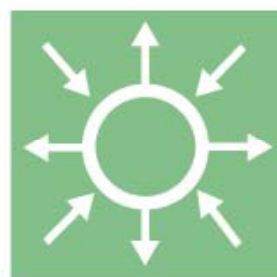
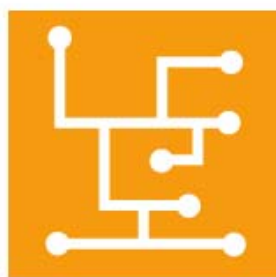


Test av nytt koncept till förbipassage för nedströms vandrande blankå

Elforsk rapport 14:33



Arne Fjälling

juni 2014

ELFORSK

Test av nytt koncept till förbipassage för nedströms vandrande blankål

Elforsk rapport 14:33

Förord

Denna rapport är en slutrapport för projektet Konstruktion, uppförande och test av ett nytt koncept till förbipassage för nedströms vandrande blankål.

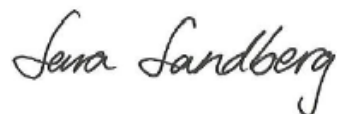
Projektet utfördes huvudsakligen av Arne Fjälling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Akvatiska resurser, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm som också är författare till rapporten.

Projektet har bedrivits inom ramen för programmet Krafttag ål. Uppdragsgivare var Havs- och vattenmyndigheten, E.ON Vattenkraft Sverige AB, Fortum Generation AB, Holmen Energi AB, Karlstads Energi AB, Sollefteåforsen AB, Statkraft Sverige AB, Tekniska Verken i Linköping AB samt Vattenfall Vattenkraft AB.

Programmet Krafttag ål har letts av en styrgrupp:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Erik Sparrevik | Vattenfall Vattenkraft AB (ordf.) |
| Niklas Egriell | Havs- och vattenmyndigheten |
| Johan Tielman | E.ON Vattenkraft Sverige AB |
| Marco Blixt | Fortum Generation AB |
| Jan Lidström | Holmen Energi AB |
| Angela Odelberg | Statkraft Sverige AB |
| Ola Palmqvist/Katarina Ingvarsson | Tekniska Verken i Linköping AB |
| Sara Sandberg | Elforsk (programledare, adj.) |

Stockholm, oktober 2014



Sara Sandberg
Elforsk

Sammanfattning

Försök har genomförts med förbipassager för utvandrande blankålar. En övergripande tanke var att söka ett nytt koncept där passagens närmiljö utformas efter ålarnas naturliga vandrings- och sökbeteende. I en modell, U-ränna, som är avsedd att sträcka sig uppströms snett över ett vattendrag, passerade ett större antal ålar än i en enkel öppning i dammen med samma flöde. Vidare utveckling av denna modell föreslås. Ett försök med modifierad vattenkvalité visade att blankålar oftare söker sig mot ett flöde med bräckt vatten än mot ett sött. Effekten bedöms inte som tillräckligt stark för att använda som attraktion till en passage. Försök med två andra förbipassager, inflöde och M-ränna gav negativt resultat. Det framhålls att behovet är stort av djupare kunskap om blankålars vandringsbeteende under färden mot havet för att mer effektiva passager ska kunna utvecklas. Det framhålls också att försök med beteendebaserade ledningstekniker behövs för att kunna styra ålar till säkra passager eller delflöden i vattendrag.

Summary

Experiments with migrating silver eels approaching and passing barriers were conducted. The idea was to try a concept where the local environment of the passage way is designed to fit eels' natural migration and search behavior. In one experiment, U-flume, a larger number of eel passed than in a plain opening in a weir with the same flow. The flume was tailored to extend upstream diagonally across a stream. Further development of this model is proposed. An experiment with modified water quality showed that silver eels prefer to move towards a flow of brackish water over a flow of fresh water. The effect from brackish water was however not considered strong enough to use as a means of attracting eel to passages. Experiments with two other alternatives, significant inflow of water, and M-flume, gave negative results. It is argued that there is a strong need for better knowledge of the seaward migration behavior in eel in order to make possible the development of effective passages. It is also emphasized that experiments with behavior-based guiding techniques are needed to direct eels to safe passages or sections in rivers.

Innehåll

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Om uppdraget | 1 |
| 2 | Mål | 2 |
| 3 | Inledning | 3 |
| 4 | Material och metoder | 5 |
| 4.1 | Val av försökslokal..... | 5 |
| 4.1.1 | Fältförsök..... | 5 |
| 4.1.2 | Akvarieförsök | 6 |
| 4.2 | Förberedelser | 6 |
| 4.2.1 | Fältförsök..... | 6 |
| 4.2.2 | Akvarieförsök | 6 |
| 4.3 | Teknik för registrering och övervakning | 6 |
| 4.4 | Konstruktionsarbete vid platsen för fältförsök | 7 |
| 5 | Resultat och diskussion | 8 |
| 5.1 | Försök HT 2012..... | 8 |
| 5.2 | Försök VT 2013..... | 10 |
| 5.3 | Försök HT 2013..... | 13 |
| 5.4 | Försök VT 2014..... | 14 |
| 6 | Slutsatser | 18 |
| 7 | Kunskapsbehov | 19 |
| 8 | Avvikelser från projektplanen | 20 |
| 9 | Erkännanden | 21 |
| 10 | Referenser | 22 |

1 Om uppdraget

SLU Aqua fick 2012-05-28 i uppdrag av Elforsk att genomföra projektet "Konstruktion, uppförande och test av ett nytt koncept till förbipassage för nedströms vandrande blankål". Tidsplanen var 15 april 2012 till 31 december 2013. Efter begäran beviljades förlängd dispositionstid till och med den 30 juni 2014.

2 Mål

1. Konstruera och bygga en passageväg förbi vattenkraftverk för nedströms vandrande blankål enligt ett nytt koncept som gett lovande resultat i pilotförsök
2. Hålla passagevägen i drift under minst två ålvandringsperioder (alternativt lokaler) under kalenderåren 2012 och 2013, samt genomföra behövliga justeringar och anpassningar under tiden
3. Utvärdera passagens funktionalitet och skatta den relativa effektiviteten i relation till bakgrundsdata på åltäthet i aktuella områden

3 Inledning

Ett stort behov finns av effektiva passagevägar för nedströms vandrande blankålar. Förekommande passager är ofta placerade i starkt störd miljö intill exempelvis vattenkraftverk. Där är vattenhastigheten och accelerationen hög, turbulensen kraftig, infraljudet intensivt och belysningen artificiell. Allt detta är väl känt som stressande för ålar som där stannar upp, dyker till botten och söker andra vägar förbi, eller vänder uppströms igen. Naturliga och ostörda beteenden kan inte förväntas hos ålar i denna miljö. I vissa fall har man kunnat utnyttja ålarnas stressbeteende sök/flyktbeteende för enkla passager och nått hyggliga resultat. Då använder man rör som passerar genom dammar och förbi turbiner där ålar kan färdas säkert. Det är dock svårt att få passagerna generellt effektiva, de fungerar punktvis och om förhållandena är förmånliga, och är inte nämnvärt skalbara. Brist finns på kunskap om ålarnas naturliga vandringsbeteende eftersom de flesta undersökningar på området har gjorts just i anslutning till vattenkraftverk och dammar. En bättre kunskap skulle eventuellt kunna användas för att skapa förbiledningar av nytt slag. Det vore till exempel bra om passagen som sådan kunde detekteras och attrahera ålar på ett visst, gärna långt, avstånd. Ett nytt koncept söks därför där närmiljön vid förbipassager utformas efter ålarnas naturliga vandrings- och sökbeteende. De viktigaste faktorerna är antagligen vattenströmmar och vattendjup samt den fysiska utformningen av själva passagen och dess placering, men andra som vattenkemi och infraljud är också tänkbara.

Bidragande till projektets tillkomst var ett pilotförsök i akvariemiljö där instängda blankålar visade ett beteende som inte studerats tidigare (Fjälling, 2010a). Ålarna använde då en erbjuden flyktmöjlighet, att klättra brant upp mot en vattenström, vilket inte förväntats hos blankålar på väg nedströms mot havet. Ett inflöde av vatten kan förutsättas vara detekterbart på avstånd, ålar har stor sådan förmåga och använder den under sina tidigare livsstadier. Det bedömdes motiverat att undersöka om detta beteende även förekommer under mer naturliga förhållanden i ett vattendrag och om det i så fall kan skalas upp och användas för attraktion av ålar fram till exempelvis en passage förbi ett vattenkraftverk. Försök av den skisserade typen är kostsamma att utföra där olika utformningar av uppställningar behöver testas, sannolikt under flera säsonger. Det bedömdes därför bäst att göra försök i ett mindre vattendrag och hitta en väl fungerande utformning av passagen innan uppskalning och försök vid vattenkraftverk inleddes. För att utnyttja tiden identifierades under planeringsarbetet ett par andra beteendebaserade möjligheter att nå det överordnade målet som kunde undersökas med en mindre insats parallellt med passageförsöket.

Kunskaperna om hur blankålar vandrar mot havet är begränsade men en del opublicerade observationer tyder på att de håller sig nära vattenytan. I muntlig tradition kallas också blankål i Tyskland för "Treibaal" (ytål). I transporthänseende vore det rationellt för ålar att vandra i den övre delen av vattenmassan, strömhastigheten är störst på ungefär 1/3 av vattendjupet och ännu något ytligare om strömfåran är grund och har ett osymmetriskt t

tvärsnitt. Så skulle många hinder också undvikas och även predationsrisken minimeras. Predatorer står i allmänhet i stilla nära botten eller stranden för att spara energi. Den normalt stora predationsrisken uppifrån genom vattenytan är antagligen försumbar under de förhållanden som råder då ålar vandrar (mörker med dåligt väder och högt eller stigande grumligt vatten). Om det förhåller sig så att ålar vandrar någotsånär grunt, eller till och med ytligt, kan detta öppna nya möjligheter till avledning/passage. En sådan möjlighet kunde vara att väl uppströms ett vandringshinder avleda ålarna från av det översta vattenskiktet och in i en ytligt liggande kanal eller ränna och vidare förbi vandringshindret. Detta förutsätter att både att ålarna vandrar relativt ytligt och att passagens utformning inte utlöser undvikande eller flyktreaktioner.

En ytterligare tänkbar beteendebaserad möjlighet att nå det överordnade målet identifierades. En enkel och logisk teori (Durif et al., 2008) utgår från att blankålar börjar anpassa sig till förhållandena i det förhållandevis salta havet i god tid innan vandrigen börjar. Därmed ökar gradvis den osmotiska stressen så länge ålarna är kvar i sötvatten. Ett kraftigt regn (extremt jonfattigt) kan sedan tänkas ytterligare öka den osmotiska stressen och trigga vandrigen. Om denna teori är korrekt så är det tänkbart att en lokalt högre salinitet i ett vattendrag skulle kunna fungera attraherande på förbivandrande blankålar.

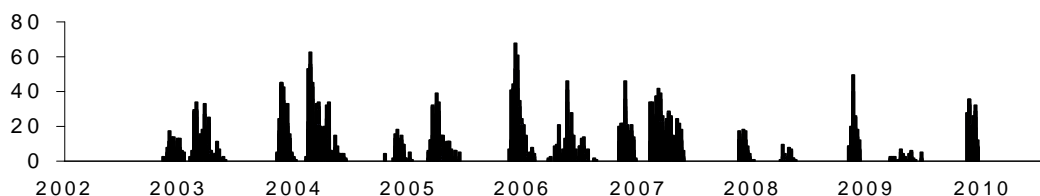
Under de genomförda försöken behövde en hel del tekniskt utvecklingsarbete genomföras. Detta och annat fördjupat underlag för rapporten redovisas i Appendix 1.

4 Material och metoder

4.1 Val av försökslokal

4.1.1 Fältförsök

I en tidigare genomgång verkade det sannolikt att det mest lämpliga vattendraget för de tänkta försöken var Mörrumsån (Fjälling, 2010b). En viktig faktor var att ålar vandrar under två perioder per år. En serie data med fångster i Havbältans lanefiske vid Blidingholm under början av 2000-talet gjorde sannolikt att ålvandringen skulle vara tillräcklig (Figur 1). Den stora variationen mellan fångster vår och höst under enskilda år och mellan olika år var dock uppenbar liksom en avtagande trend över tidsperioden. Ingående äldre data finns också (Granlund, 1958).



Figur 1 Anteckningar om fångster per dag från en fiskande (av flera) under senare tid i Havbältans lanefiske.

Av fyra tänkbara lokaler, alla belägna i närheten av Blidingholm nära Ryd, bedömdes platsen för det gamla lanefisket i Trässhultsån (Petersborg) vara mest lämpad. Kvarlämningarna (stenkistor, landfästen och spång över ån) kunde användas vid uppställningen av försöken och såväl strömförhållanden som botten- och djupförhållanden var lämpliga. Bredden på vattendraget på platsen är omkring 25 m (Figur 2).



Figur 2 Utvald plats för försöken med förbipassage för blankålar.

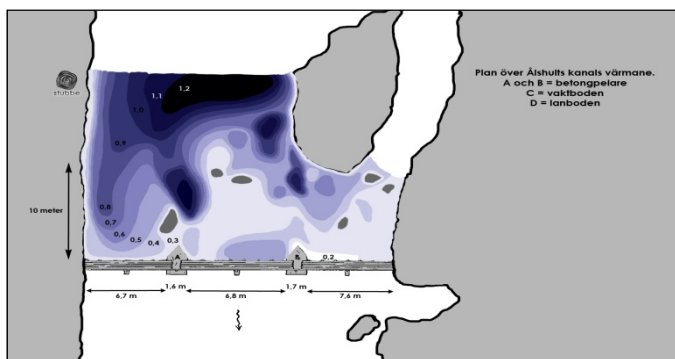
4.1.2 Akvarieförsök

Försöket med vattenkemi (salthalt) förlades till Försöksstationen i Ar (Uppsala Universitet, Campus Gotland) på Gotland nära Fårösund. Där fanns de för en akvarieanläggning vanliga faciliteterna, samt för försöket nödvändigt brackvatten och ett vattendrag med utvandrande blankål (Bångån, Fardume Träsk) i närheten.

4.2 Förberedelser

4.2.1 Fältförsök

Förberedelserna omfattade utöver försöksplanering anskaffning av tillstånd från mark- och fiskerättsägare, rekognosering uppströms i Trässhultsån, intervjuer med personer som tidigare varit eller fortfarande var aktiva i ålfisket, kontakter med hantverkare, lokalisering av förvaringsutrymmen, avtal för elanslutning i en närbelägen fastighet samt anskaffning, tillverkning och transport av material och utrustning. En uppmätning av djupet gjordes också som underlag för det vidare arbetet (Figur 3).



Figur 3 Djupförhållanden vid försöksplatsen uppströms det gamla lanefisket i Trässhultsån.

4.2.2 Akvarieförsök

Förberedelserna omfattande bokning av anläggningen, planering av försöken och transport av utrustning.

4.3 Teknik för registrering och övervakning

Avsikten var ursprungligen att använda en DIDSON (alt ARIS) akustisk videokamera som central teknik för att producera högupplösta data på ålarnas beteende under nära totalt mörker. Den planerade investeringen i ett sådant system vid SLU Aqua (utanför detta projekt) blev dock inställd. I stället användes under försöken två digitala optiska videosystem (vidare specifikationer i Appendix 1).

4.4 Konstruktionsarbete vid platsen för fältförsök

Som avstängning tvärs ån användes delar av en utvandringsfälla som inlånades från SLU Aqua (Strömvattenekologiska Laboratoriet i Älvkarleby). Fällan har tidigare använts i smoltundersökningar i Dalälven (Engman et al., 2011). Den större delen av avstängningen (västra sidan) utgjordes av ett galler och resterande av en vägg (vidare specifikationer i Appendix 1).

5 Resultat och diskussion

5.1 Försök HT 2012

Under den första fältperioden konstruerades avstängningen tvärs Trässhultsån, 2/3 av bredden på 25 utgjordes av ett galler och 1/3 av en vägg bestående av flyttbara luckor. Därefter testades metoder och teknisk utrustning. Tre försök inleddes genom att tre öppningar togs upp mellan luckorna i dammväggen och en glasfiberränna för försöksutrustning monterades i vardera (Figur 4).



Figur 4 Arrangemang med tre öppningar i dammen med vardera sin försöksuppställning.

Enkelt utflöde

Detta delförsök, ett enkelt utlopp genom dammväggen (Figur 5), var avsett att utgöra en kontroll då det är väl känt att åtminstone några ålar passerar igenom även små delflöden förbi hinder. Om inga ålar passerade här vore det en klar indikation på att något var fel med valet av försöksplats eller förekomsten av ål. Målet var också att nära studera hur ålar reagerar vid rännans ingång. Tidigare observationer har indikerat att ålar är känsliga för lokalt hög acceleration av vattnet och i så fall vänder om uppströms. Antalet ålar som observerades intill öppningen under perioden var 4 varav 2 passerade och en vände uppströms igen när den kommit halvvägs i rännan (Tabell 1). Resultatet motsvarade förväntningarna att ett mindre antal ålar skulle finna vägen ut i detta begränsade flöde. Ett par ålar reagerade på lokala strömvirvlar och vände uppströms igen.



Figur 5 Ränna med utflöde, (a) inlopp med flödet i riktning åt vänster i bild, (b) utloppet i den nedre änden av rännan i nedströms riktning.

Inflöde, "ålstège"

Denna försöksuppställning utgjorde uppskalning av det nämnda akvarieförsöket och var närmast jämförbar med en förstord ålyngelledare (Figur 6) med ett inflöde av vatten i den högsta delen närmast kameran. Försöket utgjorde en upprepning av det som tidigare gjorts i Sötvattenslaboratoriets akvariehus och där ålar klättrade uppströms. I det föreliggande försöket var förhållandena mer naturliga och stressnivån hos ålarna sannolikt avsevärt lägre.



Figur 6 Försöksuppställning med inflöde av vattenfördelat på tre punkter: ett delflöde som spray framför entrén till rännan, huvudflödet till rännans högsta punkt som rinner bortåt i bild och ett delflöde som attraherande ridå framför exitpunkten.

Inga ålar valde under försöksomgången denna väg ut, eller observerades intill entrén (Tabell 1). Det var inte förvånande eftersom volymen/flödet av det

tillförda vattnet var försumbart i relation till de stora flödena i den omedelbara närheten. Det vore knappast vara möjligt för ålar att detektera ett så litet inflöde på nämnvärt avstånd från entrén. Det gick därför inte att avgöra om frånvaron av reaktion från ålarnas sida berodde på att de var ointresserade av inflödet, eller om de inte kunde detektera det. Beslut togs om att upprepa försöket med ett avsevärt kraftigare inflöde, minst 150 l/s, kommande säsong.

Blind öppning

Detta delförsök utgjordes av en ränna slutade blint i sin borte ände och därför utan genomflöde (Figur 7). Tanken bakom detta försök var att se om ålar utöver att följa sinnesstimuli (vattenströmmar, infraljud) under sitt sök även skulle avsöka dammväggen taktilt. I så fall borde åtminstone någon ål undersöka eller simma in i entrén. Ingen ål valde att prova denna väg eller undersöka de närmaste omgivningarna (Tabell 1). Slutsatsen drogs att miljörelaterade stimuli var avgörande under ålarnas sökande efter en passage.



Figur 7 Försöksuppställning med blint slutande ränna.

Lokalt förhöjd jonstyrka/salinitet

I ett första mycket enkelt delförsök skapades en lokalt högre jonstyrka/salinitet för att undersöka om ålar attraherades dit. I ett litet lugnvatten i en smal passage omkring 15 m uppströms försöksuppställningarna lades små plastsäckar med salt (NaCl) ut på botten. En videokamera med IR-belysning sattes upp för att dokumentera eventuella besök av ålar på platsen. Ingen närvaro av ålar kunde verifieras då vattnet var alltför djupt för att IR-ljuset skulle nå ner. Ett par suddiga bilder såg ut som ålar men detta kunde inte fastslås med säkerhet. Det bedömdes dock som intressant att göra ett mer genomarbetat försök om tillfälle erbjöds senare under projektet.

5.2 Försök VT 2013

TVå öppningar lämnades mellan luckorna på den östra sidan av ån för försöksuppställningar (Figur 8).



Figur 8 Öppningar mellan sättar för försöksuppställningar i den östra sidan av Trässhultsån.

Kraftigt inflöde

Under det första försöket 2012 med ett inflöde av vatten var mängden tillfört vatten alltför liten för några slutsatser skulle kunna dras. I detta upprepade försök arrangerades därför ett mycket kraftigt inflöde för att eventuella anlockningseffekter skulle kunna antingen verifieras eller avskrivas (Figur 9). Ett förmodat tillräckligt flöde (150 l/s) skapades med hjälp av ett rör (ventilationstrumma) och en elektrisk utombordsmotor, se vidare (Appendix A).



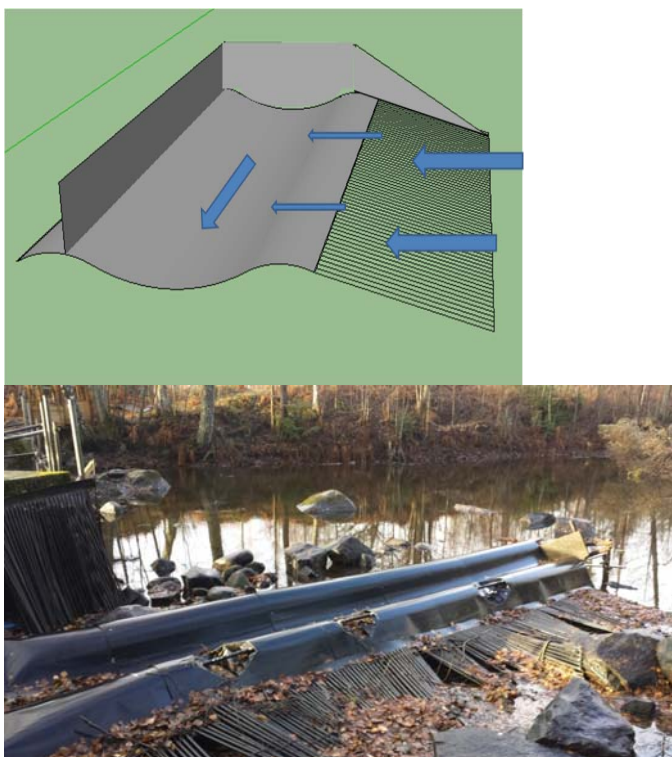
Figur 9 (a) Kraftig inkommande vattenström och **(b)** elektrisk utombordsmotor använd som pump.

Ingen ål gick in i entrén med utströmmande vatten (Tabell 1). Två ålar registrerades när de stannade upp någon meter ifrån mynningen av utflödet och stannade vända mot denna en kort stund. Bedömningen var att flödet var fullt tillräckligt för att vara detekterbart på detta och ytterligare några meters avstånd från utflödespunkten och inom vilket område ålar tidigare ofta setts. De observerade ålarna tycktes undersöka fenomenet på distans innan de

simmade iväg i en annan riktning. Ålarnas negativa reaktion skulle kunna bero på infraljud från den elektriska motorn, men det bedöms som mer sannolikt att utflödet av vatten inte hade en attraherande verkan utan snarare en avskräckande. Slutsatsen var att det beteende med uppströms flykt/vandring uppströms som observerats i det nämnda akvarieförsöket inte är vanligt. En förklaring kan vara att ett sådant beteende enbart utlöses vid en mycket hög stressnivå, exempelvis som den i akvarieförsöket med instängning i ett trångt utrymme. Däremot inte i det här fallet med ett begränsat hinder under lugna omständigheter och under kort tid och i naturlig miljö. Inflöde av vatten bedöms därmed inte vara användbart för anlockning till en passage för nedströms vandrande blankålar.

Utflyde, "M-ränna"

Detta försök gick ut på att testa en ytligt belägen ränna/kanal med utsträckning uppströms som ett principiellt sätt att förlänga och förstora entrén till en passage förbi ett vandringshinder. Avsikten är att ålarna som kommer från höger i bild ska ledas uppåt över det låglutande gallret som räcker längre ner än det djupa ålarna vandrar på och därefter över den grunda ryggen och in i vattenströmmen i den mittre kanalen (Figur 10, a). Huvuddelen av vattenströmmen passerar genom gallret och förbi under rännan. En mindre delström går över den grunda tröskeln tillsammans med ålarna, in i rännan och vidare i fördjupningen i dess mitt. I det aktuella försöket testades enbart en kortare längd av rännan. Vattendjupet på försöksplatsen var litet vilket gjorde att gallret här räckte ända ner till botten.



Figur 10 (a) Tvärsnitt av M-ränna för avledning av nedströms vandrande blankålar till en passage, (b) M-ränna med galler vid lågt vattenstånd (urtagen i den närmaste åsen gjordes senare).

Under försökets gång kom ett antal ålar i kontakt med M-rännan från olika riktningar men endast två gick in i den och vidare ut genom passagen (Tabell 1). Många ålar följde som det var tänkt gallret upp emot det grundaste partiet, men passerade inte över själva ryggen utan vek i stället av åt sidan och följde den i uppströms riktning för att sedan försvinna ur sikte. Ett improviserat försök gjordes alldeles i slutet av vandringsperioden att öppna upp några litet djupare passager från sidan och in i M-rännan. Ingen ål observerades använda denna nya väg in. Slutsatsen drogs är att en passage för ålar utformad som M-rännan inte är användbar som passage för nedströms vandrande blankålar. Videosekvenser från omgivningarna visade att ålar även där tvekade att passera över särskilt grunda områden. Däremot tvekade de inte att passera genom trånga passager med branta sidor, exempelvis mellan kantiga stenblock. Beslut togs om att genomföra ett nytt försök med smalare passager med vertikala sidor ("U-ränna") följande försöksomgång.

5.3 Försök HT 2013

Då höstens försök skulle inledas var Trässhultsån nära nog torrlagd efter en lång period med ovanligt liten nederbörd (Figur 11). Vattennivån i Åsnen uppgavs av närboende då vara den lägsta på 30 år. Försöken inställdes därför och ramverket för galler och annan utrustning som lämnats kvar efter vårens försök demonterades och lades upp för vinterförvaring.



Figur 11 Lågt flöde i Trässhultsån (a) tröskeldammen nedströms Åsnen (b) försöksplatsen vid Petersborg.

5.4 Försök VT 2014

Endast en öppning lämnades vid detta tillfälle mellan luckorna i avstängningen för försök med en förbipassage.

Utflöde U-ränna

En "U-ränna" med vertikala sidor och spaltöppningar sattes upp på samma vis som M-rännan året innan (Figur 12). Ingångar fanns endast på den sidan (östra) de flesta ålarna i tidigare försök närmast sig ifrån. Ledgallren från M-rännan återanvändes och monterades på samma vis.



Figur 12 U-ränna med vertikala sidor och spaltöppningar på den högra sidan.

Under försöket passerade 11 ålar genom U-rännan vilket var det största antalet i något av försöken (Tabell 1). En enda ål som gått in i rännan vände om uppströms igen. Resultatet ser lovande ut. Ett par faktorer är dock osäkra.

1. Effektiviteten, sedd som andelen ålar som gick in i passagen av dem som varit i dess närhet, var relativt låg. Det kan bero på att ålarna tvingas simma omkring och söka i det dämnda området. Tämligen få av ålarna kommer då fram till rännan i "rätt" aspekt (nära vinkelrätt) på det vis man säkrare kan vänta sig under mer fördelaktiga förhållanden. En viss stresspåverkan med ökad försiktighet hos ålarna kan också tänkas inverka, när som här den fria vandrigen hindrats.
2. Det är inte utforskat vilket djup ålar normalt vandrar på, det vill säga om ett hanterligt (måttligt brett) galler räcker ner nog långt (under den nivå ålarna vandrar) i ett fritt vatten. I försöket räckte ledgallret ned till botten och nådde därför under de flesta ålarna, några kröp under intill stenar etc.

3. Det ännu oklart om det går att utforma gallret/inledningen till rännan på ett sådant sätt att de allra flesta av vandrande blankålar accepterar att ledas uppåt och in i rännan och att sedan följa denna. En erfarenhet under projektet är att det finns en stor individuell variation i beteendet hos ålar.

Rent praktiskt är principen annars enkel och skalbar och bör kunna appliceras på valfri plats. En möjlighet är att göra anläggningen flytande på vattenytan och modulär för utläggning under aktuella perioder och upptagning där emellan. Slutsatsen efter detta försök är att en anordning av typen U-ränna eventuellt kan vara användbar för uppsamling och ledning av nedströms vandrande blankålar till en passage förbi hinder. Vidare försök i en mer tillämplig situation bedöms motiverade för att klara ut återstående osäkerheter. Det är också synnerligen viktigt att tillförlitliga data snarast tas fram på vilket djup blankålar vandrar under ostörda förhållanden. En möjlighet kan vara att använda en Didson/Aris akustisk kamera i anslutning till det föreslagna vidare försöket, eller mer fördelaktigt, redan innan detta påbörjas.

Omlöp

Ett litet och kortvarigt sidoförsök gjordes med ett omlöp i miniskala. Vid något tidigare tillfälle har Trässhultsån skurit en fåra förbi landfästet på den östra sidan. Under normalflöde är denna fåra torrlagd. En mindre passage (bredd 0,4 m, djup 0,2 m, flöde 20 l/s) grävdes för att testa om ålar enklare skulle finna denna naturliga passage än försöksuppställningarna (Figur 13). Videokameror monterades även här. Sammanlagt passerade 4 ålar medan 1 vände på vägen (Tabell 1). Omlöpet befann sig i ett hörn av försöksområdet vilket borde ha gett en effektiv naturlig fysisk ledning tillsammans med hydrologiska och eventuellt hydroakustiska stimuli. Försöket skedde under den starkaste vandringsperioden och avslutades för att inte störa huvudförsöket.



Figur 13 Ett omlöp i som skapades i strandkanten förbi försöksanläggningen och ålar som passerade igenom detta.

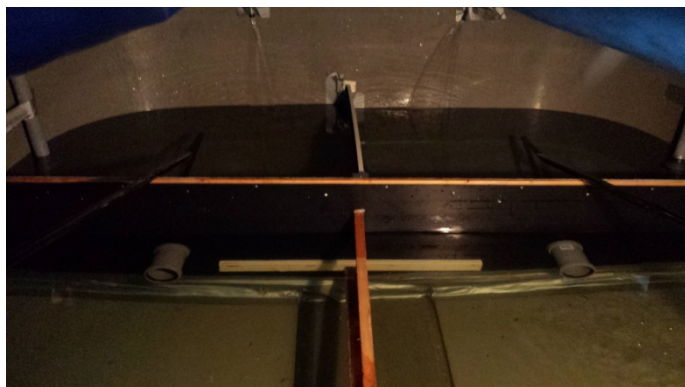
Tabell 1 Resultat av fältförsök; insats, insamlat material och antal ålar vid och i de olika försöksuppställningarna.

| Försöksomgång | Antal projektdagar | Antal inspelningsdagar | Antal inspelningstimmar | Antal analyserade timmar | Totalt antal registrerade ålar | Antal observerade ålar/tim | Experiment uppställning | Vattenflöde (liter/sek) | Antal ålar i interaktion med experimentuppställningen | Antal ålar som passerade genom experimentuppställningen |
|---------------|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---|---|
| Ht-2012 | 30 | 28 | 259,4 | 251,3 | 38 | 0,15 | Enkelt utflöde | 20 | 4 | 2 |
| | | | | | | | Litet inflöde | 5 | 0 | 0 |
| | | | | | | | Blind öppning | 0 | 0 | 0 |
| Vt-2013 | 17 | 17 | 196,6 | 151,8 | 105 | 0,69 | M-ränna utflöde | 20 | 76 | 2 |
| | | | | | | | Kraftigt inflöde | 150 | 25 | 0 |
| Vt-2014 | 60 | 53 | 423,0 | 386,5 | 240 | 0,62 | U-ränna utflöde | 20 | 74 | 11 |
| | 20 | 15 | 163,0 | 157,3 | | | Naturligt omlöp | 20 | 55 | 4 |

Ålvandringsperiodens längd var relativt lika mellan säsongerna. Skillnaden i antal projektdagar och inspelningstimmar beror mest på andra faktorer. En sådan faktor var ambitionen att hålla försöken ingång tills vandringsperioden med säkerhet var avslutad eftersom väderförhållanden inverkar starkt på detta. En annan faktor var att användning av timers i videosystemen gjorde det möjligt att spela in under längre perioder utan närvarande personal.

Salinitet

Två fisktråg (4 m², EWOS) delades in i tre avdelningar vardera vilka försågs med tillflöden av sött respektive bräckt vatten (Figur 14) och ett centralt avlopp, se vidare Appendix 1. Mellan den större avdelningen i respektive tråg och de mindre fanns öppningar för inflöde och passage. Trågen täcktes med ljustäta presenningar och försågs med IR-belysning och var sin videokamera. Utvandrande blankålar från Bångån, Fardume Träsk sattes i den större avdelningarna där det var sötvatten. Ålarna kunde välja att stanna i den avdelningen eller alternativt gå in i den med bräckt eller med sött vatten.



Figur 14 Fisktråg indelat i avdelningar. I den större avdelningen närmast med sött vatten släpptes ålarna vid försökets start. Från de mindre avdelningarna flödade sött respektive bräckt vatten in i den större genom rören i mellanväggen, rören medger också passage för ålar.

Under 39 timmars inspelning gick ålar 21 gånger genom en passage mot ett inflöde av bräckt vatten och 8 gånger mot ett inflöde av sött vatten vilket är en statistiskt säkerställd skillnad (χ^2 ; $p < 0.05$) och visar på en attraktionseffekt. Sökmönstret hos ålarna i trågen tycktes dock i första hand vara relaterat till förekommande starkare vattenströmmar (inlopp, utlopp) och

i andra hand utgöras av en fysisk utforskning av väggarna vid ytan och botten, särskilt i hörnen. Storleken på avdelningen tycktes viktig då ålarna oftast återvände dit efter besök i de andra avdelningarna. Reaktionen på det inströmmande bräckta vattnet var mindre omedelbar. Genomgången av videofilmerna och analysen av data är inte helt slutförd, men det tycks klart att attraktionseffekten inte är tillräckligt stark för att vara användbar vid till exempel anlockning till en passageväg. Stressnivån hos ålarna i försöket var hög varför det kan vara intressant att testa anlockningseffekten i något fältförsök om det kan göras där övervakning redan sker och utan större extra insats.

6 Slutsatser

En grund ränna (U-ränna) med vertikala sidor och spaltöppningar med ett inflöde av vatten, som förlades i riktning snett uppströms, resulterade i ett större antal ålpassager än en enkel öppning i damväggen med samma flöde. Det är inte klart om/hur denna passage fungerar i en verklig tillämpning, hur effektiv den kan bli med optimal utformning och om den kan skalas upp. Denna del av det nya konceptet bedöms som lovande och värd att fullfölja.

Blankålar under utvandring prefererade och sökte sig i försök till bräckt vatten framför sött. Reaktionen var inte tillräckligt stark för att det skulle vara tänkbart att använda den för att attrahera ålar till en passageväg.

Ett inflöde av vatten på en plats där blankålars nedströms vandring var förhindrad hade inte någon attraherande effekt. Det bedöms inte som möjligt att bygga förbipassager med sådan teknik. Tidigare observationer som pekat i annan riktning berodde antagligen på särskilda förhållanden under det försöket.

7 Kunskapsbehov

Ett uttalat behov finns av kunskap om blankålar migrationsbeteende under vägen mot havet. Det innefattar både vägval och reaktioner på hinder samt i synnerhet positionen i vattenmassan i relation till flödes hastighet, djup, plats sidledes i vattendraget mm.

Ett behov finns av vidare utveckling och försök med förbipassager för utvandrande blankålar. Särskilt viktigt är se på och dokumentera reaktionerna i detaljskala, gärna med akustiska eller optiska (IR) videokameror.

Allt fler tekniker kommer fram på vattenkraftområdet som tillåter fiskar att passera oskadade. Utan inbördes ranking kan nämnas α - och β -galler med inbyggd passage, Alden turbin, Archimedes skruvar, rör genom/över dammar, anpassad drift och selektiv tappning. Det är möjligt att vi i framtiden i allt fler vattendrag kommer kunna få en säker passage för ålar i en mindre del av flödet. För att säkerställa ledningen av ål och annan fisk till dessa ofarliga delar av flödet behöver nya och mer effektiva ledningstekniker tas fram.

8 Avvikelser från projektplanen

Det har inte varit möjligt att utföra försök med passagevägar under två vandringsperioder under två kalenderår, totalt 4 perioder. Orsaker har varit: (1) försenad projektstart gjorde att perioden VT 2012 utgick, (2) ett extremt lågt vattenstånd i sjön Åsnen gjorde att perioden HT 2013 utgick, (3) avslutandet av innevarande programperiod för KTÅ omöjliggjorde senareläggning. Försök har genomförts under sammanlagt 3 perioder.

Det har inte varit möjligt att skatta den relativa effektiviteten i relation till bakgrundsdata på åltäthet i aktuella områden. Orsaker har varit: (1) det koncept som skulle testas fungerade inte och utvecklingsarbetet har därför pågått under hela perioden, (2) nya testkonstruktioner har av praktiska och resursmässiga skäl byggts korta, i längd omkring 1/5 – 1/10 av skarp version, (3) utvecklingsarbetet har förutsatt en avstängning av vattendraget som innebär att många ålar vänder utan att söka någon passage. Beräkningar av effektivitet förutsätter att man kommit så långt att man kan arbeta i full skala i ett öppet vattendrag.

Utöver det planerade centrala försöket med "ålstege" (uppskalad ålledare) har försök utförts med: M-ränna, U-ränna, vattenkemi (ökad jonstyrka) och med ett litet omlöp. Ett relativt omfattande tekniskt utvecklingsarbete med problemlösning har genomförts.

9 Erkännanden

Många personer har bidragit med viktiga delar i projektet. Johan Tielman E.ON Vattenkraft berättade tidigt om Havbältans gamla ålfiske och möjligheterna där. Strömvattenekologiska Laboratoriet, SLU Aqua lånade hjälpsamt och kostnadsfritt ut viktig materiel och bistod med råd, Carl-Gustav Gustavsson Blidingsholm ställde värdefulla fångstdata till förfogande, Olle Calles och Simon Karlsson vid KaU gav goda råd och hjälp, HT metall tillverkade försöksmaterial och gav goda råd i konstruktionsfrågor, Allan Jansson vid Laseropotronix och Roger Jurstedt gav goda råd och lånade ut optisk utrustning, Anders Nissling vid UU, Campus Gotland gav hjälpsamt stöd, Fritz Herder vid Idekulla skola var alltid redo att hjälpa till, Wainy Holgersson tog fram viktiga data och kontakter i början av projektet, Ivar Pettersson berättade om ålfisket i äldre tid. Oliver Olsson var suverän på knepiga transporter med traktor, Andrea Suhr ställde upp med nätanslutning, Mike Woods ordnade snickerier galant. Christer Blomqvist MariLog var med från start och var ett gott stöd i vått och torrt.

10 Referenser

- Durif, C.M.F., Travade, F., Rives, J., Elie, P., Gosset, C., 2008. Relationship between locomotor activity, environmental factors, and timing of the spawning migration in the European eel, *Anguilla anguilla*. *Aquat. Living Resour.* 21, 163-170.
- Engman, A., Ragnarsson, B., Karlsson, L., Petersson, E., Dahlén, N., Serrano, I., Dahlgren, P., Larsson, S., Rivinoja, P., Lagenfelt, I., Moberg, B., 2011. Utvandring av vild och odlad lax- och öringsmolt från Kungsådran, Dalälven, 2008-2010. p. 41.
- Fjälling, A., 2010a. Anordning för passage över land för nedströms vandrande blankålar. SLU Aqua, Stockholm, p. 3.
- Fjälling, A., 2010b. Anteckningar besök vid lanefisket Mörrumsån vid Åsnens utlopp maj 2010, intervju med Carl Gustav Gustavsson. SLU Aqua, Stockholm, p. 9.
- Granlund, J., 1958. Ålfiskena i Mörrumsån - en monografi, Växsjö.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS-
OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Filnamn: 14_33 Rapport.docx
Katalog: G:\Gemensam\Rapporter\Elforsks_rapporter\web
versioner (komprimerade)\Vattenkraft\2014\14_51
Mall: C:\Users\kmo\AppData\Roaming\Microsoft\MSOff
ice2007Mallar\ARBGRP\nya rapportmallen.dotm
Rubrik:
Ämne:
Författare: SHT
Nyckelord:
Kommentarer: ELF500 v 2.0 2008-05-13
Datum: 2014-11-12 09:32:00
Version: 2
Senast sparad: 2014-11-12 09:32:00
Senast sparad av: SHT
Total redigeringstid: 1 minut
Senast utskrivet: 2014-11-17 16:33:00
Vid senaste fullständiga utskrift
Antal sidor: 29
Antal ord: 6 220 (cirka)
Antal tecken: 32 966 (cirka)