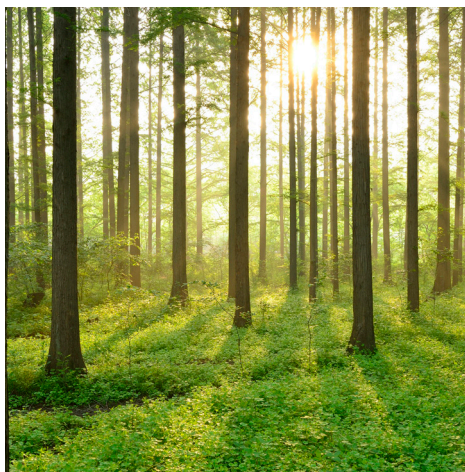


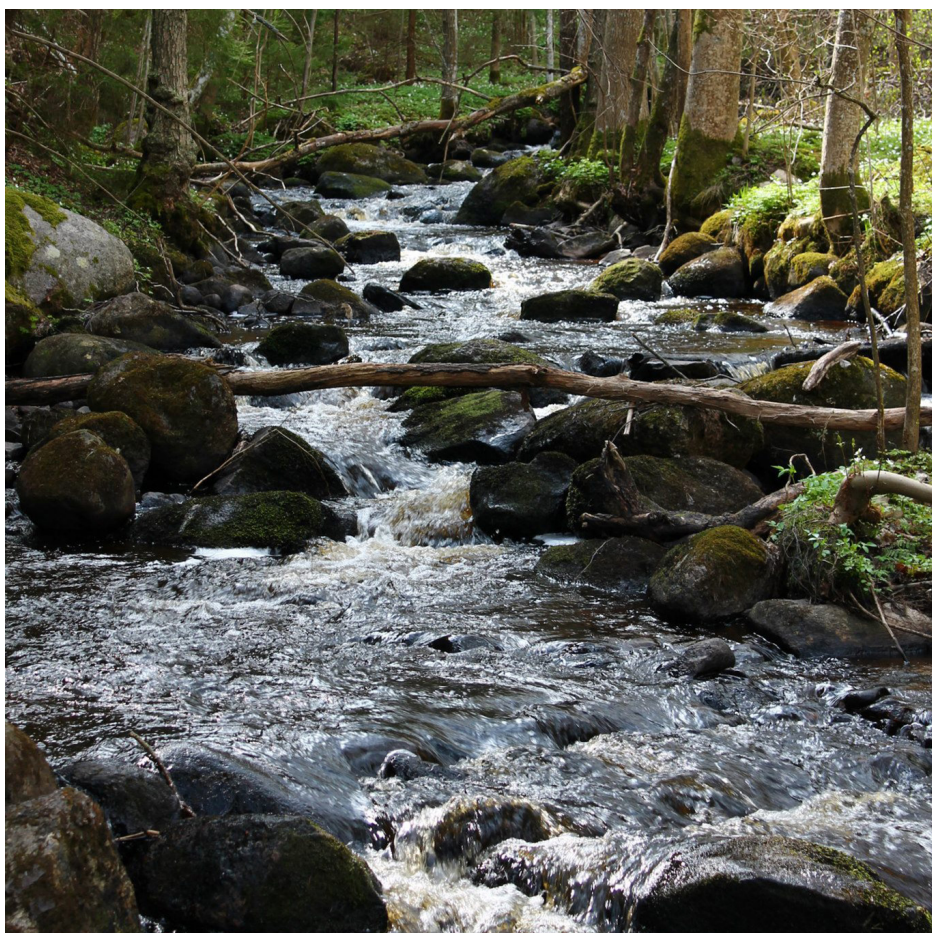
NATURLIKA FISKVÄGAR

RAPPORT 2018:474



VATTENKRAFT

MILJÖPROGRAM
VATTENKRAFT



Naturlika fiskvägar

Är naturlika fiskvägar alltid bästa möjliga teknik, och varför?

SANDRA BROSTRÖM

JENNY FREITT

Förord

Motivet till att genomföra projektet var en upplevd brist på utvärderingar av naturlika fiskvägars funktionalitet, och därmed brist på vägledande underlag som kan användas vid utformning av naturlika fiskvägar.

Rapporten utgörs av en litteraturstudie som undersöker anledningen till dagens praxis men innehåller också en checklista som kan användas för att ta fram rådgörande underlag vid kommande byggnationer av fiskvägar.

Projektet genomfördes inom Energiforsks program Miljöprogram Vattenkraft som bekostas av vattenkraftföretagen; Fortum Sverige AB, Holmen Energi AB, Jämtkraft AB, Jönköping Energi AB, Karlstads Energi AB, Mälarenergi AB, Skellefteå Kraft AB, Sollefteåforsens AB, Statkraft Sverige AB, Tekniska Verken i Linköping AB, Sydkraft Hydropower AB, Umeå Energi och Vattenfall vattenkraft AB

Sandra Broström på Sweco Environment var projektledare och har tillsammans med sin kollega Jenny Freitt genomfört projektet och skrivit denna slutrapport.

Styrgruppen i programmet och som följt projektet består av Birgitta Adell (ordförande), Fortum AB, Johan Tielman, Sydkraft Hydropower AB, Angela Odelberg, Statkraft Sverige AB, Erik Sparrevik, Vattenfall Vattenkraft AB, Ola Palmquist; Tekniska Verken i Linköping AB, Sandra Åström, Skellefteå Kraft AB, Rikard Nilsson, Holmen Energi AB, Johan Lind, Mälarenergi AB, Sara Sandberg (adj.) Energiforsk AB, och Fredrik Martinsson (adj.), Energiforsk.

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet och publiceringen innebär inte att Energiforsk har tagit ställning till innehållet.

Sammanfattning

Andelen fiskvägar i Sverige ökar, liksom kraven på funktion och effektivitet. Naturlika fiskvägar anses generellt utgöra bästa möjliga teknik; det vill säga fiskvägar som syftar till att efterlikna naturliga vattendrag. Trots detta finns en tydlig brist på utvärderingar av naturlika fiskvägars funktionalitet, och därmed brist på vägledande underlag som kan användas vid utformning av naturlika fiskvägar.

”Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar” (rapport 2013:14) från HaV utgör det enda idag tillgängliga underlaget till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för anordningar för upp- och nedströmspassage vid vattenanläggningar. Rapporten har kommit att användas som en BAT-rapport (Best Available Technique) för ramdirektivet för vatten, dock bör poängteras att rapporten endast utgör ett underlag och inte är en vedertagen BAT-rapport.

Trots detta underlag kan Sweco konstatera att det finns stora oenigheter i flera vattenmål rörande anläggning av fiskvägar. Vi konstaterar att prövningsprocesserna hade underlättats om grundförutsättningarna för att anlägga en fiskväg och syftet med lösningen varit mycket klart formulerade i framförallt processerna.

Föreliggande rapport syftar till att sammanfatta kunskapsläget gällande vilka ekologiska fördelar naturlika fiskvägar kan ha i relation till tekniska fiskvägar. Sammanfattningsvis kan konstateras att ovanstående oenigheter bottnar i en brist på underlagsdata. Generellt saknas utvärderingar och uppföljningar, och de studier som genomförts grundas på ett fåtal fiskvägar trots det stora antal fiskvägar som finns såväl i Sverige som globalt. Därtill förordas naturlika fiskvägar ofta som den mest lämpliga lösningen då de kan tillföra habitat och gynna fler organismer än fisk, jämfört med tekniska fiskvägar. Det kan konstateras att många hotade arter utöver fiskar är beroende av de varierande strömvattenmiljöer som naturlika fiskvägar ofta syftar till att efterlikna och kompensera för till följd av exploatering av vattendrag. Därigenom tycks naturlika fiskvägar ha stor potential ur ett ekosystemperspektiv. Andra aspekter, så som kolonisering av växtlighet och bottenfauna är dock dåligt undersökta. Möjligheten att anlägga en naturlig fiskväg med hög komplexitet förefaller även dåligt utnyttjad hittills, trots syftet att fiskvägen ska fungera som ett naturligt vattendrag.

Anläggning av naturlika fiskvägar innebär ofta svårigheter i anläggningsskedet, med bland annat skredrisker och med stora tekniska krav för att uppnå en väl fungerande och säker fiskväg. Jämförelsevis tar ofta tekniska fiskvägar upp mindre yta än naturlika fiskvägar, vilket ofta innebär att ingången till en naturlig fiskväg inte kan placeras tillräckligt nära huvudflödet för att säkerställa god anlockning.

Denna rapport mynnar ut i en checklista, som belyser viktiga aspekter och relevanta frågeställningar som inte tas upp i rapport 2013:14. Förhoppningsvis kan denna checklista användas som komplement till vägledningsdokumentet och bidra till att identifiera vilken typ av fiskväg som är mest lämplig och motiverad utifrån olika förutsättningar.

Summary

The amount of fishways in Sweden is on a steady incline, and nature-like fishways is considered to be best practice. Although, these recommendations seem to be based on very few studies.

This study aimed to summarize the ecological benefits that a nature-like fishways might possess in comparison to technical fishways. The study can confirm that there are few studies that can prove a higher efficiency in fish passage with nature-like fishways in comparison to technical fishways. The difference in efficiency between nature-like fishways and vertical slot fishways seem to be very small, if any.

Though, nature-like fishways have the ability to provide habitat and therefor help compensate for habitat loss in Swedish streams. This as been considered a big advantage and one of the main reasons why nature-like fishways are considered to be a better solution than technical fishways. This study shows that nature-like fishways historically has been constructed as channels with high and monotonous water flow, compared to natural streams and rivers. This kind of construction has little effect on other species than fish. There is great improvements to be made in order to construct nature-like fishways that indeed can function as habitat for both flora and fauna, such as annual floodings for one example. Also, we shed light on the technical parameters of fishway constructions and give examples of risks associated with dams, fishways and safety.

At the end of this paper you find a checklist that aims to give advice in the process of constructing fishways and selecting the best solution.

Innehåll

1	Inledning	7
2	Metod	9
3	Definition av naturlika fiskvägar	10
4	Naturlika fiskvägars funktion	12
4.1	Fiskvägen som habitat för strömlevande fisk	14
4.2	Naturlika fiskvägar ur ekosystemperspektiv	16
4.3	Samhällsperspektivet	19
5	Tekniska aspekter	21
6	Slutsatser	24
6.1	Checklista	25
7	Tack	28
8	Referenser	29

1 Inledning

De av riksdagen fastställda nationella miljömålen är ett sätt att underlätta det komplexa bedömningsarbetet som myndigheter och domstolar utför vid tillämpning av lagstiftningen enligt Miljöbalken. Regeringen har i samma syfte fastställt delmål för varje miljö kvalitetsmål. För målet Levande sjöar och vattendrag formuleras elva delmål. Som en del av Sveriges arbete att uppnå miljö kvalitetsmålen ska förvaltningsplanen följas för ett vattendrag där miljö kvalitetsnormer beskrivs. En miljö kvalitetsnorm uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha uppnått vid en viss tidpunkt. De miljö kvalitetsnormer som klassificeras är ekologisk och kemisk status. För klassificering av ekologisk status bedöms ett antal biologiska och hydrologiska parametrar. Anläggning av fiskvägar vid vandringshinder berör både biologiska och hydrologiska parametrar som ingår i klassificering av den ekologiska statusen av ett vattendrag. En konsekvens av detta är att val av fiskväg och dess effektivitet spelar stor roll för vattendragets utveckling mot MKN.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) har ett ansvar att ta fram föreskrifter och vägledningar för bland annat klassificering av vattenförekomster som blir en viktig del i myndigheternas genomförande och tillämpningsarbete. "Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar" (rapport 2013:14) från HaV utgör det enda idag tillgängliga underlaget för vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för anordningar för upp- och nedströmspassage vid vattenanläggningar. Rapporten har kommit att användas som en BAT-rapport (Best Available Technique) för ramdirektivet för vatten.

Till skillnad från industriutsläppsdirektivet, där BAT innehåller konkreta gränsvärden och utsläppsnivåer och där underlaget utgör ett obligatoriskt underlag med bindande verkan i tillståndsprövningen (Svensson 2015) utgör rapport 2013:14 enbart ett underlagsdokument som innehåller några få rekommendationer för val av fiskväg. Rekommendationer har därmed ingen bindande verkan, utan man betonar att platsförhållandena avgör vad som är BAT.

Enligt ramdirektivet för vatten är återställning av konnektivitet ett mål med vattenförvaltningen. I Havs- och vattenmyndighetens rapport om ekologisk restaurering av vattendrag definieras konnektivitet som "möjligheten för djur att fritt kunna utnyttja hela sitt naturliga habitat" (Degerman 2008). Ekologisk konnektivitet avser det funktionella utbytet av material, energi och organismer.

Det som är mest omfattande studerat är skillnader i olika fiskvägars effektivitet att möjliggöra fiskpassage. Ramdirektivet tilltalar just fiskpassage en central betydelse för att förbättra konnektiviteten (Jansson 2008). Som mätinstrument för detta ska god ekologisk status eller god ekologisk potential för berörd vattenförekomst uppnås. I en rapport av Umeå Universitet där den ekologiska potentialen i utbyggda vatten i Norrland bedömdes (Jansson 2008) skilde man inte mellan fisktrappa eller omlöp när man bedömde potentialen för att höja den ekologiska statusen. Båda åtgärder bedömdes ha stor potential med referens till bl.a. Čada (1998), Ferguson m.fl. (2007), Katopodis (2005), Schilt (2007).

Det bör poängteras att vägledningsdokumentet, rapport 2013:14, alltid applicerar ett ekosystemperspektiv där åtgärder som bedöms ha rehabiliterande effekter på hela ekosystemet föredras framför andra. Enligt Swecos erfarenhet resulterar myndigheternas tolkningsarbete av vägledningsdokumentet ofta i att verksamhetsutövaren (VU) åläggs att anlägga en naturlig fiskväg, alternativt att anläggning av naturliga fiskvägar ingår i ett åtgärdsprogram. Det finns dock flera anledningar att ifrågasätta om de verkligen utgör den bästa möjliga tekniken i varje enskilt fall. Som man redan i referensunderlaget antyder vid flera tillfällen finns det ett flertal scenarier där andra lösningar (exempelvis anläggning av en teknisk fiskväg) kan vara mer lämplig.

Problem uppstår när myndigheterna i sin bedömning kräver anläggning av en naturlig fiskväg med referens till vägledningsdokumentet trots att de plats specifika förutsättningarna för detta är problematiska eller oklara. Om verksamhetsutövaren inte delar denna uppfattning är denne tvungen att bevisa att myndigheternas krav är orimlig. Som underlag behövs det ofta omfattande utredningar som verksamhetsutövaren behöver bekosta.

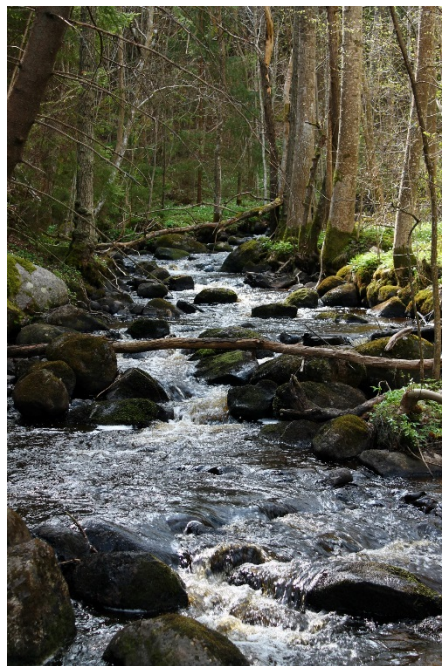
Sweco kan konstatera att det finns stora oenigheter i flera vattenmål rörande anläggning av fiskvägar. Oenigheten avser inte främst kostnader, utan berör andra aspekter. Vi konstaterar att prövningsprocesserna hade underlättats om grundförutsättningarna för att anlägga en fiskväg och syftet med lösningen varit mycket klart formulerade i framförallt processerna. Till följd av ett ofullständigt vägledningsmaterial som saknar anläggningstekniska och andra aspekter, (möjligheter för schakt, föroreningsituationer i marken, hänsyn till kulturmiljöer, effekter av minskad kraftproduktion till följd av ökad minimitappning, ekologiska fällor m.m.) som inte accepteras av alla parter kan prövningsprocessen i vår mening i vissa fall bli onödigt omfattande.

Därför är det av stort intresse att tydliggöra varför det finns ett generellt antagande att naturlika fiskvägar borde föredras framför tekniska fiskvägar. Föreliggande rapport avser att identifiera möjliga brister och redogöra för hur dessa kan påverka beslutsprocessen. Ett annat syfte med rapporten är att sammanfatta kunskapsläget för vilka ekologiska fördelar naturlika fiskvägar kan ha i jämförelse till andra lösningar. Resultatet av rapporten mynnar ut i en checklista, som belyser viktiga aspekter och relevanta frågeställningar som inte tas upp i rapport 2013:14. Förhoppningsvis kan denna checklista användas som komplement till vägledningsdokumentet och bidra till att identifiera vilken typ av fiskväg som är mest lämplig och motiverad utifrån olika förutsättningar. Checklistan tar upp förutsättningar för val av fiskväglösning beroende på förekomst av arter, förutsättningar för schakt, dammsäkerhet, möjlighet till god anlockning, tillgång till strömvattenhabitat i anslutande områden m.m.

2 Metod

Föreliggande rapport utgör en litteraturstudie. Som referensunderlag har framförallt *"Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar"* (rapport 2013:14) från HaV använts. Vidare har de referenser som anges i rapport 2013:14 och som relaterar till utvärdering av naturlika fiskvägar studerats mer ingående. Sökningar efter ytterligare relevant referensmaterial har gjorts, med särskild vikt vid implementering av ramdirektivet för vatten samt nationella riktlinjer avseende fiskvägar i andra europeiska länder. Litteratursökningen syftade också till att redogöra för kunskapsläget kring de ekologiska fördelarna av naturlika fiskvägar i relation till andra lösningar.

Arbetet har föranletts av flera mindre analyser av det underlagsmaterial som finns tillgängligt genom rapport 2013:14 och dess referensrapporter (Sweco 2016a, Sweco 2016b). Även detta tidigare genomförda arbete av Sweco har använts som underlag till föreliggande rapport.



Rödån, Jönköpings län. Fotograf: Sandra Broström

3 Definition av naturlika fiskvägar

Rapport 2013:14 utgör en mycket omfattande och unik litteraturstudie som fokuserar på svenska, nordiska eller europeiska förhållanden. I rapporten diskuteras dock inte vad som definierar en naturlig fiskväg. För en sådan definition hänvisas till bl.a. Calles m.fl. (2012) som redovisar två olika definitioner av vad en naturlig fiskväg är:

1. Naturlik design har en form som stämmer överens med naturliga vattendrag av motsvarande storlek i närområdet och fungerar därmed som korridor och habitat för alla naturligt förekommande arter.
2. Naturlik design utmärks av att man i huvudsak använder material av "naturligt ursprung" vid byggnationen, men målgruppen är oftast de kommersiellt viktiga arterna och syftet med strukturerna är främst att underlätta passage.

Enligt Calles m.fl. (2012) finns det i Sverige en praxis att en naturlig fiskväg i huvudsak överensstämmer med alternativ 1. I Calles m.fl. (2012) anges att även fiskvägar som faller under alternativ 2 räknas som naturlika i många länder, trots att de sällan ser naturlika ut och sällan fungerar för svagsimmande arter. Rapporten utgår från alternativ 1 och bedömer dessa som de fiskvägar som är naturliknande.

I Sverige används generellt fyra olika typer av definitioner av naturlika fiskvägar:

1. Upptröskling (naturlik ramp)
2. Naturlik bassängtrappa
3. Omlöp (naturlik fåra)
4. Inlöp (naturlik fåra)

Upptröskling eller naturlig ramp beskrivs fungera bäst vid låga fallhöjder då rampen normalt saknar viloområden, varpå fisken måste passera hela rampen utan att vila (Calles m.fl. 2013). Dock kan en ramp delvis övergå i en naturlig bassängtrappa. Det är med andra ord inte alltid möjligt att särskilja de olika konstruktionerna, och kanske ej heller helt nödvändigt.

Naturlik bassängtrappa beskrivs motsvara en traditionell fisktrappa, dock med stenblock som utgör väggar och botten. Botten täcks även med naturligt substrat i olika storlek. Fördelen jämfört med en ramp är att höjdskillnaden kan tas ut på kortare sträcka vilket minskar kostnader och storleken av konstruktionen. Syftet med en naturlig bassängtrappa är framförallt att underlätta passage för starksimmande arter. Skillnaden i effektivitet jämfört med en traditionell fisktrappa är något oklar. En av de fördelar som kan nämnas är att fiskvägen i högre grad än en ren betongkonstruktion smälter in i landskapet. Även här kan man notera möjligheten att kombinera olika typer av fiskvägar, nämligen teknisk och naturliknande fiskväg. Fiskvägen kan t.ex. uppföras med en vägg bestående av stålspont och en vägg bestående av naturmaterial. I syfte att minska erosion av naturmaterial kan en konstruktion användas där stenblock gjuts in i betong. Om det finns risk för höga flöden i fiskvägen finns möjligheten att en större del av bottensubstratet hålls på plats tack vare de fasta stenblocken.

Omlöp eller naturlika fåror är konstruerade i syfte att så långt det går efterlikna naturliga vattendrag. Naturlika fåror kan vara såväl omlöp som inlöp. Vattenflödet kan bromsas upp genom placeringen av block och sten vilket medför ett heterogent flödesmönster med såväl höga som låga vattenhastigheter.

Calles m.fl. (2012) redovisar observerade skillnader mellan naturlika fiskvägar och naturliga vattendrag. Dessa består bl.a. i att fiskvägarna är branta, har få och djupa pooler samt överlag relativt höga vattenhastigheter. Substratet domineras vanligen av stora block och saknar mindre sedimentfraktioner, vilket ofta betyder att fiskvägen är monoton och sällan naturligt ringlande. Vattenflödena är oftast stabila utan episoder med högflöden, dessutom saknas ofta översvämningar, kantzon och strandvegetation i större utsträckning. Calles m.fl. (2012) benämner de naturlika fiskvägarna där merparten av ovanstående faktorer har beaktats för biokanaler.

Jämfört med den i Sverige rådande synen på naturlika fiskvägar som bästa möjliga teknik betonar man t.ex. i Schweiz att även naturlika fiskvägar är konstgjorda anläggningar, särskilt då de oftast har en konstant vattenföring. Bristen på en naturlig vattendynamik medför att en naturlig fiskväg aldrig kan ersätta komplexiteten hos ett naturligt vattendrag. Till följd av igensättning av bottarna av fint material, en effekt av bristen på ordentliga högflöden, kräver också naturlika fiskvägar regelbunden tillsyn och underhåll, vilket påpekas i den schweiziska referensrapporten (BAFU 2012).

Rapport 2013:14 beskriver att varje passage kräver en unik lösning, men att den generella problematiken som man möter tillåter några generaliseringar. En av generaliseringarna som beskrivs är att fiskvägen inte ska kräva att fisken behöver hoppa. Anläggning av en teknisk fiskväg skall generellt undvikas och rekommenderas endast vid platser där hindret historiskt varit svårpasserbart eller vid branta platser och kulturmiljöer där anläggning av en utrymmeskrävande fiskväg kan vara svårt och/eller motstridig mot andra samhällsnyttiga intressen (kulturmiljöer).

Detta belyses bl.a. av en motion (2016/17:2625) inlämnad av riksdagsledamoten Annika Carlsson. I motionen skriver Carlsson att det är angeläget i omprövning av tillstånden för småskalig vattenkraft att ta hänsyn både till miljömål, äganderätt, energiproduktion och kulturhistorisk hänsyn så att dessa förenas på ett hållbart och rättssäkert sätt. Detta med anledning av den situation många ägare till småskalig vattenkraft befinner sig i, med orimliga krav på dyra tillståndsprövningar för att eventuellt få fortsätta med sin verksamhet. I motion (2016:17/2625) nämns även att olika länsstyrelser tillämpar reglerna olika och att vissa länsstyrelser är mer byråkratiskt hårdhänta, vilket är mycket olyckligt och ytterligare visar på den brist på underlag och konsensus som föreligger.

4 Naturlika fiskvägars funktion

Den i dagsläget etablerade uppfattningen är att naturlika fiskvägar motsvarar ett holistiskt angreppssätt för att minska de negativa konsekvenserna orsakat av vattendragens exploatering, framför allt i form av fragmentering (Robson m.fl. 2011). Grundidén med en naturlig design är att eftersträva naturlika förhållandena i fiskvägen (Calles m.fl. 2012). Baserat på uppfattningen att naturlika fiskvägar har större potential att åstadkomma ett mer varierat habitat än tekniska, vilket bättre svarar på många arters habitatbehov, motiveras många gånger en sådan lösning framför en annan. Ur ekologisk synvinkel kunde en prioritering av naturlika framför tekniska fiskvägar alltså vara mer försvarbar om ett bättre flöde av material och organismer åstadkommits i denna typ av fiskväg och att detta flöde signifikant bidrar till vattendragets ekologiska funktion. Det är dock idag också möjligt att designa tekniska lösningar på ett varierat sätt med varierande bottensubstrat, lutning och vattenflöde m.m. Till vår kännedom är dock skillnader i transport av ämnen samt mindre organismer mellan olika typer av fiskvägar, annat än fisk, mindre väl studerat.

För att kunna avgöra om en lösning är bättre än en andra är det viktigt att identifiera det främsta syftet med fiskvägen. Att anlägga fiskpassage är i grunden endast motiverad när det finns lekområden kvar uppströms hindret (Jansson 2008). För att uppnå livskraftiga fiskbestånd vid fiskvägsprojekt måste kumulativa effekter på fiskvandringen och hela livscykeln för en art beaktas (Rivinoja 2015). Effekten av en fiskväg på olika arters förväntade populationsresponser i ett vattensystem beror i hög grad på vilka habitat som tillgängliggörs för fisken vid anläggande av en fiskväg. Innebär fiskvägen att vattenområden som inte har något värde ur reproduktionssynpunkt (t.ex. enbart regleringsmagasin) tillgängliggörs så kommer åtgärden knappast leda till den eftersökta effekten på fiskfaunan/ekologiska statusen. På samma sätt kommer, i vissa fall, inte effekterna av en enskild åtgärd vara meningsfull om det förekommer andra vandringshinder upp- och nedströms. Efter installation krävs det dessutom utvärdering för att kunna bekräfta att rätt fiskvägstyp har valts. Utvärdering och uppföljning är ytterligare aspekter som inte är särskild väl dokumenterade, även om flera fiskvägar under de senaste åren har utvärderats efter deras passageeffektivitet (se t.ex. Kliv-syntes Sweco).

Naturlika fiskvägar anses generellt kunna fungera för de flesta arter (Catopodis & Williams 2012; Armstrong, m.fl. 2010; rapport 2013:14). Som motiv för detta anges att dessa passar de flesta fiskarter och storlekar (livsstadier). Detta påstående stöds bl.a. med referens till Noonan m. fl. 2012 där funktionaliteten hos vissa fiskvägar har undersökts. I studien (Noonan m.fl. 2012) ingick data från 65 rapporter mellan 1960 till 2011. Det kan konstateras att data rörande icke-laxartade fiskar är så bristfälligt att dessa arter hanteras som en grupp. Vidare jämfördes naturlika fiskvägar med tre sorters tekniska fiskvägar (bassängtrappor, slitsrännor och denilrännor), vilket gav en signifikant skillnad avseende effektivitet för laxartade respektive icke-laxartade fiskar. Analysen tyder på att naturlika fiskvägar i själva verket inte passar fler arter än tekniska lösningar. Resultaten av denna studie är dock något missledande då studien jämför två naturlika fiskvägar med nio

bassängtrappor, tre slitsrännor och sju denilrännor. Vissa fiskvägstyper var alltså under-, respektive överrepresenterade. Studien visar dock på att vissa problem eller begränsningar föreligger med alla typer vilket framhäver svårigheten av att genomföra lämpliga utvärderingar.

Studier av passageeffektiviteten hos olika fiskvägar avseende icke-laxartade fiskar har summerats av Rivinoja (2015). Sammanfattningsvis kan såväl naturlika som tekniska fiskvägar (framförallt slitsrännor) fungera för ett stort antal arter, även för unga stadier av fisk. I sammanställningen finns fyra studier av naturlika fiskvägar samt tre studier av slitsrännor eller uppträsklingar.

Generellt kan, efter genomförd litteraturstudie, konstateras att antalet utvärderingar kring effektiviteten av just naturlika fiskvägar är få vilket också poängteras av EKOLIV (2017) samt Rivinoja (2015). Detta exemplifieras ytterligare av Havs- och vattenmyndighetens rapport "Naturlika fiskvägar" (rapport 2014:11). I rapporten anges att syftet är att den ska utgöra en utgångspunkt för hur utformningen av naturliknande fiskvägar ska utvecklas, när det är rätt och fel att använda naturlika fiskvägar, samt vilka förväntningar man kan ha på åtgärden. Rapporten utgör den idag främsta sammanfattningen av kunskapsläget avseende utvärdering av naturlika fiskvägar i Sverige.

I studien ingick 161 fiskvägar, varav 90 har kunnat funktionsbedömas med avseende på passageeffektivitet. Av dessa baseras 34 på visuell inspektion i fält då ingående data saknats för en analys av funktion. Den visuella inspektionen genomfördes i form av okulär besiktning utan särskilda mätinstrument. Saknade uppgifter så som fiskvägens höjd, längd eller vattenflöde kunde endas uppskattas grovt. Följaktligen har 44 % av fiskvägarna som ingått i studien inte kunnat funktionsbedömas på grund av bristande underlag. Därtill saknas en tillförlitlig inmätning av de visuellt inspekterade fiskvägarna. Slutsatserna som dras i rapport 2014:11 är därmed baserad på bristande underlag.

Det kan konstateras att de referensunderlag som idag finns tillgängligt i Sverige baseras på få studier kring uppföljningar av anlagda fiskvägar (Sweco Syntes KLIV). Detta motsvarar kunskapsläget globalt och kan exemplifieras av att det i Kanada endast finns utvärderingar av 9 % av deras 211 listade fiskvägar (Rivinoja 2015). Det har dock skett utveckling de senaste åren, som förvisso framförallt är inriktad på studier av lax och öring. Samtidigt är beteende och preferenser av lax och öring i relation till fiskvägar de mest studerade även sedan tidigare. Det finns med andra ord stor brist på utvärderingar som blickar högre än effekter som rör just lax och öring, vilket är en mycket liten del av ekosystemet, men en stor del av ett vattendrags monetära värde.

Bristen på data och information är troligtvis den största anledningen till de omständliga rättsprocesser som följer en tillståndsansökan för en fiskväg. Tillförlitliga utvärderingar är en nödvändighet för att kunna säkerställa en fiskvägs effektivitet och för att kunna göra nödvändiga justeringar. Utvärderingar som görs bör dessutom baseras på fakta och korrekt data, vilket bör erhållas genom undersökningar utförda med tillförlitliga metoder och instrument. Genom att ha en tillförlitlig utvärderingsmetod av samtliga fiskvägar som byggs kan utvecklingen av fiskvägar föras framåt.

För att finna fler studier får andra länders forskning och utveckling studeras. I t.ex. Tyskland (DWA 2014) tar man numera avstånd från att skilja på naturlika och tekniska fiskvägar, istället ges anläggningarna namn enligt dess utformning och funktion (t.ex. omlöp). Detta med anledning av att man vill framhäva att anordning, dimensionering och konstruktion är avgörande för fiskpassagens funktionalitet. Byggmaterialet och landskapsestetiska aspekter är av mindre betydelse.

Även andra länder indikerar en övergång från att skilja på olika typer av fiskvägar, till att fokusera på de krav som finns ur ett fiskvandringssperspektiv. Så länge dessa krav uppfylls är det mindre viktigt under vilken kategori den aktuella fiskvägar hamnar. Liksom vad som framkommit i rapport 2013:14 framhålls att ett erforderligt flöde och rätt placering av fiskvägens ingång är av helt avgörande betydelse för fiskvägens funktion. Vidare ska passerbarheten av en fiskväg inte enbart bestämmas ifrån konstruktionstypen, utan ifall passagen är lätt att hitta, samt motsvarar fiskens beteende, prestationsförmåga och kroppsmått (DWA 2014).

Ovanstående exemplifieras t.ex. av Robson m.fl. (2011), Bunt m.fl. (2016), Catopodis & Williams (2012). Det finns en efterfrågan på konkreta fakta och riktlinjer inte bara i Sverige utan även globalt (exempelvis Kyong m.fl. 2015, SEPA 2010, Katopodis m.fl. 2013). Som redovisat ovan existerar dock inte något sådant underlag i dagsläget och kanske även är omöjligt att ta fram på grund av unika, platsspecifika förhållanden samt de komplexa ekologiska funktioner som fiskvägen ska syfta till att upprätthålla. Ett första steg till att driva utvecklingen vidare är att både konkretisera föreliggande aspekter och identifiera andra aspekter, än vad som idag har identifierats (t.ex. rapport 2013:14), för att belysa fiskvägsfunktioner som ännu är outnyttjade med dagens konstruktioner och teknik.

4.1 FISKVÄGEN SOM HABITAT FÖR STRÖMLEVANDE FISK

Rapport 2013:14 poängterar att huvudsyftet vid anläggning av de flesta naturlika fiskvägar är att möjliggöra passage. En annan aspekt med naturlika fiskvägar är möjligheten till att skapa ytterligare habitat. Fiskvägen som habitat är en viktig aspekt, framförallt när stora delar av det naturliga habitatet har fragmenterats eller försvunnit på grund av uppdämningar, modifieringar eller torrläggning av naturfåror.

Fiskvägens potential som habitat har även studerats av bl.a. Pander m.fl. (2011). Studien visade att naturlika fiskvägar ofta har större variation än de vattendrag som fiskvägarna är belägna i, tillsammans med högre vattenhastighet, lägre vattendjup och en smalare fåra. Sammantaget bedöms därför naturlika fiskvägar i studien ha stor potential som uppväxtområde för mindre strömvattenlevande fiskarter. Faktiska utvärderingar av hur väl naturlika fiskvägar fungerar som habitat är dock få. I rapport 2013:14, redogörs för tre svenska exempel, samt två nordamerikanska exempel, där fiskvägen som habitat har undersökts. De svenska fiskvägarna utgörs av ett omlöp i Örebro, ett omlöp i Rolfsån och biokanalen Eldbäcken.

Omlöpet i Örebro har utvärderats genom ett elfiske vilket gav fångst av 9 arter. Detta är mer än vad som någonsin fångats vid elfiske i vattendrag i Närke vilket i detta fall anses tyda på god funktion. I vilket avseende funktionen är god är dock något oklart, då det inte finns information om huruvida fiskarna kan passera fiskvägen i sin helhet eller om fiskvägen framförallt fungerar som habitat, varpå fiskarna uppehåller sig i fiskvägen men inte passerar den.

I Rolfsån fångades bland annat nors, vilket har räknats som en stor framgång. Dock är det oklart om de endast passerar fiskvägen eller om de nyttjar fiskvägen även för lek. Avseende Eldbäcken har bottenfauna inventerats och utvärderats, en organismgrupp som sällan studerats i relation till svenska fiskvägar. Studien visade att mer komplexa strukturer i vattendraget hyser en rikare bottenfauna än strömsträckor med hög vattenhastighet och brist på strukturer. Eldsbäcken jämförs i utvärderingen med naturliga vattendrag. Jämförelser med andra naturliga fiskvägar av ett mer klassiskt utförande, med monoton vattendragsfåra och flöde, har ej gjorts.

Enstaka elfisketillfällen är svåra att använda som utvärderingsunderlag för fiskvägens habitatfunktion. Ytterligare studier krävs, bland annat i form av flera uppföljande elfisken under olika tidpunkter på året för att stödja tesen om fiskvägens funktion som habitat. Observationer av lek eller övervintring är ytterligare information som är av vikt vid utvärderingen. De uppgifter som framkommit från ovan nämnda studier ger dock en viss indikation att de tre fiskvägarna används som habitat och inte enbart som passage.

Relaterat till fiskvägen som habitat nämns (rapport 2013:14) att det i naturliga fiskvägar finns möjlighet att skapa varierade flöden. Just detta argument verkar dock ofta vara till nackdel för naturliga fiskvägars funktion vid låga flöden då de mer grundare designade delarna bidrar till att fiskvägen får sämre effektivitet och kräver en minsta vattenföring för att säkerställa fiskvägens effektivitet. I avsnittet om tekniska fiskvägar (rapport 2013:14) konstateras att bassängtrappor fungerar väl vid låga flöden. Det krävs med andra ord att lämplig vattenföring i fiskvägen noggrant utreds och att funktionen vid låga flöden säkerställs. Framförallt kan en dämmande konstruktion krävas i fiskvägens ursteg i dammen, i syfte att kontrollera flödet och möjliggöra god funktion även vid varierande regleringsamplitud.

En genomgång av ett antal domar från Mark- och miljödomstolen visar att representerade myndigheter och kammarkollegiet baserat på deras framförda yttranden generellt förespråkar att fiskvägar i huvudsak ska fungera som passager förbi ett hinder. Fiskvägarna benämns ofta som faunapassager. Motivet till att en naturlig passage ska anläggas har varit att samtliga arter i vattendraget företar vandringar i någon form, varpå en för dessa arter passerbar fiskväg skulle kunna innebära bland annat utökat genutbyte. Fiskvägar som habitat för olika arter har inte diskuterats i de domar som studerats.

I de studerade målen gör myndigheterna bedömningen att fiskvägens främsta funktion är att bereda passage förbi ett hinder, och att fiskvägen som habitat har en underordnad funktion. Anledningen till att naturliga fiskvägar (faunapassager) förordas är för att de anses kunna bereda passage för samtliga arter.

Vidare gör en varierande och artrik fiskfauna att anläggande av fiskväg, oavsett utformning, försvåras. Anläggande av en fiskväg som passar samtliga arter kan vara svårt och särskild uppmärksamhet måste ägnas varje specifik art (Rivinoja 2015). I rapport 2013:14 skriver man att passageeffektiviteten bör vara högre vid förekomst av långvandrande arter och när fisken behöver passera flera vandringshinder. Att låta naturlika fiskvägar ändå utgöra baskravet för alla anläggningar, även när enbart kortväga vandrande fiskarter förekommer som behöver ta sig förbi enstaka eller ett fåtal vandringshinder kan därför tyckas som en något inkonsekvent argumentation.

Motsvarande vägledningsdokument i Tyskland (DWA, 2014) har uppdaterats 2014, varför den äldre versionen citerats i rapport 2013:14. Den äldre versionen av DWA (2010) stödjer synsättet att fiskvägen kan kompensera för förlorat habitat. I den senaste versionen av DWA (2014) förtydligas att det främsta syftet med fiskpassager är att erbjuda en passerbar vandringskorridor som hittas av alla arter och detta syfte ska under inga omständigheter försämrats, exempelvis p.g.a. att korridoren ska uppfylla ytterligare funktioner eller fungera som kompensationshabitat.

4.2 NATURLIKA FISKVÄGAR UR EKOSYSTEMPERSPEKTIV

I rapport 2013:14 resoneras kring att anläggning av svämplan utmed en naturlig fiskväg kan tillskapa habitat för t.ex. strandflora och djur. Även bottenfauna diskuteras med avseende på kolonisering av naturlika fiskvägar. Betydelsen av fiskvägar för fiskfaunan får anses vara, trots ovanstående påståenden, relativt välkända. Åtminstone om dessa studier jämförs med studier på ekosystemnivå, där ett mer holistiskt synsätt appliceras.

Om utveckling av naturlika fiskvägar, och fiskvägar i allmänhet, ska ske bör det vara högst prioriterat att studera fiskvägens potential ur ett ekosystemperspektiv; ett perspektiv där hela vattendragets komplexitet uppmärksammas. Fiskvägar kan inte bara möjliggöra vandring för fler organismgrupper än fiskar; de kan också tillföra habitat som försvunnit till följd av reglering och exploatering av vattendrag. Fiskvägars betydelse för spridning och etablering av andra arter än fisk är dock relativt dåligt undersökt. Vid sökning efter vetenskaplig litteratur rörande bottenfauna samt flora i relation till fiskvägar hittas mycket få resultat. Nedan görs en sammanfattning av kunskapsläget idag.

Med avseende på bottenfauna kan sägas att de flesta arter, trots att många utför dagliga uppströmsrörelser, främst är stationära (Malmqvist 2002). Man antar dessutom att slumpmässig uppströmsspridning av vuxna individer är tillräcklig för att upprätthålla lokala populationer. Det finns studier som föreslår att en aktiv uppströmsvandring i spridningssyfte inte är nödvändigt förutom vid vissa undantagssituationer. Vidare antar man att det vuxna stadiet, i många fall en bevingad insekt, för de flesta arter möjliggör uppströmsspridning vilket anses kompensera för nedströmsförlusten som alltid äger rum genom spontan drift (Malmqvist 2002).

Avseende bottenfaunans uppströmsrörelse i vattendrag har Adam & Scheweners (1998) testat detta genom att lägga ett 5 meter långt rör på botten i ett vattendrag.

Studien visar att nästan alla organismer tillhörande bottenfaunan utför motströms riktade förflyttningar med undantag av fastsittande taxa. Författarna hävdar därför att det är nödvändigt att anpassa fiskpassager för bottenfaunans vandringsbehov och att fiskpassager utgör viktiga länkar mellan isolerade akvatiska habitat för genetiskt utbyte mellan metapopulationer. Dock undersöktes inte vilka syften de observerade vandringar kommer till godo, dvs om de förflyttningen är förutsättningar för arternas reproduktion.

Ytterligare fältexperiment har genomförts i Tyskland (Rawer-Jost m.fl. 1998). Studien märkte individer från släktet Gammaridae (små sötvattenskräftdjur) och undersökte deras förflyttning uppströms genom ett stryk/uppströms samt ett naturligt omlöp. De undersökte även artrikedomen och sammansättning uppströms samt nedströms fiskvägarna. Studien visade att antalet taxa inte skilde sig mellan lokaler upp- samt nedströms fiskvägarna. De märkta individerna använde fiskvägarna för uppströmsrörelse, där uppströmsrörelsen var mer passerbar än omlöpet. Rawer-Jost m.fl. (1998) resonerar kring att mer heterogena omlöp krävs för att de ska fungera för bottenfaunans uppströmsrörelse; det krävs mer lämpligt strandhabitat, lägre vattenhastighet och mer skyddade miljöer. Författarna belyser även betydelsen av vattenkraftverkets drift som en försvårande faktor, samt att uppströmsliggande vattenmagasin som fiskvägen mynnar i utgör en barriär för bottenfauna när de väl passerat fiskvägen.

Malmqvist (2012) resonerar vidare att lokala populationer troligtvis inte bildar metapopulationer (rumsligt åtskilda populationer av samma art), eftersom bottenfauna oftast har hög mobilitet och endast koloniserar små fläckar mellan några cm upp till 10 meter. Detta antagande stöds av studier som visar att den genetiska variationen mellan populationer var större inom ett och samma vattendrag jämfört med mellan olika vattendrag (Malmqvist 2002). Detta tyder på att spridningen inom ett vattendrag är mindre än spridningen mellan olika vattendrag, vilket kan indikera att fiskvägens betydelse för uppströmsspridningen bottenfauna är av underordnad roll.

Vidare finns utvärdering av Eldsbäcken, Dalarnas län, där en biokanal anlagts med varierande habitat. Studien (Gustafsson 2012) visade att bottenfauna framförallt koloniserade de mer heterogena partierna (pool- och svämplanshabitat) medan strömfåror med högre vattenhastighet hade lägre antal familjer.

Vattendrag koloniserar även olika snabbt av olika arter. Generellt är filtrerare och rovdjur snabba koloniserare, medan arter som är beroende av föda på plats (t.ex. skrapare och sönderdelare) är mer långsamma koloniserare. För bottenfauna kan även en landbaserad variation och komplexitet vara avgörande för vattendragets funktion som habitat. Nedfallande växtdelar och temperaturreglerande effekter från växtlighet i strandkanten kan utpekas som viktiga processer och strukturer. Detta påvisas av Gustafsson m.fl. (2013) som visade att Eldsbäcken efter två år hade koloniserats av 63 % av de familjer som fanns i de naturliga referensbäckarna. De familjer som saknades var långsamma koloniserare som är knutna till förekomst av strandvegetation, vilket saknades utmed Eldsbäcken under de första åren av biokanalens drift.

Genomgångna studier avseende bottenfauna indikerar att det inte är helt rimligt att generellt kräva passagemöjlighet för bottenfauna om inte åtgärderna i första hand syftar på restaurerande effekter. Det är dock fortfarande för lite känt i vilken omfattning uppströmsspridning sker och vilken betydelse för ekosystemets funktion den har. Med avseende på tidigare nämnda förflyttning under det vuxna stadiet kan dock behovet av vandring genom fiskvägar diskuteras. Dock bör inte tillförseln av lämpligt habitat för bottenfauna förbises, vilket är en särskilt viktig aspekt i landskap som präglas av påverkade vattendrag i form av uträkning och kanalisering, flottleder, vattenkraft m.m. Om det finns någon skillnad mellan kolonisation av tekniska fiskvägar med naturliknande bottensubstrat och naturlika fiskvägar har inte kunnat studeras inom ramen för denna rapport. Vidare bör flödet i en fiskväg anpassas till att efterlikna naturliga flöden. Detta har länge diskuterats avseende effekter på fiskvandring, men även bottenfauna och växtlighet i och utmed vattendrag är anpassade till de många fluktuationerna som sker i vattendrag på såväl års- som månads- och dagsbasis (Bunn & Arthington, 2002). Någon större hänsyn till dessa organismgrupper har dock, till författarnas kännedom, inte tagits hittills i den forskning som genomförts.

Sötvatten är en viktig miljö för 241 rödlistade arter och utnyttjas av 194 rödlistade arter (ArtDatabanken 2015). Bland de organismer i strandkanten som är anpassade till årliga översvämningar kan t.ex. hårklomossa (rödlistad som Nära Hotad och som ingick i ett åtgärdsprogram under åren 2004-2007), svämmossa (rödlistad som Sårbar) och strandgröppa (rödlistad som Sårbar) nämnas. Andra arter är t.ex. örslav (rödlistad som Sårbar), liten blekspik (rödlistad som Nära hotad), strandskinnlav (rödlistad som Starkt hotad), alpraktbagge (rödlistad som Sårbar), myskbock och stekelbock som är beroende av ved, levande som död, utmed vattendrag där miljön är fuktig och ljus. I den senaste rödlistan (ArtDatabanken 2015) diskuteras att ryggradslösa djur i sötvatten och marina miljöer är dåligt undersökta och ofta hamnar i kategorin Kunskapsbrist (DD). ArtDatabanken bedömer behovet av utökad uppföljning av akvatiska evertebrater som mycket stort på en nationell nivå.

Andra hotade djurarter som kan dra nytta av en naturlig fiskväg är bl.a. flodpärlmussla, flodkräfta och flodnejonöga. Potentialen för fiskvägar med en naturlig strandzon där flödet kan anpassas till en naturlig flödesregim tycks ur en ekologisk synvinkel vara hög, med avseende på ekologisk restaurering av hela ekosystemet kopplat till vattendraget.

Att det ska vara ett viktigt incitament att ta hänsyn till groddjur och däggdjur och deras behov av att kunna passera ett hinder i ett vattendrag för att kunna fullfölja sin livscykel torde i de flesta fall ha en underordnad roll. Det kan dock inte uteslutas att det i vissa fall är av större betydelse att anpassa fiskvägen även för dessa djurgruppers behov, framförallt med avseende på lämpligt lekhabitat för groddjur. Det är just därför det studerade underlaget (rapport 2013:14) utgör en generell rekommendation och att de platsspecifika förutsättningarna måste tas i beaktande vid anläggande av fiskvägar.

4.3 SAMHÄLLSPERSPEKTIVET

Ur ett samhällsperspektiv krävs oftast att den planerade verksamheten, eller dess effekter, ges ett värde för att kunna göra avväganden mellan ekologisk nytta och kostnader. En fiskväg är kopplad till kostnader, men kan också tillräknas inkomster om fiskvägen leder till ett mer välfungerande ekosystem och friska, stora populationer av fisk. Fisk kan användas som måttstock för fiskvägar då det finns möjlighet att ge fisk, eller fisket, ett monetärt värde. Ur ett samhällsperspektiv kan annars ytterligare faktorer spela in vad avser fiskvägar, så som estetik, tillgång till naturmiljö, synintryck och landskapsbild samt tillskapning av lämplig fiskeplats för icke kommersiellt viktiga arter. Dessa mervärden är ofta svåra att värdera, men är ändå viktiga.

Värdet av att exempelvis bevara ett fiskebestånd kan i ett samhällsperspektiv delas in i två delar: existensvärden och användarvärden. Existensvärden handlar om att individer i samhället uppskattar värdet av att bevara ett bestånd utan att de själv har intresse av att någonsin fiska eller besöka det aktuella området kring älven. Användarvärden handlar å andra sidan om individers vilja att betala för att uppleva- eller fiska i älven.

För att kunna undersöka samhällets betalningsvilja för existens och användarvärde finns det flera metoder att tillgå – vilka idag används flitigt vid beslutsfattande på nationell och regional nivå i samband med så kallade samhällsekonomiska konsekvensanalyser. En av dessa metoder är preferensstudier eller så kallade contingent valuation method (CV-metod) där man genom enkätundersökningar frågar efter människors vilja att betala en viss summa för att till exempel bevara en art eller uppnå ett mål. En annan värderingsmetod går ut på att undersöka människors faktiska beteende på en marknad. I fall av åtgärder för att bevara fiskbeståndet kan exempel på den sistnämnda metoden handla om att undersöka hur mycket människor betalar för att kunna fiska vildfångad fisk i älven. Detta inkluderar exempelvis även kostnaden för att resa till det aktuella området, övernattnings, mat, utrustning, guidning, fiskecertifikat och liknade.

Denna form av turistverksamhet har visat sig generera en omsättning och således bidra till samhällsnytta. Baserat på både ovanstående metoder genomfördes en ekonomisk värderingsstudie av rekreativfiske i nordnorrland där den totala årliga omsättningen av rekreativfiske i Sverige beräknades till dryga 5 miljarder kronor. Betalningsviljan för fisket i en given älv är såklart platsspecifik, men exemplet ger ändå en inblick i storleksordningen på värdena som ett stabilt fiskbestånd kan generera.

Effekten av åtgärder är också platsspecifikt vilket gör att det för varje enskilt vattendrag behövs utredas vilken åtgärd som kan ge bäst effekt, mest nytta och till rätt pris. Fiskvägar kan självklart antas spela en stor roll i det värde som rekreativfiske har. Vilken påverkan just naturlika fiskvägar har ur denna synpunkt är dåligt utrett. Värdet med en fiskväg ur en monetär synvinkel kan självklart variera beroende på egenskaperna hos de uppströms belägna sträckorna som tillgängliggörs genom en fiskväg. Det finns enstaka anlagda sportfiskesträckor, vilka också skulle kunna tjäna som fiskvägar eller habitatkompensation. Storskaliga exempel finns i Nordamerika med t.ex. Weaver

creek, en tre kilometer lång lekkanal för framförallt laxfiskar. Ett av syftena med åtgärden var att bidra till fiskreproduktion för att upprätthålla det kommersiella fisket, men även i utbildningssyfte och bevarande av arter.

5 Tekniska aspekter

Sweco kan konstatera att det i vattenmål finns risk för avgörande beslut till val av fiskvägslösningar innan mer djuplodande undersökningar har gjorts. Detta kan leda till missvisande bedömningar då hänsyn inte har tagits till geotekniska, byggnadstekniska och säkerhetsmässiga aspekter.

Omfattande utredningar är ofta nödvändiga kring frågor som rör bl.a. dammsäkerhet, erosion och skredrisker, teknisk beskrivning/utformning, samt fiskens vandringsbehov. Grundliga undersökningar redan i ett tidigt skede kan spara pengar och tid i ett senare skede, då försvårande omständigheter kan upptäckas tidigt i projektet. Likaså är det möjligt att tidigt avgöra vilken utformning av fiskvägen som är mest lämplig på platsen. Här saknas det riktlinjer idag, trots den vägledning som finns i rapport 2013:14.

Ett antal genomgångna domar visar att sådana försvårande omständigheter vid anläggande av fiskvägar som nämns i rapport 2013:14, bl.a. vattennivåvariationer, hydraulik, bottenpografi m.m. får lite eller ingen uppmärksamhet i rättsprocesserna. Bland annat står i rapport 2013:14 att "Likaså kan en teknisk fiskväg vara det enda möjliga alternativet om det är branta stränder eller kulturmiljöer som hindrar anläggandet av en naturlig fiskväg"/.../"Val av plats för fiskvägen bestäms naturligtvis utifrån vilka arter den anpassas för, men också utgående från bottenpografi, hydraulik, vattennivåvariationer, geologi, åtkomlighet för underhåll och översvämningsrisk."

Naturlika fiskvägar är platskrävande, vilket kan innebära problem vad avser t.ex. geologi och fasthetsgränser. Stor hänsyn måste tas till de platsspecifika förutsättningarna. Som en följd av fiskvägens utrymmeskrav är det ofta svårt att lokalisera fiskvägens ingång tillräckligt nära det huvudsakliga flödet vid turbinutloppet från kraftverket (Larinier 2001), vilket i de flesta fall är det hinder som ska passeras. Korrekt placering av fiskvägens ingång anses vara en av de viktigaste parametrarna, om inte den viktigaste, som avgör fiskvägens funktion och effektivitet. Utöver lämplig vattenhastighet, vilken styrs av fiskens fysiska förutsättningar, är det av stor vikt att även förstå fiskens beteende för att kunna anlägga en funktionell fiskväg. Ett av de mest kända problemen med fiskvägar är att dess ingång inte kan lokaliseras och att fisk därför simmar till turbinutloppet, där den inte kommer vidare. Omfattande studier har gjorts på ämnet, för fördjupning i ämnet rekommenderas rapport 2013:14.

Förförallt annat saknas ett helhetsperspektiv med hänsyn till övriga intressen utöver fiskvandring. Utifrån Swecos erfarenhet finns det ett antal tekniska aspekter som trots detta inte ingår i de utredningar som föranleds anläggandet av en naturlig fiskväg. I Sverige görs generellt antagandet att naturlika fiskvägar är en konstruktion som på grund av sin naturliga karaktär inte kräver underhåll, vilket bidrar till missbedömningar i fråga om underhållsansvar och kostnader för detta.

Kostnadsuppskattning för anläggning av fiskväg är en oftast en undermåligt belyst aspekt i många vattenmål där myndigheter i vissa fall använder sig av en enkel schablonmetod där naturlika fiskvägar ofta framhålls som kostnadseffektiva

lösningar. I enskilda fall kan de uppskattade kostnaderna dock skilja sig markant från de verkliga kostnader som uppstår. Som ett exempel kan nämnas Hedefors fiskväg där motparten angav 10 miljoner kronor som en antagen kostnad för fiskväg, nytt fingaller samt strandskoning och erosionsskydd. Denna kostnadsuppskattningen inkluderar ej kostnader i anläggningsskedet för t.ex. fångdamm i syfte att kunna arbeta i torrhet, vilket är en absolut förutsättning vid den typen av arbete. Den slutgiltiga kostnaden uppgick till 43 Mkr för fiskväg, fingaller, projektering, projektledning och produktionsbortfall, med andra ord en avsevärd skillnad mot den av motparten uppskattat kostnaden.

Hedefors fiskväg belyser hur naturlika fiskvägar, som ofta framhålls som kostnadseffektiva lösningar, kan bli kostsamma beroende på de platspecifika förutsättningarna. Hedefors fiskväg är belägen vid en skredkänslig plats utmed Sävån, vilket bland annat medförde att fiskvägen överdimensionerades i syfte att minska skredrisken vid höglöden. Att korrekt kunna kostnadsuppskatta byggnationen av en fiskväg är en mycket viktig del av underlaget för att ge en rättvis bild av kostnaden jämfört med nyttan.

Från de vattenmål där Sweco varit involverade, konstateras att vid projektering av fiskvägar att det ofta saknats höjddata i underlaget. Generellt används handritade strukturer utan att höjder har mätts in med adekvat utrustning. Detta skapar stora problem längre fram, bland annat då det är omöjligt att veta vad som finns under markytan utan att erforderliga undersökningar har gjorts. När höjddata saknas är det även omöjligt att korrekt beräkna mängden schakt som krävs, och utan vidare underlag går det ej heller att avgöra om det är jordschakt eller bergschakt. Kostnaden för jord- och bergschakt varierar starkt och bör tas med i en kostnadsnyttakalkyl.

En idag mycket vanlig föreslagen konstruktion för naturlika fiskvägar är inlöp. Avseende inlöp finns det dock väldigt stora risker kopplade till anläggningens driftsäkerhet om inte tillräckliga undersökningar görs i projekteringsstadiet. Inlöp kräver generellt en befintlig öppning genom dammkroppen, t.ex. ett gammalt utskov. Finns ingen befintlig öppning finns det viktiga dammaspekter att tänka på då fiskvägen måste gå igenom dammkroppen. Den främsta risken som kan identifieras är då bland annat läckage som kan orsaka problem för dammstabiliteten, med ett potentiellt dammbrott som konsekvens. Vidare konstateras att naturlika fiskvägar ofta kräver en teknisk lösning vid fiskvägens ursteg som garanterar en fastställd lägsta vattenföring som i sin tur säkerställer fiskvägens funktion.

Ytterligare risker med inlöp som sällan diskuteras är förekomst av förorenade sediment i dammen. Många kraftanläggningar är idag belägna på platser där verksamheter har bedrivits under lång tid under industrialiseringen. Många vattendrag blev utsatta för stora mängder föroreningar, vilka till stor del finns kvar i sedimenten i dammarna. Detta är självklart ett problem för varje enskilt vattendrag på den specifika platsen i dammen. Det blir dock ett mycket större problem för hela ekosystem när dessa sediment vidrörs och tillåts syresättas och forslas nedströms i vattendraget. Vid anläggande av inlöp är det mycket sannolikt att sedimenten i dammen kommer att påverkas. En väl uttänkt metod för hantering av förorenade sediment är ett måste, samt att kostnaden för hantering

och deponering av eventuellt förorenade massor bör ingå i kostnads kalkylen för fiskvägen.

För att överhuvudtaget kunna anlägga ett inlöp krävs dessutom att det går att arbeta i torrhet. För att kunna åstadkomma detta måste vattenmagasinet i dammen kunna avsänkas, vilket inskränker en sådan åtgärd till endast mindre dammar. Avsänkning av vattenmagasinet påverkar dessutom i hög grad vattendragets och dammens ekologi. Alternativt måste stora konstruktioner uppföras – fångdammar - som kan undanhålla vattnet från arbetsplatsen. Förutom att fångdammar innebär att strukturer uppförs i dammens sediment, vilket i sig är en risk, innebär även fångdammar mycket stora kostnader. Enligt Swecos erfarenhet underskattas ofta dessa kostnader, alternativt ingår inte alls i den kostnadsberäkning som utgör underlag för en skälighetsavvägning enligt miljöbalken.

Vidare saknas i vattenmål ofta undersökningar av bottens beskaffenhet i dammen. Med en okänd botten är det omöjligt att avgöra om det ens är möjligt att slå ned spont och få denna tät. Detta gäller såväl för fångdammar som för inlöp. Brist på kunskap rörande såväl geologi som dammsäkerhet kan medföra stora risker rörande dammens täthet, såväl i anläggningskedet som i driftskedet, samt avseende personsäkerhet.

Sammanfattningsvis kan sägas att det finns många biologiska, men framförallt också tekniska aspekter som historiskt sett har fått för lite uppmärksamhet men som bör ingå i ett uttalande om vilken typ av fiskväg som motsvarar den bästa möjliga tekniken för varje unik lokal.

6 Slutsatser

Det finns få studier av naturlika fiskvägar som är tillräckligt omfattande för att greppa den komplexitet som kännetecknar ett vattendrag och dess strukturer. Med anledning därav är det i dagsläget svårt att vidareutveckla naturlika fiskvägar med förankring i forskning; snarast kan utvecklingen resoneras kring kunskap om kända hotade biotoper och arter knutna till vattendrag. Föreliggande rapport kan konstatera att det inte är konstruktionen som sådan (naturlik eller teknisk) utan snarare dess tekniska utformning (lutning, ingångens placering m.m.) som kan möjliggöra en vandringspassage för fisk. Det finns inga tydliga forskningsresultat som menar att naturlika fiskvägar är avsevärt bättre avseende fiskpassage än en väl utformad teknisk fiskväg, företrädesvis slitsrännor. Det finns dock en risk att tillskriva naturlika fiskvägar en generell betydelse ur ett ekosystemperspektiv, vilket är det perspektiv som ofta appliceras på naturlika fiskvägar.

Naturlika fiskvägar har länge konstruerats som just naturlika kanaler, med vad som kan anses vara naturliga strukturer som sten, grus och ett, sett ur en sektion, något varierande flöde. Det kan konstateras att dessa fiskvägar snarast är att likna passagekorridorer som förvisso bereder passage för de flesta fiskarter och livsstadier i och med att de normalt anläggs med låg lutning och utan hinder som kräver att fisken hoppar. De saknar dock ofta den betydelse för övrig flora och fauna som fiskvägarna tillskrivs när de benämns faunapassager eller biokanaler utan att hänsyn har tagits till dessa organismgrupper i projekteringsstadiet. De traditionella naturlika fiskvägarna saknar helt enkelt den komplexitet och variation som flora och fauna har utvecklats i samklang med och därmed är beroende av.

Framtida forskning bör lyfta blicken från ett fiskperspektiv och studera de mer landskapsekologiska effekter som är kopplade till vandringshinder, men också de landskapsekologiska effekter som uppstår efter konstruktion av en fiskväg. Om naturlika fiskvägar ska kunna konstrueras som en del av restaureringsåtgärder bör också forskning kring mer komplexa naturlika fiskvägar - biokanaler - genomföras.

Naturlika fiskvägar har stor potential att i större grad fungera som en del av restaurering av vattendrag. För att uppnå detta kan vissa kriterier som tycks vara viktiga identifieras. Dels bör fiskvägarna innehålla större variation än vad som hittills har varit praxis. Fiskvägen bör anläggas med pooler och svämplan, då det finns indikationer på att dessa områden är av större vikt för såväl bottenfauna som olika landlevande organismer. Flödet bör, liksom rådande rekommendationer, varieras över året. Dock bör fiskvägen utformas med ett fungerande svämplan som tillåts att översvämmas vid högflöden. Svämplan som står i kontakt med vattendraget och årligen översvämmas har stor potential för biologisk mångfald och utgör en viktig miljö för många hotade och rödlistade arter.

Då det inte kan bevisas att naturlika fiskvägar har en avsevärt högre passageeffektivitet för alla fiskarter än tekniska fiskvägar, framförallt slitsrännor, bör syftet med fiskvägen och de platsspecifika förutsättningarna helt styra valet av fiskväg oavsett vilka fiskarter som åtgärden riktas mot. Nedan presenteras en lista som kan fungera som vägledning i valet om lämplig fiskväg. Genom att studera

fler parametrar än behovet av fiskvandring på platsen i ett tidigt skede kan tillståndprocessen förhoppningsvis förenklas och effektiviseras.

6.1 CHECKLISTA

Ett mål med föreliggande rapport var att sammanställa en checklista för såväl verksamhetsutövare, myndigheter, organisationer och domstolar inför anläggande av en fiskväg. Möjligheten att ta fram en relevant checklista som kan komplettera dagens underlag har kontinuerligt utvärderats under projektets gång. Slutligen har rapporten mynnat ut i en lista som beaktar viktiga aspekter vid bedömning av fiskvägsfunktion och syfte, men som delvis kan nyttjas vid värdering av kostnadsnyttan i relation till ekologiska vinster.

Det föreligger alltid en risk att ta fram en lista med väl definierade avgränsningar, mål eller krav. Risken ligger bland annat i att listan kan tolkas snävt eller att listans syfte misstolkas. Därför har denna lista formulerats som ett antal frågor som bör ställas vid anläggning av en fiskväg. Listan riktar sig även till verksamhetsutövare som önskar vägledning i processen kring vattenmål.

Checklistan gör inte anspråk på att utgöra en fullkomlig referenslista utan ger förslag på undersökningar som bör göras eller tas ställning till. Listan baseras dels på genomgången referenslitteratur, och dels på mångårig erfarenhet av vattenmål rörande anläggning av fiskvägar samt mångårig erfarenhet av dammsäkerhetstekniska aspekter.

1. Historisk utredning

Har de historiska förhållandena varit sådana att hindret enbart kunnat passeras av starksimmande arter/individer? Om detta inte kan fastställas: finns det någon risk med att möjliggöra vandring och etablering av arter som tidigare inte förekommit i vattensystemet?

Idag ställs ofta krav på fiskväg i många tillståndsprövningar, ofta med hänvisning till historiska uppgifter om vandrande fiskpopulationer. Inför beslut om byggnation av fiskväg (och även vid val av konstruktion) är det således av vikt att klarlägga historiskt eller numera förekommande naturliga målarter i systemet. Det är också viktigt att undersöka i vilken grad hinder historiskt sett har varit passerbara för olika fiskarter och det är knappast skäligen att anlägga fiskvägar där det tidigare har varit ett naturligt vandringshinder.

Exempel på risker att studera: risk för spridning av sjukdomar, t.ex. kräftpest eller invasiva arter, risk för ekologiska fällor, risk att strömstationära arter uppströms påverkas negativt.

2. Är det primära syftet att skapa god passerbarhet eller att återskapa/tillskapa strömvattenhabitat?

Anläggning av en naturlig fiskväg kan var lämplig om följande kriterier är uppfyllda:

Om den historiska utredningen visar att alla nu förekommande arter nedströms hindret tidigare kunnat vandra uppströms, dvs att fallet inte tidigare utgjort ett naturligt hinder för svagsimmande arter. Många gånger ger dock en historisk utredning inte ett tydligt svar på hur framkomligheten har varit innan vattendraget byggdes ut. Ibland är det dessutom svårt att veta vilka arter som förekommer naturligt eller vilka som har planterats ut.

Om det primära syftet med anläggning av fiskväg är att tillskapa habitat i kompensatoriskt syfte.

Om det primära syftet är att möjliggöra uppströmsvandring bör fokus vid val av fiskväg ligga på att en god anlockning och god funktion även vid varierande flöden kan säkerställas.

3. Tekniska aspekter att beakta

Följande krävs för en god anlockning::

- a) Ingången ska ligga i anslutning till det huvudsakliga flödet
- b) Ingången ska ligga nära vandringshindret

Följande krävs för en fungerande fiskpassage:

- a) Fiskvägen ska fungera vid varierande nivåer på upp- och nedströmsvattenyta
- b) Fiskvägen ska ha ett tillräckligt vattendjup

Exempel på avgörande faktorer: förekommande fiskarter, fiskarters behov av vandring (långväga/kortväga), vattennivåvariationer, reglering av vattendraget, risk för extremflöden på grund av klimatförändringar. Finns hinder i form av byggnader, vägar etc. eller berg?

- a) Är det möjligt att schakta ur tillräckliga volymer för behov av släntlutning om minst 1:2?
- b) Finns det dammsäkerhetstekniska skäl till att det är olämpligt med en naturlig fiskväg nära en damm (tex risker för förhöjt grundvattentryck i dammfoten mm)
- c) Finns det tillräckligt med utrymme för att få plats med en naturliknande fiskväg? Notera att krökarna inte kan göras för branta pga. erosionsrisker.
- d) Vilka geotekniska förutsättningar finns? Förekommer t.ex. berg under markytan, finns det risker för stabilitetsproblem.
- e) Beakta dimensioneringen av fiskvägen till följd av flöden och släntlutning. Notera att en felaktig placering inte kan kompenseras med ett högt flöde.
- f) Hur stora blir schaktvolymerna? Volymerna ska beräknas utifrån fiskvägens optimala placering, marktopografi, fiskvägens släntlutning och dimensionering utifrån flödet och omkringliggande jordarter.

- g)** Vilka åtgärder krävs med avseende på släntstabilitet och erosionsrisker?
- h)** Har riskbedömning eller provtagning av föroreningar av mark genomförts?
- i)** Går det att återanvända schaktade massor för uppbyggnad av den naturlika fiskvägen (massbalans)? Finns det avsättning för överskottsmassor eller måste dessa t.ex. mellanlagras eller deponeras? Vilka tillstånd krävs?
- j)** Krävs tillskott av massor, och varifrån kan dessa hämtas?
- k)** Kan fiskvägen placeras utanför dammen, eller måste den gå igenom dämmande konstruktioner?
- l)** Vid spontdammar – är det stålspont eller träspont i dammen och vilket skick är dessa i?
- m)** Vilka åtgärder avseende dammsäkerhet måste beaktas då man går igenom dämmande konstruktioner?
- n)** Är det möjligt att utnyttja utskov för att ansluta en fiskväg till utan att äventyra utskovskapaciteten? Kommer fiskvägen att begränsa avbördningsförmågan, och är det möjligt att bygga alternativa avbördningsvägar?

7 Tack

Författarna vill uttrycka sitt tack till följande personer, utan inbördes ordning; Martin Stenqvist och Dag Cederborg för idéer och tankar, Johan Nilsson och Hans Ericsson rörande byggnadstekniska aspekter, Dan Evander för sin kunskap om bottenfauna, Marika Karras inom samhällsperspektivet och ekosystemtjänster, samt Peter Rivinoja för granskning och stöd.

8 Referenser

- Adam, B. & Scheweners, U., 1998. Fischaufstiegsanlagen als Wanderhilfe für aquatische Wirbellose. *Natur und Landschaft*, Heft 6, pp. 251- 255.
- Armstrong, G.S., Aprahamian, m. W., Fewings, G. A., Gough, P. J., Reader, N. A. & Varallo, P. V. (2010). Environment Agency Fish Pass manual: Guidance notes on the legislation, selection and approval of fish passes in England and Wales. Environment agency, Bristol.
- ArtDatabanken, 2015. Rödlistade arter i Sverige 2015. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- BAFU. 2012. Wiederherstellung der Fischauf- und abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best Practice. Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesamt für Umwelt.
- Bunt , C.M, Castro-Santos, T., Haro, A. (2016). Reinforcement and validation of the analyses and conclusions related to fishway evaluation data from Bunt et al.. `Performance of fish passage structures at uppstream barriers to migration`. *River Res. Applic.* 32: 2125-2137.
- Bunn, S.E. & Arthington, A. H. (2002). Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, 4, pp. 492-507.
- Čada, G. F. 1998. Efforts to reduce the impacts of hydroelectric power production on reservoir fisheries in the United States. *International Review of Hydrobiology*, 83, pp. 43-50.
- Calles, O., Gustafsson, S., Österling, M., 2012. Naturlika fiskvägar i dag och i morgon
- Catopodis & Williams 2012. The development of fish passage research in a historical context. *Ecological engineering*, 48, 2012, pp. 8-18.
- DWA. 2014. Merkblatt DWA- M 509. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke- Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasser und Abfall e.V.
- Degerman, E. (2008). Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket.
- Ferguson, J.W., Sandford, B.P., Reagan, R. E., Gilbreath, L. G., Meyer, E. B., Ledgerwood, R.D. & Adams, N.S. 2007. Bypass system modification at Bonneville Dam on the Columbia River improved the surviaval of juvenile salmon. *Transactions for the American Fisheries Society*, 136, pp. 1487-1510.
- EKOLIV 2017. Ekologiska och ekonomiska strategier för optimering av vattenkraftsrelaterade miljöåtgärder, EKOLIV. Leonard Sandin, Erik Degerman, Jakob Bergengren, Ing-Marie Gren, Peter Carlson, Serena Donadi, Mikael Andersson, Stina Drakare, Emma Göthe, Richard K. Johnson, Maria Kahlert, Joel

- Segersten, Brendan McKie, David Spjut, Wondmagegn Tafesse Tirkaso, Carl Tamario, Cristina Trigal, Eddie von Wachenfeldt. Energiforsk rapport 2017:4150.
- Gustafsson, S., Österling, M., Skurdal, J., Schneider, L.D., Calles, O., 2013. Macroinvertebrate colonization av a nature-like fishway: The effects of adding habitat heterogeneity. *Ecological Engineering* 61 (2013), 345-353.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2013. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Rapport 2013:14.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2014. Naturliknande fiskvägar i södra Sverige. Rapport 2014:11.
- Katopodis, C. 2005. Developing a toolkit for fish passage, ecological flow management and fish habitat works. *Journal of Hydraulic Research*, 43, pp. 451-467.
- Katopodis, C., Kells, J.A., Acharya, M., 2013. Nature-like and conventional fishways: Alternative concepts? *Canadian Water Resources Journal*.
- Jansson, R. 2008. Bedömning av ekologisk potential I utbyggda vatten I Norrland. Universitet Umeå.
- Kyong, O.B., Young, H.K., Young, D.K., 2015. Attraction efficiency in nature-like fishways according to weir operation and bed change in Nakdong River, Korea. *Ecological engineering*, 84, pp. 569-578.
- Larinier, M., 2001. Environmental issues, dams and fish migration. FAO Fisheries technical paper 419.
- Malmqvist, B. 2002. Aquatic invertebrates in riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 47, pp. 679-694.
- Mark- och miljööverdomstolen, MÖD 2014:15. Lagligförklaring samt tillstånd enligt miljöbalken till vattenverksamhet.
- Noonan, M.J., Grant, J.W.A., Jackson, C. D. (2012). A quantitative assessment of fish passage efficiency. *Fish and fisheries*, 13, 450-464.
- Pander, J., Mueller, M., Geist, J., 2011. Ecological functions of fish bypass channels in streams: migration corridor and habitat for rheophilic species.
- Rawer-Jost, C., Kappus, B., Jansen, W., Rahmann, H., 1998. Upstream movements of benthic macroinvertebrates in two different types of fishways in southwestern Germany. *Hydrobiologia*, January 1998, Volume 39, Issue 1-3, pp 47-61.
- Rivinoja, P., 2015. Effekter av faunapassager. En sammanställning med fokus på fiskvägar i Norden. Sweco.
- Robson, A., I.G. Cowx & J.P. Harvey, 2011. Impact of run-of-river hydro-schemes upon fish populations. Phase 1 Literature review. Sniffer (Scotland & Northern Ireland Forum for Environmental Research), 71 s.

Rönnerberg, A., Aronsson, A., Rivinoja, P., Nordling, T., 2017. Syntes av Kraft och liv i vatten, KLIV. Omvärldsanalys, resultat och framtida utvecklingsområden. Energiforsk rapport 2017:452.

Schilt, C.R. 2007. Developing fish passage and protection at hydropower dams. Applied Animal Behaviour Science, 104, 295-325.

Svea hovrätt, mål nr 7200-10. Överklagat avgörande i målet om Hedefors fiskväg.

Svensson, T. 2015. Bästa tillgängliga teknik (BAT)- Hur har BAT förändrats i och med industriutsläppsdirektivet? Examensarbete, Juridiska fakulteten Lunds Universitet.

Sweco, 2016a. Utredning av flöde i fiskvägar.

Sweco, 2016b. Granskning av HaV rapport 2014:11.

Carlsson, A., 2016. Småskalig vattenkraft, motion 2016/17:2625.

NATURLIKA FISKVÄGAR

Antalet fiskvägar ökar i Sverige, liksom kraven på att de ska vara funktionella och effektiva. Naturlika fiskvägar, det vill säga fiskvägar som efterliknar naturliga vattendrag, anses generellt vara den bästa lösningen.

Trots det har det saknats utvärderingar och därmed brist på vägledande underlag som kan användas när naturlika fiskvägar ska skapas.

Här redovisas en litteraturstudie som undersöker anledningen till att naturlika fiskvägar bedöms vara den bästa möjliga tekniken. Rapporten redovisar också en bredare betydelse av naturlika fiskvägar än möjligheten att bereda fiskpassage. Arbetet har mynnat ut i en checklista som ska fungera som ett rådgörande underlag för kraftverksägare inför att en fiskväg ska anläggas. Listan kan också nyttjas när kostnadsnyttan värderas i relation till ekologiska vinster. Rapporten vänder sig till verksamhetsutövare, myndigheter, organisationer och domstolar.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se