



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Utvandrande blankål vid Jonsereds kraftstation, Säveån.

Försök att styra vandrigen med hjälp av
spänningsfält.



Rapportnr: 2013:53

ISSN: 1403-168X

Rapportansvarig: Ingvar Lagenfelt och Mikael Cremle

Foto: Fingrindar vid intaget till Jonsereds kraftstation, Ingvar Lagenfelt

Utgivare: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenvårdsenheten

Rapporten finns som pdf på www.lansstyrelsen.se/vastragotaland under Publikationer/Rapporter.

Lagenfelt I. Cremlé M., 2013, Utvandrande blankål vid Jonsereds kraftstation, Säveån. Försök att styra vandrigen med hjälp av spänningsfält. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, rapport 2013: 53, 22 sidor, ISSN: 1403-168 X

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultat från ett försök att med ett elektriskt spänningsfält styra blankålar bort från intaget till en kraftstation i Säveån. Fältet alstrades via rostfria stavar som hängde från två wirar över intagskanalen till kraftstationen.

Två spänningssituationer testades. Båda låg i ett intervall på mellan 0,1 – 1 V spänningsfall per centimeter kroppslängd. För att följa ålarnas rörelse och beteende vid spänningsfältet märktes dessa med ultraljudssändare och mottagare placerades på strategiska punkter. Ålarna fångades med ålryssjor i sjöar uppströms kraftstationen. De märktes sedan och släpptes uppströms spänningsfältet.

Av de totalt 33 märkta ålarna bidrog 18 stycken med information vid utvandringen. De övriga stannade kvar i sjön. De utvandrande ålarna registrerades vid 16 tillfällen som nedströmsspasserande just under de nattliga försöksperioderna. Resterade individer passerade dagtid. Fördelningen av passagera i förhållande till spänningsfältet avvek något från det förväntade. Det fanns möjligen en anlockning av ål och en ökad vandring under perioder med påslaget spänningsfält. Resultaten är preliminära och en fortsättning på försöken planeras under 2013.

Av övriga faktorer som studerats och som bedömdes kunna påverka vandringsbeteendet ljustet viktigt. Både vad gäller skymningsljus och månljus verkade ålarna vandra när det var de lägsta ljusnivåerna.

Innehåll

1. Inledning

2. Metodik

- 2.1. Försöksdesign
- 2.1. Telemetrisystem
- 2.3. Elstängsel
- 2.4. Ålarna
- 2.5. Märkning och djuretik
- 2.6. Vattenflöde och temperatur

3 Resultat

- 3.1. Allmänt
- 3.2. Spänningsfält
- 3.3. Påverkan på vandrigen av övriga förhållanden
- 3.4. Förluster och vandringsbenägenhet

4. Diskussion

- 4.1. Påverkan på vandrigen med spänningsfält
- 4.2. Påverkan på vandrigen av övriga förhållanden
- 4.3. Förluster och vandringsbenägenhet
- 4.4. Jämförelse med teoretiska beräkningar.
- 4.5. Jämförelse med ålvandringsdata från fiskräknare
- 4.6. Öring och lax

5. Referenser och arbetsmaterial

Tack

1. Inledning

Rekryteringen av ål har minskat kraftigt inom hela utbredningsområdet. Orsakerna är säkert flera men ett av skälen är sannolikt en hög dödlighet på utvandrande blankål på vägen från uppväxtområdena ut till lekområdet i Sargassohavet.

Många individer skadas eller dör vid vattenkraftsstationer när de ska passera genom att de hamnar i turbinerna. De lösningar som använts tidigare för att hindra detta inkluderar ofta fingrindar, täta galler, med till exempel 20 mm spaltvidd framför intaget. Denna metod fungerar inte alltid. Nyare lösningar inkluderar smalare spalter och kraftigt lutande galler för att leda ålen till alternativ väg. Denna lösning är hittills inte alltid möjlig att installera till exempel i riktigt stora kraftstationer.

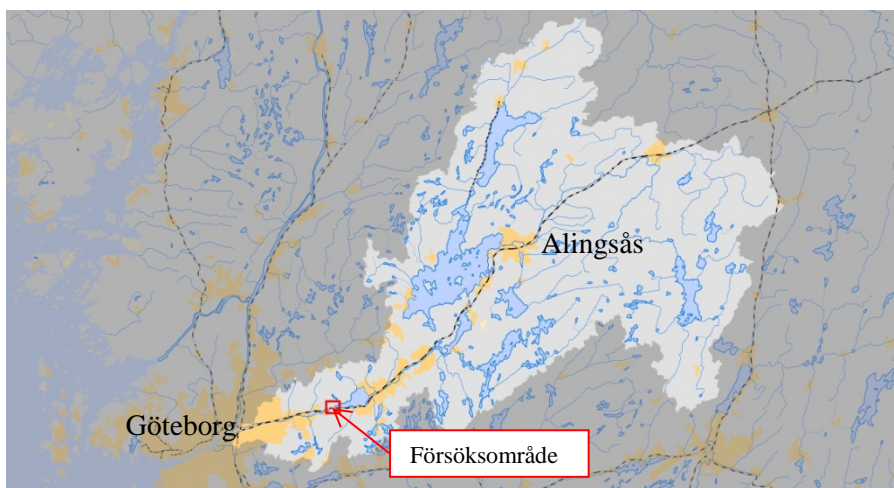
Det aktuella projektets syfte var att ge mer kunskap om andra metoder än galler för att styra vandrande blankål. Ett elektriskt spänningsfält kan vara en sådan metod.

2. Metodik

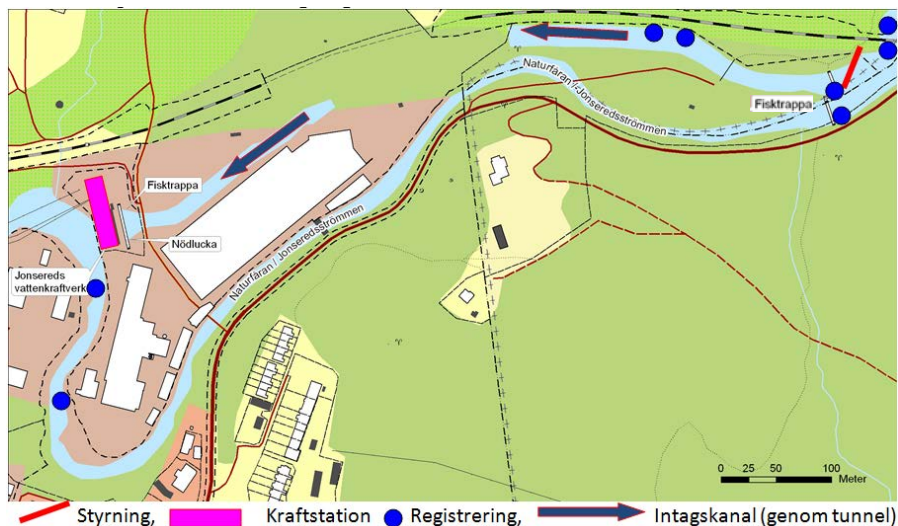
2.1. Försöksdesign

Syftet med projektet var att öka kunskapen om metoder att styra nedströmsvandrande blankål förbi kraftstationer där fingrindar inte är en tekniskt möjlig lösning eller ett ekonomiskt alternativ.

Under hösten 2012 testades en metod i Sävån att med ett elektriskt spänningsfält styra individmärkta ålar bort från intagskanalen till Jonsereds kraftstation. Anläggningen fungerade som testområde, och lösningen är inte i första hand avsedd just för denna placering.



Figur 1. Karta över Sävåns vattensystem.



Figur 2. Principskiss för Jonsereds kraftstation och försöksområdet. Den längst nedströms belägna mätstationen ligger 10 km från kraftstationen vid SKFs fabriker.

De längst nedströms belägna mottagarna placerades på ett sådant avstånd från kraftstationen i Jonsered, 10,6 km, att ålen bedömdes måste ha simmat aktivt för att nå dit, vilket innebar att skadade individer inte registrerades här.

2.2. Telemetrisystem

För att följa ålarnas rörelse förbi kraftverket märktes ålarna med ultraljudssändare som fästes utvändigt framför ålens ryggfena med rostfri sutur. Två trådar användes för att fixera sändaren och hålla den en bit från kroppen för att förhindra nötning på ålens skinn och slemskikt (figur 3). Sändarens vikt i vatten var 1,2 gram, d.v.s. för de minsta använda individerna mindre än 0,4 % av kroppsvikten. Sändarens ringa storlek och vikt bedömdes inte påverka ålens beteende (Jepsen m.fl.. 2002).



Figur 3. Märkta ålar.



Figur 4. Hydrofonboj "VR2" med flytkula som håller systemet upprätt och ankarvikt.

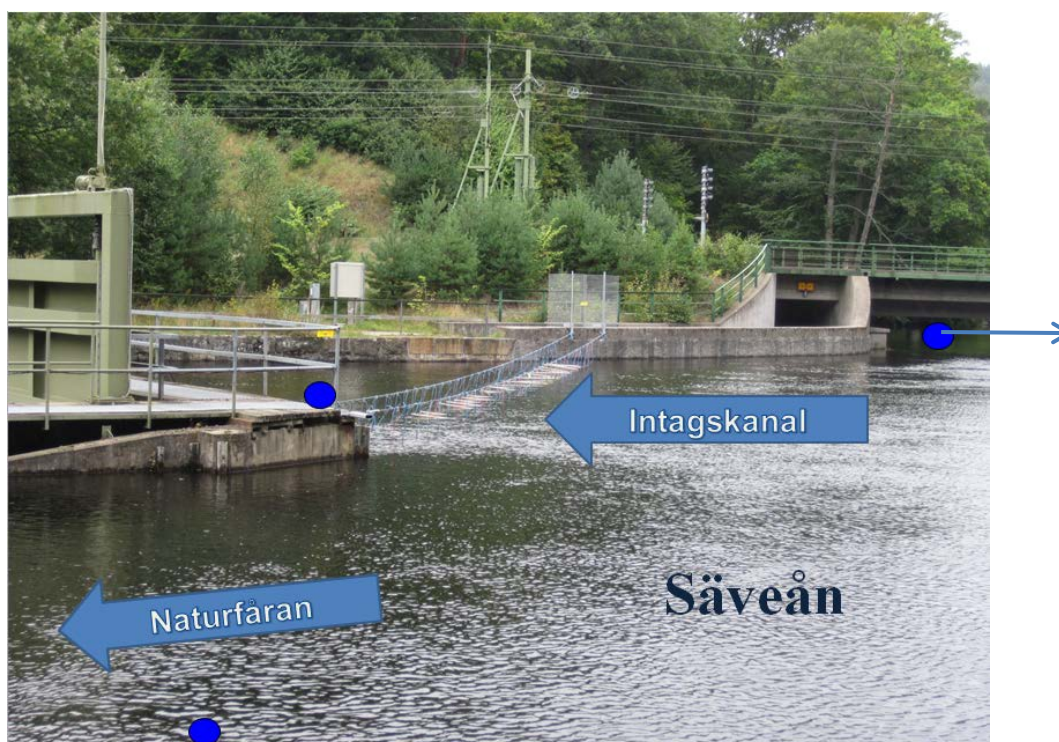
Sändarna avgav en kodad signalserie med randomiserat tidsmellanrum i intervallet mellan 20 och 60 sekunder vid frekvensen 69 kHz och signalstyrkan 136 - 139 dB re 1 μ Pa, 1 m. Sändarens diameter var ca 7,2 mm och längden 18 mm.

Flera sändare kan registreras utan att störa varandra även om de befinner sig i samma område samtidigt. Med ökat antal sändare nära varandra ökar dock risken att två eller flera sänder exakt samtidigt och mottagarna därmed inte kan avkoda signalen. Med så små märkomgångar som var aktuella, med maximalt 10 individer i varje, var det bara vid vistelsen nära märk- och utsättningsområdet i sjön, där de ålar som inte påbörjat vandringen ansamlas, som problemet kunde förväntas uppstå.

Ålarnas rörelser registrerades med hjälp av mottagare i hydrofonbojor av modellerna VR 2 (figur 4). och VR2W. En översikt av metoden har gjorts av Heupel m.fl. (2007). Detektionsavståndet för hydrofonen testades på ett par mottagarplatserna i vattendragen före försöken. Detektionsavståndet i en å av Säveåns storlek beror främst av de lokala bottenförhållandena men också i någon mån av märkets signalstyrka. Detektionsavståndet var minst 300 m och typiskt 400 m med olika räckvidd uppströms och nedströms.

2.3. Elstängsel

Det elektriska fältet alstrades via rostfria stavar som hängde från två wirar. Avståndet mellan dessa var en meter. För att förhindra att de rostfria stavarna kunde slå ihop och kortslutas användes en plaststav. Möjligheten att styra strömfältet inom ett bredare intervall fanns men det begränsade antalet ålar gjorde att endast två inställningar testades. En period vid starten av försöket användes ett fält med pulserande likström och en strömförbrukning av 2,4 A i medeltal (nominellt 3,2 A, 30 – 40 V, frekvens 10 pulser per sekund) och efter 10 oktober testades trefas växelström med en strömförbrukning av 1,5 A (nominellt 1,7 A per fas, 40 V, frekvens 3,3 Hz = 10 pulser per sekund). Fältstyrkan i vattnet uppmättes vid båda situationerna för omräkning till Volt per centimeter fisklängd. I resultatet nedan redovisas dock endast om fältet varit på eller av. Vid de fortsatta försöken finns möjligheter att testa eventuella skillnader i effekter av olika strömregimer mer noggrant.



Figur 5. Elstängsel för styrningsförsök hängande över intagskanalen i bakre delen av bilden. Blå punkt = telemetrimottagare. Naturfåran = Jonsredsströmmen. Bilden visar utloppet från sjön Aspen. Ålarna märktes och sattes ut i sjön, till höger i utanför bilden.

2.4. Ålarna

Ålarna fångades med ålryssjor i sjöarna Aspen och Mjörn. Ryssjorna vittjades ungefär vart annat dygn. Fångsten sumpades tills ålarna var tillräckligt många för en försöksomgång. Målet var att samla in och märka minst 10 ålar inom en tredygnsperiod. På grund av lågt fångstresultat fick märkningen genomföras med färre antal ålar än vad som var önskvärt för att undvika allt för långvarig sumpning ålarna. Ålarna märktes och sattes ut cirka 150 meter uppströms elstängslet.

Ålarnas medellängd var strax under en meter och medelvikten var 1,4 kg (Tabell 1). Bara tre individer vägde under 1 kg medan 4 st. vägde runt 2 kg. Den allra minsta individen utrustades med en lättare och mindre typ av sändare.

Tabell 1. Märkningstillfälle och månadsvis medelvikt och medellängd hos de märkta blankålarna

Datum	Antal	medelvikt	medellängd
21 sep	10	1,42 kg	92 cm
22 sep	4		
5 okt	5	1,37 kg	91 cm
10 okt	3		
15 okt	6		
21 okt	1		
22 okt	4		

Endast ålar som säkert bedömdes vara i vandringsfas ingår i försöket. För att bättre kunna fastställa gränsen mellan vandrande och inte vandrande individer märktes även fem individer som bedömdes som inte ännu fullt vandringsklara. Vikten på dessa individer var mellan 0,9 och 1,6 kg (medelvikt 1,2 kg). Inte någon av dem påbörjade vandring utan alla rörde sig i sjön till försökets slut. Dessa individer redovisas inte i det följande.



Figur 6. I väntan på att tillräckligt många ålar ska samlas in, hålls de redan fångade i sump.

2.5. Märkning och djuretik

Själva märkningen gjordes utan att ålarna bedövades. Erfarenhet har visat att om märkningen görs på rätt sätt reagerar inte ålen på sticket, inte ens med en muskelryckning. Därför antas själva märkningsproceduren vara skonsamsam för ålen vilket också är en förutsättning för att beteendet skall vara naturligt.



Figur 7. Märkning.

Hantering av ålen vid märkningen gjordes i en fuktig fisklåda tillsammans med blöta lakan där ålen kunde komma under lakanen och lugna ner sej en tid innan märkningen. Under märkningen hölls ålen fixerad med hjälp utav de blöta lakanen. Med ena handen hölls lakanet över ålens ögon.

2.6. Vattenflöde och temperatur

Medelflöde i m³/s för 12-timmarsperioder vid Jonsered under perioden från 19 september till slutet av november loggades av Vattenfall (flödesdata: se Figur 12). Data från intagskanalen och naturfåran (Jonseredsströmmen inklusive fisktrappan) redovisades separat.

Temperatur mättes i den övre fiskräknaren vid Jonsered under perioden från 19 september till slutet av november (Temperaturdata: se Figur 13).

3. Resultat

3.1. Allmänt

Data insamlade under hösten 2012, som redovisas här, är preliminära. Slutlig bearbetning görs efter hösten 2013 när resultat från fler ålar finns att tillgå.

Alla de 33 märkta ålarna registrerades i utsättningsområdet under en eller flera perioder. Registreringar från 18 av dessa fanns från kraftstationsdammen och från intagskanalen alternativt naturfåran (tabell 2).

Totalt har 19 nedströmpassager registrerats för de 18 individerna. Dessutom har vid 19 tillfällen individer bedömts röra sig mellan registreringen vid sjön och dammen eller vid de två mottagarna närmast intagskanal – naturfåra (samlat som ”Episoder” i tabell 2.). ”Antalet koder” i tabellen redovisar hur många gånger mottagaren identifierat en individ i närområdet. Vid registreringen längs nedströms (SKF i tabellen) identifierades exempelvis i genomsnitt varje individ 4 gånger. I sjön Aspen vid utsättningsområdet är motsvarande siffra ($312183 / 33 =$) 9460 gånger.

Tabell 2. Antalet ålar som registrerats totalt i de fem olika områdena med utplacerade mottagare. Av de 18 individer som registrerats vid dammen har en passerat området två gånger. Episoder är registrerade rörelser hos ålar som inte tolkats som nedströmpassager. Koder innebär totala antalet godkända registreringar i mottagarna (d.v.s summan av båda mottagare i varje område).

Antal registrerade	mottagarplacering				
	sjön Aspen	dammen	intagskanal	Naturfåran	SKF
Individer	33	18	17	3	10
Passager			19		
Episoder ^A			19		
Koder	312183	1976	1404	39	40

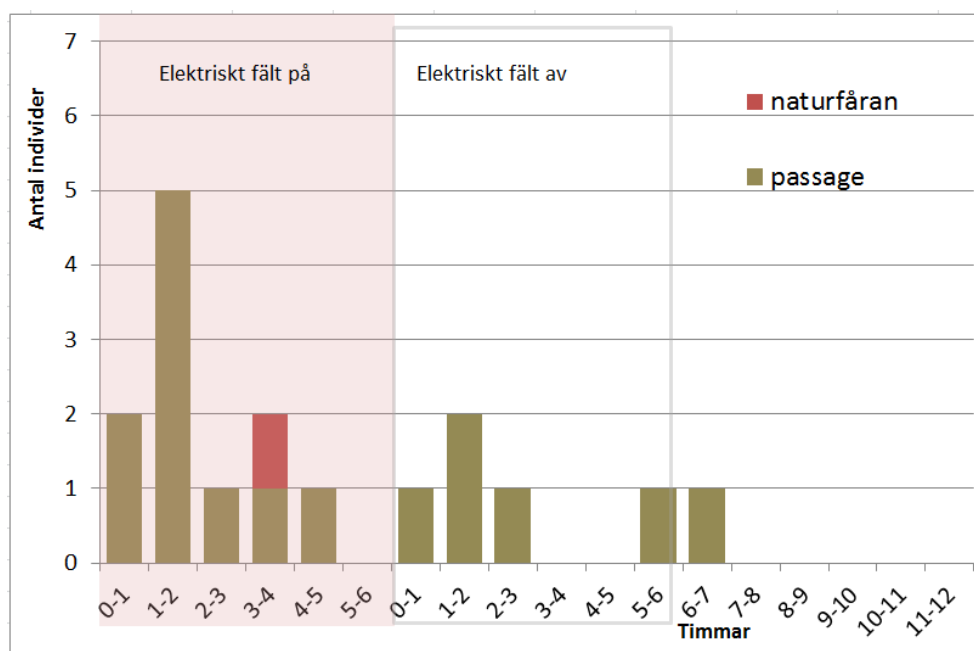
^A Ej statistiskt oberoende rörelser av individer i närheten av elstängsel utöver passager.

Alla ålar passerade inte under försöksperioderna nattetid. Testet utfördes mellan kl. 18⁰⁰ och 24⁰⁰ alternerande med mellan 00⁰⁰ och 06⁰⁰ i svensk normaltid under försöksdygnet. Antalet unika passager, inklusive i gamla ålfåran, inom dessa tidsintervall var 16 och antalet övriga episoder var 7. En passage och övriga episoder ägde rum under andra delar av dygnet främst under ett strömavbrott.

3.2. Spänningsfält

Vandringsvägarna och beteendena var inte alltid konsekventa och entydigt tolkningsbara. Några individer rörde sig till exempel i närområdet till dammen och elspärren vid flera tillfällen och några hade vandrat tillbaka till sjön efter att ha registrerats vid dammen och någon också efter registrering i intagskanalen. En ål hade uppehållit sig under en period i intagskanalen för att sedan vandra vidare. Utöver den individ som passerade direkt ner i naturfåran, Jonsereidsströmmen, passerade ytterligare två efter att först ha registrerats uppströms dammen och i intagskanalen.

Inom försökstiderna under nätterna, med sammanlagt 16 passager nedströms, registrerades en topp efter mellan 1 till 2 timmar från det att fältets slagits på. Huvuddelen av passagera under försöksperioderna, 11 stycken, inklusive den direkt i naturfåran, gjordes när spänningsfältet var aktivt och 5 när det var avstängt (figur 8). I figur 10 redovisas fördelningen under dygnet oberoende av om spänningsfältet varit aktivt eller inte.



Figur 8. Nedströmpassager hos ål under de egentliga försöksperioderna mellan 0 och 6 timmar med fältet av eller på markerade och tiden markerad som 0-1, 1-2 osv. och under resterande dag till klockan 18⁰⁰. En individ passerade efter försöksperiodernas slut. "Naturfåran" avser en individ som passerat utan att först registrerats vid intagskanalen.

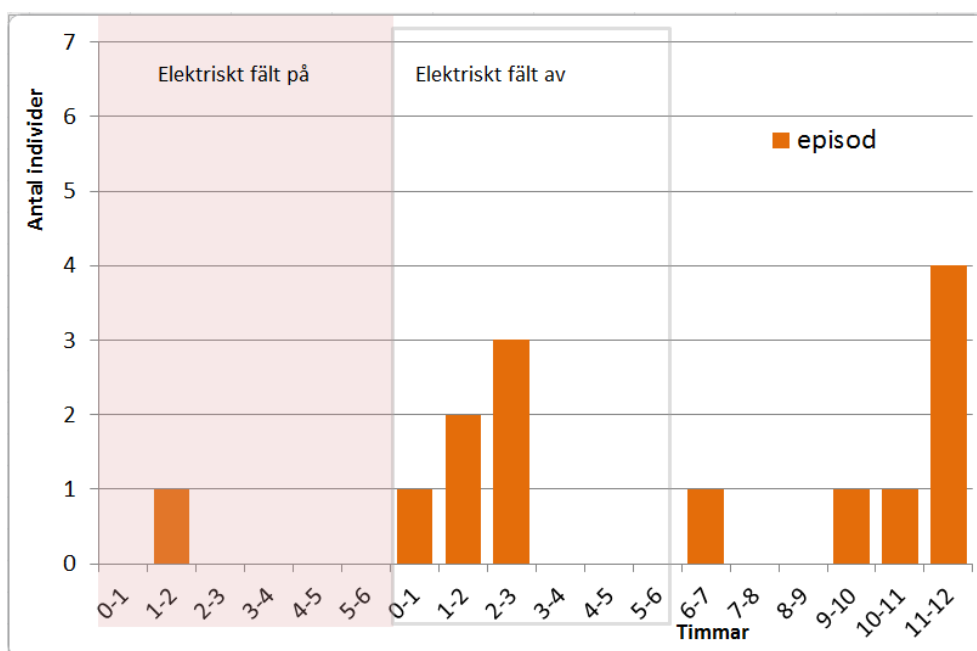
Avsikten var att spänningsfältet skulle vara aktivt halva nätterna och altemnerat mellan för- och efternatt. Totalt har spänningsfältet varit driftsatt 50 gånger och aktivt frånslaget 58 halva nätter. Utifrån detta var skillnaden i resultatet ej signifikant avvikande från det förväntade (tabell 3).

Tabell 3. Passage under försöksperioder kl. 18⁰⁰ – 24⁰⁰ och 00⁰⁰- 06⁰⁰

För χ^2 – test P = 0, 072,

	Observerat antal nedvandrande	Förväntat antal nedvandrande om cirka hälften av – på
På	11	7,41
Av	5	8,59

För registreringar som ej resulterat i bedömda passager var tidpunkten då ålen var som närmast elspärren och hur nära den var osäkra. Registreringar av denna typ gjordes vid 19 tillfällen av 8 individer och var av några olika typer. Av registreringarna gjordes 7 under försöksnätterna och resten under till exempel strömvabrott eller före första start av spänningsfältet. En typ av beteende var att ålen vandrade förbi dammen uppströms. Detta ägde rum vid två tillfällen när strömmen varit avslagen och ett tillfälle när fältet varit aktivt. Två andra varianter av beteende var när ålen rörde sig mellan sjön och dammen vid intagskanalen eller då den rörde sig vid dammen och närmare naturfåran. Fördelningen i tid under försökstiderna av dessa händelser illustreras i figur 9 och under dygnet i figur 10. Huvuddelen av dessa episoder, 18 stycken, skedde när strömfältet inte var aktivt. Endast en episod, en passage från intagskanalen och tillbaka till sjön, ägde rum när spänningsfältet var aktivt.



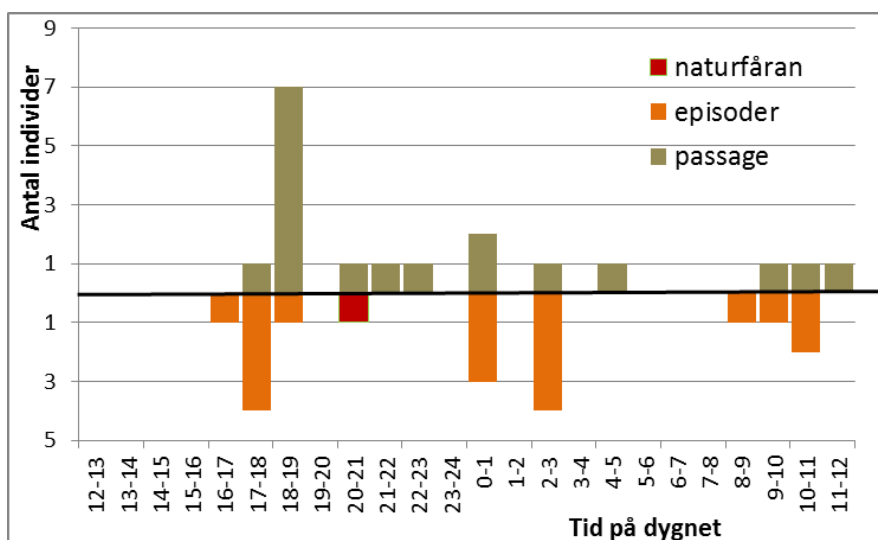
Figur 9. Aktiviteter hos ål ("episoder") utom nedströmspassager under de egentliga försöksperioderna mellan 0 och 6 timmar med fältet av eller på markerade och tiden markerad som 0-1, 1-2 osv. och under resterande dag till klockan 18⁰⁰.

Två av de tre individer som passerade genom naturfåran har först registrerats vid dammen/intagskanalen under aktivt elektriskt fält. Den tredje individen vandrade före tidpunkten för första inkopplingen av elstängslet.

3.3. Påverkan på vandringen av övriga förhållanden

3.3.1. Tid på dygnet

En aktivitetstopp noterades under kvällen. Mellan klockan 17⁰⁰ och 18⁰⁰ rörde sig ålarna utan att passera (övriga rörelser =episoder) med passager under den följande timmen (figur 10 jämför solvinkel etc. nedan). Nästa aktivitetstopp skedde timmarna efter midnatt med ett uppehåll på en timme i mitten, Även under aktivitetstoppen mellan klockan 8⁰⁰ och 12⁰⁰ verkade övriga rörelser och passager sammanfalla tidsmässigt, vilket dock kunde bero på de få ingående individerna och slumpen.



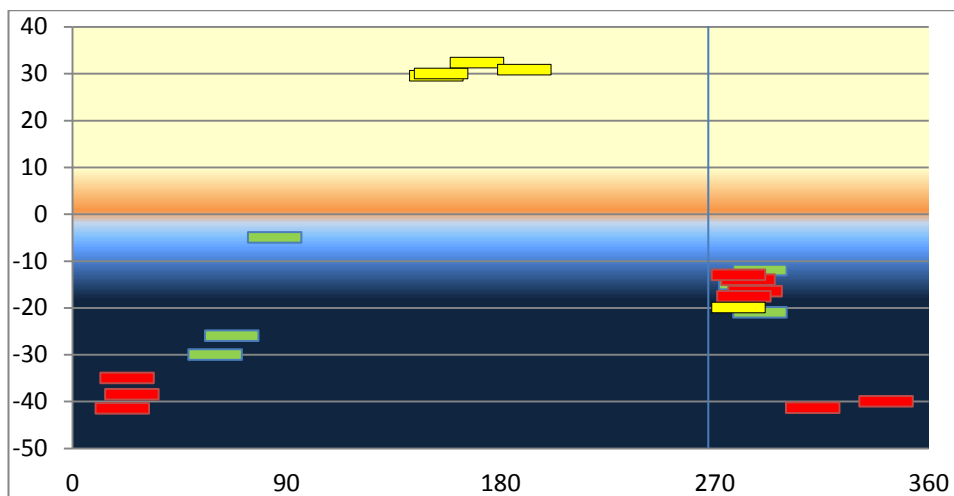
Figur 10. Nedströmspassager hos ål, passage i naturfåran eller annat registrerat beteende (inklusive uppströmspassage) fördelat över dygnets timmar (svensk normaltids, soltid se nedan).

3.3.2. Grynings- eller skymningsljus, solvinkel.

Solens läge under horisonten verkade spela en roll för när ålarna passerade genom försöksområdet. I figur 10 representerar det mörkblå fältet mörker. Atmosfärisk skymning inträffar när centrum av solskivan ligger 18° under horisonten. Detta anger den ungefärliga gräns då solens ljus inte var starkare än stjärnornas och övrigt naturligt ljus (US Naval Observatory). Figurens x-axel är graderad efter solens azimut med norr som startläge mitt i figuren.

En koncentration av passager inträffade mellan den nautiska skymningen, och den atmosfäriska skymningen, som inträffar när centrum på solskivan ligger mellan 12 och 18 grader under horisonten. Observera att de fem individer som vandrade under den allra mörkaste delen av dygnet gjort det vid aktivt spänningsfält (närmast

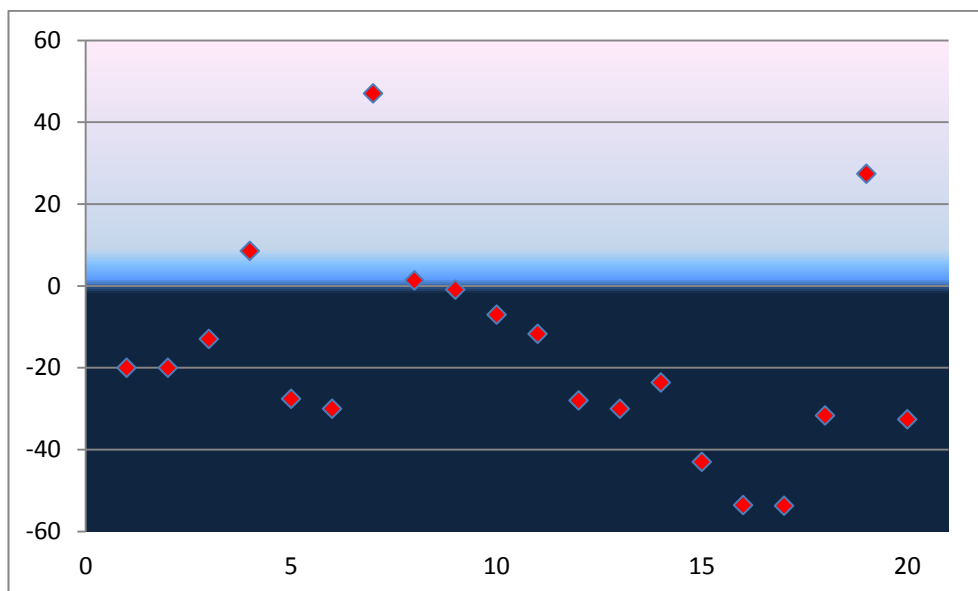
x-axeln i figur 11). Övriga ålar som vandrade när spänningsfältet varit aktivt gjorde det vid den atmosfäriska skymningen.



Figur 11. Solvinkeln i förhållande till horisonten vid passagerna. X-axeln anger solens azimut med norr som startläge. Röda markeringar anger passager där strömmen varit på, och de gröna när strömmen varit av. I figuren illustreras samtliga passager alltså även de som ej ingår i försöksperioderna vilket främst syns i de dagvandrande ålarna samt en individ som passerade under strömavbrottet då försöket gjorde uppehåll, dessa är de gula markeringarna.

3.3.3. Månhöjd

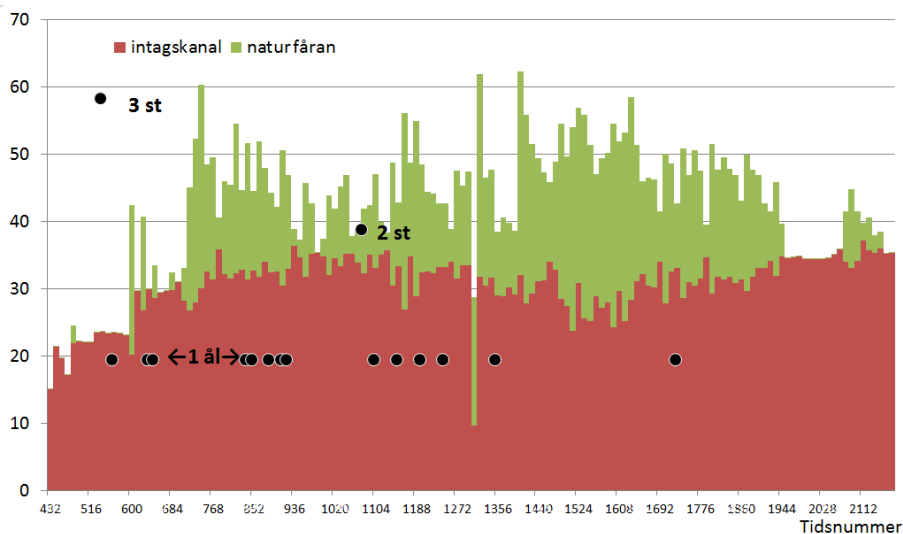
Månens läge vid de olika passagerna visade att månen varit under horisonten vid tidpunkten då passagerna inträffade i de allra flesta fallen (Figur 12).



Figur 12. Månens läge i förhållande till horisonten vid passagerna. Figuren inkluderar alla individer även de som passerade före det egentliga försöket påbörjades och det elektriska fältet aktiverades.

3.3.4. Vattenflöde

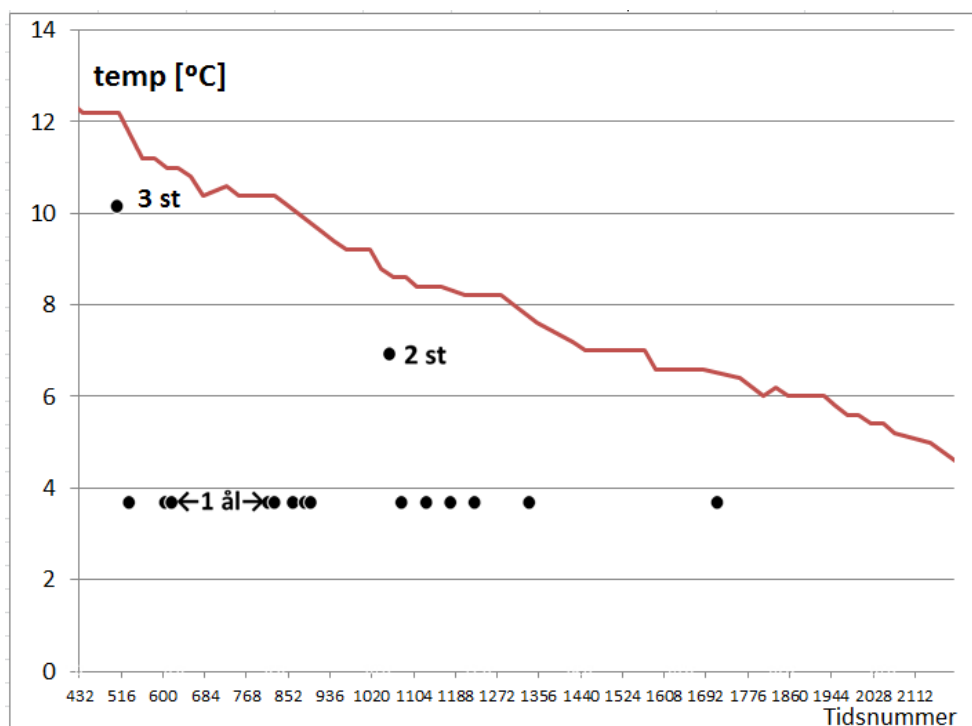
Från 1 oktober (tidsnummer cirka 720 i figur 13) började vatten släppas på i naturfåran och från omkring 18-20 november minskade detta flöde igen. Maximala halvdygnsflödet var $62 \text{ m}^3/\text{s}$ och det lägsta var $15 \text{ m}^3/\text{s}$ medan försöken pågick. Medelflödet genom intagskanalen var cirka $31 \text{ m}^3/\text{s}$ för halvdygnsperioder med ålvandring liksom för alla övriga perioder. Flödet i naturfåran (inkluderande fiskvägen) var knappt $11 \text{ m}^3/\text{s}$ vid ålpassagerna och låg på drygt detta värde under mellanliggande perioder. Medelflödet under nätterna var ungefär detsamma som under dagarna.



Figur 13. Medelflöde i m^3/s för 12-timmarsperioder vid Jonsered under perioden från 19 september till slutet av november. Tidsnummer är timmar från 1 september. Svarta punkter innebär passage av en, två eller tre ålar under respektive tolvtimmarsperiod.

3.3.5. Temperatur

Högsta uppmätta temperaturen i augusti var $16,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperaturen sjönk sedan från cirka $15 \text{ }^\circ\text{C}$ sista dagarna i augusti till omkring $4 \text{ }^\circ\text{C}$ under försöksperioden. De första tre individerna passerade ungefär samtidigt som temperaturen sjönk till cirka $12,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Vid passagen av två ålar mer eller mindre samtidigt var temperaturen $8,2 \text{ }^\circ\text{C}$. När den näst sista ålen passerade var temperaturen mellan $7,6$ och $8 \text{ }^\circ\text{C}$. Den sista ålen passerade när temperatur sjunkit till $6,4$ och $6,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figur 14).



Figur 14. Temperatur mätt i den övre fisktrappan vid Jonsered under perioden från 19 september till slutet av november. Tidsnummer är timmar från 1 september. Svarta punkter innebär passage av en, två eller tre ålar under respektive tolvtimmarsperiod.

3.4. Förluster och vandringsbenägenhet

Totalt märktes 33 blankålar varav 18 påbörjade vandringen förbi Jonsered's kraftstation under hösten. Av dessa i sin tur nådde 10 fram till och registrerades vid den längst nedströms belägna mätstationen så måttet på överlevnad vid Jonsered's kraftstation i denna undersökning var drygt 55 %. En jämförelse med en tidigare studie görs i diskussionsavsnittet.

4. Diskussion

Problematiken med att få blankål, nejonögon, laxsmolt med flera vandrande livsstadier av fisk att få möjlighet att passera kraftstationer i vattendrag är inte ny. De lösningar som används idag för nedströms ålvandring är fingrindar (täta galler) med till exempel 20 mm spaltvidd vid intaget, laxtrappor och ledare för uppvandrande småål. Ett ökande antal naturliga fiskvägar, typ omlöp, avsedda för även lite simsvagare fiskarter än lax börjar byggas för att ge olika fiskarter möjlighet att vandra både uppströms och nedströms. Ett exempel på ett sådant omlöp testas nu vid Hedefors kraftstation drygt 7,5 km uppströms Jonsereds kraftstation i Säveån.

Mycket få lyckade försök med styrning av nedvandrande ålar har gjorts utöver de enstaka exempel som finns med fingrindar och någon form av ålledare eller samlare. Det aktuella projektets syfte var att ge mer kunskap om metoder att styra vandrande blankål förbi kraftstationer där en lösning med fingrindar inte är tekniskt eller ekonomiskt möjlig. Blinkande och fast ljus, vita käppar, spänningsfält, infraljud och luftbubblor har tidigare testats med utebliven eller växlande framgång. För lax- och öringsmolt har till exempel även ytlänsar och skuggning testats. Behovet av någon form av styrmetod utöver den rent mekaniska kvarstår trots svårigheterna. Höstens arbete år 2012 innebar test och praktiska försök med en av de möjliga metoderna, elektriskt spänningsfält, men vid eventuella framtida försök kan olika metoder kombineras. Försöket inkluderade konstruktion av en anläggning för att ge ett väl definierat spänningsfält.

I föreliggande arbete har också ett antal naturliga parametrar som kan tänkas inverka på ålens vandringsbeteende studerats, utöver det använda spänningsfältet. Bland dessa ingick månfas, vattenflöde, relation till skymningen och tillfällena med åska/regn. Kunskap om dessa omvärldsp parametrar skulle kunna bidra till bättre förutsättningar att förutsäga perioder med intensiv ålvandring. Hänsyn till dessa kan sedan tas vid driften i kraftstationerna för att förutsäga och underlätta vandringsbeteendet. Undersökningen pekade också på hur lokala förhållanden möjligen kan misstänkas påverka vandringsbeteendet till exempel belysning och lokalt alstrat ljud.

Ålars vandringsbeteenden var vid försöket inte alltid konsekventa vilket försvårade analysen. Vid flera typer av internationella studier av ålars vandringsbeteende på individnivå påpekas ofta de divergerande resultaten med olika beteende för olika individer. En stor repertoar av beteende kan vara en förklaring till varför ålar kan leva i olika miljötyper allt från grunda marina områden, älvar, sjöar, floder till minsta lilla dike.

4.1. Påverkan på vandringsbeteendet med spänningsfält

Resultaten från hösten 2012 var delvis svårtolkade då relativt få individer ingick i försöket. Möjligen skulle två av de tre individer som passerade genom naturfåran ha styrts av ett aktivt elektriskt fält. Den tredje individen vandrade denna väg före första inkopplingen av elstängslet.

Det verkade som elstängslet möjligen påverkat dygnsrytmen i ålarnas vandring både vad gäller när på dygnet och vad gäller perioderna av/på. Den huvudsakliga vandringen, som inte var kopplad till skymningen, ägde rum när strömmen var på. Anlockning eller repulsion av fisk och ål vid vissa spänningsfall över kroppen är känt och utnyttjas vid elfiske (se till exempel Degerman m.fl. 2001) även om förutsättningarna då är annorlunda. Vanligtvis ligger spänningsfallet på mellan 0,1 – 1 V/cm kroppslängd vid dessa fisken. Vid lägre spänningsfall så påverkas inte fisken märkbart. Vid högre värden blir den oförmögen att simma. Var en anlockning det som skedde vid de spänningsfall som hittills testats kan elstängslet som alternativ flyttas till uppströms den alternativa vandringsvägen, naturfåran Jonseredsströmmen, i stället för uppströms intagskanalen och på så vis samla ålarna hit. Huvuddelen av episoder, rörelser som inte ledde till passage, skedde när strömfältet inte var aktivt.

Tidsynkronisering av vandringen med hjälp av spänningsfält, styrning till korta perioder, av dygnet eller året, kan vara ett alternativ till styrning mot annan vandringsväg. Om en mycket stor andel av ålarna vandrar nedströms koncentrerat under en kort del av natten vissa tider under året är skonsam drift eller avstängning av kraftstationen under till exempel vissa vår- eller höstkvällar en möjlighet om det är någorlunda förutsägbart när detta inträffar.

På eftermiddagen den 25 september inträffade ett större elavbrott. Vid elavbrott stoppar turbinerna och en nödlucka med kapacitet på 10 m³/s öppnar för att hålla vatten i ån nedströms kraftverket till dess att vattnet hinner fram genom Jonseredsströmmen (sidofåran). Turbinernas slukförmåga var drygt tre gånger så stor som nödluckans så en klart märkbar flödesförändring skedde (se figur 12).

Natten under tiden då strömvabrottet varade var ålarna mer aktiva än övriga nätter. Här kan vi spekulera att en förklaring till detta kunde varit den plötsliga förändringen i flödet i intagskanalen som fått några individer att tillfälligt vända om. Men eftersom anläggningen vid försöksområdet normalt varit upplyst om nätterna kunde strömvabrottet triggat vandringsbeteendet genom den mörkare lokala miljön. Möjligen kan artificiellt ljus påverka vandringsbenägenheten genom sitt bidrag till den allmänna ljusnivån, jämför ovan.

4.2. Påverkan på vandringen av övriga förhållanden

Fördelen med lokaliseringen till Jonsered var att det är en ”typisk” kraftstation bland annat vad gäller att huvuddelen av flödet under långa perioder styrs genom turbinerna och en mindre andel till naturfåran. Ett speciellt problem som lokaliseringen till dammen vid Jonsered och sjön Aspen var närheten till en mycket trafikerad järnväg (se figur 5). Trafiken på denna orsakade strömtopparna i elstängslet vid tågpassager. Vid varje elloks/elrälsbuspassage, alltså i perioder ungefär varannan minut, registrerades en kortvarig puls. Pulsens styrka var av samma storleksordning som det avsedda aktiva fältet skulle haft även vid avstängt elstängsel. När spänningsfältet var på adderades strömpulsen till detta.

Under hela försöksperioden åskade det i närområdet vid ett tillfälle den 4 oktober. Vid tillfället var det mellan 1 och 10 urladdningar per 100 km² (låg intensitet). Ingen ålvandring registrerades detta datum vid någon av mottagarna utanför sjön.

En koncentration av ålarnas vandringsrörelser har skett vid skymningen när solvinkeln legat mellan 10 – 22 grader under horisonten. Andra undersökningar visar att toppen av ålvandringen sker omkring midnatt. Vid föreliggande undersökning inträffade toppen av vandringen ganska direkt efter mörkrets inbrott.

Huvuddelen av passagera förbi försöksområdet ägde rum när månen har befunnit sig under horisonten. Både vad gäller skymningsljus och månljus verkade ålarna vandra när det var de lägsta nivåerna. Det gör det intressant att spekulera i hur mycket den artificiella belysningen spelade in för ålarna, eftersom anläggningen var upplyst om natten. Eventuellt kan också vädermässiga förhållanden, till exempel molntäcke, påverka ålens vandringsbeteende. Inför nästa år kommer ljusmätare att installeras för att logga ljusintensiteten i området för ålpassagera.

Det är möjligt att de tillgängliga 12 timmarsmedelvärdet på vattenflödet gav en för utjämnad bild för att koppla till ålarnas vandring. Flödet varierade under ganska korta perioder och kunde under ett halvt dygn vara avsevärt högre eller lägre räknat som timmedelvärde. Vid tidigare studier har en timmes medelvärdet använts.

Genom gamla åfåran gick endast en individ direkt från sjön. En faktor som kunde ha bidragit till detta var att när en av dammluckorna var nere mot de klossar som ska garantera minimitappningen i gamla fåran, skapades ett mycket kraftigt infraljud. Detta kunde eventuellt verkat störande för de vandrande ålarna som måste passera denna eller i dess närhet. Så fort luckan lyftes en aning upphörde ljudet. Infraljud är en av teknikerna som använts i försök att styra ålar. Möjligen kunde detta förhållande ha effekt på fördelningen av valet gentemot intagskalen. Vid det tillfälle då ålen passerade direkt genom gamla åfåran var luckan upplyft över minimitappningen och genererade inget eller lågt infraljud.

Temperaturen sjönk i en jämn tendens under hela försöksperioden vilket inte gav en möjlighet till koppling av ålvandring till temperaturökningar eller varmare perioder. Den sista ålen passerade vid en temperatur på mellan 6,4 och 6,6°C vilket var ungefär det förväntade.

4.3. Förluster och vandringsbenägenhet

Av de totalt 18 blankålar som påbörjade vandringen förbi Jonsereds kraftstation nådde 10 fram till den längst nedströms belägna mätstationen ”SKF”. Detta gav en minskning i andel registreringar på 44 %. En jämförelse med en tidigare studie gav en lägre skattning av förluster i registreringar än vid den nu aktuella studien (Tabell 4). En skillnad i benägenhet att vandra kunde visas av andelen märkta individer som vandrat nedströms från sjön. Vid det aktuella försöket lämnade 55 % av de märkta ålarna sjön. Motsvarande siffra vid det tidigare försöket var 73 % (Lagenfelt m.fl. 2011).

Tabell 4. Antalet ålar som registrerats. Jämförelse mellan undersökningarna 2012 med 2008.

	Märkta		Registrerade			Andel av ålarna av de som påbörjat vandring
	i sjön Aspen	som påbörjat vandring	i intagskanalen	i naturfåran	vid SKF	
2012	33	18	17	3 ^A	10	56 %
2008	38	28	22	5	23	82 %

^A Varav två först registrerade i intagskanalen.

4.4. Jämförelse med teoretiska beräkningar

För kraftstationen fanns teoretiska beräkningar på turbindödligheten. Rotationshastigheten (i tabell 5 representerad av ”pådrag”) har betydelse för risken för träff på en ål och dödligheten. Den redovisade beräkningsmodellen tar inte hänsyn till den andel av ålarna som passerar via spill. Denna andel är också möjlig att skatta då andelen ål som följer en viss väg, anses vara kopplad till andelen vatten som går samma väg (Travade m.fl., 2010).

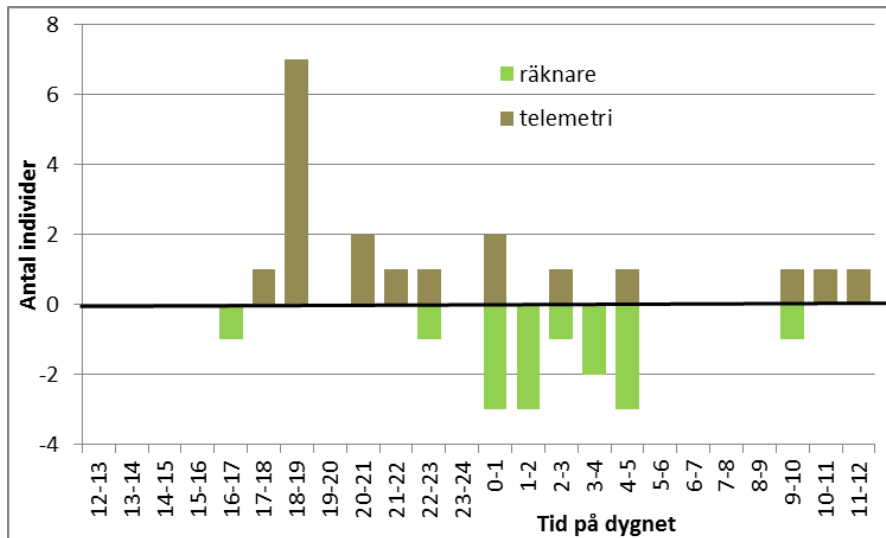
Tabell 5. Risk för turbindödlighet hos ål vid ett medelflöde 21 m²/s (ur Leonardsson 2012). Två exempel på rotationshastighet speglas av ”Pådrag”.

	medelförlust	5:e percentil	95:percentil
Pådrag 50 %	34 %	21 %	48 %
Pådrag 100 %	90 %	86 %	92 %

4.5. Jämförelse med ålvandringsdata från fiskräknare

Data om nedpassage av ål i fiskräknaren vid fisktrappan i intagskanalen vid kraftstationen från vandringssäsongen 2011 har använts som information om opåverkat vandringsmönster under dygnet. Data hämtades från hela året fram till och med 7 okt (figur 15, data från räknaren tagna ur Hebrand 2012). Tyvärr var inte denna räknare i drift förrän sent under hösten 2012 när ålvandringen nästan upphört. Användandet av den aktuella typen av räknare för skattning av ålvandring har vissa svårigheter framförallt att säkert identifiera vandrande ål. Men resultatet från den tolkning som gjordes angående dygnsrytmen stämmer väl överens med motsvarande data från telemetriundersökningarna i Säveån 2008 – 2009 (Lagenfelt m.fl. 2011).

Den mest koncentrade vandringsperioden med passager i telemetristudien inträffade mellan klockan 18⁰⁰ och 19⁰⁰. Denna topp i vandringen just under skymningen (se ovan), och i nära samband med inkopplingen av spänningsfältet varannan natt, återfinns inte i fiskräknaren.



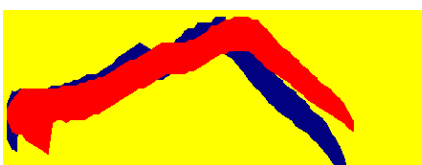
Figur 15. Fördelning av vandring över dygnet under försöken 2012 jämfört med 2011 års ålvandring som den speglas i fiskräknaren (Hebrand 2012).

Om resultaten från fiskräknaren speglade den relevanta fördelningen av vandringen under dygnet var avvikelsen från detta signifikant under 2012 om vandringstoppen i skymningen räknades till dagsdelen av dygnet.

Tabell 6. Testtabell för χ^2 . $P < 0,01$. Testen förutsätter att data är jämförbara och att data från 2011 motsvarar opåverkade förhållanden.

	Observerat antal nedvandrande med telemetri 2012	Proportion nedvandrande i fiskräknare 2011 (normerad)
Natt 19 ⁰⁰ -07 ⁰⁰	8	16,47
Dag 07 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	11	2,53

Ett exempel på en bild (Figur 16) av en ål registrerad i fiskräknaren under sista delen av vandringssäsongen hösten 2013 visas nedan. Ålen var för liten att ingå i telemetriförsöket och ingen registrering i mottagarna i intagskanalen av ålpassage fanns från tillfället. Totalt bedömdes 4 ålar i storlek 20 – 149 cm passerat ned under november 2013. För den individ som av storleken att döma skulle kunna vara märkt stämmer inte tiden med någon av registreringarna.



Figur 16. En skuggbild som bedöms vara en ål på 61 cm registrerad 15 nov 01: 57. Beskuren från Figur 24 ur Johansson 2013

4.6. Öring och lax

Lax och öring som förekommer i vattendraget kan detektera och till exempel bli skrämda av elektriska fält. Laxfisk kunde tänkas bli påverka genom den delvis överlappande vandringsperioden under hösten. De aktuella försöken med ålstyrning försköts något mot senhösten för att överlappet skulle bli minimalt och mycket få laxar eller öringar vandrade under försöksperioden. Huvuddelen av laxrörelserna sker dessutom under dygnets ljusa timmar.

Fiskräknaren var i drift från 16 oktober 2012 till årets slut (Johansson 2013). Totalt vandrade 5 laxar och öringar upp och 8 ned i den laxtrappa som når intagskanalen under denna period. Dessa skulle därmed teoretiskt kunnat komma i kontakt med elstängslet om de passerade detta under de halvor av natten som det var aktivt.

Tack

Anna Östlund, Jonas Larsson och flera andra på Vattenfall

Stefan Larsson och Lennart Björk och flera andra som varit till hjälp med utförande och konstruktion.

5. Referenser och arbetsmaterial

Degerman E. och Sers B., 2001, Elfiske, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Lokalkontor Örebro, FISKERIVERKET INFORMATION 1999:3 (3-69), Reviderad 2001-08-24, 58 s.

Hebrand, M. 2012: Länsstyrelsen. Jonsereds nedre, Säveån. Fiskvandring 2011. Fiskevårdsteknik AB, Rapport 00090101, Lund 2012-05-25, 40 s.

Jepsen, N., Koed A., Thorstad EB & Baras E. 2002, Surgical implantation of telemetry transmitters; how much have we learned? *Hydrobiologia* 483: 239-248

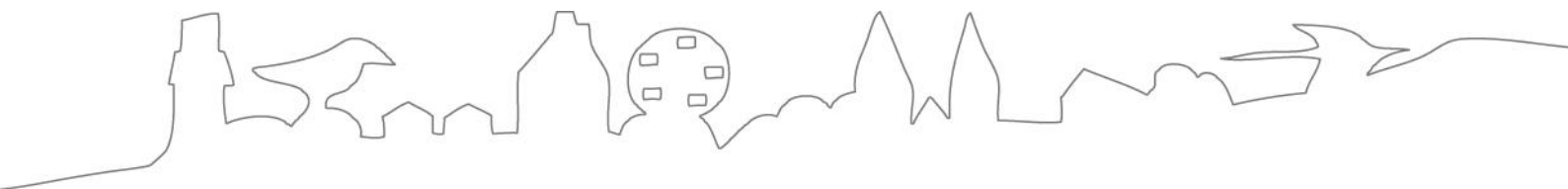
Johansson D., 2013, Fiskräkning i Säveån, Jonsereds nedre 16 okt – 31 dec, Länsstyrelsen i Västra Götalands län 2013-01-07, PM 8 s. Resultaten från 16 okt. till 6 nov analyserade av Fiskevårdsteknik AB.

Lagenfelt I. och Hemmingson M., 2011, Ålvandring i Rolfsån, Säveån och Enningdalsälven, Telemetristudier på blankål 2008-2009, Mimeo, Fiskeriverkets Utredningskontor i Göteborg, 2011-06-01, Fiskeriverkets Dnr: 24-5198-07, Länsstyrelsen Dnr: 501-036270-2008.

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

Travade F, Larinier M, Subra S, Gomes P, De-Oliveira E. 2010. Behaviour and passage of European silver eels (*Anguilla anguilla*) at a small hydropower plant during their downstream migration. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*.





LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN