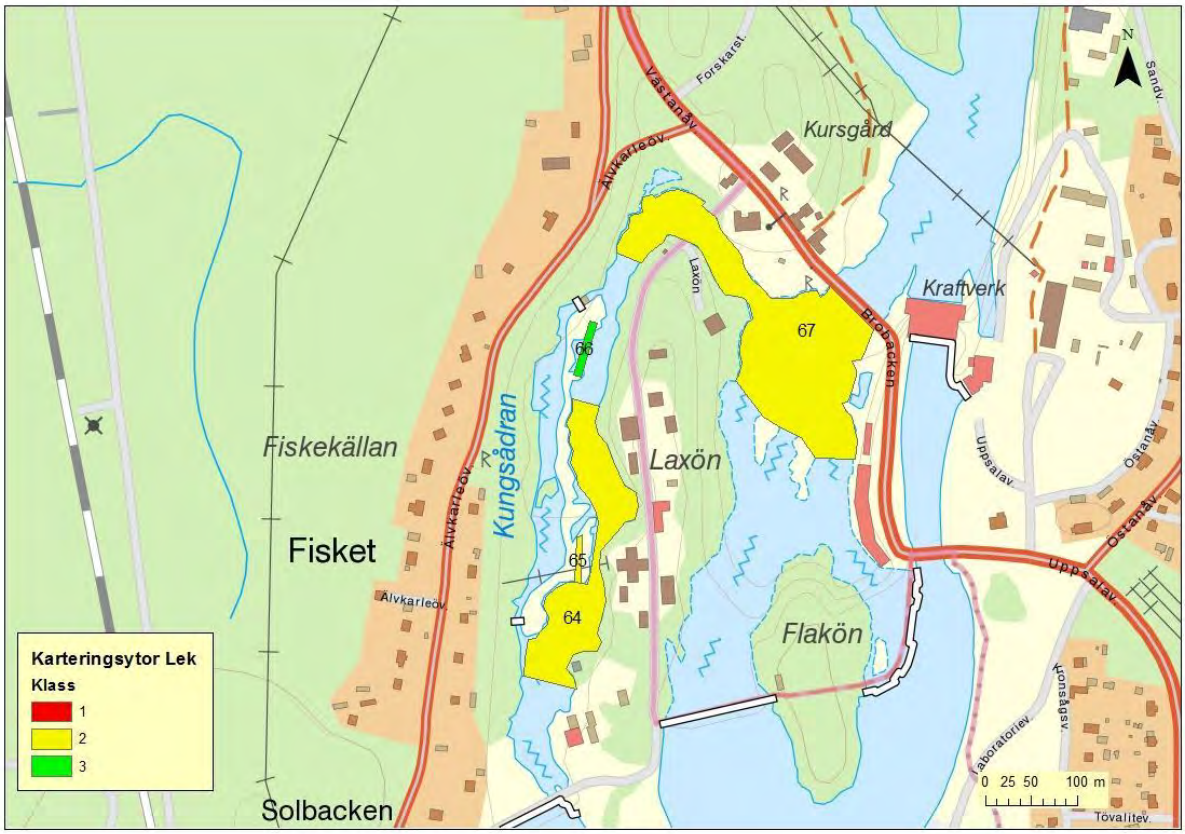


Fig. 1. Karta över området kring Kungsådran med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

Fig. 2. Karta över området kring Kungsådran med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I området finns en mindre del lekgrusfraktioner men också en del finsediment (fig. 3).

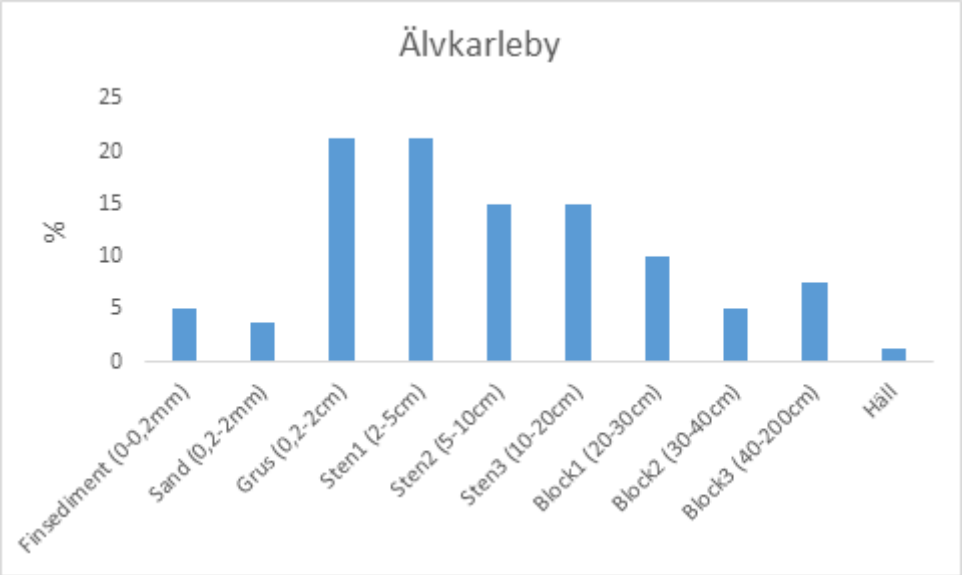


Fig 3. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Kungsådran.

Yta 64 och 65 (fig. 4, 5 och 6).

Ytan saknar lekgrus vilket bör tillföras. För att få en bra position av gruset är det lämpligt att sprida grus i den över delen (fig. 4) där vattnet börjar strömma för att ”spola” ner det i ytan. För att göra detta krävs att spillvolymen ökar något under en kortare tid. I ytan finns även en del skapade trösklar som bör plockas ner för att skapa en större yta strömmande biotop i den övre delen av ytan (fig. 4). Yta 65 kommer att optimeras utav strömlyftet som skapas av åtgärderna i yta 64 och den produktiva ytan ökas.

Fig. 4. Yta 64. Övre delen, närmast fiskfällan.

Där ytan trängs ihop (fig. 5) finns stora rensningar som bör återföras maskinellt för att sprida och lyfta strömmen samt skapa en större och mer produktiv reproduktionsmiljö. Genom att lägga tillbaka block kan fåran breddas och ytan ökar.

Fig. 5. Yta 64. Den trängre passagen i mitten av ytan.

I den nedre delen av yta 64 (fig. 6) finns en fin miljö som skulle kunna förbättras ytterligare genom omfördelning av vissa block för att säkra flöde och öka produktiv yta.

Fig. 6. Yta 64. Nedre delen.

Yta 66 Kräver ingen åtgärd.

Yta 67 (fig. 7 och 8).

Övre del, ovan bron, har en rensad fåra där blocken bör läggas tillbaka för att sprida strömmen i ytan. Även här saknas grus vilket bör spridas i övre delen av ytan efter åtgärd.

Fig. 7. Yta 67. Den övre delen av ytan, ovan bron.

Nedströms bron krävs maskinell omfördelning och block och sten för att lyfta och sprida strömmen. Här behöver man lyfta ut större block från sidorna för att sprida och lyfta strömmen. Även här skulle området gynnas utav tillförsel av grus. Här finns också några anlagda vadställen som bör plockas ner för att skapa mer uppväxtområden. Ytan nedan bron ses i första hand som ett potentiellt uppväxtområde.

Fig. 8. Yta 67. Den nere delen av ytan, nedan bron.

Nedan Älvkarleby kraftverk

Idag finns en åtgärdad bäck vid Älvkarleby camping dit grus och block har tillförts (fig. 9 och 10). Åtgärden är utförd av Upplandsstiftelsen i samarbete med Fortum år 2017 (Loreth Remén m.fl., 2017).

Fig. 9. Åtgärdad bäck vid Älvkarleby camping.

Okarterad yta nedan Älvkarleby Kraftverk (fig. 10). I huvudfåran (fig. 11), finns en större yta på ca 18,5 ha. Idag är materialet hårt packat och ingen lek verkar ske i ytan. Här finns dock rätt substrat, om än i en karaktärslös miljö utan block och variation. Denna yta är att betrakta som värdefull då den ligger nedströms alla kraftverk.

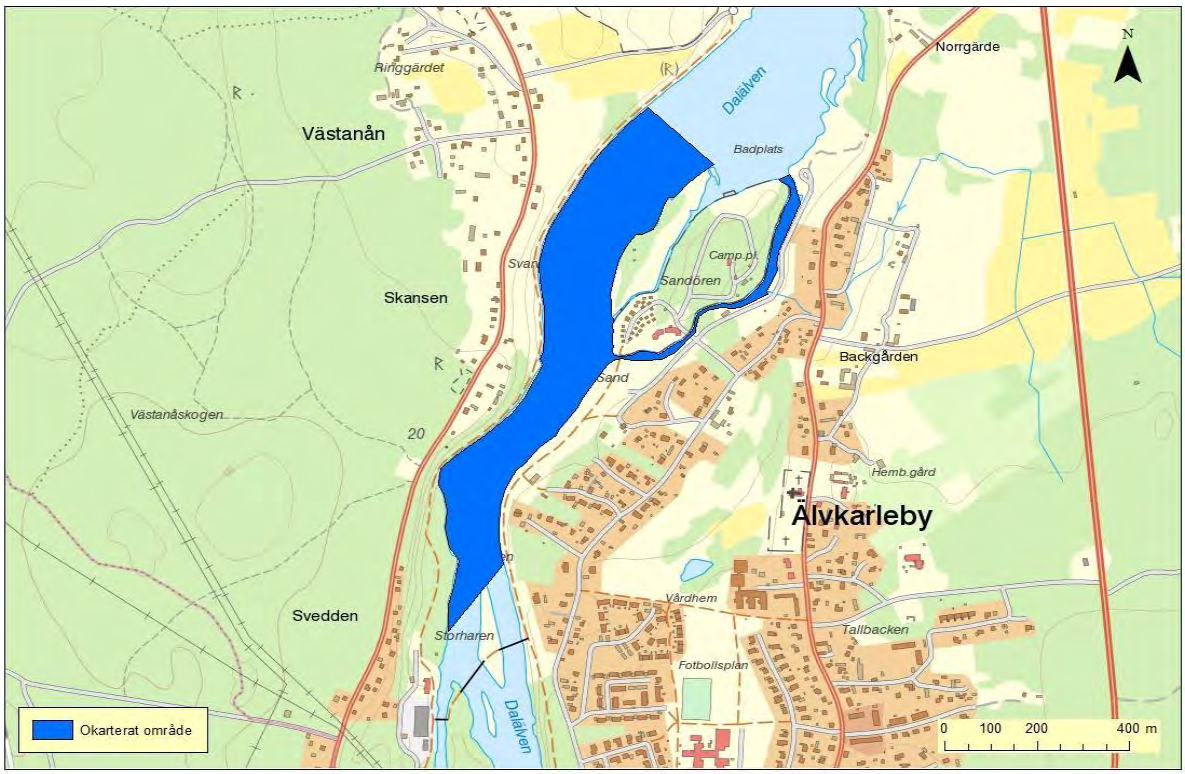


Fig. 10. Karta över det okarterade området nedan Älvkarleby Kraftverk samt det åtgärdade flödet förbi campingen.

Material i form av större och medelstora block bör tillföras området för att skapa karaktär och turbulens i vattnet. Blocken kommer att minska risken för kompaktering av material och ge laxen lekmöjligheter. Det material som i dag finns i ytan bör luckras upp med hjälp av maskin.

Fig. 11. Okarterad yta nedan Älvkarleby Kraftverk.

Åtgärdsplan för strömsträckor inom Bredforsens naturreservat.

I Bredforsen är en hel del åtgärdsarbete redan gjort (Loreth Remén m.fl., 2017; Loreth Remén m.fl., 2012). Här har man bl.a. lagt ut sammanlagt 75 ton naturgrus med fokus på återställning för harr. Söderfors-Hedesunda fiskevårdsområde har dessutom infört striktare fiskeregler där endast hullingfria krokar är tillåtna, fiskeförbud råder under harrens lektid och all fångad harr ska återutsättas. Dessa åtgärder har dock visat sig otillräckliga för att stimulera de trängda harr- och öringpopulationerna.

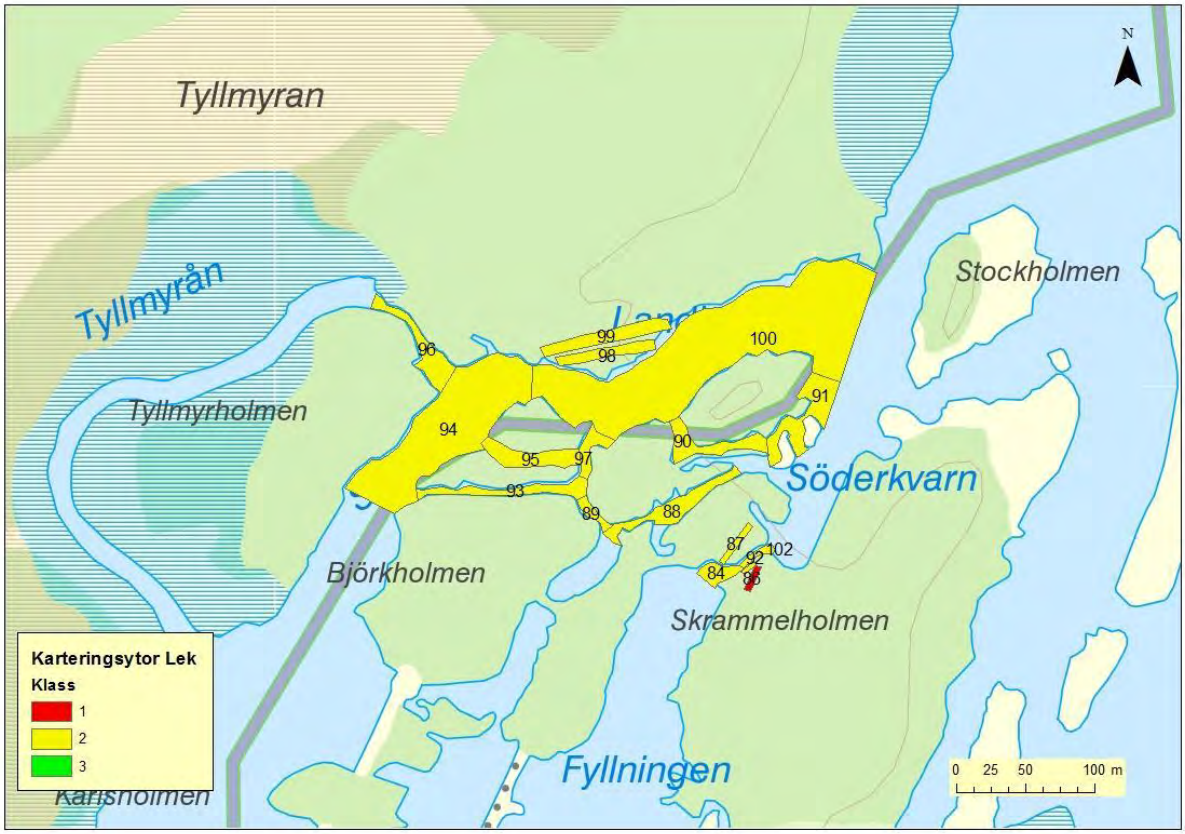


Fig. 12. Karta över Bredforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

Biotopkarteringen i området visar på ett knappt 3 ha stort område med många goda egenskaper i form av block, djup och karaktär men som saknar lekgrus i de bredare ytorna och som har en del finsediment. Dessa parametrar gör att ytorna har högre kvalitet när man tittar på miljökraven för uppväxt (fig. 13) men att de är något mer mediokra som lekytor (fig. 12). Dock är nog den främsta orsaken till trängda populationer otillräckligt flöde då man under tidigare inventeringar sett en positiv effekt på harrbeståndet när mer vatten tappats i området (pers. kom. T. Loreth Remén, Upplandsstiftelsen). Tidigare utredningar som gjorts i Bredforsen visar också på en klar minskning av harrbeståndet som numer är mycket svagt. Den reglering som nu råder i området bedöms ha påverkat harrens lek- och uppväxtområden, vilket troligtvis är anledningen till det minskade beståndet. Detsamma gäller för öring som är ännu mer beroende av tillräckliga flöden för att klara sin reproduktion.

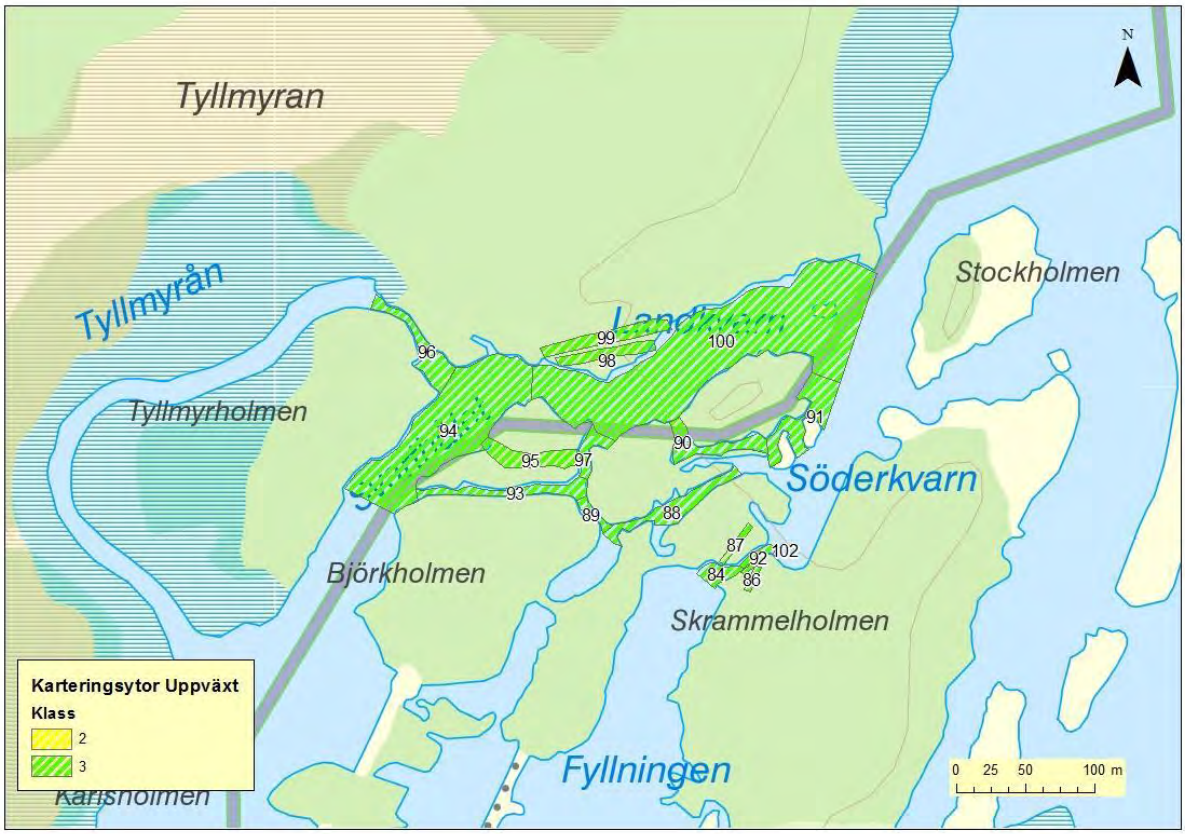


Fig. 13. Karta över Bredforsen-området med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I området finns en mindre del lekgrusfraktioner men också en del finsediment (fig. 14).

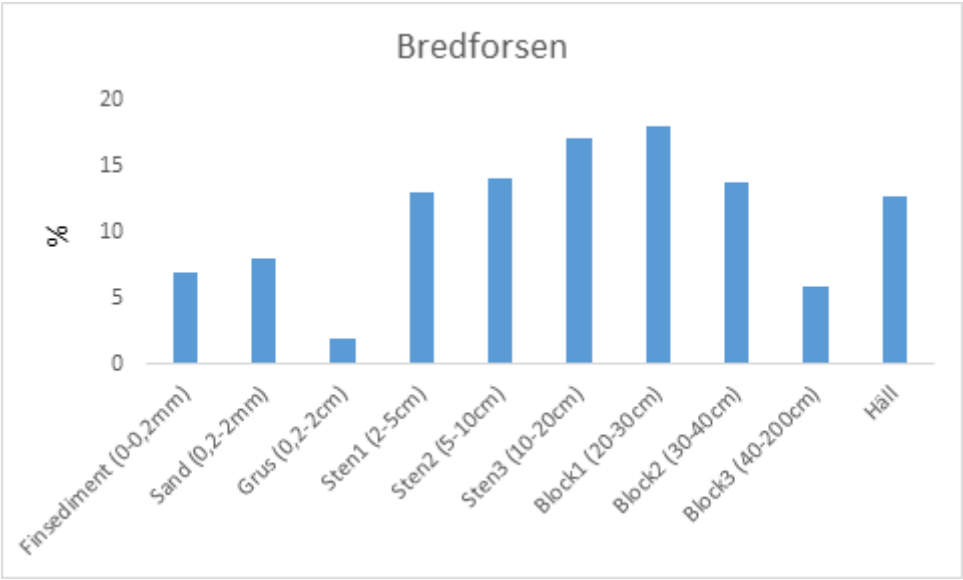


Fig 14. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området kring Bredforsen.

Minimitappningen, som idag är 15 m^3/s på sommaren och 5 m^3/s på vintern, är av allt att döma underdimensionerad. Från tidigare provtappningar – som utfördes när området var orört – fastslås

att en sommartappning nära MLQ (Medel Lägsta Vattenföring) på 80 m^3/s, och en vintertappning på 30 m^3/s är önskvärt för att underhålla ett livskraftigt bestånd av framförallt harr (Fiskeriverket, 2000). Efter att vi, tillsammans med sakkunniga, gått igenom tidigare utredningar och provtappningar ansluter sig LIV-projektet till åsikten att 80 m^3/s sommartid och 30 m^3/s vintertid är ett bra flöde vad gäller harröverlevnad. En tappning av denna storlek bedöms kunna skapa en produktiv yta om ca 13 ha. Vi vill dock påpeka att detta underlag togs fram med fokus på harr, vilken inte är beroende av ett lika högt vinterflöde som öring och lax. Även om öring och lax också gynnas av 80 respektive 30 m^3/s tappning, så kan man möjligen behöva öka vintertappningen ytterligare för att ge bästa förutsättningar – laxens och öringens rom är beroende av ett tillräckligt högt vinterflöde för att rommen ska överleva. Exakt hur hög vintertappningen bör vara för att stimulera både harr, öring och lax bör utredas ytterligare. En högre vårtopp innan harrens lek, under minst en vecka, är också en prioriterad åtgärd då detta spolar rent området som annars snabbt täcks av finmaterial. Ytterligare åtgärder för Bredforsen är att helt eller delvis öppna upp spärrdammarna för att öka andelen strömsträckor. Detta skulle ge mer produktiv yta och även minska predationen från gädda som trivs i de stillastående vattnen i dammarna. Beskuggande vegetation längs strömsträckorna gynnar både fisk och insekter och bör, även framledes, lämnas orörd. Detta tillför död ved i vattnet vilket ger både mat och livsrum för fisk.

Åtgärdsplan för strömsträckor vid Viforsen

Viforsen är en fin sträcka om knappt 1 ha (fig. 15 och 16). I den huvudsakliga forsytan, yta 73, ligger en spont tvärs över vars syfte är hjälpa till att hålla vattennivån uppströms. I området krävs huvudsakligen maskinella åtgärder.

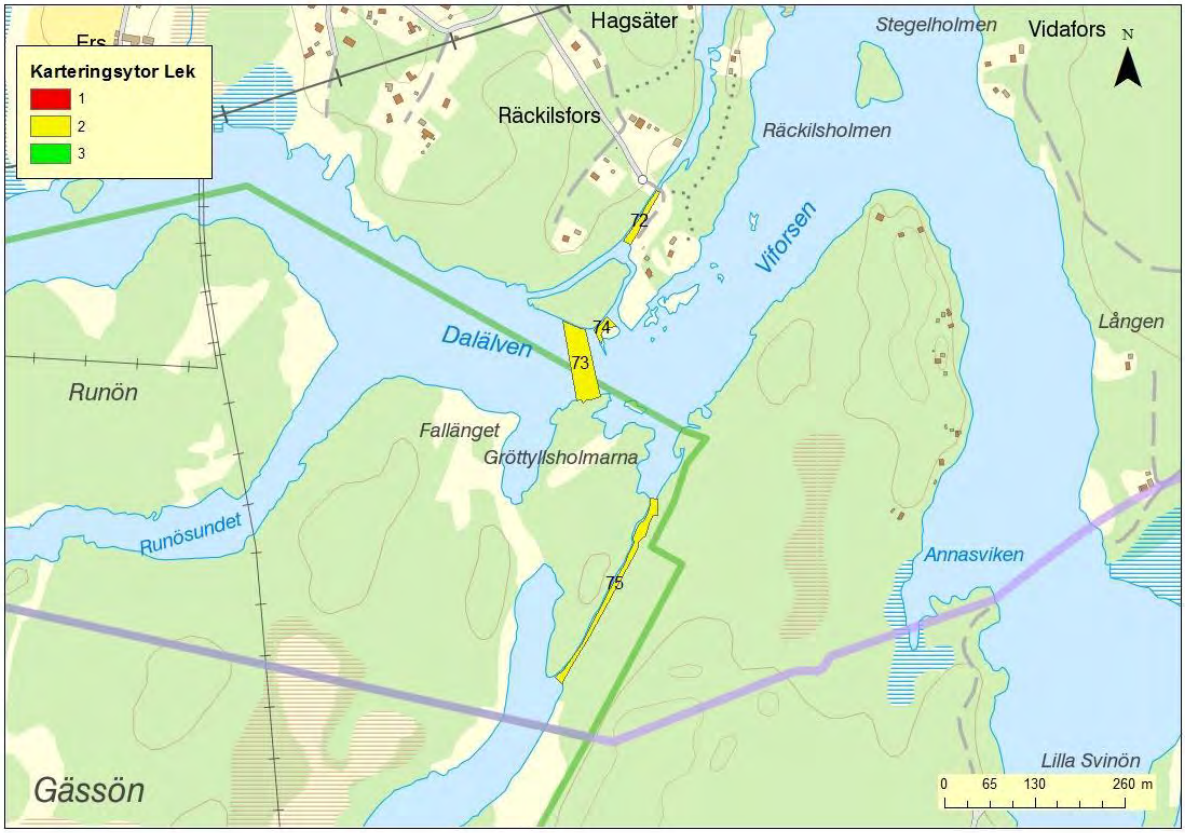


Fig. 15. Karta över Viforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

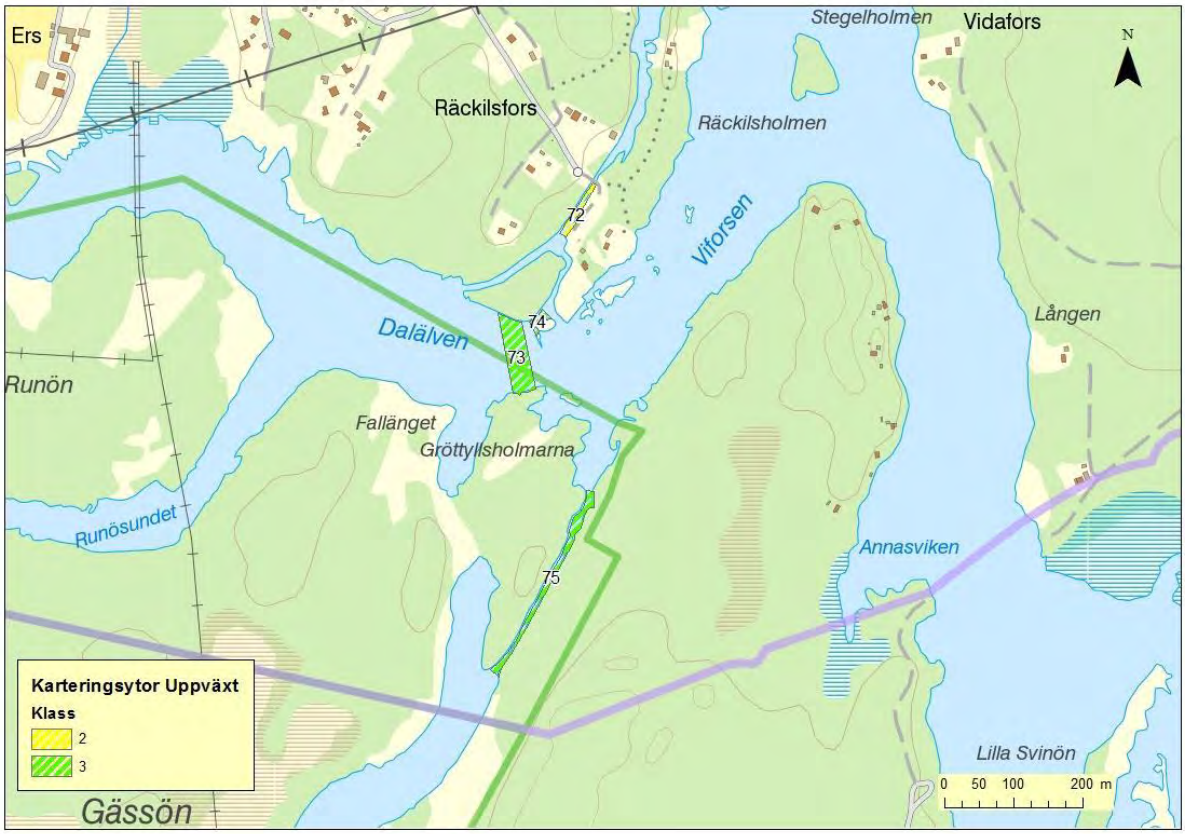


Fig. 16. Karta över Viforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

Yta 72 (fig. 17). Ytan är starkt rensad. För att förbättra bör man lägga tillbaka material från sidorna i fåran. Här kan man öka bredden med ca 50 % genom att omfördela block. För att få en bättre konnektivitet i området kan man koppla ihop yta 72 med den andra sidofåran som går ut mot yta 74 genom att ta bort den tröskel som finns där (fig. 18). Detta skulle skapa mer sammanhängande produktiv yta. Blocken från tröskeln kan med fördel omfördelas ut i ytan för att ge en bättre karaktär.

Fig. 17. Yta 72. Den kanallika sträckan upp mot bron.

Fig. 18. Tröskel mellan yta 72 och 74.

Yta 73 (fig. 19). I ytan finns en spont vilken korsar forsen. För att optimera ytan bör sponten tas bort. Block i ytan bör dessutom omfördelas över en större yta. Vad gäller sponten är denna förenad med de spegeldammar som finns uppströms i Bredforsen och ett borttagande kräver att ett högre flöde går genom området (se åtgärdsplaner för Bredforsen ovan). Med utriven spont och omfördelning av block blir yta 72 och 73 en sammanhängande yta. Den totala ytan av 73 skulle dessutom bli minst tre gånger så stor.

Fig. 19. Yta 73, Viforsen och dess spont.

Yta 75. Ett sidoflöde som periodvis är riktigt fin men som tyvärr torkar ut vid lägre flöden. En förändrad flödesregim genom Bredforsen och Viforsen behövs förmodligen för att säkra vattenståndet

.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Sevedskvarn

Sevedskvarn är ett av få områden som har lämpliga ytor för både öring och lax. Nedre Dalälven har annars generellt sett ont om fina biotoper för öring varför dessa sträckor är av största intresse att åtgärda och bevara. Här finns gott om block, skugga och flödesvariation. Här finns en del grus som kommer fram om man luckrar botten och välter runt blocken.

Åtgärderna som behövs vid Sevedskvarn består av både maskinella åtgärder och manuell uppluckring med Hartijokimetoden. Ytorna uppgår till en sammantagen yta om ca 6,6 ha (fig. 20 och 21).

I Sevedskvarnområdet finns en hel del kulturlämningar som bör tas hänsyn till.

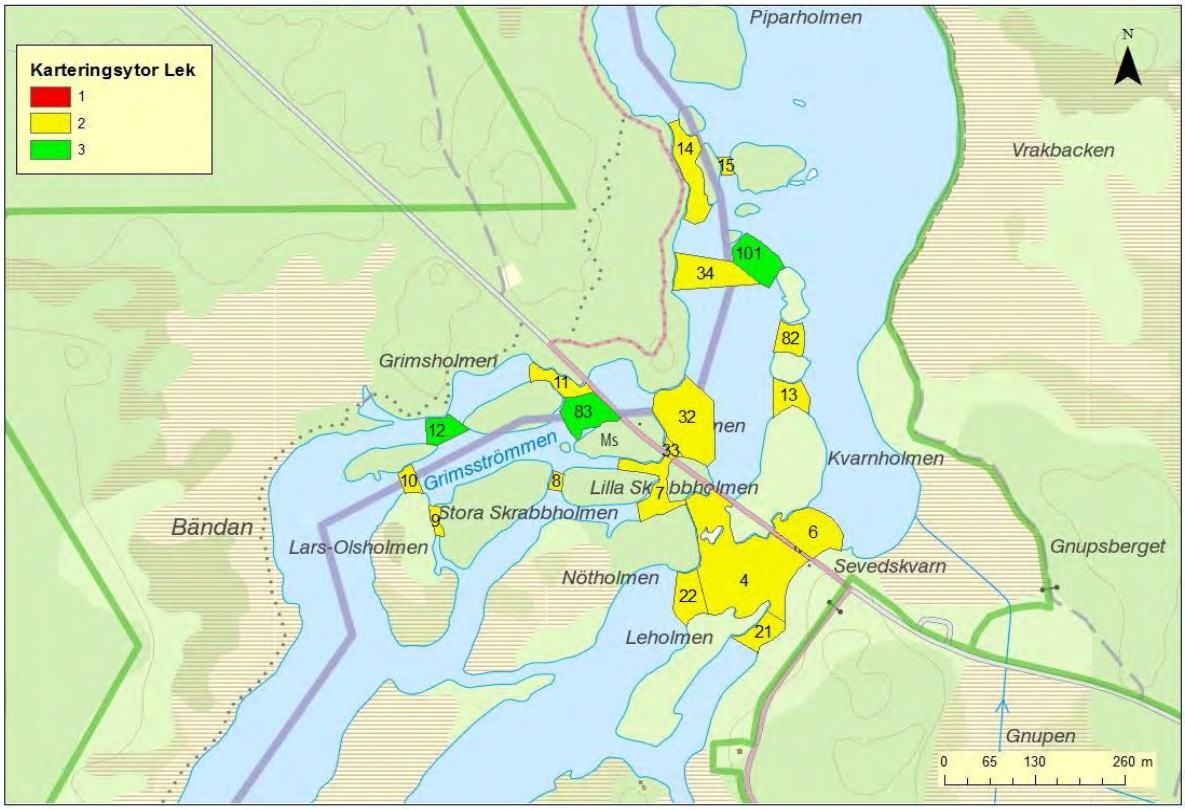


Fig. 20. Karta över Sevedskvarn med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

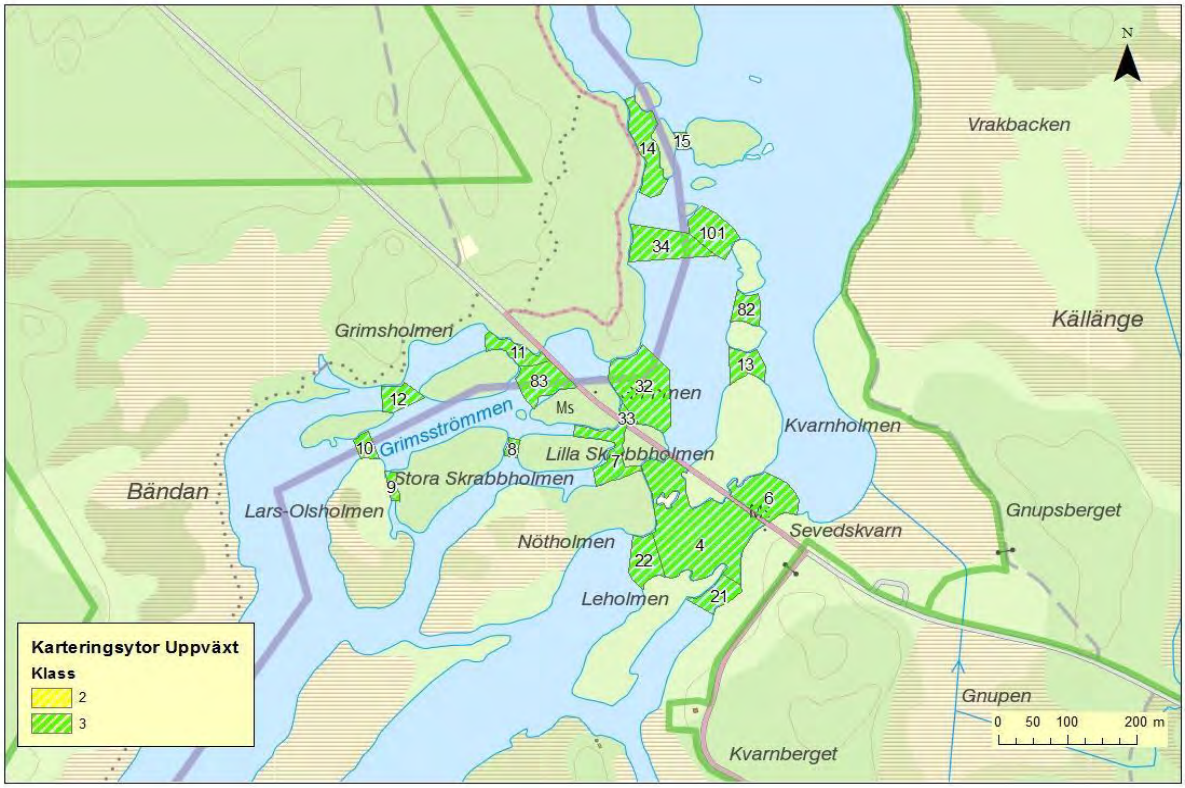


Fig. 21. Karta över Sevedskvarn med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I området, som domineras av större block, finns en mindre andel lekgrusfraktioner (fig. 22).

Fig 22. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Sevedskvarn.

Yta 11. Ytan skulle förbättras genom att flytta om block i området (fig. 23). Här ligger en del block längs stränderna vilka bör flyttas ut i älvfåran. Grus bör läggas i övre delen som sedan spolas ut i ytan och skapar lekytor.

Fig. 23. Yta 11.

Yta 12 kräver ingen åtgärd.

Yta 8, 9, och 10 behöver tillförsel utav lekgrus i något mindre fraktioner (ca 2–5 cm) då dessa ytor lämpar sig väl för stationär öring.

Yta 83 (fig. 24). Denna yta har redan idag fina egenskaper och god kvalitet men kan förbättras ytterligare. Genom att öppna upp för vatten, uppe till vänster i bild, kan man öka strandlängden betydligt. De ytor ute i älvfåran som har en jordmån sparas och ger mer kvillkaraktär till området. Det är också gynnsamt att lyfta block från strandkanterna ut i fåran. Slutligen behövs grus spridas i ovankant av ytan som sen får spridas ut naturligt i hela ytan.

Fig. 24. Yta 83.

Ytan nedanför 83 är okarterad då den var för djup och svårvadad. Den bör dock kopplas ihop med yta 83 och behandlas som en då de har många liknande karaktärer och gränsar till varandra (fig. 25). I denna yta vore det önskvärt att strömsätta ytan till vänster om brofundamentet för att minska gäddtryck och öka strömmande yta. De block som ligger mot stränderna bör flyttas ut i älvfåran. Grus kan tippas över broräcket för att naturligt spridas ut i ytan.

Fig. 25. Okarterad yta nedströms yta 83.

Yta 32 och 33 (fig. 26). Block bör flyttas ut från stränderna till älvfåran för att skapa gynnsamma miljöer för laxfiskar. Grus bör tippas från bron för att spridas i ytan.

Fig. 26. Yta 32. Längre bort i bilden syns yta 82 och 101.

Yta 13 och 82. Dessa ytor ligger lite skyddade mellan öarna men saknar grus. Här behövs inga större åtgärder med maskiner förutom att eventuellt flytta några block direkt uppströms yta 13 för att öka karaktär och variation i miljön.

Yta 101. Ingen åtgärd.

Yta 7 (fig. 27). I ytan finns fina kvillfåror men som eventuellt blir torra vid lågvatten. Här bör man fördela block på ovansidan av kvillområdet för att leda vatten in till kvillarna och säkra flödet. Dessa ytor är extremt viktiga för öringen. Ytan gynnas av att man omfördelar block för att sprida strömmen och få in mer vatten. Tidigare åtgärder har visat att det i området finns en del lekmaterial under större fraktioner. Man bör därför luckra botten för att få fram mer material.

Fig. 27. Yta 7.

Yta 4 och 22 (fig. 28). Delar av ytorna åtgärdades under 2016 av Vattenbruks AB. Åtgärderna har haft effekt i större delen av ytorna och inget ytterligare åtgärdsbehov finns förutom tillförsel av lekgrus i de övre delarna.

Fig. 28. Yta 4 och i över vänstra delen av bilden syns yta 22.

Yta 6 (fig. 29). Här behöver man bredda och sprida strömmen bättre i forsfoten som idag är onaturligt hopträngd. Man bör plocka ut vart 4:e till 5:e av de stora blocken från strandkanten och

sprida ut i älvfåran. Block på land kan eventuellt även de flyttas ut i älvfåran. Här bör också grus tippas från bron för att spridas i ytan.

Fig. 29. Yta 6.

Yta 21 (fig. 30). Fokus här bör ligga på att bredda ytan och skapa mer strandkaraktär. Det vore fördelaktigt att flytta blocken från strandområdet ut i ytan för att ge mer karaktär till området. Även lekgrus behöver tillföras.

Fig. 30. Yta 21.

Yta 34 (fig. 31). Här fungera det enbart med manuellt arbete, dvs. inga maskiner. Ett fint men lite för lugnflytande område. Man kan eventuellt öppna upp till viss del genom att lyfta ut de mindre blocken som nu ligger innanför de stora för att öka strömvattenytan.

Fig. 31. Yta 34.

Yta 14 och 15 (fig. 32). Manuellt arbete är föredragen metod även här. Här bör man lyfta ut en del mindre block och bredda fåran något för att skapa variation och öka strömvattenytan. En fin yta som kan vara gynnsam för öringen.

Fig. 32. Yta 14.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Sjöforsen

Då området ligger långt från vägnät är manuellt arbete enda möjligheten här. Området har fina ytor och stor potential. Här kan både harr, öring och lax nyttja områden då området är varierat med en del kvillytor.

Åtgärderna som behövs vid Sjöforsen består av manuell uppluckring med Hartijokimetoden och tillförsel av grus – detta sker dock förslagsvis med helikopter. Ytorna uppgår till en sammantagen yta om ca 4,9 ha (fig. 33 och 34).

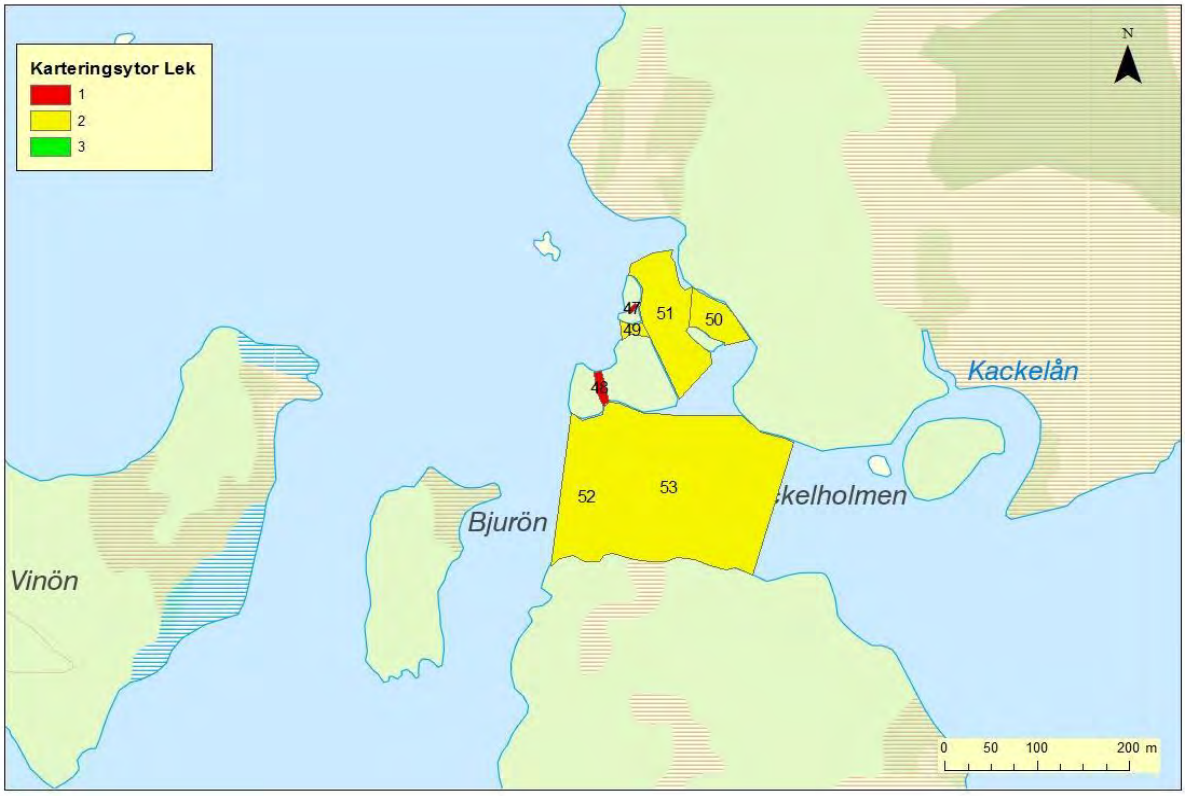


Fig. 33. Karta över Sjöforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

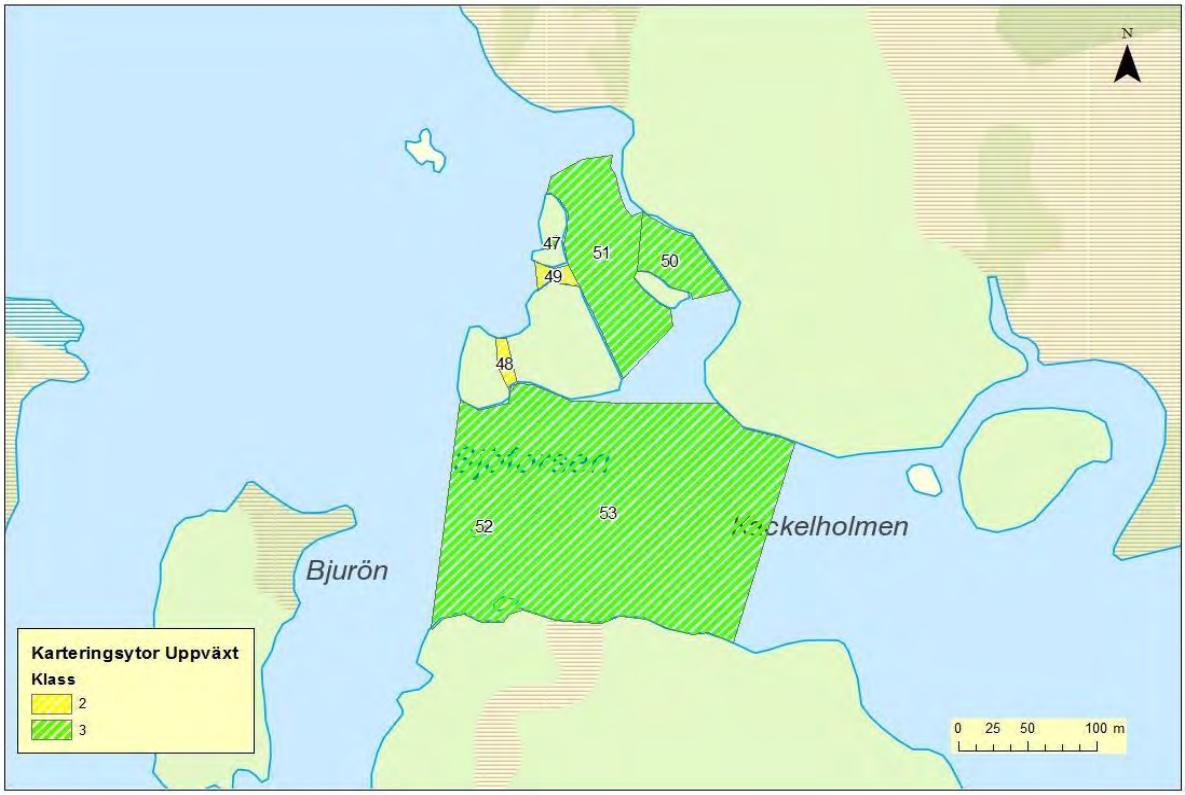


Fig. 34. Karta över Sjöforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I området vid Sjöforsen finns en del material lämpligt för lek, främst i storleken 5–10 cm vilket passar för större fiskar (fig. 35).

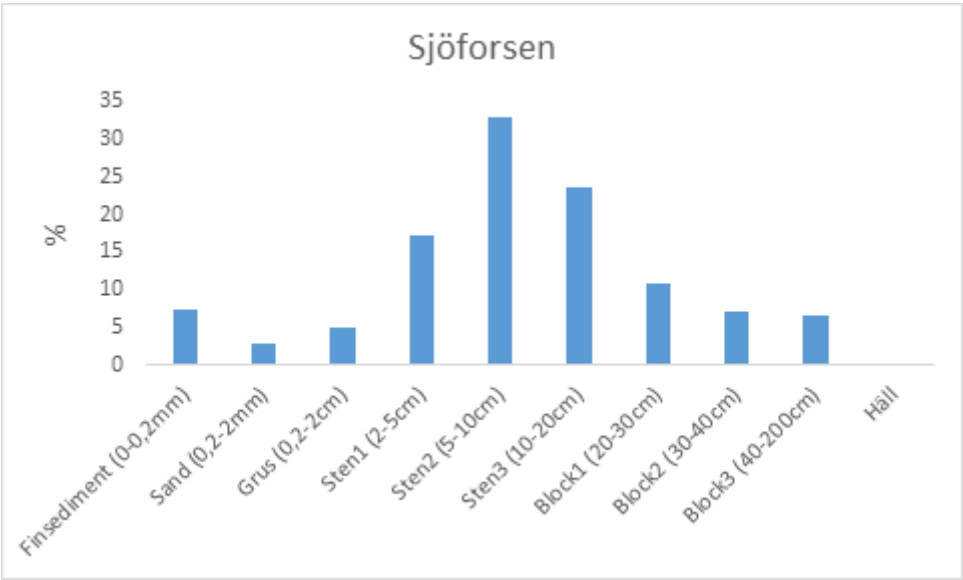


Fig 35. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Sjöforsen.

Yta 52 och 53 (fig. 36). Här ser vi av människan kapade kanalfåror, i uppströms kant av yta 52, i forslandskapet vilka bör rivas ut för att skapa en mer gynnsam miljö för fisken. Blocken bör spridas i forssträckan i den mån det går. Genom att luckra området manuellt kan man skapa en gynnsam genomströmning av bottensubstrat. Ytterligare lekgrus som tippas från helikopter i ovankant på ytorna skulle skapa fler lekmöjligheter och höja områdets klassning.

Fig. 36. Yta 52.

Ytorna 47, 48, 49, 50, 51. Ytorna är fina och inte påverkade av rensningar. Ytorna behöver luckras en del och dessutom bör grus spridas över dem.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Fräningen

Även här gäller manuellt arbete då det inte är möjligt att transportera maskiner hit. Fräningen består av ett flertal mindre områden med lämpliga ytor i en del av älven med flera småöar (fig. 37 och 38). Smalare ytor mellan öarna skapar strömmande habitat passande för öring och harr. Totalt är utgör området ca 2,4 ha. Yta 107 var inte möjlig att kartera då det var för svårforcerat till fots. Dock har vi gjort åtgärdsplan även för dennaa yta efter platsbesök och räknat på ett medelvärde för den med avseende på reproduktionspotential.

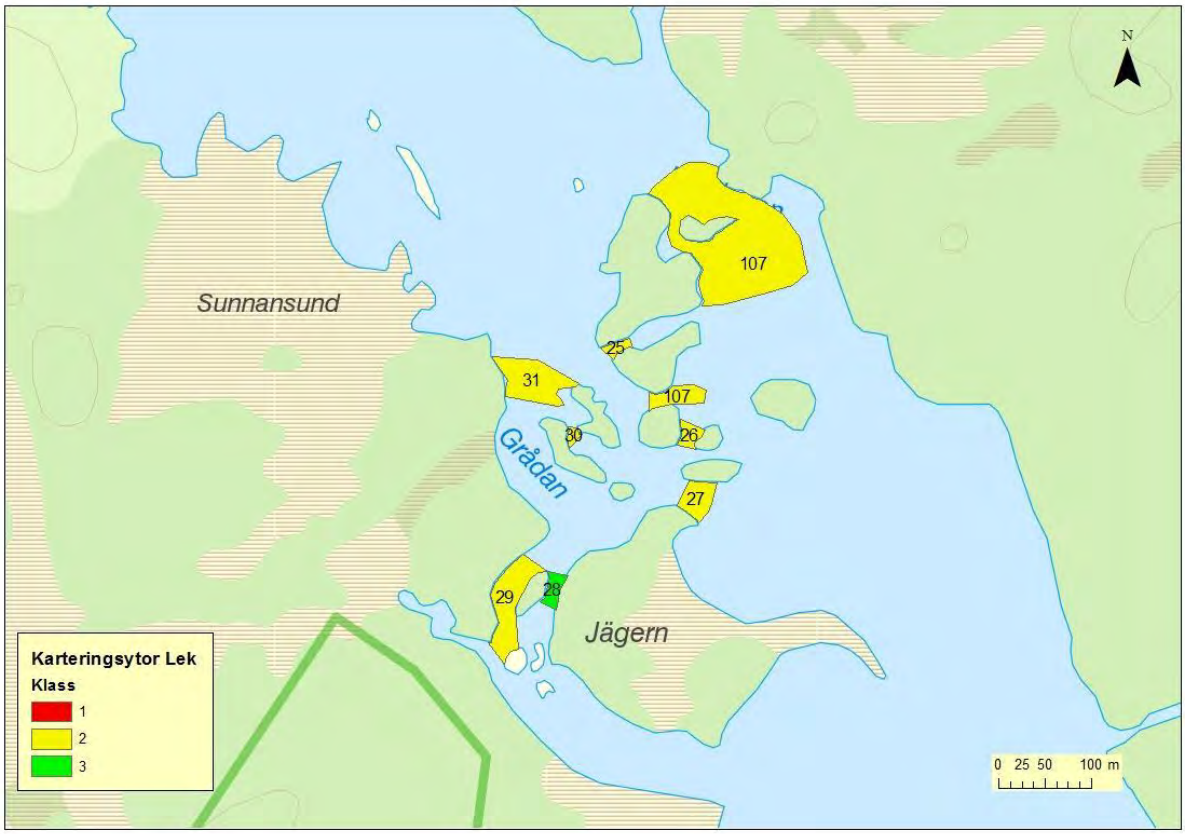


Fig. 37. Karta över Fräningen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

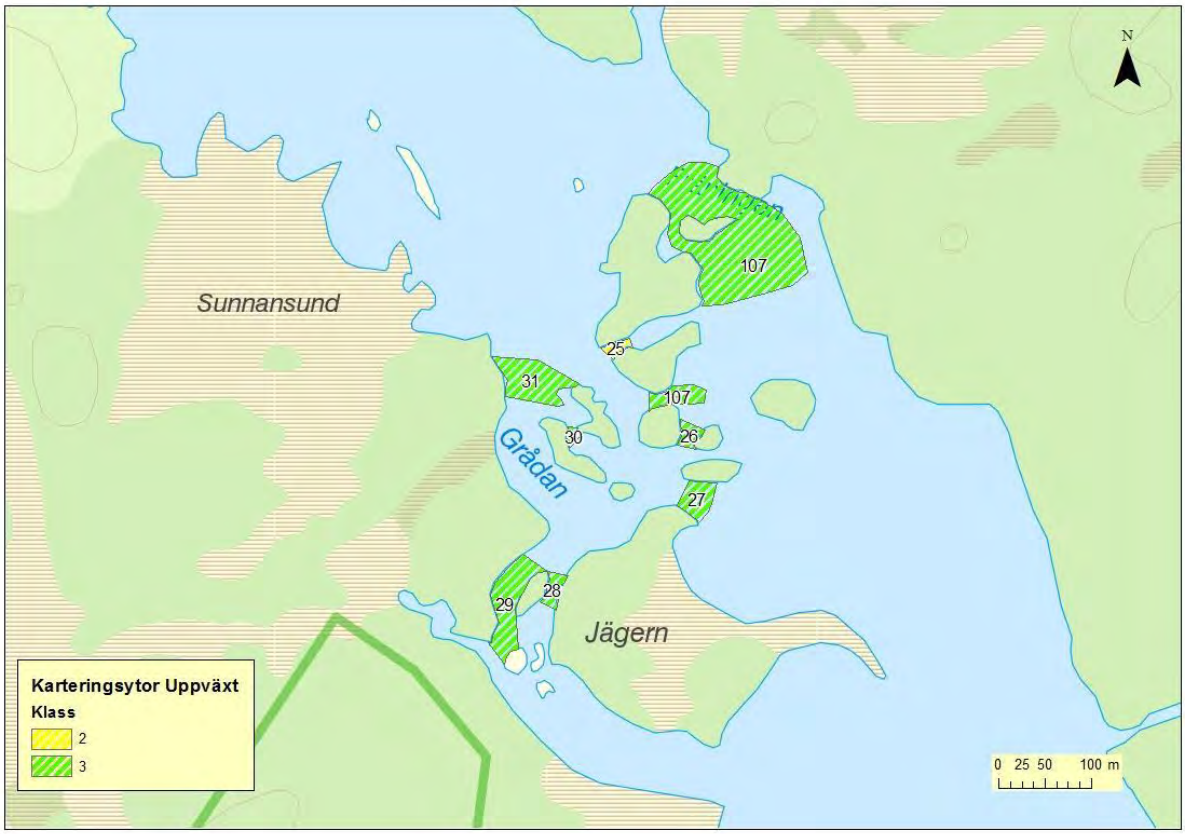


Fig. 38. Karta över Fräningen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

Området Fräningen saknar till största delen lekgrus och domineras av större block (fig. 39).

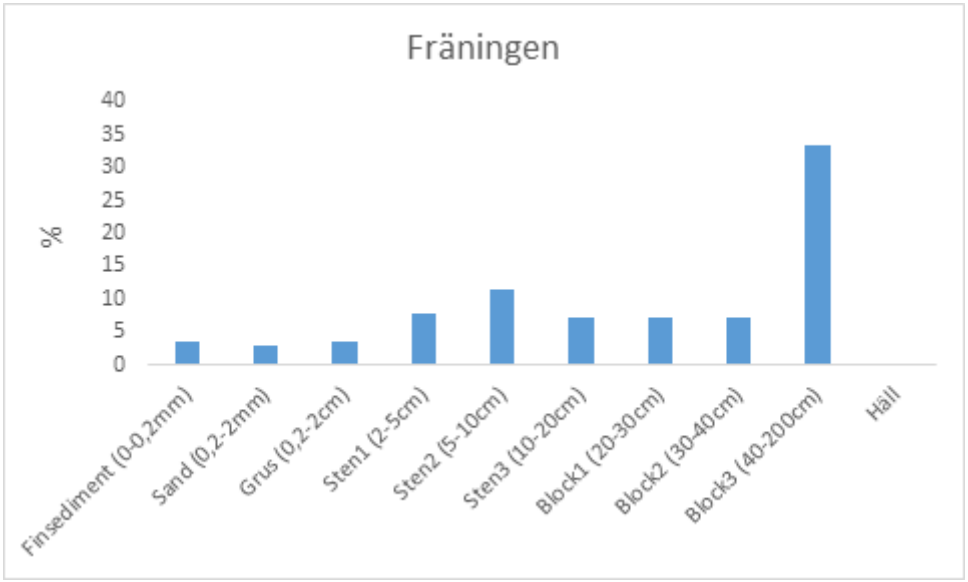


Fig 39, Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Fräningen.

Yta 107 (fig. 38, 40 och 41). Dessa två ytor är endast delvis karterade då de var för svåra att vada i. vi har därför slagit ihop dem och tagit områdets medelvärde som riktlinje för dem. I den större ytan 107 (fig. 37,38 och 40) finns möjligt att skapa mer kvillytor vänstra stranden, i älvens riktning (fig. 40). Mot ösidan, (fig. 41) i detta område, behöver en kanalfåra spridas ut för att dämpa vattenhastigheten, ge karaktär och ett mer gynnsamt habitat. Den större ytan 107 lämpar sig väl för lax.

Fig. 40. Den större ytan 107, vänstra stranden i älvens riktning.

Fig. 41. Den större ytan 107, högra stranden i älvens riktning.

Harrströmmen, den mindre ytan 107 (fig. 42). Här finns möjlighet att öka fårans bredd med ca 10 m genom att flytta ut block från stränderna i fåran. För att skapa lekmöjligheter bör flygdumpning med grus göras efter åtgärd.

Fig. 42. Harrströmmen, mindre ytan 107.

Yta 25 (fig. 43). Här vore det gynnsamt att bredda vattendraget genom att återföra block ut i fåran med hjälp av vinsch. Det behövs också grus i överkant av ytan, i mitten, där det bryter från lugnare till mer strömmande. Ut från yta 25, i riktning mot harrströmmen (den mindre ytan 107), går en mindre fåra. Även här bör grus tillföras och material omfördelas.

Fig. 43. Yta 25.

Yta 26 (fig. 44). Här behöver man bredda fåran genom att omfördela block och flytta block från strandkant ut i fåran. För att skapa lekmöjligheter bör grus tillföras efter åtgärd.

Fig. 44. Yta 26.

Yta 27 (fig. 45). Här finns block som är tryckta mot land med vegetation som delar fåran. Vänster strand, i älvens flödesriktning, är hårt rensad. Här vore det gynnsamt att behålla ön och dra ut block från rensningen i den mån det är möjligt. De två öarna skapar mycket strandzon vilket gör ytan värdefull som uppväxtområde. För att förbättra den ytterligare bör man fördela fallhöjd på längden, dvs. sänka bestämmandenivån genom att flytta upp block vid nacken.

Fig. 45. Yta 27.

Yta 28 (fig. 46). En fin yta vid lite högre flöden. Här bör man vinscha ut vartannat block för att lyfta och sprida strömmen. Grus bör dumpas längst upp och som sedan naturligt får spridas ner i fåran. Fåran kan bli 10–12 m bredare än vid dagens inventering.

Fig. 46. Yta 28.

Yta 29 (fig. 47). Här bör block lyftas ut från stranden för att lyfta och sprida strömmen. Detta skapar ett lugnare vatten med mer gynnsam och varierad miljö. Ytan är igenlagd i delen högst uppströms (fig. 48), vilket hindrar flödet. Den döda veden bör rivas ut och fördelas ut i fåran. Även blocken bör spridas ut för att få in veden och skapa variation.

Fig. 47. Yta 29.

Fig. 48. Den mer uppströms delen i yta 29.

Åtgärdsplan för strömsträckor Långlådingen

Långlådingen är ett område med lämpliga ytor för framförallt lax (fig. 49 och 50).

Åtgärderna som behövs vid Långlådingen begränsas till manuellt arbete då farbar väg saknas. Här rekommenderas uppluckring mad Hartijoki-metoden och en del omflyttning av mindre block. Även grus bör tillföras med helikopter. Totalt består området av 2,7 ha. Yta 45 bedöms vara av mindre vikt och stryks ur åtgärdsplanen då den har ett allt för lågt flöde för att vara optimal.

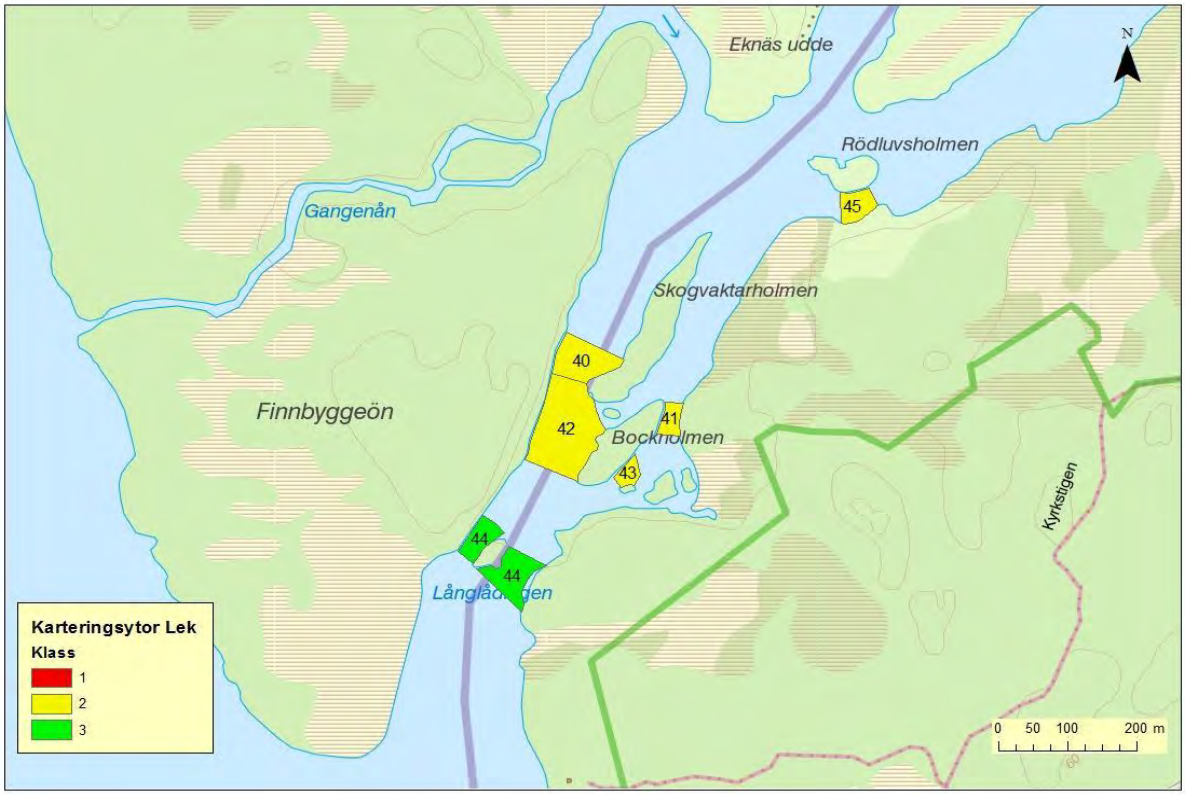


Fig. 49. Karta över Långlådingen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

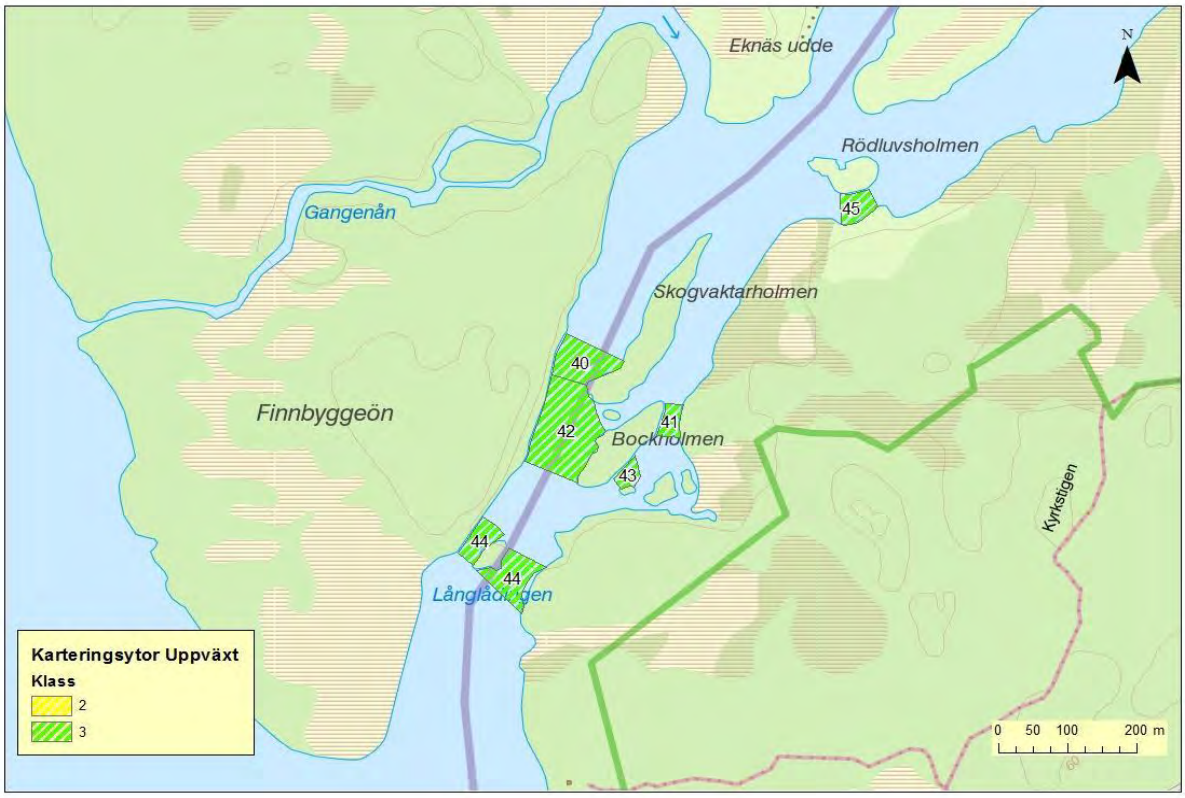


Fig. 50. Karta över Långlådingen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I området Långlådingen finns en del lekgrus passande större individer, vilket även är karaktäristiskt för hela området med avseende på andra faktorer som djup och vattenhastighet (fig. 51).

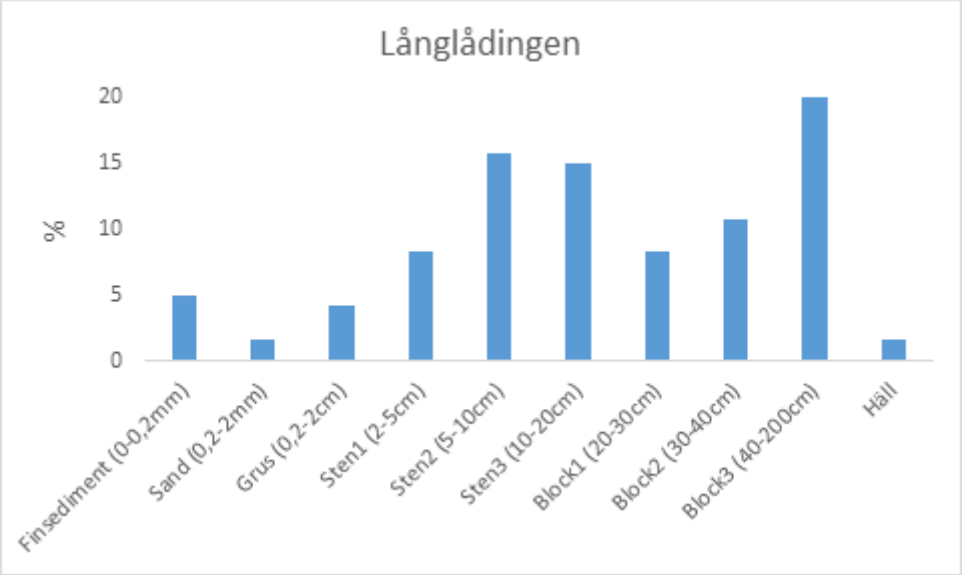


Fig 51. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Långlådingen.

Yta 44 (fig 52). Här finns mycket material upplagt mot stränderna. Önskvärt är att flytta de block som går ut från vänster strandzon (i älvens flödesriktning) till älvfåran. Man kan försöka förstärka biotopens variation genom att omfördela block.

Fig. 52. Yta 44.

Yta 42 och 40 (fig. 53). Här behövs grus för att skapa lekytor för framförallt lax.

Fig. 53. Yta 40 och 42.

Yta 43 (fig. 54). Man bör försöka få ut block i den anvisade fåran. Fåran har god tillgång på död ved och ett fint fall. För att förbättra området bör grus tippas i en uppströms del av ytan. Detta är en biotop lämplig för öring.

Fig. 54. Yta 43.

Yta 41 (fig. 55). Ytan har ett ganska svagt fall. Här finns mycket block mot både land och ö-sida vilka borde flyttas ut i älvfåra för att lyfta och sprida strömmen.

Fig. 55. Yta 41.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Gysinge

Generellt sett har området många fina egenskaper i form av flöde och block. Blockigheten skapar många ståndplatser, varierar flödesregimen och skapar hålrum som kan nyttjas av yngel och mindre fiskar. Framförallt öring är väldigt territoriell och man har sett en ökad tillväxt på fisk som lever i en komplex miljö där de kan hitta ”sin egen håla”. Stor blockighet och död ved ger på så vis både ökad tillväxt och plats för fler individer. Dock saknas lekgrus på merparten av ytan. Mindre ytor har grus av lämplig storlek men området skulle kunna avsevärt förbättras om man vill att reproduktion ska vara möjlig i området. Utan åtgärder kan området fungera som ett uppväxtområde men har inte rätt förutsättningar för lek i någon större utsträckning då grus saknas.

Gysinge är ett område som framförallt har lämpliga ytor för lax, men även en del som passar harr och några mindre områden som är typiska för öring.

Åtgärderna som behövs vid Gysinge består av både maskinella åtgärder och manuell uppluckring med Hartijoki-metoden. I området finns många kulturlämningar som bör beaktas vid planering av åtgärder. Ytorna uppgår till en sammantagen yta om ca 7,5 ha (fig. 56 och 57.

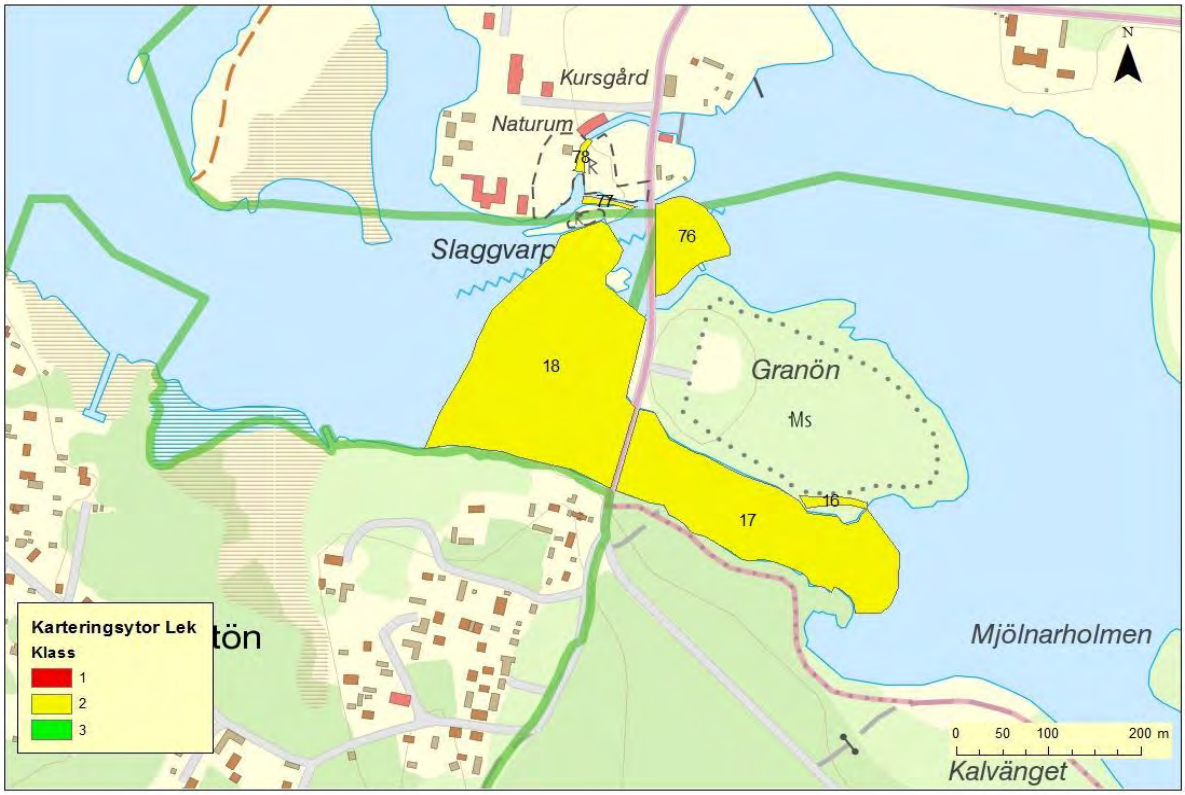


Fig. 56. Karta över Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

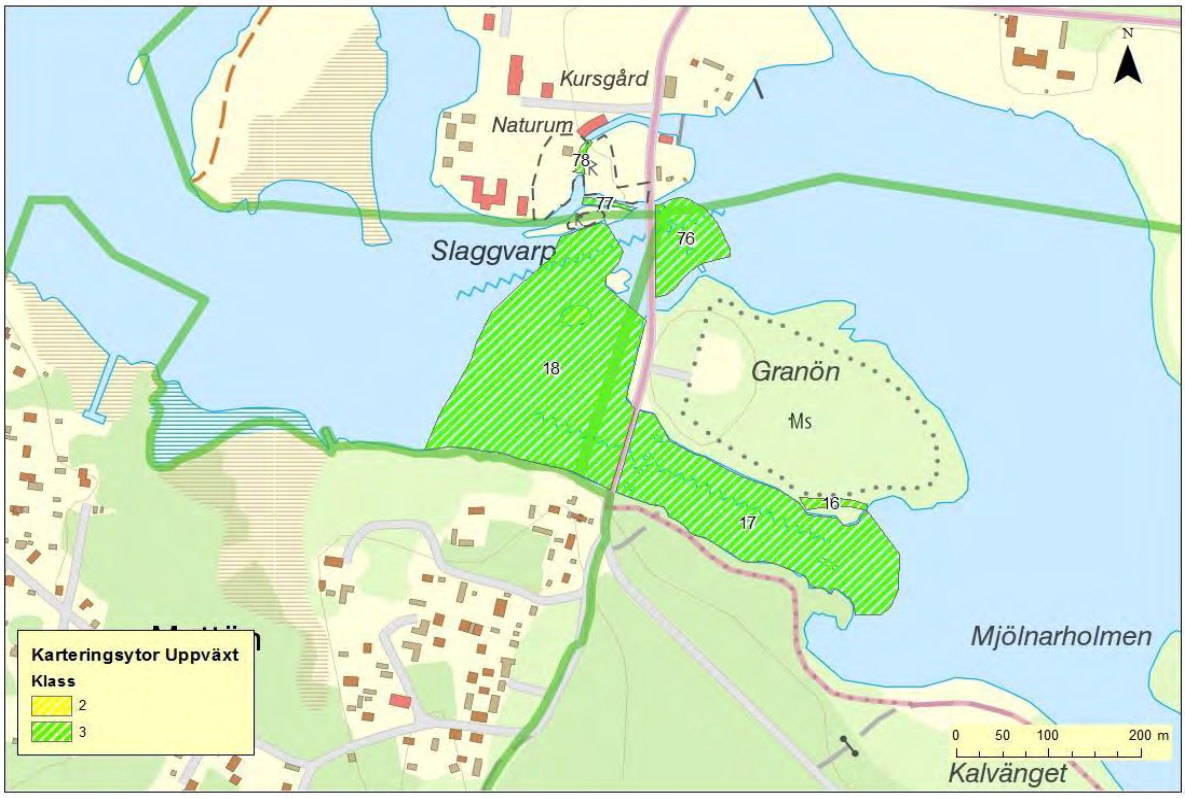


Fig. 57. Karta över Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I Gysinge finns en mindre del grus i storlek lämpligt för lek (fig. 58).

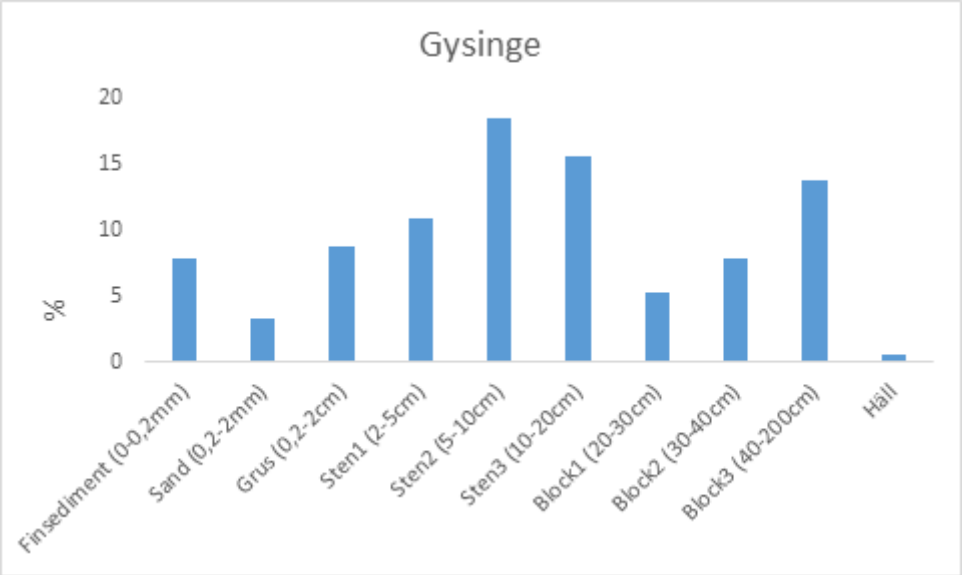


Fig 58. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i området Gysinge.

Yta 18 (fig. 59). Jättefin yta som är delvis åtgärdad under 2016. Ytan är framförallt lämplig för lax. Dock är älvfåran kraftigt påverkad på höger sida medströms riktningen med två skapade fåror. Dessa fåror bör rivas ut för att fördela strömmen på ett bättre sätt. Detta bedöms möjligt att göra utan att skada kulturminnen. Här bör också grus dumpas på nacken för att spridas ut i hela ytan.

Fig. 59. Yta 18.

Yta 76 (fig. 60). Här ligger fokus på älvgrenens högra strand (i älvens strömriktning). Här kan det bli

ett fint yngelområde men det bör ledas in mer vatten. För att åstadkomma detta bör man flytta om block manuellt för att leda in vatten i kantzonen.

Fig. 60. Yta 76.

Yta 17 (fig. 61). Här finns ett kulturminnen i form av ett brofundament. Nedströms kulturvallen finns dock block som kan återföras till älvfåran. Forsfoten är kraftigt ihopträngd och behöver åtgärdas genom att lyfta ut blocken från sidan och riva bort ön på höger sida (i älvens flödesriktning).

Fig. 61. Yta 17.

Yta 16. Ytan består av en mindre fåra med varierat flöde. Mellan yta 16 och 17 bör blocken lyftas ut från strandkanten för att säkra flödet och skapa en bättre miljö. Detta gör att yta 16 blir en naturlig del av yta 17 efter åtgärd. Strax ovan yta 16 skapas istället en kvillmiljö genom omfördelning av block.

Yta 78 och 77 (fig. 62). Detta är ett kulturmiljöområde. Området är kraftigt påverkat av rensning och/eller styrarmar. Ett lägre vattenflöde in i området skulle minska belastningen på kulturmiljön och samtidigt gynna yta 18 som helhet. Ledarmen bör justeras i miljön så att mindre vatten går in i kulturmiljön och mer vatten sprids över yta 18.

Fig. 62. Yta 18.

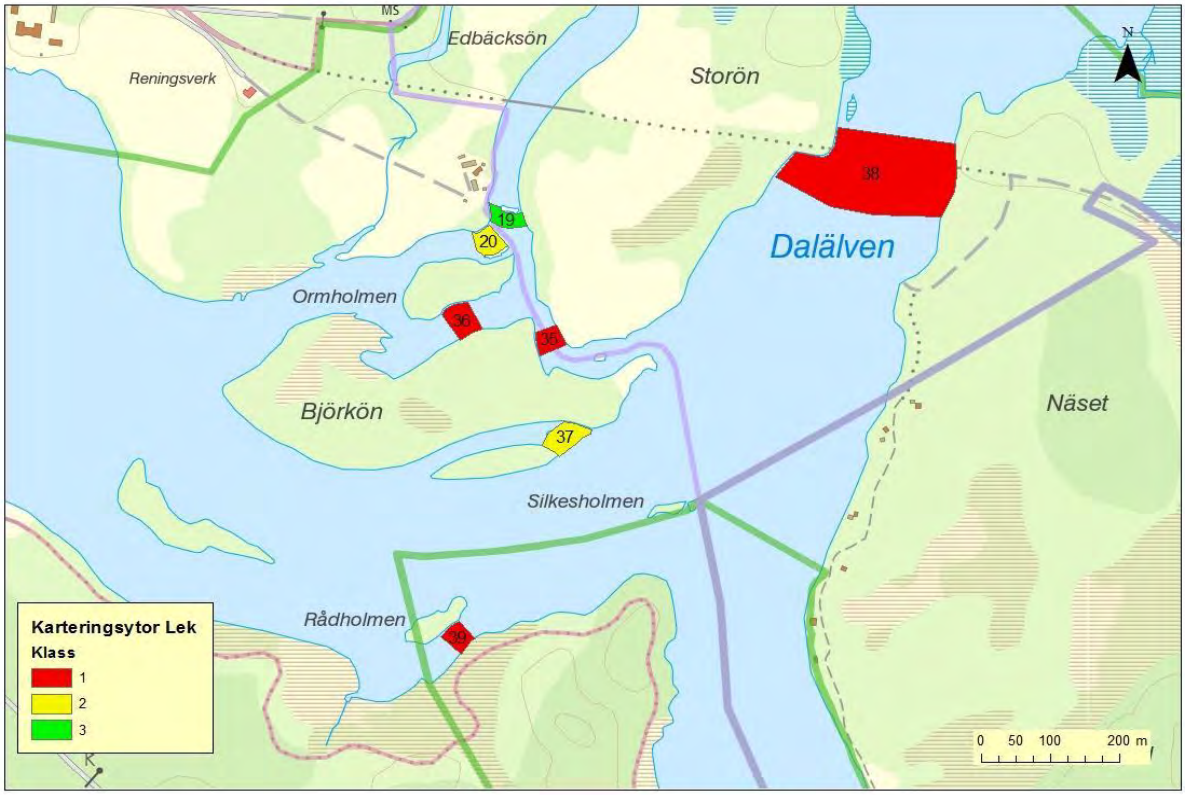


Fig. 63. Karta över södra delarna i Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

Fig. 64. Karta över södra delarna i Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för luppväxt.

Yta 35, 36 och 39 (fig. 63) stryks då de inte uppvisar någon större potential för reproduktion.

Yta 37 och 38 (fig. 63) lämnas utan åtgärd då flöde och djup är sådant att några förbättringar knappast går att utföra.

Yta 19 (fig. 63) är tidigare åtgärdad med lekgrus och kräver ingen vidare åtgärd. Åtgärden är gjord av Gysinge fiskevårdsområde.

Yta 20 (fig. 63). Ingen åtgärd rekommenderas då flöde och djup är sådant att några förbättringar knappast går att utföra.

Fig. 65. Karta över norra delarna i Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

Fig. 66. Karta över norra delarna i Gysinge med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

Yta 1 (fig. 65, 66 och 67). Detta är en kraftigt rensad fåra med block på älvkanterna. I vänster gren (i älvens flödesriktning) går dagens båttrafik vilket skapar en konflikt vad gäller att lägga i större sten.

Fig. 67. Yta 1.

Yta 2 (fig. 68). Detta är en liten yta med mycket fina förutsättningar som uppväxtområde. Dock torrläggs den vid lägre flöden så här prioriteras att trygga vattenföringen genom att försöka sänka bestämmandenivån in mot området.

Fig. 68. Yta 2.

Yta 3 (fig. 69). Block som ligger mot strandkanterna bör föras ut tillbaka i älvfåran för att sprida strömmen och skapa ett mer varierat habitat. På vänster sida (i älvens flödesriktning) finns en kulturmiljö i form av en ränna. I de övre delarna av ytan finns goda miljöer för harr men som skulle kunna förbättras med tillförsel av grus.

Fig. 69. Yta 3.

Yta 54. Ytan varierar mellan mer forsande delar och lugnflyt. Lekgrus saknas dock och bör spridas för att ge förutsättningar.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Härsingen, Balforsen och Tyttbo

Härsingen, Balforsen och Tyttbo är tre forssträckor som delas av lugnflytande sel (fig. 70 och 71). Forsarna är idag kraftigt rensade och troligtvis har man även sprängt delar av älvfåran för att få en djupare fåra där större mängder vatten kan avbördas.

Härsingen och Tyttbo har idag, trots stor påverkan utav korttidsreglering, en del områden som kan fungera för harr och öring. Balforsen är dock mer eller mindre utan fungerande ytor då de potentiella reproduktionsytorna torrläggs till följd av korttidsregleringen. För att göra arbetet så kostnadseffektivt som möjligt rekommenderas att man bearbetar de aktuella ytorna i ett sammantaget tillfälle samt att storlek på arbetsmaskin ligger på 40 ton. Vi vill tydliggöra att även om ytorna har en hel del fina förutsättningar för reproduktion av framförallt laxfiskar så är detta ett av de områden som är starkast påverkat av reglering.

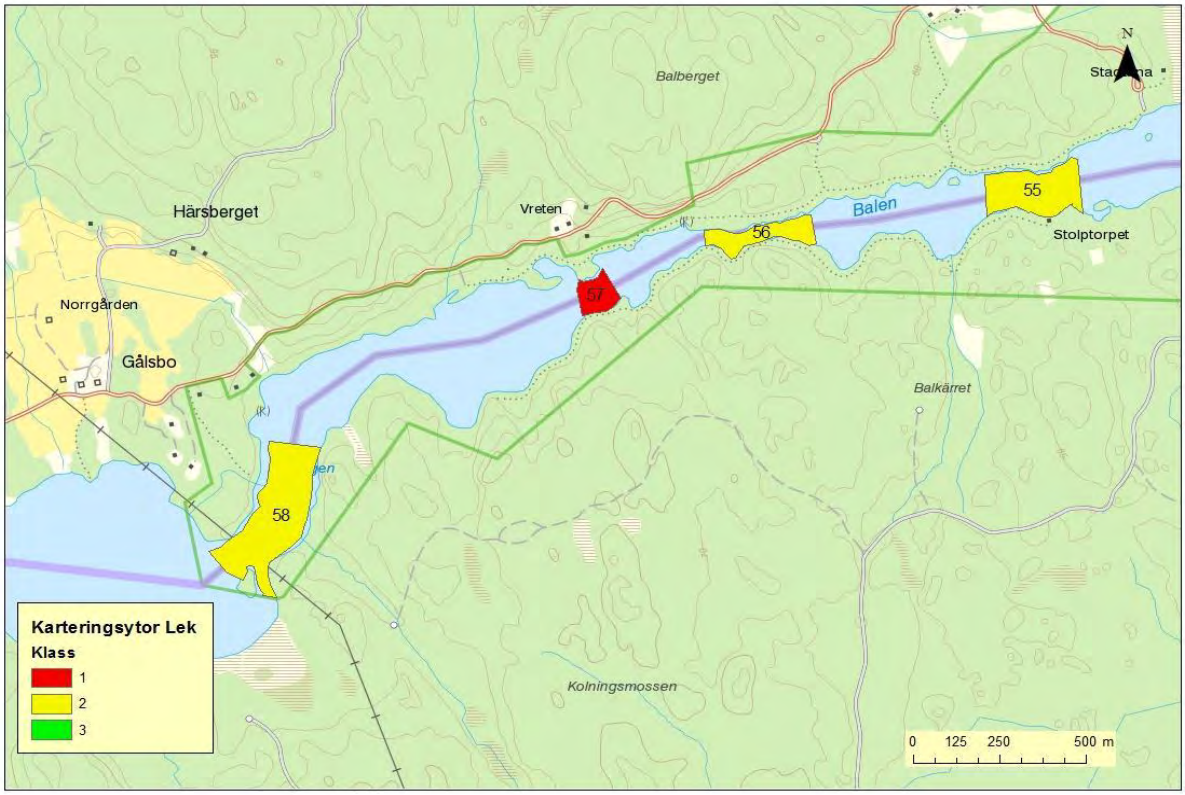


Fig. 70. Karta över Härsingen, Balforsen och Tyttbo med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

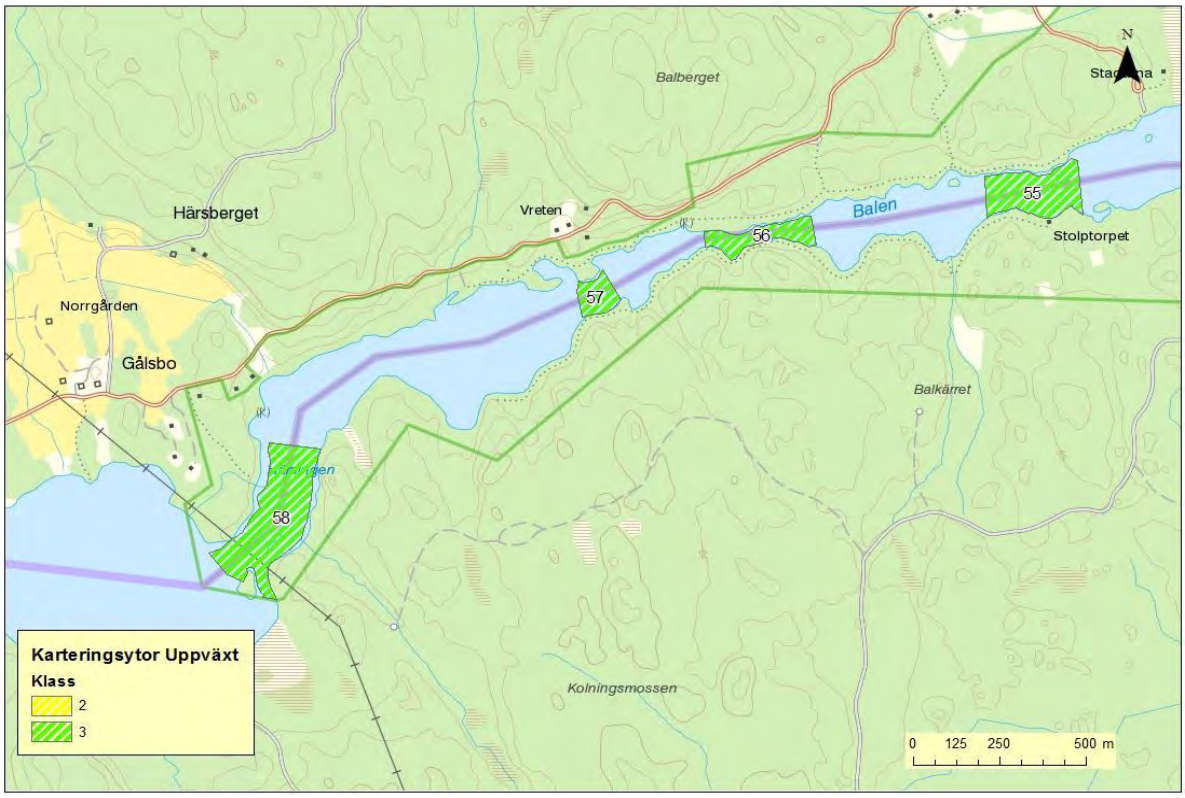


Fig. 71. Karta över Härsingen, Balforsen och Tyttbo med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

Härsingen utgörs av en grovblockig miljö med en del grusfraktioner lämpliga för lek (fig. 72).

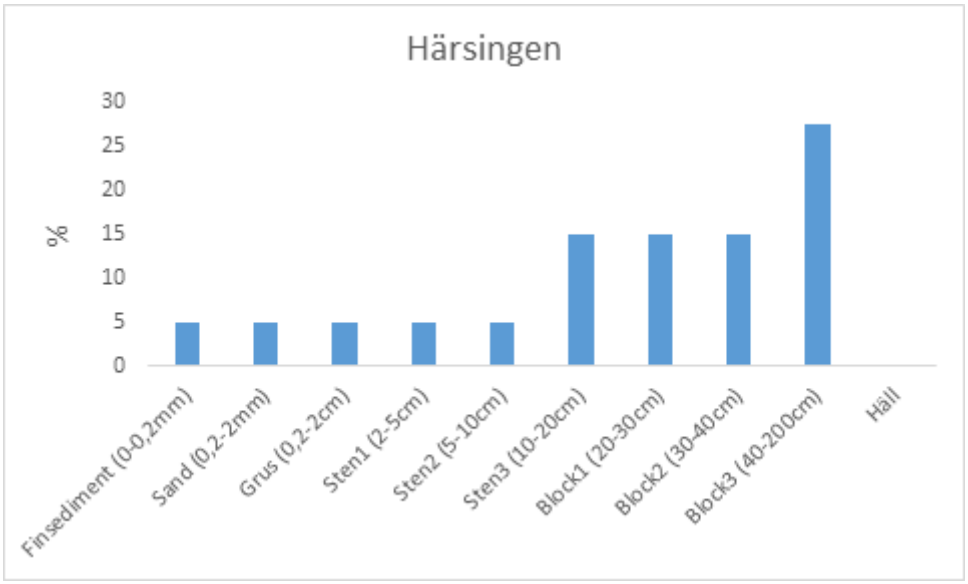


Fig 72. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i Härsingen.

Härsingen

Yta 58 (fig. 73). Härsingen är kraftigt rensad och man behöver lyfta ut större block från stränderna ut i den hårda strömmen för att få en större och mer varierad älvfåra. Genom att flytta ut blocken skapas mer naturliga stränder vilket är gynnsamt för laxfiskar då potentialen för reproduktion ökar. Vid Härsingen finns en del lekgrus men gynnsamt vore att sprida ytterligare vid nacken som sedan får sprida sig ner i forsen. Ytan uppgår till en sammantagen yta om ca 7,7 ha.

Fig. 73. Yta 58.

Härsingens strandlinje är idag långt ifrån den naturliga och älvfåran kan breddas rejält vilket ökar den för fisken aktiva ytan, både vad gäller kvalitet och storlek. Vänster sida (i älvens flödesriktning) kan generellt ökas mellan 5 till 7 m men upp emot 20 m på vissa ställen (fig. 66). På höger sida finns breddningsmöjligheter upp emot 20 m.

Fig. 74. Strandområde som kan breddas inom yta 58.

Yta 57 (fig. 70). Lämnas utan åtgärd då flöde och djup är sådant att några förbättringar knappast går att utföra.

Balforsen

Balforsen utgörs av en grovblockig miljö med små andelar lekgrus (fig. 75).

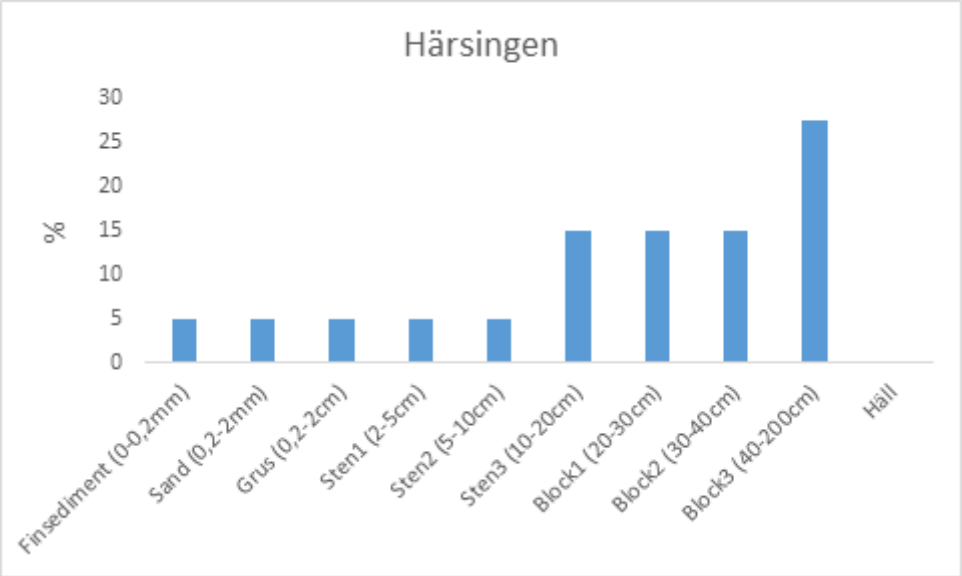


Fig 75. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i Balforsen.

Yta 56 (fig. 70, 71 och 76). Balforsen är kraftigt påverkad av rensningar samt sprängning (fig. 67). Insatsen som rekommenderas kommer att lyfta älven och sprida strömmen bort mot den norra sidans naturliga strand. De mest hårdströmmande partierna dämpas och de lugna partierna strömsätts. Bottenvariationen ökar vilket ger en bättre kvalitet på habitatet.

På landskapsnivå är det viktigt att stora block bryter vattnet. På grund av den djupa ränna som nu går genom Balforsen och brist på vägar på södra sidan måste åtgärderna utföras under låg vattenföring och mot strömmen. I nuläget planeras därför endast åtgärder på norra stranden. Maskin etableras med fördel vid grillplatsen/båtisättningsplatsen.

Grusdumpning, efter åtgärd, i överkant av forsen krävs för att lek ska kunna ske. Med åtgärder kan Balforsens produktiva yta ökas med 40–53 %. Området skulle kunna vara lämpligt för lax och harr. Ytan uppgår till en sammantagen yta om ca 3 ha.

Fig. 76. Yta 56.

Tyttbo

Tyttbo består av grova block och saknar helt fraktioner av lekgrus (fig 77).

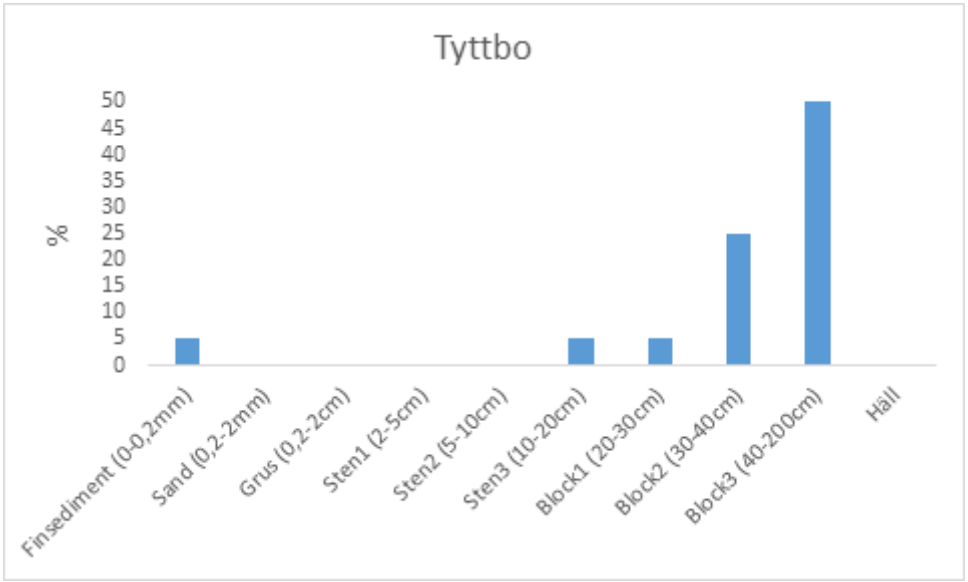


Fig 77. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i Tyttbo.

Yta 55 (fig. 88). Även Tyttboforsen är kraftigt påverkad utav rensningar och mycket block ligger nu på strandkanterna. Genom att flytta tillbaka blocken till älvfåran kan vi bredda fåran med 10 m ner till höjd med en stuga på norra stranden och med 6 m nedströms stugan, på båda sidor älven.

Tyttboforsen blir efter åtgärder 11,5 % större och strömvattenarean ännu lite mer. Åtgärderna måste även här utföras under låg vattenföring. Maskin kan etableras från båtisättningsplats eller möjligen från grillplatsen. Grus för lax dumpas efter åtgärd vid forsens överkant som får spridas naturligt över ytan.

Åtgärderna här ska bredda, lyfta och sprida strömmen i landskapet bort mot den mer naturliga stranden. De ska också återge variation och karaktär. Den vattenströmningsbild som framträder efter åtgärd kommer även att missgynna en del predatorer då vissa bakvatten strömsätts. Detta kan vara en stor vinst då överlevnadsgraden av yngel ökar.

Arter som främst kommer att gynnas är lax och harr och till viss del öring. Ytan uppgår sammantaget till ca 3,5 ha.

Fig. 78. Yta 55.

Åtgärdsplan för strömsträckor i Leknäsforsen och Forsboforsen

Forsboforsen och Leknäsforsen är två relativt korta men fina strömsträckor (fig. 79 och 80). Här finner vi också en hel del grus i lämplig storlek. Dock är området påverkat av korttidsreglering och en del finsediment ligger över gruset, främst på Forsbosidan. Forsarna är påverkade av flottledsrensningar. Leknäsforsen utgör ca 2 ha och Forsboforsen ca 4,6 ha. Då det går relativt hårt vatten i forsarna rekommenderas maskinellt arbete för både uppluckring och omfördelning av block.

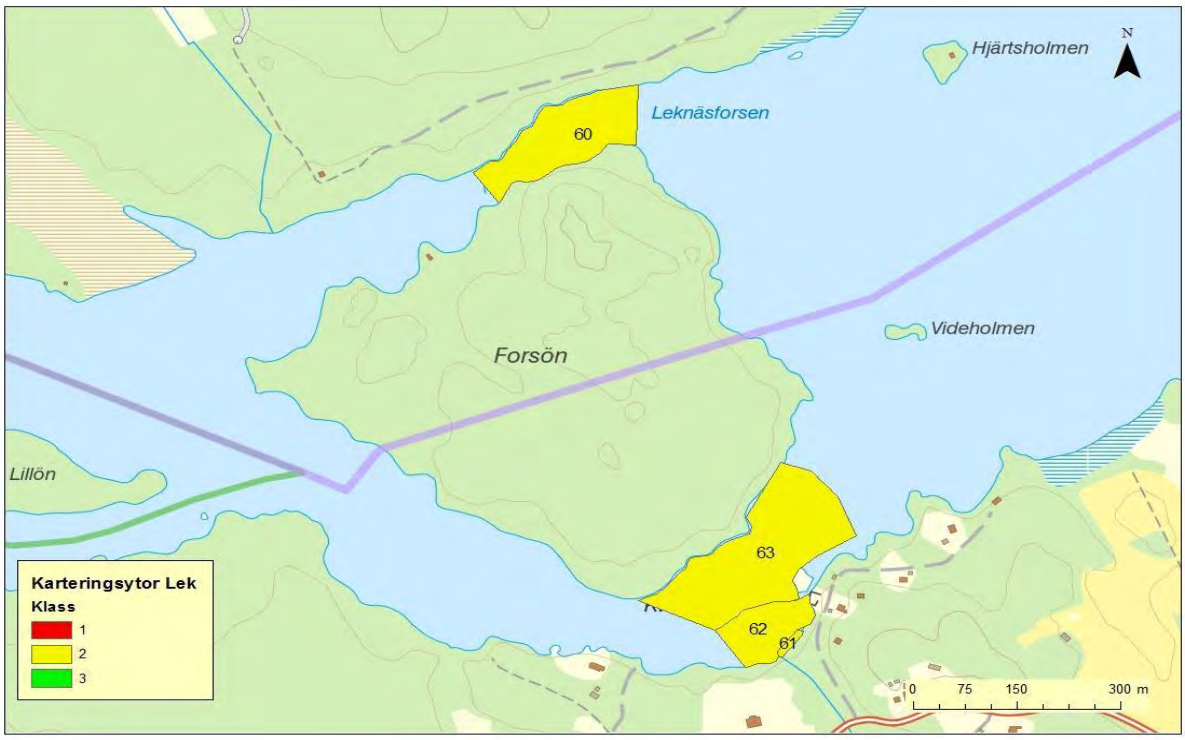


Fig. 79. Karta över Leknäsforsen och Forsboforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för lek.

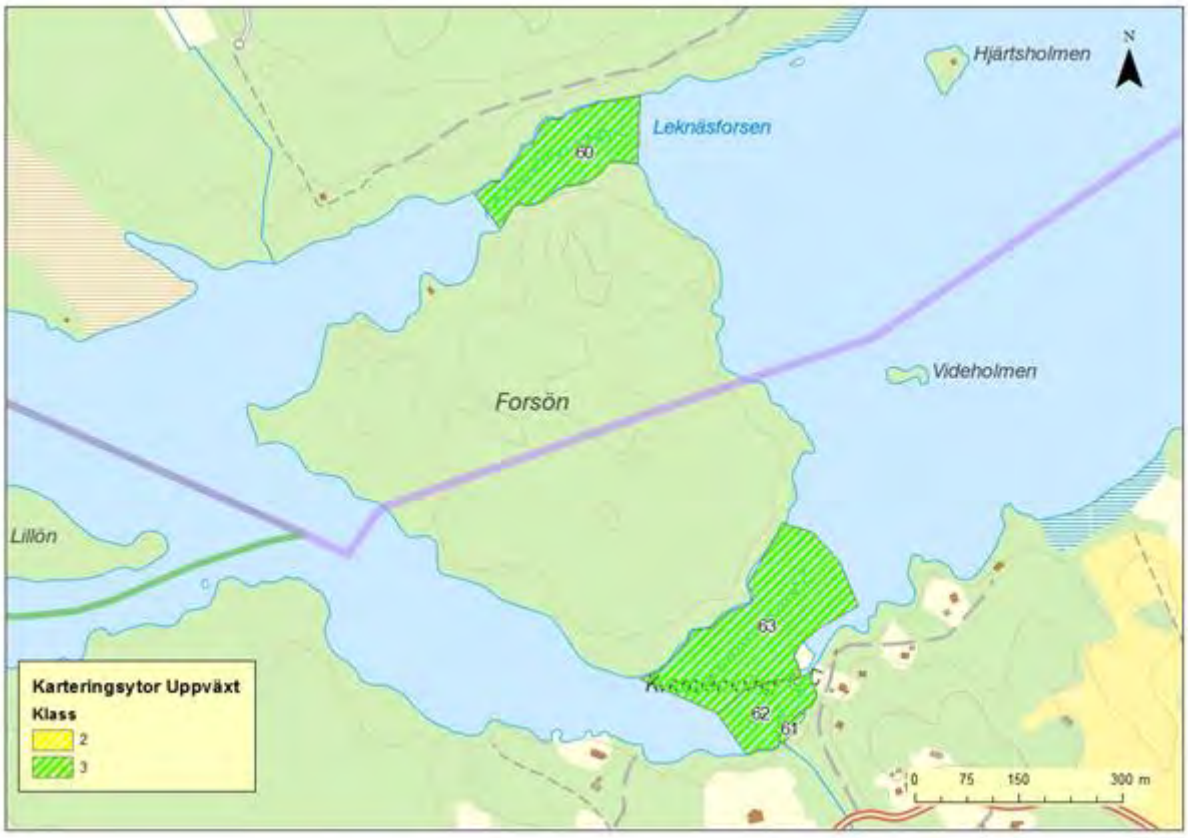


Fig. 80. Karta över Leknäsforsen och Forsboforsen med karterade ytor numrerade och färgkodade med avseende på kvalitet för uppväxt.

I Leknäsforsen finns en del grövre fraktioner lekgrus – lämpliga för havsvandrande, större individer (fig. 81). Dock saknas lämpligt grus för stationära bestånd av öring och harr.

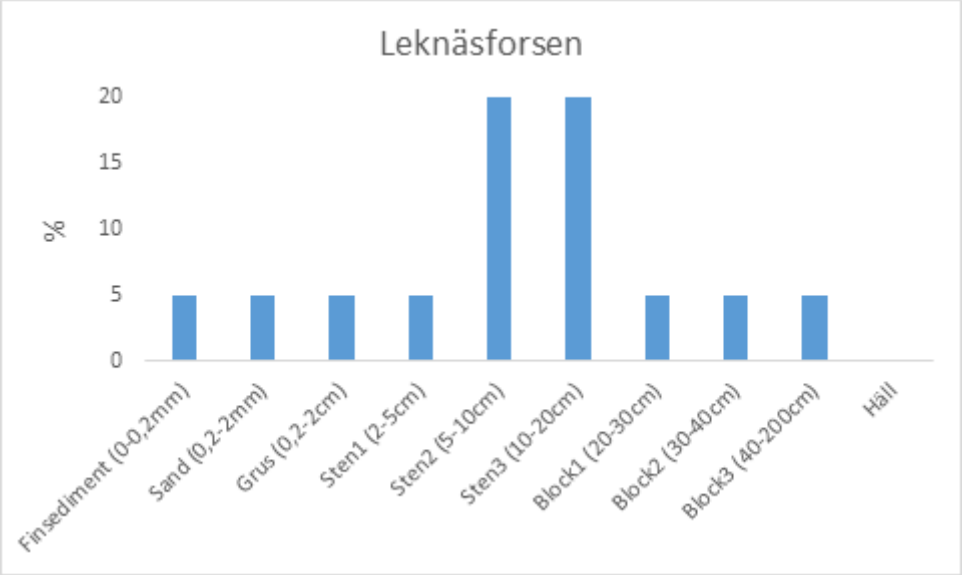


Fig 81. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i Leknäsforsen.

Yta 60 (fig. 82). Här skulle block behöva omfördelas för att jämna ut flödet i forsen och skapa en bättre miljö. Block uppe på strandkanterna bör återföras i vattnet. Eventuellt räcker uppluckring av ytan för att frilägga lekgrus då vi sett att det på vissa ställen finns grus i rätt storlek. I annat fall bör detta tillsättas uppe på nacken för att sedan spridas i ytan.

Fig. 82. Leknäsforsen.

I Forsboforsen finns en del grövre fraktioner lekgrus – lämpliga för havsvandrande, större individer (fig. 83). De något mindre fraktionerna grus finns, men i mindre mängder. En del finsediment förekommer.

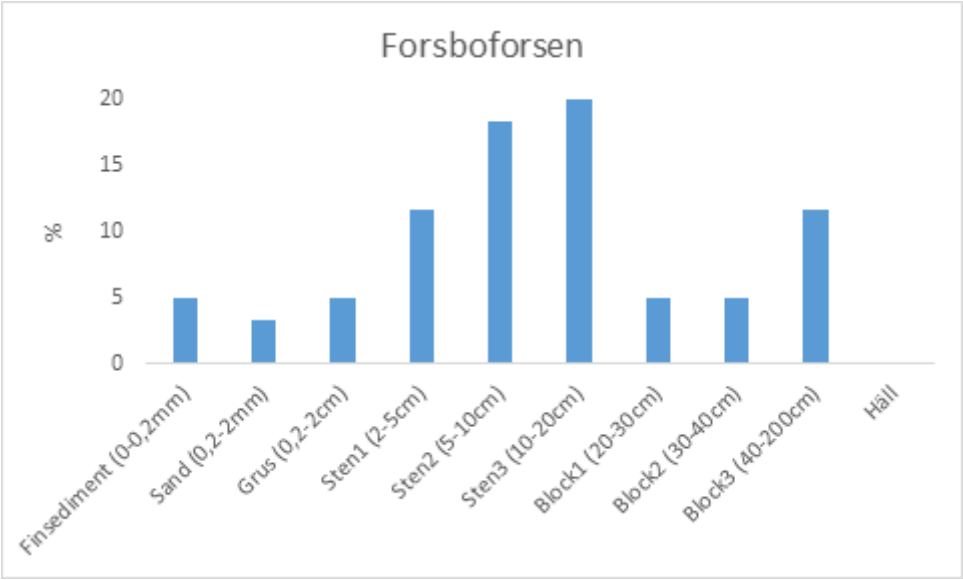


Fig 81. Procentuell fördelning av olika substratfraktioner i Forsboforsen.

Yta 61. Kulturmiljö som bör utredas tillsammans med en antikvarie innan vidare planer görs.

Yta 62. I ytan finns en ö vars material eventuellt skulle kunna fördelas ut.

Yta 63 (fig. 84). Mycket material finns upprensat och ligger på land, främst mot ö-sidan, vilket bör fördelas ut i strömfåran för att förbättra strömförhållanden och förhindra att lekgrusfraktioner spolas ut vid högre flöden. Efter maskinåtgärd bör lekgrus portioneras ut i ytan.

Fig. 84. Forsboforsen.

Åtgärdsplan för strömsträckor vid Skiljaren

Numer en put-and-take-sjö, ihop med Hjällsjön. I dammvallen sitter ett antal rymningsskydd. Hjällsjön får vatten från Marmafjärden, dit Fortum pumpar 1 m^3/s.

Put-and-take-fiske bör upphöra nedströms den allmänna vägen för att gynna öringsproduktion och dra nytta av de fina kvilldelar (fig. 86) som finns nedan dammvallen. Dammvallen (fig. 85) bör rivas och bestämmandenivå flyttas 50 m uppströms i dammen för att skapa strömvattenhabitat. Genom att bara tillåta put-and-take-fiske ovan vägen minskar dessutom risken för rymlingar.

Vid den nya sjötröskeln kan grus läggas ut för att skapa lekbottnar.

Fig 85. Dammvall samt put-and-take-damm.

I detta fall finns flera olika intressen och det put-and-take-fiske som idag finns kan eventuellt ha ett starkare stöd än att skapa framtida öringsytor. En diskussion bör föras innan man gör några ytterligare planer för området.

Fig. 86. Kvillområde.

Åtgärdsplan för Tammån

Tammån är en sidofåra och har inte lagts in med egna kartmeterial i repporten men anses ändå viktig för både öring och asp. I Tammån finns ingen specificerad minimitappning alls. Det finns önskemål om minst 1 m^3/s för att trygga potentiella lekplatser. I Tammån har fynd av asp-rom gjorts under 2017 utav Upplandsstiftelsen. Även båtelfiske har kartlagt området strax nedanför Tammån som det i särklass mest asp-täta området i nedre Dalälven. Tammån är också lämplig miljö för stationära öringsbestånd.

Övre delen av Tammån (fig. 87). Här bör det läggas grus i övre änden för att sedan spola ut det i området (krävs minst 10 m^3/s under en timmes tid). Innan grusutläggning krävs manuella insatser, i form av omfördelning av block, för att sprida och lyfta vattnet.

Fig. 87. Övre delen av Tammån.

Mellersta delen av Tammån (fig. 88). I området bör bestämmandenivån sänkas och strömmen lyftas uppåt genom att sprida blocken. Lekgrus kan sedan spridas i överkant som får sköljas ut.

Fig. 88. Mellersta delen av Tammån.

Nedre delen av Tammån. Här kan man dubbla bredden på strömsträckan genom att schakta ut befintlig svämstrand. Block bör läggas tillbaka och grus tillföras för att optimera ytan. I denna yta finns även lekmiljöer för asp.

Fig. 89. Nedre delen av Tammån.

Åtgärdsplan för området vid Untra

Timmerrännan (fig. 90). Konstruktionen bör tas bort från rännan. Block som nu ligger på sidorna bör läggas tillbaka, i fåran. Det vore fördelaktigt att säkra vattenföringen genom specificerad tappning. Grus kan tillföras om detta saknas under träkonstruktionen. Eventuell jordbro bör tas bort. Rännan hyser idag en mindre öringspopulation.

Fig. 90. Timmerrännan vid Untra.

Diskussion

Under vår kartering och åtgärdsplanering har vi hittat många goda ytor och Dalälven är ju något unik i det att det fortfarande, trots utbyggnad av vattenkraft, finns intakta forssträckor kvar. På de flesta ställen finns också block kvar, vilket ökar kvaliteten på området och ger bättre förutsättningar för fisk att leva och föröka sig. Vissa områden är kraftigt rensade men det mesta av materialet ligger kvar i strandkanter och kan återföras till älven. Generellt sett saknas lekgrus. Anledningen till detta är förmodligen att materialet i vissa fall, vid högflöden, har spolats bort och inget nytt avsätts då älven är uppdämd. En annan anledning är avsaknad av högflöden, t.ex. vårflod, som spolar rent i forssträckorna. När dessa högflöden saknas lägger sig sediment över gruset och täcker dem. Tillslut bildas en hård skorpa, en så kallad *stenpäls*, vilket gör ytan omöjlig för fiskar att leka i. I en fungerande älv – med lekande lax och öring – hjälper ju även fisken till att hålla bäddarna rena genom sitt lekbeteende när de gräver runt bland gruset. En vårflod är inte bara viktig för lekbäddarnas genomspolning, den fyller också en viktig funktion under smoltens utvandring till havet. Förutom att den hjälper fisken att snabbt ta sig nedströms trycks rovfiskar, som gädda, undan. Även om många smolt blir mat till rovfiskar så begränsas de ändå något om flödet är högre. I en miljö som nedre Dalälven är det heller inte alltid självklart vilken väg smolten tar då fjärdarna bromsar upp vandringen en del. En tydlig vårflod hjälper förmodligen till att hitta ”rätt” väg.

För att ett område ska fungera bra som lek- och uppväxtområde för laxfiskar krävs att flera parametrar uppfylls (se tidigare avsnitt Förutsättningar). En ytterligare faktor som spelar in är forssträckans storlek. Ibland finns en fungerande yta men den kan i praktiken vara för liten. En för kort forssträcka gör det möjligt för rovfiskar att gå upp och äta på uppväxtområdena och produktionen av laxfisk blir för liten. Det är också viktigt att ytor hänger ihop – att fisken kan röra sig mellan lek- och uppväxtområden.

Som nämnts tidigare är forssträckor viktiga för många fler arter än lax, öring och harr – dock är de speciella miljökraven ofta artspecifika och man bör ha klart för sig vad man vill åstadkomma vid en restaurering. En fisks val av mikrohabitat varierar med individens storlek samt tid på dygnet, så vid återställningar och liknande är det bra att skapa ett varierat område (Greenberg m.fl., 1996). Till exempel behöver inte harr ett lika högt vinterflöde som öring och lax, och asp kan lägga sina klibbiga romkorn på diverse material och kräver inte tjocka lekbäddar. Hur högt/lågt flöde som tolereras beror bland annat på fiskens simförmåga och hur de lägger sin rom. Ett område som inte passar för en art kan däremot vara optimalt för en annan.

När det gäller laxfiskar är djup, lekgrus och flöde oerhört viktiga parametrar för en lyckad lek – och även om deras krav överlappar mycket finns skillnader både mellan arter men också mellan fiskstorlekar inom samma art (Degerman 2008, och Armstrong m.fl., 2003). Lax klarar generellt sett djupare och snabbare vatten än öring och föredrar huvudfåran, medan öring helst väljer biflöden (Karlström, 1977).

När det gäller uppväxtområden är tillgång på skydd och mat viktigt. Under lax- och öringsmolts födosök är det viktigt att de snabbt kan komma undan rovfiskar. Tillgången på skydd mellan stenar är därför viktig för överlevnad och tillväxt, så mängden hålrum säger således mycket om hur kvaliteten på ett område är för produktionen av smolt (Finstad et al., 2009; Forseth och Harby, 2013). Särskilt öring är dessutom väldigt territoriell och för att få bästa möjliga tillväxt och överlevnad är det bra med egna små utrymmen de kan nyttja.

Våra inventeringar visar att det finns en god potential för lekfisk-reproduktion i nedre Dalälven. Många ytor är dock starkt påverkade utav diverse mänskliga aktiviteter som flottledsrensning och vattenkraftverk. Genom att åtgärda ytorna kan dock reproduktionspotentialen i de flesta ytor klart förbättras, vilket också troligtvis är en nödvändighet om fiskbestånden ska kunna växa till.

Referenser

Degerman, E. (Ed.). 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket.

Halldén, A., Liliegren, Y., Lagerkvist, G. 2002. Biotopkartering – vattendrag. Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag. – Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Båtforsområdet i Dalälven
Biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk

Peter Hallgren

Länsstyrelsen
Gävleborg

Båtforsområdet i Dalälven

Biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk

FISKEVÅRDSTJÄNST
PETER HALLGREN AB

På uppdrag av Länsstyrelsen Gävleborg 2017

Rapport 2017: 6

Titel:
Författare: Peter Hallgren
Omslagsfoto: Peter Hallgren
Fältpersonal Biotopkartering: Gustaf Dahlstrand, Peter Hallgren

Fiskevårdstjänst Peter Hallgren AB
Svarvarvägen 15
820 20 Ljusne
Tele: 070 3361412
E post: fiskevardstjanst@telia.com
Hemsida: www.fiskevardstjanst.se

FISKEVÅRDSTJÄNST
PETER HALLGREN AB

Innehållsförteckning

	Sammanfattning		4
1	Inledning		5
	1.1	Bakgrund & syfte	5
	1.2	Objektbeskrivning	6
2	Metodik		7
	2.1	Biotopkartering	7
	2.2	Flödessimulering	8
3	Inventeringsresultat		9
	3.1	Omfattning	9
	3.2	Sammanfattande biotopbedömningar	9
	3.3	Biotopklass laxfisk	13
	3.4	Analys & potential vid ökat flöde	15
4	Åtgärdsförslag		16
	4.1	Sammanfattande åtgärdsförslag	16
	4.2	Metod lekgrusutläggning	18
	4.3	Åtgärdssträckor lekgrus i huvudflöde	20
	4.4	Åtgärdssträckor lekgrus i sidoflöden	29
	4.5	Åtgärder vid fördämningar	37
	Källförteckning		42

Sammanfattning

Inom ramen för en större undersökning syftande till att utreda Nedre Dalälven som en framtida lax-och havsöringälv har en omfattande biotopkartering utförts i det historiskt sett viktiga reproduktionsområdet Båtfors. Syftet med karteringen var att utvärdera vattenbiotopernas nuvarande kvalité och potential, samt att skapa underlag för de åtgärdsförslag som också presenteras i denna rapport. Det berörda området är kraftigt påverkat av vattenkraft och en särskild omständighet för inventeringarna var att de utfördes vid en tappning på 40 m^3/s från det ovanliggande kraftverket Storgysingen, men att rapporten ska utgå från en framtida tappning på 100 m^3/s.

Biotopkarteringen i den 7 km långa men flergrenade älvsträckan mynnade ut i 90 protokollförda delsträckor av särskilt intresse för laxartad fisk. Av dessa är 17 sträckor belägna i det vi bedömer utgöra huvudflödet, medan resterande sträckor finns i sidogrenar som i många fall var helt, eller delvis torrlagda under inventeringen.

I resultatet framgår det att Båtforsströmmarna med 7 kraftigt rensade, 30 lätt rensade, samt hela 53 orensade sträckor, är ovanligt opåverkade av mänsklig aktivitet. En annan typ av påverkan som dock också förekommer, men som inte utgör några allvarliga problem är artificiella fördämningar av olika slag. T.ex. utgörs dessa av maskinkörvägar som korsar vattendraget på ett flertal platser.

Vid det aktuella flödet under inventeringarna så saknade hela 40 sträckor genomrinning. I övrigt dominerade strömmande förhållanden i 23 sträckor, forsande resp. svagt strömmande i 10 sträckor vardera, samt lugnflytande vatten i 7 sträckor. Vid ett scenario med en tappning på 100 m^3/s kommer vattenhastigheten självklart att öka. Detta innebär i själva verket att de allra flesta sträckorna kommer att vara vattenförande och att en ännu större andel vatten blir strömmande eller forsande.

Vidare så konstaterades det att bottnarna i Båtforsströmmarna oftast är hårdfraktionella med dominans av stora och små block i 42 respektive 30 delsträckor. Jätteblock/häll dominerar i 2 sträckor medan övriga 16 sträckors bottnar mestadels består av findetritus eller silt/lera. Anmärkningsvärt är att inga delsträckor domineras av sten eller grus och att det generellt sett identifierades mycket ont om det senare bottenmaterialet.

Beträffande biotopförhållanden för laxfisk så presenterar studien separata bedömningar för havsvandrande- respektive stationär fisk även om värdena/arealerna i slutänden inte skiljer sig från varandra särskilt mycket. Sammanfattningsvis och generellt sett så är ståndplatsförhållandena för vuxen laxfisk tillfredsställande medan uppväxtförhållandena är tämligen goda. Däremot så är tillgången på lekområden dålig vilket i första hand beror på avsaknad av grus och småsten. Bristen på lekområden anses för övrigt vara en stor begränsande faktor för utvecklingen av laxfiskstammar i Båtforsströmmarna.

De åtgärdsförslag som presenteras i slutänden består i huvudsak av att med hjälp av helikopter tillföra lekgrus. Sammanlagt handlar det om17 utvalda områden/strömmar varav 9 är högprioriterade och belägna i huvudfåran. Rapporten avhandlar även 10 artificiella fördämningar samt kompletterande manuella insatser i älvens mindre sidogrenar. Under förutsättning att 100 m^3/s släpps från Storgysingen och om föreslagna lekgruså tgärder genomförs beräknas reproduktionsytorna för laxfisk enbart i dessa områden uppgå till en areal på 42 ha.

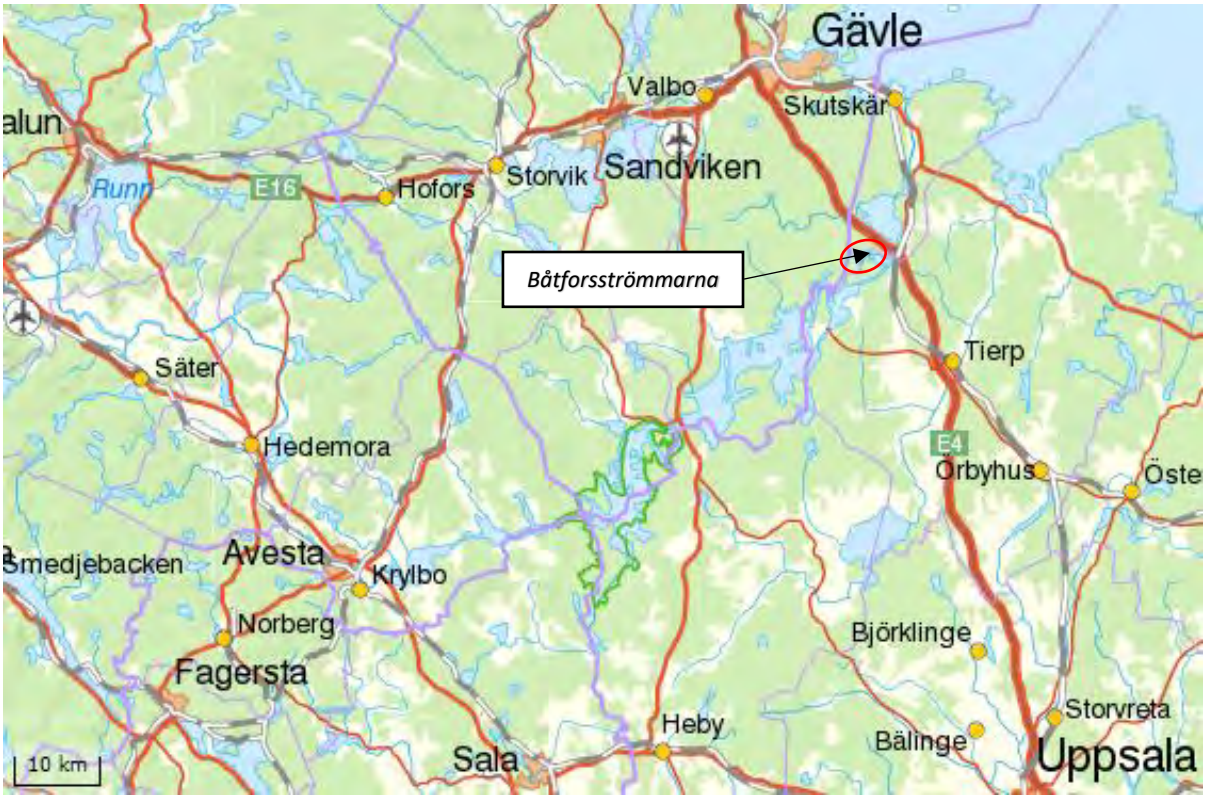
1 Inledning

1.1 Bakgrund & syfte

I en ambition att utreda potential för att återfå fiskvandring från havet så pågår för närvarande projekt LIV-Laxfisk i nedre Dalälven, vilket är ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelserna i Gävleborg och Uppsala, samt kraftbolagen Fortum och Vattenfall. Kopplat till detta har Fiskevårdstjänst Peter Hallgren AB, av Länsstyrelsen Gävleborg getts uppdraget att inventera det historiskt sett viktiga laxreproduktionsområdet Båtforsströmmarna- ett område som i dagsläget inte kan nås av fisk från havet samtidigt som det genom reglering är utsatt för en låg och onaturlig vattenföring.

Syftet med uppdraget och inventeringarna som sammanställs i denna slutrapport är att utreda förekomst och kvalité på lämpliga biotoper för laxartad fisk och i synnerhet lax och havsöring. Främst innebär det att områden med rätt strömhastighet, samt strukturer i form av block, sten, lekgrus etc. ska bedömas enligt standardiserad biotopkarteringsmodell. I projektbeskrivningen anges även att karteringarna ska utgå från en hydraulisk modell simulerande ett framtida högre flöde. Utefter inventeringsresultaten ska sedan potential och brister genomgås, samt åtgärdsförslag presenteras.

Sammanfattningsvis innebär uppdraget att det ska belysas vad som förutom ett högre flöde, krävs för att Båtforsområdet åter ska fungera som reproduktionslokal för laxfiskar. Förutom materialet i denna rapport bifogar Fiskevårdstjänst till Länsstyrelsen Gävleborgs fiskefunktion även foton sorterade i bildmappar, samt rådata från alla inventerade sträckor sammanställda i två Excellfiler.



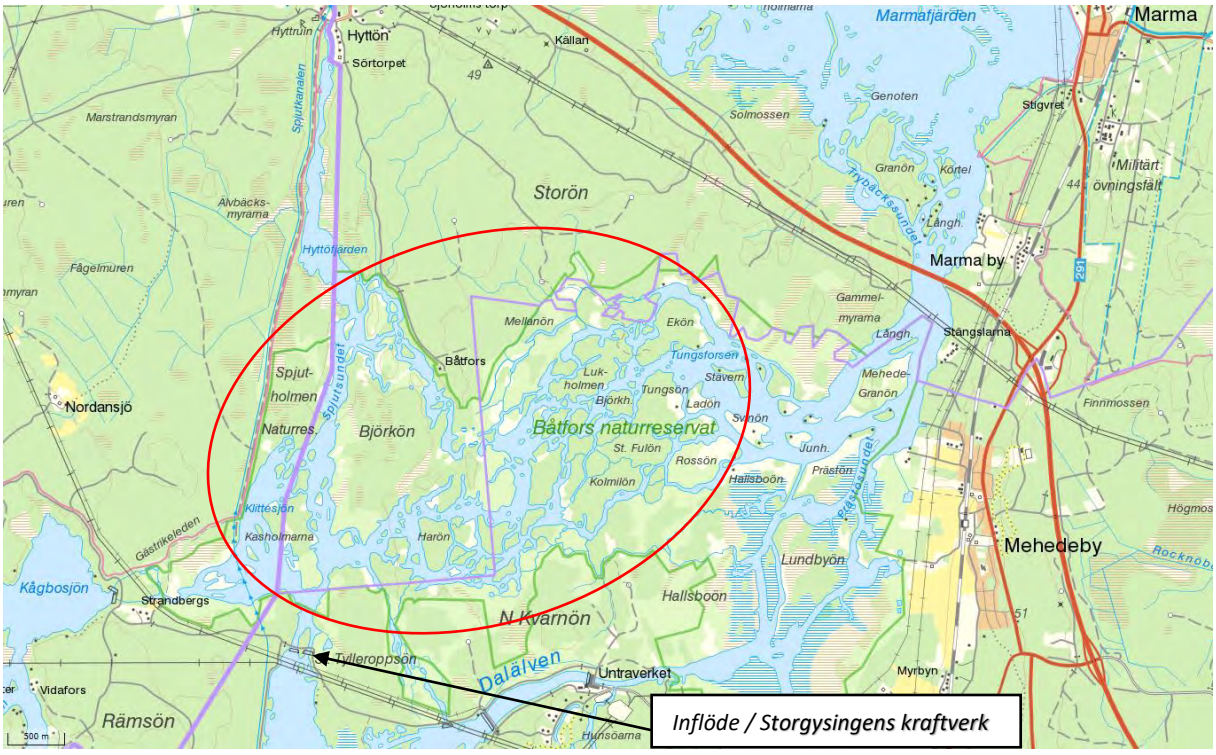
Översiktskarta med Båtforsområdet inringat.

1.2 Objektbeskrivning

Den berörda älvsträckan vilken inryms i Båtfors samt Spjutholmens naturreservat och Natura 2000 områden ligger till den största delen inom Tierps och Älvkarlebys kommuner i Uppsala län, medan endast en mindre andel tillhör Gävle kommun i Gävleborgs län. I detta område har Dalälven ingen egentlig huvudfåra, utan består i stället av ett flackt, utbrett område med mängder av olikformiga förgreningar inkilade mellan öar och holmar. Inflödet till systemet sker i första hand genom Storgysingens kraftverk medan utflödet sker i Marmafjärden, drygt 2 mil uppströms Dalälvens mynning vid Skutskär. Fallhöjden däremellan är ca 15 m vilket även gäller för den ca 7 km långa älvsträckan som berörs av detta projekt. Dock så är denna längd i själva verket, på grund av alla förgreningar och sidofåror betydligt mycket längre.

Beträffande flödesförhållanden bör det beaktas att Dalälvens nuvarande huvudflöde går parallellt och söder om det flergrenade systemet via det större kraftverket Untra, och likaledes mynnar i Marmafjärden- något som innebär att endast en bråkdel av Dalälvens flöde rinner genom inventeringsområdet. Minimitappningen genom Storgysingen är endast 10 m^3/s med undantag för under maj och juni månad då det ska släppas minst 40 m^3/s, samt under juli och augusti då det ska släppas 20 m^3/s *(Dom 1991-05-15)*. De låga flödena innebär att stora delar av Båtforsområdet är torrlagt i olika omfattning under den större delen av året. Dock så händer det enligt uppgift att det under år med stora vårfloder sker undantag, då flera 100 m^3/s vatten släpps på vilket innebär att älven då får möjlighet att återta sin naturliga karaktär.

På grund av kraftverken vid Älvkarleby och Lanforsen så finns det i dagsläget inga möjligheter för havslevande fiskarter att nå Båtforsområdet. Det största utbytet av fisk som sker numera är i stället kopplat till Untrafjärden uppströms, samt Marmafjärden nedströms. Dessa vatten är närings- och artrika med rikliga bestånd av vitfisk och rovfiskar som abborre, gädda och gös. Vad gäller laxfisk så ska det enligt lokalboende med säkerhet finnas ett bestånd av harr i Båtforsströmmarna medan det är osäkert om öring finns kvar i området. Enligt fiskeriintendent Puke *(1952-05-30)* har ”området kring Untra” säkerligen haft en mycket stor betydelse för laxreproduktionen i Dalälven.



Karta över Båtforsområdet med inventerat område inringat.

2 Metodik

2.1 Biotopkartering

Inventeringarna som genomförts bygger på HaV:s undersökningstyp *"Biotopkartering vattendrag"*, protokoll A: vattenbiotop. Eftersom vi inte anser att denna modell är optimal för storälvar och inte minst för ett så särpräglat område som Båtforsströmmarna så har vi tagit fram ett protokoll som är särskilt anpassat för denna undersökning. Förutom att vissa parametrar lagts till för att lyfta fram bottensubstrat/förhållanden och strukturer så har vi där även möjliggjort bedömning av fårans funktion vid ett högre framtida flöde- i detta fall avses 100 m^3/s. Ett annat större tillägg i protokollet har gjorts för att översiktligt bedöma närmiljön längs berörd vattendragssträcka.

Gustaf Dahlstrand under inventering av sträcka H-1.

Datum	*Vattenföring*	*Inventerare*
Sträcka	*Koordinat start*	*Koordinat slut*

Storlek, ursprunglig fåra		**Djup i den vattenfyllda ytan**	
Bredd max (m)		Maxdjup (m)	
Bredd min (m)		Medeldjup (m)	
Bredd medel (m)		**Flöde/strömförhållande** (en dom.)	
Öar/flergrenad (ja/nej)		Vattenfylld del av fåra (%)	
Sträckans längd (m)		Genomströmning (ja/nej)	
Area (m^2)		Min. bredd genomströmn. (m)	
Bottenförhållanden		Stilla (0-3)	
Bestämmande sektioner		Lugnflytande (0-3)	
Topografi/variation (1-3)		Svagt strömmande (0-3)	
Igenväxt andel %		Strömmande (0-3)	
Bottensubstrat (ej igenväxt del) (en dom)		Forsande (0-3)	
Häll/jätteblock > 2000 (0-3)		**Närmiljö vänster** (i strömriktning)	
Stora block 500-2000 (0-3)		Lövträd (1-4, dom)	
Små block 200-500 (0-3)		Barrträd (1-4, dom)	
Sten 63-200 (0-3)		Buskar (1-4, dom)	
Grovt grus 20-63 (0-3)		Gräs/halvgräs (1-4, dom)	
Fint grus 2-20 (0-3)		Strandflikighet (1-3)	
Sand 0,063-2 (0-3)		Fastmark (%)	
Silt/Lera < 0,002-0,063(0-3)		Våtmark (%)	
Findetritus (0-3)		Svämplan vid > 100 m^3 (%)	
Grovdertitus (0-3)		**Närmiljö höger** (i strömriktning)	
Fårans vegetation (ej igenväxt del)		Lövträd (1-4, dom)	
Alger (0-3)		Barrträd (1-4, dom)	
Mossor (0-3)		Buskar (1-4, dom)	
Övervattensväxter (0-3)		Gräs/halvgräs (1-4, dom)	
Undervattensväxter (0-3)		Strandflikighet (1-3)	
Flytbladsväxter (0-3)		Fastmark (%)	
Död ved i fåran		Våtmark (%)	
Antal/100 m (0-3)		Svämplan vid 100 m^3 (%)	
Beskuggning 0-3 (0 = saknas/obetydlig, 1 = < 5%, 2 = 5-50%, 3 = > 50 %			

Sida 1 av särskilt inventeringsprotokoll för Båtforsströmmarna.

Onaturlig påverkan i vattendragets fåra			
Hårdbundna bottnar (0-3)		Rensning (0-3)	
Igenväxning (0-3)		Artifici, t.ex. dammrest (antal)	
Biotopklass lax/havsöring		**Biotopklass stationär öring/harr**	
Lek (0-3)		Lek (0-3)	
Uppväxt (0-3)		Uppväxt (0-3)	
Ståndplatser (0-3)		Ståndplatser (0-3)	
Lokalbeskrivning			
Förbättringsgrad vid 100 m^3/s (x)			
Låg	Medel	Hög	Fårans vattenfyllnad, ca (%)
Biotopklass lax/havsöring i flöde:			**Biotopklass stat. öring/harr i flöde:**
	100 m^3/s	**Optimalt**	**100 m^3/s**	**Optimalt**
Lek (0-3)		Lek (0-3)		
Uppväxt (0-3)		Uppväxt (0-3)		
Ståndpl. (0-3)		Ståndpl. (0-3)		
Förbättringspotential med 100^3 och fysiska åtgärder (x)				
Låg	Medel	Hög		
Åtgärdsförslag				

Sida 2 av särskilt inventeringsprotokoll för Båtforsströmmarna.

Vad gäller själva inventeringsförfarandet så koncentrerades arbetet till sträckor som bedömdes vara intressant för laxfisk, vare sig det gäller lek och uppväxtbiotoper eller ståndplatser för vuxen fisk. Till skillnad mot för i den standardiserade metodiken så karterade vi älven i nedströmsriktningen. Målsättningen var att till fots, identifiera och med hjälp av hand-GPS sträckavgränsa så stora och sammanhängande strömvattenbiotoper som möjligt. Också mindre sidofåror, även torrlagda skulle karteras så länge de sammanhängande, intressanta sträckorna var över 30 m långa. I första hand prioriterades avsnitt som bedömdes ha möjlighet att bli vattenförande i ett scenario där minst 100 m^3/s släpps genom Storgysingen. Kortare ström- eller forsnackar i för övrigt lugnflytande vattenbiotoper har vi inte alltid protokollfört då de inte bedöms ha något större värde för laxfisk i artrika system som Båtforsströmmarna.

Beräkning av produktionsytor

Den kanske viktigaste informationen som inventeringarna i slutände mynnar ut i är arealen av möjliga lek- och uppväxtområden för laxartad fisk. Var intressanta områden finns och hur stor areal berörda sträckor har kan utläsas i de färdiga protokollen och tillhörande excellfil, samt i en högre upplösning under kapitlet åtgärdsförslag. Det är dock komplext att beräkna exakta ytor beroende på sträckornas mångformighet i fråga om öar, holmar och förgreningar mm. Dessutom måste hänsyn tas till uppskattade förhållanden och fårans vattenfyllnadsgrad vid en tappning på 100 m^3/s. De prioriterade områdena och dess ytor vilka presenteras under åtgärdsförslag har via karterings- och kartmaterial tagits fram på ett mer nogsamt sätt än övriga sträckor enligt följande:

Områdets yta med undantag för öar (m2) **x** *fårans uppskattade vattenfyllnadsgrad (%) = Areal* m^2

2.2 Flödessimulering

Inom det berörda projektet har det via en annan aktör än Fiskevårdstjänst även arbetats med en flödesmodellering av hur det kan se ut i ett scenario där mer vatten släpps in genom Båtforsområdet. Enligt Länsstyrelsen Gävleborg *(Anna Hagelin)* har man använt sig av beräkningsfall på 40, 70, 100, 125, 150, samt 200 m^3/s genom Storgysingens kraftverksdamm. Beräkningarna skulle utgå ifrån en faktisk provtappning på 100 m^3/s, genomförd under ca ett dygn den 15e maj.

Storgysingens kraftverksdamm 2017-05-20.

Det fanns innan vårt arbete ingen rapport att tillgå från flödestappningen. Denna hade dock ändå varit till nytta för biotopkarteringen eftersom det i sviter efter grumling och sedimenttransport, i många fall hade skapats tydliga ”vattennivåmärken” på sten och block mm. - något som gav bra riktvärden på hur stor vattenfyllnadsgraden blir i respektive strömsträcka vid vårt beräkningsvärde 100 m^3/s.

Lergrumlat vatten har färgat mossan på ett större strandblock = bedömningsgrund för vattenfylllnad vid 100 m^2/s (sträcka N-12).

3 Inventeringsresultat

3.1 Omfattning

Inventeringarna av Båtforsområdet genomfördes av två personer under tiden 29:e maj - 22:a juni 2017 då tappningen från Storgysingen var 40 m^3/s. Sammanlagt biotopkarterades och protokollfördes 90 sträckor av intresse för produktion av laxfisk. Av dessa återfinns17 st. i- eller i mycket nära anslutning till den sträckning som bedömdes utgöra Båtforsströmmarnas huvudfåra vid det aktuella flödet. Norr om huvudflödet protokollfördes 45 delsträckor medan antalet stannade vid 28 på den södra sidan. Den totala arealen av de protokollförda sträckorna/ytorna uppgår till 460 375 m^2 (46, 375 ha).

Karta där blått streck symboliserar huvudflöde vid 40 m^3/s.

3.2. Sammanfattande biotopbedömningar

Sträckornas storlek

På grund av områdets karaktär så uppvisar de inventerade sträckorna inte oväntat, mycket varierande längd och breddförhållanden. Vissa sträckor i små sidofåror är endast 40 m långa samtidigt som den längsta strömsträckan i Båtforsströmmarnas huvudflöde är hela 640 m lång. Breddmässigt så är de lägsta bedömningarna 3 m i små sidofåror medan den bredaste sträckan i huvudfåran når ända upp till 200 m. Bredderna som avses är ursprunglig fåra, från strand till strand och innefattar således oftast torrlagda partier. Det ska även tilläggas att det i de bredare sträckorna kan ingå flera älvgrenar, samt rikligt med öar och holmar vilket förminskar den verkliga vattenfyllda ytan ytterligare.

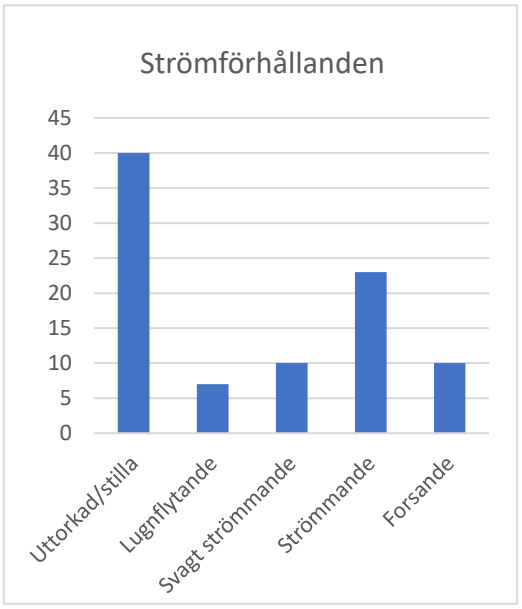
Parti av den uppemot 170 m breda ”Tjödderholmsströmmen” (sträcka H-3)

Smal sekvens av sträcka N-18.

Strömförhållanden & vattenfyllnad

Eftersom det är laxfiskbiotoper som identifierats i denna undersökning så är det inte förvånande att strömmande förhållanden är den vattenhastighet som dominerar i de flesta delsträckorna. Så var fallet i 23 sträckor medan forsande och svagt strömmande vatten dominerade i 10 sträckor vardera. Inom 7 sträckor dominerade lugnflytande vatten medan hela 40 sträckor hade ett stillastående vatten, eller inget vatten alls. Generellt sett finns de torrlagda sträckorna i små perifera sidofåror medan sträckor i större, centralare fåror har genomströmning och en fyllnadsgrad som kan vara ganska hög. När det kommer till sträckorna som tillhör älvens huvudflöde bedömdes fårans fyllnadsgrad vara så pass hög som 50 - 95 %.

Diagram: Dominerande strömförhållande i inventerade sträckor (antal).



Exempel på en helt torrlagd fåra där genomströmning saknas, sträcka H-7-C "Gabrielsforsen, sidofåra".

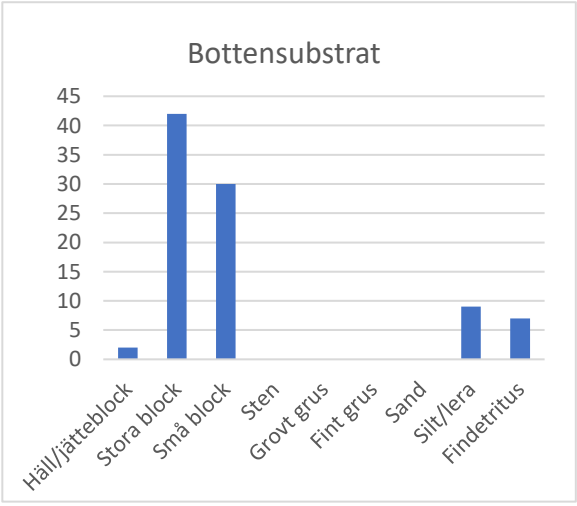
Djup i vattenfylld fåra

Vattnet i Båtforsströmmarna var under inventeringarna både humusfärgat och grumligt vilket försvårade bedömningarna av djup. Att det så som i huvudflödet handlar om rena älvbiotoper med stora bredder och vattenvolymer innebär ännu en försvårande faktor vilket gör att djupvärdena ska ses som väldigt grova uppskattningar i många fall. Bedömningen var i alla fall att sträckorna i huvudflödet har maximala djup på 1,5 till 3 m, samt medeldjup på mellan 0,7 och 1,5 m. Vad gäller de sträckor vid sidan av huvudflödet så är djupförhållandena i en högre grad avhängiga på hur stor genomströmning som förekommer. Undantaget de sträckor som saknade genomströmning så bedömdes kvarvarande sträckor ha maximala djup på 0,2 till 2 m samt medeldjup på 0,1 till 1,0 m.

Bottensubstrat

Även om inventeringarna av bottensubstrat försvårades av vattnets färg och grumlighet så gavs det tack vare ett lågt flöde och en stor andel torrlagda bottnar ändå förhållandevis bra möjligheter till relevanta bedömningar. De klart vanligaste bottensubstraten bedömdes vara stora block (500 - 2000 mm) och små block (200 - 500 mm) med dominans i 42 respektive 30 delsträckor. Generellt sett dominerade de större blocken i huvudflödet och större sidogrenar medan små block var vanligast i mindre sidofåror. Substrat som var dominerande i övrigt var silt/lermaterial i 9 sträckor, findetritus i 7 sträckor och häll/jätteblock (>2000 mm) i 2 sträckor. Genomgående registrerades det måttligt med sten

Diagram: Dominerande bottensubstrat i inventerade sträckor (antal).



(63 - 200 mm) samt mycket sparsamt med grovt grus, fint grus och sand i såväl huvudfåran som i andra fåror. Noterbart är att dessa bedömningarna baseras på berörd sträckas hela botten inklusive torrlagda områden, med undantag för partier som växt igen.

Vegetation och död ved i fåran

I den vattenfyllda fåran förekom det generellt sett mycket sparsamt med vattenväxter på bottnarna vilket sannolikt har att göra med att inventeringen utfördes under försommaren. Ett visst mått av mossor och alger registrerades dock vid samtliga delsträckor medan övriga växttyper inte alltid förekom. I de flesta sträckor observerades det att även land och kärlväxter etablerat sig på bottnarna. Främst gäller detta i torrlagda sidoflöden men det är heller inte ovanligt att större öar beväxta av gräs, buskar och till och med träd bildats långt ut i grunda strömpartier av huvudfåran. Gällande död ved på bottnarna så var förekomsten oftast måttlig även om det vid ett antal sträckor även registrerades sparsamma, alternativt rikliga förekomster.

Exempel på när högre landbunden vegetation etablerat sig ute i fåran (sträcka H-9-B ”Tungforsen”).

Närmiljö

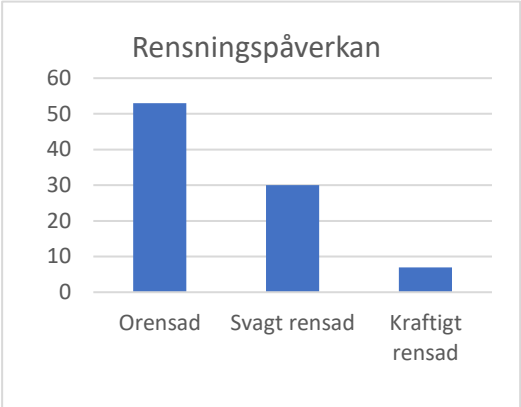
Generellt sett så har strömmarna i Båtforsområdet en måttlig inneslutning även om sträckor med flackare närmiljö förekommer. Marken vid sidan av de ursprungliga strandlinjerna är undantagslös fast och inte sällan ganska blockig. Vad gäller den strandnära vegetationen så kantas alla sträckor av skog som mestadels domineras av lövträd- bl.a. asp och ädlare arter så som ek och ask. Också gran är vanlig längs många sträckor medan tall är något mer sällsynt. Den lägre vegetationen består oftast av både buskar och gräs/halvgräs med dominans av det senare. Särskilt utvecklade och täta strandbuskskikt förekommer dock sällan vilket till stor del att göra med låg vattenfyllnadsgrad- d.v.s. att vattenlinjen inte når ända fram till strandmiljön. Beträffande de olika älvgrenarnas svämplan så är det en bedömning som till stor del är avhängig på vilket vattenflöde som går genom Båtforsströmmarna varför vi inte går in något närmare på det. Känt är i alla fall att det i området finns gott om värdefulla svämskogar och svämängar vilket bl.a. omnämns i ”*Bevarandeplan Båtfors 2017”*.

Ex. på när buskskikt saknas p.g. av låg fyllnadsgrad och dålig kontakt mellan vatten- och landmiljö (str. H-9-A ”Tungforsen”).

Rensning

De flesta av de 90 inventerade sträckorna bedömdes vara helt opåverkade från rensning. Undantagen som fanns bestod av 30 sträckor med lätt rensningsgrad, samt 7 sträckor med kraftig rensningsgrad. Rensningen bestod i allmänhet av att block har tryckts upp mot strandkanterna i olika hög grad. Detta är dock bedömningar som är mycket osäkra och i många fall kan det mycket väl vara naturliga processer som skapat dessa strukturer. Dessutom kan det vara så att ”ögat lurats” av den dåliga tillgången på vatten och att bedömningarna blivit annorlunda om biotopkarteringen skett vid ett normalt, naturligt flöde.

Diagram: Rensningsgrad i inv. sträckor (antal).



Exempel på kraftig rensning, sträcka S-8.

Exempel på lättare rensning, sträcka S-19.

Artificiella fördämningar

I samband med biotopkarteringarna så påträffades och registrerades förutom rensning även ett antal artificiella konstruktioner i form av fördämningar av olika typer, samt en vägtrumma. Av de objekt som påträffades så tas i denna rapport endast de mest påtagliga och relevanta upp. T.ex. utgör vissa av konstruktionerna vandringshinder för fisk och andra arter i den specifika älvgrenen. Mer information om de berörda objekten finns i kapitlet åtgärdsförslag.

Exempel på artificiell fördämning, sträcka N-36. Detta i form av en maskinkörväg som byggts över en sidofåra (ingår inte i åtgärdsförslag

3.3 Biotopklass laxfisk

Inom biotopkarteringen bedömdes vattenbiotoperna i respektive delsträcka avseende lämplighet för dels lax och havsöring, men även separat för strömstationär öring och harr. Att vi särskiljt de två grupperna av laxfisk beror bl. a på att de stora havslevande fiskarna gentemot de stationära generellt sett leker och lägger sin rom i grövre bottensubstrat, där såväl djup som strömhastighet kan vara högre. Det senare gäller även i fråga om ståndplatser, liksom för uppväxtområden där det är känt att åtminstone laxsmolt kan stå i relativt stark ström. Beakta att de klassificeringar som gjorts grundas på uppskattade biotopförhållanden vid ett flöde på 100 m^3/s genom Storgysingen.

Klassindelningen för bedömningarna av laxfiskbiotop är enligt följande

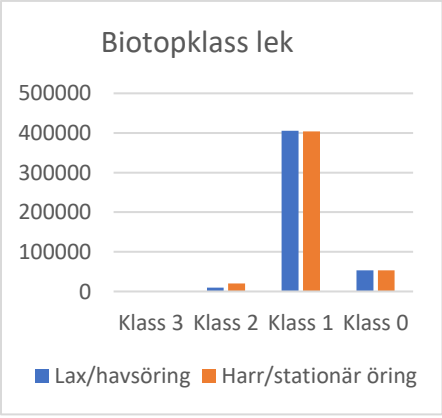
Tabell: Definiering av biotopklass.

Klass	Lekområde	Uppväxtområde	Ståndplatsområde vuxen fisk
0	Lekmöjligheter saknas	Olämpligt uppväxtområde	Olämpligt ståndplatsområde
1	Inga synliga lekområden, men rätt strömf.	Möjliga men ej goda områden	Möjligt för enstaka fiskar
2	Tämligen goda möjligheter, ej optimala	Tämligen goda uppv. områden	Tämligen bra förutsättningar
3	Goda till mycket goda lekmöjligheter	Goda till mycket goda områden	Goda till mycket goda föruts.

Lekområden

Inga av inventeringssträckorna i Båtforsområdet bedömdes som klass 3-biotoper samtidigt som mycket få sträckor utgjorde klass 2-biotoper. De senare har sammanlagda arealer av *1388 m^2* gällande lax/havsöring samt *3 408 m2* för harr/stationär öring. Hela *405 913 m^2* resp. *403 951 m^2* bedömdes utgöra klass 1-biotoper medan *53 074 m^2* resp. *53 016 m^2* utgjorde klass 0-biotoper. Att värdena för lek är så låga bror delvis på dålig genomströmning, men i huvudsak är det bristen, eller den totala avsaknaden av grus som avgör. Tilläggas bör därför att t.o.m. sträckor i klass 1, skulle kunna uppgraderas till klass 3 om lämpligt leksubstrat i tillräcklig mängd funnits.

Diagram: Arealer (m^2) av biotopklass lekområde vid 100 m^3/s.

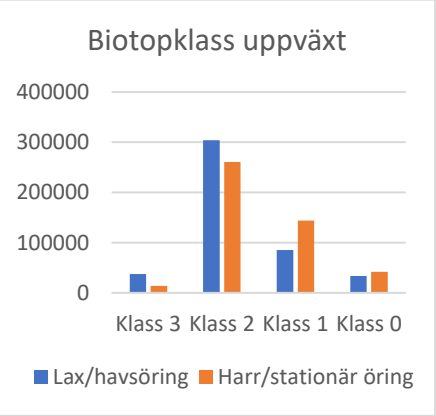


Lekbotten i Voxnan inom Ovanåkers kommun. Den här typen av grunda strömmar med grus och småsten saknas helt i Båtforsområdet.

Uppväxtområden

Avseende uppväxtmiljöer bedömdes- gällande lax/havsöring *37 308 m²*, samt för harr/stationär öring, *13 704 m²* bottenyta utgöra klass 3-biotoper. Att dessa arealer inte är större beror i första hand på bottensubstratets sammansättning med en låg tillgång på mindre sten. De vanligaste bedömningarna blir därmed klass-2, med sammanlagda arealer av *304 286 m²* resp. *260 746 m²*. Även klass1-biotoper utgör större arealer med *85 103 m²* resp. *143 926 m²*, medan klass 0-ytorna med sina *33 678 m²* resp. *41 939 m²* är förhållandevis små.

Diagram: Arealer (m²) av biotopklass uppväxt-område vid 100 m³/s.

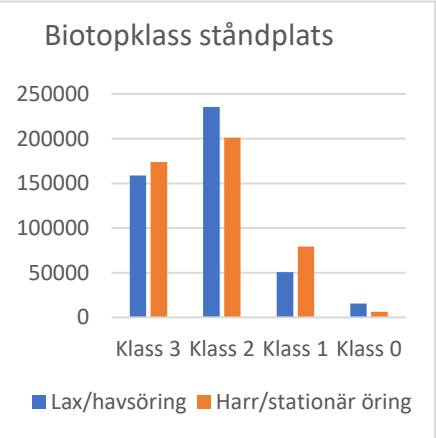


En av få sträckor i Båtforsströmmarna som getts klassificering 3 avseende uppväxt för laxartad fisk (str. N-17-B ”Brusbo Husforsen”).

Ståndplatsområden

Inom det inventerade området bedömdes det avseende ståndplatsområden finnas klass 3-arealer på *173 966 m²* gällande lax/havsöring, samt *158 879 m²* beträffande harr/stationär öring. Vanligast är dock klass 2-biotoper med ytor om *235 307 m²* resp. *200 917 m²*. Arealer med en storlek på *50 524 m²* resp. *79 220 m²* bedömdes utgöra klass 1-biotoper, medan endast *15 665 m²* resp. *6 272 m²* utgjorde klass 0-biotoper. Sammantaget är ståndplatser den biotoptyp som getts klart högst bedömningsvärden i inventeringarna av Båtforsströmmarna.

Diagram: Arealer (m²) av biotopklass ståndplatsområde vid 100 m³/s.



Exempel på högklassigt ståndplatsområde för lax och havsöring (sträcka H-5 ”Mälderforsen”).

3.4 Analys & potential vid ökat flöde

Inventeringarna i Båtforsområdet visar att förekommande strömmar är ovanligt opåverkade av rensning. T.ex. lär det inte ha förekommit någon omfattande timmerflottning även om sten bitvis har förflyttats. Dock så gäller detta sällan i det vi bedömer vara huvudfåran utan i stället mindre älvgrenar och sidofåror vid sidan av denna. Dessa oftast begränsade rensningar har eventuellt att göra med att ”småindustrier” som kvarnar, sågar och dylikt har nyttjat strömmarna för vattenkraft långt tillbaka i tiden. Att människan historiskt har vistats i området styrks för övrigt även av att älvängar har nyttjats för slåtter och djurbete.

Vad gäller de artificiella fördämningarna av olika typer som påträffades så finns också de i anslutning till sidogrenar av systemet. Dessa konstruktioner har i större eller mindre omfattning den negativa funktionen att de avskärmar olika vattenområden från varandra, samtidigt som de beroende på vattenflöden kan utgöra hinder för fisk och andra arter. I grova drag handlar det om fördämningar som anlagts för att omleda vatten eller för att tjäna som transportvägar för fordon. Sannolikt handlar det i det senare fallet om fordon som används i samband med skogs- eller fågelvård.

Även om nämnda faktorer utgör en viss negativ påverkan på i Båtforsströmmarnas vattenbiotoper så bedöms de inte utgöra någon större skillnad för områdets vara eller inte vara som laxfisklokal. Den stora begränsande faktorn förutom regleringspåverkan är i stället brist på lekområden och i synnerhet lämpligt bottensubstrat i form av grus och småsten- något som gäller i såväl huvudflödet som de allra minsta sidofårorna. En dålig tillgång på mindre sten och grunda strömmar kan även utgöra en negativ faktor för yngeluppväxt. Däremot bedöms storlek och kvalité på befintliga ståndplatsområden vara tillräcklig för att tillfredsställa behoven för lekvandrande eller övervintrande lax och havsöring.

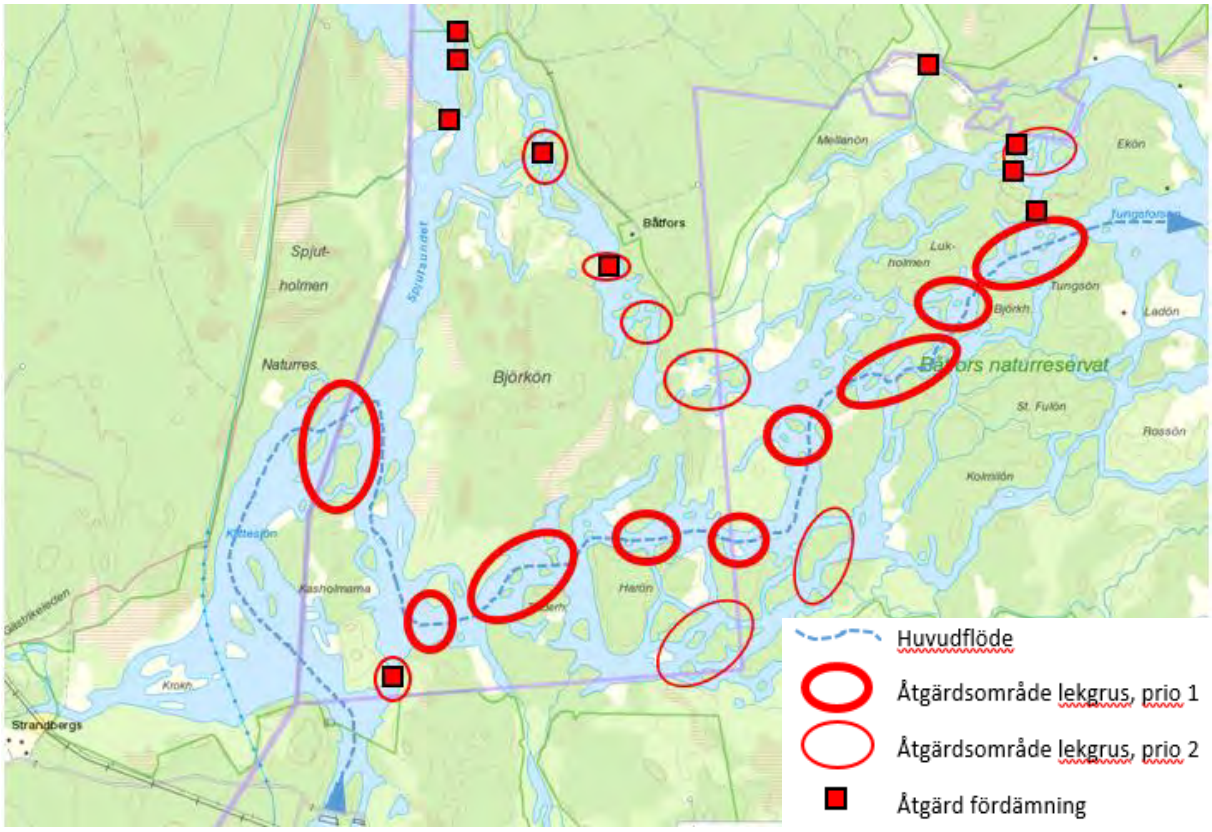
En annan faktor som troligen utgör en betydande skillnad gentemot ursprungliga förhållanden är att Båtforsströmmarna i sin nedre del, genom Lanforsen påverkas av uppdämning. Förutom den förlust av fiskproduktionsytor som detta medför så innebär den långvariga uppdämningen och regleringen av systemet även förändringar i vattnets fysikaliska egenskaper och kemi, vilket i slutänden också innebär en förskjutning av fiskartsammansättningen. Den relativt tydliga grumligheten som fanns i vattnet i Båtforsströmmarna signalerar t.ex. en hög näringsrikedom vilket normalt sett innebär en konkurrensnackdel för laxartad fisk gentemot andra rovfiskar och vitfisk. Detta styrks även av att den enda laxfisk som ska finnas i dag är en svag stam av harr i strömmarna medan gös, abborre, gädda och olika vitfiskarter finns rikligt i åtminstone omgivande fjärdar.

Ett effektivt sätt att återskjuta balansen till laxfiskarnas fördel i Båtforsströmmarna är en högre tappning genom Storgysingen. Detta kommer t.ex. innebära att de befintliga ström- och forssträckorna förlängs samtidigt som en högre fyllnadsgrad av vattenfårorna medför nya och större produktionsytor och en sammantaget större variationsrikedom. En annan effekt av ett högre flöde blir att det i en högre grad kommer att skapas kontakt mellan vatten- och landmiljö, med positiva effekter som förbättrad beskuggning och utveckling av ordentliga strandbuskskikt som följd.

Sammantaget är vår bedömning att så som i detta beräkningsfall- 100 m^3/s genom Storgysingen är i lägsta laget för att ovanstående ska kunna att uppfyllas i tillräcklig skala. T.ex. krävs det en betydligt högre tappning för att vattenfylla flertalet av de mindre sidofårorna i systemet. Trots att dessa inte har jättehög potential för fiskproduktion så har de andra viktiga biologiska, samt även flödesdynamiska egenskaper och funktioner som i slutänden kommer att gynna laxfiskarna. Eventuellt skulle 100 m^3/s kunna används som en absolut minimitappning, men då bör normaltappningen vara betydligt högre.

Slutligen kan det tilläggas att en återintroduktion av lax och havsöring i Båtforsströmmarna inte enbart är beroende av flödestappning och reproduktionsområdenas storlek och kvalité. Något som i hög grad avgör i slutänden är ovannämnda faktorer i relation till funktionen av fiskvägar från och till havet, samt även vattenmiljöernas beskaffenhet däremellan.

4 Åtgärdsförslag



Karta över föreslagna åtgärdsplatser (prio 1 och 2 åtgärder) i Båtforsströmmarna.

4.1 Sammanfattande åtgärdsförslag

Prio 1 Lekgrus i huvudflöde

I ett framtidsscenario med ett tillfredsställande flöde genom Båtforsströmmarna så blir den absolut viktigaste åtgärden att tillföra lekmaterial. Även fast en viss avsättning och tillskott av grus kan uppnås via ett ökat flöde så kan det aldrig kompensera den materialbrist som finns på bottnarna i dag, varför denna åtgärd är en förutsättning för att få till stånd reproduktion av havsvandrande laxfisk i framtiden. På grund av Båtforsområdets läge och utmärkelse som naturreservat så är helikopterutflygning den enda realistiska metoden. Störst verkansgrad kommer att uppnås i huvudflödet där vi föreslår åtgärder i 9 st. särskilt prioriterade åtgärdsströmmar som vardera består av en, eller flera sammanslagna inventeringssträckor. Sammanlagt innebär detta möjliga produktionsytor på 30,18 ha.

Tabell: Föreslagna lekgrusområden i Båtforsströmmarnas huvudflöde.

Sträcka	Ingående delsträckor	Lokalnamn	Start N koord	Start E koord	Stopp N koord	Stopp E koord	Reproduktionsyta Areal ha
H-1	1	Vasslugnesträmmarna	6704564	625916	6704706	626175	2,53
H-2	1	Vällugnenströmmen	6703704	626417	6703695	626578	2,75
H-3	1	Tjödderholmsströmmen	6703754	626646	6704015	627031	5,35
H-4	3	Haröströmmen	6704066	627291	6704111	627506	1,71
H-5	1	Mälderforsen	6704104	627637	6704078	627909	2,25
H-6	3	Björköströmmen	6704277	628076	6704619	628036	4,64
H-7	3	Gabrielsforsen	6704749	628248	6704961	628682	3,06
H-8	1	Lukholmsströmmarna	6705003	628718	6705176	628802	2,56
H-9	2	Tungsforsen	6705176	628802	6705400	629230	5,33
Summa areal:							30,18

Prio 2A Lekgrus i sidoflöden

Om en ännu större satsning på lekgrusutläggning via helikopter ska göras har vi även pekat ut 8 st. åtgärdströmmar i större flöden vid sidan av huvudfåran. Dessa har tillsammans möjliga produktionsytor på 11,98 ha vilket skulle innebära att den sammantagna arealen av lek- och uppväxtområden i Båtforsströmmarna blir 42,16 ha. Tilläggas bör, att det enligt stycke längre ner kommer att krävas kompletterande åtgärder med grävmaskin i 4 av åtgärdssträckorna.

Tabell: Föreslagna åtgärdsområden i Båtforsområdets större sidoflöden.

Sträcka	Lokalnamn	Start N koord	Start E koord	Stopp N koord	Stopp E koord	Reproduktionsyta Areal m²
N-4	Skrytholmsströmmarna	6705936	626827	6705649	626978	1,01
N-14	Båtforsströmmen	6705309	627236	6705251	627240	0,47
N-15	Skrammelforsen	6705112	627366	6704978	627395	0,92
N-17	Brusbo Husforsen	6704795	627465	6704730	627792	2,80
N-35	Kullerholmsströmmarna	6705778	628965	6705849	629240	1,68
S-1	Nälingenströmmen	6703475	626295	6703574	626294	0,42
S-6	Bufjärdsströmmarna	6703490	627422	6703515	627732	2,79
S-11	Börjeforsen	6703814	628059	6704008	628227	1,89
Summa areal:						11,98

Prio 2B Artificiella fördämningar

Åtgärder som också kommer i andra är att med hjälp av grävmaskin riva artificiella fördämningar samt öppna upp och återställa vattenmiljöer därikring. Sammantaget föreslås åtgärder av 10 st. prioriterade objekt fördelade på 7 st. åtgärdsområden. I fyra fall sammanfaller dessa med åtgärdssträckor för lekgrus vilket innebär att vissa samordningsvinster kan göras. Dessa består i att man i samband med maskinarbetet förbereder lekbottenområden, samt förbättrar uppväxtmiljöer för laxfisk därikring.

Tabell: Fördämningar med åtgärdsförslag.

Id	Lokal/sträckor	E koord	N koord	Konstruktionstyp	Vandringshinder
1	Uppströms Spjutsundet	6705925	626550	Damm/stenvall	Ja
2	Hyttöfjärdens södra utlopp	6706189	626589	Damm/stenvall	Ja
3	Hyttöfjärdens norra utlopp	6706255	626585	Damm/stenvall	Ja
4	Skrytholmsströmmen, N-4-A	6705821	626938	Stentröskel/dammrest	Ja (torrlagt)
5	Båtforsströmmen, N-14-A	6705267	627251	Stentröskel/maskinkörväg	Nej
6	Mellanön	6706121	628610	Trumma/maskinkörväg	Nej
7	Kullerholmsströmmen, N-35-A	6705760	628990	Stentröskel/maskinkörväg	Nej
8	Kullerholmsströmmen, N-35-C	6705683	628974	Stentröskel/Maskinkörväg	Nej
9	Uppströms Tungsforsen	6705514	629079	Stenvall/maskinkörväg	Ja
10	Nälingenströmmen S-1	6703523	626294	Stenvall/dammrest	Nej

Prio 3 Flödesanpassa sidofåror

Om en satsning på lekgrus görs i Båtforsströmmarna är biotopåtgärder i mindre sidofåror vid det förutbestämda flödet en kompletterande åtgärd som kan få en god verkansgrad i förhållande till kostnaden. Förslaget innebär dock i första hand inte biotopvård i konventionell mening eftersom det finns mycket sparsamt med såväl rensningsmaterial och finare bottenmaterial att arbeta med. Åtgärderna består i stället främst av att via manuella åtgärder med hjälp av sågar, virespel, spett mm säkerställa att det

Exempel på nivåhållande struktur som kan öppnas upp, i detta fall vid inloppet av en sidofåra (sträcka N-21).

inte finns strukturer som hindrar vattenvägar genom fåror med potentiella uppväxtområden. Strukturer som det handlar om är t.ex. nivåhållande blockansamlingar eller bröten av träd, grenar mm. som ansamlats genom åren med modifierad flödesdynamik i området. Även mindre artificiella stenfördämningar som inte kan nås med grävmaskin kan komma ifråga.

Prio 4 Maskinell biotoprestaurering

Även om det ligger en viss förbättringspotential i att restaurera Båtforsströmmarna maskinellt så föreslås inte några större insatser göras i ett tidigt skede. Dels eftersom det kan bli komplicerat att få in maskiner i stora delar av naturreservaten, men även eftersom åtgärdernas verkansgrad är osäkra så länge bottensubstrat för lek saknas. Maskinella biotoprestaureringar i någon större skala föreslås därmed inte genomföras förrän man tillfört grus/småsten och även säkerställt fungerande fiskvandringsvägar till och från Bottenhavet. Fullt befogade blir åtgärderna först efter en lyckad återintroduktion med konstaterad återvandring av laxartad fisk från havet. Vad gäller restaureringsförfarandet så gäller det även här i första hand att biotopanpassa älven i förhållande till rådande, miljöanpassat flöde. Fokus bör ligga på att öppna upp och strömsätta isolerade strandområden för att där skapa nya, grunda uppväxtmiljöer för lax och öring.

Exempel på strandzon som bör öppnas upp och vattenfyllas, (sträcka H-3 ”Tjödderholmsströmmen”).

Exempel på strandzonsöppning/flödesanpassning av ett vattenkraftpåverkat vattendrag (Väljeån i Ljusdals kommun).

4.2 Metod lekgrusutläggning

Material

Enligt våra erfarenheter när det gäller anläggning av lekbottnar så är lämpligt material och sammansättning av naturgrus 8 - 64 mm i väl blandade fraktioner. Att ha ett brett spann på materialstorleken är inte minst viktigt eftersom gruset gentemot en jämnare fördelning binds ihop bättre, vilket gör lekbäddarna mer orörliga. När det liksom i detta fall handlar om större laxfisk som kan leka i ett grövre substrat så bör man även tillsätta större material vilket kommer att förankra bottnarna ännu bättre. I Båtforsströmmarna föreslår vi att lekgruset kompletteras och blandas upp med småsten i fraktioner på 64 - 150 mm i en mängd som utgör upp till ¼ av det sammanlagda materialet. Den övervägande substratstorleken på själva gruset bör i detta fall vara 32 - 64 mm.

Exempel på en substratblandning som i komb. med något större stenar skulle kunna användas till lekbottnar vid Båtfors.

Vad gäller volymer så är bedömningen att minst 30 m^3 grus behövs för ett lekområde i Båtforsströmmarnas huvudflöde medan 15 m^3 kan räcka i mindre fåror. Hur gruset disponeras avgörs från fall till fall där man ibland anlägger en enda stor lekbädd, och ibland 2 - 4 mindre varianter inom samma lekområde. Eftersom bäddarna tenderar att sjunka ihop och ”flyta ut” med tiden så är det bra om de vid anläggandet är ganska djupa med ett medelvärde på runt 0,5 m.

Placering

Beträffande placeringen av lekområdet så handlar det i Båtforsströmmarna om att utnyttja befintliga ström- och forsnackar ute i älven, samt strandnära, gärna väl beskuggade strömpartier längs strandkanterna. I första hand bör de övre delarna av strömmarna prioriteras. Detta eftersom ”överskottet” av laxfiskyngel med anledning av höga flöden och konkurrensskäl, efter hand tenderar att hamna nedströms där man i en fortsatt ström förhoppningsvis kan hitta lämpliga skydds- och uppväxtmiljöer. Dessutom innebär denna placering att chansen till att eventuellt bortspolat grus kan komma till godo för lek och uppväxt längre ner. I de anlagda lekbäddarna är det viktigt att gruset ligger väl strömsatt och inte alltför djupt. Vid normal vattenföring förordas en strömhastighet på 0,2 - 0,6 m/s, samt ett djup på 0,1 – 0,8 m från bäddens överkant till vattenyta.

Exempel på en nivåhållande struktur som med fördel kan användas som ”mothåll” för en större, anlagd lekbädd placerad på uppströmssidan av denna (H-8, ”Lukholmsströmmarna”).

Eftersom naturgrus och hanteringen av detta medför stora kostnader så är det extra viktigt att lekplatserna anläggs rätt och på så gynnsamma platser som möjligt. Därför kommer det före helikopterutflygning att krävas noggranna studier vilka måste göras i ett flöde som motsvarar den förutbestämda vattenföringen. Studierna kan vid strandområden och mindre fåror ske till fots, medan det längre ut i älven kommer att krävas båt, inkl. mätutrustning och vattenkikare. Förutom det som redan nämnts om läge, ström och djup så är det viktigt att hitta strukturer som kan förankra bäddarna och förhindra att de spolas bort. Inte sällan kan dessa påträffas i anslutning till stenansamlingar på nackar, alt. till bestämmande sektioner så som naturliga tröskelliknande avsatser i älven. Identifierade områden måste sedan märkas ut vilket lämpligen görs med hjälp av snitslar eller flytbojar.

Utflygningsförfarande

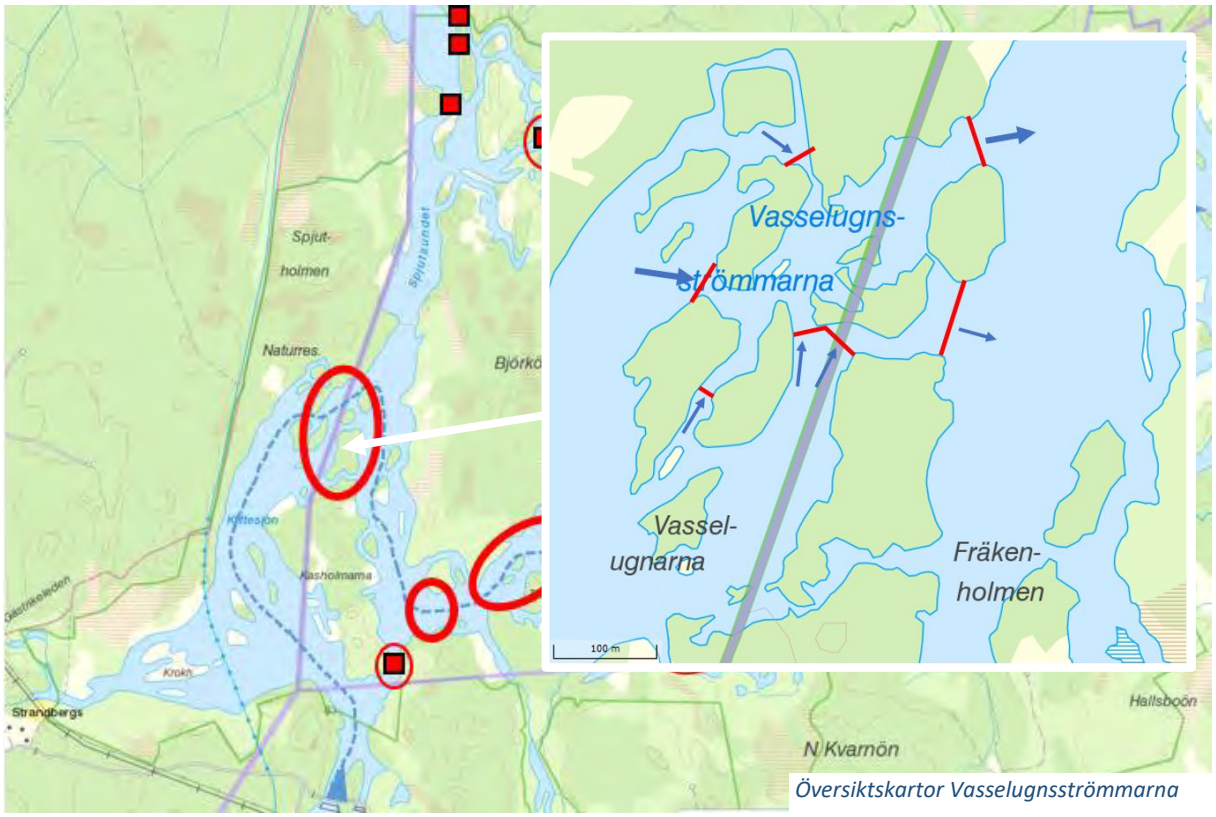
När gruset ska köras ut via helikopter så är det av både ekonomiska- och lämplighetsskäl bra att ha tillgång till ett upplag med grus utkört av lastbil, centralt i området där lekbottnar ska anläggas. Eftersom en helikopter sällan lyfter mer än drygt 1 ton (knappt 1 m^3) grus/körning så bedöms 2 - 3 km mellan upplag och yttersta lekområde vara maxgräns för att metoden ska vara hanterbar och ekonomiskt försvarbar. För Båtforsområdet innebär detta att minst tre grusupplag bör finnas men helst flera. Själva utflygningen av gruset sker genom att helikoptern via en särskild typ av behållare ”prickskjuter” det utmärkta området med ett antal nedsläpp som motsvarar beräknad grusåtgång.

Kostnad

Att anlägga lekbottnar via helikopter är förenat med höga kostnader. Dessa är dessutom svårberäknade då de bl.a. är avhängiga på avstånd till täkten som grus via lastbil hämtas, samt flygavstånd mellan grusupplaget och älven. Särskilda kostnader tillkommer dessutom för själva utflygningen till arbetsplatsen, samt för hantering/packning av grusbehållare. Baserat på vår grova beräkning som inte innefattar förstudie/utmärkning av åtgärdsplatser och eventuella, manuella justeringar av lekbottnarna, så landar kostnaden för att få ut 1 m^3 lekgrus på ca 2000 kr exkl. moms.

4.3 Åtgärdssträckor lekgrus i huvudflöde

H-1 Vasselugnsströmmarna



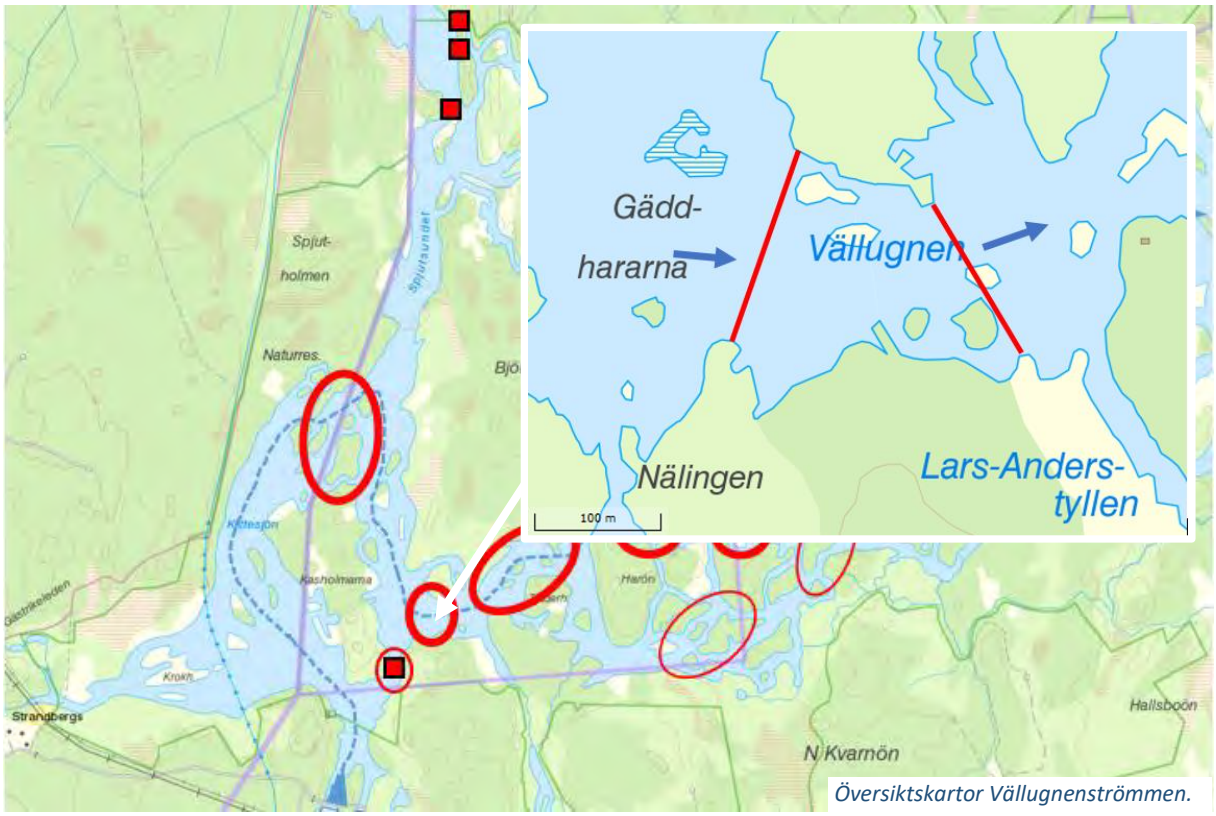
Översiktskartor Vasselugnsströmmarna

Beskrivning

Vasselugnsströmmarna vilken är den översta strömbiotopen i Båtforsströmmarnas huvudfåra har fyra inflöden och två utflöden. Sträckan är rik på större öar som omges av ett flertal flacka strömmar och ett fåtal mindre forsar. Däremellan förekommer även lugnflytande och svagt strömmande partier. Med en beräknad vattenfyllnadsgrad på 95 % uppskattas reproduktionsområdets area vara 2,53 ha.

Flack ström i Vasselugnsströmmarnas inre del.

H-2 Vällugnenströmmen



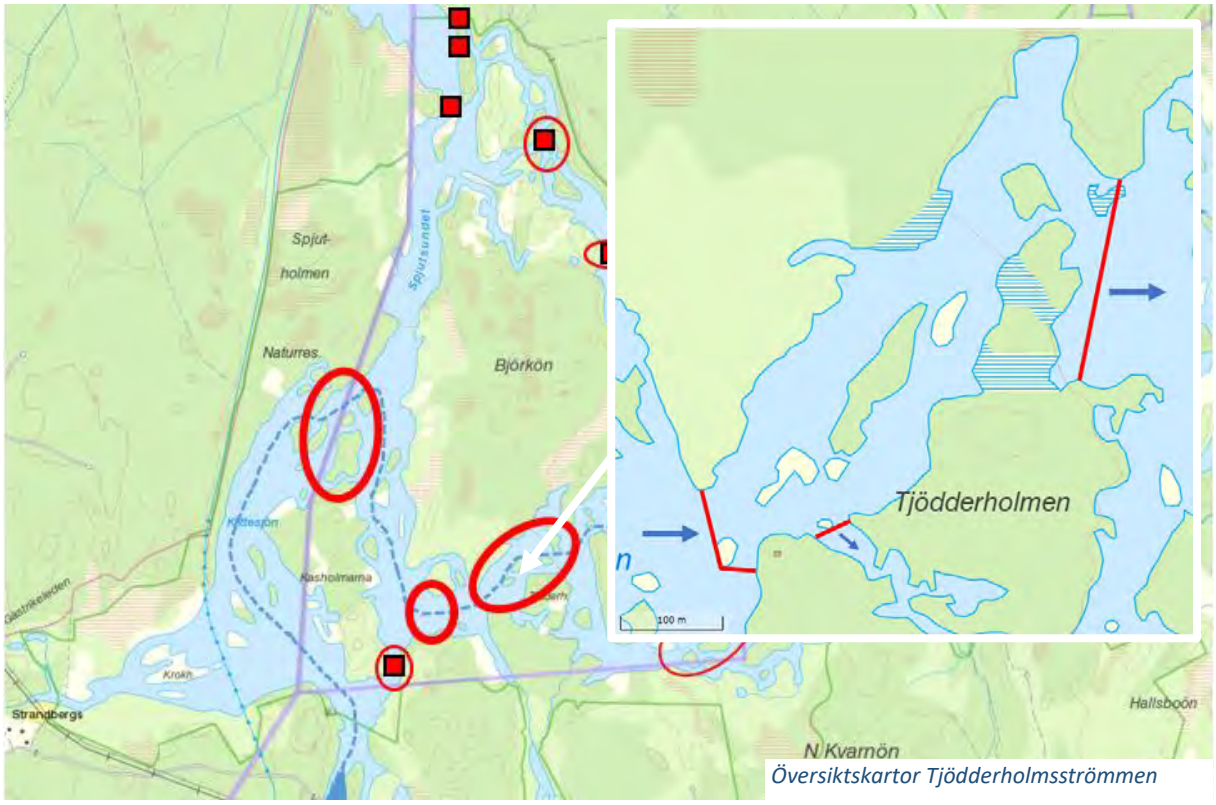
Översiktskartor Vällugnenströmmen.

Beskrivning

Vällugnenströmmen är en kort, bred och flack ström med stora inslag av gräsbeväxta öar. Sträckan är förhållandevis varierad med grova block ute i älven och mindre sten i kvillrande strandmiljöer. Med en beräknad fyllnadsgrad på 90% beräknas reproduktionsområdets area vara 2,75 ha.

Vällugenströmmens blockrika nedre del.

H-3 Tjödderholmsströmmen



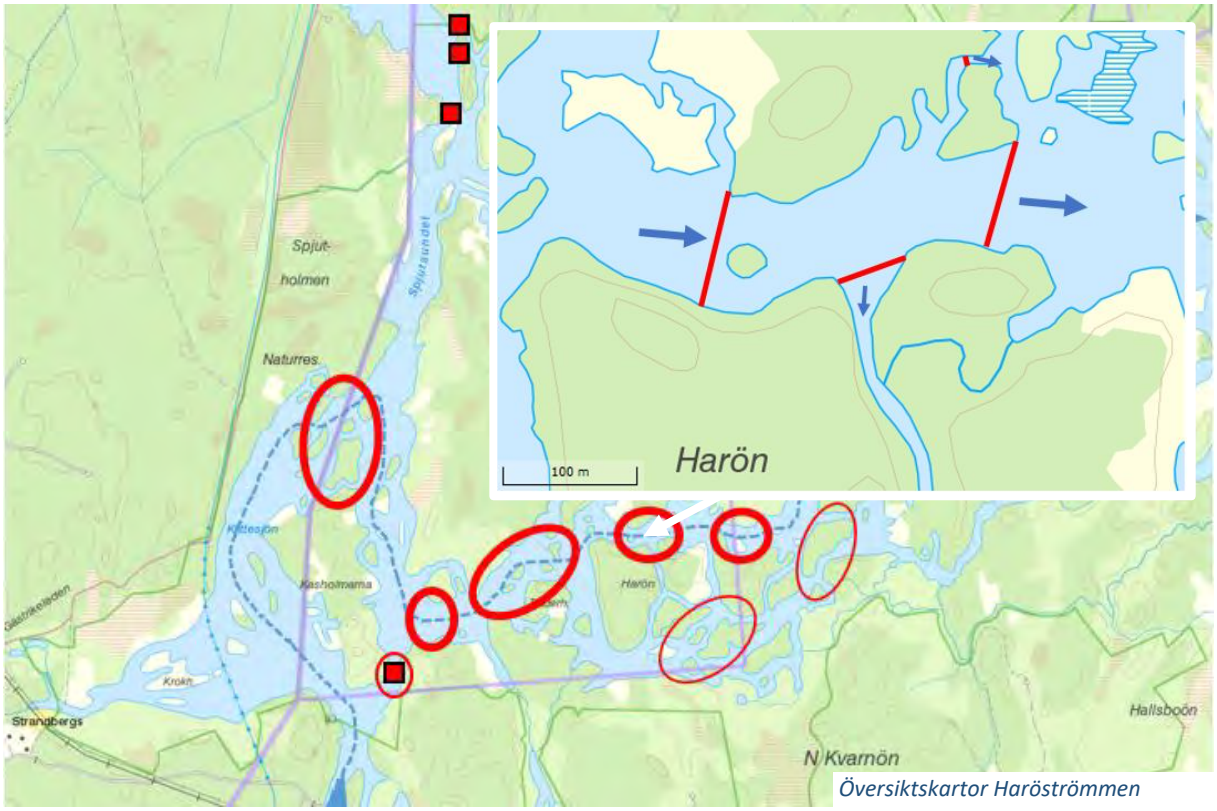
Översiktskartor Tjödderholmsströmmen

Beskrivning

Tjödderholmsströmmen utgör en av de längre och absolut finaste strömsträckorna i Båtforsområdet även om viss rensning har utförts på ett fåtal platser. Älvsträckan som till en början och slut är bitvis forsande innehåller ett flertal mindre öar vilket gör att den vid slutet grenar upp sig. Om en vattenfyllnad på 90 % uppnås beräknas reproduktionsområdets area bli 5,35 ha.

Karaktärsbild av Tjödderholmsströmmen.

H-4 Haröströmmen



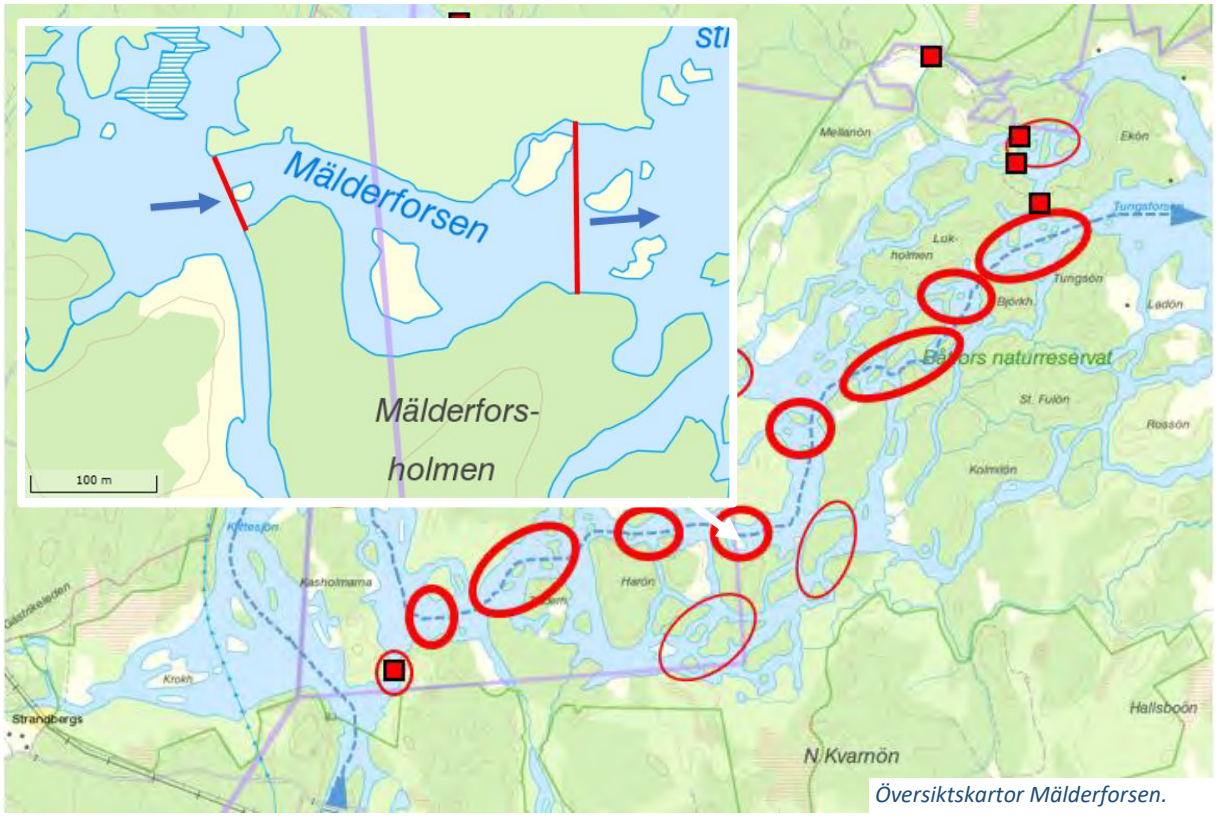
Översiktskartor Haröströmmen

Beskrivning

Haröströmmen utgörs av en kortare ström/forssträcka som i mitten avbryts av en lugnare sekvens. Relativt få uppstickande block tyder på att älven till stora delar är djup. På den norra sidan finns dock i slutet en grundare sidofåra som faktiskt har vissa inslag av grus. Sträckan är väl innesluten vilket kommer att ge en fyllnadsgrad på 100% och en beräknad reproduktionsområdesarea på 1,71 ha.

Haröströmmen och dess översta forsnacke.

H-5 Mälderforsen



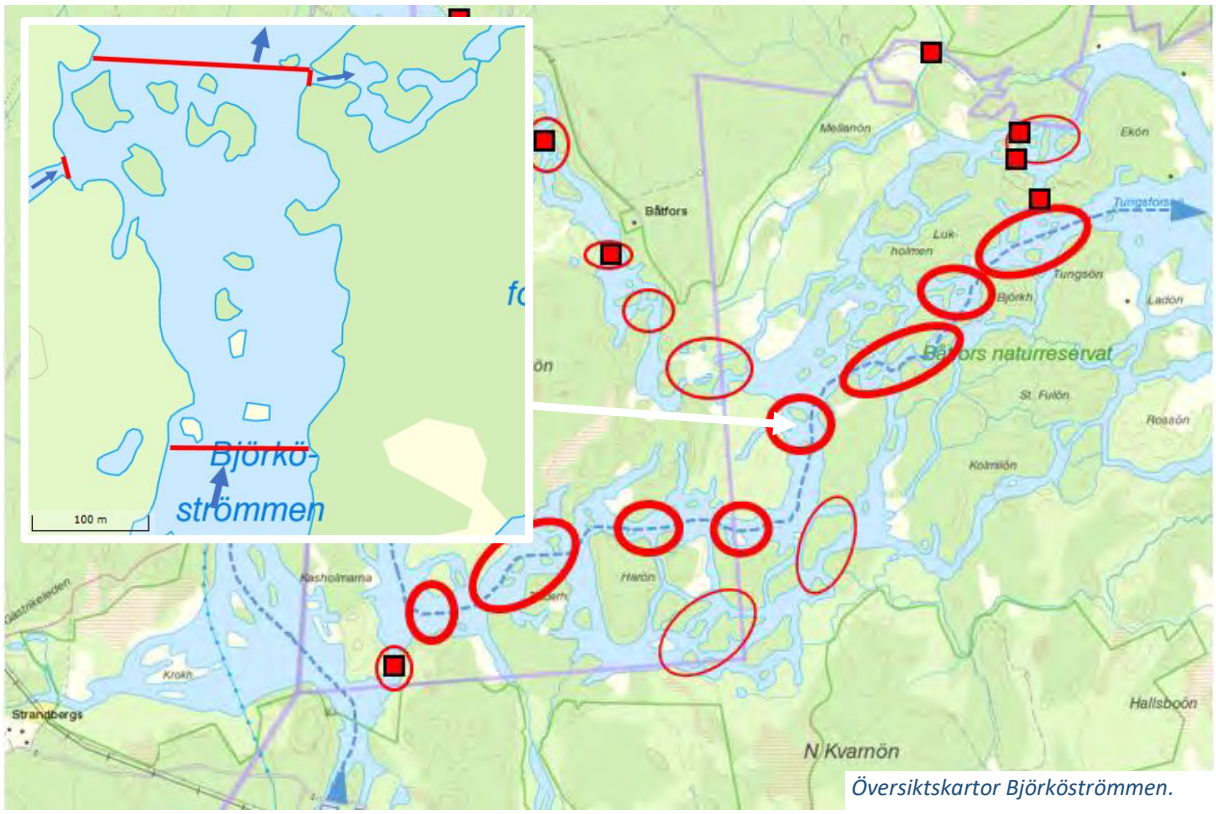
Översiktskartor Mälderforsen.

Beskrivning

Mälderforsen är en kort, delvis tungt strömmande sträcka som i mitten delas i två av en ö. Gott om block även om de flesta ryms under vattenytan. Viss rensning, även sprängning utförd vid nacke. Med en beräknad fyllnadsgrad på 100 % beräknas reproduktionsområdets area bli 2,25 ha.

Mälderforsens övre, tungt forsande delar.

H-6 Björköströmmen



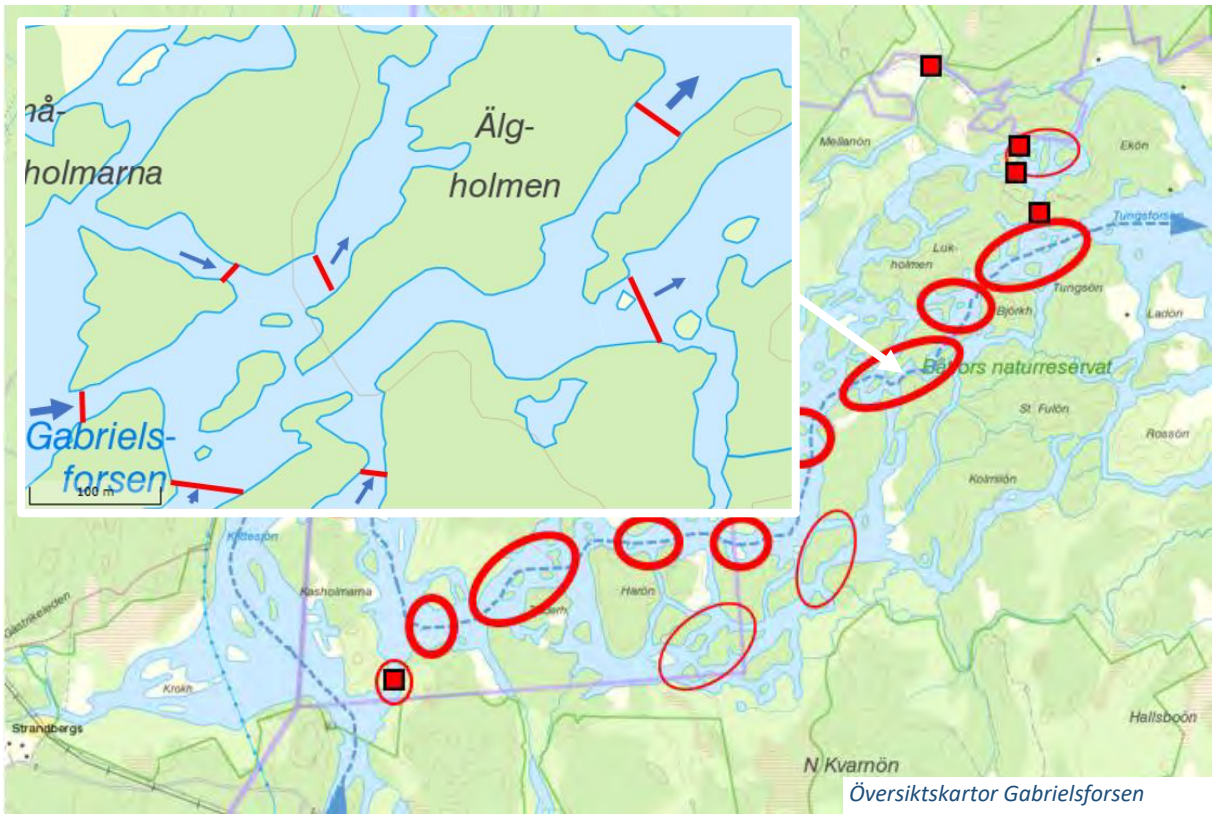
Översiktskartor Björköströmmen.

Beskrivning

Den genomgående breda Björköströmmen är främst svagt strömmande även om små inslag av strömmande till forsande förhållanden också finns. Sträckan innehåller för övrigt ett stort antal gräsbeväxta öar och några små sidofåror. Kopplat till en liten ö i början av sträckan finns en strömnacke som verkar konstgjord. Den beräknas arean av reproduktionsområdet beräknas vid en vattenfyllnadsgrad på 95 % bli 4,64 ha.

Svagströmmande sekvens av Björköströmmen som kommer att få mer liv vid ett högre flöde.

H-7 Gabrielsforsen



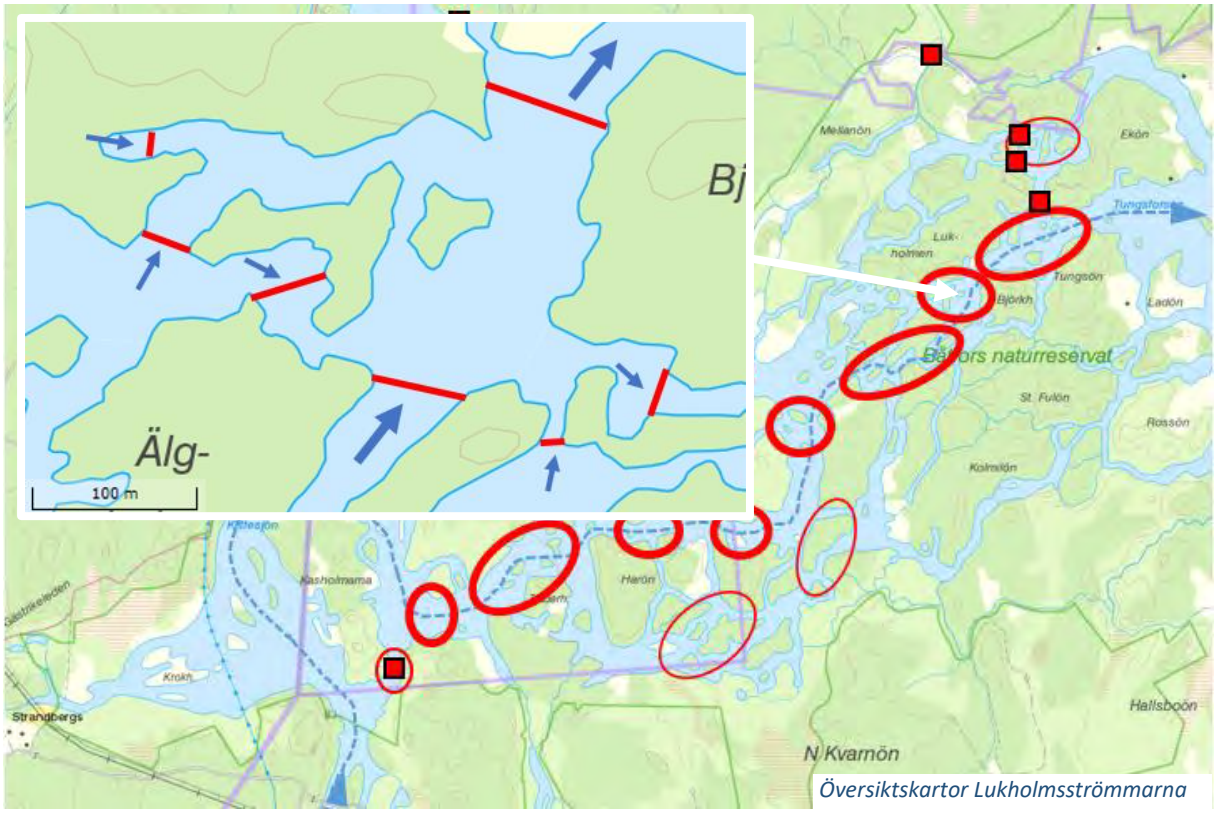
Översiktskartor Gabrielsforsen

Beskrivning

Gabrielsforsen består av ett flergrenat system med fyra större inflöden och två stora utflöden. Till området ansluter även flera mindre inlopp varav ett är protokollfört. Vattenhastigheten varierar från svagt strömmande till forsande med störst inslag av strömmande förhållanden. Med en beräknad fyllnadsgrad på 90 % beräknas reproduktionsområdets area bli 3,06 ha.

Tre grenar av Gabrielsforsen i en och samma bild.

H-8 Lukholmsströmmarna



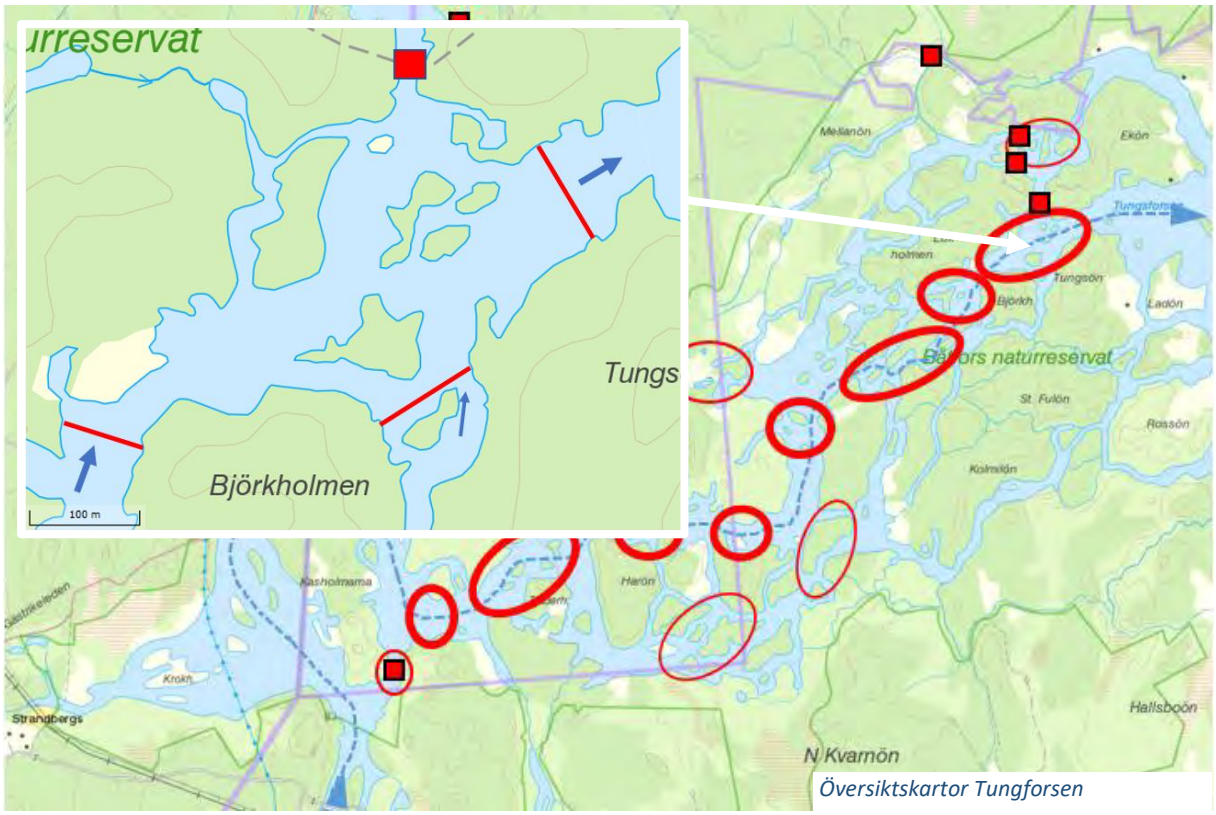
Översiktskartor Lukholmsströmmarna

Beskrivning

Lukholmsströmmarna har hela fem inflöden samt två utflöden vilket i kombination med flera öar ger sträckan en flergrenad karaktär. Strömmande eller forsande miljöer dominerar över bottnar som främst innehåller sten och block av olika storlek. Med en beräknad vattenfyllnadsgrad på 90 % uppskattas reproduktionsområdets area till 2,56 ha.

Ett av Luckholmsströmmarnas större inflöden.

H-9 Tungsforsen



Översiktskartor Tungforsen

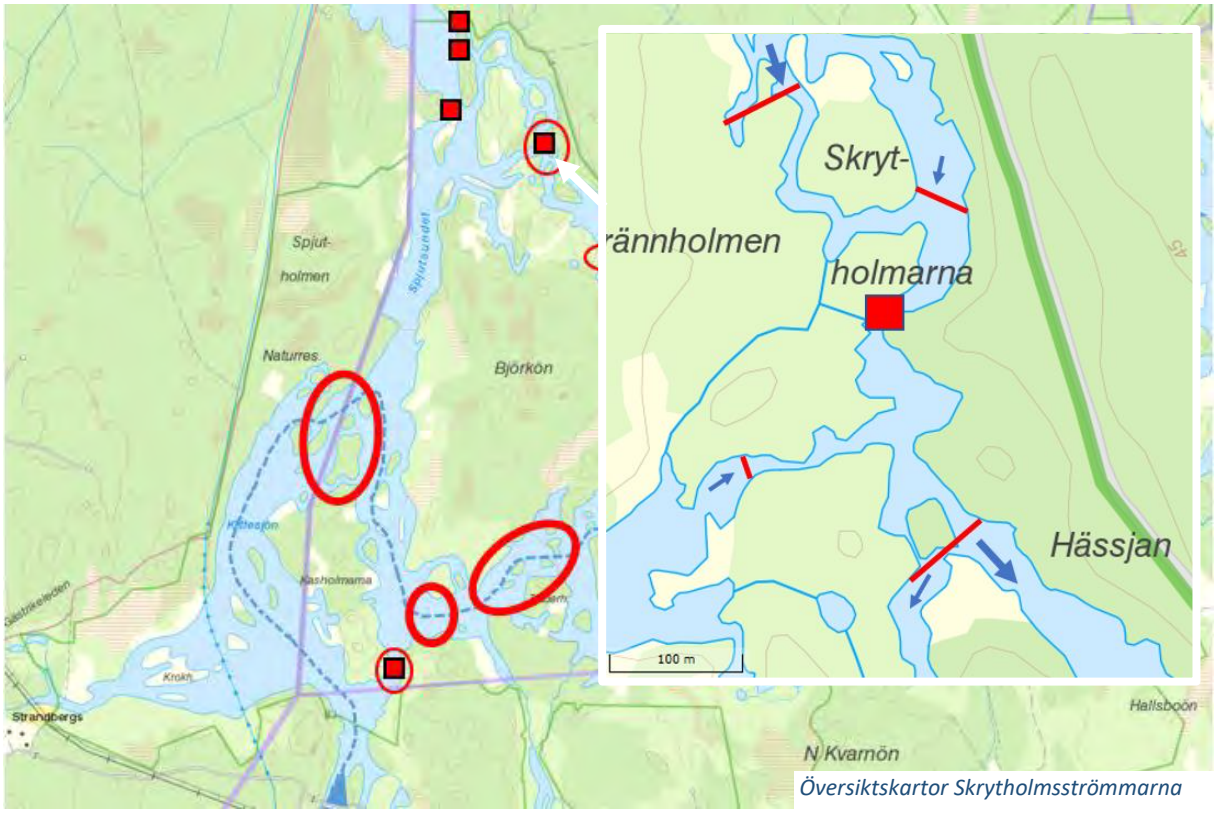
Beskrivning

Tungsforsen utgör Båtforsströmmarnas nedersta ström vilken dock sannolikt är påverkad av uppdämning i sin avslutande del. Sträckan är till en början i sina dubbla inloppspartier forsande men därefter strömmande i en avtagande hastighet allteftersom älven djupnar. Ett större antal av mindre gräsbeväxta öar ger bitvis sträckan en viss kvillkaraktär. Med en beräknad vattenfyllnadsgrad på 90 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 5,33 ha.

Flack fors i ett sannolikt rensningspåverkat avsnitt av Tungforsen.

4.4 Åtgärdssträckor lekgrus i sidoflöden

N-4 Skrytholmsströmmarna



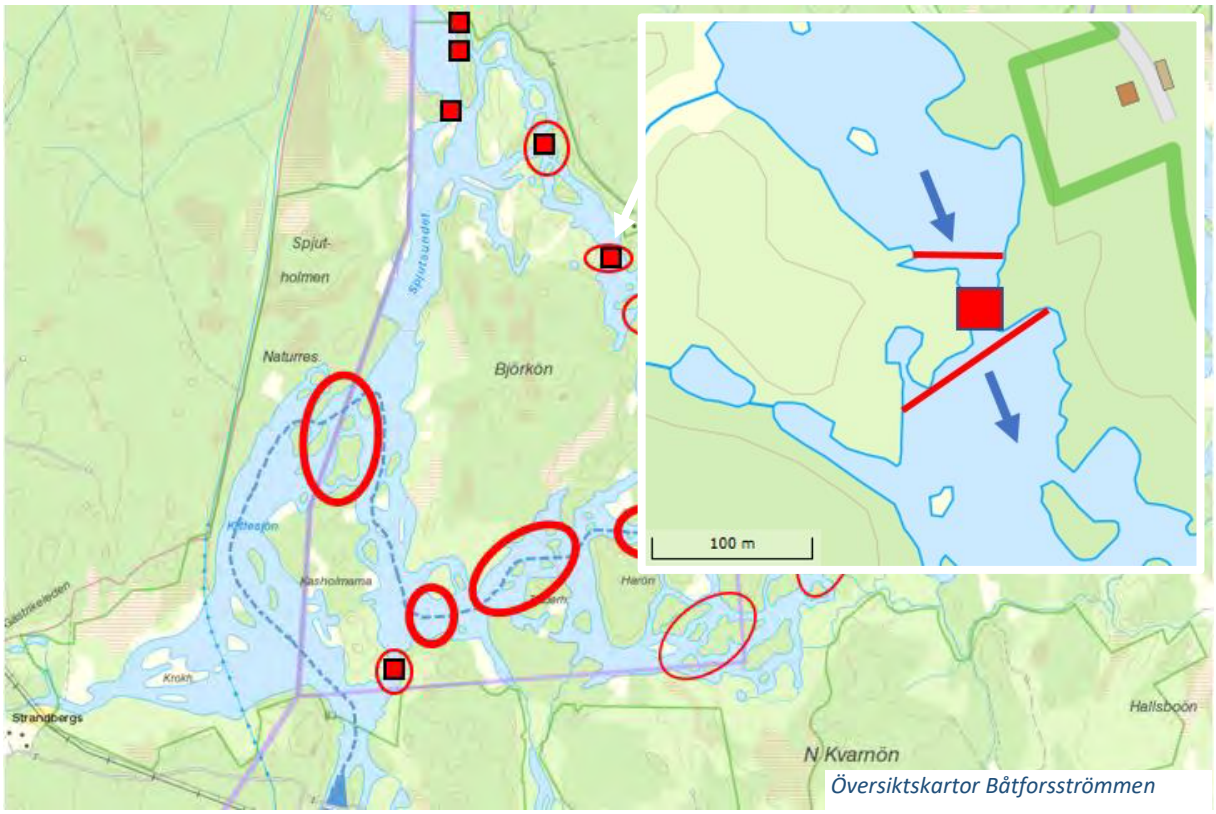
Översiktskartor Skrytholmsströmmarna

Beskrivning

Skrytholmsströmmarna är den översta av de utpekade laxfiskbiotoperna i Båtforsströmmarnas norra förgreningssystem. Den flergrenade och till stora delar igenväxta sträckan har tre större inflöden och två utflöden. Mitt i sträckan finns en artificiell fördämning (nr 4) som med fördel kan åtgärdas innan lekgrustillförsel. Genomströmning och vattenfyllnadsgraden var mycket låg vid inventeringen, men om det senare kommer upp till beräknade 65 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 1,01 ha.

Karaktärsbild av Skrytholmsströmmarna vid låg genomströmning och fyllnadsgrad.

N-14 Båtforsströmmen



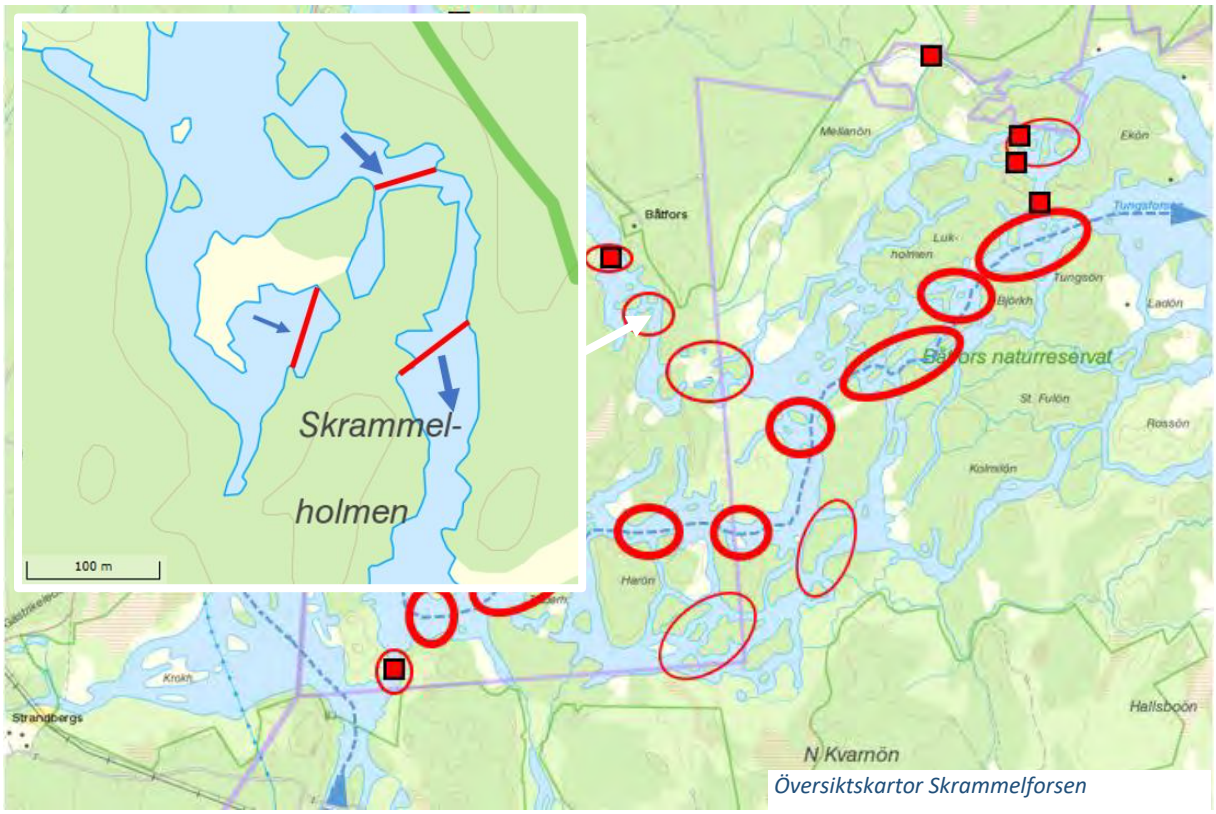
Översiktskartor Båtforsströmmen

Beskrivning

Den lilla Båtforsströmmen har två inflöden varav endast det östra och största var vattenförande vid inventeringen. Nacken till inflödet utgörs av en maskinkörväg (fördämning 5) vilket är något som bör åtgärdas innan en lekgrusåtgärd kan sättas in. Strömmen som bl. a. har bottnar av häll är dessutom till viss del rensningsskadad. Om fyllnadsgraden kommer upp i beräknade 75 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 0,47 ha.

Delar av den vid inventeringen nästan torrlagda Båtforsströmmen.

N-15 Skrammelforsen



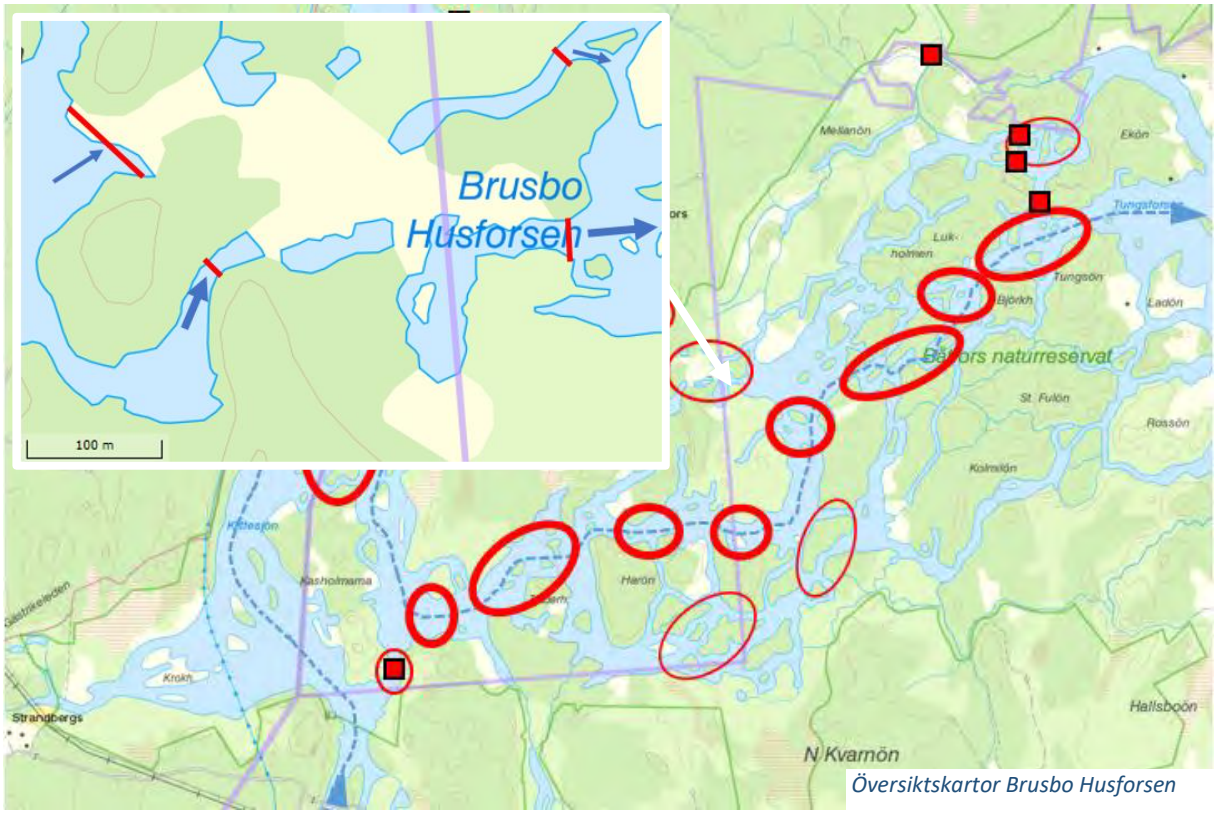
Översiktskartor Skrammelforsen

Beskrivning

Skrammelforsen vilken har två inflöden separerade av en ö hade vid inventeringen mycket låg genomströmning och vattenfyllnadsgrad. Den korta, blockiga sträckan har annars bra förhållanden gällande både ståndplatser och uppväxt. Om vattenfyllnadsgraden kommer upp i beräknade 75 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 0,92 ha.

Bild som symboliserar Skrammelforsens mycket låga genomströmning vid inventeringstillfället.

N-17 Brusbo Husforsen



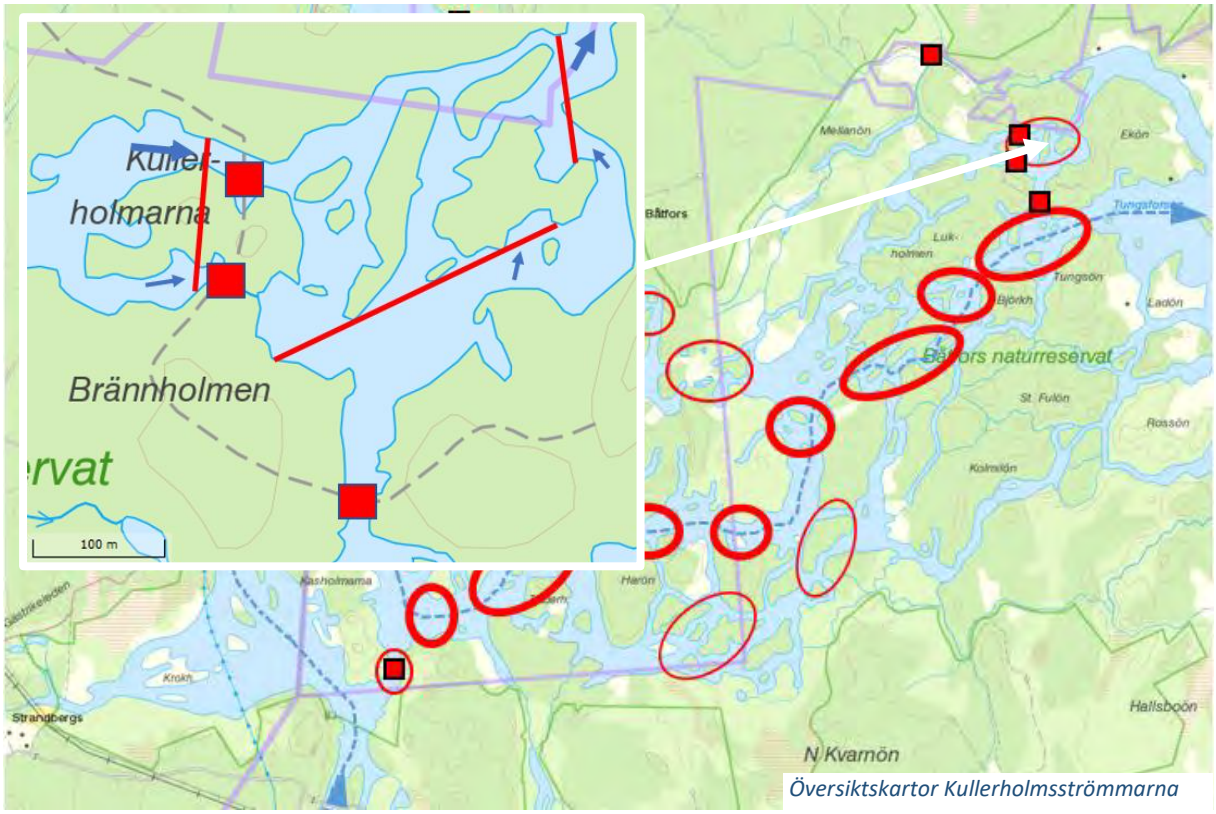
Översiktskartor Brusbo Husforsen

Beskrivning

Brusbo Husforsen utgör en bred, blockrik biotop som har två större inflöden separerade av en ö. Även utloppsdelen är flerdelad varav en nordlig, mindre gren utmärker sig som en helt egen fåra. Genomströmning och vattenfyllnadsgraden var mycket låg vid inventeringen, men om det senare kommer upp till beräknade 80 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 2,80 ha.

Centralt beläget, nästan torrlagt parti av den delvis igenväxta Brusbo Husforsen.

N-35 Kullerholmsströmmen



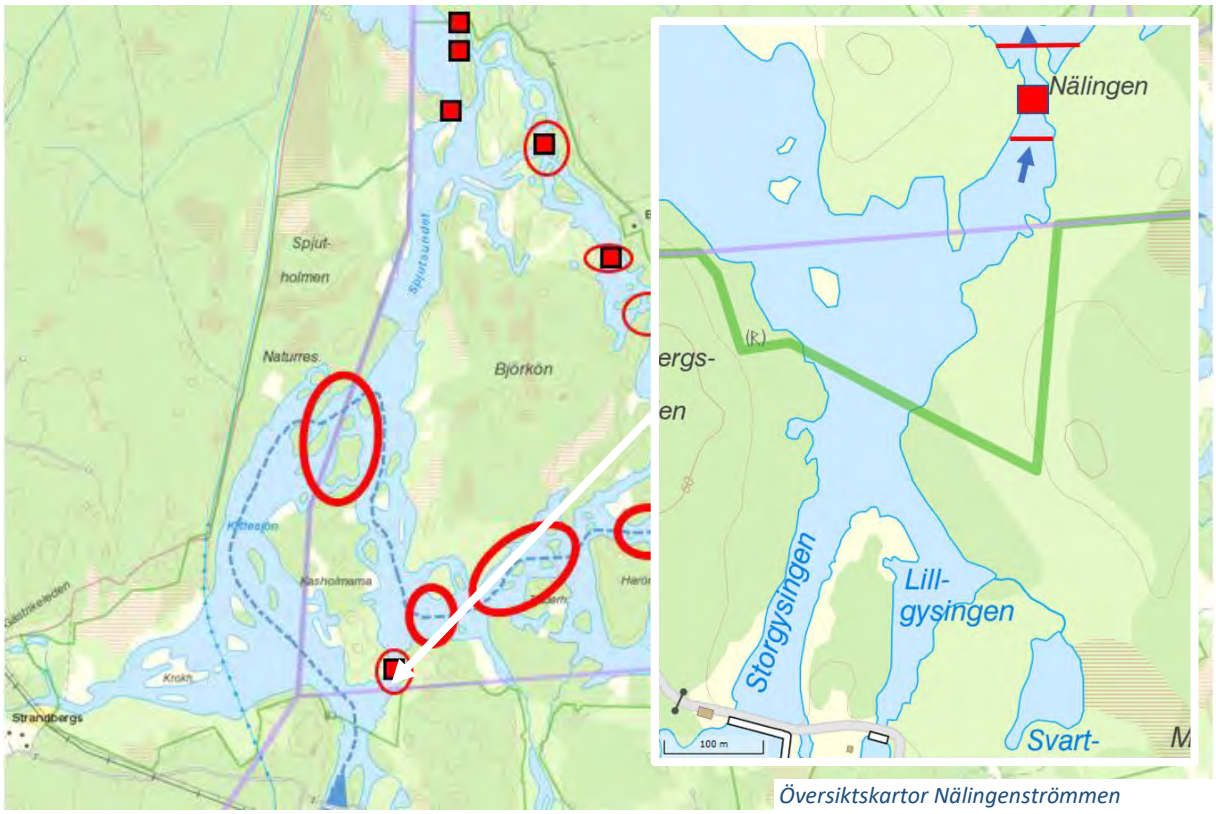
Översiktskartor Kullerholmsströmmarna

Beskrivning

Kullerholmsströmmarna år ett flergrenat, örikt litet område som utgör den sista strömbiotopen av Båtforsströmmarnas norra förgreningssystem. Sträckan innehåller såväl forsar och strömmar som inslag av lugnflyt. I anslutning till det tvågrenade inflödet finns nackar kopplade till en maskinväg, vilket måste åtgärdas (fördämning 7 och 8) innan lekgrusutläggning genomförs. Med en beräknad fyllnadsgrad på 80 % beräknas reproduktionsområdets area bli 1,68 ha.

Flergrenat parti av Kullerholmsströmmarna.

S-1 Nälingenströmmen



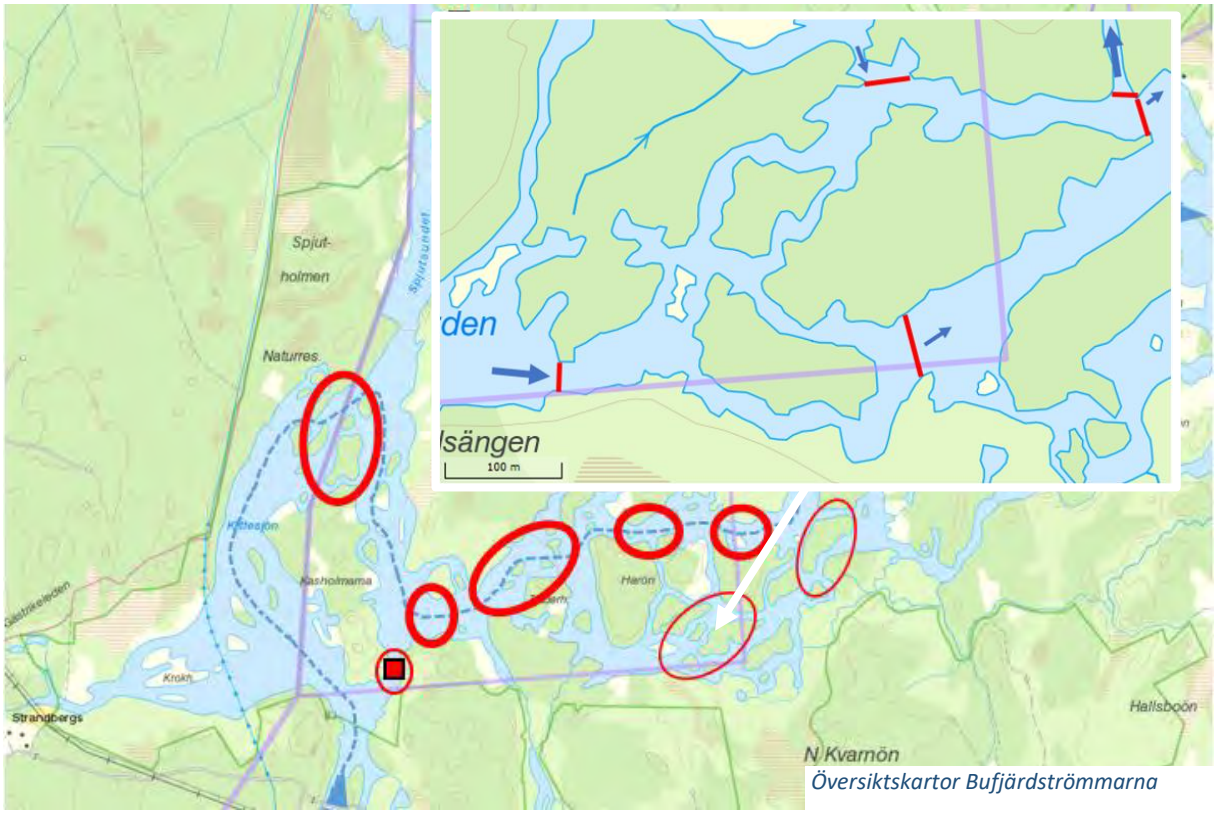
Översiktskartor Nälingenströmmen

Beskrivning

Den mycket korta Nälingenströmmen är insprängd i en trång passage som utgör en genväg mellan Storgysingens kraftverk och Vällungenströmmen i Båtforsströmmarnas huvudflöde. Strömmens inloppsnacke består av en rest av en stenfördämning som bör åtgärdas (fördämning 10) innan lekgrusutläggning kommer i fråga. Med en beräknad fyllnadsgrad på 80 % bedöms reproduktionsområdets area tillsammans med en kort östlig sidofåra bli 0,42 ha.

Grovblockig sekvens av Nälingenströmmen, med Storgysingens kraftverksdamm i bakgrunden.

S-6 Bufjärdsströmmarna



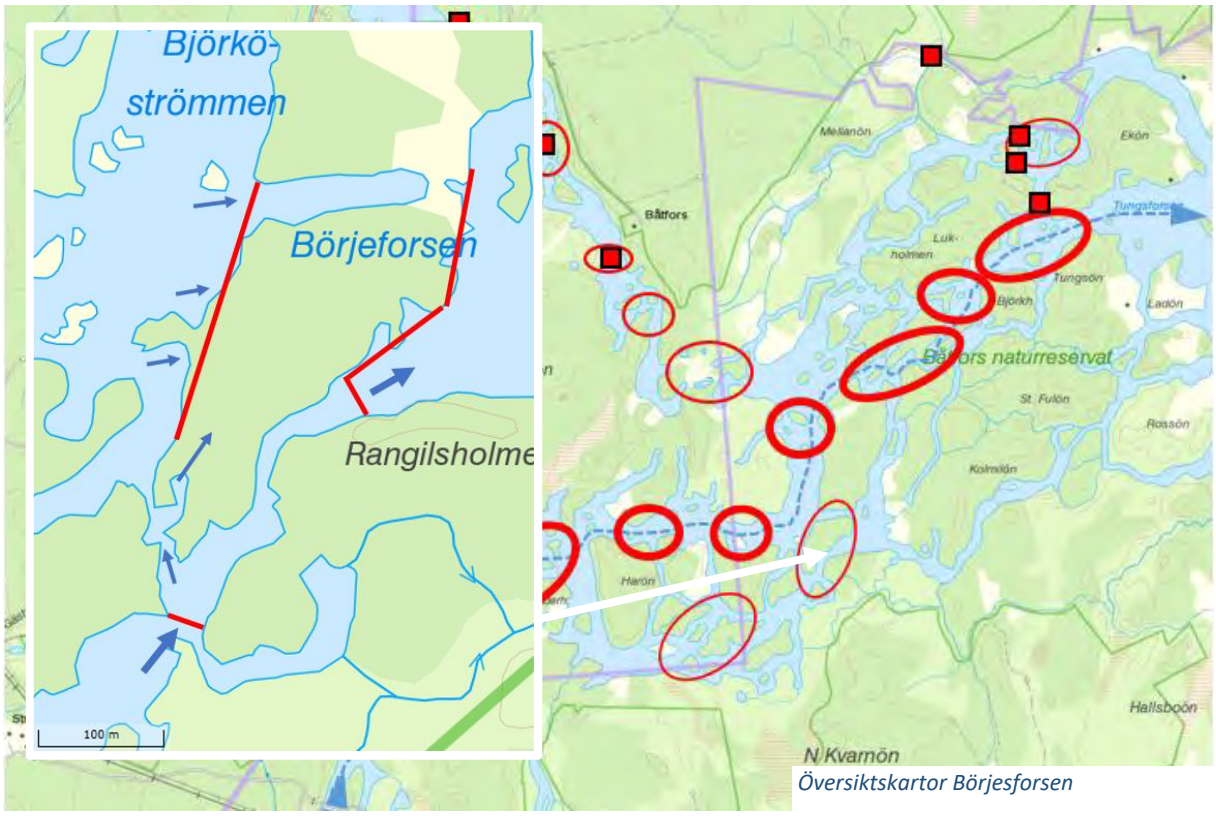
Översiktskartor Bufjärdströmmarna

Beskrivning

Bufjärdströmmarna består av ett påtagligt flergrenat system med två inlopp och tre utlopp. Inom det örika systemet finns gott om strömmar och mindre forsar som dock avbryts av lugnflyt på sina ställen. Med en beräknad fyllnadsgrad på 90 % förväntas reproduktionsområdets area uppnå 2,79 ha.

Karaktärsbild av en mindre fors i Bufjärdsströmmarna.

S-11 Börjeforsen



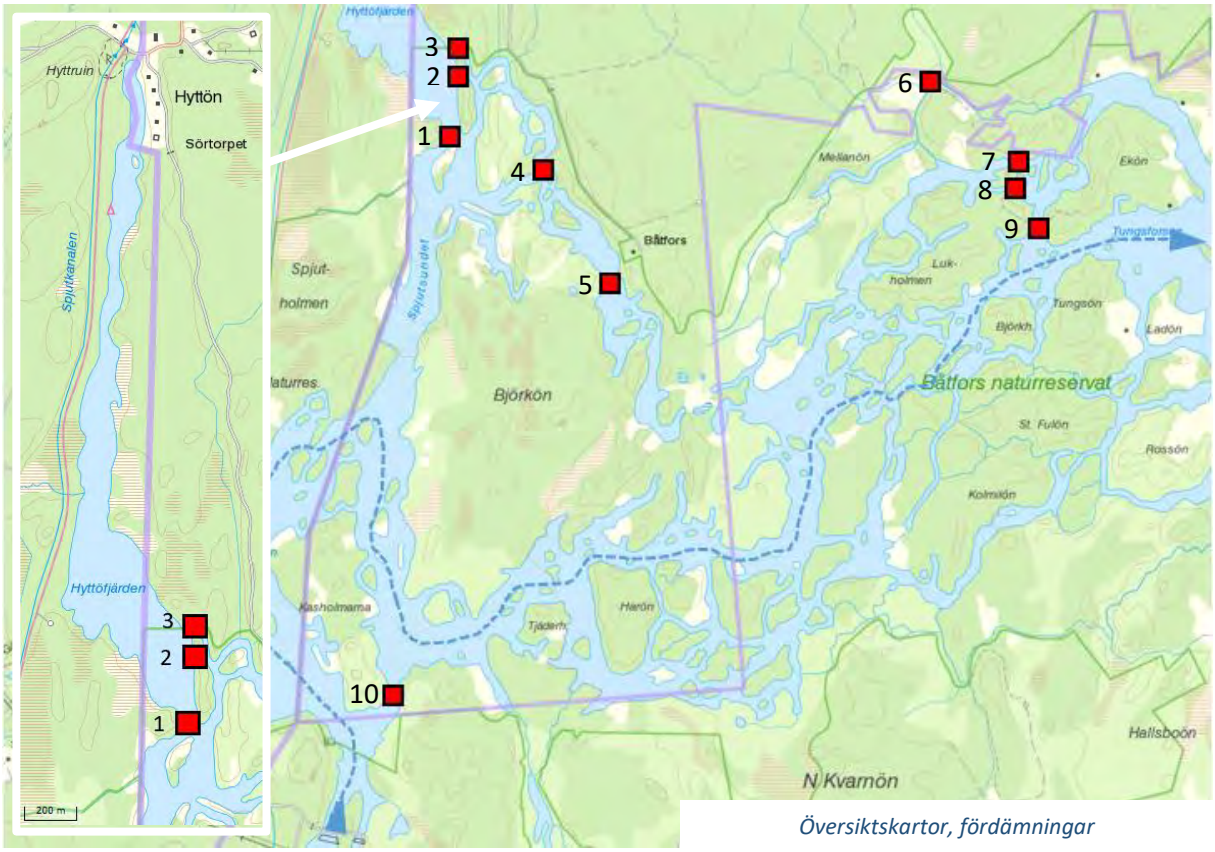
Översiktskartor Börjesforsen

Beskrivning

Börjeforsen består av ett flergrenat system med mängder av inloppsfåror som avbördar Båtforsströmmarnas huvudfåra mot det sydliga förgreningssystemet. En av de större fårorna har rensats medan de övriga förefaller orörda. Genomströmning och vattenfyllnadsgraden var delvis låg vid inventeringen, men om det senare kommer upp till beräknade 70 % uppskattas reproduktionsområdets area bli 1,89 ha.

Blockig sekvens av en av Börjeforsens huvudfåror.

4.5 Åtgärder vid fördämningar



Översiktskartor, fördämningar

Fördämning 1, 2, 3

Dessa tre objekt består av separata dammkonstruktioner som sannolikt har uppförts för att höja Hyttöfjärden i syfte att där kunna behålla- och vid Hyttön avleda vatten till vattenkraftsrelaterade verksamheter norrut. Detta vatten återleds dock enligt kartan till Tångsån och Lerån med mynning i Marmafjärden längre ner i Dalälven. Vad gäller nivåskillnaden mellan Hyttöfjärden och Spjutsundet/Båtforsströmmarna så var den vid inventeringstillfället ca 0,5 m, vilket är ett mått som kommer att minska i takt med ett högre flöde.

Fördämning 1, bestående av en 45 m lång och ca 0,5 m hög, stendamm som isolerar Spjutsundet från Hyttöfjärden.

Dammarna utgjorde vid inventeringstillfället vandringshinder för fisk, även om en lägre sektion i fördämning nr. 3 kommer att möjliggöra saken vid lite högre flöden.

Fördäming 2 består av en ca 12 m lång stenvall som med en höjd av ca 1 m isolerar Hyttöfjärden fråm Båtforsströmmarna.

Fördämning 3 är en ca 15 m lång och 1-1,5 m hög stenvall som har samma funktion som föregående.

Åtgärdsförslag

Åtgärder av dessa objekt kommer inte ha någon större inverkan på bestånden av laxfisk, men det kan ändå vara värt att utreda saken av andra anledningar. T.ex. finns det enligt uppgift (okänd lokalboende) översvämningsproblematik vid Hyttön vid de tillfällen höga flöden råder i Båtforsområdet. Detta är något som kan avhjälpas med ändrade tröskelnivåer, och eventuellt kan det vara värt att riva ut fördämningarna helt så att Hyttöfjärden och Spjutsundet ställer sig i samma nivå. Hurvida detta går att genomföra utan att påverka Hyttöfjärdens nivå alltför mycket är dock även i hög grad avhängigt med hur mycket vatten som kommer att tappas genom Storgysingen. En annan vinst förutom den hydrologiska, är vid dessa åtgärder självklart även en förbättrad konnektivitet, till stor nytta för fiskvandring mm. Vad gäller införsel av grävmaskin till området så är sträckan mellan närmsta skogsbilväg och den bortersta dammen ca 400 m.

Fördämning 4

Detta objekt vilket ligger mitt i Skrytholmsströmmarnas åtgärdsområde för lekgrus, består av en 20 m lång sten/blocktröskel som sannolikt är konstgjord. Eventuellt har där funnits en damm, alternativt en bro eller vattenövergång av något slag. Just denna del av Skrytholmsströmmarna var torrlagd under inventeringen och en åtgärd av detta objekt kommer endast i fråga om ett tillräckligt stort flöde kommer att uppnås på platsen i framtiden.

Fördämning 3, bestående av en 20 m lång blocktröskel som kommer att vara nivåhållande vid ett framtida högre flöde.

Åtgärdsförslag

Tröskeln bör med grävmaskin rivas ner till en nivå som medgör lämplig genomströmning i förhållande till parallella fåror i Skrytholmsströmmarna, samtidigt som man förbereder för ett lekområde som ska anläggas direkt ovan nacken. Med maskinen på plats kan man med fördel också passa på att biotopvårda området genom att sprida ut överskottsstenar från fördämningen i strömmen, samt att luckra upp bottnarna av denna. Åtgärd av denna fördämning är lågprioriterad och skulle inte ha föreslagits om avståndet från närmsta skogsbilväg varit längre än 130 m.

Fördämning 5

Maskinövergång i Båtforsströmmen.

Den 5e fördämningen utgörs av en konstgjord, låg stentröskel som korsar nacken av Båtforsströmmen vilken är en utpekad åtgärdssträcka för lekgrus. Konstruktionen är kopplad till en väg och används därmed högst sannolikt som vattenövergång för maskiner. Förutom vissa körskador i själva huvudflödet så påträffades det även grävskador på land, samt i en liten, västligt liggande sidofåra. Vid en tappning vid Storgysingen på 100 m^3/s och däröver kommer denna passage vara obrukbar för maskiner, vilket gör en återställning än mer angelägen

Åtgärdsförslag

Återställ älvbotten vid körvägen, och andra skador åsamkade av vägbyggnationen. Bl.a. ett söndergrävt parti av den lilla sidofåran där man tycks ha inhämtat fyllningsmaterial. Det är även viktigt att tillse att denna fåra vilken i övrigt är opåverkad ges en tillräcklig genomströmning. I övrigt gäller det att återställa rensningsskador, luckra bottnar, samt att förbereda biotoperna för lekgrustillförsel.

Fördämning 6

Denna fördämning finns i den nedre delen av Båtforsströmmarnas allra nordligaste gren och består av en korsande maskinkörväg försedd med en alldeles för liten vägtrumma. Även om denna skulle gå full så är det lilla flöde som erhålles är alldeles för litet för att hålla den bitvis intressanta sträckan nedströms vid liv.

Underdimensionerad, endast 0,6 m vid vägtrumma.

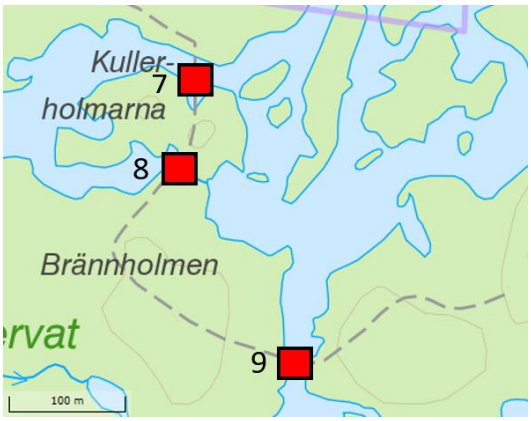
Exempel på mycket fin, men torrlagd biotop nedströms.

Åtgärdsförslag

Trumman föreslås bytas ut mot en valvbåge och en naturlig vattendragsbotten om vägen ska finnas kvar. Om inte bör vägbanken grävas upp för att därigenom skapa en naturlig bäckfåra. Oavsett lösning så ska bredden på passagen anpassas till det förutbestämda, flödesanpassade flödet. Denna åtgärd bör prioriteras högt bland de olika fördämningarna i Båtforsområdet, inte minst för att en maskinkörväg redan leder till platsen.

Fördämning 7, 8, 9

Dessa tre, närliggande fördämningar består av två konstgjorda stentrösklar i älvfåran, samt en stenfördämning. Trösklarna ligger inom Kullerholmsströmmarnas åtgärdsområde för lekgrus, medan stenfördämningen finns strax söder därom. I samtliga fall handlar det om konstruktioner som uppförts för fordonstransport, även om fördämningen numera endast tycks användas som gångstig. Denna stenvall utgör för övrigt en onaturlig avspärrning mellan Båtforsströmmarnas norra förgreningssystem och huvudflödet strax uppströms Tungforsen.



Översiktkarta över fördämningar 7, 8, 9.

Fördämning nr7, bestående av en lång stentröskel/maskinväg.

Fördämning 8 är också en lång stentröskel/maskinväg.

Fördämning nr 9, en ca 35 m lång och 0,5 m hög stenvall.

Åtgärdsförslag

Vid en tappning vid Storgysingen på 100 m^3/s och däröver kommer denna passage vara obrukbar för fordon, vilket gör återställningar av åtminstone objekt 7 och 8 angelägna. Här bör trösklarna rivas samtidigt som älvbottnen och skador åsamkade av vägbygget repareras. Om vägen rivs ner på höjden så finns det goda möjligheter att bredda strömnackarna till ursprungligt skick. Man bör även passa på att förbereda nackarna för lekgrusutläggning, samt optimera uppväxtmiljöer för laxfisk kring dessa.

Vad gäller objekt 9 så bör en utrivning övervägas även om åtgärden har en lägre prioritet- något som inte minst beror på att denna fördämning sannolikt översvämmas vid höga flöden. En positiv effekt av en utrivning skulle i alla fall vara att mer vatten skulle strömma in i Kullerholmsströmmarna från huvudflödet, samt att bättre konnektivitet och fiskvandringsmöjligheter skulle erhållas däremellan. Åtgärder av alla dessa hinder underlättas genom att en maskinkörväg redan leder till platsen.

Fördämning 10

Det här objektet finns i inloppsnacken till den lilla Nälingenströmmen vilken är utpekad som åtgärdsområde för lekgrustillförsel. På platsen vilken även utgör ett mindre inlopp till Båtforsströmmarnas huvudflöde finns en minst 50 m lång stenvall som troligen fungerat som damm eller bro. Vallen är dock i mitten utriven till en 5 - 6 m bred öppning där vattnet strömmar kraftigt. Eventuellt har detta gjorts för att öka avbördningen från Storgysingens kraftstation, vilken rakt uppströms ligger ca 700 m från platsen.

Delar av den långa stenvall som korsar Nälingenströmmens nacke.

Åtgärdsförslag

Även om denna fördämning inte medför några problem för fiskvandring så finns där stor utvecklingspotential. Den största består i att sänka av och breda ut nacken och strömmen till sin fulla ursprungliga bredd vilket även innefattar att strömsätta torrlagda sidofåror. I arbetet ingår även förberedande biotoparbeten inför lekgrusutläggning. En försvårande omständighet för denna åtgärd, är att det är 800 m till närmsta väg från platsen.

Källförteckning

Dom 1991-05-15	DVA 44 i mål VA 23/86 och VA 56/90
1952-05-30	Fiskeriintendent C. Puke, avskrift
Biotopkartering vattendrag	HaV: s undersökningstyp, version 2:0, 2017-04-04
Anna Hagelin	Proj. ledare LIV/Länsstyrelsen Gävleborg, via e-mail
Bevarandeplan Båtfors 2017	Länsstyrelsen Uppsala Län, 2017-03-31
Kartmaterial	©Lantmäteriet, https: https://kso.etjanster.lantmateriet.se/

Biologisk återställning av två provytor i Dalälven, Sevedskvarn respektive Gysinge

Anders Bruks

Länsstyrelsen
Gävleborg

Biologisk återställning av två provytor i Dalälven, Sevedskvarn respektive Gysinge.

,

Anders Bruks

Sammanfattning

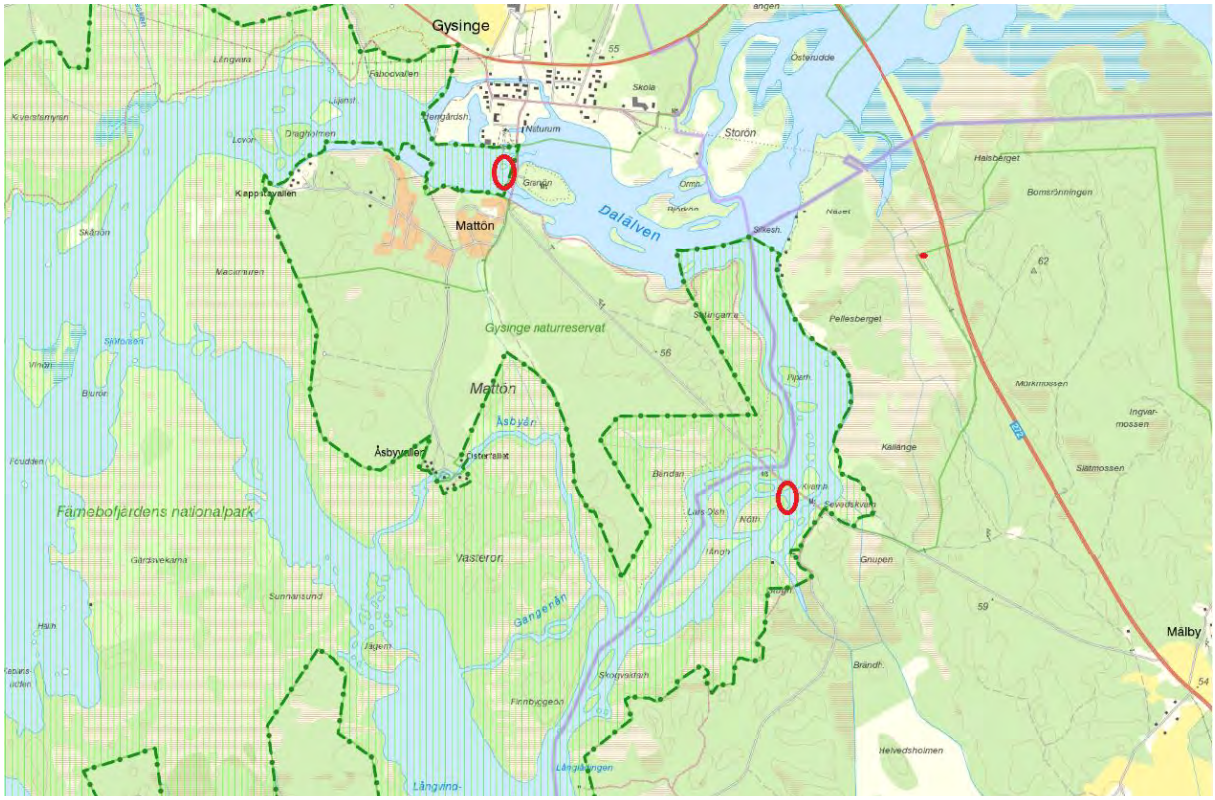
Under tre dagar har två ytor om ca 500 m^2 maskinellt (*och manuellt*) återställts/optimerats i Dalälven, dels uppströms Granön i Gysinge och dels mellan Nöt- respektive Kvarnholmen vid Sevedskvarn.

Genom att återföra rensat material har den täckta strömvattenbredden ökat och detsamma gäller den vattentäckta bottenytan vilken ökat än mer. Dessa tillstånd är mest påtagliga vid Nötholmen där rensningarna också var mest tydliga.

Lokalen i Gysinge där återställningsmöjligheterna var mer begränsade har björkved och lekmaterial (*naturgrus*) tillförts området i ett mer optimerande försök.

Bakgrund

Länsstyrelsen i Gävleborgs län önskade utföra miljöförbättrande åtgärder på två provytor i Dalälven (Fig. 1).



Figur 1. Ytorna som definierats för miljöförbättrande åtgärder.

Efter kommunikation skedde ett första möte på plats den 4 maj 2016 där Länsstyrelsen Gävleborgs län presenterade sina önskemål och funderingar rörande möjligheterna att genomföra projektet. Även tillstånden till insatsen – om möjlig – redovisades från Länsstyrelsen.

Att genomföra arbetet ansåg konsulten, VattenBruks AB, vara fullt möjligt. Länsstyrelsen uttryckte ett önskemål om ett snart utförande och en ambition om åtgärder till juni månad sattes upp. Av diverse orsaker kom dock åtgärderna inte att utföras förrän under augusti månad.

Utförande

Sevedskvarn

Detta parti var tydligt rensat med blocken förpassade dels Nötholmen och dels Kvarnholmen (Fig. 2). Insatserna som här utfördes kan i princip beskrivas som konventionell och modern återställning utförd med larvgrävare (Fig. 3). Materialet återfördes och nivån i grenarna lyftes och vattnet spreds över en större yta och en sedan länge förlorad variation återskapades (Fig. 4). En viktig del i detta arbete var att öka vattenföringen mot Kvarnholmen, vilket framgår tydligt i figur 4.

Figur 2. Åtgärdsområde före insats.

Figur 3. Larvgrävaren under arbete vid Sevedskvarn.

Figur 4. Åtgärdsområde efter insats.

En definierad bristmiljö i dessa storkvillriga områden har ansetts vara mindre substrat. Värt att notera är därför att det i samband med maskininsatsen kom fram relativt stora mängder grus och småsten (Fig. 5).

Figur 5. Grus och småsten från älvbottnen.

Gysinge

Om åtgärderna vid Sevedskvarn var av mer konventionellt slag så var de i Gysinge inte det. Här fanns inga större spår efter rensningsaktivitet (Fig. 6), utan här blev det att tillföra material, dels grus och småsten och dels ved. I princip rent optimerande insatser.

Att få ut detta material var svårt eftersom redan etableringen blev svår och av detta följde givetvis stora problem att bära ut sten- och vedmaterialet.

Det grus och den ved som ändå kom ut i älvgrenen gav åtminstone ett synbart intressant resultat (Fig. 7 (*under vatten*) & Fig. 8 (*vy*).

Figur 6. Åtgärdsområde före insats.

Figur 7. Grus och ved på Dalälvens botten vid Granön.

Figur 8. Åtgärdsområde efter insats.

Vid etableringen till detta område skadades en kabel och asfalten gick sönder, vilket innebar stora merkostnader.

Kostnadsredovisning

Budgeten för detta arbete uppgick till 100 000 kr där 25 % planerades täcka planering och arbetsledning och resterande skulle täcka maskin och materialkostnader.

Tyvärr så kan det konstateras att kostnaderna vida överstiger det tänkta, dels genom det som hände vid Gysinge, men främst pga. maskintransporten vilken blev ohemult dyr (tabell 1). För kostnaderna avseende asfalt och räckesmontering har ännu ej fakturor erhållits och de kostnader som redovisas här är uppskattade sådana.

Insatsens totala kostnad landar på 175 523,65 kr.

Objekt	Av maskinentreprenör köpta tjänster (kr)	Eget arbete (maskinentreprenör) (kr)	Av VattenBruks AB köpta tjänster (kr)	Eget arbete (VattenBruks AB) (kr)
Planering, möten och organisation,				3 750,00
Tidsspillan (resor)				1 560,00
Resekostnad				1 898,80
Maskintvätt	3 060,00			
Trailer etablering inkl. förbil	28 840,00			
Hitatchi 350 LC		30 000,00		
Arbetsledning				11 000,00
Tidsspillan (resor)				3 300,00
Resekostnad				5 875,00
Nedmontering räcke	6 000,00			
Lastbil		11 310,00		
Grusmaterial				
Björkar (huggning)	2 700,00			
Björkar (transport)			3 328,00	
Trailer avetablering inkl. förbil	23 262,50			
Elektriker	2 442,00			
Reperation slänt, asfaltjustering	8 879,00			
Inköp asfalt	10 000,00			
Entreprenörsarvode (10 % av 85 183,50)	8 518,35			
Efterarbete				6 600,00
[redacted]	93 701,85	44 510,00	3 328,00	33 983,80

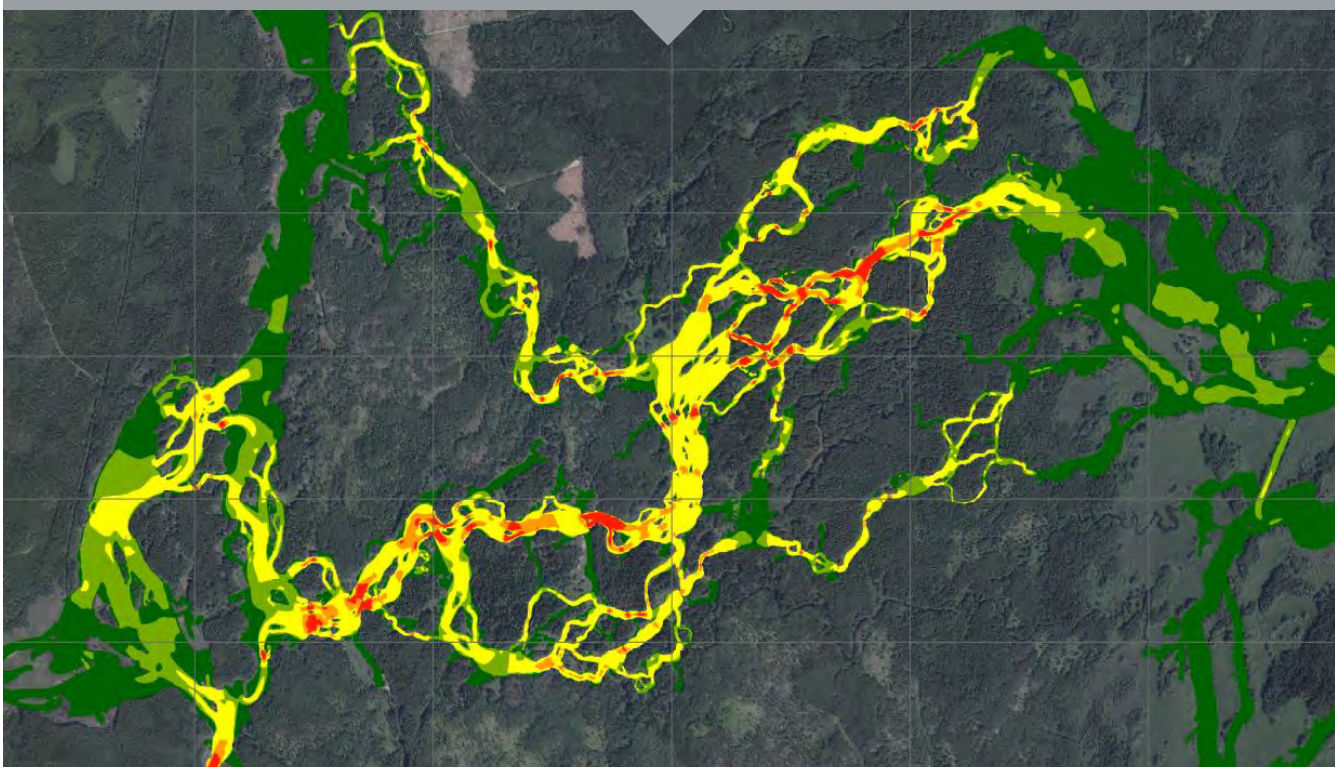
Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell

Norconsult

Länsstyrelsen
Gävleborg

Länsstyrelsen i Gävleborgs län

Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell



Uppdragsnr: 1043302 **Version:** 2
2017-11-27

Norconsult

Uppdragsgivare:	Länsstyrelsen i Gävleborgs län
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Anna Hagelin
Konsult:	Norconsult AB, Bangårdsgatan 13, 753 20 Uppsala
Uppdragsledare:	Magnus Jewert
Handläggare:	Jonas Persson, Marina Alexandrov och Alexander Krusper
Kvalitetsgranskning:	Johan Östberg

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1	2017-09-27	Granskningshandling	Magnus Jewert	Johan Östberg	Petter Norén
2	2017-11-27	Slutrapport	Magnus Jewert	Johan Östberg	Petter Norén

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

En 2-dimensionell hydraulisk modell skapades i programvaran MIKE 21 för att undersöka hur vattennivåer och vattenhastigheter varierar vid olika flöden i Båtforsområdet. Modellresultaten användes till att bedöma möjliga biotoper för lekområden för lax och öring vid en förändrad flödesregim. Modellen som togs fram täcker Båtforsområdet nedströms dammarna i Storgysingen, Lillgysingen och Djupströmmen och det myller av vattenvägar som finns i de centrala delarna ned till Tungsforsen och sträckan där älven samlar sig till randen av modellen vid Klingfors strax uppströms E4-bron. Vattennivådata från en provtappning där 100 m^3/s tappades genom området användes för kalibrering av modellen. Provtappningen dokumenterades dels med 14 st utplacerade trycknivågivare på utvalda platser i vattendraget och dels med drönare som filmade vattenutbredningen vid tillfället.

Modellen byggdes upp som ett flexibelt beräkningsnätverk (flexible mesh). Totalt finns 723 292 st beräkningsnoder i modellen och 1 434 877 st beräkningselement. Storleken på maskorna (mesh) i beräkningsnätet har varierats beroende på vattendragets batymetri och är som finast där naturliga trösklar identifierats. Modellen försågs med inflöde, hydrauliska parametrar och utflödes randvillkor. Inflödesränder finns representerade i modellen för Storgysinge, Lillgysinge, Djupströmmen, Klittylldammarna (Kågbosjön) och kraftverket/Tammån. Uppmätta samband mellan flöden och nivåer vid pegeln i Klingfors har använts för att beskriva nivåförändringar i modellens utflödesrand.

Resultatet av beräkningarna levererades som GIS-data i vektor format för vattenutbredningen samt i rasterformat för vattenhastighet och vattendjup. Kartor i skala 1:15 000 togs fram där vattenutbredning och vattenhastighet visas för de olika beräkningsfallen Q40, Q70, Q100, Q125, Q150 och Q200. Kartorna visar vattenhastigheten i olika intervall med ortofoto över området som bakgrund. Kategorierna valdes utifrån ett antagande om att intervallet 0,2-0,7 m/s är den mest optimala vattenhastigheten i ett lekområde för laxfiskar. Intervallen 0,1 - 0,2 m/s och 0,7-1,0 m/s är godtagbara vattenhastigheter medan klasserna <0,1 m/s och >1,0 m/s är olämpliga som lekområden. Av resultaten framgår att ytan där vattenhastigheten är 0,2-0,7 m/s ökar med 32% vid en tappning av 70 m^3/s jämfört med för 40 m^3/s. För 100 m^3/s ökar den med 69% medan vid 125 m^3/s blir ytan 101% större än vid 40 m^3/s. För 150 m^3/s och 200 m^3/s blir motsvarande siffror 130% respektive 194%.

Det bör påpekas att både vattenhastighet och vattendjup har betydelse för lämpliga ytor för laxfiskars lek och uppväxt medan analysen av vattenförande ytor ovan begränsats till vattenhastighet. Antaganden om djup som tvingats göras i brist på data påverkar också i viss mån de beräknade vattenhastigheterna. Det topografiska underlaget som den hydrauliska modellen byggts upp från har i öppen flack terräng ett medelfel på 0,1 m i höjd och 0,3 m i plan. I Båtforsområdet finns tät vegetation och på sina håll är terrängen blockig och småbruten vilket gör att medelfelet i topodata kan antas vara större.

Kalibreringen mot de med tryckmätare uppmätta vattennivåerna under provtappningen ligger inom 0,1 – 0,2 m vilket ger en viss felkälla. Modellen är kalibrerad för vattenföringen 100 m^3/s och ju större avvikelse flödet i ett beräkningsscenario har desto större blir osäkerheter i resultatet om beräknade nivåer, utbredning och vattenhastigheter för beräkningsfallet. En jämförelse mellan beräkningsresultaten och en dokumenterad utbredning vid annat flöde (än 100 m^3/s) skulle öka tillförlitligheten av resultaten. För högre vattenföringar (> 200 m^3/s) rekommenderas en ny kalibrering av modellen.

Innehåll

1 Inledning **5**
1.1 Syfte 5
1.2 Organisation 5

2 Arbetssätt **6**
2.1 Uppsättning hydraulisk modell 6
2.2 Kalibrering 8
2.3 Val av flödesscenarier 10
2.4 GIS-bearbetning 11
2.5 Kriterier för identifikation av lek- och uppväxtområden laxfiskar 11

3 Resultat **12**
3.1 Hydraulisk modell 12
3.2 Vattenutbredningsskikt 13
3.3 Kartor med vattenhastighet 14
3.4 Analys av lekområden för laxfiskar baserad på vattenhastighet 15
3.4 Felkällor och diskussion 16

4 Referenser **18**

1 Inledning

Båtforsområdet bedöms ha stor potential som lek- och uppväxtområde för laxartad fisk i Dalälvssystemet om flödet förändrades. I början av 1900-talet byggdes Untra kraftverk vilket förändrade den hydrologiska regimen i området. En ny intagskanal skapades där huvuddelen av vattnet i älven leddes in till kraftverket och ett mindre flöde tappades genom den tidigare huvudfåran. Inom projektet LIV studeras förutsättningarna för laxartad fisk i Dalälvssystemet.

1.1 Syfte

Uppdraget syftar till att modellera vattennivåer och vattenhastigheter vid olika flöden i Båtforsområdet. En 2-dimensionell hydraulisk modell har byggts upp från detaljerade terrängdata. Vattennivådata från en provtappning som genomfördes användes för kalibrering av modellen. Provtappningen dokumenterades dels med ett antal utlagda trycknivågivare på utvalda platser i vattendraget och dels med drönare. Resultatet av beräkningarna presenteras som GIS-data för de olika beräkningsscenarierna där vattendjup och vattenhastigheter visas på kartor.

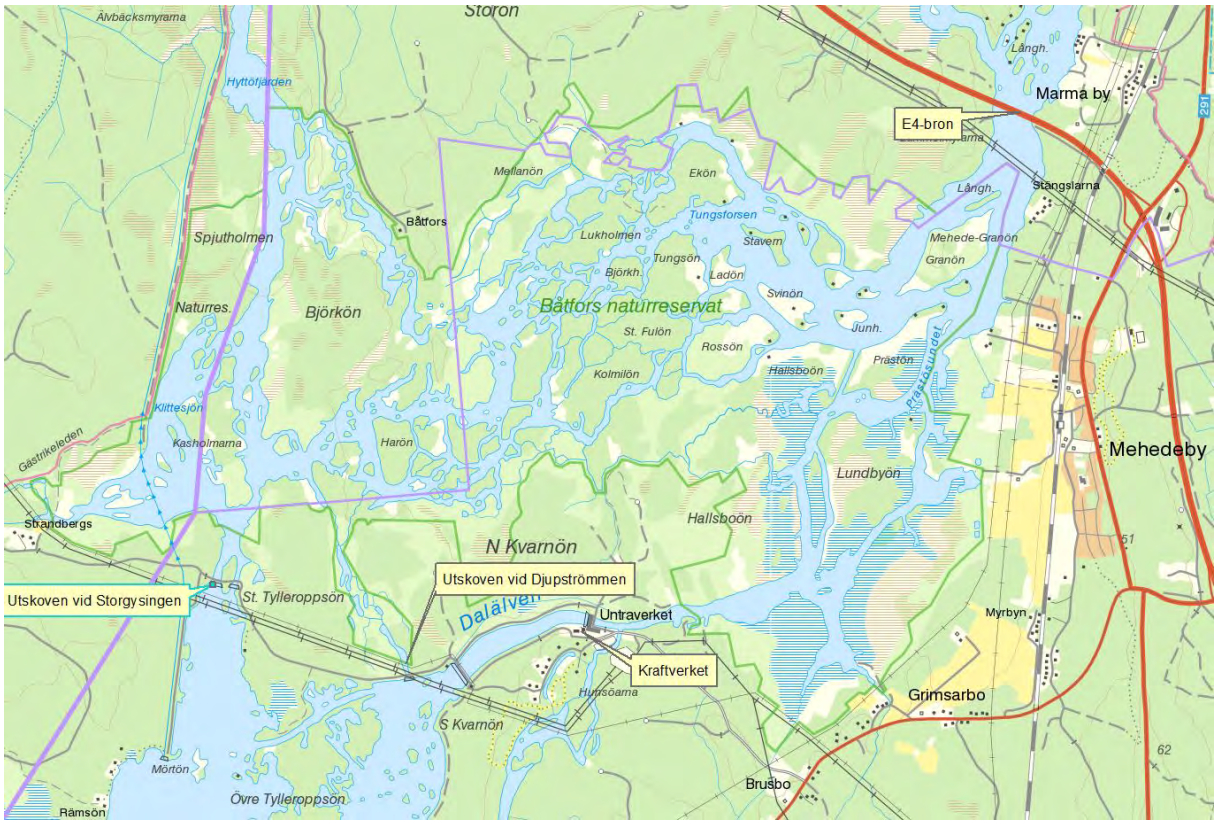
1.2 Organisation

Magnus Jewert har varit projektledare. Jonas Persson har genomfört hydrauliska beräkningar. Magnus och Jonas medverkade under provtappningen. Marina Alexandrov och Alexander Krusper har ansvarat för GIS-data. Johan Östberg har kvalitetsgranskat. Vattenfall Research & Development har genomfört vattennivåmätningar med tryckgivare, fotodokumenterat vattenutbredning vid provtappning med drönare och varit med och planerat upplägg av provtappning. Mats Billstein har ansvarat för VRDs aktiviteter i projektet. Carolina Carlström och David Aldvén har arbetat med mätningar och databehandling från tryckgivare. Mikael Östlund och Joakim Smedlund har fotodokumenterat provtappning med drönare. Marco Blix på Fortum fotodokumenterade också med drönare under provtappningen.

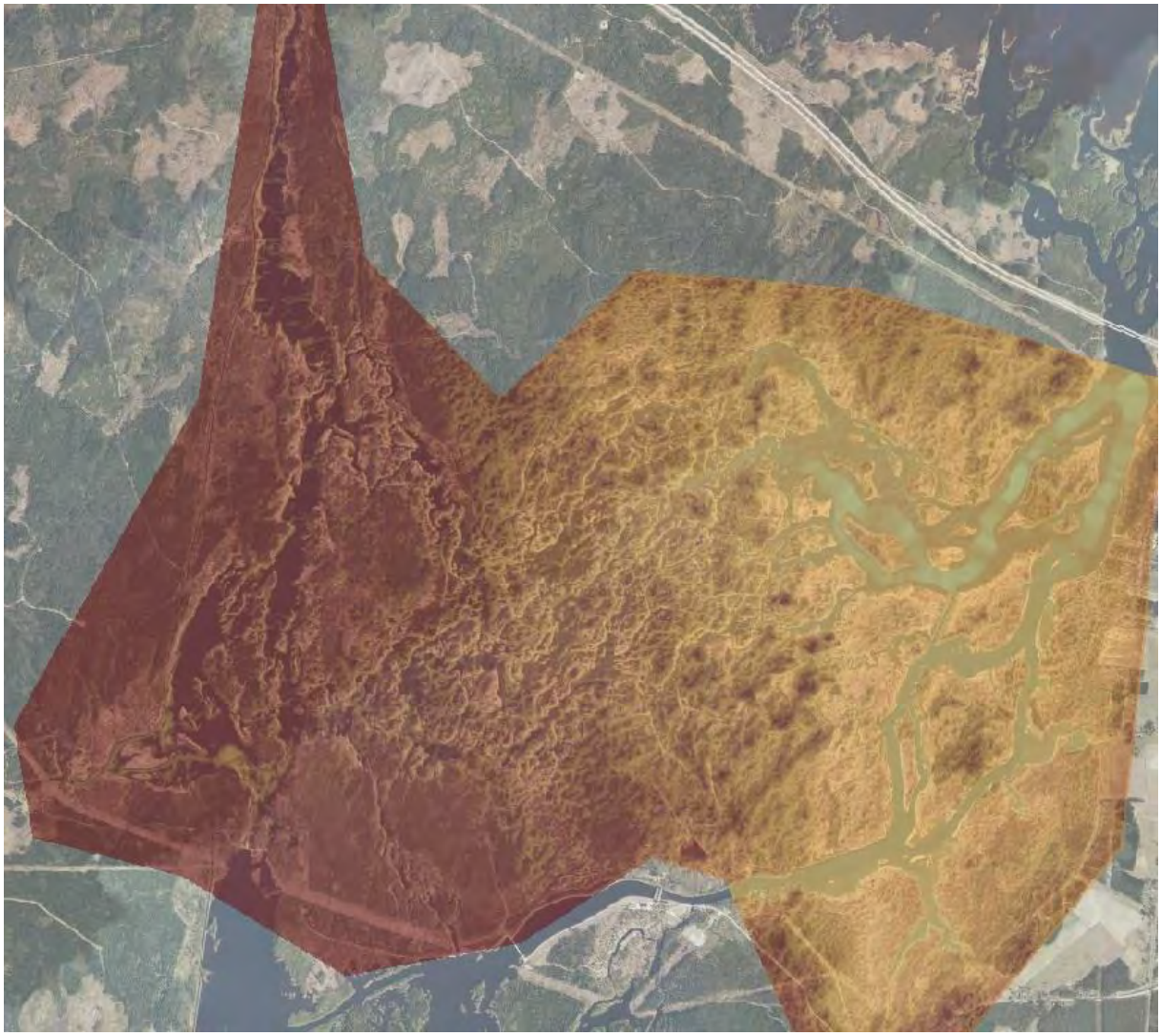
2 Arbetssätt

2.1 Uppsättning hydraulisk modell

En 2-dimensionell hydraulisk modell har skapats i programvaran MIKE 21 [1], [2]. Modellen täcker Båtforsområdet nedströms dammarna i Storgysingen, Lillgysingen och Djupströmmen med det myller av vattenvägar som finns i de centrala delarna ned till Tungsforsen (vid Tungsön, se figur 1) och sträckan där älven samlar sig till randen av modellen strax uppströms E4-bron. I figur 1 visas en översiktskarta av området.



Figur 1. Översiktskarta av området. Utskoven vid Storgysingen, till vänster i bilden, användes vid provtappning. Det modellerade området som i stort täcker vattenvägarna nedströms dammarna i Untra till strax uppströms E4-bron visas i figur 2.

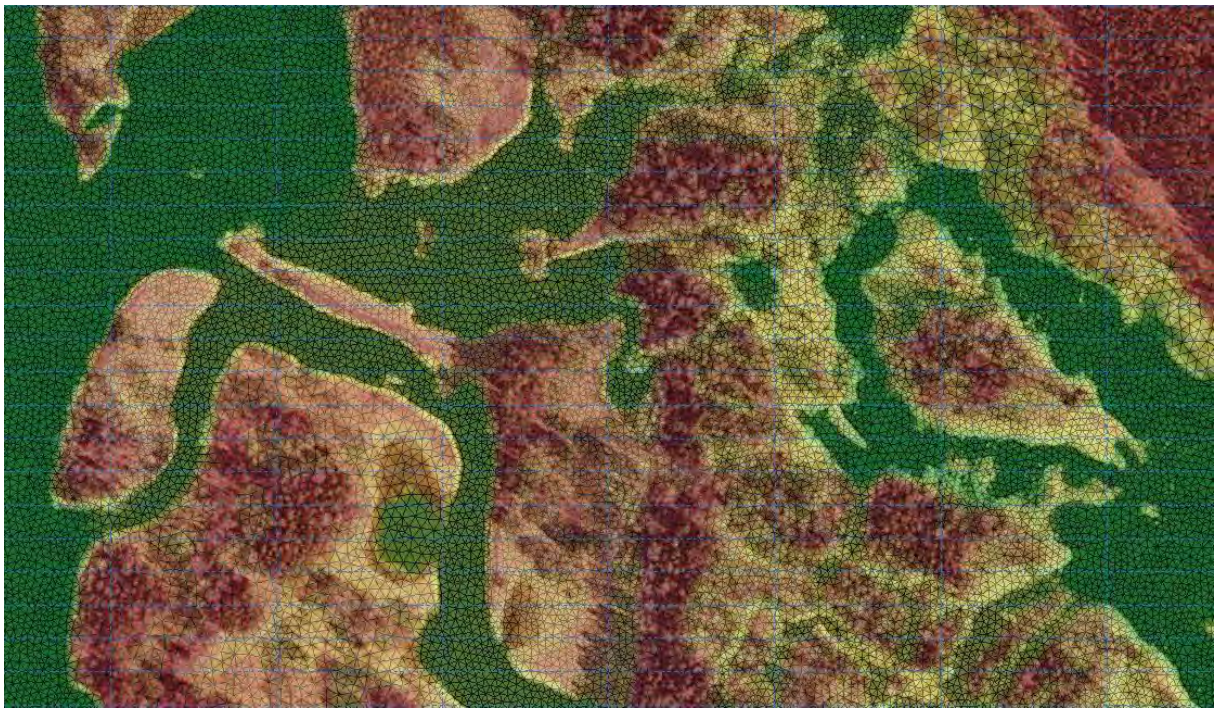


Figur 2. Modellområde med batymetriska data i den hydrauliska modellen som användes i beräkningarna.

Det modellerade området framgår av figur 2. Beräkningsnätet i modellen skapades utifrån terrängdata från nationella höjddatabasen, LAS-data, NNH 2+ [3] och med tillgänglig information om djupförhållanden i vattendraget. Batymetriska data inkluderar ekolodsmätningar [3] och LAS-data som beskriver de naturliga trösklar som kan förväntas uppstå vid ett ökat flöde genom området. Antaganden om djupförhållanden i de delar av området som har vattenutbredning vid dagens flöden gjordes med djup inom intervallet 0,5 - 2,0 m. Upplösningen på terrängmodellen som använts för att skapa den hydrauliska modellen är 1 m. Detaljerade ortofoton användes tillsammans med laserskanningsdata för att bedöma vattendjupet på vissa sträckor.

Modellen byggdes upp som ett flexibelt beräkningsnätverk (flexible mesh, FM). Totalt finns 723 292 st beräkningsnoder i modellen och 1 434 877 st beräkningselement. Storleken på maskorna (mesh) i beräkningsnätet har varierats beroende på vattendragets batymetrin och är som finast där naturliga trösklar identifierats. En bild med ett exempel på beräkningsnätverket visas i figur 3. Modellen försågs med inflöde, hydrauliska parametrar och utflödes randvillkor. Inflödesränder finns representerade i modellen för Storgysinge, Lillgysinge, Djupströmmen, Klittylldammarna (Kågbosjön) och kraftverket/Tammån.

Utflödesranden ligger vid Klingfors där Fortums pegel är belägen strax uppströms om E4-bron. Uppmätta samband mellan flöden och nivåer vid pegeln har använts för att beskriva nivåförändringar för modellens utflödesrand. Den hydrauliska råheten är representerad med värden på Mannings tal, M som varierar mellan M=10 och M=25 i modellområdet.



Figur 3. Ett detaljerat utsnitt ur modellområdet där ett exempel på beräkningsnätverket visas.

I beräkningarna användes tidssteg inom intervallet 0,01-5 s. För parametern ”Flood and Dry”, som beskriver när en torr yta översvämmas och under vilka förhållanden hydrauliska parametrar ska användas för att beskriva strömningen sattes värderna i beräkningarna till 0,005/0,05/0,1 m.

2.2 Kalibrering

Ett urval av kalibreringspunkter gjordes med hjälp av en tidigare studie [4] där historiska vattenutbredningar studerats med avseende på svämskog. Totalt placerades 13 st givare ut på mellan 25 och 50 cm djup och givarnas höjd dokumenterades. Givarna ställdes in så att värden var 30 minut registrerades. Modellen kalibrerades så att beräknade nivåer vid givarlägena fick en avvikelse inom maximalt 0,1 – 0,2 m för ett flöde om 100 m^3/s jämfört med vattennivåmätningarna. I kalibreringen av modellen användes dokumentation från provtappning med drönarflygning. Ett exempel på fotografi från flygningen visas i figur 4. Givarlägena framgår av bild i figur 5a och 5b.

Figur 4. Bild ifrån drönardokumentationen av provtappningen. Materialet användes i kalibreringen av modellen.

Figur 5a. Placering för tryckgivare använda i kalibreringen av modellen för lägen uppströms i området. I Figur 5b visas lägen nedströms i området.

Figur 5b. Placering för tryckgivare nedströms i området använda i kalibreringen av modellen. I figur 5a visas lägen för tryckgivare uppströms i området.

2.3 Val av flödesscenarier

Beräkningar har genomförts för 6 st olika scenarion med olika tappning genom Båtforsområdet, se Tabell 1. Flödena valdes av LIV-projektet för att erhålla en spridning på flöden för att visa hur utbredning, vattennivåer och vattenhastigheter kan tänkas variera med flödet. Vattnet antogs i beräkningarna tappas genom utskoven vid Storgysingen. I beräkningarna har ett stationärt flöde antagits och den maximala utbredningen och vattenhastigheterna har dokumenterats för en sådan situation. Minimivattenföringen i Båtforsområdet är 40 m^3/s under maj och juni, 20 m^3/s under juli och augusti samt 10 m^3/s resten av året.

Tabell 1. Scenarion med tappning genom Båtforsområdet.

Beräkningsfall	Flöde genom Båtforsområdet
Scenario 1	40 m^3/s
Scenario 2	70 m^3/s
Scenario 3	100 m^3/s
Scenario 4	125 m^3/s
Scenario 5	150 m^3/s
Scenario 6	200 m^3/s

2.4 GIS-bearbetning

Shape-filer med utbredning av den beräknade maximala vattennivån från de olika beräkningsscenarierna framställdes. Rasterdata för beräknat vattendjup togs fram genom att den modellerade vattennivån jämfördes med batymetriska data i modellen. För att beskriva vattenhastigheter bearbetades data så att beräknade hastighetsvektorer analyserades och en rasterdatafil med hastighetsresultanten togs fram.

2.5 Kriterier för identifikation av lek- och uppväxtområden laxfiskar

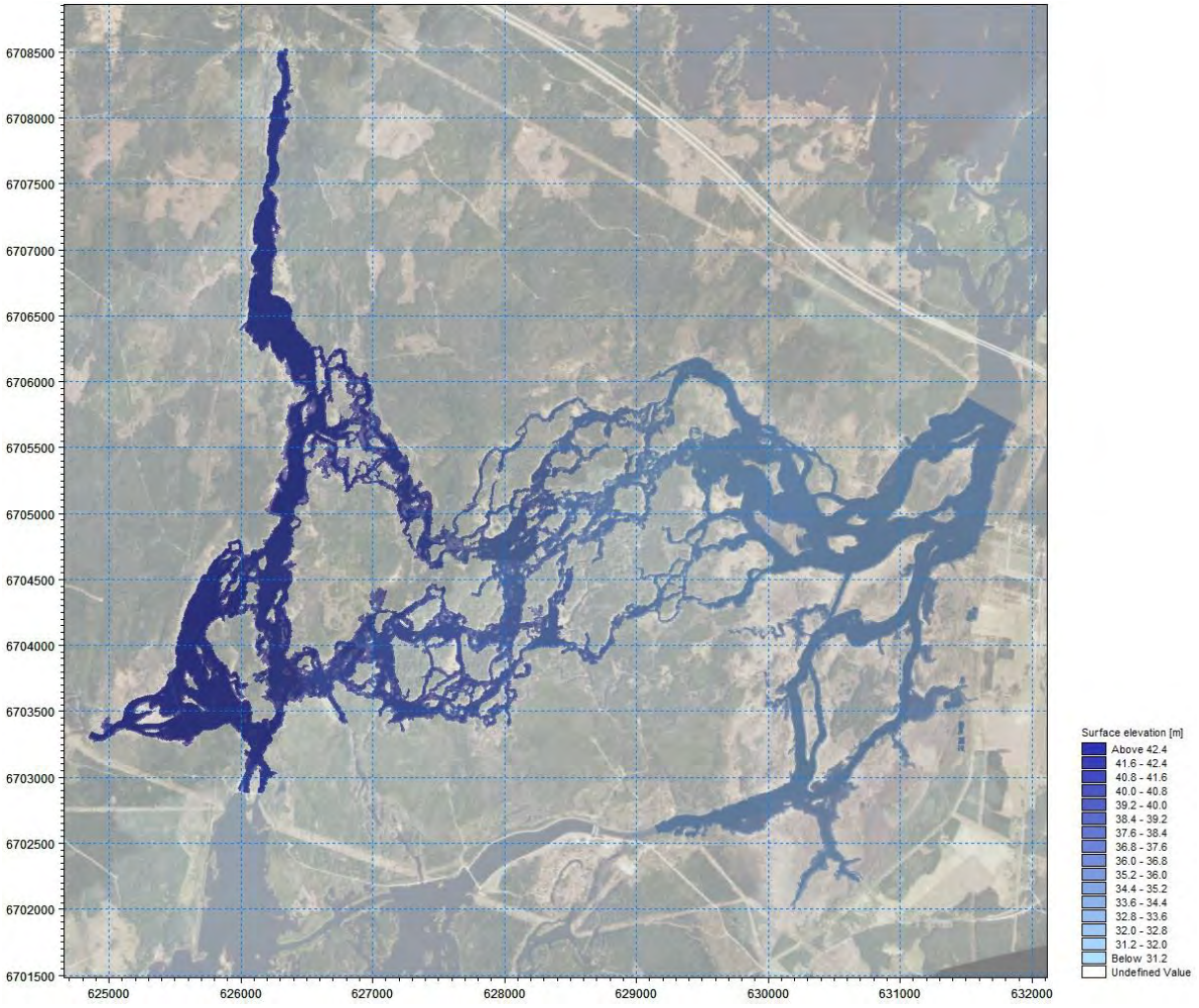
Laxfiskar kräver att både rätt flöde, tillgång till lekgrus och ståndplatser (ställen i det strömmande vattnet där fisken har skydd) finns i området för att reproduktionen ska fungera optimal. Rommen skyddas från predatorer utav det lekgrus som honorna gräver ner rommen i. Genomströmningen av friskt vatten måste också vara hög nog för att skölja rent och syresätta romkornen men inte så hög att romkornen spolas bort. Flödet måste dessutom vara högt nog hela säsongen för att inte riskera att rommen fryser in under vintern eller torrläggs. Slutligen måste ynglen kunna ta sig upp ur lekbädden och hitta ett uppväxtområde där de kan växa till. För att klara dessa miljökrav krävs ett komplext habitat med varierande djup och flöden. Normalvärden för lekområden för öring och lax är 0,1-0,7 m djup, 0,2-0,7 m/s vattenhastighet och ett dominerande substrat med en diameter på 10-80 mm. Andelen fint material (<2mm) bör inte överstiga 10%. Större fiskar klarar högre vattenhastighet, djup och grövre substrat. Lax klarar också högre vattenhastigheter och djup jämfört med öring.

Kategorierna i GIS-klassningen av ytor valdes utifrån ett antagande om att intervallet 0,2 - 0,7 m/s är det mest optimala vattenhastigheten i ett lekområde för laxfiskar. Intervallen 0,1 - 0,2 m/s och 0,7- 1,0 m/s är godtagbara vattenhastigheter medan klasserna < 0,1 m/s och > 1,0 m/s är olämpliga som lekområden.

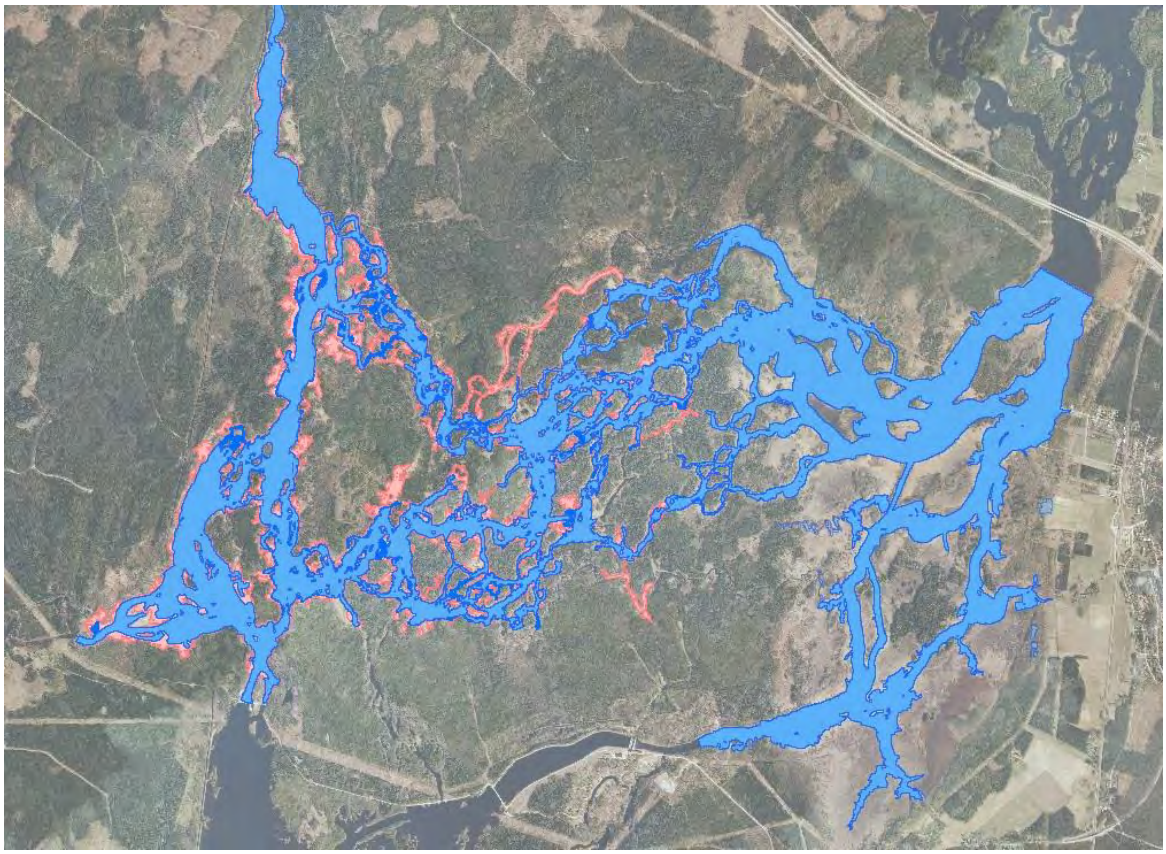
3 Resultat

3.1 Hydraulisk modell

En Mike21 modell över Båtforsområdet togs fram. Modellen byggdes upp som ett flexibelt beräkningsnätverk (flexible mesh, FM) utifrån terrängdata från nationella höjddatabasen, LAS-data, ekolodsmätningar och antaganden om djupförhållanden. Storleken på maskorna (mesh) i beräkningsnätet varierar beroende på vattendragets batymetri och är som finast där naturliga trösklar identifierats. I avsnittet ”2 Arbetssätt” beskrivs modellens egenskaper, antal beräkningspunkter, randvillkor och inflöden utförligare. I figur 6 visas den beräknade vattenutbredningen i området vid 100 m^3/s. I figur 7 beskrivs skillnaden på utbredning av två flödesscenarier.



Figur 6. Bild ifrån den beräknade vattenutbredningen i Båtforsområdet vid 100 m^3/s.



Figur 7. Bild på skillnaden av den beräknade vattenutbredningen i Båtforsområdet vid 40 m^3/s (blå färg) och 70 m^3/s (rödaktig färg).

3.2 Vattenutbredningsskikt

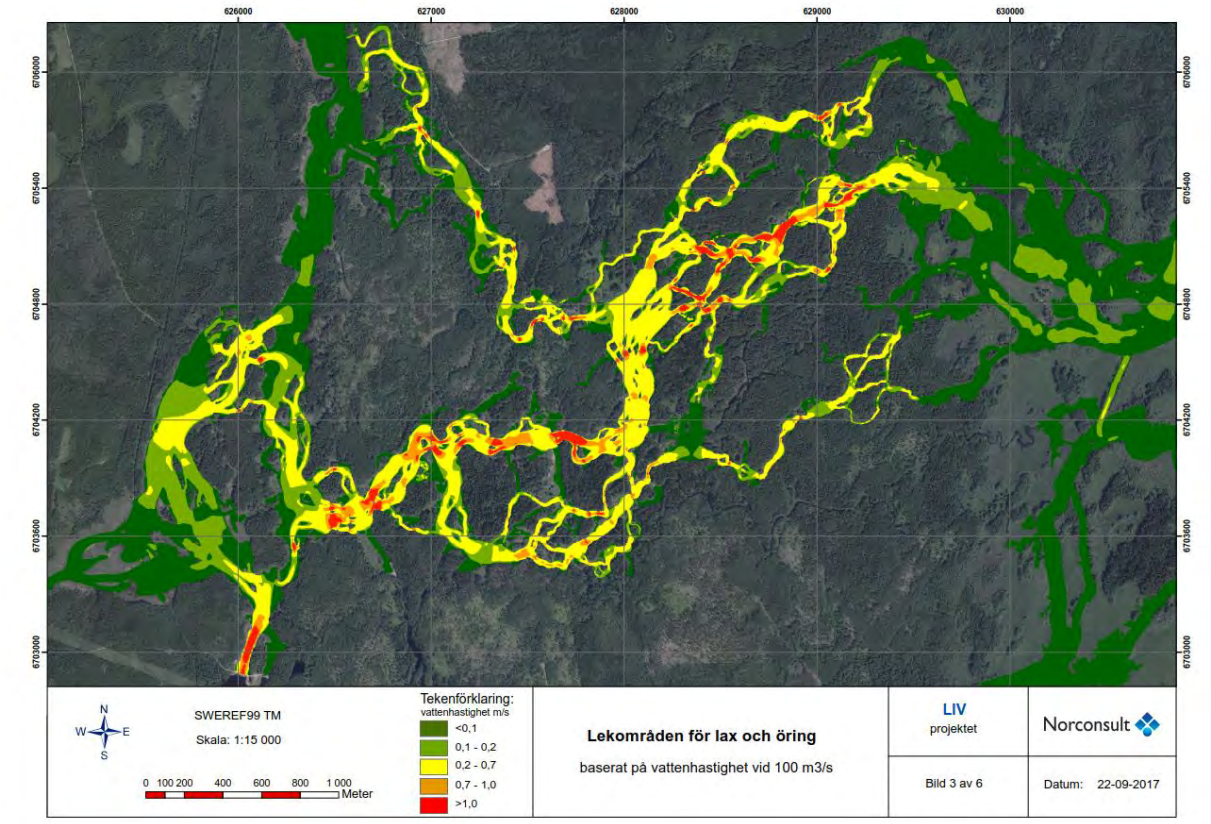
Resultatet från den hydrauliska modelleringen Mike21 har bearbetats i ArcGIS [4]. Utbredningsskikt med nivåer och vattenhastigheter har tagits fram för respektive scenario. Data beskriver en situation med beräknade stationära flöden i området. I tabell 2 nedan listas levererade filer:

Tabell 2. Levererade GIS-filer, vektor och raster-data med vattenutbredning, vattenhastighet och vattendjup.

Beräkningsfall	Vektordata utbredningl	Rasterdata hastighet	Rasterdata vattendjup
Q_{50}	Q50_utbredning.shp	Q50_Velocity_ResGIS	Q50_WaterDepth_ResGIS
Q_{70}	Q70_utbredning.shp	Q70_Velocity_ResGIS	Q70_WaterDepth_ResGIS
Q_{100}	Q100_utbredning.shp	Q100_Velocity_ResGIS	Q100_WaterDepth_ResGIS
Q_{125}	Q125_utbredning.shp	Q125_Velocity_ResGIS	Q125_WaterDepth_ResGIS
Q_{150}	Q150_utbredning.shp	Q150_Velocity_ResGIS	Q150_WaterDepth_ResGIS
Q_{200}	Q200_utbredning.shp	Q200_Velocity_ResGIS	Q200_WaterDepth_ResGIS

3.3 Kartor med vattenhastighet

I GIS-data med vattenhastighet för de olika beräkningsfallen användes för att skapa kartor i skala 1:15 000 där vattenutbredning och vattenhastighet visas för de olika beräkningsfallen Q40, Q70, Q100, Q125, Q150 och Q200. Kartorna visar vattenhastigheten i olika intervall, <0,1 m/s, 0,1-0,2 m/s, 0,2-0,7 m/s, 0,7-1,0 m/s och >1,0 m/s med ortofoto över området som bakgrund. I bilaga 1 visas kartorna med den modellerade vattenhastighet för de olika beräkningsfallen. I figur **8** visas framställd karta för flödet Q100.



Figur 8. Karta med vattenhastighet för flödet Q_{100}.

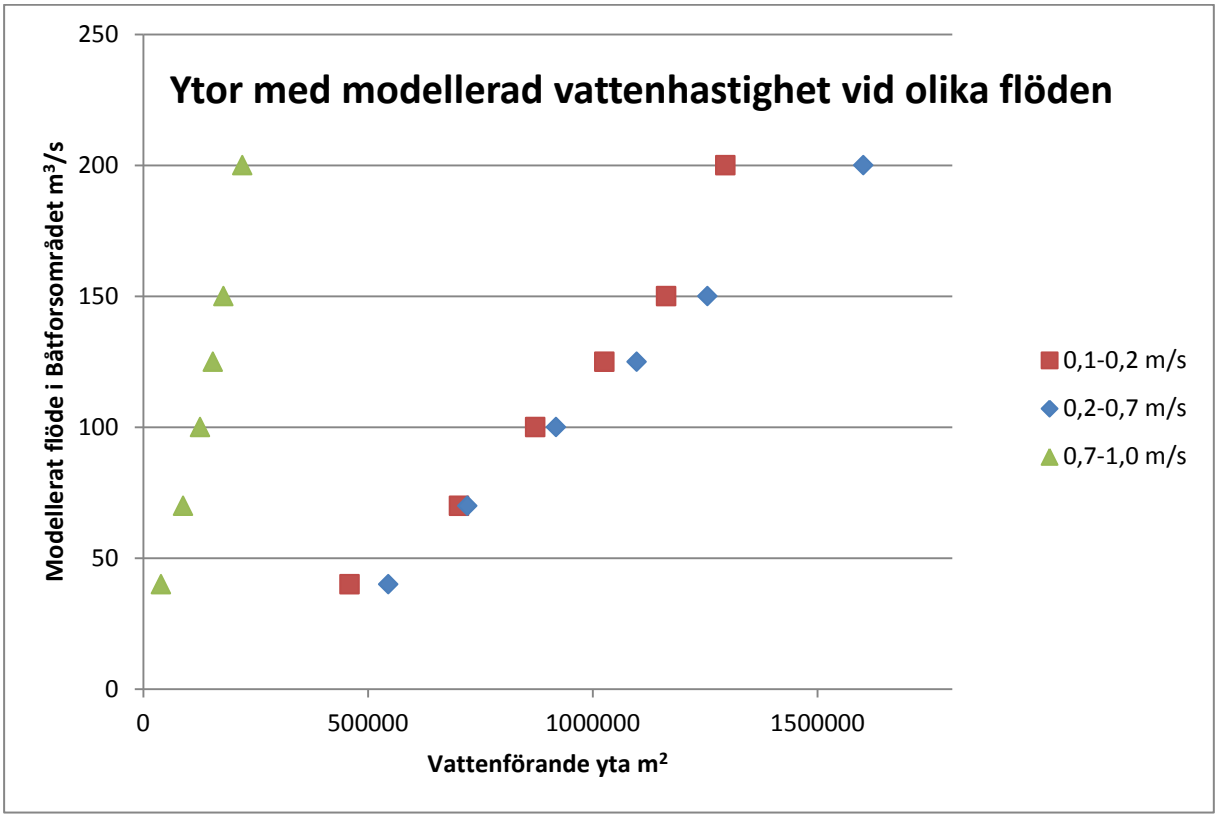
3.4 Analys av lekområden för laxfiskar baserad på vattenhastighet

Den modellerade vattenhastigheten i området användes för att uppskatta ytor där lek av öring och lax skulle kunna ske. I tabell 3 visas hur stora ytor i modellområdet olika intervaller av beräknad vattenhastighet har. I figur 9 visas grafiskt hur storleken på ytan med beräknad vattenhastighet i Båtforsområdet förändras för de olika beräkningsfallen. Ytan är i figur 9 liksom i tabell 3 summerad baserad på olika intervall av vattenhastigheter. I avsnittet ”2 Arbetssätt” finns en kort bakgrund till val av de klasser av vattenhastigheter som analyserats.

Tabell 3. Ytor med den beräknade vattenhastigheten i Båtforsområdet.

Vattenhastighet	< 0,1 m/s	0,1-0,2 m/s	0,2-0,7 m/s	0,7-1,0 m/s	>1,0 m/s
Beräkningsfall	m^2				
Q40	4514607	459496	545160	39324	21180
Q70	4100788	702416	721208	88980	40696
Q100	3759567	872316	918768	126252	69100
Q125	3592055	1026301	1097904	155139	89503
Q150	3434718	1163372	1255703	178507	116953
Q200	3391662	1295241	1602360	220325	160236

Av resultaten framgår att ytan där vattenhastigheten är 0,2-0,7 m/s ökar med 32% vid en tappning av 70 m^3/s jämfört med för 40 m^3/s. För 100 m^3/s ökar den med 69% medan vid 125 m^3/s blir ytan 101% större än vid 40 m^3/s. För 150 m^3/s och 200 m^3/s blir motsvarande siffror 130% respektive 194%.



Figur 9. Ytor med beräknad vattenhastighet i Båtforsområdet för de olika beräkningsfallen summerat på olika intervall av vattenhastigheter.

3.4 Felkällor och diskussion

Det bör påpekas att både vattenhastighet och vattendjup har betydelse för lämpliga ytor för öring och lax lek och uppväxt medan analysen av vattenförande ytor ovan begränsats till vattenhastighet. Vattendjup finns modellerade men osäkerheter i batymetriska data för områden som täcks av vatten vid minimitappning gjorde att vi valde att basera analysen på enbart vattenhastigheter. Man kan dock anta att stora områden är grunda och att större delen av den yta som karterats med vattenutbredning t ex vid flödet 100 m^3/s bör ligga i djupintervallet 0,1-0,7 m. Antaganden om djup som tvingats göras i brist på data påverkar också i viss mån de beräknade vattenhastigheterna.

Det topografiska underlaget som den hydrauliska modellen byggts upp från har i öppen flack terräng ett maximalt medelfel på 0,1 m i höjd och 0,3 m i plan. I Båtforsområdet finns tät vegetation och på sina håll är terrängen blockig och småbruten vilket gör att medelfelet i topodata kan antas vara större.

Vid Klingfors ligger nivån på ca +33,00 vid utbyggnadsvattenföringen i älven (420 m^3/s). Vattennivåerna i Båtforsområdets centrala delar tycks vara relativt oberoende av vattennivån i Klingfors vid de undersökta flödena. Som en jämförelse låg vattennivån, vid iläggningen av tryckgivarna då 10 m^3/s tappades genom området, vid kalibreringspunkt 2 ca 1200 m nedströms dammen på +40,0. Vid tryckgivarlägena 3-5, i de centrala delarna av området låg vattenytan på +35,8 - +36,1.

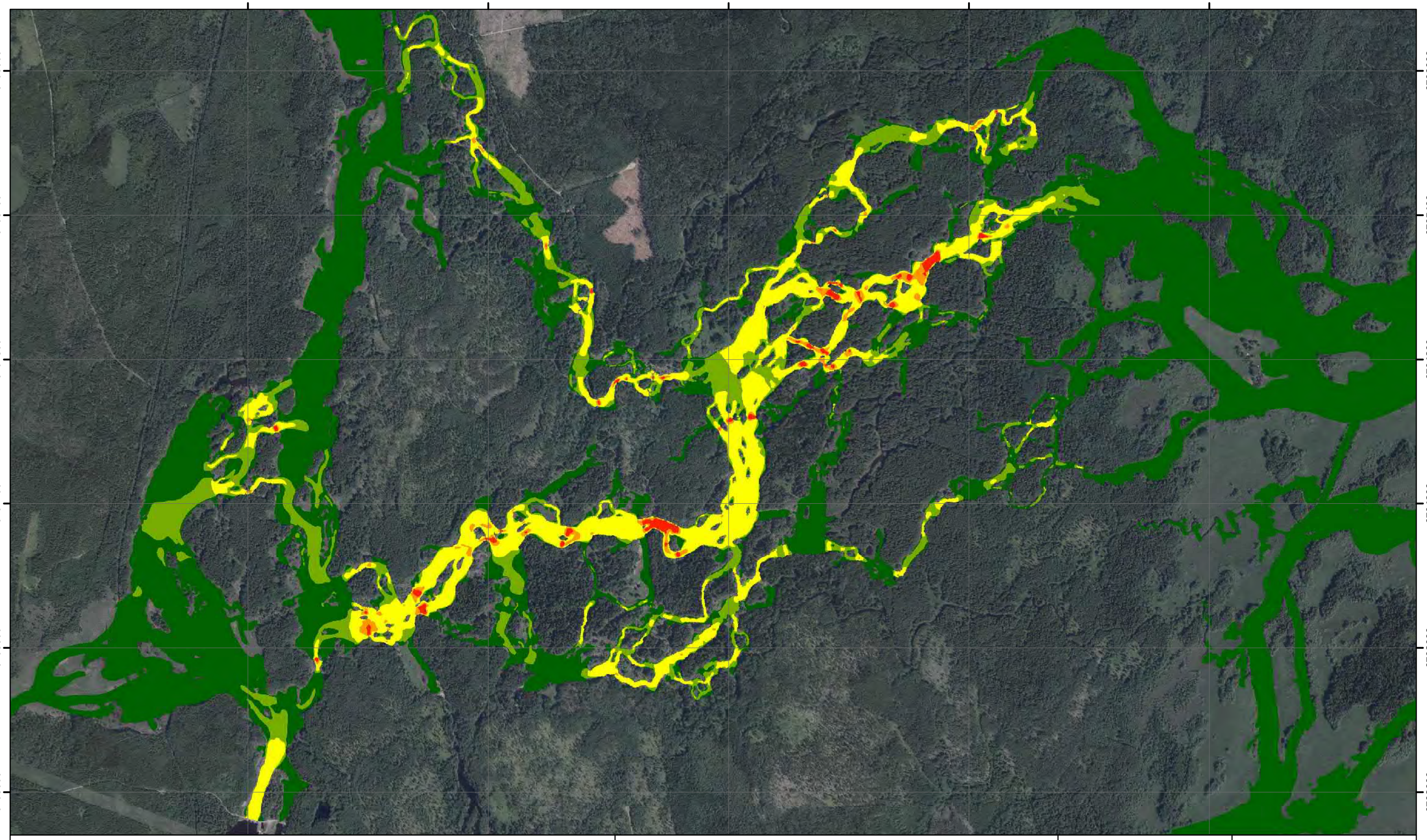
Kalibreringen mot de med tryckmätare uppmätta vattennivåerna under provtappningen ligger inom 0,1–0,2 m vilket ger en viss felkälla. Kalibreringspunkterna är valda för att beskriva vattennivåer som styrs av de viktigaste bestämmande sektionerna i området men osäkerheten i resultaten ökar i viss mån med avståndet till kalibreringspunkterna. Modellen är kalibrerad för vattenföringen 100 m^3/s och ju större avvikelse flödet i ett beräkningsscenario har desto större blir osäkerheter i resultatet om beräknade nivåer, utbredning och vattenhastigheter för beräkningsfallet. En jämförelse mellan beräkningsresultaten och en dokumenterad utbredning vid annat flöde (än 100 m^3/s) skulle öka tillförlitligheten av resultaten. För högre vattenföringar (>200 m^3/s) rekommenderas en ny kalibrering av modellen.

4 Referenser

[1] Danish Hydraulic Institute. MIKE 21 Reference Manual. 2016.
[2] Danish Hydraulic Institute. MIKE 21 User Guide. 2016.
[3] Lantmäteriet. GSD-Höjddata, grid 2+. 2016.
[4] Fortum. Ekolodning av vattenvägen nedströms Untra kraftverk.
[5] Per Eriksson, Personligt meddelande om vattenutbredningar vid höga flöden i Båtforsområdet. Kartor baserade på flygbildstolkningar (lantmäteriet) och statistik på flöden mm. Upplandsstiftelsen. 2016.
[6] ESRI. ArcGIS 10.3. 2016.

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000



N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 40 m3/s

LIV
projektet

Norconsult

Bild 1 av 6

Datum: 22-09-2017

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000

N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 70 m3/s

LIV
projektet

Norconsult

Bild 2 av 6

Datum: 22-09-2017

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000

N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 100 m3/s

LIV
projektet

Norconsult

Bild 3 av 6

Datum: 22-09-2017

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000

N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 125 m3/s

LIV
projektet

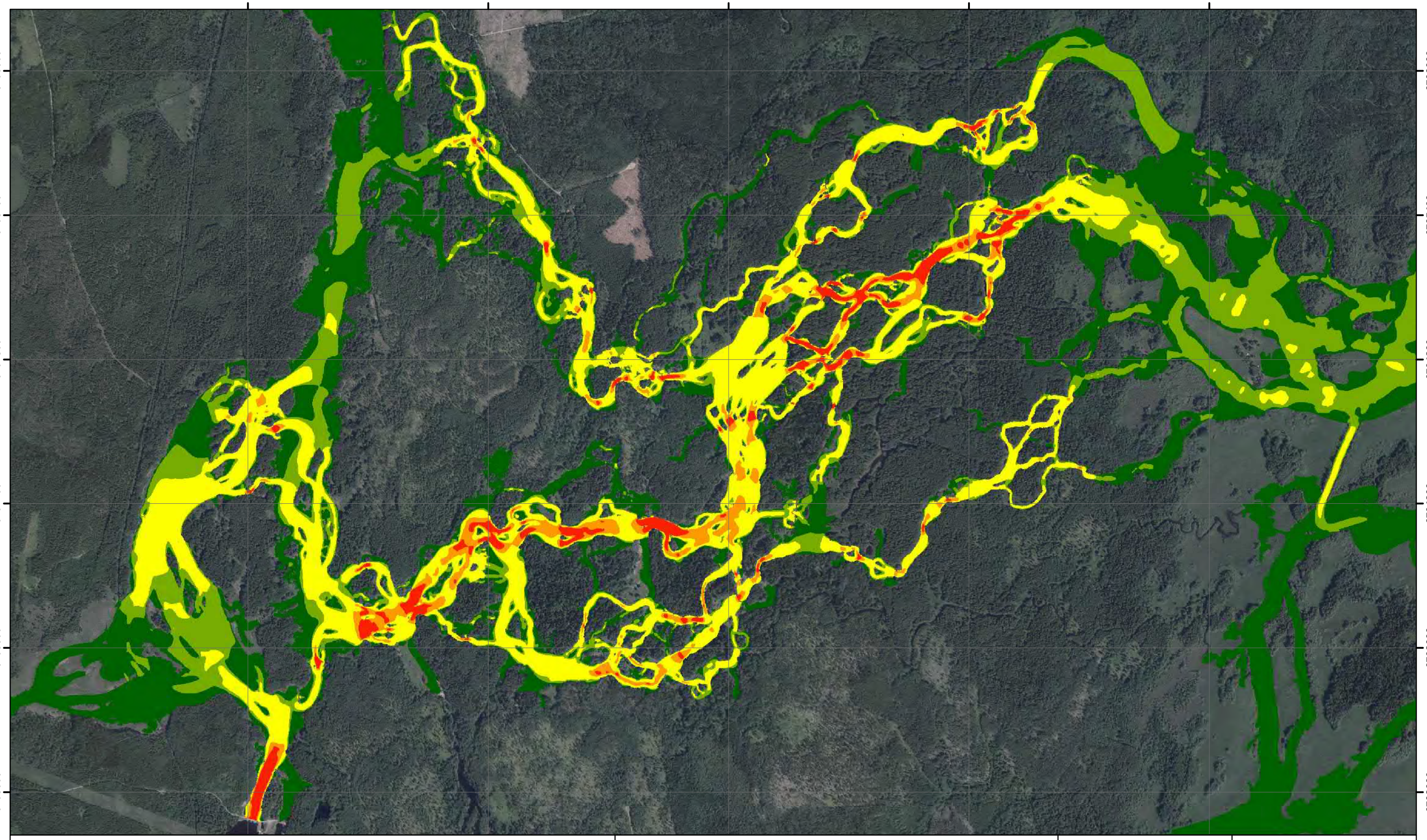
Norconsult

Bild 4 av 6

Datum: 22-09-2017

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000



N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 150 m3/s

LIV
projektet

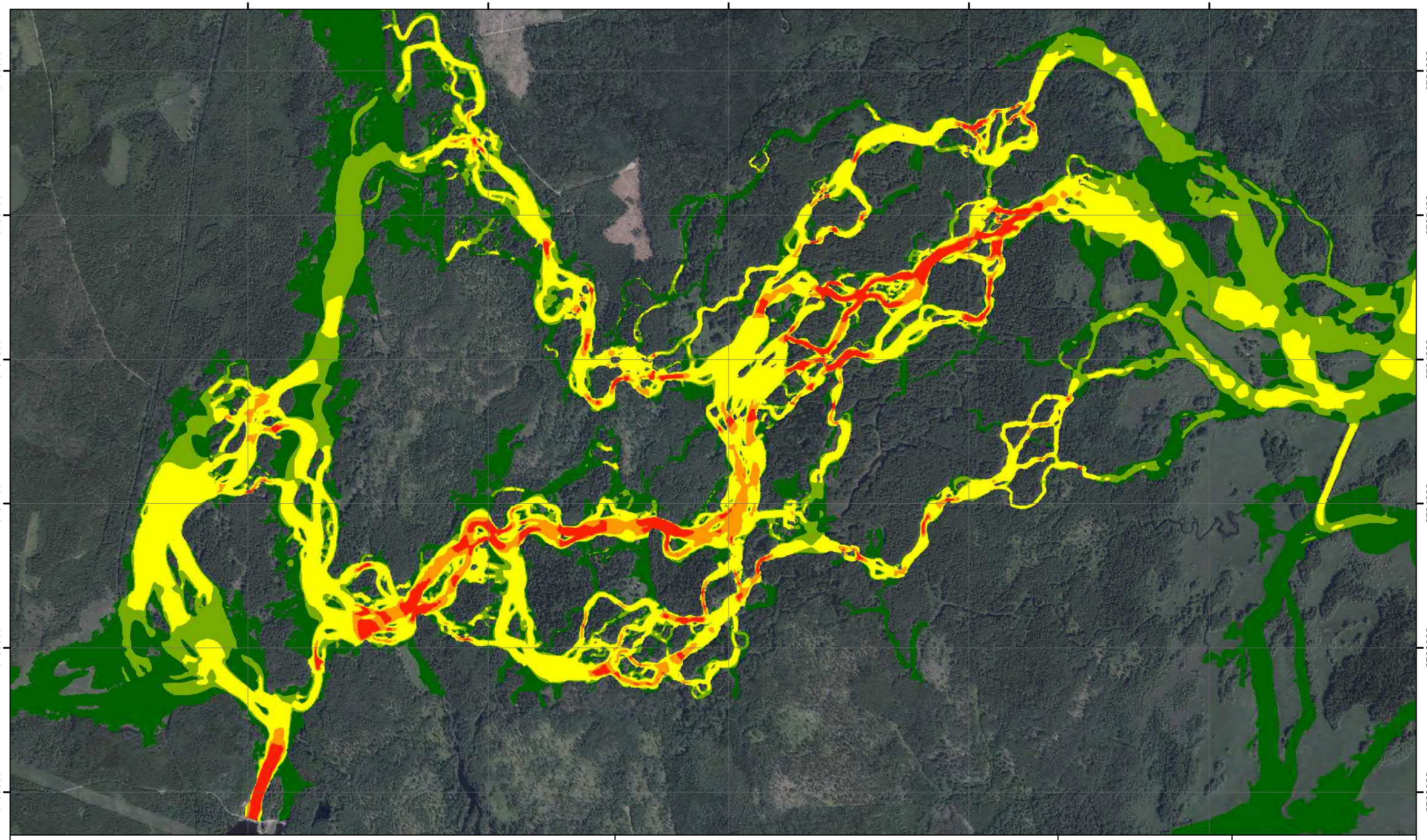
Norconsult

Bild 5 av 6

Datum: 22-09-2017

626000 627000 628000 629000 630000

6706000 6705400 6704800 6704200 6703600 6703000



N
W E
S

SWEREF99 TM

Skala: 1:15 000

0 100 200 400 600 800 1 000
Meter

Tekenförklaring:
vattenhastighet m/s

- <0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,7
- 0,7 - 1,0
- >1,0

Lekområden för lax och öring

baserat på vattenhastighet vid 200 m3/s

LIV
projektet

Norconsult

Bild 6 av 6

Datum: 22-09-2017

Lekbeståndsmål och Populationsmodellering i nedre Dalälven

Anna Hagelin

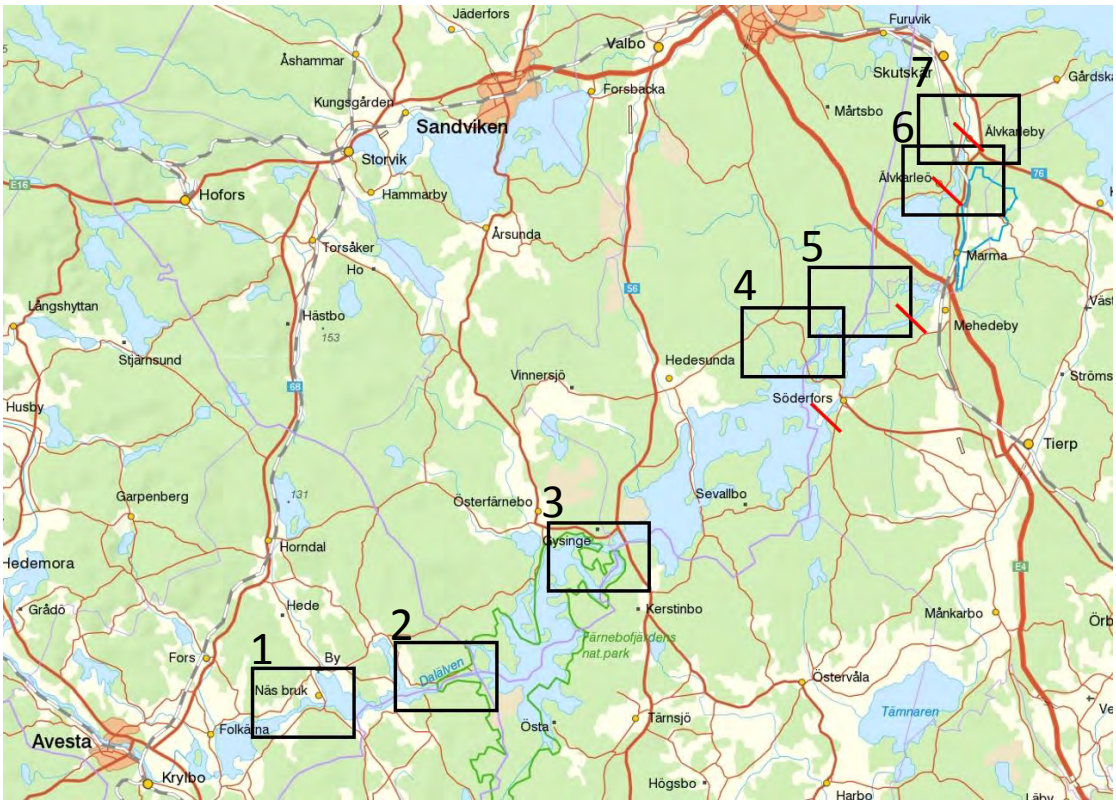
Länsstyrelsen
Gävleborg

Lekbeståndsmål och populationsmodellering

Inom LIV projektet har vi valt att titta på nedre Dalälvens reproduktionskapacitet på två sätt. Dels genom att titta på habitatens kvalitet och därifrån sätta upp lekbeståndsmål vilket ger information om hur många romkorn som krävs för att man ska utnyttja älvens potential (Hindar m.fl., 2007, Finstad m.fl., 2009, Museth m.fl., 2015). Vi har också använt en populationsmodell utvecklad av Kjell Leonardsson, SLU, för att se hur många honor som återvänder till lekområdet under definierade förhållanden. Modellen ger möjlighet att utvärdera den potentiella effekten av tilltänkta konnektivitetsåtgärder förbi kraftverk, där det finns lämpliga lek- och uppväxtområden uppströms vandringshindret. Rimligheten i de resultat som erhålls beror på hur väl underlagsinformationen stämmer med verkligheten och vi har inom projektet gjort flera studier och inventeringar för att öka tillförlitligheten i de slutsatser vi drar. Se delrapporterna Smoltöverlevnad genom fjärdmiljö, Biotopkartering och åtgärdsplaner för nedre Dalälven, Biotopkartering i Båtfors med 2D-hydraulisk modell och Båtforsområdet i Dalälven, Biotopkartering och åtgärdsförslag med fokus på laxartad fisk, för mer information.

Lekbeståndsmål utifrån habitatkvalitet

Med Lekbestandsmål (LBM) menas det antal laxhonor som krävs for att utnyttja den reproduktiva potentialen i en laxälv. LBM for Dalälven har beräknats med samma metod som används i Klarälven (Museth m.fl., 2015) och för norska laxbestånd (Hindar m.fl., 2007). Beräkningarna baseras på resultat från biotopkarteringar (fig. 1) samt parametrar som honornas fekunditet d.v.s. antal romkorn per kilo hona, och ett antaget antal romkorn per kvadratmeter beroende på habitatets kvalitet. LBM ger information om älvens kapacitet för reproduktion utav lax. Med kunskap om älvens potential kan sedan förvaltningsmål sättas upp där överskottet, d.v.s. den mängd fisk som överstiger LBM, blir tillgängligt för uttag genom fiske.



Figur 1. Potentiella lekområden i nedre Dalälven. I ordningen uppströms, 1 Forsboforsen/Leknäsforsen, 2 Härsingen/Balforsen/Tyttboforsen, 3 Gysinge och dess ytor runt Mattön, 4 Bredforsen/Kågbo, 5 Båtfors, 6 Lanforsen och 7 Älvkarleby. Röda linjer representerar kraftverkens position.

North Atlantic Salmon Conservation Organization, NASCO, har definierat bevarandemålet för en laxpopulation som ”den lekbeståndsnivå där rekryteringen signifikant börjar avta” (NASCO 1998). LBM är alltså det antal honor som krävs för att nå denna nivå. Detta antal honor ska dock inte blandas ihop med det antal som krävs för att trygga en långsiktigt hållbar population, vilket oftast kräver färre honor. Inte heller ska LBM blandas ihop med maximal produktion då det inte är ovanligt med tätheter runt 100 romkorn/ m^2 (Jonsson och Jonsson, 2017).

Nedre Dalälven har mycket fina reproduktionsmiljöer, om än något små och fördelade mellan fjärdar. Alla reproduktionsmiljöer från kusten upp till Näs kraftverk har biotopkarterats (se avsnitt; Biotopkartering och åtgärdsförslag). Informationen från biotopkarteringen har sedan legat till grund för den klassificering som gjorts utifrån laxfiskars miljökrav (Gibson 1993, Armstrong m.fl., 2003 och Degerman 2008) Alla ytor har någon förutsättning för reproduktion men klass 1 har lägst klassning och 3 högst d.v.s. bästa förutsättningar för reproduktion. De flesta av dessa miljöer har goda förutsättningar för lax- och öring produktion men skulle kunna förbättras ytterligare genom biotopvårdsåtgärder. Vi har här valt att arbeta med ett genomsnittligt antal romkorn m^2 i de olika habitatklasserna, som de ser ut i dag och som de kan se ut efter åtgärder. Vi har delat in klasserna med; klass 1: 2 romkorn/ m^2, klass 2: 4 romkorn/ m^2, klass 3: 6 romkorn/ m^2. Nedre Dalälven är en produktiv älv med fina uppväxtmiljöer varför vi har valt ett ganska högt antal romkorn för lekbeståndsmålen. För att veta hur många honor som behövs för att nå LBM behöver man också veta

honornas fekunditet och storlek. I Dalälven väger laxhonorna i snitt 6,98 kg (info från centralfisket SLU) och de har 1450kg romkorn/kg honlax, vilket ger en fekunditet på 10112 romkorn/hona.

Överlevnaden från romkorn till smolt varierar mellan vattendrag (Symons 1979, Bley och Moring 1988) och vi har här valt att visa antalet romkorn vid 1% och 2% överlevnad. Faktorer som påverkar överlevnaden är miljöfaktorer under romstadiet där övervintrande rom kan frysa, kvävas av finmaterial, syrebrist pga. lågt flöde etc. Överlevnaden sjunker också med smolt ålder, så individer som smoltar senare har en lägre överlevnad. När ett lekbestånd ökar i storlek förväntas inflytandet av täthetsberoende faktorer, som konkurrens, bli större vilket ger ett mindre antal smolt/hona jämfört med om antalet lekfiskar varit färre. Täthetsberoende överlevnad kan dock förbättras genom restaurering utav habitat då ett bättre habitat kan hålla fler individer. I en älv som nedre Dalälven, där det idag dessutom saknas laxproduktion, och de stationära öringarna endast finns i mycket låga tätheter, är en överlevnad på 2% inte otänkbar men med en växande population kan den komma att minska.

Under våra beräkningar av LBM har vi använt olika förhållanden;

- Tillgängliga reproduktionsområden som de ser ut idag.
- Tillgängliga reproduktionsområden som restaurerats (se avsnitt biotopkartering och åtgärdsplan för mer info om detta) och därmed fått en högre klassning
- Dagens tillgängliga och restaurerade reproduktionsområden och flödesförändringar vilket ökar ytan tillgängligt habitat då mer vatten fördelas i områden Bredforsen, Kågbo, Båtfors och Lanforsen.

Förhållande 1) Tillgängliga reproduktionsområden som de ser ut idag.

Tabell 1. Areal av olika habitatklasser, innan biotoprestaurering, med de ytor som finns tillgängliga idag, för lax och öring i nedre Dalälven samt antal romkorn/m2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Habitat klass	Antal romkorn/m^2	Areal m^2	Tot antal romkorn	Antal laxhonor	Smolt 2%	Smolt 1%
1	2	227 413	454 826	45	9 097	4 548
2	4	533 468	2 133 872	211	42 677	21 339
3	6	15 000	90 000	9	1 800	900
Tot		775 881	2 678 698	265	53 574	26 787

Baserat på tillgängliga reproduktionsområden, som de ser ut idag, (se avsnitt biotopkartering och åtgärdsplaner för specifika ytors areal) är den totala arealen på 77,6 ha fördelad mellan 22,7 ha (29 %) klass 1 habitat, 53,3 ha (69 %) är klass 2 habitat och 1,5 ha (2%) är klass 3 habitat. Utifrån de arealer som räknats fram, per habitatklass, och med det antal romkorn/m^2 som vi antagit ger det ett LBM, på ca 265 laxhonor. Dessa honor skulle kunna producera mellan 26 787 – 53 574 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (tab 1).

Om vi delar upp de arealer vi beräknat på olika delområden inom nedre Dalälven så får vi en uppfattning om var det bör produceras mest laxfisk. Om vi börjar uppströms inom området nedan

Näs kraftstation och kusten, med de förutsättningar som råder idag, så finner vi att Forsboforsen och Leknäsforsen hamnar på ett LBM på ca 26 honor. Härsingen, Balforsen och Tyttboforsen hamnar på ca 52 honor. Gysinge och områdena runt Mattön, d.v.s. Sevedskvarn, Långlådingen, Fräningen, Sjöforsen och Lisslen får ett LBM på ca 110 honor och Bredforsen når 12 honor. I Älvkarleby får Kungsådran ett LBM på 16 honor, den åtgärdade bäcken in genom campingen får 0,3 honor och den större ytan nedan utloppskanalen når ett LBM på 37 honor. Dock ska här nämnas att ytan nedströms utloppskanalen är starkt påverkat utav vattenreglering och ligger här som ett klass 1 område men det är tveksamt om reproduktion är möjlig utan åtgärder, även om förutsättningar finns, se Biotopkartering och åtgärdsplaner för mer info. Övriga ytor är mindre områden i systemet som tillsammans bildar omkring 2,7 ha och når ett LBM på 10 honor (tab 2).

Tabell 2 . Areal av olika habitatklasser, innan biotoprestaurering, med de ytor som finns tillgängliga i de olika delområdena i nedre Dalälven idag, för lax och öring samt antal romkorn/m2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Område	habitatklass	Antal romkorn/m^2	Areal m^2	Tota antal romkorm	Antal laxhonor	Smolt 2%	Smolt 1%
Forsbo/Leknäs	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	66 713	266 852	26	5 337	2 669
	3	6	0	0	0	0	0
Härsing/Balen/Tyttbo	1	2	10 994	21 988	2	440	220
	2	4	130 896	523 584	52	10 472	5 236
	3	6	0	0	0	0	0
Gysinge	1	2	30 220	60 440	6	1 209	604
	2	4	240 738	962 952	95	19 259	9 630
	3	6	14 492	86 952	9	1 739	870
Bredforsen	1	2	87	174	0	3	2
	2	4	29 554	118 216	12	2 364	1 182
	3	6	0	0	0	0	0
Älvkarleby	1	2	184 740	369 480	37	7 390	3 695
	2	4	39 622	158 488	16	3 170	1 585
	3	6	508	3 048	0,3	61	30
Övriga	1	2	1 372	2 744	0	55	27
	2	4	25 945	103 780	10	2 076	1 038
	3	6	0	0	0	0	0
Tot			775 881	2 678 698	265	53 574	26 787

Förhållande 2) Tillgängliga reproduktionsområden som restaurerats (se avsnitt biotopkartering och åtgärdsplan för mer info om detta) och därmed fått en högre klassning

Tabell 3 . Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering med de ytor som finns tillgängliga idag, för lax och öring i nedre Dalälven samt antal romkorn/m2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Habitat klass	Antal romkorn/m2	Areal m^2 efter åtgärd	Tot antal romkorn	Antal laxhonor efter åtgärd	Smolt 2%	Smolt 1%
1	2	0	0	0	0	0
2	4	96 746	386 984	38	7 740	3 870
3	6	679 135	4 074 810	403	81 496	40 748
Tot		775 881	4 461 794	441	89 236	44 618

När vi tittar på den totala ytan efter biotoprestaureringar får vi samma tillgängliga areal på 77,6 ha men med en annan fördelning mellan habitat klasserna. Fördelningen blir nu 0 ha klass 1, 9,7 ha (13 %) klass 2 habitat och 67,9 ha (88 %) blir klass 3 habitat. Utifrån de biotopvårdsåtgärdade arealer som räknats fram, per habitatklass, och med det antal romkorn/m^2 som vi antagit ger det ett LBM, på ca 441 laxhonor. Dessa honor skulle kunna producera mellan 44 618 – 89 236 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (tab 3).

Om vi tittar vidare på de olika delområdena i nedre Dalälven och beräknar LBM efter biotoprestaurering får vi ett högre antal honor/område då ytorna efter förbättringar bör hålla fler honor. Om vi även för detta scenario börjar uppströms så finner vi att Forsboforsen och Leknäsforsen nu får ett LBM på ca 40 honor. Härsingen, Balforsen och Tyttboforsen hamnar på ca 71 honor. Gysinge och områdena runt Mattön, d.v.s. Sevedskvarn, Långlådingen, Fräningen, Sjöforsen och Lisslen får ett LBM på ca 163 honor och Bredforsen når 18 honor. I Älvkarleby räknar vi här med att alla ytor kan komma upp i klass 3 och vi får då ett LBM på 133 honor. Övriga ytor når ett LBM på 16 honor (tab 4).

Tabell 4. Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering, med de ytor som finns tillgängliga i de olika delområdena i nedre Dalälven idag, för lax och öring samt antal romkorn/m², antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Område	habitatklass	Antal romkorn/m²	Areal Efter åtgärd m²	Tot antal romkorn	Antal laxhonor efter åtgärd	Smolt 2%	Smolt 1%
Forsbo/Leknäs	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	3	6	66713	400278	40	8006	4003
Härsing/Balen/Tyttbo	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	64405	257620	25	5152	2576
	3	6	77485	464910	46	9298	4649
Gysinge	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	30882	123528	12	2471	1235
	3	6	254568	1527408	151	30548	15274
Bredforsen	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	87	348	0	7	3
	3	6	29554	177324	18	3546	1773
Älvkarleby	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	3	6	224870	1349220	133	26984	13492
Övriga	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	1372	5488	1	110	55
	3	6	25945	155670	15	3113	1557
Tot			775881	4461794	441	89236	44618

Förhållande 3) Dagens tillgängliga och restaurerade reproduktionsområden och flödesförändringar vilket ökar ytan tillgängligt habitat då mer vatten fördelas i områden Bredforsen, Kågbo, Båtfors och Lanforsen.

Tabell 5. Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering och med de ytor som kan bli tillgängliga genom en förändrad flödesregim, i nedre Dalälven samt antal romkorn/m2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Habitat klass	Antal romkorn/m²	Areal m² efter åtgärd och flödesförändringar	Tot antal romkorn	Antal laxhonor efter åtgärd	Smolt 2%	Smolt 1%
1	2	0	0	0	0	0
2	4	96 746	386 984	38	7740	3870
3	6	1 928 135	11 568 810	1 143	231 376	115 688
Tot		2 024 881	11 955 794	1 181	239 116	119 558

I förhållande 3 har vi räknat på följande flöden i nedre Dalälven;

- Lanforsen, spill i Tensmyragrenen vilket ger en yta på ca 2,1 ha
- Kågbo, spill över klittertyllen ger ca 3,0 ha
- Bredforsen 80 m^3/s under sommar och 30 m^3/s under vinter ger ca 13 ha inklusive ytor vid Viforsen.
- Båtfors 125 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 109,8 ha.

Den totala ytan efter en förändrad flödesregim blir i ovan beskrivna fall 202,5 ha. Fördelning mellan habitat klasserna blir här 0 ha o klass 1, 9,7 ha (5 %) i klass 2 habitat och 192,8 ha (95 %) blir klass 3 habitat. Utifrån de restaurerade arealer som räknats fram per habitatklass, med en förändrad flödesregim och med det antal romkorn/m^2 som vi antagit ger det ett LBM på ca 1 181 laxhonor. Dessa honor skulle kunna producera mellan 119 558– 239 116 smolt vid en smoltöverlevnad på 1-2% (tab 5).

Om vi tittar vidare på de olika delområdena efter biotoprestaurering och med en ändrad flödesregim enligt ovan nämnda storlek och beräknar LBM utifrån detta får vi både ett högre antal honor/ område då ytorna efter förbättringar bör hålla fler honor samt större och fler ytor. Ytorna i Forsboforsen/Leknäsforsen, Härsingen/Balen/Tyttbo och Gysinge påverkas inte utav den förändrade flödesregimen utan behåller sina LBM från scenario 2. Bredforsen ytterligare 10 ha och hamnar på ett LBM på 77 honor. Med denna flödesregim får vi ca 3 ha reproduktionsområde i Kågbo vilket ger ett LBM på 18 honor medans Lanforsens 2,1 ha ger 12 honor. Älvkarleby och övriga ytor påverkas inte och behåller sina LBM från scenario 2 (tab 6).

Tabell 6. Areal av olika habitatklasser, efter biotoprestaurering och med en ändrad flödesregim. Antal romkorn/m2, antal laxhonor som krävs för att nå LBM och antal producerade smolt vid en överlevnad på 2% och 1%.

Område	habitatklass	Antal romkorn/m^2	Areal m^2 Efter åtgärd	Tot antal romkorn	Antal laxhonor efter åtgärd	Smolt 2%	smolt 1%
Forsbo/Leknäs	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	3	6	66 713	400 278	40	8 006	4 003
Härsing/Balen/Tyttbo	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	64 405	257 620	25	5 152	2 576
	3	6	77 485	464 910	46	9 298	4 649
Gysinge	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	30 882	123 528	12	2 471	1 235
	3	6	254 568	1 527 408	151	30 548	15 274
Bredforsen	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	87	348	0	7	3
	3	6	129 554	777 324	77	15 546	7 773
Kågbo	1	2		0	0	0	0
	2	4		0	0	0	0
	3	6	30 000	180 000	18	3 600	1 800
Båtfors	1	2		0	0	0	0
	2	4		0	0	0	0
	3	6	1 098 000	6 588 000	651	131 760	65 880
Lanforsen	1	2		0	0	0	0
	2	4		0	0	0	0
	3	6	21 000	126 000	12	2 520	1 260
Älvkarleby	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	3	6	224 870	1 349 220	133	26 984	13 492
Övriga	1	2	0	0	0	0	0
	2	4	1 372	5 488	1	110	55
	3	6	25 945	155 670	15	3 113	1 557
						0	0
Tot			2 024 881	11 955 794	1 181	239 116	119 558

De flesta områden i nedre Dalälven är på ett eller annat sätt påverkade utav människan. Det finns relativt kraftiga rensningsskador efter flottning och liknande. Älven är dessutom utbyggd med vattenkraft vilket påverkar både genom förlorade habitat och förändrad flödesregim. Dessa aktiviteter, sammantagna, har skapat ett behov at restaurering och flödesförändring för att nedre Dalälven ska nå ett rimligt LBM. Som jämförelse kan nämnas att Östersjöns mest produktiva laxälv, Torneälven, har ett LBM på ca 23 000 honor, Klarälven 1 300 innan åtgärder och 2 100 efter åtgärder

och från Norge kan vi nämna Namsen på 4 300 honor (Palm m.fl., 2017, Museth m.fl. 2015, Hindar m.fl., 2007).

Vanligt är att lax har en könskvot på 60 % honor och 40% hanar (Jonsson och Jonsson 2011) men baserat på information från centralfisket, SLU, har nedre Dalälven istället en könskvot med fler hanar. Vi har därför räknat med 55% hanar i populationen. Detta är dock något som kan komma att förändrar i en framtid med vildlax reproduktion. Våra beräkningar ger att det totala effektiva antalet individer som bör ges möjlighet att vandra upp i nedre Dalälven för lek är omkring 1000 och 3000, beroende på åtgärder och flöden. Detta är dock att ses som ett minsta mått för att alls utnyttja älvens potential. Om man tittar historiskt har Dalälven haft betydligt större uppsteg då upp emot 40 ton laxfisk, dvs ca 2600 honor, fångades i fisket /år (Nordquist m.fl., 1911)

Populationsmodellering

En beräkning utav en populations potentiella utveckling är viktig att göra då det ger möjlighet att utvärdera den tänkbara effekten av tilltänkta konnektivitetsåtgärder vid dammar eller kraftverk på fiskbestånd som initialt endast finns nedströms vandringshindret och där det finns lämpliga lek- och yngeluppväxtområden uppströms hindret. Havsvandrande laxfiskars livscykel är komplex men grundläggande för mängden återvändande lax och havsöring är tidigare års smoltproduktion och efterföljande dödlighet under vandring och i havet (fig 2).

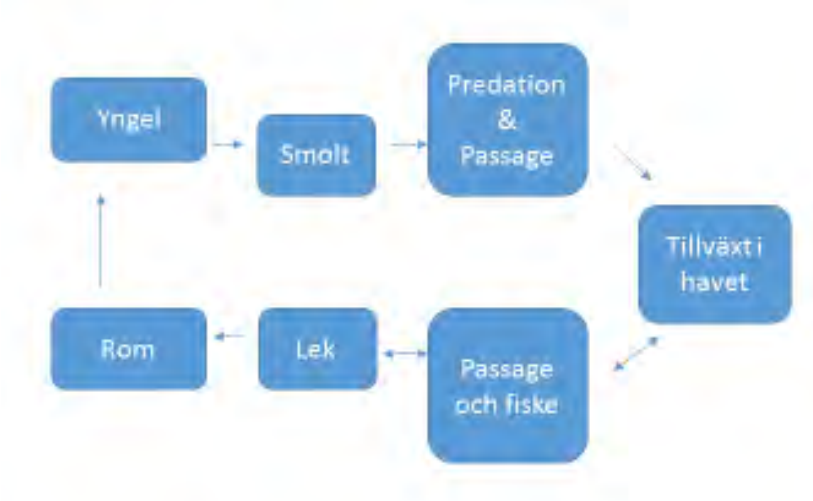


Fig 2, Schematisk bild över havsvandrande laxfiskars livscykel och de svårigheter som individer ställs inför vid olika livsstadier.

För att få ett mått på den potentiella produktionen av fisk krävs både kunskap om tillgången på lämpliga reproduktionsområden och hur väl de vandrande individerna kan ta sig ut i havet som smolt och tillbaka till reproduktionsområdet som lekfisk. Det råder ett jämviktsförhållande mellan reproduktionsytornas storlek och fiskpassagernas effektivitet, vilken kan förskjutas åt det ena eller andra håller beroende på hur hög passageeffektivitet man får. I denna rapport har vi använt en jämviktsmodell för att utreda hur fiskvägar i systemet kan påverka andelen vandringsfisk vid en given areal reproduktionsområde. Modellen ”Analys av förväntade effekter på fiskbestånd efter konnektivitetsåtgärder FiMod1, version 1.1 - Fiskarten saknas uppströms före konnektivitetsåtgärd” är utvecklad av Kjell Leonardsson, vid SLU.

Modellen grundar sig på antaganden att:
1) täthetsberoendet inträffar före 0+ stadiet (med öring och lax som utgångspunkt) och
2) täthetsberoendet följer en Beverton-Holt funktion;

$$\frac{N(0+)= p0*Sum(Fekunitet)}{(1+p0*Sum(Fekunditet)/K)}$$

där p0 är den täthetsoberoende överlevnaden från ägg till 0+ och K den maximala produktionspotentialen.

Hur pålitliga resultaten från modelleringen blir beror på hur väl underlagsinformationen stämmer med verkligheten och vi har inom LIV-projektet gjort en mängd undersökningar vilka stärker beräkningarna som här redovisas. Den information som behövs gäller överlevnadssannolikheter för olika stadier under fiskens livscykel, passageeffektiviter vid kraftverken, fekunditet och ett produktivitetsmått som här uttrycks som antal 0+ (årsyngel) per 100 m^2. Den maximala produktionspotentialen (K) beräknas av modellverktyget utifrån de underlag om arealer med lämpliga habitat och maximala tätheter av 0+ som specificeras. För att hantera osäkerheten i parameterskattningarna har vi här använt en variationskoefficient (CV) för arealer o fekunditet. För sannolikheter o passageeffektiviteter anges min och max.

I modellen beräknas det antal honor som förväntas delta vid lek uppströms fiskvägen/arna när jämvikt uppnåtts. Överlevnadssannolikheterna är troligen de svåraste att skatta, särskilt i en komplex miljö som nedre Dalälven. Vi har därför utfört två studier på utvandrande smolt för att få ett så rättvisande värde som möjligt. Vi har dessutom lutat oss mot de värden som redan finns framtagna i modellen, och som lutar sig mot den vetenskapliga litteraturen. Beräkningarna har slumpats (nSim) 10000 gånger för ett stabilt resultat.

Parametrar som ingår i modellen är;

Areal med lämpliga yngelhabitat
Arealerna med lämpliga habitat är hämtade från den biotopkartering som gjordes inom LIV-projektet (fig 1). Se avsnitt Biotopkartering och åtgärdsplaner för kartor och mer information. Felmarginalen här är representerad av en variationskoefficient på 0,1.

Maximal yngeltäthet 0+ (ind/100m^2)
De maximala tätheterna av 0+ har i vårt fall beräknats utifrån data från Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS) vid SLU. Se bilaga 1 för mer detaljerad information om uträkningen. Ett värde för nedre Dalälven, så som älven ser ut idag, hamnar enligt uträkningar på 63 ind/100 m^2, efter åtgärder förväntas detta dock höjas till 74 ind/100 m^2, vilket är det värde vi valt att använda i våra vidare uträkningar då åtgärdsarbeten redan pågår i älven. Felmarginalen här är representerad av en variationskoefficient på 0,05.

Fekunditet
Information om honors fekunditet har vi fått från Centralfisket, SLU, i Älvkarleby. Vi har räknat fram informationen genom att utgå från antalet ägg i relation till honans vikt. I Älvkarleby är honornas

medelvikt 6.98 kg och de lägger i snitt 1450 romkorn/kg hona. Antalet ägg per kilo hona minskar vanligen med honans storlek, då romkornen är något större hos stora honor än hos små honor. Avkomman från stora romkorn förväntas dock ha något högre överlevnad, men fullständig kunskap om dessa samband saknas. Vi har ingen uppdelning i fekunditet/ålder utan har använt medelfekunditeten 10121 romkorn/hona för både 1a, 2a och 3e gångs lekare. Vi har också satt 3 som max antal lektillfällen då det är ytterst ovanligt att individer lyckas leka mer än så i påverkade system. Felmarginalen här är representerad av en variationskoefficient på 0,05.

Täthetsoberoende överlevnad från rom till 0+
Det totala antal individer som, vid låga tätheter, överlever från ägg till 0+ för hela den preciserade arealen. Värden här har satts till min 0,1 och max 0,4. Felmarginalen hanteras här genom min och max värden.

Överlevnad från 0+ till första lek, p1
Parametrar som anger överlevnaden från 0+ till första lektillfället påverkas av alla typer av dödlighet orsakade av till exempel sjukdomar, svält, predation och fiske. Däremot inkluderas inte dödlighet via passage förbi kraftverk eftersom den dödligheten inkluderas i parametrarna för passageeffektivitet.

Beräkningarna delas här upp mellan; 0+ till smolt, predation på smolt i samband med vandringen, första året i havet och resterande tid till dess att honan är tillbaks i lekområdet. För nedre Dalälven är predation under smoltens utvandring utav stor vikt då fjärdarna skapar miljöer gynnsamma för rovfisk. Vi har därför räkna fram ett värde för varje område, beroende av mur många km fjärsmiljö fisken måste vandra genom på sin väg ut mot havet. Predationsförlusterna har tagits fram från de smoltstudier som gjorts inom LIV-projektet, se avsnitt Smoltutvandring genom fjärdmiljö för mer information.

Vi har använt följande värden från vår vildsmoltstudie där 68% överlevde 12 km fjärd. Den kumulativa överlevnaden räknades sedan ut enligt;

Den 12:e roten ur 0,68 =0,68^(1/12) = 96,84% överlever/km fjärd.

Tabell 7. Den uppmätta överlevnaden/km, från vår vildsmolt studie, varifrån den kumulativa överlevnaden sedan beräknas.

Km Fjärd	Överlevnad/km	Kumulativ överlevnad
38	96,84%	29,52%
38	99,00%	68,26%
19	96,84%	54,33%
19	99,00%	82,62%
51	96,84%	19,44%
51	99,00%	59,90%
56	96,84%	16,56%
56	99,00%	56,96%
12	96,84%	68,02%
12	99,00%	88,64%

Tabell 7 visar resultat från fisk som varit elfiskad, hanterad, hållen i sump och transporterad så värdet 97% överlevnad/km är satt som lägsta värde och 99% som högsta möjliga överlevnad/km. Då vi får olika värden beroende av vilka lösningar vi skapar i älven så redovisas P1 inför varje scenario.

Vuxenöverlevnad mellan två lektillfällen

Skattas genom att dividera antalet andragångslekare vid lek med antalet förstagångslekare för stabila populationer som befinner sig vid jämvikt. I områden som nedre Dalälven finns inga sådana mått då populationen saknas och värdet baseras på den vetenskapliga kunskapsbas som modellen bygger på. Min. värdet är satt till 0,2 och max till 0,4.

Passageeffektivitet nedströmsvandring juveniler

Våra värden här baseras på beräkningar som gjorts av Vattenfall och bygger på hur sannolikt det är att turbinernas blad ska träffa fisken på väg ner. I avsnittet Fiskpassagelösningar finns mer info att hitta om de lösningar som kan vara tänkbara för nedströmspassage, men då vi inte har några siffror på hur effektiva dessa kan tänkas bli har vi valt att räkna på nedströmspassage utan särskilda åtgärder. För de smolt som måste passera fler kraftverk har ett medelvärde använts. De min och max värden för passageöverlevnad vid kraftverken redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Passageöverlevnaden, hög och låg, för smolt som passerar genom turbiner vid kraftverken Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors.

	Hög passageöverlevnad % Smolt	Låg passageöverlevnad % Smolt
Älvkarleby	88	65
Lanforsen	99	98
Untra	89	84
Söderfors	96	93

Passageeffektivitet uppströmsvandrande adulter

De värden vi använt här bygger på de lösningar som tagits fram inom LIV-projektet, se avsnitt Fiskpassagelösningar för mer info. I de fall rekommenderade lösningar genomförs räknar vi på en passageeffektivitet, uppströms, på min 80% och max 95%.

Antal fiskpassager

Är det antal kraftverk fisken behöver passera och skiljer sig åt beroende på var i systemet fisken leker. Inom studie området finns fyra kraftverk, Älvkarleby, Lanfosren, Untra och Söderfors. Gysinge kraftverk bortser vi från här då vi antar att fisken inte går den vägen utan följer vattnet i Gysingeforsarna.

Passageeffektivitet för nedströmsvandrande adulter (kelt)

Våra värden här baseras på beräkningar som gjorts av Vattenfall och bygger på hur sannolikt det är att turbinernas blad ska träffa fisken på väg ner. I avsnittet Fiskpassagelösningar finns mer info att hitta om de lösningar som kan vara tänkbara för nedströmspassage, men då vi inte har några siffror på hur effektiva dessa kan tänkas bli har vi valt att räkna på nedströmspassage utan särskilda åtgärder. För de utlekta individer, kelt, som måste passera fler kraftverk har ett medelvärde använts. De min och max värden för passageöverlevnad vid kraftverken redovisas i tabell 9.

Tabell 9. Passageöverlevnaden, hög och låg, för utlekt fisk (kelt) som passerar genom turbiner vid kraftverken Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors.

	Hög passageöverlevnad % Kelt	Låg passageöverlevnad % Kelt
Äby	79	72
Lanforsen	96	91
Untra	42	58
Söderfors	79	72

I figurer som följer, för varje område, visas det antal honor som området kan producera, vid givna förutsättningar, på y – axeln och passageeffektiviteten för utlekta individer, kelt, på x-axeln. Röd linje visar antalet honor när man inte har flergångslekare med och blå linje inkluderar individer som leker mer än en gång. Högre passageeffektivitet för kelt ger därmed fler flergångslekare. Pilen på x-axeln visar på andelen överlevande kelt vid aktuell beräkning och de streckade linjerna visar inom vilket konfidensintervall beräkningarna ligger.

Syftet med denna modellering är att skapa en bild över vad olika åtgärder i älven kan tänkas ge för resultat med avseende på antal uppvandrande lekfisk. Mängden lekfisk kan påverkas av fiskvägarnas utformning, arealen tillgängliga reproduktionsytor och kvalitén på dessa. I följande scenarion redovisas det antal honor som når respektive lekområde. Fördelningen ger en bild av hur fiskvägar, fjärdmiljöer och arealer påverkar antalet lekfisk. För varje scenario anges det totala antalet honor för varje reproduktionsområde. Vi summerar också det totala antalet lekfisk som når respektive område.

Vi har räknat på två olika scenarion för populationsmodellen;

Scenario 1;

- Biotoprestaurering utförs, se biotopkartering och åtgärdsförslag för mer info.
- Konnektivitetsåtgärder skapas förbi kraftverken Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors. Se avsnittet Fiskpassagelösningar för mer info.

Scenario 2;

Här har vi räknat på rekommenderade konnektivitetsåtgärder men också med ett ändrat vattenflöde i älven, se avsnitt Fiskpassagelösningar för mer info. Flödesförslagen för Bredforsen kommer från Fiskeriverkets utredning Dnr 3361/53-217–99L. För mer information rörande flödesförslag i Båtfors, se avsnitt Hydraulisk modellering i Båtfors.

- Konnektivitetsåtgärder skapas förbi Älvkarleby, Lanforsen och Untra. I vårt förslag leds fisk som nått Untra kraftverk in till Båtfors, varför ingen uppströmspassage är nödvändig vid Söderfors Kraftverk, se avsnitt Fiskpassagelösningar för mer info.

Vi har räknat för följande flöden;

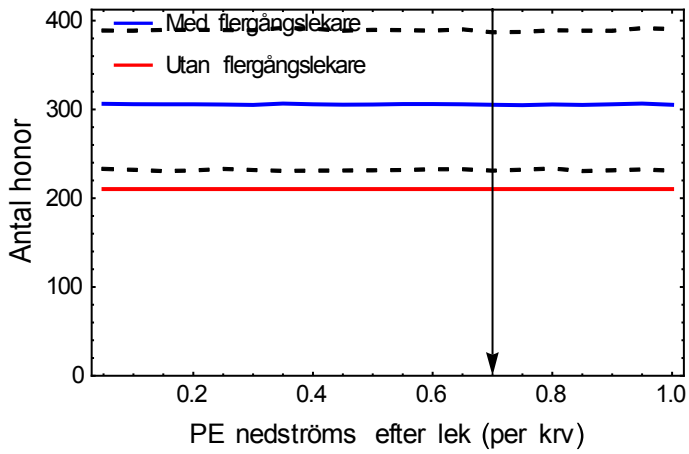
- Lanforsen, spill i Tensmyragrenen vilket ger en yta på ca 2,1 ha
- Kågbo, spill över klittertyllen ger ca 3,0 ha
- Bredforsen 40 m^3/s under sommar och 20 m^3/s under vinter, inkl utrivning av dammen mellan Kvarnön och Björkholmen samt dammarna över laxkaret och Söderkvarn. Med återskapande av forsytor, ger ca ger detta ca 4 ha reproduktionsyta.
- Bredforsen 80 m^3/s under sommar och 40 m^3/s under vinter, inkl utrivning av samtliga spärrdammar ger ca 13 ha reproduktionsyta inklusive ytor vid Viforsen.
- Båtfors; 40 m^3/s under sommar och 40 m^3/s under vinter ger ca 54,5 ha.
  70 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 72,1 ha
  100 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 91,9 ha.
  125 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 109,8 ha
  150 m^3/s under sommar och 60 m^3/s under vinter ger ca 125,6 ha.

Scenario 1;

Ytor för varje område och summering av antalet honor som förväntas nå lekområden sammanfattas i tabell 10. Här redovisas också de p1 värden, d.v.s. överlevnad från 0+ till första lek, som använts för varje område.

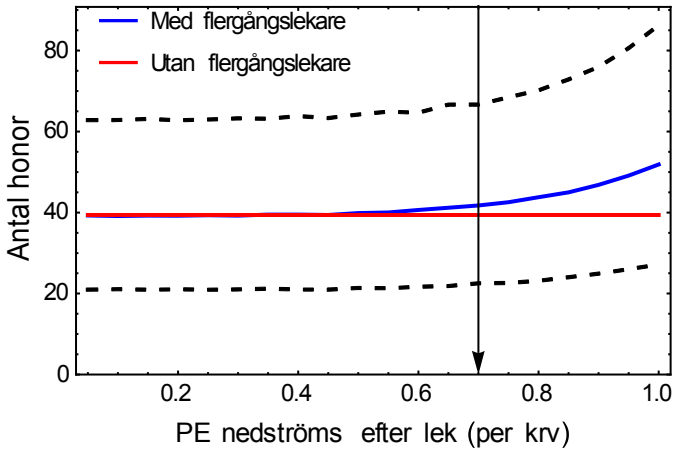
Älvkarleby;

Kungsådran. Här passeras inga kraftverk och området har heller inga fjärdar nedströms reproduktionsområdet. Ytans potentiella produktion är 306 återvändande honor.



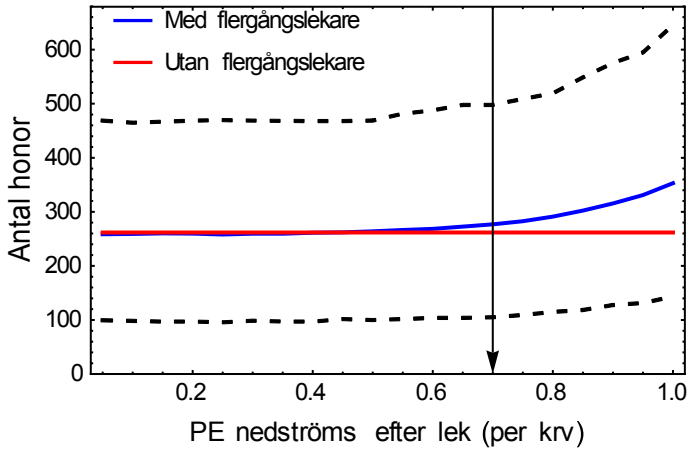
Bredforsen;

Här har vi räknat på att fisken måste ta sig upp förbi Söderfors kraftverk och sedan ner i Bredforsen. Detta ger 19km fjärdmiljö och passage förbi fyra kraftverk. Ytans potentiella produktion är 42 återvändande honor.



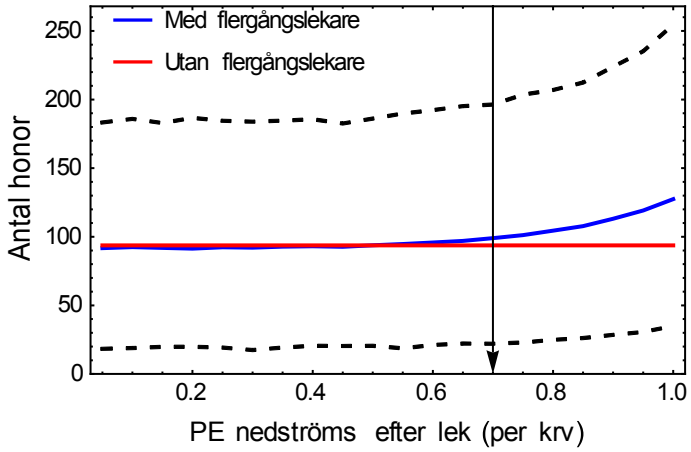
Gysinge;

Hit räknas ytor i Gysinge, Sevedskvarn, Långlådingen, Fräningen, Sjöforsen och Lisslen. Här passerar individerna 38km fjärdmiljö och fyra kraftverk. Ytans potentiella produktion är 281 återvändande honor.

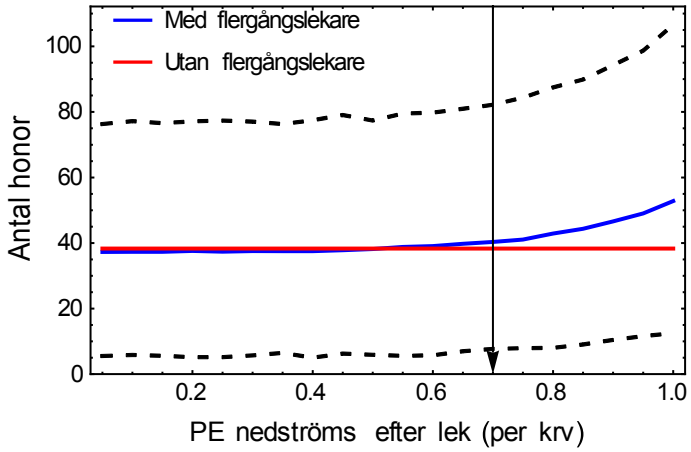


Härsingen, Balforsen och Tyttbo;

Här passerar individerna 51km fjärd och fyra kraftverk. Ytans potentiella produktion är 100 återvändande honor.



Leknäs och Forsboforsen;
Här passerar individerna 51km fjärd + 4,5km habitat med hög gäddtäthet. De passerar även fyra kraftverk. Ytans potentiella produktion är 41 återvändande honor.



Tabell 10. Summering över de p1 värden och hektar reproduktionsyta som använts för de olika ytorna samt antal km fjärdmiljö och antal kraftverk som individerna måste passera. Redovisas gör också det antal honor detta förväntas ge upphov till för scenario 1.

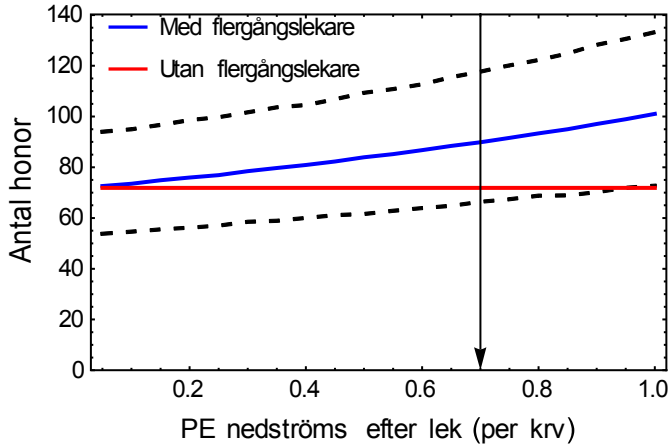
Område	p1 min	p1 max	I Ha	Fjärd km	Antal kv	Antal honor
Älvkarleby	0,014	0,016	4	0	0	306
Bredforsen	0,0086	0,015	3	19	4	43
Gysinge	0,0048	0,013	28,5	38	4	281
Härs/Bal/Tyttbo	0,003	0,011	14,2	51	4	100
Forsbo/Leknäs	0,0027	0,01	6,7	56	4	41
Tot			56,4			771

Att åtgärda konnektivitet och biotoprestaurera ytor i nedre Dalälven, utan att ändra flödesregim, kan ge omkring 800 honor fördelat på aktuella ytor (tab 10). Inklusive 55% hanar blir detta 1700-1800 individer.

Scenario 2;
Ytor för varje område och summering av antalet honor som förväntas nå lekområden sammanfattas i tabell 11. Här redovisas också de p1 värden, dvs överlevnad från 0+ till första lek, som använts för varje område.
Älvkarleby påverkas inte utav förändrade flöden och konnektivitetsåtgärder och är därför detsamma som i scenario 1.

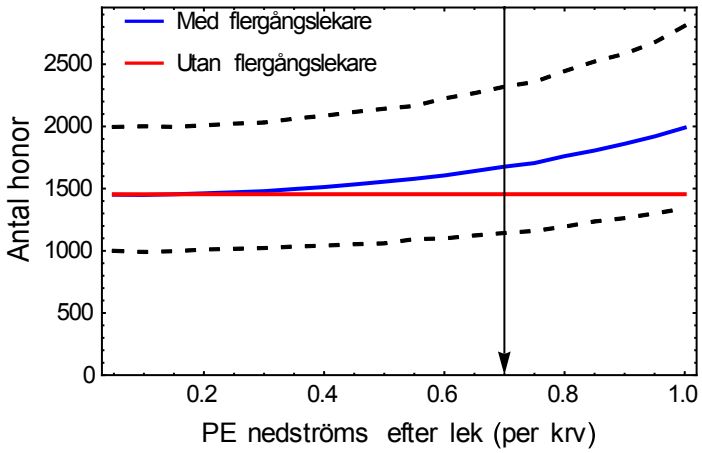
Lanforsen;

I Lanforsen räknar vi i detta scenario med att Tenstagrenen, som i dag är en torrfåra, har ett flöde och fungerar som reproduktionsyta. Här passerar individerna ett kraftverk och inga fjärdar. Ytans potentiella produktion är 92 återvändande honor.



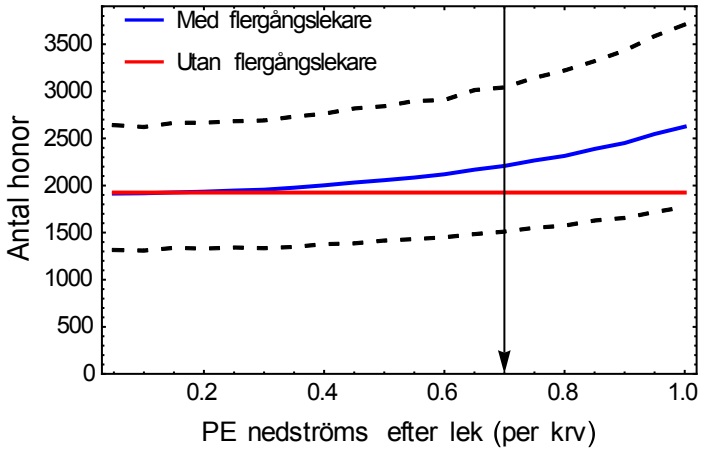
Båtfors vid 40m^3/s ;

Här räknar vi på att Båtfors har ett stabilt flöde på 40m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 1860 återvändande honor.



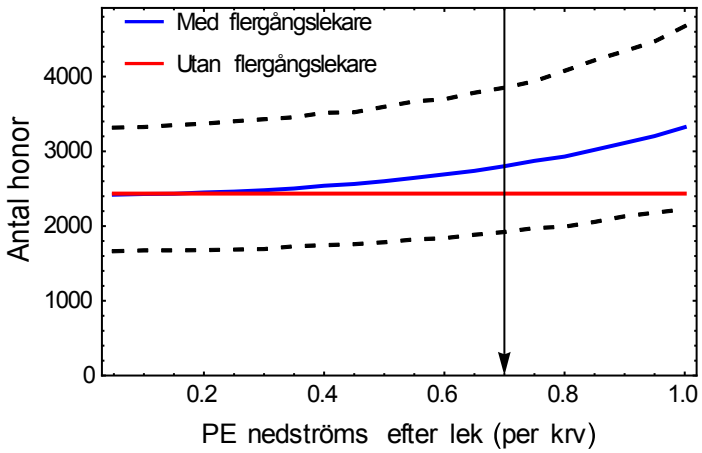
Båtfors vid 70m^3/s ;

Här räknar vi på att Båtfors har ett stabilt flöde på 70m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 2388 återvändande honor.



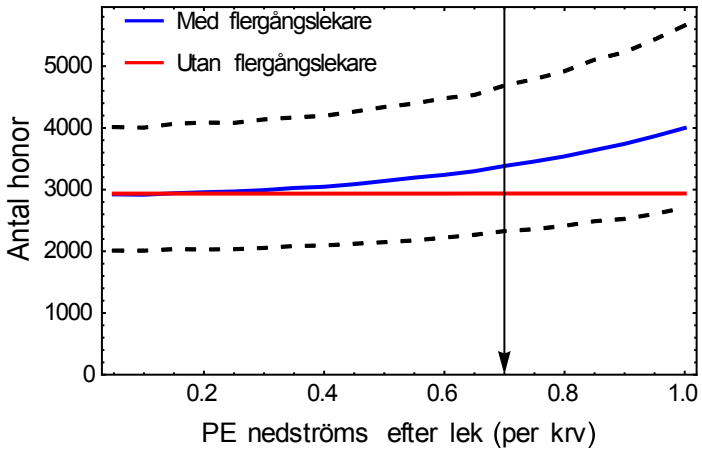
Båtfors vid 100m^3/s ;

Här räknar vi på att Båtfors har ett stabilt flöde på 100m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 3020 återvändande honor.



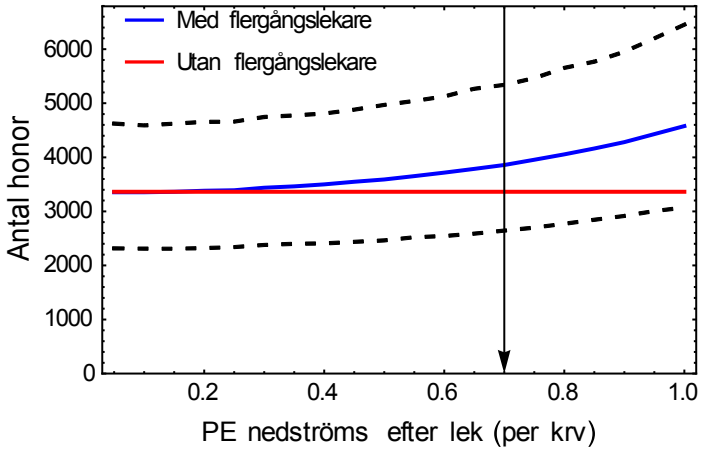
Båtfors vid 125m^3/s ;

Här räknar vi på att Båtfors har ett stabilt flöde på 125m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 3641 återvändande honor.



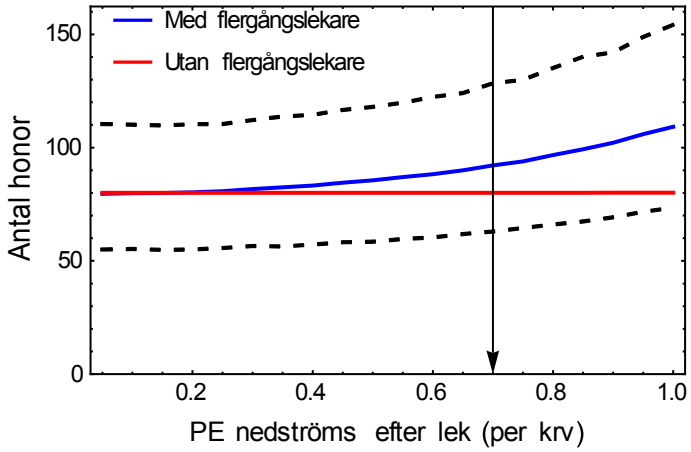
Båtfors vid 150m^3/s ;

Här räknar vi på att Båtfors har ett stabilt flöde på 150m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 4163 återvändande honor.



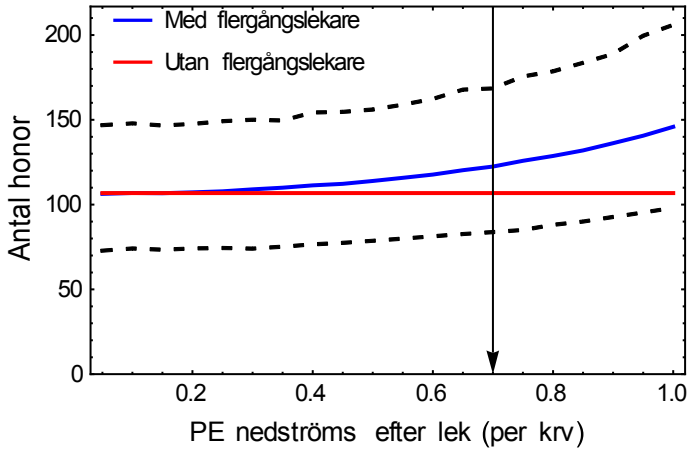
Kågbo ;

Här räknar vi på att Kågbo är öppet och har ett stabilt flöde ner från Bredforsen. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd. Ytans potentiella produktion är 99 återvändande honor.



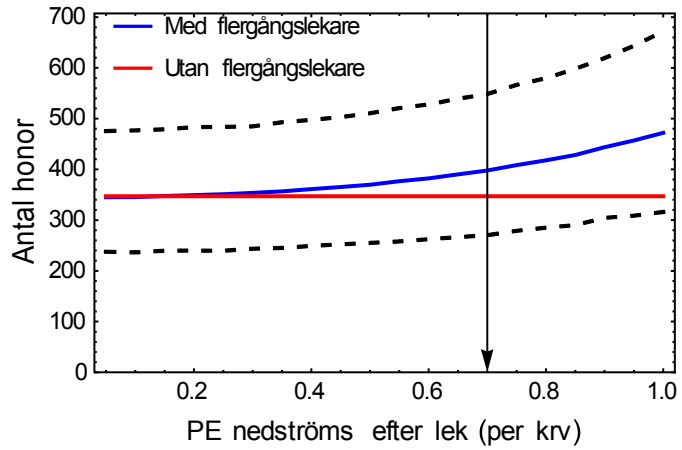
Bredforsen vid 40m^3/s;

Här räknar vi på att Bredforsen har några utrivna spegeldammar med återskapade forsytor och ett stabilt flöde på 40m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd, då vi antar att vi har en sammansatt vattenyta ner till Båtfors. Ytans potentiella produktion är 132 återvändande honor.



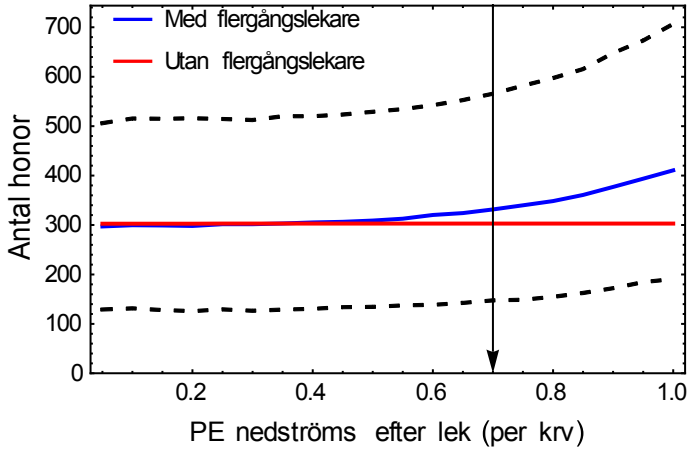
Bredforsen 80m3/s;

Här räknar vi på att Bredforsen har utrivna spegeldammar och återskapade forsytor med ett stabilt flöde på 80m3/s. Här passerar individerna två kraftverk och 12km fjärd, då vi antar att vi har en sammansatt vattenyta ner till Båtfors. Ytans potentiella produktion är 428 återvändande honor.

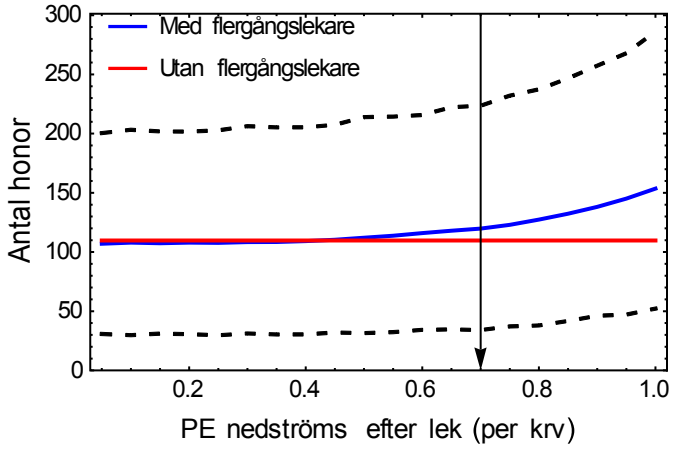


Gysinge;

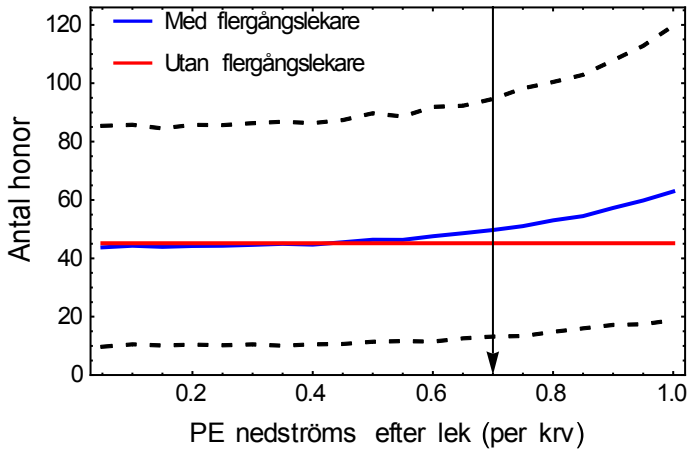
Hit räknas ytor i Gysinge, Sevedskvarn, Långlådingen, Fräningen, Sjöforsen och Lisslen. Här passerar individerna 38km fjärdmiljö och tre kraftverk under uppströmsvandringen. Individer som når Untra kraftverk leds via fiskväg in i Båtfors. Smolt som ska nedströms måste dock passera fyra kraftverk då huvudflödet ändå kommer att gå via kraftverken. Passageeffektiviteten för nedströmsvandrande smolt sänktes därför till min 80% och max 90% och för kelt till 70%. Ytans potentiella produktion är 331 återvändande honor



Härsingen, Balforsen och Tyttbo;
Här passerar individerna 51km fjärd och tre kraftverk under uppströmsvandringen. Individer som når Untra kraftverk leds via fiskväg in i Båtfors. Smolt som ska nedströms måste dock passera fyra kraftverk då huvudflödet ändå kommer att gå via kraftverken. Passageeffektiviteten för nedströmsvandrande smolt sänktes därför till min 80% och max 90% och för kelt till 70%. Ytans potentiella produktion är 120 återvändande honor.



Leknäs och Forsboforsen;
Här passerar individerna 51km fjärd + 4,5km habitat med hög gäddtäthett, samt tre kraftverk under uppströmsvandringen. Individer som når Untra kraftverk leds via fiskväg in i Båtfors. Smolt som ska nedströms måste dock passera fyra kraftverk då huvudflödet ändå kommer att gå via kraftverken. Passageeffektiviteten för nedströmsvandrande smolt sänktes därför till min 80% och max 90% och för kelt till 70%. Ytans potentiella produktion är 50 återvändande honor.



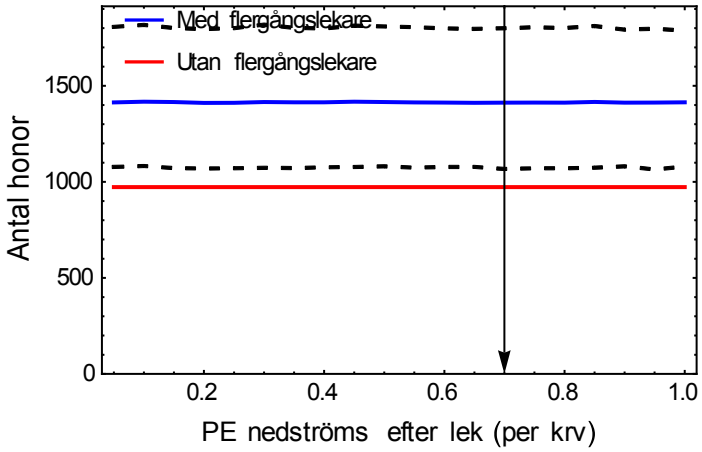
Tabell 11. Summering över de p1 värden och hektar reproduktionsyta som använts för de olika ytorna samt antal km fjärdmiljö och antal kraftverk som individerna måste passera. Redovisas gör också det antal honor detta förväntas ge upphov till för scenario 2, vid ett antal olika flödessituationer in i Bredforsen och Båtfors.

Område	p1 min	p1 max	I Ha	Fjärd km	Antal kv	Antal honor
Älvkarleby	0,014	0,016	4	0	0	306
Lanforsen	0,014	0,016	2,1	0	1	92
Båtfors 40Q	0,011	0,016	54,5	12	2	1860
Båtfors 70Q	0,011	0,016	72,1	12	2	2388
Båtfors 100 Q	0,011	0,016	91,2	12	2	3020
Båtfors 125 Q	0,011	0,016	110	12	2	3641
Båtfors 150 Q	0,011	0,016	126	12	2	4163
Kågbo	0,011	0,016	3	12	2	99
Bredforsen 40 Q	0,011	0,016	4	12	2	132
Bredforsen 80 Q	0,011	0,016	13	12	2	428
Gysinge	0,0048	0,013	28,5	38	3	331
Härs/Bal/Tyttbo	0,003	0,011	14,2	51	3	120
Forsbo/Leknäs	0,001	0,0027	6,7	56	3	50

Att åtgärda konnektivitet och biotoprestaurera ytor i nedre Dalälven, samt att och förändra flödesregimen, kan ge mellan 3000 och 5600 honor fördelat på aktuella ytor, beroende på hur mycket vatten som släpps till fiskens förfogande (tab 10). Inklusive 55% hanar blir detta 6700-12500 individer.

Älvkarleby, utloppskanalen;

Vi har även räknat på en möjlighet att optimera utloppskanalen nedan Älvkarleby kraftverk, se avsnitt biotopkartering och åtgärdsplaner för mer info. Här finns en yta om 18,5 ha med goda förutsättningar men som idag är hårt packad och strakt påverkad av reglering. Här passeras inga kraftverk och området har heller inga fjärdar nedströms reproduktionsområdet. Ytan skulle, efter optimering nå en potentiell produktion på 1414 återvändande honor.



Summering;

Beräkningar med jämviktsmodellen visar att valet av åtgärder som utförs i älven ger stor variation i hur mycket vandringsfisk som når de olika lekområdena. Om vi tar med utloppskanalen så hamnar vi på ett totalantal på mellan 4 800 – 15 400 individer. I tabell 12 visas summeringen vid de olika scenarier och de olika flöden som vi räknat på i scenario 2. För Kågbo och Bredforsen har vi inte exakta ytor för vissa flöden (tab 12) så för dessa har vi inte räknat ut något värde även om tabellen ger en fingervisning om vilket antal man kan förvänta sig. De olika scenarier som visas gäller flöden genom Bredforsen och Båtforsområdet, se Förslag till fiskpassagelösningar i Nedre Dalälven för mer info . Siffrorna som anges för varje scenario gäller flöden i Båtfors.

Tabell 12. Summering av det antal honor som förväntas produceras vid scenario 1 och 2 samt hur många antal individer detta totalt ger.

Område	Scen 1	Scen 2 40Q	Scen 2 70Q	Scen 2 100Q	Scen2 125Q	Scen 2 150Q
Älvkarleby	306	306	306	306	306	306
Älvkarleby, Utlopp	1414	1414	1414	1414	1414	1414
Lanforsen	0	92	92	92	92	92
Båtfors	0	1860	2388	3020	3641	4163
Kågbo	0	?	?	85	85	85
Bredforsen	43	132	?	370	370	370
Gysinge	281	331	331	331	331	331
Härs/Bal/Tyttbo	100	120	120	120	120	120
Forsbo/Leknäs	41	50	50	50	50	50
Tot	**2185**	**4305**	**4701**	**5788**	**6409**	**6931**
Tot inkl 55% hanar	**4856**	**9567**	**10447**	**12862**	**14242**	**15402**

Diskussion

Lekbeståndsmål

Vi har i denna rapport beräknat både lekbeståndsmål, LBM, och potentiell uppvandring med hjälp av en populationsmodell. Lekbeståndsmålen är att ses som ett minsta mått för att utnyttja älvens nivå. Detta kan liknas med ett stort hus med en boende, jämfört mot carrying capacity där varje säng i

huset är full. I många vattendrag är antalet honlaxar som lyckas ta sig fram till lekområdena mycket lågt jämfört med reproduktionsområdenas omfattning och kapacitet, vilket innebär att lekbestånds-målen som visar beståndens hållbara tillstånd inte uppfylls. Efter omfattande biotoprestaurering och miljöanpassade flöden i torrfåror och i områden med låga flöden, eg. Båtfors och Bredforsen, kan det totala målet uppgå till ca 1 200 honor. Med en könskvot på 45 % honor och 55 % hanar innebär detta att det totala effektiva antalet individer som behöver vandra upp för lek till ca 2 700. Om man relaterar detta till historiska fångster 40 ton lax/ år så ger det en fingervisning om att LBM är ett lågt satt mått för nedre Dalälven (Nordqvist m.fl., 1911) . Om man tar 40 ton lax och antar att de har en snittvikt på 7 kg får man att ca 5700 individer fångades i fisket/år. Nu är dessa historiska data lite osäkra då det i många fall är oklart om det gäller öring och lax eller endast lax. I vilket fall bör beräknat LBM ses som ett lägsta mått i framtida planering för denna laxstam. Beräknar man smoltproduktionen utifrån LBM innan restaureringsåtgärder och med 1 % överlevnad skulle produktionen av smolt uppgå till ca 26 800 st. Ett uppnått LBM efter omfattande biotoprestaurering och miljöanpassad tappning skulle teoretiskt kunna producera uppemot 120 000 smolt per år. Beräknad smoltproduktion per hektar som ett resultat av uppfyllt LBM hamnar mellan 550-600 smolt per hektar, en siffra som stämmer väl med andra älvar med relativt hög produktion.

Populationsmodellering

När vi tittar på resultaten från beräkningarna med jämviktsmodellen ser vi hur antalet fiskvägar och förändrad flödessituation påverkar mängden uppvandrande fisk. Detta visar en bild av hur stor betydelsen av tillräckliga arealer är för att få en ökad mängd laxfisk i älven. Flödet i Bredforsen ner till Båtfors blir därför det som avgör hur mycket fisk som kan tänkas produceras i älven, förutsatt att konnektiviteten är återställd. Här föreligger dock intressekonflikt mellan fiskproduktion och kraftutvinning.

Vi har räknat med att fiskvägarna ska ha en effektivitet på mellan 80 – 95 % för uppströmsvandrande fisk. Detta är ambitiöst men med dagens teknik och kunskap inte orealistiskt. Om vi skulle sänka mini nivån på fiskvägens effektivitet till 70% skulle detta, i fallet med 125 m3/ s i Båtfors, minska antalet honor som produceras där från 3 641 till 3 131. Ju fler fiskvägar som finns i ett system ju viktigare blir det att dessa håller en hög effektivitet. För smoltens och keltens nedströmsvandring har vi valt att räkna på passage utan åtgärder, d.v.s. individerna passerar turbinerna. Detta är inte optimalt och i avsnittet Fiskpassagelösningar finns mer info om våra framtagna förslag för nedströmspassage. Här gäller dock en prioriteringsordning och vi har inga direkta siffror på dess effektivitet då en bestämd lösning behöver testas fram. Presenterade värden blir därför ett ”sämsta” värde för nedströmsvandring. Om vi i fallet ovan med 125 m3/s i Båtfors skulle höja nedströmsvandringens effektivitet till 90% för smolt och kelt skulle mängden honor öka från 3 641 till 4 130.

Vi har här räknat på lax och resultatet kan skilja sig något för havsöring även om arterna överlappar mycket. Nedre Dalälven saknar dock en del av de biflöden som oftast föredras av havsöring och den historiska informationen om dess utbredning är mindre känd varför vi valde att fokusera på lax i modellen. De åtgärder som planeras är dock lika lämpliga för havsöring som för lax.

Hållbar population

När vi nu har en idé om hur mycket havsvandrande individer vi kan förvänta oss vid angivna förutsättningar så är ju frågan om detta ger en långsiktigt hållbar population? Mängden genetisk drift, d.v.s. hur fort genfrekvenserna förändras från generation till generation, samt förlusten av genetisk variation förväntas öka ju mindre populationen är, då färre individer är inblandade i fortplantningen. Vilda bestånd är dock sällan helt isolerade från varandra vilket gör ett utbyte av genetiskt material mellan populationer möjlig. Även om både lax och havsöring har en stark homing

drift, d.v.s. en drift att leka där de själva fötts, förekommer alltid ”felvandrare”. Dessa felvandrare möjliggör ett utbyte mellan lokala bestånd vilket utgör en viktig faktor för att motverka inavel och förlust av genetisk variation.

När det gäller hållbarhet i en population är det inte det exakta antalet uppvandrande lekfisk som avgör utan det effektiva antalet individer. Inte alla individer lyckas reproducera sig och det föreligger dessutom ofta en skev könskvot vilket gör att det effektiva antalet individer i praktiken ofta är ca 3 gånger lägre än det faktiska antalet lekfisk. En effektiv storlek på 50 skulle i så fall motsvara ca 150 lekfiskar per generation. En generation är ca 5 år vilket då ger 30 individer/år (Fiskeriverket 2007). Detta förutsätter dock att förutsättningarna är stabila från år till år. Miljön i naturen är dock aldrig helt stabil och det förekommer ofta stor mellanårsvariation. För att en population ska vara hållbar på längre sikt krävs därför mer än 50 individer och här brukar man prata om en effektiv population på 500 individer per generation som nedre gräns, vilket innebär ca 300 lekfiskar per år. Vid denna effektiva storlek antas förlusten av genetisk variation genom drift motverkas av mutationer som skapar ny genetisk variation. Naturlig felvandring mellan vattendrag innebär att det ständigt förs över genetiskt material mellan närliggande populationer, vilket gör att även mindre populationer kan vara hållbara så länge ett utbyte kan ske. För att stimulera genflöden och dessutom minska risken för lokala utdöenden, på grund av tex tillfälliga miljöförändringar, mellanårsvariation mm, är det därför viktigt att spridningsvägar i vattensystemen hålls öppna eller återskapas.

Eftersom vi i nedre Dalälven inte vet hur stort genflödet mellan bestånden kan komma att bli, hur stor mellanårsvariationen i antal lekfiskar blir, hur könskvoten kommer att variera mm är en exakt siffra svår att sätta. Man kan dock anta 30 individer per år som ett skäligt lägsta värde som bör uppnås för att beståndet ska anses hållbart i ett kortare perspektiv. I ett längre perspektiv bör man dock sträva efter att fler individer deltar i leken, framförallt om beståndet är mer eller mindre isolerat eller ligger geografiskt långt från andra populationer. Ett system med många mindre reproduktionsytor blir känsligare för mellanårsvariation och större sammanhängande områden, som Båtfors, får en viktig bufferfunktion för hela systemet.

Slutsats

Resultaten i denna rapport är till största del baserad på aktuella inmätningar och studier. I andra fall har referensvärden från forskningslitteratur använts. Våra samlade resultat visar att det finns goda förutsättningar att återfå hållbar, vild population av lax och havsöring i nedre Dalälven med rätt åtgärder. Ju längre upp i systemet man kommer ju fler fjärdar och kraftverk måste individerna gå igenom vilket gör att det naturligt blir mindre fisk längre upp. Dock ser det ut som att alla ytor i vår studie kan hålla populationer. Hur lång tid det tar att åstadkomma detta beror på vilka metoder man tar till för att återintroducera arterna, hur bra konnektivitetsåtgärder som skapas och vilket antal lekfisk man har att börja med. I en älv som Dalälven saknas en vild population, förutom de få som idag produceras i Kungsådran, men en odlad stam finns att tillgå. Även om det inte alltid är enkelt att introducera lax till nya områden (Hagelin m.fl., 2016) så är transport av lekfisk en väg att gå. I den lekfiskstudie som utförts inom LIV-projektet tittade vi på lekmogen havsörings beteende vid transport och utsättning och vi kunde här de att de flesta individerna verkade leka i området vid Sevedskvarn, se avsnitt om Lekfisk för mer info. Man kan också sätta ut yngel, vilket redan pågår i Gysinge, smolt och romkorn för att på så sätt få individer att ”homa” till ett visst område.

Notera dock att beräkningarna av potentiell laxproduktion här inte tagit hänsyn till effekter av minskad vattenreglering (korttids-, års-, flerårs- variation) vilket är något som bör utredas. Vintertappning i Båtfors och Bredförsen bör även det undersökas grundligare då en del av informationen som tagits fram tidigare är baserad på harr, vilken är en vårlekare och inte lika känsligt för lågt vinterflöde som öring och lax.

En lyckosam återintroduktion av lax och havsöring förutsätter dock både biotoprestaurering och fiskvägar samt en ekologisk flödesreglering, d.v.s. tillräckligt vatten för reproduktion, till angivna älvsträckor.

Referenser

Armstrong, J. D., Kemp, P. S., Kennedy, G. J. A., Ladle, M., & Milner, N. J. (2003). Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries research, 62(2), 143-170.

Bley, P. W., & Moring, J. R. 1988. Freshwater and ocean survival of Atlantic salmon and steelhead: a synopsis.

Degerman, E. (Ed.). 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket.

Finstad, A. G., Einum, S., Ugedal, O., och Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. Journal of Animal Ecology, 78(1), 226-235.

Fiskeriverket. 2007. Genetiska, ekologiska och samhällsekonomiska effekter av fiskutsättningar.

Gibson, R. J. (1993). The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 3(1), 39-73.

Hagelin, A., Calles, O., Greenberg, L., Piccolo, J., & Bergman, E. 2016. Spawning migration of wild and supplementary stocked landlocked Atlantic salmon (Salmo salar). *River Research and Applications*, *32*(3), 383-389.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Uggedal, O., ... och Sægrov, H. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA rapport.

Jonsson, B., & Jonsson, N. 2017. Fecundity and water flow influence the dynamics of Atlantic salmon. Ecology of Freshwater Fish, 26(3), 497-502.

Museth, J. Gustafsson, P. Dokk, J.G. och Johnsen, S.I. 2015. Vilken potential för laxproduktion har Femund-/Trysil/Klarälven? Vänerlaxens fria gång. s. 160-172. 2015:17. ISBN/ISSN-nr: 0284-6845.

Nordqvist, O., Ekman, T. och Schmidt, C. 1911. Undersökningar rörande Svenska vattendrag, Dalälfven. Kungliga Lantbruksstyrelsen Nr. 163.

North Atlantic Salmon Conservation Organization, NASCO. 1998. Agreement on Adoption of a Precautionary Approach. http://www.nasco.int/agreements.html

Symons, P. E. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon (Salmo salar) for maximum smolt production in rivers of different productivity. Journal of the Fisheries Board of Canada, 36(2), 132-140.

Palm, S., Romakkaniemi, A.,Dannewitz, J., Jokikokko, E., Kagervall, A., Pakarinen, T. och Hasselborg, T. 2013. Torneälvens lax- och öringbestånd – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2017. SLU och LUKE.

Bilaga 1

Vad är förväntade tätheter av laxungar i Dalälven?

Bakgrund

Vi har använt data från Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS) vid SLU för att kvantifiera tätheter av laxungar i olika älvar på ostkusten och för att se om dessa tätheter var korrelerade till yttre faktorer. Därigenom var avsikten att ta fram rimliga förväntade tätheter för laxungar i Dalälven om habitaten uppströms Älvkarleby görs tillgängliga för lax.

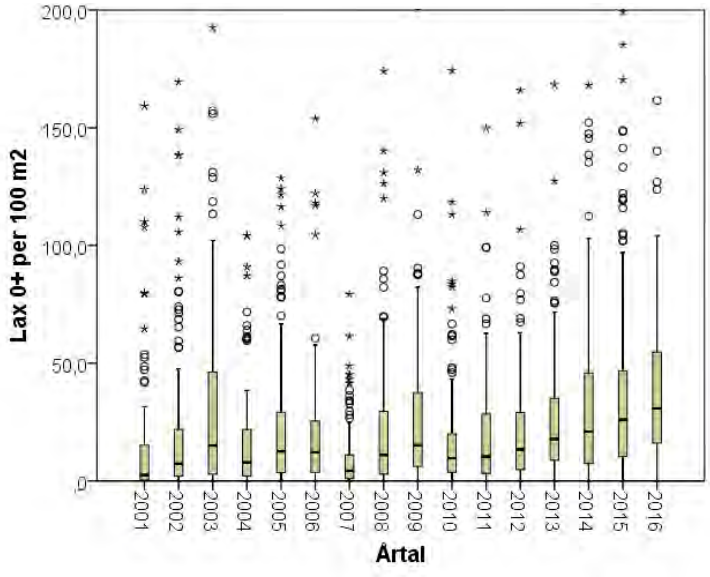
De förväntade tätheterna bör vara i paritet med bästa möjliga förhållanden, dvs i paritet med carrying capacity. Det är svårt att sätta rimliga nivåer för carrying capacity, men för lokaler av god status kan man anta att en övre percentil, t ex 90%, representerar höga beståndsnivåer. Det är alltså rimligt att ta fram 90%-percentilen för varje lokal och ha det som ett riktvärde.

Dataurval

Bara elfiskelokaler undersökta 2001 och framåt där östersjölax påträffats alla elfisketillfällen ingick i ett första urval. Endast lokaler som undersökts minst fem år ingick i datasetet. Totalt ingick 2230 elfisketillfällen (199 lokaler) från Helgeå (Skåne) till Torneälven (Norrbotten).

Resultat

Det visade sig vid en första screening att tätheten av årsungar av lax (lax 0+) per 100 m^2 tydligt förändrats perioden 2001-2016 (Figur 1). Orsaken var troligen förbättrad reglering av havsfisket, låg dödlighet i M74 och till del restaureringsåtgärder.



Figur 1. Box-plot av tätheter av lax 0+ för data fördelat på år. Outliers utanför 200 exkluderade (n=4).

Det samlade materialet

Sett över hela perioden 2001-2016 var medeltätheten 24,4 och medianen 13. Percentilerna var 75%=31,6; **90% =61,6** och 95% =89,2. Det är således rimligt för det samlade materialet att anta att carrying capacity var betydligt över 17.

Utgående från Figur 1 har vi valt att arbeta vidare med enbart data från perioden 2014-2016 eftersom laxbeståndet då var starkare och rimligen närmare carrying capacity. För de återstående 410 elfisketillfällena erhålls då medelvärde=37,3, median 24, 75%=46,9, **90%=89,6** och 95%=123.

Frågan är då om storskaliga faktorer påverkar dessa tätheter? Vi har valt att studera latitud, altitud, avstånd från mynning, avrinningsområdets storlek samt årsmedeltemperatur i luften. Innan analyser har lax0+ logaritmerats med log10, vilket även skett för avstånd från mynning och avrinningsområdets storlek. Detta för att närmare anpassa variablerna till en normalfördelning och minska variansen. I en bivariat Pearson korrelation förelåg signifikant positiv korrelation mellan lax0+ (log) och avrinningsområdets storlek (r=0,29, p<0,001) samt en svagt negativ korrelation med latituden (r=-0,098, p=0,048).

Tätheten av lax 0+ beror förstås också på habitatkvalitén, med ökade tätheter i grunda, strömmande habitat med stenig botten. Här har vi valt att inte beakta denna aspekt.

Baserat på enskilda lokaler

För varje lokal beräknades medeltäthet samt median (detta eftersom det maximalt är tre värden per lokal de tre åren går det inte att beräkna percentiler). Vi räknar här vidare utgående från medelvärdet. Medeltätheten (log10) av lax 0+ var signifikant linjärt korrelerad till avrinningsområdets storlek (log10), altituden och årsmedeltemperatur i luften (Anova $F_{3,183}$=15,7, p<0,001, r^2=0,19).

Lax0(10log) = (0,319*avområde (Log10)) + (0,002*höjd över havet) + (0,066*årsmedeltemp i luft) – 0,095.

Insatt för Nedre Dalälven (avrinningsområde ca 28 000 km^2; dvs 10log=4,44), årsmedeltemperatur i luft=6 ^oC och altitud ca 40 möh) ger detta **63 lax 0+ per 100 m^2**. Detta är ett försiktigt estimat då det baseras på medelvärdet på ingående lokaler, dock under en bra period. Det mostavara väl det ovan framtagna 90%-percentilen för det samlade materialet 2001-2016.

Jämförelse med elfiskeresultat från Kungsådran, Dalälven

Från Kungsådran finns 62 elfisketillfällen inrapporterade från åren 1990 till 2010, dvs inte från den bästa perioden 2014-2015. Medeltätheten av lax 0+ var 12,8 (median 0,7). 75%-precentil=6,3, 90%-percentil=47,8 och 95%-percentil=98,2. Ser man enbart till perioden 2008-2010 (n=17) var tätheterna som följer; medel=37,5 (median 22,2), 75%-percentil=74,9, **90%-percentil=106**.

Slutsatser

En konservativ skattning av carrying capacity av lax 0+ i Dalälven anses vara 63 individer per 100m^2. Detta värde är troligen i underkant då det utgör ett medelvärde predikterat från data perioden 2014-2016.

Erik Degerman, SLU

2017-01-24

STATENS VETERINÄRMEDICINSKA ANSTALT

YTTRANDE
2016-01-27 Dnr 2015/1149

Charlotte Axén
Avdelningen för djurhälsa och antibiotikafrågor

Anna Hagelin
Landsbygd och tillväxt
Länsstyrelsen Gävleborg
801 70 GÄVLE
anna.hagelin@lansstyrelsen.se
gavleborg@lansstyrelsen.se

Utlåtande avseende fiskvandring i nedre Dalälven

Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) har av Länsstyrelsen Gävleborg anmodats inkomma med synpunkter på risker med framtida fiskvandring i nedre Dalälven och önskar framföra följande synpunkter.

Då SVAs expertområde är smittskydd kommer enbart dessa potentiella risker att behandlas nedan. SVA noterar samtidigt att enligt Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:20 till regeringen antogs aldrig den laxförvaltningsplan för Östersjön som EU-kommissionen föreslog 2011.

I begäran om yttrande framgår att det inte finns några fiskodlingar i nedre Dalälven utöver kompensationsodlingarna (SLU och Vattenfall) i Älvkarleby, samt att ål och nejonöga redan i dagsläget lyfts förbi kraftverket i Älvkarleby. Kompletterande information från Länsstyrelsen Gävleborg gör gällande att det avseende vild laxfisk finns stationär öring samt harr på sträckan.

Sverige är idag indelat i kustzon och inlandszon avseende smittskydd på fisksidan. Kustzon innebär "havet samt angränsande sötvattensområden upp till första definitiva vandringshindret för lax och havsöring" (FIFS 2011:13, 4§, 4). För Dalälven innebär detta att kustzonen i nuläget sträcker sig upp till kraftverket vid Älvkarleby. Indelningen i kust- och inlandszon är smittskyddsmässigt viktig då Sverige av EU-kommissionen anses helt fritt från vissa allvarliga sjukdomar (epizootier) medan vissa sjukdomar finns på kust men inte inland.

- Sverige anses helt fria från epizootierna VHS, IHN och SVC. Ett fall (en torsk) från Östersjön och som analyserades vid SVA 2015 var dock positiv för VHS och Åland har haft utbrott av VHS på regnbåge för ca fem år sedan. Vi kan därför räkna med att VHS finns runt våra kuster.
- Sverige anses fritt från epizootin IPN på inland, men har den snällare varianten IPNab på kust och fynd av viruset på kustanläggning innebär saneringskrav.
- Sverige har ett utrotningsprogram för sjukdomen BKD (ej epizooti) på inland, medan sjukdomsfynd i kustzon inte är föremål för åtgärd.

På grund av frihetsstatus, garantier och utrotningsprogram är det inte tillåtet att flytta fisk från kust till inland. Undantag görs för kompensationsodling, där rom flyttas till inlandszon efter att honorna analyserats och visats smittfria av SVA.

Förslaget om att öppna fria vandringsvägar i nedre Dalälven innebär att kustzonen kommer att flyttas hela vägen upp till Avesta, Därmed försvinner de garantier Sverige har för inlandszon på denna sträcka, då smittor fritt kommer att kunna föras upp i vattendraget. När lax och öring vandrar upp för att leka kommer ansamlingar av fisk att ske på lekplatserna, men tätheten bör inte bli lika stor som bland fisken som nu ansamlas vid kraftverket. Leken är sannolikt den största källan till överföring och bevarande av smittor i det vilda. Dels på grund av att populationen tätnar och direktkontakt mellan individer blir frekvent, dels på grund av att lax/öring som vandrat har använt en stor kraftreserv och är immunologiskt nedsatta. En ytterligare aspekt är att vissa sjukdomar, som BKD och IPN, smittar från föräldrarna till avkomman, och återväxten av yngel som kläcks året efter lek kan därför påverkas. Det bör noteras att flytten av ål och nejonöga redan i nuläget potentiellt utsätter stationär laxfisk för IPN och VHS.

SVA bedömer att fria vandringsvägar i nedre Dalälven kan påverka den stationära laxfisk som finns i älven ur ett smittskyddsperspektiv. Däremot finns inga odlingar utöver kompensationsodlingarna i Älvkarleby, vilket minskar risken för stora sjukdomsutbrott och etablering av smittor. I dagsläget är det sällsynt att SVA påvisar smitta på fisk inom kustzon, och smittläget bedöms som bra.

Då inga kommersiella odlingar riskerar att drabbas av en uppförd smitta, och SVA tolkar det som att kompensationsodlingarna kommer att fasas ut efter hand som en naturlig reproduktion etablerar sig, kan SVA inte bedöma att det finns några allvarliga smittskyddsaspekter med att öppna upp nedre Dalälven.

Om en öppning av vandringsvägar blir aktuell rekommenderar SVA dock att Länsstyrelsen ställer upp en plan för åtgärder vid eventuell etablering av sjukdom som påverkar populationerna negativt, samt att Länsstyrelsen bistår kompensationsodlingarna med rådgivning kring möjligheter till rening av inkommande vatten för att undvika att smittor kommer in till småfisken.

Beslut i detta ärende har fattats av generaldirektören Jens Mattsson. I den slutliga handläggningen har deltagit t.f. statsveterinär Charlotte Axén, föredragande.

Med vänlig hälsning

Jens Mattsson

Charlotte Axén

Fiskodling
Västanå
Fiskodling SLU
Fiskodling SLU
Fiskfälla
Google

Länsstyrelsen Gävleborg ansvarar för att beslut från riksdag och regering genomförs samt att samordna den statliga verksamheten i länet. Vi är en kunskapsorganisation som arbetar tvärsektoriellt med flera olika sakfrågor från landsbygdsutveckling, miljömålen, biologisk mångfald och djurskydd till flykting- och integrationsfrågor hållbar samhällsplanering och krisberedskap.

Vår värdegrund bygger på tre ord, handlingskraft, professionalitet, och förståelse och ska genomsyra allt vi gör på alla nivåer.

Länsstyrelsen
Gävleborg

Borgmästarplan, 801 70 Gävle, tel 010-225 10 00
www.lansstyrelsen.se/gavleborg