



# Nya Vägar i Landskapet

Fredrik Söderberg, landskapsarkitektstuderande

## Fiskvägar i vattendrag påverkade av flottning och vattenkraft.



Beskrivning av flottningens och vattenkraftens påverkan på anadroma fiskar och deras möjligheter till vandring, samt beskrivning av lösningar som återskapar dessa möjligheter.

**Kandidatarbete vid institutionen för stad och land,  
SLU Uppsala**

Kandidatarbete vid institutionen för stad och land i Uppsala, LA- avdelningen  
EX0282/EX0285 Kandidatarbete i landskapsarkitektur/landskapsplanering, 2009,  
15hp på landskapsarkitektprogrammet

© Fredrik Söderberg

Titel: Nya vägar i landskapet

Nyckelord: Flottning, Vattenkraft, Fiskvägar

Handledare: Tomas Eriksson, landskapsarkitekt MSA/LAR,  
institutionen för stad och land

Examinator: Rolf Johansson, prefekt, institutionen för stad och land

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se/>

# Inledning

## Syfte

Landskapsarkitektur handlar till stor del om att göra landskapet tillgängligt för så många som möjligt. Det handlar om att förstå hur landskapet formats och hur vi formar landskapet för att lyfta fram dess inneboende kvalitéer. Ofta arbetar vi med stora ingrepp i landskapet. Vi är till exempel med och planerar vägar, ser till så att de smälter in i landskapet och höjer säkerhet och stimulans hos föraren.

Den här kandidatuppsatsen handlar om allt detta. Det handlar om att öka tillgängligheten. Det handlar om att planera stora ingrepp som tar hänsyn till landskapets värden. Det handlar om att ta tillvara platsens inneboende kvalité och det handlar om att planera vägar som smälter in i landskapet. Skillnaden är att det i det här fallet är fisken och inte föraren som skall få en stimulerande och säker resa.

Kan vi landskapsarkitekter vara med och forma nya vägar i landskapet som gör det tillgängligt även för fiskar? Hur ser dessa vägar ut och hur fungerar de?

Den här uppsatsen undersöker hur flottning och vattenkraft påverkat de anadroma fiskarnas möjligheter till vandring och de möjligheter som finns för att återskapa dessa. Anadroma fiskar lever till stor del i havet men vandrar upp i sötvattendrag för att reproducera sig. Till de anadroma fiskarterna hör bland annat lax, havsöring, sik, harr, flodnejonöga och ål. Lax brukar räknas som en typisk anadrom fiskart och därför kommer den att användas som exempel i den här uppsatsen. Arbetet är en form av litterär undersökning som baseras på befintlig kunskap och relateras till dagens förhållanden i Ljusnan.

## Bakgrund

Ljusnan flyter genom Härjedalen och Hälsingland och mynnar i Östersjön. Älven har varit en kraftigt utnyttjad flottningsled och är idag utbyggd med 18 kraftverk. Dessa verksamheter har i stor grad påverkat och begränsat miljön för naturligt förekommande, så kallade anadroma, fiskarter som vandrar upp från havet för i sötvattendragen. reproduktion

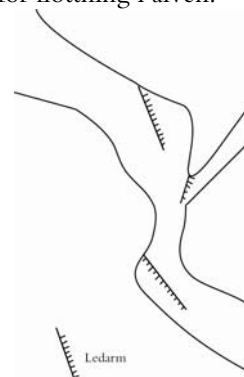


*Flottning på älven Ljusnan utanför Kyrkön i Järvsö. Ur Börje Björklund 1973, s.113*

## Flottning

I mellersta och norra Sverige utnyttjades våra älvar mycket flitigt för transport av timmer till olika sågverk och förädlingsindustrier. Nilsson skriver att flottningen var så utbredd att det till exempel fanns mer än dubbelt så många flottningsleder i Norrbotten och Västerbotten som järnvägar och vägar vid sekelskiftet 1900 (C. Nilsson 2007, s. 9). I den rapport som Gävleborgs och Jämtlands län, samt ett antal kommuner publicerade 2003, står det att Ljusnan blev inrättad som allmän flottningsled 1851. Det står även att det år 1937 flottades hela 28 miljoner stockar och att det år 1956 fanns över 134 dammar som användes för flottning i älven. Vidare skriver de att flottleden avlystes 1968 efter beslut från regeringen (Länstyrelsen Gävleborg, Länstyrelsen Jämtland, Söderhamns kommun, Ovanåkers kommun, Härjedalens kommun & Bollnäs kommun 2003, s. 4- 5).

När man flottade timmer ville man höja framkomligheten för stockar genom att öka hastigheten och djupet på vattnet. För att stockarna inte skulle fastna rensades vattendragen på större stenar och grävdes ur vid grundare partier, så kallade forsnackar. Genom att dämna upp vattendragen, bygga igen sidofårar och räta ut vattendragen med grävskopa och olika sorters ledarmar skapades ett starkare och snabbare flöde.



*Principskiss över vattendrag med ledarmar som styr vattenflödet. Bild, Fredrik Söderberg.*

## Vattenkraft

Montén beskriver hur sågverk och kvarnar ända sedan medeltiden använt vattnet i våra älvar för sin drift. Men att dessa var småskaliga och rättade sig efter lagen om att lämna en tredjedel av strömfåran öppen och fri från överbyggnad till ändamål för båttransport och fiske. Denna del kallades Kungsådra och endast konungen kunde ge dispens för ingrepp i denna. Montén skriver att kungsådran kom att byggas ut för första gången i Göta älv 1913 och att förslaget kom samtidigt som en utredning, gjord för statens järnvägar, undersökte Älvkarlebyfallets möjlighet som energikälla (E. Montén 1988, s. 9,15,20). Vidare berättar han att konungen lämnade sitt tillstånd till statliga Vattenfall att bygga kraftverk över kungsådran i Älvkarleby samma år som Kraftverket i Göta älv stod färdigt.



*Landafors gamla kraftverk, i Ljusnan, tog inte kungsådran i anspråk. Det har det nya kraftverket i Landafors gjort.*

Areskoug skriver att det idag endast är fyra stora orörda älvar som inte får byggas ut och om vi skulle bygga all vattenkraft som är möjlig skulle vi producera dubbelt så mycket el (M. Areskoug 2006, s.11).

I dagsläget står vattenkraften för ca 50 % av elproduktionen i Sverige.

I Ljusnan fanns det 9 kraftverk 1940, idag finns det 18 stycken och 19 regleringsmagasin (Länsstyrelsen Gävleborg et al. 2003, s.5).

Vattnet har från början potentiell energi. När vattnet faller fritt övergår energin till rörelseenergi. Genom att låta vattnet träffa en propeller som är ansluten till en generator skapas elektrisk energi. Eftersom rörelseenergin är beroende av tyngdkraft, massa och att energin inte går att lagras utan måste användas med detsamma bygger man dammar för att höja effekten och göra det möjligt att ta ut energin när den behövs. Detta innebär att många av våra älvar är uppbyggda av stora vattenmagasin vars vattennivå regleras när vatten släpps genom turbiner som är kraftverkets ”propellar” eller utskov som släpper överskottsvatten.

# Metod

Arbetet baseras på information som är hämtad ur böcker, rapporter och samtal. Inventering har gjorts för att undersöka rådande förhållanden i Ljusnans och stärka förståelsen för starkt påverkade älvar. Här nedan beskriver jag varför jag använt mig av dessa metoder och hur jag använt mig av den information jag tagit del av.

## Varför dessa metoder

Böcker och rapporter ger en vetenskaplig och relevant kunskapsbas. Eftersom detta arbete till viss del består av jämförande är det viktigt med en bred kunskap. Litteraturen ger möjlighet att se över stora tidsspann och ta del av internationella erfarenheter. Samtal med sakkunniga personer ger en aktuell och reell bild av dagens problematik, kunskapsläge och framtidstro. Inventering ger en fördjupad förståelse i ämnet.

## Hur använder jag informationen

Allmänt känd information hämtas från böcker medan mer forskningsanknuten kunskap hämtas från rapporter och samtal.

I böcker hämtar jag främst information om fiskars anatomi och livsprocesser samt historiskt material om vattenkraft och flottning. I rapporter och samtal hämtar jag information och forskning om fiskvägar och restaureringsmetoder. Inventeringen i Ljusnan av de nio kraftverk som finns mellan Östersjön och Laforsen ger mig en ökad förståelse för problematiken med fiskvandring. Under inventeringen undersöker jag vad som gjorts för att underlätta fiskvandring. Jag inventerar även tre fiskvägar som gjorts i Simeå och i Hällbo tillsammans med dess konstruktör, Tord Larsson, för att diskutera fiskvägarnas möjligheter och funktion

Arbetet föranleddes av informationsökning genom SLU:s databas Lukas och Epsilon samt Libris och sökmotorn Google. Efter att ha tagit del av den litteratur som fanns tillgänglig inom ämnet gjorde jag en översiktlig genomläsning. Intressanta stycken noterades för vidare inläsning och bearbetning. Med hjälp av referenslistor från denna litteratur sökte jag efter ytterligare information. Det har varit mitt mål att jämföra de litterära källorna med varandra för att på så sätt få en så sanningsenlig bild som möjligt. Då jag ansett att informationen varit av allmän kunskap har jag förlitat mig på enstaka källor. Information som dykt upp flera gånger under inläsningsarbetet har jag värderat som trovärdig. Utifrån en bedömning av trovärdigheten har viss information sällats bort. Den övriga informationen har använts som stöd för att beskriva problematiken och ge svar på uppsatsens frågeställning.

Efter inläsning av ämnet har jag kontaktat forskaren Peter Rivinoja som bedriver forskning på Ljusnan, Pär Granström, miljöanalysenheten på länsstyrelsen Gävleborg, Tommy Vestersund, limnolog och Tord Larsson, tidigare ansvarig för fiskefrågor i Bollnäs kommun.

Den här uppsatsen vänder sig framförallt till landskapsarkitektstuderande.

# Resultat

## Påverkan

Här nedan följer en beskrivning över flottningens och vattenkraftens påverkan på fiskarnas möjligheter till vandring.

### Flottningens påverkan på fiskarnas vandring

Man kanske inte tror att flottningen hade så stor betydelse för fiskarnas vandring. Men Nilsson skriver att den ökade strömhastigheten gjorde så att lekplatser för fisk spolades bort och att rensningen av stenar, block och forsackar även ledde till att naturliga vilo- och ståndplatser försvann. Lekgruset som i normala fall hade lagrats bakom dessa stenar följde istället med strömmen (C. Nilsson et al. 2007, s.32). Flottningsdammarna bildade även barriärer mellan fiskar och lekplatser.

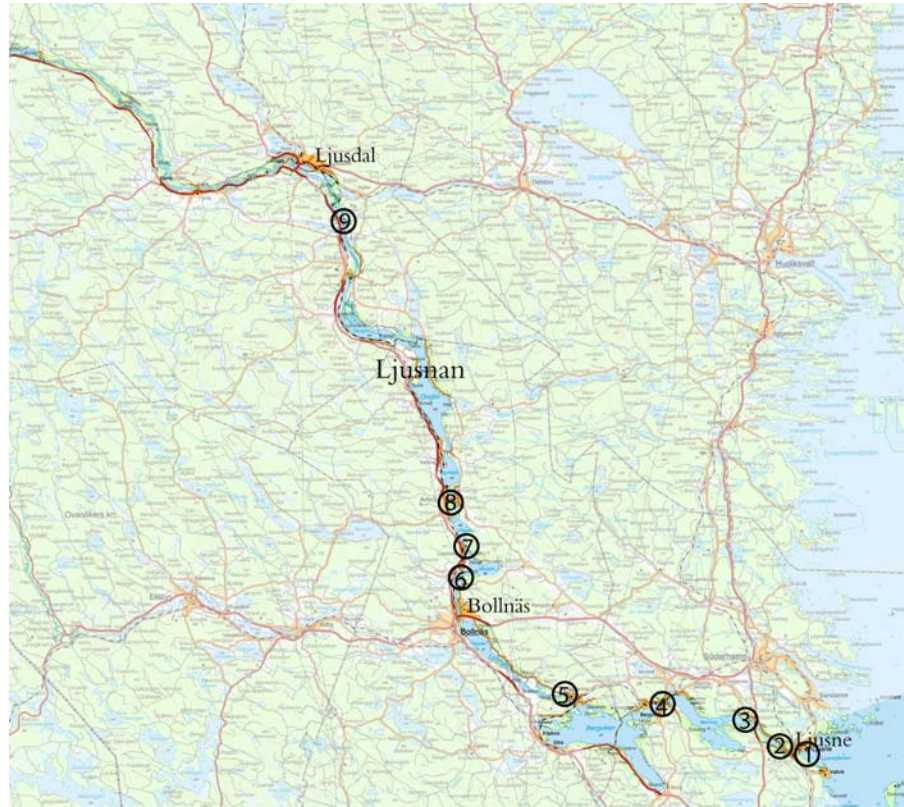


*Rester från gammal flottningsdamm vid Höjebro I Ljusnan. Foto, Fredrik Söderberg*

### Vattenkraftens påverkan på fiskarnas vandring

Det kanske största och mest uppenbara problemet med vattenkraft är att dammarna bildar fysiska hinder för fiskarna och deras vandring. Det leder också till att vattendragen får en onaturlig vattenförling och att sträckor ovanför dammarna får högre vattenförling medan sträckor nedanför dammarna får lägre vattenförling. Detta leder stundtals till helt torrlagda partier och stundtals till mycket kraftiga strömmar. Den förhöjda vattennivån ovan dammen dränker vissa lekplatser och gynnar icke strömkrävande arter, som exempelvis rovfisken gädda, vilket gör eventuellt framtida vandring extra farlig, då laxarna kan bli gäddornas byte.

Det visade sig att laxfångsterna efter utbyggnaden i Älvkarleby sjönk drastiskt medan de steg markant i de då ej utbyggda älvarna Indalsälven, Ångermanälven, Umeälven och Luleälven. (E. Montén 1988, s. 21) Det finns flera beräkningar på laxstammens storlek innan utbyggnaden av Ljusnan. Puke menade att älven skall ha gett 45 ton lax per år varav den lekande laxstammen skulle ha varit 40 ton och gett 400 000 stycken utvandrande smolt (2- 5 årigt laxyngel) per år (C. Puke 1951 i S. Sandin et.al 2002, s.7). Under inventeringen kunde jag konstatera att ingen av de nio kraftverkslokaler jag besökte var möjliga att passera för fiskarna och att det därmed inte kunde finnas några laxar i Ljusnan.



*Kraftverken i Ljusnan; 1 Ljusne fors, 2 Ljusne strömmar, 3 Höljebro, 4 Bergvik, 5 Landafors, 6 Dönje, 7 Lottefors, 8 Norränge, 9 Edeforsen. Montage Fredrik Söderberg med underlag från "© Lantmäteriet Gävle 2009. Medgivande I 2008/1959".*

## Fiskarnas krav

För att svara på frågan om det över huvud taget går och hur man gör för att skapa fungerande fiskvandring i vattendrag, som är påverkade av flottning och vattenkraft, måste man känna till fiskarnas beteende. Här nedan följer en beskrivning om varför och hur laxfiskar vandrar och hur deras sinnesorgan fungerar.

Lax har precis som oss hörsel, lukt smak och känselorgan. Förutom detta har de även en tryckkänslig sidolinje med vilken de kan känna riktningen på tryckvågor i vattnet (Hansen et al. 2005, s.20- 21) Forskare har försökt utnyttja dessa



sinnesorgan för att skapa beteendemässiga spärrar som hindrar fiskar från att simma in i kraftverkets turbiner. Muskulerna består enligt E. Degerman till största delen av vita muskelfibrer, vilka arbetar under syrefria förhållanden och snabbt drabbas av mjölksyra (2008, s.102) Detta begränsar fiskarna till korta ruscher, vilket är viktigt att tänka på vid konstruktion av fiskvägar. När leken inträffar vandrar fiskarna upp från havet och in i den älv där de en gång blivit kläckta och präglade som smolt (E. Erlandsson 1988, s 20). Smolt är den period i laxens liv då den anpassas för livet i havet. Detta sker efter en period på två till fem år i vattendraget (L. Nielsen, U. Svedberg 2006, s.64). Det är fascinerande hur de lyckas hitta tillbaka. Flera författare däribland E. Erlandsson skriver att de använder sig av solkompass och jordmagnetism och att hela 98- 99 % hittar rätt älv (1988, s. 9). Hansen et al.(2005, s.20- 21) skriver att luktsinnet har stor betydelse vid långa vandringar.

Leken går till på det sättet att honan letar upp ett område med lekgrus. Därefter slår honan med stjärtfenan i gruset så att en grop bildas. Samtidigt som honan lägger ägg i gropan sprutar hanen ut sin mjölke. Därefter slår honan upp en ny grop så att gruset täcker den första gropan och proceduren fortsätter uppströms. Genom att gräva ner rommen skyddas de från att följa med strömmen eller att bli uppätta. Gruset måste vara av rätt fraktion för att syresättning skall kunna ske. Finns för mycket fina partiklar blir genomflödet sämre och överlevnaden minskar ( McNeil & Ahnell 1964 i E. Degerman 2008, s.201).

Det är viktigt att veta när fiskarnas rörelse sker för att kunna konstruera fiskvägar som tar hänsyn till flödet vid den tidpunkten. Intressant är att olika stora laxar verkar vandra upp för lek vid olika tidpunkt. E. Erlandsson skriver att i Mörumsån kan laxen komma i hela fyra omgångar med den största laxen i början av maj därefter lax med medelvikten 7 kg i juni följt av lax på 1,5- 3kg i juli och ibland en ny omgång på senhösten med större honor (1988, s.11). Själva leken sker på senhösten (Niemelä et al. 2000 i P.Rivinoja 2005, s.8). Efter leken vandrar hanarna tillbaka ut till havet medan honorna väntar över vintern tills temperaturen blivit 8° C (E. Erlandsson 1988, s.15)

## Problematik

Det finns möjligheter att skapa fiskvägar i vattendrag som är utbyggda med kraftverk. Men det är förenat med en viss problematik. Här nedan beskrivs denna problematik.

Det är många faktorer som ska stämma om fiskvandring förbi vattenkraftsverk skall vara möjlig och effektiv. Ett av de stora problemen för passage uppströms är styrning av fisken till fiskvägen. Det har gjorts flera undersökningar som visat att lax vandrar mot det största vattenflödet. Peter Rivinojas forskarstudie som publicerades 2005 är ett exempel. Studien utfördes i Umeälven och fiskarna hade att välja mellan en älvfåra med vatten från kraftverkets turbiner och en skild fåra i vilken kraftverksdammens överskottsvatten släpptes. Höga flöden från kraftverkets turbiner gjorde att fiskarna lockades den vägen, medan höga överskottsflöden gjorde att de lockades till överskotts fåran. Studien visade även att ett förhöjt flöde försvarade vandringen förbi de hinder som fanns i överskotts fåran (2005, s. 17-18). E. Degerman talar om den kritiska vattenhastigheten och att den varierar mellan arter och individer av olika storlek. Den kritiska vattenhastigheten är den hastighet

när fiskens simförmåga inte orkar hålla den kvar i vattenströmmen (2008, s.102) Enligt Pavlov (1989 i E. Degerman 2008, s. 122) får inte vattenhastigheten vara starkare än 60- 80% av fiskarnas kritiska vattenhastighet. Degerman talar om att simförmågan försämras med 50 % vid en temperaturförändring från 20° till 5°C (2008, s.103). Katapodis (1992, s.13) skriver att för hög flödeshastighet kan leda till att fiskarnas vandring försenas och att de inte når naturliga lekplatser. Det kan också leda till att reproduktionsförmågan försämras, att de blir utmattade och dör. E. Erlandsson (1988, s.11) skriver att fiskarna inte äter under sin vandring till lekplatsen utan tar sin energi från muskler och fettreserver för att undvika den stora mängd mjölksyra som uppstår vid hård ansträngning särskilt med föda i magen. Fiskarna är alltså mycket känsliga vid vandring till sina lekplatser och fördröjning av denna kan innebära större risk att bli dödad av rovfiskar och rovfåglar (Therrien & Bourgeois 2000, s.13) Det krävs alltså en tillräcklig mängd vatten för att locka fisken till fiskvägen men samtidigt får vattenflödet inte vara för högt för att fiskarna ska kunna passera hindret. Det borde alltså finnas ett gränsflöde vilket definieras av förmågan att locka den specifika arten, fiskarnas simförmåga, vattentemperatur och fiskvägens konstruktion.

## Fiskvägar

För att kunna skapa fungerande fiskvägar måste man alltså ha kunskap om när och hur fiskarna vandrar. Det gäller även att veta vilken strömhastighet som fiskarna orkar med och hur de lockas till fiskvägen. Degerman skriver att det för laxfisk är lämpligast med högre vattenhastighet i lockvattnet än i huvudfåran och att man kan öka effekten genom att styra ut lockvattnet så långt ut i älvfåran som möjligt (E. Degerman 2008, s. 122). Lockvatten är den vattenström som rinner ur fiskvägens mynning. Vidare talar han om att det i större vattendrag kan vara nödvändigt med två fiskvägar eftersom det där är lättare för fisken att simma någorlunda strandnära.

För att kunna reglera vattenflödet i fiskvägen används i många fall något som kallas för utskov. Detta är en form av dammanordning vilken kan släppa vatten upp till eller ner till beroende på det flöde man vill uppnå. På detta sätt kan man kontrollera strömmen i fiskvägen.

Det är ofta samma varianter av fiskvägar för uppströmsvandring som cirkulerar i olika rapporter. De två huvudgrupperna är tekniska- och naturliga fiskvägar. Syftet med alla fiskvägars konstruktion är framförallt att minska vattnets rörelseenergi och hastighet så det blir möjligt för fisken att simma igenom och förbi hindret. Jag kommer här att lista några fiskvägar som kan vara intressanta för passage av kraftverksdammar.

## Naturliga fiskvägar



*Omlöp vid Ulvadammen i Flysån. Foto: Söderhamns kommuns fiskeplan Jan-Olov Westlund*

Dessa fiskvägar är konstruerade vattendrag som efterliknar naturliga. Strömhastigheten och strömbilden dämpas och styrs genom utläggning av sten eller annat material i strömfåran. På detta sätt bildas ett system av lugnt vatten, höljor och strömmar. Generellt använder man större stenar i vatten med starkare ström och mindre stenar i vatten med lägre strömhastighet för att underlätta för fiskarnas vandring (E. Degerman 2008, s.108).

Tröskling, skapandet av forsnackar och naturliga grunddammar är metoder då stenar läggs ut tvärs över vattenströmmen. Detta bildar en låg damm med flack nedströms sida vilken fiskar kan passera. Genom att anlägga flera trösklar efter varandra kan man undvika att fiskvägen torrläggs vid lägre vattenföden. (E. Degerman 2008, s.108) och (J.Nihlén 1966, s.207- 208)

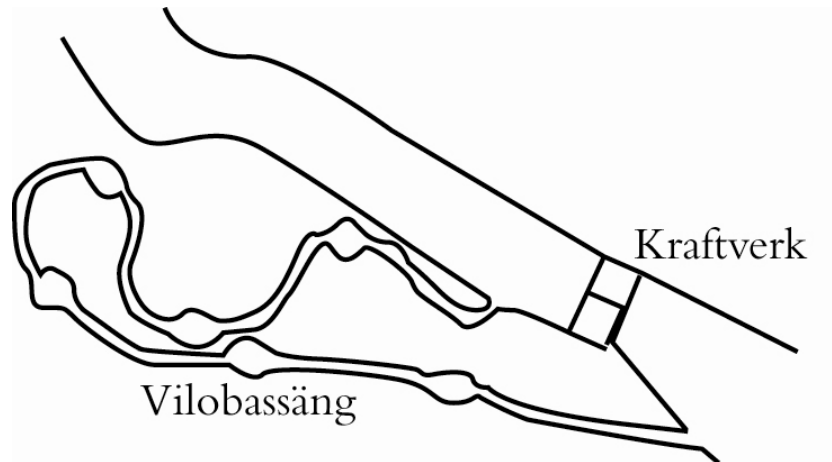
Många anser att naturliga fiskvägar är att föredra om fallhöjden tillåter. Therrien & Bourgeois skriver att lutningen på naturliga fiskvägar inte bör vara mer än 5 % men att det finns exempel i Österrike med höjdskillnad på 10 meter och lutning på 10- 12 % (Therrien & Bourgeois 2000, s. 82) Vid större lutning ökar erosionsrisken.

Degerman skriver att det är fler arter som kan passera de naturliga fiskvägarna (E. Degerman 2008, s. 104) och Therrien & Bourgeois skriver att dessa fiskvägar kan integrera nya habitat (Therrien & Bourgeois 2000, s. 98). De naturliga fiskvägarna smälter bättre in i landskapsbilden än tekniska fiskvägar genom sin kombination av platsursprungna material och naturliga former. Larson, tidigare ansvarig för fiskefrågor i Bollnäs kommun, säger att naturliga fiskvägar kan vara

svårare att konstruera men att de har en längre hållbarhet än de tekniska fiskvägarna<sup>1</sup> De tekniska fiskvägarnas livslängd bestäms till stor del av materialets livslängd.

Det är främst två sorters naturliga fiskvägar man talar om. Dessa är inlöp och omlöp. Inlöpen byggs inom vattendraget och har från början en naturlig botten. Degerman skriver att inlöpen troligen är de fiskvägar som är lättast att hitta för fiskarna. Problemen är att de är erosionskänsliga, svårare och dyrare att bygga (E. Degerman 2008, s. 107).

Omlöpen ligger utanför vattendragen och har ofta ingen befintlig botten från början. Därför krävs extra markbearbetning och erosionssäkring. Fördelarna med omlöpen är att man kan minska lutningen och hastigheten på vattnet. Detta görs genom att förlänga fallsträckan till exempel genom meanderformer. Viktigt att tänka på är att fiskarna måste ha vilobassänger om sträckan är lång. Vilobassänger är lugna vattenhöljor där fiskarna kan vila mellan ruscherna. Det negativa med omlöpen är att de tar större markområden i anspråk och utgör en större förändring i naturen på plats.



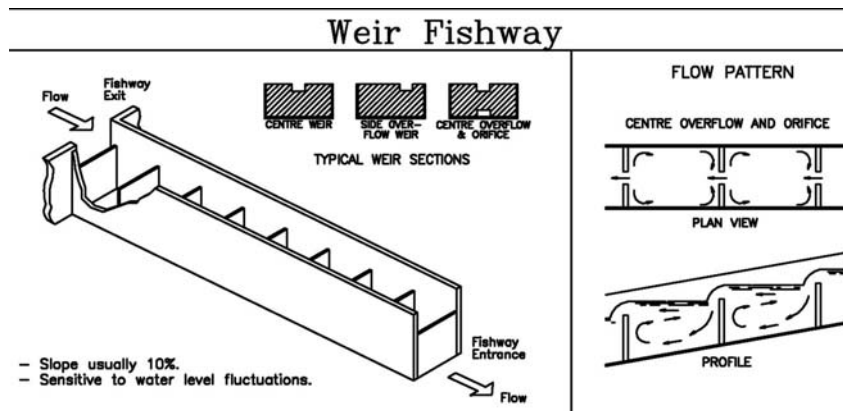
*Principskiss över omlöp med vilobassänger. Fredrik Söderberg.*

---

<sup>1</sup> Samtal med Tord Larsson, väg och vatteningenjör Bollnäs kommun 7 maj 2009

## Tekniska fiskvägar

Det finns ett antal tekniska fiskvägar som används världen över men generellt sett är det tre typer som finns omskrivna i litteratur. Dessa är Kammartrappa, Denilränna och Slitsränna. I Sverige är kammartrappan den vanligaste (E. Degerman 2008, s. 111).



Bilden visar principskiss över kammartrappa från Katapodis1992, s.5.

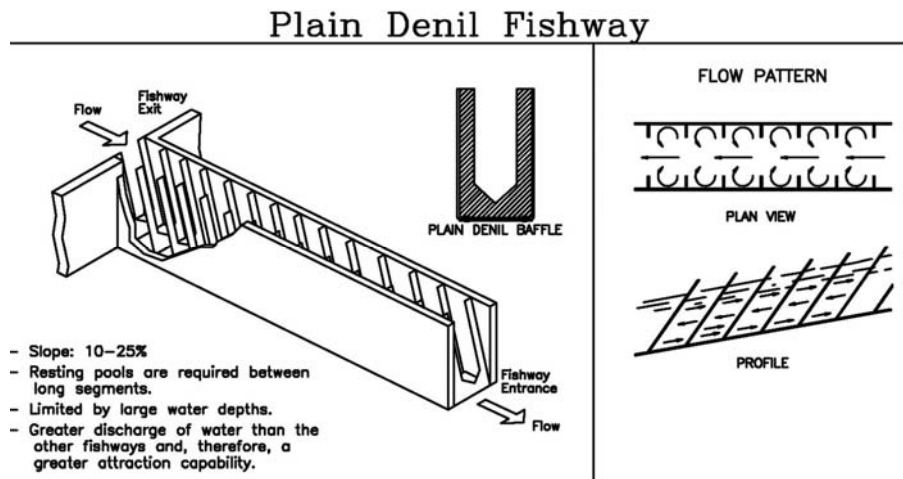


Bilden visar kammartrappa i trä från Simeå, biflöde till Ljusnan. Mitt i bilden ser man vatten som släpps genom ett utskov och i det nedre högra hörnet ser man de löstagbara slitsarna i rännan. Fiskvägen var inte i funktion då bilden togs därför ser man inget vatten i rännan.

Kammartrappan består av en ränna med två sarger som har tvärsgående slitsar mellan sig. Dessa slitsar bromsar upp flödet och skapar lugnare bassänger mellan varje slits. Slitsarna kan vara raka med en viss höjdskillnad mellan varje vilket gör att fiskarna kan simma över slitsarna och vila i bassängerna. Man kan också ha utskurna öppningar på varannan sida upptill eller nedtill för att bromsa flödet och skapa vägar så att fiskarna kan simma under slitsarna. Degerman skriver att kammartrappor klarar lutningar på upp till 20 % (E. Degerman 2008, s.115)

Katapodis menar att de är lätta att bygga men känsliga för variationer i vattennivå. Han talar vidare om att dessa visat sig fungera för laxfiskar men fungerat sämre för fiskar som undviker att hoppa över eller simma genom hinder. Dessa fiskvägar tar även längre tid att passera och har ofta en slingrigare och ryckigare väg förbi hindret än till exempel Denilrännan (Katapodis 2000, s. 5, 8).

Vid inventeringen i Simeå och Hällbo visade Tord Larsson hur Kammartrappor kunde byggas i trä med löstagbara slitsar. Detta gör att de är lätta att ta bort och justera. Han uppskattade livslängden på en trätrappa till ca 30 år<sup>2</sup>.

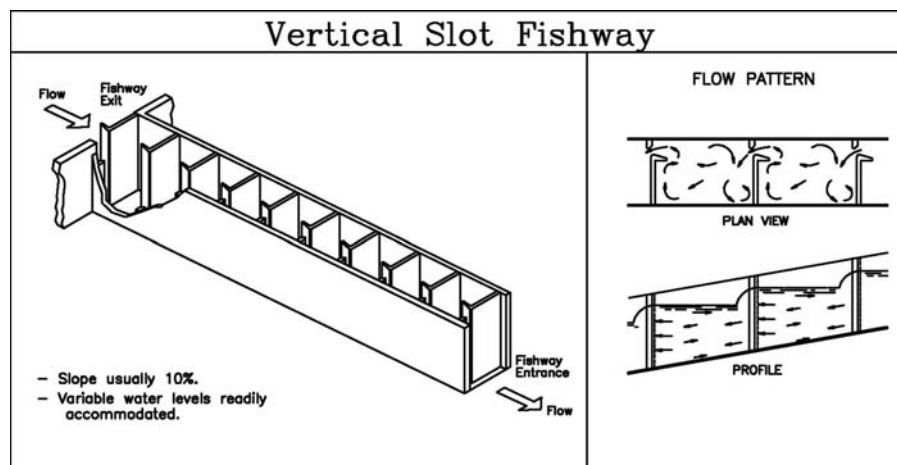


*Principskiss över Denilränna från Katapodis 1992, s. 4.*

Denilrännor består också av en ränna med slitsar. Slitsarna är utformade på så vis att en del av vattnet färdas rakt ner medan det andra vattnet strömmar mot slitskanterna och tillbaka för att krocka med huvudflödet. På detta sätt minskar vattnets hastighet och det blir lättare för fiskar att simma uppströms. Fördelen med dessa fiskvägar är att fiskarna kan simma rakt upp i fiskvägen och att det tar kortare tid (Katapodis 2000, s. 4– 5).

Degerman skriver att Denilrännorna är den fiskväg som klarar den högsta lutningen, det vill säga 25 % för vuxen lax. Men att vilobassänger krävs vid längder över tio meter (E. Degerman 2008, s.117). Det finns olika uppgifter om Denilrännans förmågan att locka fiskar. Degerman menar att de kan vara dåliga i och med att vattenflödet som strömmar ut fördelas på ytan (E. Degerman 2008, s.117). Medan Katapodis menar att de är bra på att locka fiskar (Katapodis 2000, s. 5). Degerman skriver att lax och havsöring använt Denilrännan i älven Ättran i över 50 år (E. Degerman 2008, s.117).

<sup>2</sup> Samtal med Tord Larsson, väg och vatteningenjör Bollnäs kommun 7 maj 2009



Principskiss över Slitsränna från Katapodis 1992, s.3.

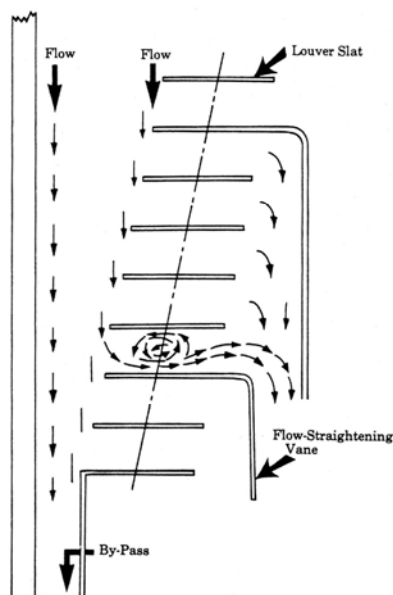
Therrien & Bourgeois skriver att slitsränna är den fiskväg som är minst känslig för variation i vattenflöde och att fiskarna har möjlighet att välja djup när de simmar igenom (Therrien & Bourgeois 2000, s.79). Den enkla slitsrännan består av slitsar som är smalare än rännans bredd och placerade på varannan sida i rännan. Detta gör så att vattnet styrs från sida till sida så att strömmarna krockar med varandra. Bakom slitsarna bildas lugnare vatten där fiskarna kan vila. Mellan slitsarna måste fisken simma snabbare. Degerman skriver att lutningen brukar vara 5- 15 % (E. Degerman 2008, s.117).

### Fiskvägar för vandring nedströms

Fiskvägar görs framförallt för vandring uppströms. Man kanske tror att fiskarna tar samma väg ner som de tar upp. Men så är inte fallet. Många undersökningar visar att smolt och utvandrande fisk följer med det högsta flödet (P. Rivinoja 2005, s.18) och (E. Degerman 2008, s. 123). Förlusterna kan bli mycket stora om fiskarna passerar genom kraftverkets turbiner. J. Fergusons försök visade att dödligheten var 25,2- 45,3 % för utlekt lax och 5,3- 9,7 % för smolt (J. W. Ferguson 2008, s.46). Om man tänker sig att fiskarna ska passera flera kraftverk förstår man att det är viktigt att avleda fiskarna till en säkrare passage. Rivinoja säger att det finns få bra exempel på fiskvägar för nedströms passage, i Europa och särskilt i Sverige, men att ett Louversystem, se nedan, skall sättas in i Umeälven den här sommaren<sup>3</sup>. Forskning har bedrivits där man bland annat arbetat med olika former av fysiska och beteendemässiga spärrar. Exempel på fysiska spärrar som testats är fingrindar. Fingrindar är galler som placeras i vattnet ovan kraftverket med så små hål att inte smolten skall kunna simma igenom. Exempel på beteendemässiga spärrar är bubbelridåer, ljudridåer, elektriska ridåer olika sorters ljus och louversystem. Louversystemet är enligt Therrien & Bourgeois den bästa beteendemässiga styrningen av fiskar särskilt vid höga strömhastigheter (Therrien & Bourgeois 2000, s.42). Louversystemet är uppbyggt av stora plastblad som

<sup>3</sup> Samtal med Peter Rivinoja forskare vid SLU inom institutionen för Vilt, Fisk och Miljö 29 april 2009

sticker ner i vattnet och placerats efter varandra med ett visst avstånd. Detta skapar turbulens mellan bladen som fiskarna undviker.



Louversystem med strömbilden från Katapodis 1992.

## Återställning

För att få ett fungerande system med vandrande fisk räcker det dock inte fungerande fiskvägar. Fiskarna behöver även lek- och ståndplatser. Som jag tidigare skrev så menar Erlandsson att präglingen på vattendraget sker som smolt (E. Erlandsson 1988, s 20). För att snabbare få fiskar att hitta tillbaka till sin älv efter restaurering borde det därför vara rimligt att man på konstgjord väg planterar extra rom i lekgruset.

Ståndplatser är de platser där fisken vilar, söker skydd och föda och lever stora delar av sitt liv i vattendraget. För att minska den eroderande effekten och skapa pålagringsbottnar för lekgrus och nya ståndplatser öppnas ledarmar och sten och block läggs tillbaks i älvfåran (C. Nilsson 2007, s.55). Ståndplatser kan även skapas genom att lägga ut död ved (C. Nilsson 2007, s.56- 57).

Det finns ett antal metoder som används för att återföra lekgrus. Problemet är att säkerställa så att lekgruset inte eroderar bort. Degerman skriver att Hartijokimetoden och skålmotoden verkar vara de metoder som håller längst. Han talar vidare om hur viktigt det är att de placeras så att de inte torrläggs på sommaren eller bottenfrysar på vintern (E. Degerman 2008, s.207)

Hartijockimetoden går ut på att man lyfter bort den översta stenbotten så att mindre grus under dessa kommer fram. Därefter rensas gruset på de finaste partiklarna och de större stenarna läggs i en hästskoformad sarg för att erosionssäkra lekytan (C. Nilsson 2007, s.62- 63). Skålmotoden innebär att man gräver en lekgröp i vattendraget. På detta sätt är den skyddad mot både låga och höga flöden (E. Degerman 2008, s.205)



# Diskussion

## Metod

Att arbeta på detta sätt har gett mig och förhoppningsvis läsaren en bild av problematiken och de möjligheter som finns i dagsläget. Kandidatuppsatsen är på så sätt en informationssammanställning och ett skrapande på ytan. För att utveckla dessa metoder krävs praktiska experiment och observationer.

Det är en svår balans att väga den information som jag, respektive målgruppen, är intresserad av. Jag valde att inte styras av målgruppen till en början.

Arbetsprocessen fick därmed ett extra steg i slutfasen där mina erfarenheter och intressen fick översättas till målgruppens.

Information och forskning som hämtats ur olika rapporter är ofta väldigt platsspecifika och konstruerade utifrån de förhållanden som råder där. Mycket av den forskning som jag tagit del av har inte och kan sällan utföras i slutna system. Därför är det svårt att dra generella slutsatser. Men forskningen kan ge oss en fingervisning och mycket av den information jag hittat har varit samstämmig.

## Resultat

Den här kandidatuppsatsen har visat att flottning och vattenkraft påverkar fiskarnas vandring negativt. Den har också visat att fiskvandring trots detta är möjlig och att det inte bara är fiskarnas vandring uppströms som vållar problem. En säker passage vid nedströmsvandring utanför kraftverkets turbiner och återställande av fiskarnas stånd- och lekplatser är även viktiga för ett fungerande vandringsystem. Problemet med nedströmsvandring kan även kopplas till lagstiftning och regelverk. Therrien & Bourgeois skriver att det finns lagar och regler som ställer krav på kraftverksägarna att bygga fiskvägar vid uppströmsvandring. Men än så länge har kraven inte varit lika hårda vid fiskarnas nedströmspassage (Therrien & Bourgeois 200, s.73)

I uppsatsen har jag beskrivit naturliga och tekniska fiskvägar. Det visade sig vara svårt att jämföra och bedöma dessa eftersom alla fungerar optimalt vid olika förutsättningar och har alla sina för- och nackdelar. Men om förutsättningarna finns och de konstrueras på rätt sätt verkar emellertid de naturliga fiskvägarna vara de bästa. Det är inom utvecklingen och projekteringen av dessa som vi som landskaparkitekter kommer in i bilden. I Finland arbetar landskaparkitekter och forskare sida vid sida för att utveckla skötsel och restaureringsmetoder av vattendrag. De arbetar med återställandet av vattendrag som påverkats av flottning och bygger naturliga vandringsvägar förbi kraftverk och dammar (J. Jomorla et al. 2004).

Svaret på frågan om vi som landskaparkitekter kan vara med och forma vägar som gör landskapet tillgängligt för alla är: JA. I denna uppsats har jag beskrivit hur dessa fiskvägar ser ut och fungerar. I framtiden kanske vi ser arbetsgrupper för fiskvägar med limnologer, vattentekniker och landskaparkitekter. På så sätt kan vi förstå fiskarna, tekniken och landskapet på bättre sätt och skapa långsiktiga och effektiva fiskvägar som återtar en del av landskapets förlorade värden. Jag konstaterar härmed att fiskvandring i framtidens Ljusnan är möjlig, vilket även Peter Rivinoja gör i sin preliminära forskningsrapport (T.Vestersund 2009).

# Referenslista

- Aureskog, Mats (2006). *Miljöfysik: energi för hållbar utveckling*. Lund. Studentlitteratur. (Bok)
- Björklund, Börje (1973). *Järvsö förr och nu: ur en kommuns historia*. Järvsö. Järvsö kommunhistorik. (Bok)
- Degerman, Erik (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Stockholm. Göteborg. Naturvårdsverket. Fiskeriverket. (rapport)
- Erlandson, Erik (1988). *Lax & havsöring*. Solna. Naturia förlag AB och Erik Erlandson. (Bok)
- Fergusson, John W (2008). *Behavior and Survival of Fish Migrating Downstream in Regulated Rivers*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå.
- Hansen, Johanneson, Kreh, Lundberg, Oglesby, Olsson, Ulnitz, Walberg, Wessman & Öste (2003). *Prismas stora bok om fiske*. Stockholm. Prisma.
- Jomorla & Sarvilinna (2004). *Nya metoder ger bättre tillstånd i vattendragen*. (Elektronisk). Finland. Tillgänglig: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=54499&lan=fi&clan=sv> (11-05-09)
- Katapodis, Chris. 1992. *Introduction to fishway design*. Working document. Freshw. Inst. Dept. Fisheries and Oceans, 501 University Crescent Winnipeg, Manitoba, Canada. R3T2N6.
- Länstyrelsen Gävleborg, Länstyrelsen Jämtland, Söderhamns kommun, Ovanåkers kommun, Härjedalens kommun & Bollnäs kommun (2003). *Omprövningar av vattendomar inom Ljusnans avrinningsområde: Del 1 Huvudrapport*.
- Montén, Erik (1988). *Fiskodling och vattenkraft*. Sundbyberg. Teknikrepotage AB. (Bok)
- McNeil, W.J. & W.H. Ahnell, 1964. *Success of pink salmon spawning relative to size of spawning bed materials*. US Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report no 469, 15 s. Citerad i Degerman, Erik (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Stockholm. Göteborg. Naturvårdsverket. Fiskeriverket. (rapport)
- Nielsen, Lars & Svedberg, Ulf (2006). *Våra fiskar*. Stockholm. Prisma. (Bok)
- Nilsson, Crister (2007). *Återställning av älvar som anväts för flottning: En vägledning för restaurering*. Stockholm. Naturvårdsverket. (Rapport 5649)

Nihlén John (1966). *Landskapsvård: vår tid formar landskapet*. Borås. LT:s förlag.  
(Bok)

Niemelä, E., Mäkinen, T.S., Moen, K., Hassinen, E., Erkinaro, J., Länsman, M. & Julkunen, M. 2000. *Age, sex ratio and timing of the catch of kelts and ascending of Atlantic salmon in the subarctic River Teno*. Journal of Fish Biology 56, 974-985.  
Citerad i Rivinoja, Peter (2005) *Migration Problems of Atlantic Salmon (Salmo salar L.) in Flow Regulated Rivers*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå

Pavlov, D.S. 1989. *Structures assisting the migration of non-salmonid fish*. FAO Tech, Paper 308, 97 s. Citerad av E. Degerman 2008, s. 122

Puke, C. (1951) Laxplan för Ljusnan. Protokoll från sammanträde med Ljusnans fiskevårds kommitté i Bollnäs, 2 sidor. citerad i Länsstyrelsen Gävleborg, Länsstyrelsen Jämtland, Söderhamns kommun, Ovanåkers kommun, Härjedalens kommun & Bollnäs kommun (2003). *Omprövningar av vattendomar inom Ljusnans avrinningsområde: Del 1 Huvudrapport*.

Rivinoja, Peter (2005) *Migration Problems of Atlantic Salmon (Salmo salar L.) in Flow Regulated Rivers*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå

Therrien, Jean & Bourgeois, Gilles (2000). *Fish Passage at Small Hydro Sites*. Québec, Canada. CANMET Energy Technology Centre, Ottawa, 114 p.  
(Rapport)

Vestersund Tommy (2009). *Rapporten visar möjlighet till vandrande lax i Ljusnan*. (Elektronisk) Sverige. Tillgänglig: <[www.bollnas.se](http://www.bollnas.se)>/02 på webben 78/ Forskarrapport om möjligheter till vandrande lax i Ljusnan/ (11-05-09)