

Elghagen Fiskevård & Karlstads universitet

Ålyngelstudie Laholm 2015

Slutrapport

Jonas Christiansson, Olle Calles & Anders Nilsson
2015-12-18

Sammanfattning

Under juni-augusti 2015 har en ålyngelstudie ägt rum vid Laholms kraftstation och laxodling i Lagan, Halland. Alla experimenten genomfördes utomhus i sex testramper som installerats i två odlingsbassänger, och i fyra 500- liters tankar. En placeringsstudie utfördes vid kraftstationens turbinutlopp med hjälp av två provisoriska ålyngeluppsamlare. Syftet med studierna har varit att studera hur man kan öka fångstbarheten av ålyngel i ålyngeluppsamlare/ledare samt om det finns skillnader i beteende mellan naturligt uppvandrande ålyngel och importerade ålyngel. Försöken i testramperna bestod i ett selektionstest mellan tre olika typer av vandringsmedier/substrat. Totalt 500 ålyngel (vilda N=235, import N=265) placerades i rektangulära nätkassar i testrampernas nederkant där varje individ fick valmöjligheten att klättra upp i ett av tre olika substrat. De tre olika substraten som testats i testramperna var svart plastkätting, Fish Pass™ (rigid brush mixed green) och Diadrain 25H (D-25). Både de vilda ålynglen (N=235) och de importerade (N=265) föredrog Fish Pass™ och D-25 före plastkätting. Vid ett försök som syftade till att jämföra tid för passage på de tre olika substraten (sträcka på två meter, 30° lutning efter 20, 40 och 60 min), vandrade de Importerade ålynglen upp snabbare och i en större utsträckning på Fish Pass™ än vilda ålyngel. På de resterande substraten, plastkätting och D-25, vandrade dock de vilda ålynglen upp snabbare och i större utsträckning än de importerade ynglen. Statistiska tester är ännu inte slutförda.

Ett försök som syftade till att undersöka vilda och importerade ålyngels vandringsbenägenhet i närvaro av en predator, visade att närvaron av en predator påverkade ålynglens vandringsbenägenhet och beteendet skiljde sig åt mellan vilda och importerade yngel.

Placeringsstudien visade att av de två provisoriska ålyngeluppsamlarna, var det uppsamlaren som var placerad närmast det definitiva stoppet dvs. längst in i turbinutloppet, som gav de största fångsterna. Denna placering nyttjas för övrigt redan av Statkraft för ålyngeluppsamling.

Denna studie visar att ålynglen föredrar vissa substrat framför andra, vilket kan användas för att öka fångsteffektiviteten av befintliga ålyngeluppsamlare. Vidare visade sig även att ålyngeluppsamlarens placering har stor betydelse för ålyngelfångsten. Resultaten kan användas för att effektivisera ålyngelfångst vid vattenkraftverk, vilket bidrar till en ökad rekrytering av ål till reglerade vattendrag och därmed till bevarandet av den Europeiska ålen.

Innehåll

Sammanfattning	1
Bakgrund	1
Material & Metod	2
Test av selektion och passagehastighet för tre olika substrat (1)	2
Vandringsbenägenhet i närvaro respektive frånvaro av en predator (2)	4
Placeringsstudie (3)	4
Statistiska analyser	5
Resultat	6
Test av selektion och passagehastighet för tre olika substrat (1)	6
Vandringsbenägenhet i närvaro respektive frånvaro av en predator	8
Placeringsstudie	10
Uppdatering av Statkrafts befintlig ålyngeluppsamlare	10
Diskussion	11
Tack till	12
Tillstånd	12
Referenser	12

Bakgrund

Flera av världens ålarter är akut hotade däribland den Europeiska ålen (*Anguilla anguilla*) (Dekker et al. 2003). Under mitten av 1970- talet kunde man skönja en minskning av glasål vid Europas kuster och i dag återkommer endast några få procent ålyngel till svenska vattendrag jämfört med för 40 år sedan (Dekker et al. 2011). För att komma tillrätta med denna nedgång har man implementerat en EU-förordning om ålens bevarande (Council Regulation No 1100 /2007 /EC), vilken kräver att medlemsländerna upprättar nationella ålförvaltningsplaner (Fiskeriverket 2008). Målet med dessa planer är att öka blankålsöverlevanden och därmed lekbiomassan i Sargassohavet. Detta ska uppnås genom bl.a. ett reducerat fiske och en minskad dödlighet för blankålar som passerar vattenkraftverk. Kunskapen om utformningen av åtgärder för att leda blankål förbi kraftverkens turbiner är i dag relativt god (Calles et al. 2013a, Calles et al. 2013b), men det är fortfarande endast en bråkdel av de svenska kraftverken som är åtgärdade. Ett stort problem är att förordningen, och därmed de nationella åtgärdsprogrammen, hittills har fokuserat på blankålsöverlevnad och helt utelämnat rekryteringen ålyngel. Om inte rekryteringen av ålyngel förbättras kommer det inte finnas några blankålar att leda av från turbinintagen i framtiden. Eftersom uppvandringen av ålyngel är fortsatt låg i svenska vattendrag är det av yttersta vikt att en så stor andel som möjligt av ålynglen verkligen når sina uppväxtområden (Calles and Christiansson 2012). För att detta ska ske måste ålyngeluppsamlarna vara korrekt placerade och optimalt utformade, men kunskapen om hur detta görs är begränsad (Porcher 2002). När ålyngeluppvandringen var omfattande var dessa faktorer sannolikt inte avgörande eftersom fångsterna ändå blev tillräckliga. I dag är ålen akut hotad och få ålyngel vandrar upp i svenska vattendrag, vilket gör det viktigt att använda högeffektiva ålyngeluppsamlare. De senaste årens svaga men statistiskt säkerställda uppgång av antalet stigande ålyngel i europeiska vattendrag visar att möjligheterna till att stärka ålbestånden i sötvatten fortfarande finns. Detta kräver emellertid att den resurs som den naturligt uppvandrade ålynglen utgör förvaltas väl.

Studien från 2015 syftade till att öka kunskapen om vilka faktorer som är viktiga för att effektivisera ålyngelfångst vid vattenkraftverk. I studien jämfördes importerade och naturligt uppvandrande ålyngel. Försöken utfördes på Statkrafts odling i Laholm, där följande studerades:

1. Test av ålyngelledares funktion för vilda respektive importerade ålyngel gällande val och vandringshastighet mellan tre olika substrat.
2. Skillnader i vandringsbenägenhet mellan importerade och vilda ålyngel i närvaro respektive frånvaro av en predator.
3. Test av placeringens betydelse för optimal fångst av ålyngel vid turbinutloppet

Resultaten från delstudie 1 användes därefter till att förbättra Statkrafts befintliga ålyngeluppsamlare för optimal funktion.

Material & Metod

Test av selektion och passagehastighet för tre olika substrat (1)

För att testa inverkan av olika substrat/vandringsmedier i ramperna till ålyngeluppsamlare byggdes sex identiska testramper med 30° lutning (Figur 1). De sex ramperna var indelade i tre 320 mm breda och 2000 mm långa banor/delramper. De tre banorna var separerade från varandra genom 100 mm höga väggar. Rampen och de tre banorna mynnade ut i rektangulära nätkassar (nätmaska 1,5*1,5 mm) placerade i utomhusbassänger.

Vattentillförseln ombesörjdes av en dränkbar pump som tillförde lockvatten i nätkassen framför varje bana (enkelstråle) samt rampvatten till varje bana/substrat. I slutet av varje bana placerades en hink i vilken de uppvandrande ålynglen samlades upp, räknades och mättes. Vatten tillfördes kontinuerligt till uppsamlingshinkarna. För att minska risk för yttre påverkan förseddes banorna med en skyddande presenning. Vid försöken användes vilda ålyngel som fångats i ålyngeluppsamlaren vid Laholms kraftstation (N=235; 60 – 120 mm), samt importerade ålyngel (N=265; 70 – 120 mm), från Scandinavian silver eel, Helsingborg.

De tre substrat som testades i testramperna var 1) svart plastkätting, 2) Rigid brush mixed green (Fish Pass™) och 3) Diadrain 25H (D-25) (Figur 2). D-25 är används vid anläggning av s.k. gröna tak där syftet är att hålla kvar växtlighet, vatten och jordmassor på lutande underlag. Strukturen på D-25 kan liknas vid en äggkartong då materialet har upphöjda och nedsänkta koniskt formade knoppar (Ø 15-25 mm), substratets höjd är 25mm. Den svarta plastkättingen (8 mm) placerades 12 st i bredd på den 320 mm breda delrampen och för att ge en ökad friktion kläddes rampbotten med glasfiberarmerat insektsnät. Varje testramp (N=6) utrustades med de tre olika substraten. För att utesluta inverkan av delrampernas placering inom testrampen så testades respektive substrat på varje position i testrampen under samma dygn (Tabell 1).

Tabell 1. Försökuppställningen, respektive substrat testades på varje position i testrampen under samma dygn. A) Plastkätting B) Fish Pass™ C) D-25.

Testramp 1			Testramp 2			Testramp 3		
A	B	C	C	A	B	B	C	A

Testramp 4			Testramp 5			Testramp 6		
A	B	C	C	A	B	B	C	A

För att jämföra tidsåtgången för passage av de olika substraten och mellan vilda och importerade ålyngel, utfördes ett passagehastighetstest. Fyra testramper användes till försöket. Efter det att ålynglen satts ut vittjades uppsamlingshinkarna efter 20, 40 respektive 60 minuter. Individerna räknades per uppsamlingshink, vilket gav en grov uppfattning om vandringshastigheten för respektive bana, samt för vilda och importerade ålyngel.



Figur 1. De sex testramperna och 18 delramper/banor som användes under projektet.



Figur 2. A) Mätning och räkning av ålyngel, B) en uppsamlingshink för respektive substrat/bana, C) Plastkätting, D) Fish Pass™, E) D-25.

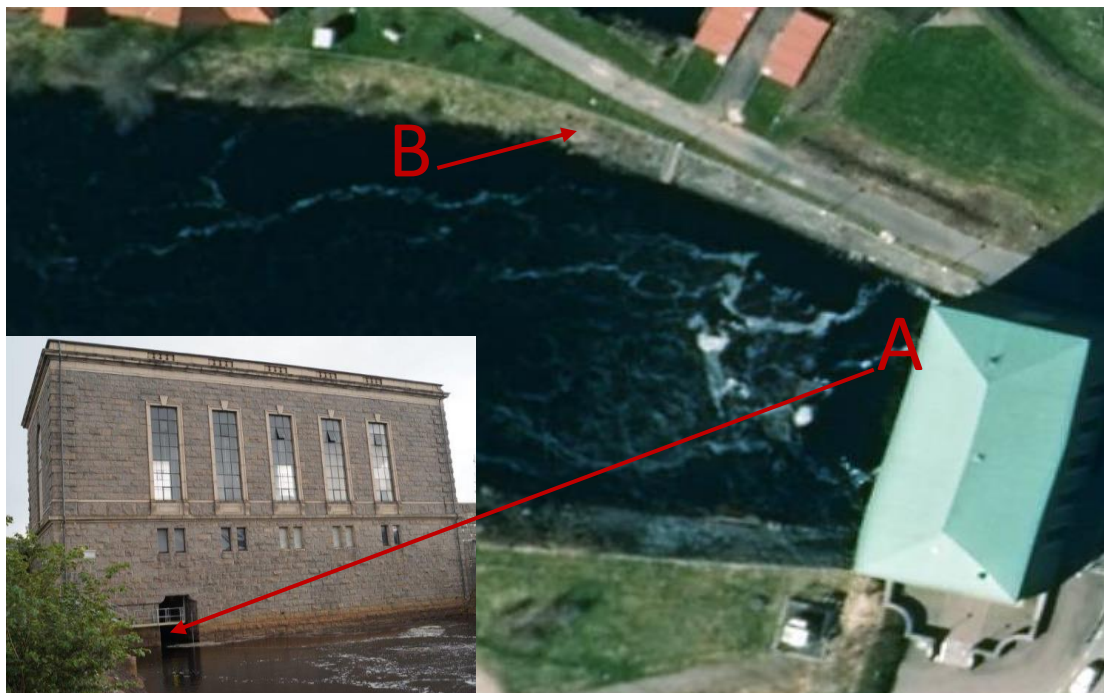
Vandringsbenägenhet i närvaro respektive frånvaro av en predator (2)

För att undersöka om naturligt rekryterade ålyngel (vilda) och importerade ålyngels vandringsbenägenhet påverkas av närvaron av en predator, genomfördes försök i fyra kvadratiske glasfibertankar (500 liter/tank). Varje tank delades in i tre olika zoner som separerades med en skiljevägg av kycklingnät. Skiljeväggen hindrade predatorn från att röra sig mellan de tre zonerna, medan ålynglen kunde passera obehindrat genom nätet. Ålynglen kunde således röra sig fritt mellan zonerna, medan predatorns rörelser begränsades till mittenzonen (predatorzon). Ålynglen sattes ut i den första zonen, den andra utgjorde predatorzon och den sista zonen var försedd med lockvatten och en ramp som ledde till en uppsamlingshink. Efter utsättning kunde ålynglen välja att antingen röra sig till rampen via predatorzonen eller stanna kvar på utsättningsplatsen. Försöken pågick under en natt. Morgonen efter försöket inletts noterades antal ålyngel som befann sig i de tre olika zonerna, samt hur många individer som saknades.

Inledningsvis utgjordes predatorn av vildfångade abborrar. Problem uppstod gällande abborrarnas kondition och vilja att predatera på ålynglen. Detta ledde till att försöket flyttades från glasfibertankarna till odlingsbassängerna och abborrarna byttes ut till laxsmolt från Laholms laxodling. De rektangulära nätkassar som användes vid de olika substratförsöken förseddes med varsin 5-liters hink med 20 mm singel i botten. Denna utsättningshink hängdes sedan i ett snöre i mitten av nätkassen med hinkens ovandel – 50 mm – under vattenytan. Nere på botten på respektive nätkasse placerades ett gömsle till ålynglen i form av ett 300 mm långt och 50 mm Ø rör. Endast en delramp per testbana användes och samtliga delramper som ingick i försöket var täckta med Fish Pass™. Totalt sex testramper (tre med predatorer och tre utan, dvs. kontrollgrupp) användes till försöket med fem laxsmolt och tio ålyngel per testramp. Efter utsättning kunde ålynglen antingen välja att ta sig till rampen trots närvaro av laxsmolten eller stanna kvar i utsättningshinken alternativt gömma sig i/vid röret på botten. Försöken pågick under fyra nätter. Morgonen efter varje försöksnatt noterades antal ålyngel som befann sig i de tre olika zonerna, samt hur många individer som saknades. Vid försöken användes vilda ålyngel som fångats i ålyngeluppsamlaren vid Laholms kraftstation (N=120; 70 – 110 mm), samt importerade ålyngel (N=120; 70 – 120 mm), från Scandinavian silver eel, Helsingborg.

Placeringsstudie (3)

Placeringsstudien skulle ha utförts i början av projektperioden, men till följd av underhållsarbete vid kraftverket fick studien senareläggas till slutet av projektet. Eftersom även predatorförsöket (pga. de problem med predatorerna som angetts ovan) fick flyttas fram, blev placeringsstudien mindre omfattande än planerat. Två provisoriska ålyngeluppsamlare tillverkades och förseddes med kycklingnät som vandringsmedie. En av uppsamlarna placerades i direkt anslutning till den befintliga ålyngeluppsamlaren som används av Statkraft. Uppsamlare nummer två placerades cirka 45 meter nedströms på intagskanalens norra sida (Figur 3). Placeringsstudien pågick under två nätter och fångsterna från de två provisoriska ålyngeluppsamlarna vägdes efter varje natt.



Figur 3. A) Placering av provisorisk ålyngeluppsamlare 1 på samma position som Statkrafts befintliga ålyngeluppsamlare. B) Placering av provisorisk ålyngeluppsamlare 2.

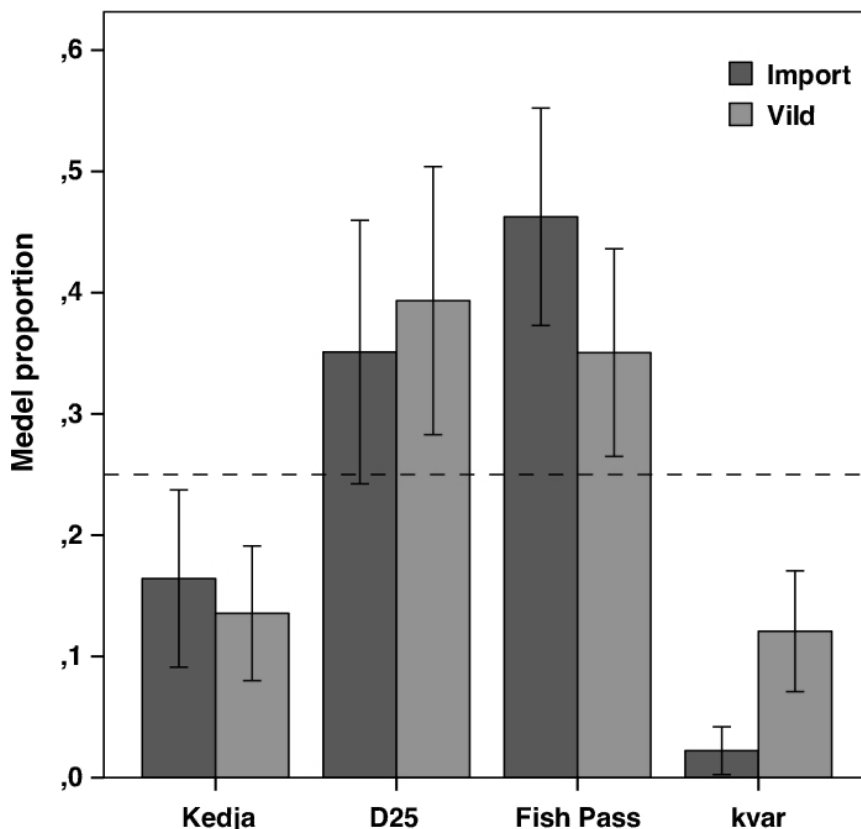
Statistiska analyser

För substrattestet användes D-25, Fish Pass™, plastkätting och "kvar" som beroendevariabler och proportionerna testades mot nollhypotesen slumpmässig fördelning enligt Lockwood (1998), som tar hänsyn till autokorrelationen mellan proportionerna som summerar till 1 i vår analys. Substratvalen (arcsin√x-transformerade proportioner) utvärderades vidare med en randomized block (rb) ANOVA (och efterföljande post-hoc Tukey test) med faktorerna Vild/Import, var ålen hamnade, samt dag som blockande faktor för att kompensera frihetsgraderna efter den upprepade försöksdesignen. I denna analys utelämnades de ålar som blev "kvar" (som inte valde substrat) för att minska effekten av autokorrelation i data för substratval. Data för de ålar som blev "kvar" analyserades för skillnader mellan vild och importerad fisk med en t-test.

Resultat

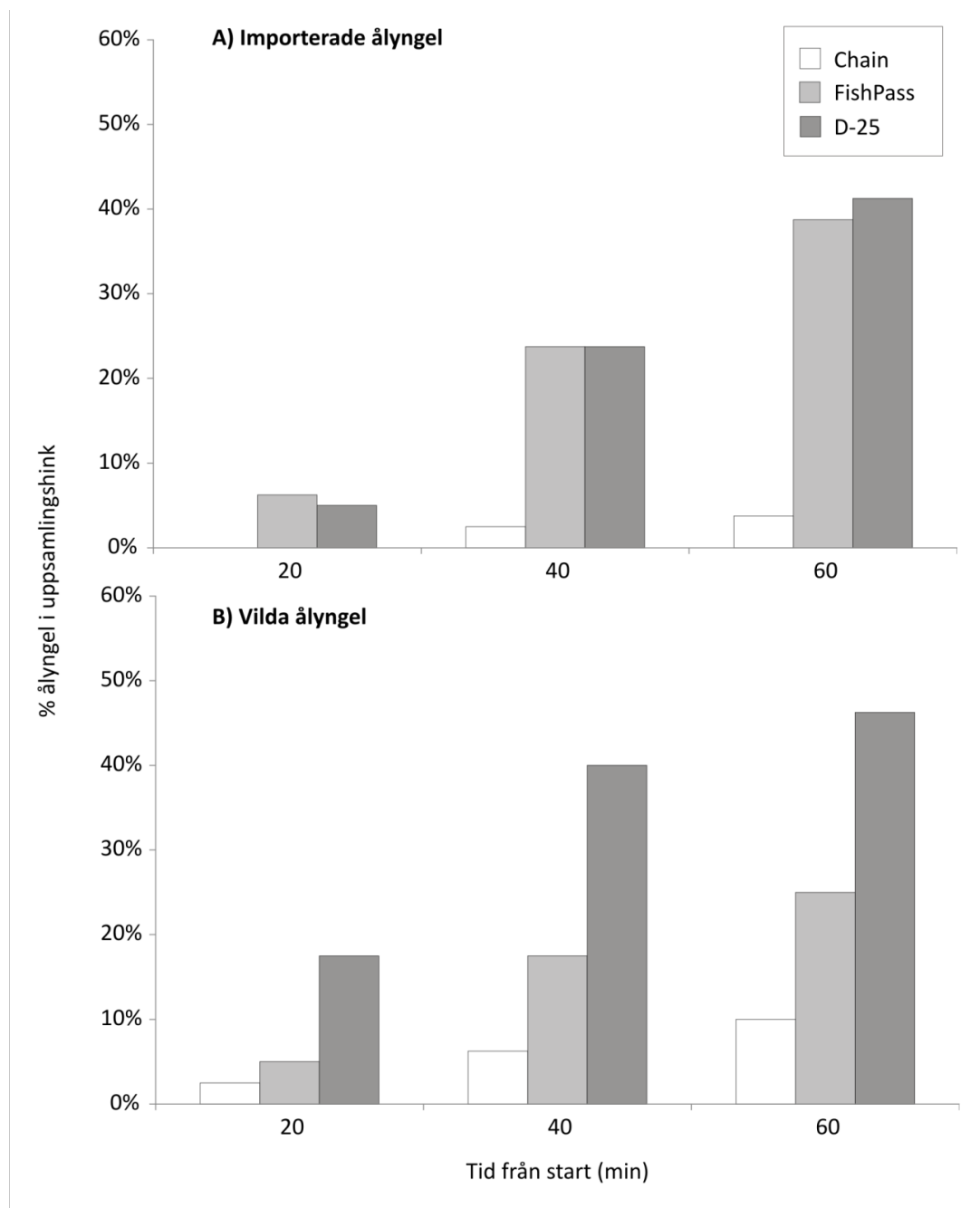
Test av selektion och passagehastighet för tre olika substrat (1)

Selektionsexperimentet med de tre substraten upprepades sex gånger, dvs. totalt sex nätter. Försöket inkluderade 299 vilda och 277 importerade ålyngel, varav 271 importerade (98 %) och 267 vilda (88 %) valde något av substraten. Fördelningen av de importerade ålynglen skiljde sig signifikant från en slumpvis fördelning mellan de fyra alternativen ($T^2 = 628,027$, $F_{3,15} > 10,80$, $p < 0,001$, Figur 4), vilket även observerades för de vilda ynglen ($T^2 = 7,400$, $1,52 < F_{3,15} < 3,29$, $0,05 < p < 0,01$, (Figur 4). Det fanns en signifikant skillnad i hur många ålar som använde de olika substraten (rbANOVA: $F_{2,97}=19,509$, $p < 0,001$). En post-hoc Tukey test visade att denna effekt hade sitt ursprung i att ålar valde kedjan signifikant mer sällan än de valde D-25 eller Fish Pass ($p < 0,001$, (Figur 4), ingen skillnad mellan D25 och Fish Pass: $p = 0,477$). Residualerna från modellen var inte signifikant skilda från normalfördelning: Kolmogorov-Smirnov test: $p = 0,200$. Det fanns inga effekter av faktorerna Dag ($F_{5,97}=0,248$, $p = 0,940$), Vild/Import ($F_{1,97}=0,752$, $p = 0,388$) eller interaktionstermen Vild/Import*Var ålen hamnade ($F_{2,97}=0,841$, $p = 0,434$). Signifikant fler vildfångade än importerade ålar valde att stanna kvar och inte välja substrat ($t_{28,768}=3,729$, $p=0,001$, varianserna olika stora: Levene's test $p=0,034$, (Figur 4).



Figur 4. Fördelning av vilda respektive importerade ålyngel i selektionsexperiment mellan substraten plastkätting (kedja), D-25, Fish Pass™ respektive den andel individer som inte lämnat utsättningsbassängen (kvar). Den streckade linjen indikerar nollhypotesen slumpvis fördelning. Felstaplarna är 95 % kondifensintervall

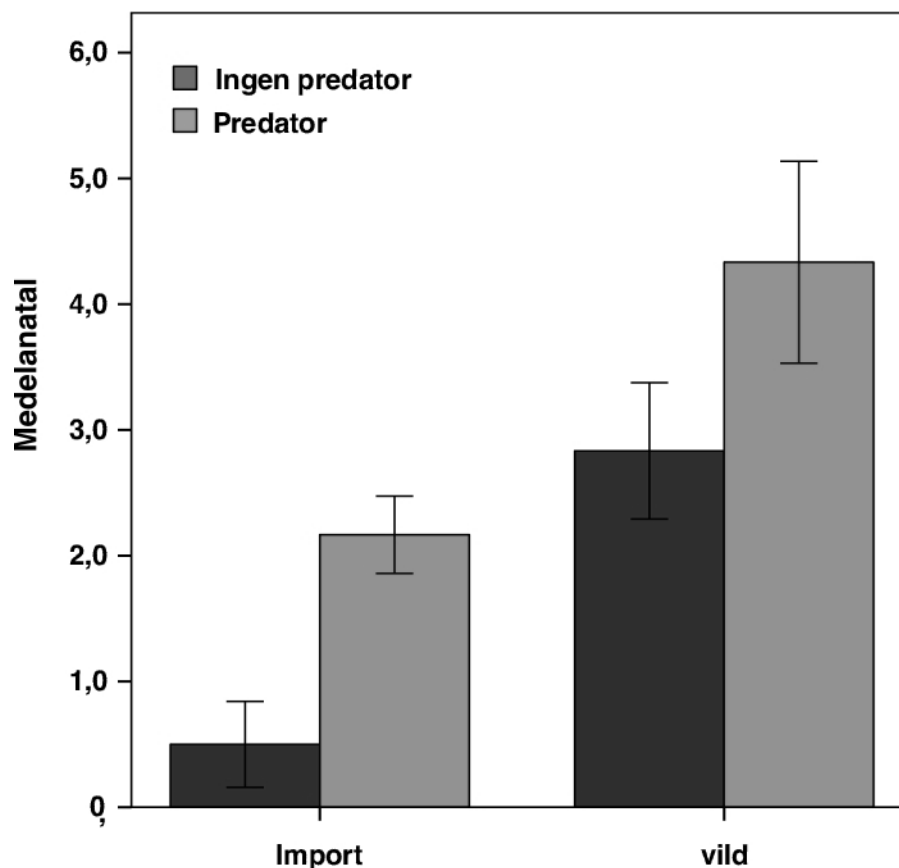
Försöket på passagehastighet för vilda och importerade ålyngel, visade att både importerade och vilda ålyngel vandrade upp på samtliga tre substrat. Importerade yngel vandrade upp snabbare och valde i större utsträckning Fish Pass™ än vilda ålyngel (Figur 5). På de resterande substraten, plastkätting och D-25, vandrade dock vilda ynglen upp snabbare och i större utsträckning än de importerade ynglen. Statistiska tester är ännu inte slutförda.



Figur 5. Kumulativt medelvärde för passageandel av A) importerade respektive B) vilda ålyngel i selektionsexperiment mellan tre substrat: plastkätting (chain), D-25 och Fish Pass™ i uppsamlingskärnen efter 20, 40 respektive 60 min. Medelvärdena grundar sig på två replikat av import/vild vid fyra tillfällen 24-27 augusti 2015.

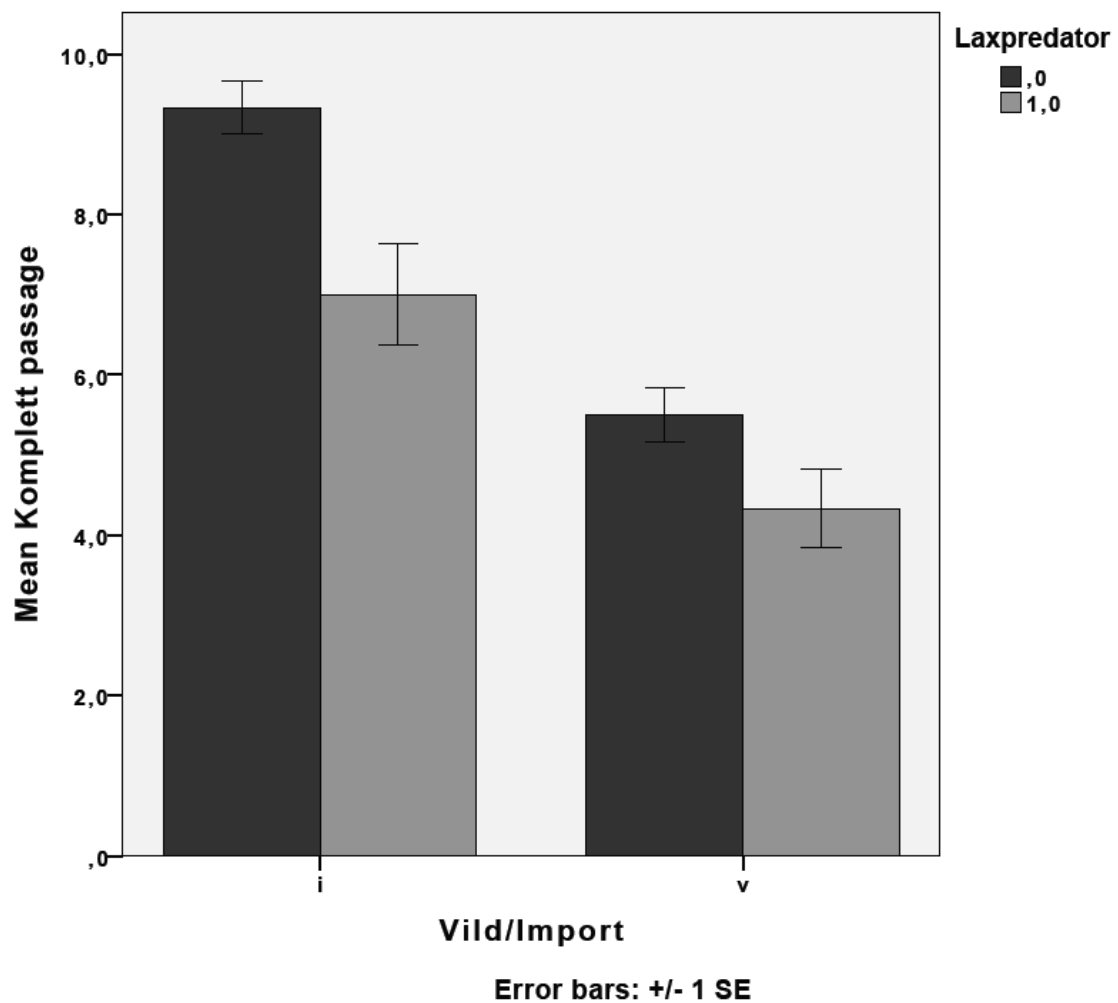
Vandringsbenägenhet i närvaro respektive frånvaro av en predator

Ålynglens fördelning mellan de tre zonerna påverkades av närvaron av en predator och skiljde sig åt mellan vilda och importerade yngel. Det var ingen skillnad mellan vilda och importerade yngel med avseende på andelen individer som valde att inte lämna utsättningsplatsen, mellan dagar eller närvaron av en predator ($p > 0,05$). Däremot påträffades fler vilda än importerade yngel i predatorzonen ($p < 0,001$) och fler yngel av båda ursprung återfanns vid studiens slut i avsaknad av predator ($p = 0,005$; Figur 6).



Figur 6. Antalet ålyngel av olika ursprung (importerat/vilt) som påträffades i predatorzonen i närvaro ("1") respektive frånvaro ("0") av predator. Försöket upprepades vid fyra tillfällen med två replikat. Felstaplar indikerar ± 1 standardfel.

Fler importerade ålar än vilda fullföljde förflyttningen från utsättning, genom predatorzonen och uppför rampen till uppsamlingskäret ($p < 0,001$). Predators närvaro minskade antalet ålyngel som nådde fram till den sista zonen ($p < 0,001$), men det fanns ingen skillnad i hur stark denna påverkan var ($p = 0,23$).



Figur 7. Medelantalet ålyngel av olika ursprung (importerat/vilt) som passera hela vägen från utsättning till uppsamling i närvaro ("1") respektive frånvaro ("0") av predator. Försöket upprepades vid fyra tillfällen med två replikat.

Placeringsstudie

Under de två nätter som placeringsstudien pågick fångades sammanlagt cirka 300-475 stycken (475 g) ålyngel. De största fångsterna noterades för den ålyngeluppsamlare som var placerad längst in i turbinutloppskanalen (>99 %), vilket är samma placering som statkraft använder sig av för ålyngeluppsamling idag (Figur 3, position A).

Uppdatering av Statkrafts befintlig ålyngeluppsamlare

Efter sommarens försök har Statkrafts befintliga ålyngeluppsamlare uppdaterats. Det tidigare vandringsmediet Enkamat, har nu bytts ut mot Fish Pass™. Enkamat utvärderades under 2014: års ålyngelstudier i Ätrafors, Ätran (Christiansson et al. 2014) och visade sig inte passera stora ålyngel i samma utsträckning som övriga substrat. De förbättringsåtgärder som utfördes på ålyngeluppsamlaren vid Laholms kraftverk, var därför att Enkamat byttes ut mot Fish Pass™ och att flera predationsskyddande åtgärder implementerades (Figur 7).



Figur 7. Förbättringsåtgärder av ålyngeluppsamlaren vid Laholms kraftverk 2015. A) Predationsskydd över sump och "vittjningssil". B) Predatorskydd över ramp. C) Nytt vandringsmedie Fish Pass™. D) Rostfritt galler på den nedre sektionen av rampen (galler är nödvändigt pga. nivåfluktuationer).

Diskussion

Substrattesten som utförts under den studie visar att Fish Pass™ och D-25 båda två är effektiva vandringsmedier i ålyngeluppsamlare/ledare. Intressant är att det vilda, om än inte signifikant säkerställt, tycks föredra D-25 medan de importerade ålynglen i större utsträckning valde Fish Pass™. Vi kan inte säga vad detta beror på, men en anledning kan vara färgskillnaderna mellan de två substraten. Fish Pass™ är vit och ljusgrön medan D-25 är helsvart. Ett mörkare substrat ger troligtvis ett bättre kamouflage för den uppvandrande ålen, vilket de vilda ynglen kan vara bättre på att uppfatta.

Den naturliga selektion som i större utsträckning verkar på de vilda ålynglen under deras pigmenteringsfas, kan resultera i att ålyngel som mer effektivt söker skydd har en högre överlevnad. De importerade ålynglen kommer till Scandinavian Silver Eel som glasål vilket innebär att dom pigmenterats i en inomhusmiljö utan predatorer och därmed sker ingen naturlig selektion. Även hastighetstesterna visade att de vilda ynglen inte bara främst valde D-25 vid passage, utan även att de vandrade snabbare genom rampen med D-25 än rampen med Fish Pass™. När statistiska tester slutförts kommer vi att kunna säga om den observerade skillnaden är signifikant eller ej.

De importerade ålynglen visade ett större risktagande beteende än de vilda, både med och utan predator. Båda importerade och vilda yngel vandrade långsammare och i mindre utsträckning när en predator var närvarande, men förändringen skiljde sig inte mellan de två ålyngelgrupperna. Predatorförsöken visade även på svårigheterna med att få en vild predator att födosöka i fångenskap och att hindra ålynglen från att rymma. Om predatorerna hade födosökt mer aktivt så kan försöken fått en annan utgång med tanke på de mer riskbenägna importerade ålynglen. Större försökstankar och fler predatorer både gällande arter (lake, abborre och mindre gäddor) och antal skulle kunna vara en motiverad förändring vid framtida försök. Försöken skulle eventuellt även kunna flyttas in till inomhusbassängerna i avelshallen, där bassängerna är större, påverkas inte av direkt solljus och möjligheterna är bättre för ett rikligt vattenutbyte.

Att ålyngeluppsamlaren i Laholm levererar mycket ålyngel har troligtvis en av sina förklaringar i att det under ålyngelsäsongen oftast råder nolltappning vid kraftstationen nattetid. Detta innebär att det inte finns något konkurrerande flöde från kraftverket, ålynglen som kommer till intagskanalen har troligtvis därför ett mycket tydligare/enklare rutt mot ålyngeluppsamlaren och dess lockvatten. Statkrafts befintliga ålyngeluppsamlare är optimalt placerad längst in i turbinutloppet (>99 % av fångsten). Intressant är att ett liknande resultat noterades i samband med en ålyngelstudie i Ätrafors, Ätran 2014 där >92 % fångades vid en provisorisk ålyngeluppsamlare som placerats längst in i turbinutloppet (Christiansson *et al.* 2014).

Tack till

Fältassistenterna Robin Lindgren och Calle Tielman
Patrik Ivarsson, Daniel Axelsson och Jarl Andersson på Statkraft
Naturskyddsföreningen

Tillstånd

Tillstånd för utsättning av karantäiniserat ålyngel inom Lagans vattensystem i Hallands län har erhållits av: Lst. Halland, Peter Norell, Länsfiskekonsulent och Johan Lundgren bitr.
Länsfiskekonsulent. (Diariennr. 623-947-15. 2015-02-09)
Studierna bedrevs enligt tillstånd från Göteborgs Djurförsöksetiska nämnd (Diariennr. 85-2013 och 88-2013).

Referenser

- Calles, O., and J. Christiansson. 2012. Ålens möjlighet till passage av kraftverk - En kunskapssammanställning för vattendrag prioriterade i den svenska ålförvaltningsplanen samt exempel från litteraturen Stockholm.
- Calles, O., E. Degerman, H. Wickström, J. Christiansson, S. Gustafsson, and I. Näslund. 2013a. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Göteborg.
- Calles, O., S. Karlsson, P. Vezza, C. Comoglio, and J. Tielman. 2013b. Success of a low-sloping rack for improving downstream passage of silver eels at a hydroelectric plant. *Freshwater Biology* **58**:2168-2179.
- Christiansson, J., A. Nilsson, P. Olsson, M. Heiss, and O. Calles. 2014. Test av olika åtgärdsutformningar för att optimera ålyngelfångst vid vattenkraftverk.
- Dekker, W., J. M. Casselman, D. K. Cairns, K. Tsukamoto, D. J. Jellyman, and H. Lickers. 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates action: Quebec declaration of concern. *Fisheries* **28**:28-30.
- Dekker, W., H. Wickström, and J. Andersson. 2011. Ålbeståndets status i Sverige 2011.
- Fiskeriverket. 2008. Svensk Ålförvaltningsplan (Jo 2008/3901).
- Lockwood III, J. R. 1998. On the statistical analysis of multiple-choice feeding experiments. *Oecologia* **116**:475-481.
- Porcher, J. P. 2002. Fishways for eels. *BULLETIN FRANCAIS DE LA PECHE ET DE LA PISCICULTURE* **364**:(chapter 10) 147-155.