



Länsstyrelsen
Värmland

Fiskpassagelösningar i nordvästra USA

Rapport från studieresa i september 2012



Publ nr 2013:13
ISSN 0284-6845

Foton: Länsstyrelsen

Rapporten är sammanställd av Grete Algesten och Pär Gustafsson, Länsstyrelsen Värmland samt Håkon Berg Sundet, Fylkesmannen i Hedmark.

Finansiering via InterReg Sverige-Norge, projekt Vänerlaxens fria gång.

Länsstyrelsen Värmland, 651 86 Karlstad
054-19 70 00, www.lansstyrelsen.se/varmland



En investering för framtiden



Innehåll

1	Inledning	1
2	Dag 1. Smith-Root Inc., Eagle Creek och Clackamas River. 3	
2.1	Smith-Root	3
2.2	Eagle Creek	4
2.3	Clackamas River	5
3	Dag 2: Deschutes River.....	8
4	Dag 3: Bonneville Dam	11
5	Dag 5: Skagit River	14
6	Dag 6: Cowlitz River	15
6.1	Mayfield dam.....	17
7	Summering	19

1 Inledning

Av någon anledning har lösningar för uppströmsmigration varit mer prioriterat i Skandinavien jämfört med den för fiskens livscykel lika viktiga nedströmsmigrationen (smolt och kelt). I nordvästra USA finns dock en relativt lång historik och stor kunskap om hur man konstruerar effektiva upp- och nedströmspassager för vuxen fisk och smolt, samtidigt som produktionsförluster vid kraftverken minimeras. Under september månad 2012 genomförde en grupp bestående av både svenska och norska myndigheter, forskare och kraftbolag en studieresa till Nordvästra USA (se karta) med huvudsyftet att lära mer om vilka typer av åtgärder som kan och genomföras för att underlätta framförallt laxfiskars vandring såväl upp- som nedströms vid olika typer av kraftverk. Dessutom studerades olika system för hantering och transport och utsättning av fisk vid olika uppsamlingsanläggningar. Framförallt besöktes kraftverk och anläggningar inom Columbiaflodens avrinningsområde (figur 1).

Resans främsta syfte var inte att reda ut hur passagefrågorna regleras juridiskt och vilka verktyg myndigheterna har för att säkerställa att målen för biologisk mångfald och levande sjöar och vattendrag (motsvarande våra miljömål) uppfylls. Vi kunde dock identifiera ett antal områden där våra system skiljer sig åt. I förekommande fall lyfts detta fram i rapporten men för vidare diskussion i andra forum.

Skandinavien och USA skiljer sig en del vad gäller lagstiftning och vilka möjligheter myndigheterna har för att få åtgärder på plats, men även de biologiska förutsättningarna och fiskarnas ekologi skiljer sig något åt. Man har t.ex. på den amerikanska västkusten inte bara en art av lax och en öring utan hela sex laxarter samt ett par öring- och röding-arter (figur 2). Detta ställer naturligtvis höga och ibland olika krav på såväl anläggningarnas utformning, drift och funktion. Till skillnad från vår Vänerlax som ju är atlantlax med Östersjöursprung dör de flesta Stillahavsvandrande laxarter efter lek varför frågan om lösningar för nedströmsmigrerande kelt inte kräver störst fokus. Det finns dock en del kelt, främst av Steelhead (havsvandrande regnbåge) och olika vandrande öring-arter, vilket gör att lösningar utvecklats även för dessa arter.

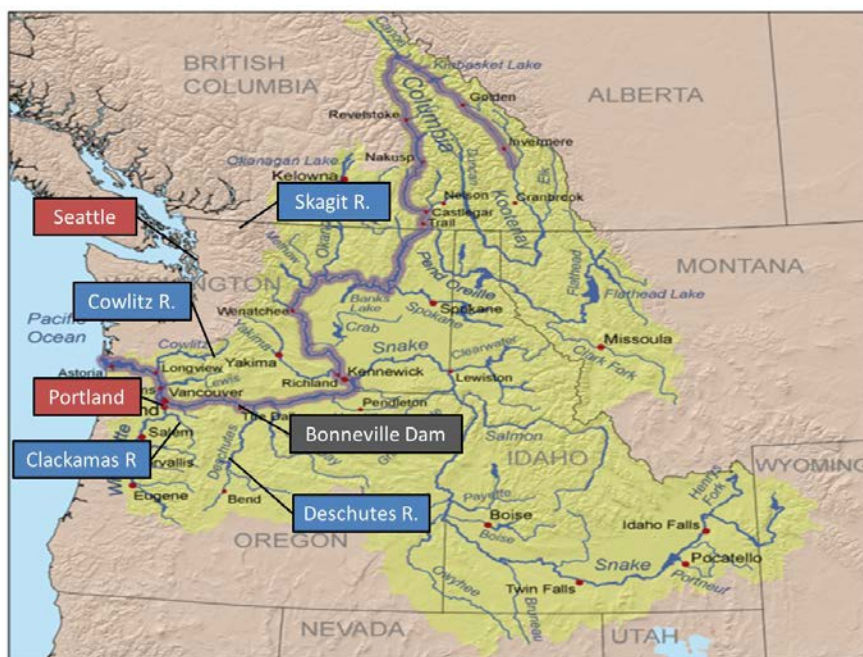
Trots vissa skillnader mellan Skandinavien – USA är likheterna större. Den 200 mil långa Columbiaflodens avrinningsområde med dess över 60 biflöden, många av Klarälvens storlek, är i likhet med våra vattendrag kraftigt utbyggda (>70 kraftverk i hela ARO). De hyser fragmenterade fiskpopulationer och lax/öringpopulationer/arter på randen till utrotning och trots att man byggt och utvecklat fiskvägar i snart ett århundrade återstår det många älvar där det fungerande fiskpassager saknas. Då varje älv dessutom är individuell vad gäller flödesdynamik och förutsättningar för olika organismers habitat kan skillnaderna mellan älvar inom en liten region vara lika stor eller större som mellan älvar på olika kontinenter. Problematiken kring konnektivitet och migration upp- och nedströms kraftverk är alltså i stort sett den samma som hos oss varför man bör ta lärdom av de projekt och de människor som under lång tid utvecklat metoder och anpassat lösningar efter olika förutsättningar.

Flera deltagare genomförde resan inom ramen för InterReg-projektet *Vänerlaxens fria gång* då projektets största syfte är att förbättra lekvandringens möjligheten för klarälvs lax och klarälvsöring uppströms, och kelt och smolt nedströms förbi kraftverken i Klarälven/Trysilelva. Deltagare till studieresan söktes därför dels

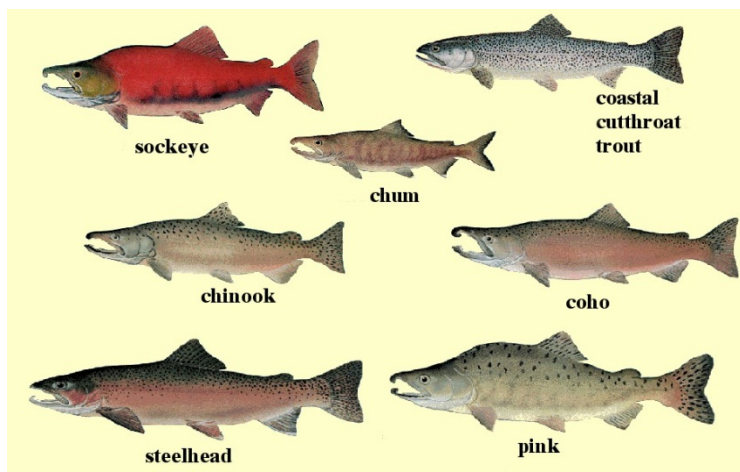
inom InterReg-projektets arbetsgrupper, men också från centrala myndigheter, Vattenmyndigheter i Sverige och Norge, samt berörda kraftbolag i Klarälven/Trysilelva.

Resesällskapet bestod av Håkon Berg Sundet (Fylkesmannen i Hedmark), Jon Museth och Morten Kraabøl (NINA), Hanne Hegseth (Direktoratet for Naturforvaltning), Trond Taugbøl (GLB), Gaute Skjelsvik (Eidsiva Energi), Pär Gustafsson och Grete Algsten (Länsstyrelsen Värmland), Stefan Stridsman (Länsstyrelsen Norrbotten), Fredrik Nilsson (Vattenmyndigheten Västerhavet), Stefan Palm (SLU) samt Eva Bergman (Karlstads universitet). Fortum erbjöds att följa med men avstod.

Jon Museth (NINA) och Håkon Berg Sundet (Fylkesmannen i Hedmark) planerade resan tillsammans med Martin O'Farrell. Den senare var även vår guide under veckan och arbetar till vardags på företaget *Smith-Root* med säte i Salmon Creek, Vancouver, Washington.



Figur 1. Karta över Columbiaflodens avrinningsområde samt platser som besöktes under studieresan. Columbiafloden är ca 200 mil lång och har ett avrinningsområde ungefär lika stort som Frankrike. (Wikimedia Commons)



Figur 2. Laxfiskarter i Columbia River-systemet (med tillstånd av The U.S. National Marine Fisheries Service)

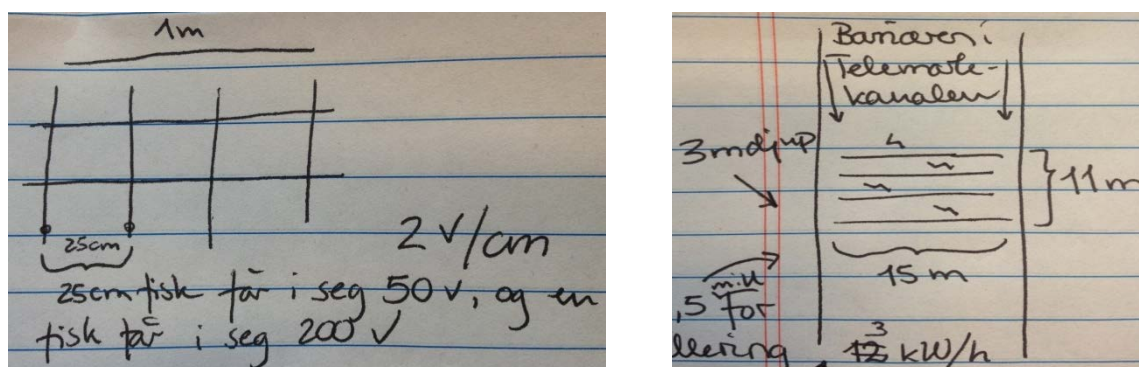
2 Dag 1. Smith-Root Inc., Eagle Creek och Clackamas River

2.1 Smith-Root

Dagen inleddes med en uppstart och introduktion på Smith-Roots huvudkontor i Salmon Creek, Vancouver. Smith-Root arbetar med utveckling av utrustning för övervakning av fiskpopulationer, främst elfiskebåtar, elfiskeaggregat och olika typer av fiskspärrar. Det finns många typer av barriärer som guidar fisken till fiskväg eller uppsamlingsanläggning (t.ex. elspärrar/gardiner, gas, UV, ljud) där systemen är optimerade för att ta hänsyn till vattenvolym, djup, olika fiskarter, fördelning av olika livsstadier hos förekommande arter mm. Vi fick information om hur och när det kan vara användbart och lämpligt/olämpligt att använda barriärer av olika typ. För de speciellt intresserade gavs även en demonstration av Smith-Roots elfiskeutrustning.

Elspärrar för uppströmsvandrande fisk

De forskjellige artene, og fisk på forskjellige livsstadier, "tåler" forskjellige strømmengder¹. Jo nærmere gyttetid, jo større er viljen til å forsere barrieren og i forhold til barrierene kan dette fungere som et filter, og ønskede arter kan gå igjennom. Barrieren går på pulserende strøm (DC) og strømstyrken er lavere enn at man behøver å ta hensyn til at de skal utgjøre noen fare for mennesker.



Figur 3. Skiss till vänster viser hvordan større fisk får i seg mer strøm. Skiss till höger visar konstruktionen i Telemarkskanalen som ett eksempel.

Installasjonen kan stå på bunnen og blir dermed ikke påvirket av avfall som kommer med vannet. En datamaskin måler konstant dybden og justerer spenningsnivået, slik at det alltid er optimalt. S-R sier at de kan – med 100 % sikkerhet – si at oppstrømsbarrieren fungerer. I Chicago har man anvendt elektriske barriärer for å forhindre oppvandring av den invasive Asiatiske karp till the Great Lakes. I Telemarkskanalen har man konstruert en annen barriär som ska forhindre oppvandring av gädda. Barrieren som nå er installert i Telemarkskanalen kostet 5,5 millioner² og den vil ha en årlig utgift på kr 150 000,- (se figur 3b).

¹ Ved Cowlitz hadde de justert seg i forhold til steelhead – som tålte minst strøm – og det tok derfor noe lenger tid her, sammenlignet med anlegget på Bonneville før fisken ble bedøvd.

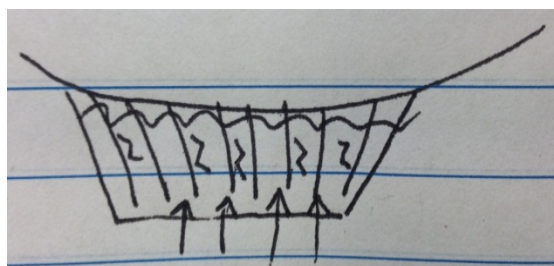
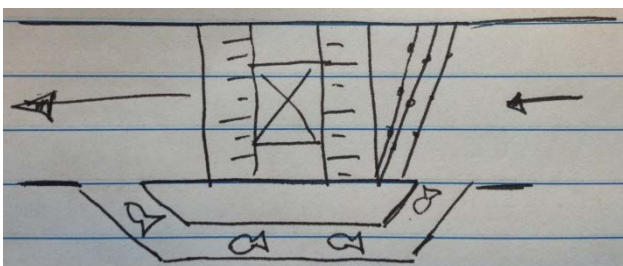
² 25 % er for selve den tekniske løsningen til Smith-Root, resten er til bygging.



Figur 4. Modell av hur fisken reagerar när den vandrar in i området med strömförande vatten (bottenmonterad elspärr).

Elspärrar för nedströmsvandrande fisk

Sammenlignet med oppvandrende fisk, er det et tilleggsmoment når man skal hindre nedvandrende fisk at dammer/reguleringer ofte er dypere ovenfor reguleringen enn nedenfor. Derfor bruker man flytende eller overhengende strømførende kabler.



Figur 5. Skiss til venster viser hur flytende elbarrierer leder in nedvandrende fisk till passage vid sidan om kraftverk. Til høyre vises hur strömförande kablar på hängande ovanför vattendraget ger strömeffekt i det övre vattenlagret.

Vannhastigheten 0,6 m/s er grensen for hvor raskt vannet kan flyte før barrieren ikke lenger fungerer. Man har ikke 100 % effektivitet for nedvandring, men om lag 50-70 %, beroende på de lokale förhållandena.

Nedvandring av smolt og kelt overlappar vilket komplicerar utformningen. Kelt känner av strömmen mycket tidigare och rör sig på andra djup. Man måste därför kompromissa, och utreda hur utvandring och flöden ser ut över tid.

I Klar/Trysilälven skulle elspärrar kunna vara aktuellt. Kanske framförallt nedströms Forshaga kraftverk för att under perioder med mycket distraktionsvatten styra den oppvandrende laxen och öringen mot fiskvägen och därmed öka fångst och opptransport.

2.2 Eagle Creek

Första fältbesöket för resan var till Eagle Creek, ett biflöde till Clackamas river. På grund av risk för smittspridning används en elektrisk barriär (figur 6) för att hindra fisk från att komma in i odlingsanläggningen samt för att leda in fisk till sorterings- och odlingsanläggning. För att minimera strömförbrukningen har elspärren två längsgående sektioner, en bred för högflöden och en smalare

sidofåra för lågflöden. Odlingens syfte är att stödutsätta fisk från de hotade fiskarter som finns i området (Steelhead, Chinook och Coho). Rön från odlad och vild fisk tas om hand vid anläggningen och den smolt som produceras placeras nedströms i älven och kan vandra ut till havet. Anläggningen producerar >1,5 miljoner 1+ lax- och steelheadsmolt per år.

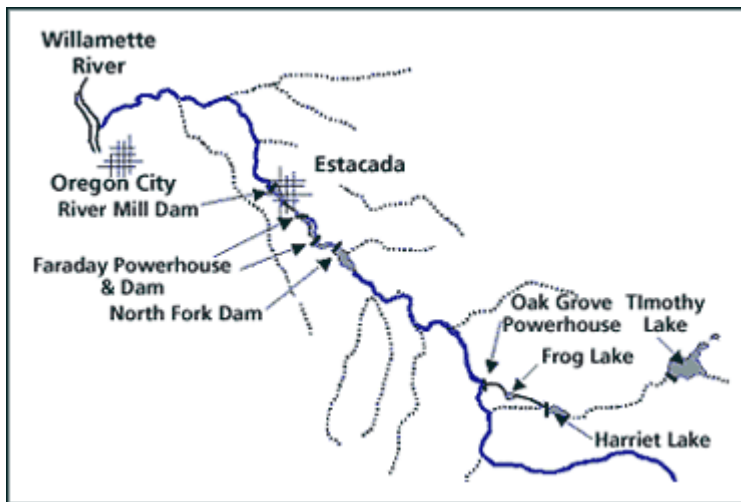


Figur 6. En elektrisk barriär i Eagle Creek i anslutning till en fiskodlings- och sorteringsanläggning. Nedströms denna barriär finns en fiskväg som leder till anläggningen. Vid lågvatten (som det var vid detta tillfälle) flödar vatten endast i den vänstra delen, vilket gör att man kan minimera elförbrukningen.

2.3 Clackamas River

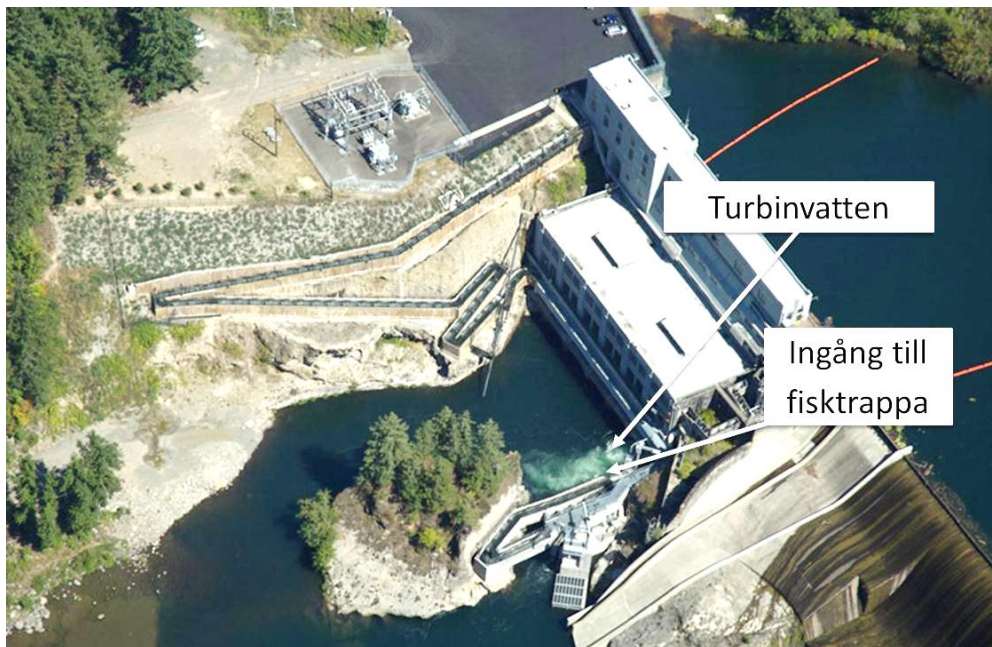
Clackamas River är ett biflöde till Willamette River som i sin tur är ett biflöde till Columbia River (figur 1 och 7) och har ett årsmedelflöde motsvarande ungefär halva Klarälvens (årsmedelflöde: 79 m³/s, högflöde: 2650 m³/s, medellågflöde: 17 m³/s) och en laxfiskpopulation på ca 10 000 individer (fördelat på tre arter). Älvens tre kraftverk/dammar ägs av Portland General Electric och ingår i ett större fiskvägsprojekt som 2006 fick förnyade villkor enligt den senaste omprövningen av tillstånden för River Mill Dam (22 MW), Faraday Dam (avledningsdamm + kriv nedströms 46 MW) och North Fork Dam (55 MW). Norr om dessa dammar finns 96 km oreglerad/orörd älvsträcka med lek och uppväxthabitat.

Totalt har åtgärder utförts till en kostnad av \$177 miljoner (>1 miljard SEK) vid de tre dammarna för att uppfylla de krav som myndigheterna drev igenom vid omprövningen 2006. Det övergripande kravet var att erbjuda fri vandring förbi de tre dammarna med hög effektivitet och överlevnad upp- som nedströms för både lekvandrare, kelt och smolt.



Figur 7. Portland General Electrics vattenkraftsprojekt i Clackamas River. (med tillstånd av Portland General Electric)

Vår guide, Doug Cramer, Biolog på Portland General Electric berättade att vid River Mill Dam (det första vandringshindret från Stilla Havet) har det funnits en fiskväg ända sedan 1912. I och med omprövningen 2006 färdigställdes dock en ny fiskväg som förbättrar förutsättningarna för fisken att vandra förbi. Fiskvägen utgörs av en avancerad och lång (ca 500m) kammartrappa med 2 ingångar som tillsammans ger en effektivitet på >90%. Eftersom Stilla havs-laxen liksom många andra föredrar att gå längs sidorna i älvsfåran är ingångarna till trappan placerade vid ytterkanterna. Turbinvattnet kommer ut vid samma ställen vilket skapar bra attraktionsflöde för fisken (figur 8). Som kuriosita kan nämnas att eftersom lokala naturskyddsorganisationer hade synpunkter på fiskvägens estetik lades 35 000\$ ner på att smycka/fläcka ner fiskvägen så den passade in mer i omgivningarna.



Figur 8. Fiskvägen vid River Mill Dam. Bilden visar turbinvattnets utflöde samt ingången till den ena fiskvägen. (med tillstånd av Portland General Electric)

Efter att ha passerat River Mill når fiskarna efter några kilometer Faraday Diversion Dam. Här påbörjas vandringen i världens längsta idag fungerande

fisktrappa, en ca 3,2 km lång kammartrappa som tar fisken förbi både Faraday Dam och uppströms liggande North Fork Dam (figur 9).

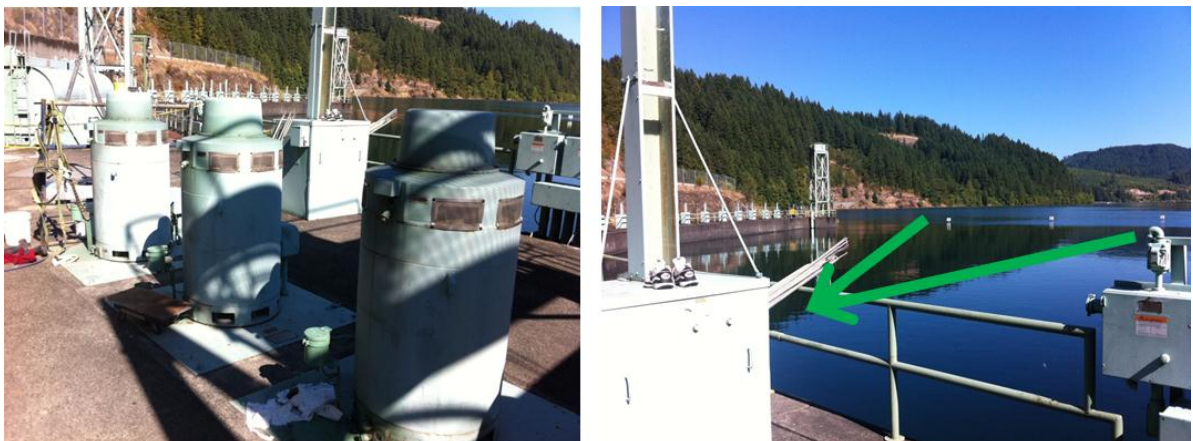
Sedan 1999 tillåts endast vild fisk vandra uppströms dammarna varför det efter ca 2 km finns en fälla där fisken sorteras och räknas (figur 9). De omkring 5000 vilda laxar som återvänder årligen släpps tillbaka i fiskvägen för fortsatt vandring till lekområden uppströms North Fork Dam medan den odlade fisken används i avelsprogrammen och överskottet transporteras med lastbil nedströms till ett friluftsområde för sportfiskeändamål. Dessa åtgärder är en del i Oregon Department of Fish and Wildlife's wild fish management plan.



Figur 9. Uppsamlingsstation i fiskvägen i Clackamas River där fisk sorteras och räknas. Vild fisk sätts tillbaka i den 3,2 km långa fiskvägen för vidare vandring uppströms medan odlad fisk transporteras med lastbil till avelsanläggningen eller tillbaka nedströms i älven för fisketurism.

För att ta hand om nedströms migrerande smolt och i viss mån utlekt fisk (kelt av Steelhead), sker en insamling av dessa vid North Fork Dam. Installationen består av 4 pumpar som suger vattnet i reservoaren mot dammkroppen vilket skapar ett attraktionsflöde för smolt och kelt i dammen (Figur 10). Fisken avvattnas via fingaller och vattnet förs vidare till turbinerna, vilket innebär hög effektivitet (smolt: 70-98 %, kelt: 80 %) och låga kraftförluster. Smolten och kelten leds vidare in i en anläggning för sortering och räkning (olika arter) varefter de leds in i en pipeline (ca 8 km lång och 50 cm i diameter). Smolten och kelten är efter 1,5 timme tillbaka i älven nedströms River Mill Dam (överlevnad pipeline: 99,5%, totalt: 95 %, *delayed mort. ej inräknad*).

Vår guide vid North Fork, Garth Wyatt, berättade att de närmsta åren är tanken att installera ännu fler sugpumpar för att öka effektiviteten ytterligare.



Figur 10. Pumparna vid North Fork Dam som skapar attraktionsflödet i dammen. Fisken leds sedan med hjälp av fingaller mot insamlingsplatsen.



Figur 11. Biologen Garth Wyatt från Portland General Electric berättar engagerat om renoveringen av världens längsta fungerande fisktrappa (3,2 km).

Smolt samlas även in vid River Mill Dam för att ta vara på den smoltproduktion som sker mellan dammarna (ca 3 % av total smoltproduktion). Intag sker via en av de 5 turbinerna där fingaller leder av smolten. Vid omprövningen av villkoren fastställdes krav på att 97 % av smolten ska överleva från intaget längst upp till återföring i älven nedströms de tre dammarna. I dagsläget uppnår man 99,5 % överlevnad (*delayed mortality ej inräknad*).

3 Dag 2: Deschutes River

Deschutes River är ett annat biflöde till Columbia River. Älven rinner på andra sidan bergskedjan The Cascades med ett klimat och en hydrologi av ett helt annat slag än vid Clackamas (figur 11, 12). Älven har ett årsmedelflöde på ca 200 m³/s, vilket är ungefär lika med Klarälven och har tre kraftverk med en utbyggd effekt på ca 370 MW (ca 3 x Höljes kry). Mellanårsvariationen är stor, men varje år stiger mellan 5-20 000 laxar (främst Sockeye och Steelhead) upp i älven från sina uppväxtområden i Stilla Havet. Siffrorna är dock låga jämfört med före utbyggnaden då uppskattningsvis fler än 100 000 lax lekvandrade upp i älven varje år.

De tre kraftverken, tillsammans med en mycket lång (11,2 km!) icke-fungerande fiskväg vid det övre kraftverket, samt svårigheter med att samla in nedströmsvandrande smolt på ett bra sätt har gjort att fiskpopulationerna sedan 1968 upprätthållits av kompensationsodling och utsättning. I början av 2000-talet startade dock processen med att förnya licenserna vid kraftverken med målet att återfå den naturliga vandringen med hjälp av fysiska åtgärder vid respektive kraftverk.



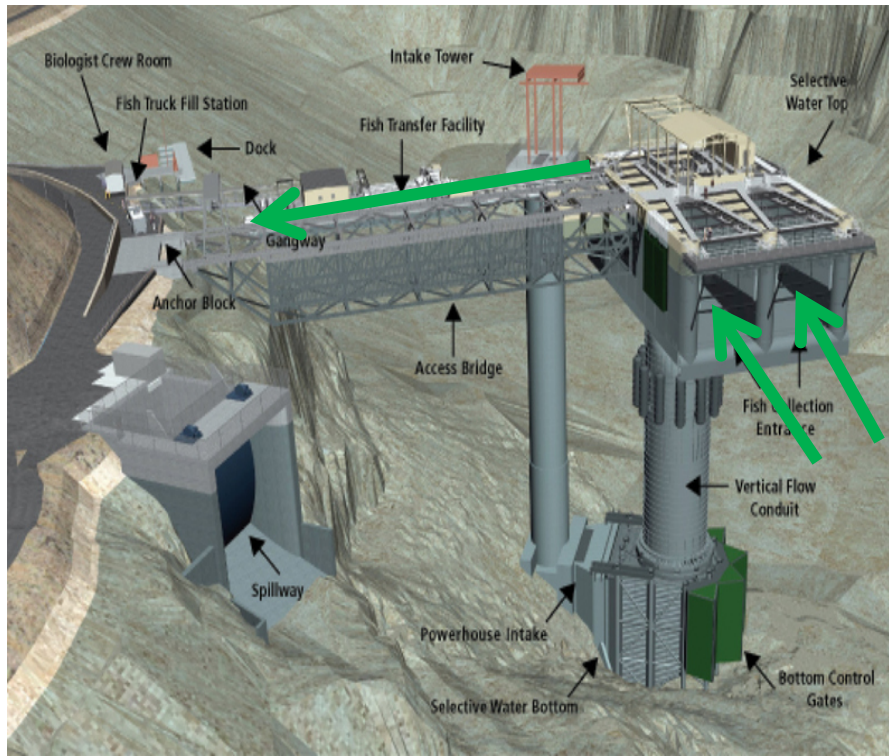
Figur 12. Vy över Round Butte Dam. Lägg märke till den gröna färgen i regleringsmagasinet, vilket tyder på en hög produktivitet.

Det största problemet man hade att lösa vara att på ett effektivt sätt samla in nedströmsvandrande smolt. Orsaken till svårigheterna berodde på att tre älvar möts i magasinet uppströms Round Butte Dam (Deschutes R., Metolius R. och Crooked R.) varav Metolius är mycket kallare än de andra. Olika temperaturer gör att strömbilden i magasinet förändras vilket i sin tur gör det svårt för nedströms migrerande fisk att gå rätt väg, d.v.s. då strömmen inte rör sig på ett naturligt sätt mot dammkroppen blir smolten desorienterad. Ett av de nya villkoren i den nya licensen var därför att skapa andra strömmar i ytvattnet och på så vis skapa bättre förutsättningar för nedströmsvandrande fisk att nå dammen och smoltuppsamlingen. En ny smoltuppsamlingsanläggning var nödvändig och stod klar 2009, pga. de seismiska förhållandena i området var anläggningen dessutom tvungen att vara flytande (figur 12, 13).



Figur 13. Smoltuppsamlingsanläggningen vid Round Butte Dam under uppförande (med tillstånd av Portland General Electric).

Smoltuppsamlingsanläggningen, som har namnet *Water Withdrawal facility*, består bland annat av ett 80 meter högt torn som ståendes på botten i den lika djupa dammen pumpar och blandar varmt yt- och kallt bottenvatten och släpper ut det i magasinet (figur 14). Detta förfarande ger annan temperatur och bättre strömbild i magasinet vilket gör att smolten dras mot anläggningen.



Figur 14. Smoltinsamlingsanläggningen vid Round Butte Dam. Det mesta av den 80 meter höga anläggningen ligger under vattnet. Pilarna visar ingångarna till louversystemet samt var fisken leds vidare för sortering, räkning och transport nedströms. Effektiviteten är ca 60 % och överlevnaden 95 % (med tillstånd av Portland General Electric).

När smolten väl närmar sig dammen använder man sig av ”generating flow” för att samla in så mycket av smolten som möjligt och bibehålla produktionskapaciteten. Två V-formade louverliknande installationer silar ur fisken ur vattnet som via ett stort bottenrör förs tillbaka till turbinerna. Förlusten av produktionsvatten uppskattas till 12 cfs (cubic feet/second; ca 0,3 m³/s) jämfört med de 7000 cfs som används för att samla in smolten. Villkoren säger att 50 % av smolten (alla arter) ska fångas vid nedströms passage, detta för att kraftbolaget ska få transportera upp vuxen lekfisk. Som mest har 68 % infångats vilket anses vara den maximala mängd som kan uppnås. Förlusterna sker genom predation i regleringsmagasinet och sjukdomar. Fångsteffektiviteten av de fiskar som dock tar sig till magasinet är mycket hög. Man använder länsar för att rensa bort det värsta organiska material som också transporteras med strömmarna innan turbinintagen.

Den insamlade smolten sorteras och räknas via ett avancerat rörsystem. För att undvika skador förflyttas fisken runt i anläggningen med hjälp av pumpar med låga hastigheter. Laxfisk transporteras nedströms med lastbil medan stationära arter återförs till magasinet. Överlevnaden från infångande till återutsättning har uppmätts till >95%.

Enligt villkoren i den nya licensen ska kraftbolaget fram till dess att den första vilda laxen återkommer till det nedre kraftverket samla in och transportera den

uppströms migrerande fisken förbi alla dammarna via lastbil. Då magasinet är kraftigt stratifierat sommartid och ytvattnet kan vara varmt och utsatt för kraftiga algbloomingar pumpas upptransporterad fisk pumpas ner i djupare vatten (65 feet) i Lake Billy Chinook uppströms Round Butte Dam.

Omedelbart då installationen stod klar 2009 skedde de första fångsterna av smolt och 2012 skedde den första fångsterna av återvandrande vuxen fisk, 81 st. Sockey! Kraftbolaget ska därför enligt villkoren i licensen upphöra med lastbilstransporten och ordna så att den drygt 12 km långa fisktrappan restaureras och sätts i fungerande skick. Lax och Steelhead kan därmed för första gången på 40 år på "egen" hand migrera till mellan de tre vattendragen uppströms Round Butte Dam och Stilla Havet.

Arbetet har genomförts i samverkan mellan Portland General Electric, myndigheterna och indianstammarna vid Warm Springs. Det är det enda vattenkraftsprojektet i USA som samägs av ursprungsbefolkningen och allmännyttan. Totalt tog projektet 9 år varav 7 år utredning och processande och 2 år för själva uppförandet. Kostnaden uppgår till 112 M\$ (ca 700 Mkr) men med små produktionsförlusterna då i man i stor utsträckning inte behöver avvara något produktionsvatten. Round Butte anläggningarna har blivit certifierade som producenter av grön el. En fristående organisation, The Low Impact Hydropower Institute Board, utfärdar certifikaten som baseras på genomförda åtgärder gentemot naturmiljö, hotade arter, men det finns även inslag av kulturellt hänsynstagande (se bilaga 1).

4 Dag 3: Bonneville Dam

Bonneville Dam utgör den första dammen och kraftverket i den mäktiga Columbiafloden (34 ggr Klarälvens vattenföring). Dammen (som egentligen är två) byggdes under 30-talet och var länge en av de större, men idag finns betydligt större dammar och kraftverk med högre produktion längre upp i systemet.



Figur 15. Stefan Stridsman vid en av Bonneville's dammar.

Bonneville utgör alltså det första vandringshindret för samtliga migrerande fiskarter inklusive den utrotningshotade stören (Sturgeon) när dessa stiger från Stilla Havet eller mynningsområdet. White Sturgeon (figur 16) och den mindre Green Sturgeon fanns tidigare långt upp i Columbiafloden och i biflödena, men i

takt med utbyggnaden försvann störarnas lek- och uppväxtmiljöer. Den enda livskraftiga populationen återfinns idag nedströms Bonneville. Där är å andra sidan populationen såpass stark att ett visst uttag är tillåtet.



Figur 16. 220 kg White Sturgeon fotograferad under vårt besök vid Bonneville Dam.

Bonneville Dam har en installerad effekt på 1189 MW fördelade på 20 turbiner av typen Kaplan. Vid dammarna finns 4 fiskvägsingångar, 2 vid vardera kraftverksdammen. Fisktrappan förbi det första kraftverket byggdes samtidigt med dammen på 1930-talet. Redan då insåg man vilka utmaningar det var att lösa vandringsproblemen för lekfisk och smolt. Detta resulterade i att 15 % av anläggningskostnaderna viktes för att lösa fiskpassagefrågan. Fisken räknas vid uppvandringen och under de mest intensiva vandringstiderna kan uppemot 40 000 fiskar passera den ena trappan varje dag (Figur 17). Besöksanläggning vid kraftverket är väldigt populär för allmänheten då man kan se uppvandring av de samtliga migrerande fiskarter genom stora fönster i fiskvägen.



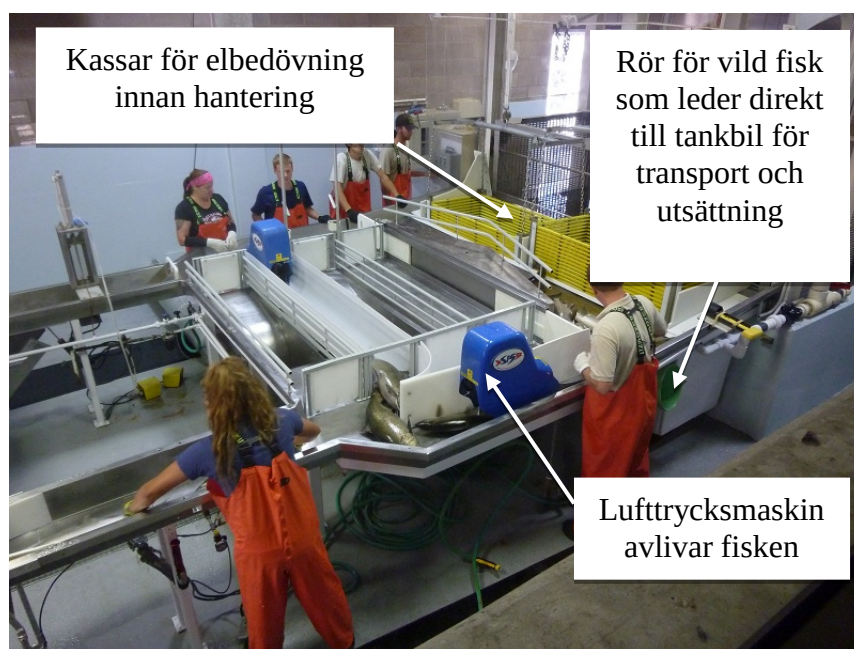
Figur 17. Den ena av fiskvägarna som leder fisken förbi Bonneville.

För att kompensera skadorna på fisket som vattenkraftsutbyggnaden orsakar, trots alla åtgärder både vid Bonneville och högre upp i systemet, odlas över 9 miljoner laxsmolt per år och sätts ut i älven. Från havet återvänder varje år ca 1,5 miljoner

lekmogna fiskar till Bonneville. Dessa härstammar alltså även från övriga smoltutsättningar uppströms.

Vi startade vårt besök i Bonneville vid fiskodlingsanläggningen som ligger vid ett mindre biflöde nedströms dammen. Vattnet i anläggningen är en blandning av biflödet samt grundvatten, vilket gör att den odlade lekfisken vill vandra tillbaka till detta biflöde. 95 % av fisken som kommer upp via fiskvägen till odlingen är odlad här. Det finns elektriska barriärer i biflödet som hindrar att fisken går upp där utan istället tar fiskvägen upp till odlingsanläggningen.

På grund av den stora mängden fisk som dagligen vandrar upp i fiskvägen (ca 2 500/dag) måste hanteringen av fisken, d.v.s. sortering, räkning, eventuell märkning och återutsättning eller avel ske mycket snabbt och rationellt. Fisken genomgår därför en 2-stegs elbedövning (bedövning) innan sorteringen för en så skonsam, lugn och snabb hantering som möjligt. Vild fisk skickas via ett rör direkt till tankbil för omedelbar transport tillbaka till Columbia river uppströms anläggningen. Odlad fisk sorteras ut (fenklippt och försedd med "nose tag" så att den även kan skannas vid osäkra bedömningar) och en viss mängd används i odlingsverksamheten. Överskottet av odlad fisk går till livsmedelsindustrin. Fisken avlivas med tryckluftspistonger vilket gör att det går snabbt och effektivt och orsakar minimalt med skador på fiskköttet (figur 18).



Figur 18. Sortering och transport/odling/avlivning av fisk vid fiskodlingsanläggningen vid Bonneville Dam.

Nedströmsmigration av smolt och kelt förbi Bonneville var länge ett stort problem. Det ena kraftverket, ironiskt nog ombyggt så sent som 1982, var okänt för att mycket få fiskar tog sig levande igenom. Anledningen är något oklar men troligen berodde det på formen på flodbädden framför dammen som fick smolt att svepas med av strömmen direkt in i turbinerna. Problemet blev så pass allvarligt att man under många år på 90-talet tvingades stänga ned kraftverket under den tid på året då smolten vandrade och låta allt vatten gå via spilluckorna. Därefter har man utvecklat och konstruerat ett effektivt bypass system som sedan 2003 samlar in fisken och via pipelines återutsätter fisken nedströms kraftverken (figur 19).



Figur 19. Smoltutsättningsrör nedströms Bonneville Dam. Vattenspridaren vid det ena röret förhindrar rovfåglar att predera på smolten vid dess återkomst till älven.

5 Dag 5: Skagit River

Peter Kiffney är en erkänd forskare inom fiskbiologi som arbetat mycket med habitatrestaurering och kantzoner längs vattendrag i nordvästra USA. Han tog med oss till Skagit River, en av de fiskrikaste älvorna längs hela västkusten belägen i The North Cascades. Älven hyser alla de stora laxarterna inklusive Steelhead samt några rödingarter som t.ex. Bull Trout. De forskjellige stillehavslaksene (og formene) har forskjellig gytetid og lengde på ferskvannsfasen. Peter berättade dels om olika fiskpassageåtgärder i området, men även om hur de arbetat med att återskapa dynamiken mellan land och älv, t.ex. tillåta översvämningar och erosion för att på så sätt få in mer grov död ved i vattendragen. Private organisasjoner kjøper opp jord for å la elva ta tilbake og erodere fritt igjen; hvorfor ikke la elva få skogen ut i elva selv, i stedet for å legge tømmeret ut i?

Grov död ved (s.k. Large woody debris) utgör ett oerhört viktigt skydd för både stor och liten fisk samt genererar föda i och med att den snabbt och bra koloniserar av vattenlevande småkryp. Dessutom skapar turbulensen runt timmerstockarna erosion som gräver fram naturliga lekbottnar och djuphålur. Cascade er ikke regulert og det er påfallende mye tømmer i elva. Såkalte "wood jams" er viktig. At tømmeret kiles og samler seg i elva er med på å lage øyer (det skjer en sedimentasjonsprosess bak disse og øyer blir til). Figur 19 visar stora ansamlingar av död ved i Cascade River, ett biflöde till Skagit. För tillfället är det mkt lågt flöde, normalt är veden vattentäckt.



Figur 20. I detta älvsystem tillåts de naturliga processerna i flodplanet att tillförseln av död ved är mycket gynnsam. Vid fototillfället var vattenflödet väldigt lågt, vid högre flöden är all ved under vattenytan.

Vi hann också med en snabb visit vid Baker dam där det har satsats mycket på smoltinsamling och nedströmstransport. Trots alla åtgärder i det här systemet sätts det fortfarande ut ca 3 miljoner yngel per år som kompensation för kraftverksförlusterna. Tanken är dock att man ska kunna minska den siffran i takt med att den vildproducerade smolten ökar. I år har man också för första gången tillåtit fiske på vild Chinook-lax i Baker Lake – en direkt effekt av förbättrad naturlig reproduktion.

För mer information om lösningar för vandring förbi kraftverken i Baker River, se klipp på Youtube:

- Uppvandring: Baker River Upstream Fish Trap,
<http://youtu.be/Fs9-u5pUf4>
- Nedvandring: Baker Lake Floating Surface Collector,
<http://youtu.be/8SqHr7uUKkU>

6 Dag 6: Cowlitz River

Sista fältdagen på vår resa ägnades helt åt Cowlitz River, även det ett biflöde till Columbia River ca 20 mil söder om Seattle. Cowlitz River har en årsmedelflöde på ca 260 m³/s och är därmed något större än Klarälven.

Första stoppet var vid den högteknologiska fiskanläggningen Cowlitz Salmon Hatchery där Scott Gibson, biolog vid Tacoma Power mötte upp som vår ciceron under dagen. Vid entrén till odlingen finns ett modernt besökscentrum där allmänheten har fritt tillträde för att lära sig om fiskarnas biologi, läsa och se videoklipp från fiskvägen och odlingen. Det finns även en pedagogisk och interaktiv del där man kan följa fiskens livcykel, från romkorn till vuxen fisk och dess vandringar mellan älv och hav (figur 21).



Figur 21. Besökscentrat vid Cowlitz laxodlingscenter. Det är viktigt att informera om verksamheten och upplysa om syfte och mål.

Varje år odlas här 15 miljoner smolt och yngel som sätts ut nedströms anläggningen. Odlingen är därmed en av de största i världen. Av den odlade fisken återvänder ca 110 000 varje år som lekfisk. Ytterligare 30 000 vilda lekfiskar stiger varje år upp i älven. Via en trappa och lastbilstransporter återförs den till älvens övre delar och biflöden för lek.

Kun 10-20 % av fisk som kommer tillbaka er villfisk. En del fisk gyter nedströms trappa, så andelen villfisk kan være litt høyere. På grunn av de lave villfiskbestander transporteres en del av den overskytende settefisk (etter stamfisket) opp for gyting (dvs samma förfarande som i Klarälven när det gäller lax- och öring). Resten blir slaktet og solgt som mat (se Bonneville).

En terskel med el-barriere tvinger fisken in i en fisktrappa opp til sorteringsanlegget. I det översta steget i fisktrappan finns ett så kallat "False weir", en form av konstgjort vattenfall som lockar upp fisken i en box för bedövning (el-anestesi) och vidare hantering och sortering (Figur 21). På detta sätt slipper man håva fisken mellan trappan och bedövning/sortering vilket reducerar stressen. Som en konsekvens av ett studiebesök som några ur gruppen gjorde vid Cowlitz ett år tidigare installerades under 2012 en liknande "false weir"-konstruktion vid centralfisket i Forshaga i Klarälven.



Figur 22. Ett s.k. "False Weir" lockar upp fisken från fisktrappan och in i odlingsanläggningen utan manuell hantering.

Forut for stryking bedøves (el-anestesi) fisken for å se om den er moden. Enkelte må testes opptil 4 ganger før de er klare. Det er veldig lav dødelighet ved å bruke el-anestesi.

Under sorteringen førs fisken beroende på art och stam vild/odlad via luckor i väggen och pipelines till rätt bassäng eller direkt till transportbilen (Figur 23). Fångad lekfisk får inte hållas längre än 24h innan den måste köras upp till sina lekområden. Skälet till detta är att man menar att fisken inte ska hindras i sin naturliga vandring mer än absolut nödvändigt. Detta regleras i detalj i kraftverkens tillstånd i USA men något som är oklart beskrivet i våra vattendomar och svensk djurskyddslag.



Figur 23. Efter bedövning sorteras fisken och førs till rätt bassäng eller till transport via luckor och førsystem.

6.1 Mayfield dam

På eftermiddagen åkte vi med Scott uppåt älven till Mayfield Dam (Figur 24). En stor och hög damm i paritet med Höljesdammen i Klarälven, med två stora Louversystem installerade för att ta hand om framförallt nedvandrande smolt av chinook, coho samt steelhead men i viss mån även kelt av steelhead (Figur 25).



Figur 24. Vy nedströms Mayfield Dam

Nedvandrende fisk blir lokket mot de to turbininntaket, men vannet sluses av og fisken blir samlet opp før alt vannet går i turbinene. Fisken pumpes inn i en annengangs ”separator” før de blir ført via et rør til sorteringsanlegget. Etter artbestämning, sortering och räkning återutsätts fisken via ytterligere en pipeline några hundra meter nedströms (Figur 26).



Figur 25. Vänster, Louvers vid Mayfield Dam. I vattnet i mitten är fisken redan avledd och allt vatten går vidare till turbinerna. Höger, Stefan S specialstuderar utloppspipen från den ena louvern.

70 % av all fisk samles opp på denne måten (70 000-200 000/år). Av de to ”innsamlerne” tar den nordlige (vänstra pila i figur 24) 60-70 % av all fisken, 30 % går alltså i turbinene – her har de en svært høy overlevelse på 90-98 %. Anledningen till att det trots den höga överlevnaden i turbinerna ändå satsats stora resurser på louvers är den stora möjligheten till övervakning av fiskbestånden som louver-anläggningen ger samt att man inte har full kontroll på fördröjd mortalitet etter passagen genom kraftverket. I januar til mars er det lite nedvandrende fisk, og da slippes alle nedvandrere direkte forbi (via røret). I tillegg til smolten gjenfanges ca 70 steelhead³ kelts som er på vei ut i havet igjen. Totalt oppgavs en dødelighet på 1 % av den behandlede fisken⁴.



Figur 26. Till vänster, sortering av förmiddagens fångst av ca 350 chinook-smolt och en och annan cutthroat-öring. Till höger, pipelinen gjennom vilken fisken återutsätts några hundra meter nedströms (1 % direkt dødelighet gjennom hela processen, d.v.s. från louver till återutsättning).

³ Av 500 gytevandrerere.

⁴ Det lå igjen mer enn én prosent etter den behandlingen vi fikk se. De hadde ikke fått lov til å installere en fiskepumpe for å få fisken fra anlegget og opp i ”pipelinen”, men brukte en heis – en del trykkskadde fisk lå igjen.

7 Summering

Trots att de flesta av oss har arbetat med fiskvandringsproblematik i någon form var nog alla smått överraskade över vilka enorma projekt som genomförts och som planeras, och till vilka enorma kostnader. Anledningarna till varför det inte ser riktigt likadant ut i Sverige/Norge är flera, men en viktig skillnad är lagstiftningen. I USA genomgår till exempel alla vattenkraftlicenser en automatisk omprövning efter 30-45 år. Om motiven finns kan myndigheterna i princip ställa de krav på åtgärder som behövs för att säkerställa migrationsmöjligheterna för fisken. Många licenser i USA har dessutom löpt ut ungefär samtidigt de senaste åren vilket lett till många nya projekt. Att erbjuda vandringsvägar både uppåt och nedåt, om det så sker via utrivning eller högeffektiva passagelösningar kan därför vara svårt för amerikanska kraftbolag att undvika vid omförhandlade vattendomar. Speciellt tuffa villkor blir det om någon art är hotad enligt Endangered Species Act. Ibland kan det gå så långt att kraftbolagen har att välja mellan att genomföra åtgärderna eller att sälja/lämna kraftverket vilket kan kosta ännu mer pengar och en anledning till att åtgärder ändå genomförs, enligt Mark LaRivierre, Tacoma Power.

I Sverige baseras ca 90 % av vattenkraftens tillstånd på 1918-års vattenlag, en lag som under industrialismens framväxt gav mycket litet utrymme för naturvänliga villkor. Generellt för små resurser till Länsstyrelser och Kammarkollegiet för att driva omprövningsprocesser gör också att förändringen går långsamt. Den svenska regeringen genomför dock i skrivande stund en utredning på temat vattenverksamheter med rubriker som "polluter pays", bästa möjliga teknik, anpassning till Miljöbalken och EU:s vattendirektiv etc. (utredning klar juni 2013).

Trots alla åtgärder är odling och utsättning av smolt fortfarande väldigt vanligt i nordvästra USA och bedöms på flera platser vara nödvändigt för att behålla livskraftiga och skattningsbara fiskpopulationer. Det pågår dock diskussioner om vad som är mest kostnadseffektivt för att på lång sikt säkra livskraftiga bestånd av hotade arter: kompensationsutsättning av odlad fisk *eller* åtgärder för att underlätta för naturlig produktion. I vissa områden har man varit tydlig med att prioritera resurser till förbättrade förutsättningarna för naturlig reproduktion och där börjat fasa ut den kompensationsodlade smolten. Om kraftbolagen lägger ner/fasar ut odlingsverksamheten och istället satsar de summor som anläggandet av odlingar, personal, drift och själva odlandet kostar under X antal år på åtgärder som ökar den naturliga reproduktionen skulle pengar kunna sparas och den biologiska nyttan maximeras på ett mer uthålligt sätt.

Vi tror att det vore mycket nyttigt och viktigt att fler kraftbolag, myndigheter och miljödomstolar gör liknande resor. Både för att själva se och höra vad som görs och kan göras, men även för att vi som är inblandade i verksamheten ska ha ungefär samma kännedom om teknik och möjligheter. Det är angeläget under diskussioner och förhandlingar för att inte krav, idéer och visioner ska framstå som orimliga och utopiska.

Bilaga 1 - The Low Impact Hydropower Institute Board

I USA finns en organisation som certifierar vattenkraftsanläggningar som green hydropower om de tillmötesgår krav inom åtta olika områden. Nedan är ett avsnitt från deras hemsida (www.lowimpacthydro.org/) där det i avsikterna bakom certifieringen framgår vad samt inom vilka områden bolagen måste göra åtgärder:

”The Low Impact Hydropower Institute (LIHI) is a non-profit-organization dedicated to reducing the impacts of hydropower generation through the certification of hydropower projects that have avoided or reduced their environmental impacts pursuant to the Low Impact Hydropower Institute’s criteria.

There are thousands of hydropower dams in the United States located on many of our most important rivers and streams. *These dams can create pollution-free energy, but they can also produce significant adverse impacts on fish and wildlife and other resources.*

LIHI’s mission is to reduce the impacts of hydropower dams through market incentives. LIHI does this through its Hydropower Certification Program, a voluntary certification program designed to help identify and reward hydropower dams that are minimizing their environmental impacts. Just as an organic label can help consumers choose the foods and farming practices they want to support, the *LIHI certification program can help energy consumers choose the energy and hydropower practices they want to support.*

In order to be certified by the Institute, a hydropower facility must meet criteria in the following eight areas:

1. river flows,
2. water quality,
3. fish passage and protection,
4. watershed protection
5. threatened and endangered species protection,
6. cultural resource protection,
7. recreation, and
8. facilities recommended for removal.

The criteria standards are typically *based on the most recent, and most stringent, mitigation measures recommended for the dam by expert state and federal resource agencies*, even if those measures aren't a requirement for operating. A hydropower Facility meeting all eight certification criteria will be certified by LIHI, and will be able to use this certification when marketing power to consumers.”

I samarbete med
Fylkesmannen i Hedmark
Interreg Sverige-Norge
Europeiska regionala utvecklingsfonden



**Länsstyrelsen
Värmland**

Länsstyrelsen Värmland, 651 86 Karlstad, 054-19 70 00
www.lansstyrelsen.se/varmland