



Klarälven – produktion av vild laxsmolt 2018 och 2019

Eva Bergman och Niclas Carlsson



*Naturresurs rinnande vatten, Biologi,
Institutionen för miljö- och livsvetenskaper,
Karlstads universitet*

Interreg
Sverige-Norge
Europeiska regionala utvecklingsfonden



EUROPEISKA UNIONEN



Två länder - én elv

Sammanfattning

Framgångsrik förvaltning av ett laxbestånd kräver god förståelse för tidpunkt, varaktighet och omfattning av smoltvandringen, eftersom det kan ge en uppfattning om lekframgång och dödligheten i vattendraget. Detta gäller särskilt i Klarälven där all lekfisk transporteras upp till lekområdena, vilket innebär god kunskap om mängden lekfisk som kan bidra till smoltproduktionen. Syftet med undersökningarna 2018 och 2019 var dels att samla data på mängden nedströmsvandrande smolt och dels att undersöka ifall metodiken kunde utvecklas med målsättningen att fiske kan ske under längre tid av den potentiella smoltvandringsperioden. Framför allt finns ett intresse av att kunna fiska vid högre flöden för att kunna täcka in mer av vårfloden. För att göra detta användes en kombination av en smoltryssja och en roterande skruvfälla utplacerade strax uppströms det första kraftverket nedströms laxens lekområden. Under 2018 fiskades sammanlagt mellan den 19 maj och 12 juli och under 2019 mellan 2 maj till 19 juli. Laxfångsten uppgick sammanlagt i ryssja och skruvfälla till 965 under 2018 och 332 under 2019. Fångsteffektiviteten för ryssjan var 4,0 respektive 2,3% under 2018 och 2019 vilket leder till en uppskattning av att 18 896 (2018) respektive 16 438 (2019) smolt passerat under de dagar fällorna var i drift. Någon effektivitet av skruvfällan gjordes inte på grund av för låg återfångst. I dagsläget kan vi inte rekommendera att smoltryssjan ersätts med en skruvfälla, metodiken behöver testas ytterligare, både med fler skruvfällor och med en annan placering av dem. Vid en sådan test bör möjligheten att använda ledarmar på några av fällorna undersökas, dessutom bör fällornas rotation testas kontinuerligt under säsongen.

Inledning

Länsstyrelsen i Värmland driver tillsammans med Statsförvalteren i Innlandet (No) Interregprojektet *Två länder – én elv*, vilket är en direkt fortsättning på det tidigare Interregprojektet *Vänerlaxens fria gång*. Ett syfte med det senare Interregprojektet har varit att genom olika åtgärder stärka beståndet av sjövandrande vild Klarälvslox och Klarälvsöring. En del av det arbetet inkluderar att försöka finna metoder för att uppskatta mängden vildproducerad laxsmolt som varje vår/försommar påbörjar sin vandring från uppväxtområdena i norra Klarälven och ner till Vänern.

En god förvaltning av ett vandrande laxbestånd bygger på god kunskap om dödligheten under laxens olika livsskeden i det aktuella ekosystemet. Tidigare laxförvaltning fokuserade på rekrytering av den vuxna lekfisken (Ricker 1954, Hillborn et al. 1999, Jonsson and Jonsson 2011), men mätning av tätheten av yngre fisk innebär ofta möjlighet att urskilja när under livscykelns dödligheten sker och därmed få bättre underlag för vilka olika förvaltningsåtgärder, som fiskvägar eller habitatrestaurering, som kan vara lämpligast (Volkhardt et al. 2007, Muir and Williams 2012, Williams et al. 2014).

Tidigare studier har konstaterat att mängden vildfödd återvandrande lekfisk som samlas in i fiskfällan vid Forshaga i Klarälven har ökat sedan 1996 (Piccolo et al. 2012, Magnusson et al. 2013) men utan att känna till orsaken till detta. Det skulle kunna bero på en minskad dödlighet i Vänern eller en ökning av antalet producerade vildfödda smolt, eller en kombination. Genom att uppskatta produktionen av vildsmolt är förhoppningen att man ska kunna förstå orsaken till ökningen av vildfödd lekfisk i Forshagafällan.

För att kunna uppskatta smolttäthet krävs att man vet när smolten vandrar. Tidigare studier i Klarälven indikerar att smoltvandringen i Klarälven sker under juni och juli, men under 2014, vid en stor flödestopp i maj, vandrade smolt vid denna flödestopp, i alla fall hela tiden då mätningar kunde göras (Norrgård et al. 2013, Bergman et al 2015, Bergman et al opublicerade data). Saknar man kunskap om smolttäthet kan det bli svårt att utvärdera effekten av restaureringar i älvens habitat, förbättrade passagemöjligheter, eller ändrad flödesregim. En hållbar adaptiv förvaltning, som de flesta eftersträvar idag, kräver en fortlöpande utvärdering av genomförda åtgärder för både målarternas och ekonomins bästa.

På många platser använder man roterande skruvfällor för att uppskatta mängden vandrande smolt. I större älvar har den oftast en effektivitet på långt under 10%, ofta bara 2-3 % (Volkhardt et al.2007), vilket kan vara tillräckligt när man ska göra populationsbestämningar av riktigt stora laxpopulationer (eg. Stillahavslax). I våra tidigare smoltmätningar i Klarälven har vi istället använt en smoltryssja, eftersom en fäll-effektivitet på bara 2-3% är för låg för att göra säkra smoltuppskattningar med hjälp av fångst-återfångststudier i ett vattendrag där relativt små smoltmängder vandrar. Under smoltmätningarna i projektet *Vänerlaxens fria gång* behövde man flera gånger lyfta ryssjan helt eller delvis ur vattnet på grund av för höga flöden (Bergman et al 2015). Detta ledde till att man missade information om smoltens vandring så snart flödet översteg ca 200 m³/s, vilket är negativt eftersom smolt tenderar att vandra vid höga flöden (Svendsen et al. 2007; Williams et al. 2012).

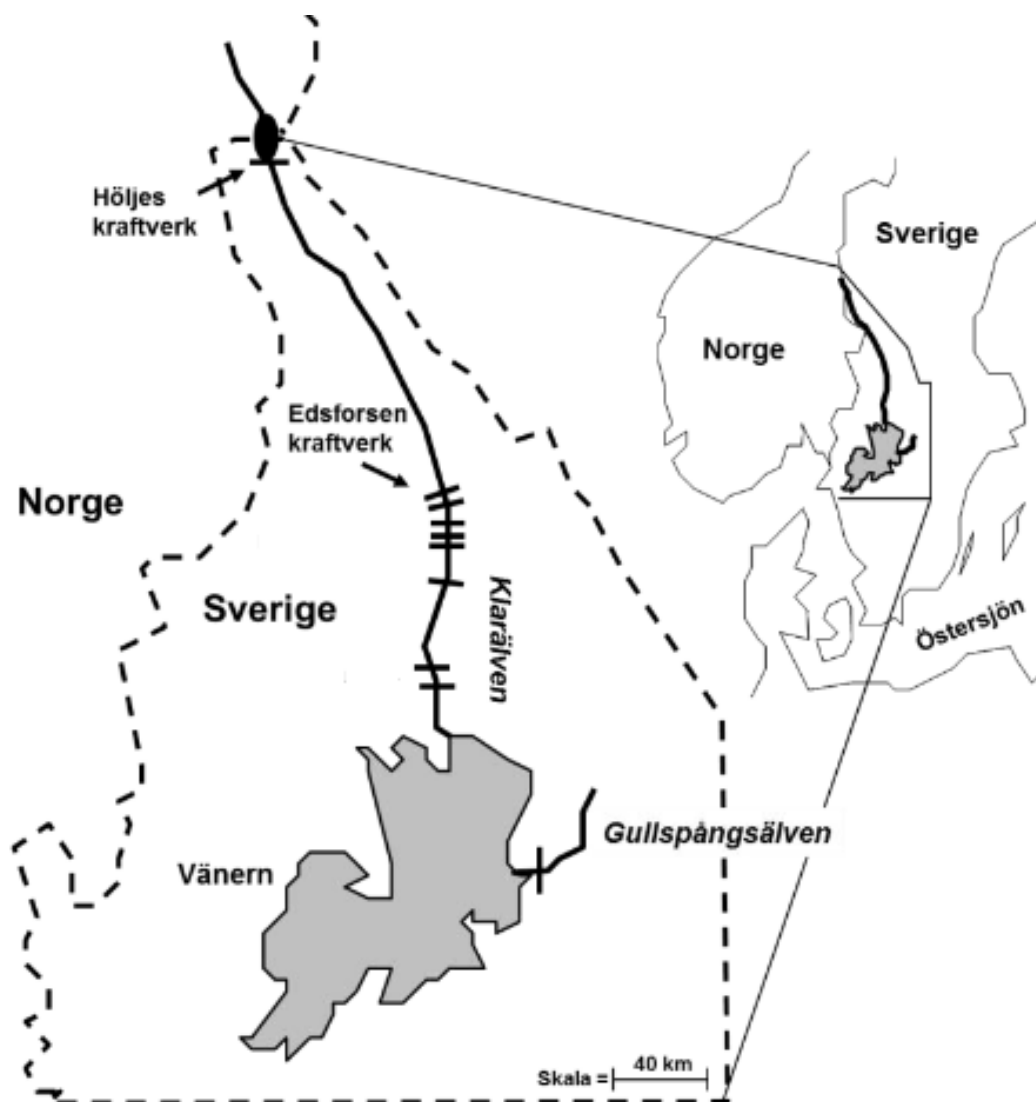
Syftet med denna studie var dels att vidareutveckla metodiken med smoltryssjan som använts tidigare i Klarälven men också att samla in faktiska data på mängden vandrande smolt för att kunna

uppskatta mängden viltproducerad smolt i Klarälven. Metodutvecklingen har bestått i att undersöka ifall det varit möjligt att kalibrera fångsterna i ryssjan med dem i en roterande skruvfälla, för att på så sätt möjliggöra mätningar vid högre flöden än vad som är möjligt med smoltryssjan.

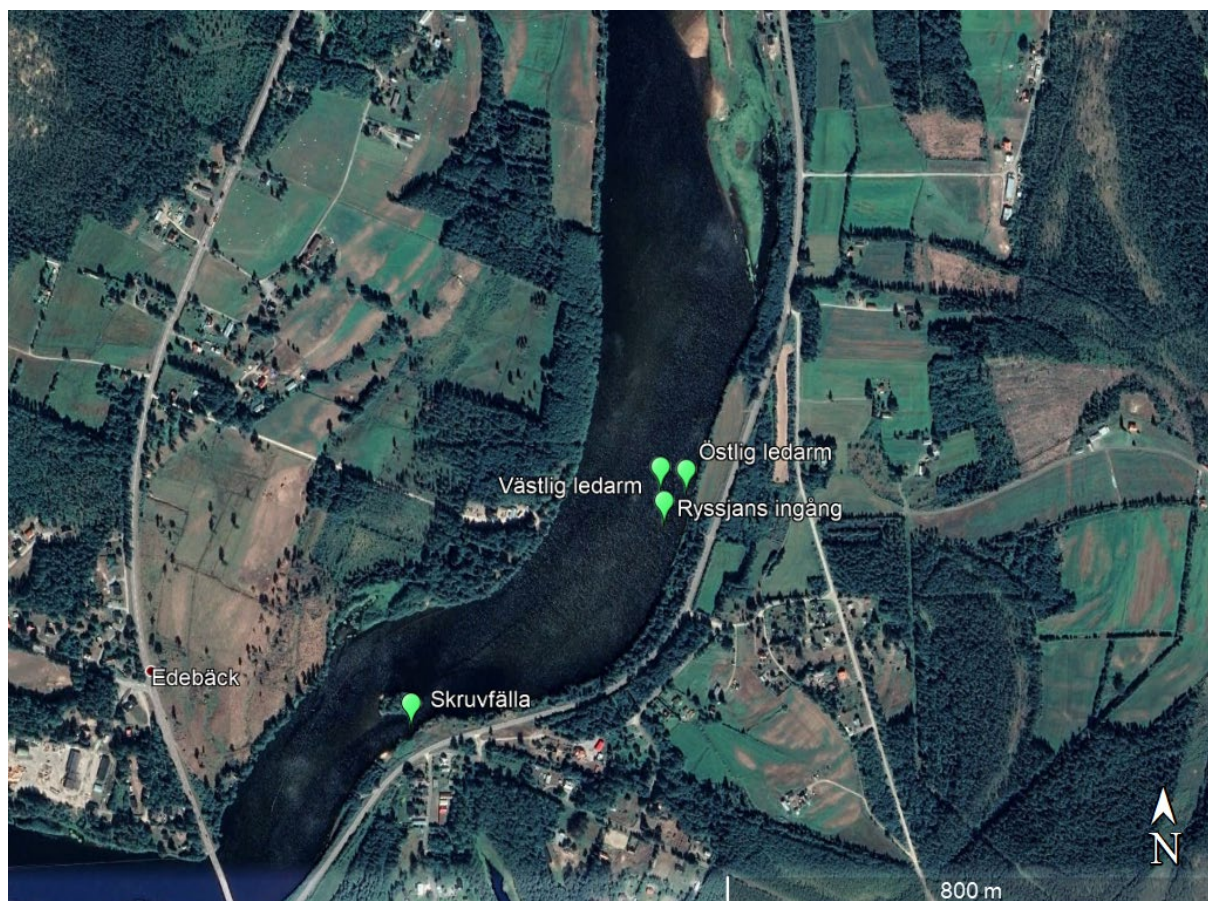
Undersökningarna av smoltutvandringen som redovisas i föreliggande rapport är finansierade av länsstyrelsen i Värmlands Interregprojekt "Två länder – én elv". Bemanningen har skett med personal från länsstyrelsen, Karlstads universitet och Sportfiskarna Värmland. Planering av undersökningarnas utförande har genomförts i samarbete mellan länsstyrelsen och Karlstads universitet, där de senare på uppdrag av länsstyrelsen sammanställt och analyserat inhämtat data samt författat rapporten.

Material och metod

Under våren och sommaren 2018 och 2019 användes en roterande skruvfälla och en smoltryssja i Klarälven strax uppströms bron i Edebäck (Figur 1 och 2) i syfte att samla in nedvandrande smolt av lax och öring. Placeringarna av fällorna valdes utifrån erfarenheter från tidigare genomförda studier utförda under 2009 med en skruvfälla och åren 2012 till 2014 med smoltryssja (Norrgård et al 2013, Bergman et al. 2015). I och med att fångstanordningarna placeras precis uppströms det första kraftverket nedströms lekområdena ger fångsten en fingervisning om mängden smolt i älven innan förlusterna vid kraftverken påverkar mängden smolt. Lokaler finns beskrivna nedan med exakta koordinater (Figur 2). Under båda årens fältsäsonger utförde fältpersonal från Länsstyrelsen i Värmland, Sportfiskarna och Karlstads universitet regelbunden daglig fångstvittjning och skötsel av fällorna. Temperatur mättes dagligen liksom vattenstånd.



Figur 1. Karta över studieområdet för smoltfångst. Den roterande skruvfällan och ryssjan var placerad 2-3 kilometer uppströms Edsforsen kraftverk under 2018 och 2019. Se text och figur 2 för koordinater.



Figur 2. Placering av ryssjan (60.067073, 13.564506) och skruvfällan (60.063769, 13.557157) i Edebäck under 2018 och 2019.

Roterande skruvfälla

Under 2018 samt 2019 placerades en roterande skruvfälla (Figur 3) (Thedinga et al., 1994) utan ledarmar mellan en ö och fastlandet (60.063769, 13.557157) (Figur 2) cirka 2 kilometer uppströms Edsforsens kraftverk. Skruvfällan förankrades med vajrar som fästes i träd på vardera sidan om fällan. Skruvfällan tömdes och rengjordes dagligen under båda fältsäsongerna, och all fångad fisk bedövades, artbestämades, vägdes och längdmättes (totallängd) innan återutsättning skedde. All tillräckligt stor laxsmolt märktes för att senare kunna beräkna skruvfällans fångsteffektivitet (metod beskrivs nedan).



Figur 3. Roterande skruvfälla som under 2018 och 2019 var placerad mellan en ö och fastlandet (60.063769, 13.557157) cirka 2 kilometer uppströms Edsforsen kraftverk.

Under 2018 fiskade skruvfällan mellan 19 maj till 12 juli. En tidigare iläggning var planerad men fällan fick tas upp direkt efter iläggning på grund av ett högt flöde mellan den 9 till 19 maj. I övrigt fanns inga fiskestopp under fältsäsongen med undantag för den 13 juni då ett träd fastnat i skruven varvid den upphört att snurra och således inte fiskat. Sammanlagt fiskades 53 av de 54 dagarna skruven låg i vattnet.

Under 2019 påbörjades fisket med skruvfällan 2 maj och avslutades 19 juli. Under denna period skedde upprepade fiskestopp (sammanlagt vid 15 dagar) på grund av att fällan slutat att rotera. Sammanlagt fiskades 63 av de 78 dagarna fällan låg i vattnet. Skruvfällan lämnades in på reparation innan fältsäsongen 2019, då den bland annat utrustades med nya glidlager runt fällans roterande axel. Under fältsäsongen 2019 noterades att de nya glidlagren upplevdes medföra en större friktion än tidigare, vilket verkar ha påverkat skruvfällans roterande funktion.

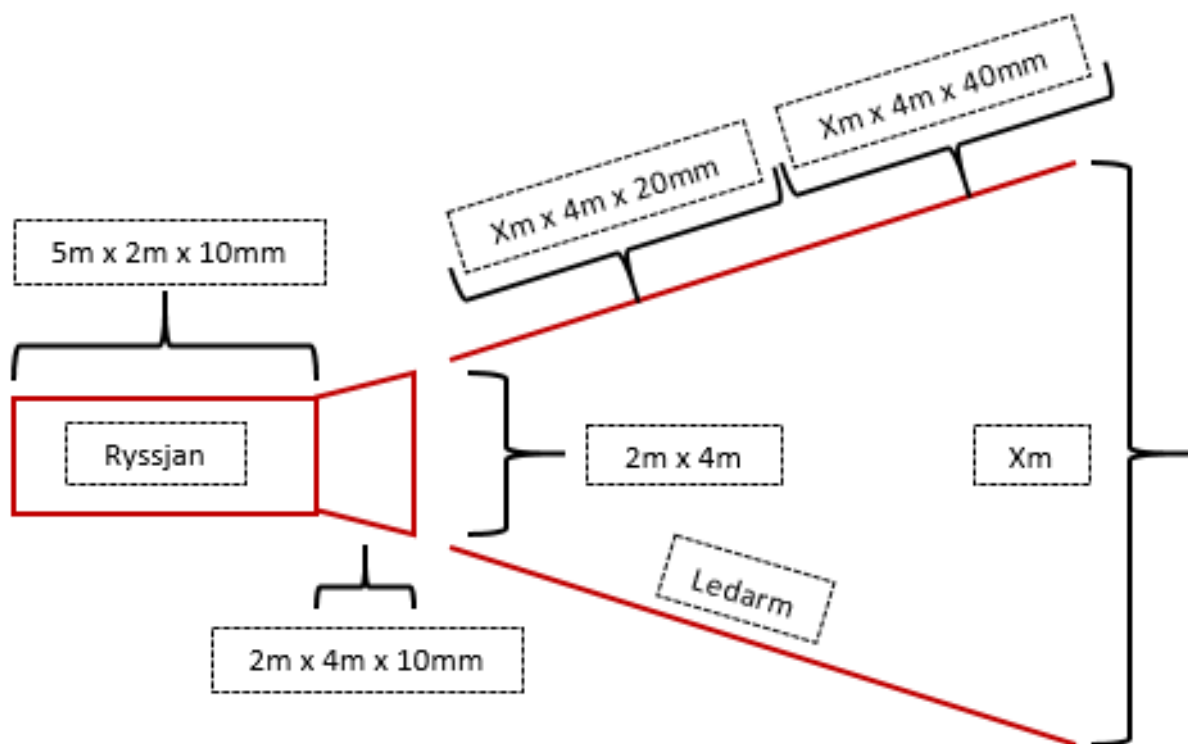
Ryssja

Under 2018 samt 2019 placerades en smolttryssja (Figur 4) i Edebäck (60.067073, 13.564506)(Figur 2) cirka 2 kilometer uppströms Edsforsens kraftverk. I likhet med åren 2012 till 2014, då också smoltutvandringen undersöktes i Klarälven (Bergman et al. 2015), användes en ryssja med 10 mm maskstorlek med knut. I anslutning till ryssjan fanns två ledarmar som bestod av 2-3 nätsektioner med maskstorlekar mellan 20 – 40 mm. Ledarmarna var mellan 35 och 44 meter långa och mellan 24

och 37 meter isär i öppningen (Figur 5). Ryssjan och ledarmarna förankrades i bottensubstratet med 6-7 meter långa järnstolpar vars diameter var 20 mm. Dessa drevs ned i bottensubstratet för hand och beslag förankrat runt stolparna på botten möjliggjorde en uppsträckning av ledarmarna mot botten. På insidan av ledarmarna fanns ytterligare järnstolpar förankrade vilket stabiliserade konstruktionen. Ryssjan vittjades och rengjordes varje dag och all fångad fisk bedövades, artbestämdes, vägdes och längdmättes (totallängd) innan återutsättning skedde. All tillräckligt stor laxsmolt märktes för att senare kunna beräkna smoltryssjans fångsteffektivitet (metoden beskrivs nedan).



Figur 4. Ryssjan under pågående montering i Klarälven i maj 2019.



Figur 5. Skiss av smoltryssjan med olika mått markerade. 2018 var ledarmarna 39 respektive 44 meter långa där öppningen mellan de uppströms belägna ändarna var cirka 37 meter. 2019 var båda ledarmarna 35 meter och öppningen cirka 24 meter.

Under 2018 påbörjades iläggning av ryssjan i älven den 4 maj, men ett högt flöde i älven omöjliggjorde fiske och ryssjan fick tas upp igen. När flödet minskat igen sattes ryssjan tillbaka i älven och fisket kunde påbörjas den 25 maj, den 12 juli avslutades fisket. Sålunda fiskade smoltryssjan i älven mellan den 25 maj och den 12 juli under 2018. Ledarmarna var 39 respektive 44 meter långa och avståndet mellan de uppströms belägna ändarna var cirka 37 meter. Smoltryssjan vittjades varje dag under fältsäsongen med undantag för den 20 juni då ryssjan av misstag lämnats öppen och således inte fiskat. Den 30 och 31 maj fiskade ryssjan med enbart en respektive en och en halv ledarm och den 26 maj var den västra ledarmens överteln cirka 20 cm under ytan på grund av att några stödstolpar hade släppt. Sammanlagt fiskades 47 av de 48 dagarna som ryssjan låg på plats i vattnet.

Under 2019 påbörjades fisket med smoltryssjan den 6 maj och avslutades den 19 juli och den vittjades dagligen under denna period. Den 25 maj förlängdes ryssjans västra ledarm med cirka tio meter varvid ledarmarna under resterande del av studien var 35 respektive 35 meter långa. Avståndet mellan de uppströms belägna ändarna var då cirka 24 meter. Mellan den 9 och den 12 maj fiskade inte ryssjan på grund av för mycket skräp och drivgods i älven. Den 30 maj och den 1 juni fiskade inte ryssjan på grund av för höga flöden och ledarmarna fick under båda tillfällena hissas upp och sättas fast ovan vattenytan på järnstolpar. Den 16 maj, den 17 juni samt den 21 juni hade ryssjan lämnats öppen och fiskade således inte dessa dagar och den 4 juni fiskade ryssjan enbart med en ledarm nedspänd. Sammanlagt fiskades 66 av de 74 dagar som ryssjan låg på plats i vattnet.

Uppskattning av smoltmängd

Genom att beräkna de olika insamlingsmetodernas effektivitet är det möjligt att göra en beräkning av den totala mängd smolt som passerat fångstplatsen under den fiskade perioden. Fångsteffektiviteten för de två åren beräknades genom fångst-återfångstmetoden (Volkhardt et al., 2007) med fokus på laxsmolt. All laxsmolt som fångades i ryssjan och skruvfällan klassificerades med avseende på dess smoltmognadsgrad och märktes med färglösa numrerade streamertags. Därefter transporterades de märkta smolten cirka 5 km uppströms med bil för att återutsättas i älven igen. Återutsättningsplatsen varierade mellan älvens östra respektive västra strand. För alla återfångade smolt noterades vilken fångstanordning och vilket datum återfångsten skett i samt smoltens hälsa. Då endast ett fåtal återfångster skedde i skruvfällan beräknades enbart ryssjans fångsteffektivitet för laxsmolt. Vi gjorde en säsongsberäkning av ryssjans fångsteffektivitet enligt:

$$\text{Fångsteffektivitet} = \frac{\text{Antal återfångster}}{\text{Antal återutsatta laxsmolt}}$$

Efter att fångsteffektiviteten beräknats kunde smoltproduktionen beräknas enligt:

$$\text{Årlig smoltproduktion} = \frac{\text{Antal fångad smolt}}{\text{Fångsteffektivitet}}$$

Smoltproduktionen beräknades för ryssjans fiskeperiod (25 maj - 12 juli 2018 respektive 6 maj - 19 juli 2019). För de dagar då ryssjan inte fiskat (lämnats öppen, tagits upp etc.) estimerades fångster genom att använda medelvärden för säsongen. På motsvarande sätt uppskattades smoltproduktionen 2018 även för den period direkt efter högflödet då vi enbart fått skruvfällan tillbaka i vattnet (19 maj – 25 maj).

Denna studie utfördes med ett etiskt godkännande av djurförsök från Göteborgs djuretiska nämnd (Dnr: 5.8.18-06783/2018).

Resultat

Artsammansättning i skruvfällan respektive smolttryssjan 2018 och 2019

Sammanlagt fångades 16 arter 2018 och 12 arter 2019, men flera av dem förekom bara i enstaka exemplar (Tabell 1). Under 2018 dominerades fångsten i båda fällorna av lax, nära 80% i skruvfällan och 90% i ryssjan. Övriga vanligt förekommande arter i fällorna var gädda, mört, stäm och öring (Tabell 1). Under 2019 dominerades fångsten av lax i ryssjan (58,9%) där övriga vanligt förekommande arter bestod av mört och stäm. För skruvfällan bestod fångsten 2019 av betydligt mindre lax (0,4%), där fångsten i istället dominerades av gädda, mört och stäm som tillsammans stod för 86 % av fångsten. Öring utgjorde bara 0,4 och 2,1 % i skruvfälla respektive ryssja.

Under fångstperioderna varierade vattentemperaturen mellan 11 och 23 °C (medelvärde 16 °C) under 2018 och mellan 6 och 19 °C (medelvärde 12 °C) under 2019. Under samma period varierade flödet mellan 39 och 633 m³/s (medelvärde 180 m³/s) under 2018 och mellan 103 och 353 m³/s (medelvärde 196 m³/s) under 2019. Det var således en varmare fåltsäsong 2018 än 2019 samtidigt som det också fanns en betydligt mer uttalad vårflod 2018, trots att medelflödet under säsongen var högre 2019. Variationen i temperatur och flöde framgår också i figur 5 nedan.

Tabell 1. Total fångst, uttryckt som antal (A) och % (B), av olika arter i skruvfälla och smoltryssja under 2018 och 2019. Antal dagar fällorna fiskade i förhållande till hur många de låg i vattnet de olika åren anges längst ner i tabell A. Återfångad laxsmolt är exkluderad.

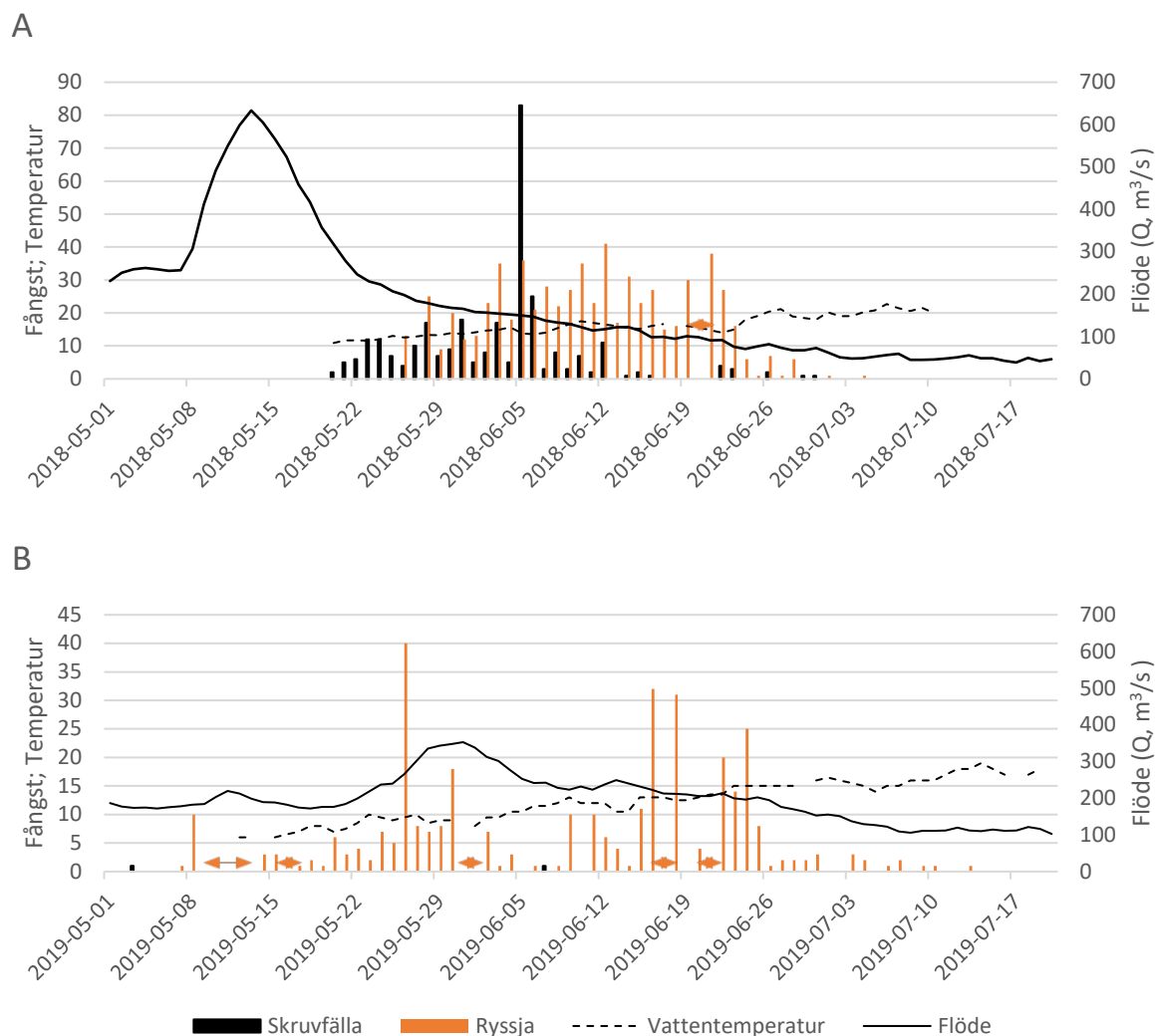
A) Antal	2018		2019	
	Skruv	Ryssja	Skruv	Ryssja
Abborre	2	2	2	3
Benlöja	3	1	8	4
Elritsa	1	0	0	0
Gädda	14	10	122	5
Gärs	1	0	0	0
Harr	2	0	0	1
Id	2	1	9	3
Lake	5	1	47	1
Lax	301	664	2	330
Mört	8	13	161	97
Nejonöga	2	0	4	0
Ruda	2	0	0	0
Sik	4	3	1	16
Simpa	0	1	0	0
Stäm	21	32	170	88
Öring	12	13	2	12
Totalt	380	741	528	560
Fiskedygn	53 av 54	47 av 48	63 av 78	66 av 74

B) %	2018		2019	
	Skruv	Ryssja	Skruv	Ryssja
Abborre	0,5	0,3	0,4	0,5
Benlöja	0,8	0,1	1,5	0,7
Elritsa	0,3	0,0	0,0	0,0
Gädda	3,7	1,3	23,1	0,9
Gärs	0,3	0,0	0,0	0,0
Harr	0,5	0,0	0,0	0,2
Id	0,5	0,1	1,7	0,5
Lake	1,3	0,1	8,9	0,2
Lax	79,2	89,6	0,4	58,9
Mört	2,1	1,8	30,5	17,3
Nejonöga	0,5	0,0	0,8	0,0
Ruda	0,5	0,0	0,0	0,0
Sik	1,1	0,4	0,2	2,9
Simpa	0,0	0,1	0,0	0,0
Stäm	5,5	4,3	32,2	15,7
Öring	3,2	1,8	0,4	2,1
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0

Laxfångst 2018 och 2019

Ryssjans laxfångst under 2018 var 664 smolt (återfångster exkluderade) (Figur 5) där ryssjan fiskade i sammanlagt 47 av de 48 dagarna mellan den 25 maj och den 12 juli då den låg i vattnet. Samtliga smolt förutom två fångades mellan den 25 maj och den 28 juni och de dagliga fångsterna varierade mellan 0 och 41 smolt med ett medelvärde på 14,1 smolt. Sammanlagt 13 dagar gav nollfångst i ryssjan under fiskeperioden. Under 2019 fångades sammanlagt 330 laxsmolt (återfångster exkluderade) (Figur 5) och 2 kelt där ryssjan fiskade sammanlagt under 66 dagar under den 74 dagar långa fiskeperioden mellan den 6 maj och den 19 juli. Över 95% av ryssjans smoltfångst skedde mellan den 6 maj och den 30 juni varefter resterande smolt fångades fram till den 10 juli.

Dagsfångsterna varierade mellan 0 och 40 smolt med ett medelvärde på 5,0 smolt. Under perioden fanns sammanlagt 19 dagar med nollfångst.



Figur 5. Fångst (antal) av laxsmolt under 2018 (A) och 2019 (B) års fiske med ryssja (orange staplar; $N=664/330$) och roterande skruvfälla (blå staplar; $N=301/2$). Orange pilar anger dagar ($N=1/8$) då ryssjan ej fiskat under perioden 25 maj till 12 juli 2018 och 6 maj till 19 juli 2019. Flöde (m^3/s) och temperatur ($^{\circ}C$) visas också.

Skruvfällan fiskade under studieperioden 2018 (den 19 maj till den 12 juli) i sammanlagt 53 av de 54 dagarna som den låg i vattnet, vilket gav en fångst på totalt 301 laxsmolt (återfångster exkluderade) (Figur 5). Över 95% av skruvfällans smoltfångst skedde under perioden den 19 maj till den 16 juni varefter den sporadiskt fångade smolt fram till den 30 juni. Dagsfångsterna varierade mellan 0 och 83 smolt med ett medelvärde på 5,7 smolt per dag. Sammanlagt 21 dagar gav nollfångst. Under studieperioden 2019 (den 2 maj till den 19 juli) fiskade skruvfällan i 63 dagar av 78 dagar i vattnet,

vilket gav en total fångst på 2 laxsmolt (Figur 5). Under studieperioden 2019 skedde upprepade fiskestopp (15 dagar) på grund av att fällan slutat att rotera.

Laxens storlek

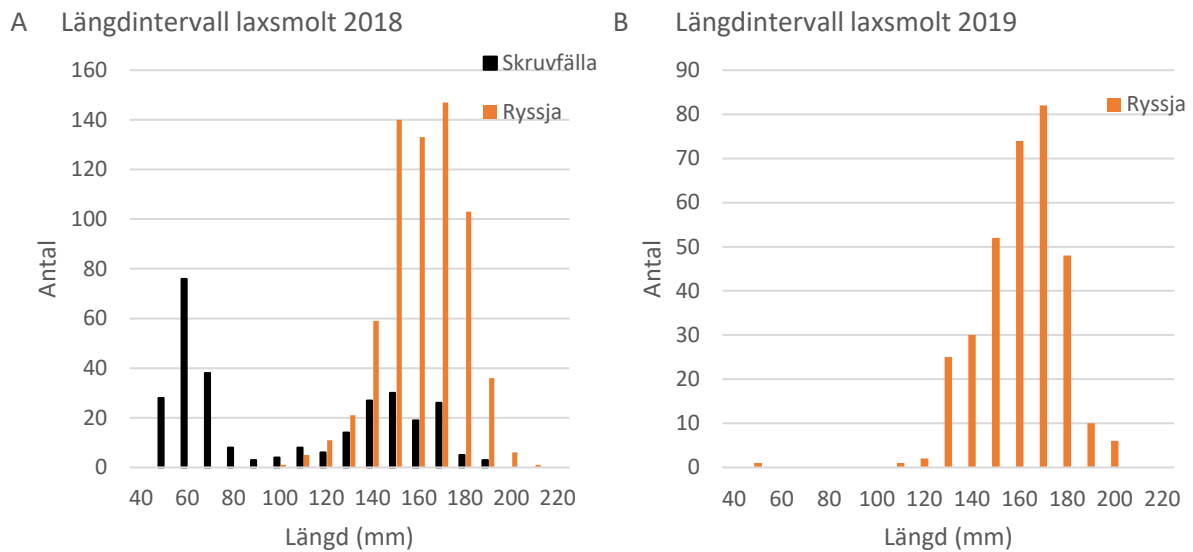
Av den lax som fångades i skruvfällan 2018 varierade längden mellan 43 och 185 mm, medan den varierade mellan 95 och 210 mm bland de som fångats i smoltryssjan (Tabell 2). Under 2019 fångades bara två laxar i skruvfällan och dessa var 60 respektive 170 mm långa. Längden på laxen som fångades i ryssjan varierade mellan 110 och 200 mm, förutom en lax på 50 mm och två kelt på 670 respektive 820 mm.

Tabell 2. Längd (mm) och vikt (g) på fångad lax under 2018 och 2019 i ryssja och skruvfälla. Två kelt 2019 exkluderades från beräkningar av medelvärden, SE och range.

	<i>Ryssja 2018</i> N=664	<i>Skruvfälla 2018</i> N=301	<i>Ryssja 2019</i> N=332*	<i>Skruvfälla 2019</i> N=2
<i>Längd (mm) Medelvärde</i>	156	99	157	115
<i>Längd (mm) SE</i>	0,6	2,6	0,96	55,0
<i>Längd (mm) Range</i>	95-210	43-185	50-200	60-170
<i>Vikt (g) Medelvärde</i>	30	26	32	20**
<i>Vikt (g) SE</i>	0,4	0,7	0,6	**
<i>Vikt (g) Range</i>	9-65	14-43	14-65	**

**Varav 2 kelt **Endast en fisk vägdes*

Laxens längdfrekvens skilde sig mellan fällorna 2018 (Figur 6) där smolten fångade i ryssjan var längre än smolten fångade i skruvfällan (Mann-Whitney U=29255, $n_{skruv}=301$ $n_{ryssja}=664$, $p=0,0001$). Däremot var det ingen skillnad i ryssjan fångster mellan 2018 och 2019 med avseende på laxens längdfrekvens (Mann-Whitney U=107642, $n_{2018}=664$ $n_{2019}=330$, $p=0,625$). Eftersom endast märkt lax vägdes, dvs alltför liten lax vägdes inte, utfördes ingen analys av viktfrekvensen mellan fällorna 2018 eller åren.

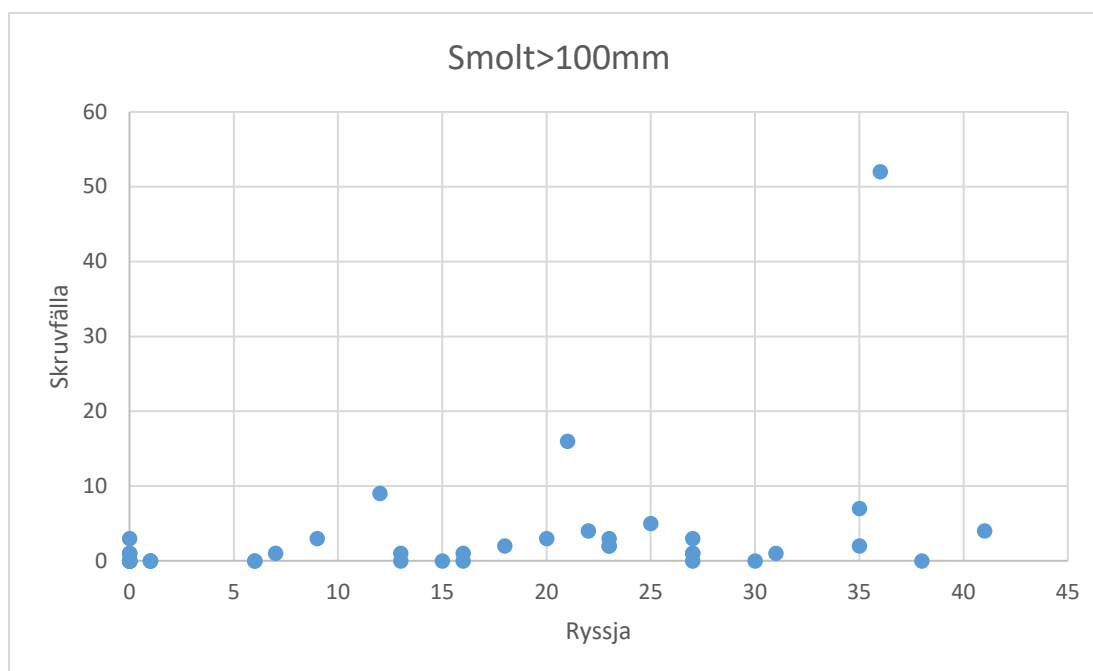


Figur 6. Längdintervall angett i millimeter för lax fångade i skruvfällan och ryssjan 2018 (A) samt lax fångade i ryssjan 2019 (B).

Relation mellan laxfångstens storlek i ryssja och skruvfälla

Ett av syftena med studien var att utveckla metoden så att fisket i framtiden kan bedrivas under högre flöden än vad smoltryssjan klarar av. Därför undersöktes ifall fångsternas storlek i de båda fällorna kunde kalibreras till varandra. Under fältsäsongen 2019 fångades bara två laxar så laxdata från skruvfällan har inte kunnat användas, men under 2018 fångades lax i båda fällorna. Det fångades dubbelt så mycket lax i ryssjan som i skruvfällan, och om man exkluderar liten lax (<100 mm), som bara fångades i skruvfällan, fångades nästan 5 gånger så mycket i ryssjan som i skruvfällan.

Det fanns en signifikant korrelation mellan fångsten (smolt <100 mm exkluderade) i ryssjan och skruvfällan över hela den fiskade säsongen (Spearman's $\rho_{44}=0,539$, $P=0,0001$) (Figur 7). Vi noterade dock på plats under fältsäsongen 2018 att skruvfällan verkade fungera dåligt vid låga flöden så vi analyserade korrelationen mellan laxfångst (smolt <100 mm exkluderade) i ryssjan och skruvfällan då alla dagar med ett flöde < 100 m³/s exkluderades. Vi fann då ingen signifikant korrelation mellan laxfångst i de båda fällorna (Spearman's $\rho_{20}=0,040$, $P=0,862$).



Figur 7. Samband mellan laxfångstens storlek i ryssjan och skruvfällan 2018, under hela säsongen. Smolt <100 mm exkluderade.

Fällornas effektivitet och estimerad mängd smolt i Edebäck

Fångsteffektiviteten hos ryssjan 2018 beräknades till 4,0 %, vilket baserades på 26 återfångster av de 644 märkta och återutsatta laxsmolten. Ingen fångsteffektivitet beräknades för skruvfällan eftersom antalet återfångster var för få (N=6). Under de 47 dagar som ryssjan fiskat beräknades sammanlagt 16447 vandrande laxsmolt ha passerat Edebäck. Antal vandrande laxsmolt som beräknas ha passerat Edebäck mellan 19 maj – 25 maj då enbart skruvfällan fiskade och 20 juni då ryssjan inte fiskade beräknades till 2449, vilket ger en total uppskattad mängd smolt på 18 896 som passerat Edebäck under perioden 19 maj – 12 juli 2018.

Fångsteffektiviteten hos ryssjan 2019 beräknades till 2,3 %, vilket baserades på 7 återfångster av de 311 märkta och återutsatta laxsmolten. Ingen fångsteffektivitet gavs för skruvfällan då antalet återfångster var för få (N=0). Under de 66 dagar som ryssjan fiskat beräknades 14661 vandrande laxsmolt att ha passerat Edebäck. För de 8 dagar som ryssjan inte fiskade under perioden beräknades antalet vandrande laxsmolt som passerat Edebäck till 1 777. Totalt ger detta en uppskattad mängd smolt på 16 438 laxsmolt som under perioden 6 maj – 19 juli 2019 passerade Edebäck.

Tabell 3. Fiskad period, fångad smoltmängd (återfångster och kelt exkluderade) samt uppskattad smoltmängd i Klarälven de år då vi fiskat med ryssja.

	Fiskad period	Fångad smoltmängd (#)	Effektivitet	Estimerad smoltmängd
2012	8 maj – 1 juli 54 dagar	143	17,0 %	1 150
2013	2 maj – 25 juli 84 dagar	635	19,0 %	3 800
2014	1 maj – 23 juli 83 dagar	1364	7,0 %	19 753
2018	25 maj – 12 juli 55 – 61 dagar	664	4,0 %	16 447 (25 maj – 12 juli) 18 896 (19 maj – 12 juli)
2019	6 maj – 19 juli 74 dagar	330	2,3 %	16 438

Diskussion

Denna studie visar att man i stora drag kan följa smoltvandringen i Klarälven, men också att det är svårt att klara av att fiska när flödet är högt i älven. Detta noterades redan i studierna av Bergman et al. (2015), men förhoppningen under 2018 och 2019 var att det med skruvfällans hjälp skulle vara möjligt att samla data under en större del av vårfloden än annars. Vårfloden ser olika ut de olika åren, både till magnitud och när den inträffar, och detta styr när fisket kan ske.

I likhet med tidigare års studier i Klarälven (Bergman et al. 2015) fångades laxsmolt under relativt lång tid, nästan hela perioden som fiskades, dvs mellan början av maj till början/mitten av juli. Ofta beskrivs att mesta delen av laxsmolt vandrar på mindre än en månad (Thorstad et al. 2012), vilket är kortare tid än perioden då det fångades smolt i Klarälven under både 2018 och 2019. Perioden då ryssjan regelbundet har lite större dagsfångster sker under en betydligt kortare period (ca 1 månad). De flesta år har ingen tydligt hög vandringstopp kunnat noteras i Klarälven, men 2014, när det var en kraftig vårflod med flöden över 600 m³/s, utgjorde ett undantag från detta. Bortsett från dagarna under 2014 års flödestopps början var det bara ytterligare en dag under 2014 då fångster på över 20 fiskar per dag kunde uppmätas. Under 2018 var det i likhet med 2014 en kraftig vårflod under maj, men tyvärr kom inte fisket igång förrän efter vårfloden. Emellertid fanns under 2018 sammanlagt 16 (av 47) dagar under den månadslånga perioden 28 maj-22 juni fångster över 20 fiskar per dag. Under 2019 noterades ingen så hög vårflod som 2014 och 2018 och under hela den fiskade perioden var det bara under 5 (av 74) dagar som dagsfångsten översteg 20 fiskar.

Smoltfångsten i ryssjan var olika stora de olika åren, ungefär dubbelt så stor 2018 som 2019 trots att det var fler fiskedagar under 2019 (medelvärde 14,1 respektive 5,0 smolt/dag de två åren). Trots denna skillnad i smoltfångst blev estimeringen av antalet smolt som vandrade i samma storleksordning de båda åren eftersom fällans effektivitet var olika de båda åren (4,0% år 2018 och 2,3% år 2019). Estimeringen ligger också i samma storleksordning, eller något under, som under

fisket 2014 som uppskattades vara biologiskt rimligt (Bergman et al 2015). Vi bedömer därför att fiskena i ryssjan fungerat tillfredsställande de båda åren. Däremot fungerade inte skruvfällan som den var avsedd att göra under 2019, så vi diskuterar inte den vidare här när det gäller kvantifiering av antalet smolt.

Den uppmätta effektiviteten av ryssjan har stor betydelse vid uppskattning av smoltpopulationens storlek. Ryssjans effektivitet var högre under 2018 än 2019 (4,0 respektive 2,3%), men ändå betydligt lägre än under åren 2012-2014 (min-max 7-19%)(Bergman et al. 2015). Placeringen av ryssjan var på ungefär samma ställe, men eftersom sandbotten ständigt förändras, och flyttar på sig kan effektiviteten skifta från tillfälle till tillfälle ändå. I likhet med åren 2012-2014 har våra effektivitetsberäkningar baserats på återfångstmedelvärden under hela säsongen. Hade fångsterna, och därmed antalet märkt fisk i fångst-återfångststudien, varit högre hade man kunna göra effektivitetsberäkningar som fick variera under säsongen och därmed ta fram en mer nyanserad populationsberäkning.

Under 2018 var flödet i älven väldigt högt under periodens första del och sedan relativt lågt mot slutet av säsongen. Fältpersonalen upplevde att skruvfällan roterade långsammare vid de lägre flödena, och under en åttadagarsperiod med lågt flöde mättes rotationshastigheten i skruvfällan. Under den begränsade tidsperioden fanns inget signifikant samband mellan skruvfällans rotation och flödet (Regression; $P > 0,29$). Det hade emellertid behövts data på rotationen under hela säsongen för att på ett bra sätt analysera hur mycket sämre fällan roterade vid lågflödesperioderna än vid andra flödessituationer. Möjligen kan även vindförhållandena ha påverkat rotationen, men det finns inga tillgängliga data för att undersöka den hypotesen.

Ett önskvärt scenario för detta arbete hade varit om skruvfällan kunde ligga i vattnet hela säsongen och ryssjan när flödet tillät fiske. Under 2018, då skruvfällan fungerade, låg den i vattnet bara en vecka mer än ryssjan. Detta föranleddes huvudsakligen av att fällan förankrats på ett sätt som gjorde den sårbar för död ved som kom flytande i vattnet vid vårfloden. Dvs av att död ved fastnade i de vajrar som förankrade fällan och som, i samband med vårfloden, låg i vattnet. Med en förankring över vattenytan är det sannolikt att en skruvfälla kan klara högre flöden än ryssjan, och vad som blev fallet under 2018. Men även om redskapen förankras för att undvika skador vid högflödena, orsakade bl.a. av all död ved som förs med vattnet, är det osäkert om skruvfällan kan ersätta en smolttryssa i Klarälven. Förutom att det är angeläget att kunna fiska under en så stor del som möjligt av vandrings säsongen är det också viktigt att få bra återfångststatistik för både ryssjan och skruvfällan. För att få det behövs väsentligt högre återfångster i skruvfällan än i denna studie (6 smolt 2018). Dessutom, för att riktigt kunna utvärdera om en övergång till skruvfälla istället för ryssja är möjlig skulle noggranna mätningar på såväl lokalt flöde som fällans rotation behöva genomföras på daglig basis. Detta för att kunna avgöra ifall rotationen är tillräckligt hög för att alls möjliggöra smoltfångst. Studier i Kalifornien har visat att smolt av havsvandrande regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*) har fångats vid rotationshastigheter så låga som 1,67 rpm (varv per minut) (Volkhardt et al. 2007).

Resultaten visade att skruvfällan fångade lax (smolt och parr, kelt ej inkluderad) som var mindre än vad ryssjan gjorde. Medelvärdet för längden på fångad lax i ryssjan stämde väl överens med det som rapporteras för åren 2012-2014 i Bergman et al. (2015), eg 152-165 mm, medan medelmedelvärdet för skruvfällan var 99 mm. I ryssjan fångades en lax som var ca 50 mm, och resten var mellan 110-200 mm. I skruvfällan hade längdfrekvensen på lax två toppar; det fångades lax dels i storleksklassen 43-

80 mm (53%) och dels i storleksklassen 100-190 mm (47%). Denna skillnad i fiskstorlek i fångsterna kan förklaras med skillnaden i maskstorlek mellan den lite mer grovmaskiga ryssjan (10 mm) och den finmaskiga skruvfällan. Ur ett fiskeförvaltningsperspektiv är det intressant att fundera på om dessa smålaxar också bidrar till den totala populationen av nedströmsvandrande smolt som till slut når Väneren. Det är inte otänkbart att dessa smålaxar, som verkar vara i rörelse, så småningom hamnar nedanför Edsforsens kraftverk och sedan vandrar nedströms samma år eller under ett annat år. Det väcker frågan ifall tidigare beräkningar på laxpopulationen i Klarälven underskattar andelen nedströmsvandrande lax som når Väneren. Vid tidigare laxövervakningsprojekt i Klarälven har parr noterats ända nere vid Munkfors kraftverk (Piccolo muntl.).

Ett av syftena med studien var att undersöka om det fanns en korrelation mellan fångsterna i de båda fällorna så att det var möjligt att använda bara skruvfällan vid de högre flödena då ryssjan inte klarar att ligga i älven, en hypotes som diskuteras i Bergman et al. (2015). I föreliggande studie noterades att skruven hade rotationsproblem under 2019 då nya glidlager runt fällans roterande delar upplevdes medföra en större friktion än tidigare. Under säsongen fångades bara två smolt i skruvfällan, istället fanns en hel del mört, stäm och smågäddor i fångsten. Följaktligen kunde skruvfällan inte användas för några sådana beräkningar under 2019. Under 2018 fångades 301 smolt i skruvfällan jämfört med 664 i ryssjan. Det fanns ett signifikant, men måttligt starkt samband, mellan fångsten i de två fällorna. Vidare var återfångsten i skruvfällan var betydligt lägre än i ryssjan, så lågt att det inte var tillförlitligt att beräkna en effektivitet för skruvfällan. Slutsatsen blir således att även om det fanns ett samband vad gäller fångstens storlek mellan de båda fällorna så är fångsten, eller snarare återfångsten för låg i skruvfällan för att den ska kunna ersätta ryssjan. I alla fall med den placering av endast en skruvfälla utan ledarmar så som det gjordes i denna studie.

Slutsatser

Förhoppningen var (1) att kunna få en mer rättvisande bild genom att ha två olika fällor och på så sätt täcka in mätningar vid fler flöden än annars, (2) att kunna ersätta smoltryssjan, som är dyr i drift, med skruvfälla(or) i framtiden för den övervakning som är så värdefull för att följa laxens status i ekosystemet och (3) att samla in data på mängden vandrande smolt för att kunna uppskatta mängden vildproducerad smolt i Klarälven under 2018 och 2019.

Slutsatser:

1. Flödet varierar mycket och det är alltid svårt att fiska med storryssja vid höga flöden, dvs när flödet överstiger 300 m³/s. Användandet av skruvfällor utan ledarmar skulle kunna möjliggöra fiske vid något högre flöden än med ryssjan, men den stora mängd död ved som följer med vattnet vid höga flöden i Klarälven vållar problem även för en skruvfälla.
2. Den låga återfångsten i skruvfällan där den var placerad i denna studie medför att fångster och återfångster var för små för att kunna göra tillförlitliga effektivitetsberäkningar av fällan. Utan en tillförlitlig effektivitetsberäkning kan smoltmängden som vandrar inte beräknas. Om fångsten i skruvfällan kan ökas, t.ex. genom att använda ledarmar, blir dock situationen en annan. Eventuellt kan detta testas en säsong med flera skruvfällor placerade mer eller mindre i bredd över älven, och kanske även med ledarmar. Men i dagsläget bör ryssjan inte

ersättas med en skruvfälla. Det är också viktigt att vara medveten om det motsägelsefulla i användandet av ledarmar, det försvårar fisket vid högflödet eftersom ledarmarna även leder död ved mot fällan, och samtidigt ökar det möjligheterna att fånga mer smolt, vilket är angeläget för att öka tillförlitligheten i de beräkningar som görs.

3. Smoltestimeringen var nästan 19000 smolt 2018 och ca 16500 smolt 2019.

Tack

Vi vill tacka fältpersonalen som med sitt engagemang gjort denna studie möjlig. Lars Dahlström, länsstyrelsen Värmland, och Robin Lindgren, Sportfiskarna, var med i fält både 2018 och 2019. Under 2018 deltog även Oscar Adolfsson och Erik Bergwall samt Teemu Collin, länsstyrelsen i Värmland, som hjälpte också till med såväl förberedelser som med uppsättningarna av fällorna. Under 2019 deltog förutom Lars och Robin även Anna Hagelin och Elio Bottagisio, båda från länsstyrelsen i Värmland. Pär Gustafsson på länsstyrelsen i Värmland har läst och lämnat kommentarer på rapportens korrektur.

Vi vill också rikta ett speciellt tack till Thomas Hasselborg, Länsstyrelsen i Västernorrland, för hjälp vid placering och uppsättning av fällorna båda åren.

Referenser

- Bergman E, Greenberg L, Norrgård J, Piccolo J 2015. Produktion av vild laxsmolt i Klarälven. I: Hedenskog M, Gustafsson P, Qvenild T (red) 2015. Vänerlaxens fria gång – Två länder, en älv.
- Hilborn R, Bue BG och Sharr S. 1999. Estimating spawning escapements from periodic counts: a comparison of methods. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 56: 888–896.
- Jonsson B och Jonsson N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout: habitat as a template for life histories (Vol. 33). Springer.
- Magnusson H, Gustafsson P, och Hedenskog M. 2013. Lax och öring i Gullspångsälven och Klarälven. Vänerns årsskrift. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 77 2013.
- Muir WD och Williams JG. 2012. Improving connectivity between freshwater and marine environments for salmon migrating through the lower Snake and Columbia River hydropower system. Ecological Engineering, 48: 19-24.
- Norrgård JR, Greenberg LA, Piccolo JJ, Schmitz M och Bergman E. 2013. Multiplicative loss of landlocked salmon *Salmo salar* L. smolts during downstream migration through multiple dams. River Research and Applications, 29: 1306–1317.
- Ricker WE. 1954. Stock and recruitment. Journal of the Fisheries Board of Canada, 11: 559-623.

- Piccolo JJ, Norrgård JR, Greenberg LA, Schmitz M och Bergman E. 2012. Conservation of endemic landlocked salmonids in regulated rivers: a case-study from Lake Vänern, Sweden. *Fish and Fisheries*, 13: 418-433.
- Svendsen JON, Eskesen AO, Aarestrup K. Koed A och Jordan AD. 2007. Evidence for non-random spatial positioning of migrating smolts (*Salmonidae*) in a small lowland stream. *Freshwater Biology*, 52: 1147-1158.
- Thedinga JF, Murphy ML, Johnson SW, Lorenz JM and Koski KV. 1994. Determination of Salmonid Smolt Yield with Rotary-Screw Traps in the Situk River, Alaska, to Predict Effects of Glacial Flooding. *North American Journal of Fisheries Management*, 14: 837-851.
- Thorstad EB, Whoriskey F, Uglem I, Moore A, Rikardsen AH och Finstad B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology*, 81: 500-542.
- Volkhardt GC, Johnson SL, Miller BA, Nickelson TE och Seiler DE. 2007. Rotary screw traps and inclined plane screen traps. *Salmonid field protocols handbook: techniques for assessing status and trends in salmon and trout populations*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 13: 235-266.
- Williams JG, Armstrong G, Katopodis C, Larinier M och Travade F. 2012. Thinking like a fish: a key ingredient for development of effective fish passage facilities at river obstructions. *River Research and Applications*, 28: 407-417.
- Williams JG, Smith SG, Fryer JK, Scheuerell MD, Muir WD, Flagg TA, Casillas E. 2014. Influence of ocean and freshwater conditions on Columbia River sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* adult return rates. *Fisheries Oceanography*, 23: 210-224.