Länsstyrelserna

Blekinge och Kronobergs län



Bilaga 1 – Beskrivning av åtgärder för förbättring av den ekologiska statusen

Innehållsförteckning

Inledning **3**

Åtgärder för förbättrad konnektivitet **4**

Uppströmspassage 4

Omlöp 5
Inlöp 6
Ålyngelledare 6
Teknisk fiskpassage 6

Nedströmspassage 8

Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim **10**

Mjuk reglering/ingen korttidsreglering 10
Minimitappning 10

Restaurering och biotopvård **12**

Sjötröskel 12
Åtgärder för förbättrat morfologiskt tillstånd 13

Inledning

Länsstyrelsens behovsbedömning i analysdokumentet beskriver vilken funktion som behöver uppnås, till exempel ”möjliggöra passage för stark- och svagsimmande arter”. Det är verksamhetsutövarens ansvar att utreda vilken metod som är lämpligast vid den egna verksamheten för att uppnå den aktuella funktionen och uppfylla kravet på bästa möjliga teknik.

Denna bilaga är tänkt att fungera som ett stöd till intresserade verksamhetsutövare och andra intresserade som vill lära sig mer om olika åtgärder för att förbättra vattenmiljön och uppnå miljökvalitetsnormerna.

Åtgärder för förbättrad konnektivitet

Även om fiskvägars bästa möjliga teknik anses utgöra rekommendationer har det bedömts empiriskt efter faktiska förhållanden, och ger därför stabila råd som bidrar till högre passageeffektivitet i fiskvägar. De källor som används är bland annat Havs- och vattenmyndighetens (HaV) vägledning om utformning av passagelösningar[1] samt de primära källor som redogörs för i HaV:s vägledning. Dessa utgörs av Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14[2] (som togs fram som underlag inför tidigare nämnd rapport), DVWK/FAO[3] (FAO är en av Förenta nationerna översatt version av DVWK) samt DWA[4] (som saknar översättning i dagsläget). De två sistnämnda källorna är internationellt använda vägledningar som också hänvisas till av HaV, och innefattar även verktyg för matematisk modellering av flöden med mera i fiskvägar.

Uppströmspassage

För passagelösningar för uppströmspassage finns det olika varianter som fungerar olika bra beroende på arterna som kan förväntas behöva vandra förbi vandringshindret. Grovt delas dessa in i två kategorier: tekniska fiskpassage och naturlika fiskpassager. Dessa båda olika kategorier har sedan flera olika varianter, men i dagsläget anses framför allt tre olika varianter av dessa vara huvudsakliga alternativen.

Generella riktlinjer för alla fiskvägar är bland annat att fiskvägens mynning ska vara så nära huvudutflödet som möjligt, eftersom fisk i regel söker sig längs med huvudflödet fram till vandringshindret innan de letar efter en väg förbi i närheten. Anlägga fiskvägens mynning längre bort än ett tiotal meter från huvudflödet och vandringshindret innebär därför oftast en väsentligt sämre anlockningseffekt. För att i ett sådant läge få till en bra lösning behövs då ett betydligt högre flöde. Utflödet från fiskvägen ska mynna parallellt med huvudflödet (oftast från turbin) för att lockningseffekten från fiskvägen inte ska drunkna i huvudflödet. Ju längre lockvattenströmmen från fiskvägen når ut i huvudströmmen, desto större anlockning. För lockvatten har studier visat att åtminstone 6–23% av totalflödet behövs för att nå tillräcklig passageeffektivitet, där högre procentsatser gäller för mindre vattendrag medan den lägre procentsatsen gäller större vattendrag.

[1] Havs- och vattenmyndigheten, 2020. *Vägledning för fisk- och faunapassager*. Tillgänglig: Vägledning för fisk- och faunapassager - Arbete i vatten och energiproduktion - Havs- och vattenmyndigheten (havochvatten.se) [2022-09-19]
[2] Calles, O., Degerman, E., Wickström, H., Christiansson, J., Gustafsson, S., Näslund, I., 2013. *Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar.* Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14.
[3] DVWK/FAO, 2002. *Fish passes – Design, Dimensions and Monitoring.* ISBN: DVWK ISBN 3-89554-027-7/FAO ISBN 92-5-104894-0
[4] DWA, 2014. *Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.* Merkblatt DWA-M 509.

Värt att notera är att för alla rekommendationer är det minsta möjliga som satt gränser. Avsteg från någon av dessa rekommendationer betyder därför att det måste kompenseras på ett vis så att passageeffektiviteten inte minskar trots avstegen.

Omlöp

Den i särklass vanligaste naturliga fiskpassagen är så kallade omlöp. Dessa konstrueras för att efterlikna ett naturligt vattendrag i form av en blockrik, strömmande bäck. Även dessa kan konstrueras efter målarter, och fungerar till skillnad från den tekniska lösningen även för ålyngel beroende på konstruktionen. Generellt ska omlöpet vara låglutande (under 2% lutning) för att undvika höga vattenhastigheter. Detta är framför allt när svagsimmande arter också ska kunna passera passagen. Bottenbredden i omlöp ska inte understiga 0,8 m, och sidoslänterna bör inte understiga 1:2 för att undvika rasrisk. Vanligen är naturlig sekvens av höljor och strömsträckor bra för att erbjuda viloplatser, och flödet bör följa naturlig variation i området.

För basbehov i ett omlöp med passage av vuxen/längre fisk rekommenderas ett flöde på minst 300–600 l/s, men på grund av lockvattensbehov krävs generellt ett högre flöde (6–23% av totalflödet).

Tabell 1. Generella minimirekommendationer för fullgod funktion i naturlika omlöp baserat på bland annat fiskmått.

Generell dimensionering av naturliknande fiskvägar

Omlöpsdimensioner	**Specifikation/Fiskmått**
Lutning	≤2%
Bottenbredd	0,8 m
Bredd trånga sektioner	3 ggr bredd
Bredd	9 ggr fiskens bredd
Släntlutning	1:2
Medelvattenhastighet	0,3–1 m/s

Inlöp

Inlöp är en annan variant av naturlika fiskpassager.
Ett inlöp skiljer sig inte särskilt mycket från omlöp, men kan se lite olika ut. En typ av inlöp kan göras längs med ena strandkanten med exempelvis en stålspont, i stället för att som vid omlöp anlägga den på land. Extra lockvatten tillkommer när vattenytan är så pass hög att det spiller över kanten in i inlöpet. En stor fördel med inlöp är att de inte tar mark vid sidan om ån i anspråk, utan byggs i vattenområdet. Ett inlöp kan också underlätta att avbörda vatten vid höga flöden till skillnad från flera andra fiskvägslösningar som bara tål ett visst begränsat högsta flöde.



Figur 1. Exempel på ett inlöp vid Hemsjö övre i Mörrumsån. Foto: Erik Degerman.

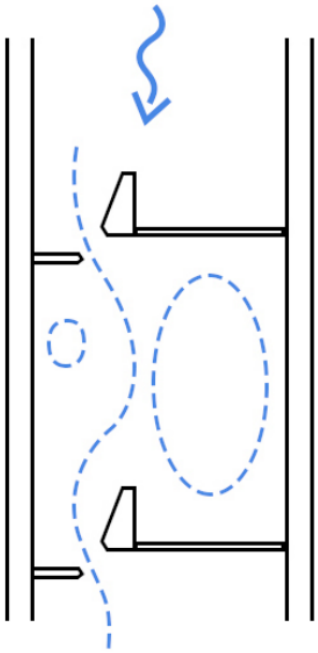
Ålyngelledare

Flera verksamheter har redan idag villkor om ålyngelledare. Ålyngel kan ofta inte använda tekniska faunapassager för sin uppströmsvandring. Om naturlika faunapassager som omlöp anläggs och omlöpets mynning placeras i direkt anslutning till huvudutflödet så kan dessa med rätt konstruktion fungera även för uppströmsvandring av ålyngel. I annat fall behöver särskild ålyngelledare anläggas.

Teknisk fiskpassage

Förr utgjordes tekniska fiskpassager av bland annat den vanligen förekommande laxtrappan, som är en typ av bassängtrappa. I dessa rann vattnet över en betongkant där fisk, huvudsakligen starksimmande arter, hoppade över till nästa bassäng. Funktionen på dessa varierar dock stort, och är i regel inte särskilt effektiva – särskilt inte om även svagsimmande arter ska kunna passera. Den vanligare varianten i dagsläget är den så kallade slitsrännan. Även denna är en typ av bassängtrappa, men är skild från laxtrappan på så vis att den går anpassa efter även svagsimmande arter. En slitsränna består av ett antal bassänger i betong, där antalet beror på fallhöjden. Nivåskillnader mellan bassänger som vill uppnås om

även svagsimmande arter ska kunna passera är runt 0,10–0,15 m. Slitsrännor tar därför oftast mindre plats än omlöp, och är särskilt lämpliga när det finns lite utrymme för ett omlöp. Bassängerna har i ena kanten (eller båda) en slitsöppning från botten där fisken passerar (se Figur 2), och bottenmaterialet kan med fördel utgöras av natursten för att ge lä till fisk och andra vattenorganismer. Generella dimensioneringsmått framgår i Tabell 2. För att få en bra vattengenomströmning utan turbulens rekommenderas också generellt att en bassäng ska ha en längd motsvarande 10 gånger slitsen bredd, samt en bredd motsvarande 8 gånger slitsens bredd.



Figur 2. Schematisk skiss av slitsränna efter Katopodis (1992). Illustratör: Mattias Olsson, Länsstyrelsen Västernorrlands län.

Det nödvändiga flödet i en slitsränna bedöms framför allt av god attraktion, typ av arter och dimensioneringen av bassängen. En absolut minsta gräns är 100 l/s, och är då anpassad för små strömstationära öringar. Flöde för andra arter är, beroende på situationen, mellan 0,4–1 m^3/s. För stora fiskar (exempelvis gädda, lax och vandrande öring) krävs dock i regel stora slitsöppningar och dimensioner, vilket innebär ett behov av flöde på mellan 0,7–1 m^3/s (så länge vattendragets flöde medger).

Det negativa med tekniska fiskpassager i form av slitsrännor är att ålyngel generellt har svårt att passera dessa eftersom vattenhastigheten genom slitsen ofta blir för hög. Vid konstruktion av slitsränna kan det därför vara nödvändigt med en ålyngelledare, om ål förväntas vandra förbi hindret.

Tabell 2. Generella dimensioner för bassängliknande slitsränna beroende på fiskmått (enligt största fisk). Notera att redovisade fiskmått är rekommenderat som minsta möjliga för fullgod funktion. Avsteg från nedanstående mått medför därför ett avsteg från Bästa möjliga teknik och innebär sämre passageeffektivitet än nödvändigt.

Generell dimensionering av bassängliknande fiskvägar

Bassängmått	Beräkning
Längd	3 x fiskens längd eller 10 x slitsens bredd
Bredd	8 x slitsens bredd
Bredd vid korta partier (flaskhalsar/slitsöppning)	3 ggr fiskens bredd

I ovan tabell omnämns inte djup. Det beror på att djupet i en slitsränna oftast styrs av flödesbehovet, snarare än fiskens krav på djup. Fallhöjden mellan varje bassäng beror också på vilken målart som berörs. Om svagsimmande arter såsom mört och abborre ska kunna passera kan det i regel behöva vara en fallhöjd mellan varje bassäng på cirka 0,10–0,14 m, medan det för starksimmande arter funkar utmärkt upp till 0,20 m i fallhöjd. Fallhöjden är det som styr vattenhastigheten genom slitsöppningen.

Nedströmspassage

Passagelösningar för nedströmspassage är i regel nödvändiga för att uppnå miljökvalitetsnormerna, och syftar till att vägleda fisk in i en flyktväg för att undvika att fisken trycks mot rensgaller eller åker ner genom turbinerna. Även om det inte alltid är uppenbart att fisk skadar sig vid nedströmspassage utan flyktväg, så kan eventuella skador leda till att fisken får exempelvis svampsjukdomar eller dör längre nedströms.

De vanligaste nedströmspassagelösningar i dagsläget är låglutande galler i form av antingen beta (lutande mot strandkanten) eller alfagaller (lutning från botten mot vattenytan). Generellt rekommenderas en gallerlutning på cirka 30–45° (jämfört med konventionella galler på cirka 70°). Högre lutning än 45° kan accepteras om gallret är litet, det finns en eller flera flyktöppningar i närheten med stor avbördning och vattenhastigheterna i intagskanalen är <0,5 m/s. För ål och andra mer svagsimmande arter kan fisken först uthålligt undvika gallret vid hastigheter <0,25 m/s. Gallrets spaltvidd bör inte överstiga 18 mm, och bör vara lägre om gallrets lutning är på högre änden (närmre 45°), låg avbördning till flyktvägen och höga vattenhastigheter i intagskanalen.

Flyktvägen i sin tur ska utgå från de största individerna som kan tänkas passera, och bör generellt inte understiga minst 30 cm bred och 50 cm djup. Flyktöppningen ska placeras så att gallret leder fisken till den, och att den är lätt för fisken att simma in i. Flödet som avleds till flyktvägen ska dels attrahera fisk, dels uppnå tillräckliga dimensioner. Vid små kraftverk innebär detta en högre andel av totalflödet för att upprätthålla dimensionerna. Ett riktvärde är att cirka 2–10% av totalflödet ska gå genom flyktvägen. I flyktvägen ska vattenhastigheten med fördel öka så att fisken inte simmar tillbaka uppströms (och därmed sakta avsmalnande flyktöppning). Utloppet ur flyktrännan ska sedan mynna cirka 1,8–2,4 meter över vattenytan, och botten nedanför bör därför anpassas så fisk inte slår i sten eller annat hårt material. Lugnflytande områden kan dock medföra predationsrisk, varför det är bra om området utgörs av djupt och strömmande vatten.

Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim

Mjuk reglering/ingen korttidsreglering

Korttidsreglering innebär stora, hastiga och frekventa flödesförändringar, vilket påverkar vattenmiljön negativt och innebär en stress för vattenlevande organismer. Studier har visat att korttidsreglering negativt påverkar både äggläggningsstadiet och de juvenila stadierna hos evertebrater. Dessa behöver stabila habitat under sin uppväxtperiod. Korttidsreglering påverkar även fisk negativt, predationsrisken ökar samtidigt som det kostar mer energi att stå emot de kraftiga flödesförändringarna i vattendraget.[5]

Vattenlevande växter påverkas också av korttidsreglering, de hastiga flödesförändringarna påverkar både groning, tillväxt och reproduktion negativt. Detta kan leda till selektion för de arter som är mer flexibla och toleranta för flödesförändringar.[6] I förlängningen kan detta leda till minskad biologisk mångfald hos de vattenlevande växterna i vattendraget. då inte alla arter besitter dessa karaktärer.

För att uppnå god status gällande hydrologisk regim i båda vattenförekomsterna i prövningsgruppen föreslår Länsstyrelsen villkor om att korttidsreglering inte ska vara tillåtet.

Minimitappning

Det ekologiska flödet eller basflödet i ett vattendrag är det minimiflöde som under naturliga förhållanden normalt alltid rinner fram i vattendraget. Det flödet har en avgörande betydelse för vattenmiljön och ekosystemet i vattendraget. I reglerade vatten så är det i stället oftast de gällande tappningsbestämmelserna som bestämmer de lägsta flödena, många svenska vattenkraftsdammar saknar bestämmelser för minimitappningar.

Minimivattenflödet i naturfåran bör som minst uppgå till medellågvattenföringen (MLQ) för att minska skador på de akvatiska ekosystemen. När vattendragets fåra torrläggs får det stora konsekvenser för de organismer som lever där. I förlängningen kan det leda till en förändring i hela artsammansättningen längs vattendraget och effekterna kan bli långvariga.[7] Vid flöden lägre än MLQ bör

[5] Bätz, N. Judes, C & Weber, C. 2022. Nervous habitat patches: The effect of hydropeaking on habitat dynamics. *River Res Applic*. 1-15.
[6] Bejarano, M D. Jansson, R & Nilsson, C. 2017. The effects of hydropeaking on riverine plants: a review. *Biol. Rev*.
[7] Havs- och vattenmyndigheten, 2013. *Ekologiska flöden och ekologiskt anpassad vattenreglering*. Tillgänglig: *rapport-hav-2013-12-ekologiska-floden.pdf (havochvatten.se) [2022-10-26]

därför allt vatten ledas via naturfåran. Naturfåran kan behöva anpassas efter det minimiflöde som fastställs.

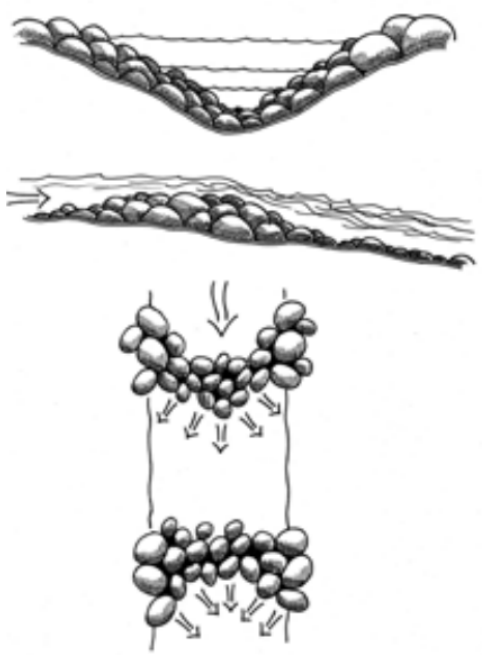
För att uppnå god status gällande hydrologisk regim i båda vattenförekomsterna i prövningsgruppen föreslår Länsstyrelsen villkor om minimitappning.

Restaurering och biotopvård

Detta avsnitt är avsett för den verksamhetsutövare som vill göra någon åtgärd för vattenmiljön som är utöver de krav om moderna miljövillkor som ställs.

Sjötröskel

Tröskling är en naturlik passagelösning som används när man vill bevara befintliga vattennivåer, men strävar efter att höja nedströms nivå så att en passage formas. Vid låga hinder kan man höja vattennivån, både upp- och nedströms, så att fauna kan passera utan att behöva hoppa. Man kan anlägga trösklar som låga trappsteg och höjdskillnaden mellan trappstegen bör vara så liten som möjligt, helst inte över 15 cm. Lämpligt är också att ha smala slitsar eller en generell v-profil i trösklarna som tillåter fisk och smådjur att passera uppströms (Figur 3). V-profilen gör att trösklarna fungerar vid olika flöden. Det är emellertid viktigt att tänka på erosionen av botten nedströms tröskeln, den så kallade stötbotten. Vid hög vattenföring kan tröskeln fungera som ett mindre vattenfall om den inte anläggs korrekt. Detta kommer resultera i en stor erosion av bottnen. Därför bör man även stensätta nedströms botten om erosionsrisk föreligger, annars undermineras tröskeln. Trösklarna bör byggas med natursten, men kan i vissa fall byggas upp med krossten underst och natursten överst. Används krossten bör det vara grovkross (>200 mm) eftersom finare fraktioner kan sköljas ut och komma ned i bottnarna. Där kan de skada fiskrom och smådjur.



Figur 3. Tröskel som anlagts för passage av ett lågt hinder. Genom tröskeln bibehålls vattennivån uppströms och genom öppningen/v-profilen i tröskeln kan olika arter passera. Anläggs tröskeln med mitten riktad nedströms (konvex) så kommer strömmen vid högre vattenföring att styras bort från mittfåran och stranderosionen ökar. Anläggs trösklarna med mitten riktad uppströms (konkav) så samlas strömmen mot vattenfårans mitt, vilket rekommenderas.



Figur 4. Exempel på tröskling vid Lövsjön, Eksjö kommun i Jönköpings län, där stora delar av sjöytan bibehållits.

På somliga platser kan sjötrösklar vara svåra att anlägga till följd av kraftiga rensningar eller liknande, men fungerar annars i regel bra om de konstrueras på ett riktigt sätt. I särskilt knepiga fall kan en tröskel dock behöva kombineras med andra lösningar för att klara stora vattenståndsvariationer. En sjötröskel är en form av passiv reglering och ska efter anläggning inte kräva någon skötsel. Vid en eventuell avveckling av verksamheten kan det vara en möjlighet att anlägga en sjöströskel för att förhindra att befintliga vattennivåer förändras. En sjötröskel innebär i de allra flesta fall vandringsmöjligheter för alla förekommande fiskarter i båda riktningar[8].

Åtgärder för förbättrat morfologiskt tillstånd

Utöver det som nämnts ovan finns en mängd restaureringsåtgärder för att ytterligare förbättra miljön i och kring vattendraget. Några saker som kan vara bra att titta på är parametrarna för morfologiskt tillstånd, det vill säga vattendragsfårans form, vattendragets planform, vattendragsfårans bottensubstrat, död ved i vattendrag, strukturer i vattendrag, vattendragsfårans kanter, vattendragets närområde samt svämplanets strukturer och funktion i vattendrag.

[8] Degerman, E., 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket & Fiskeriverket, 300 s.

Vilken typ av påverkan man har tillsammans med den hydromorfologiska typen avgör sedan vilka åtgärder som är relevanta. Samtliga ska emellertid syfta till att återföra vattendraget till en mer ursprunglig och naturlig form, varför det är viktigt att kunna avgöra vilken hydromorfologisk typ det är eller har varit.

Vid rensade sträckor och även där svämplanets översvämningsfrekvens har minskat är det oftast önskvärt att återställa de typiska morfologiska enheter som har funnits och återföra sten och block till vattnet. Detta kan även behövas vid så kallade bestämmande sektioner för återställning av lokal basnivå.

Om förekomsten av död ved är låg och närmiljön utgörs av skog och referensförhållandet är skog i närmiljön, bör död ved tillföras i vattendraget. I detta läge bör man även eftersträva att låta strandskogen utvecklas fritt för att få en kontinuerlig tillförsel av död ved. Död ved kan även användas för att skapa pooler om vattendraget ligger i skog och tidigare blivit rensat.

Har man problem med att vattendragets bredd ökar till följd av störd hydrologi kan åtgärder i form av till exempel dammar som fördröjer tillrinnande vatten från hårdgjorda ytor eller åkermark vara en god idé. Är närmiljön väldigt utdikad kan det även igenläggning av diken vara en lämplig åtgärd.

Om närmiljön eller vattendragsfåran växer igen med bladvass till följd av störd hydrologi orsakad av vattenreglering eller sänkt vattennivå är en hydrologisk återställning lämpligt. Detta kan göras exempelvis genom anpassad reglering och med fördel i kombination med ökad/återupptagen hävd eller vasslåtter på våren.

De hydromorfologiska typer som normalt har grusbankar saknar ibland dessa på grund av mänsklig påverkan. Åtgärden består då av återskapning av de processer som skapar och upprätthåller grusbankar. Vilken process som varit viktigast är olika för olika objekt. Till exempel återskapning av tvingad hölja eller riffle pool-system.