

Bilaga 5.12. Kostnader

I sammanställningen av Carlström (2017) visade det sig att kostnaderna varierade stort, även för likartade passagelösningar (Tabell 1). Till exempel varierade kostnaden per fallhöjdsmeter för omlöp mellan 47 tkr och 2,8 mkr och för slitsrännor mellan 250 tkr och 5 mkr (Carlström 2017, tillhörande Excelark). Det som kunde urskiljas i underlaget som en svag trend var att kostnaderna för alfagaller ökade som en funktion av installerad effekt. Detta baserades dock endast på nio kraftverk. För betagaller var kostnaden i ett kraftverk dubbelt så hög som i ett annat kraftverk med liknande dimensionerat flöde och installerad effekt (Carlström 2017).

För att göra en kostnadsuppskattning föreslår en konsultfirma som arbetar med anläggning av fiskpassager att projektet ”mängdas”, dvs. kostnaden för varje arbetsmoment och ingående material uppskattas var för sig (Viktor Hebrand pers. kom. dec 2019). Denna metod innehåller också stora felmarginaler eftersom alla förutsättningar oftast inte är kända vid kostnadsberäkningen. Övriga kostnader som kan tillkomma kan vara om det behövs en ny bro eller en ny väg eller liknande till följd av den nya fiskpassagen. När det gäller kostnader bör man även ta med kostnader för underhåll och drift i beräkningarna då en hög initial kostnad kanske kan resultera i en lägre driftskostnad över tid och tvärtom (Franklin m. fl. 2018).

Tabell 1. Kostnadsuppgifter för olika typer av anläggningar. Sammanställda av Karolina Carlström 2017.

Syfte	Typ av anläggning	Kostnad per fallhöjdsmeter						Driftkostnad/längdmeter			
		(kk/m) alt. per			Kostnad per			(kk/m/år), alt.			
		dimensionerat flöde m³/s*,			löpmeter (kk/m)			driftkostnad per flöde m³/s			
		(kk/Q)						(kk/Q/år)			
		Median	Min	Max		Median	Min	Max	Median	Min	Max
Upp-nedströms	Slitsränna	1161	250	5000		88	25	193	10	1	14
Upp-nedströms	Omlöp	255	47	2800		5	1	77	3	1	5
Upp-nedströms	Kammartrappa	140	100	8182		43	14	514	2	2	2
Upp-nedströms	Inlöp	1355	126 1	1450		24	24	24			
Nedströms*	Alfagaller	67	17	240					Uppgifter saknas om		
Nedströms*	Betagaller	405	180	644					rensningskostnader		
Nedströms*	Ledarm	35	32	38					1	1	1

Kostnadsdrivare

Nedan listas ett antal aspekter som kan driva kostnader vid anläggning av fiskpassager och som specifikt bör beaktas vid planeringen. Om förutsättningarna är bra är ett omlöp generellt enkelt att anlägga då det främst handlar om grävning och schaktning jämfört med en teknisk passage som ska gjutas och armeras m.m. Det finns dock mycket som kan komplicera och fördyra anläggandet av fiskpassager och detta beror oftast på de fysiska förutsättningarna på platsen.

Geotekniska förutsättningar

De geotekniska förutsättningarna är avgörande för projektets kostnad vilket gäller för alla fiskpassager men kanske framförallt vid naturliknande fiskpassager som omlöp då dessa oftast är större till ytan. Vid anläggning av fiskpassage kan exempelvis påstötning av grunt berg fördyra projektet då det krävs sprängning. Jordarternas sammansättning påverkar projektets kostnader. Anläggning kan inte ske på organiskt material varvid detta måste avlägsnas och ersättas med mineraljord. Sandiga jordlager kan skapa problem genom att vara lättroderade vilket måste hanteras. Grovkorniga jordlager är svåra att få tillräckligt täta för att behålla vatten i ett omlöp där vallar behövs. I dessa fall är det vanligt att använda sig av geotextil för tätning vilket dock fördyrar stigrännan. Morän utgör vanligtvis ett fördelaktigt jordlager.

Grundarbetet måste vara noggrant utfört för att inte riskera att passagen går sönder vid till exempel höga flödesförhållanden eller isbildning.

Vid anläggning av inlöp finns olika metoder med varierad kostnadsbild för att anlägga den nya dammvallen beroende på de geotekniska förutsättningarna. Vanligt är att en Larsen-spont slås och kläs med en krona. Detta förutsätter dock rätt jordlager. Vid exempelvis grunt berg kan en betongdamm som förankras i berget bli aktuell. Det kräver torrläggning som i sig kan vara kostnadsdrivande.

En översiktlig bild av de geotekniska förutsättningarna kan erhållas genom att studera SGUs jordartskarta (<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>) samt brunnsarkiv vilket innehåller bergdjup vid kända brunnar (<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>). För en mer detaljerad bild krävs geotekniska undersökningar. Vid mindre och okomplicerade projekt är det oftast billigare att hantera problemen när de uppstår jämfört med att utföra långtgående geotekniska undersökningar. Vid stora och komplicerade projekt bör dock geotekniska undersökningar genomföras om de geotekniska förutsättningarna är okända.

Ledningar

Ledningar så som el, tele, fiber, vatten eller avlopp måste vara kända vid byggstart och kan vara kostsamma att flytta. Kända ledningar inom området kan kontrolleras på ledningskollen.se

Masshantering

Fiskpassagen bör om möjligt planeras för att minska transport av massor till och från platsen. Ett omlöp bör därför planeras så att dragningen följer de naturliga konturerna på platsen och att man undviker djupa schakt eller stora uppbyggnader av material. Projektet bör om möjligt använda lokala massor i stor utsträckning samt deponera överblivna massor på platsen. Konstruktionen kan behöva anpassas till de material som finns tillgängliga på platsen. Långa transporter av material driver kostnader.

Infrastruktur

Det är vanligt att fiskpassager behöver passera vägar av olika slag. Påverkan kan även förekomma på broar. I vissa fall kan det vara relativt okomplicerat att anlägga exempelvis en kulvert under en privat tillfartsväg. Om det handlar om påverkan på större vägar så kan det dock innebära mycket stora kostnader både för anläggningsarbeten och för administration.

Torrläggning

Anläggandet kräver ofta någon typ av torrläggning där fiskpassagen ska anslutas vid ingång och utgång. Vid inlöp kan stora torrläggningar samt förbiledning av vatten krävas vilket kan driva kostnader. En noggrann planering av projektet krävs där de olika momenten görs i en följd som medför en effektiv arbetsgång.

Materialtillgång

Vid naturliknande fiskpassager kan tillgången på natursten vara viktig för projektets totalkostnad. Eftersom stora mängder behövs kan långa transporter bli kostnadsdrivande.

Stillestånd

Anläggning av fiskpassager kan innebära att kraftverket tillfälligt måste tas ur drift. Det gäller framförallt vid anläggning av nedvandringssvägar. Vid stora kraftverk kan utebliven kraftproduktion vara en mycket betydande kostnad. I dessa fall måste projektet planeras så att stilleståndet minskas i största möjliga mån, exempelvis genom förtillverkade lösningar.

Naturlika fiskpassager

Omlöp

Omlöp erbjuder många gånger en kostnadseffektiv lösning. Om de geotekniska förutsättningarna är gynnsamma och det finns god tillgång på natursten kan stigrännan anläggas relativt billigt. Fördrande omständigheter kan vara oförutsedda geotekniska förutsättningar, exempelvis grunt berg, samt påverkan på omgivningen i form av ledningar, behov av broar och stödmurar. Tillgången på natursten är avgörande för slutkostnaden. Även masshanteringen måste beaktas eftersom det kan krävas stora schaktningar.

Inlöp

Inlöp är oftast den dyraste fiskvägstypen vid anläggandet samt innebär en hel del osäkerhetsmoment. Projektet blir komplicerat i form av torrläggning av arbetsområden samt att en ny dammvall behöver anläggas. Även genomgångar i den befintliga dammen kan innebära osäkerhetsmoment då det kan påverka bärighet och dammsäkerhetsaspekter. De geotekniska förutsättningarna vid det nya dammläget är avgörande för teknikvalet. I det fall en spont kan slås är det oftast den billigaste metoden.

Upptäckning

Upptäckning används oftast vid låga hinder och är en relativt billig åtgärd där den är möjlig. Fördrande omständigheter kan vara maskinåtkomst då man ofta arbetar utan torrläggning samt att det kan krävas stora mängder material.

Tekniska fiskpassager

Slitsränna

En slitsränna gjuts vanligen i betong. Den mindre längden på en slitsränna jämfört med ett omlöp vägs upp av att den ofta är dyrare per längdmeter. En fördel med slitsrännan är att kostnadsosäkerheten vanligtvis är mindre eftersom den tar mindre plats i anspråk. Vid långa slitsrännor kan det vara fördelaktigt att prefabricera rännan eller inredningen för att återanvända gjutformarna. Exempel finns på prefabricerade slitsrännor i kompositmaterial men hittills har det inneburit substantiellt högre kostnader jämfört med traditionella metoder. Tekniska fiskpassager kan också byggas i trä men har då en mer begränsad livslängd varpå livscykelkostnaden troligen blir högre. Generellt behöver en teknisk fiskpassage i betong renoveras efter 30–50 år medans ett omlöp kan behöva renoveras efter 10 år, dock till betydligt lägre kostnader (Norconsult 2015).

Kostnader för avledare

I Emanuelsson m. fl. (2017) redovisades faktiska kostnader mellan 0,4 och 16 mkr för sju avledningsanordningar som finns i Sverige. Teoretiska kostnadsberäkningar för två kraftverk, som idag saknar lösningar med avledning för nedströmspassage, redovisas i detalj. De kostnadsberäkningar som gjordes innehöll kostnadsuppskattningar för entreprenad, oförutsedda kostnader, projektledning, produktionsbortfall och fysiska strukturer som i detta fall utgjordes av en uppsamlingsanordning för ål. Totalt uppgick dessa till 24–28 mkr för ett kraftverk i storleksordningen MQ 78,5 m³/s (HQ100 = 350, MHQ = 141 och MLQ = 33,9). De löpande kostnaderna, inklusive driftskostnader, uppskattades till ca. 0,47–0,53 mkr/år och utgjordes av produktionsbortfall pga. spill och fallförluster, utökad rondning och underhåll av den nya anläggningen, samt transport av ål.

På liknande sätt uppskattades kostnaderna för åtgärder för blankål till 280–350 mkr för anläggning och 3,2–3,7 mkr för löpande kostnader vid ett stort kraftverk med MQ 557 (HQ100 = 1190, MHQ = 798 och MLQ = 336). För mer detaljer och arbetsgång hänvisas till Energiforsk projektet Krafttag Ål och rapport 2017:458 (Emanuelsson m. fl. 2017).

Vid en projektering för åtgärder för fiskpassage i ett kraftverk i storleksordningen MQ 10,6 m³/s (HHQ50 = 120, MHQ = 50 och MLQ = 2,5), och med en fallhöjd på 15,5 m, uppskattades kostnaderna för olika alternativa lösningar. En dubbelslitsränna uppskattades kosta 19,5 mkr, slitsränna och omlöp ca 21,5 mkr (16 mkr slitsränna, 5 mkr omlöp). Ombyggnad av intag för

avledning 3,9 mkr vilket var dyrare än normalt pga. att intagskanalen behövde förlängas uppströms (Norconsult 2015).

Produktionsförluster

När vatten tappas i fiskpassager innebär det vanligen att vattenmängden som kan nyttjas för kraftproduktion minskar vilket leder till ett intäktsbortfall. Kraftproduktionen kan beräknas genom formeln;

$$P = \eta \rho Q g h$$

där

P : turbinens effekt i Watt

η : turbinens verkningsgrad

ρ : vattnets densitet i kilogram per kubikmeter

Q : vattenföring i kubikmeter per sekund

g : gravitationskonstanten i meter per sekundkvadrat

h : hydraulisk fallhöjd över turbinen i meter

Att göra beräkningar utifrån mängden vatten som tappas i fiskpassagerna är dock en grov förenkling som i de flesta fall har för stora felkällor. Under stora delar av året kan det förekomma spill vilket leder till att vattnet till fiskpassagerna inte konkurrerar med flödet till kraftverket. Det kan även förekomma situationer där flödet till fiskpassagen innebär att kraftverket måste stoppas helt eftersom man understiger minimal drivvattenföring. Genom att studera varaktighetskurvor kan en mer exakt beräkning av produktionsbortfall göras. En annan metod är att simulera produktionen på dygnsbasis med hjälp av historiska flöden.

Produktionsförluster kan även uppstå genom en minskad fallhöjd, exempelvis genom en fallförlust över ett fingaller framför intaget. Detta kan avhjälpas genom hydrauliskt utformade galler alternativt en större gallerarea. Fallhöjdsförlusten vid ett galler beror av lutning, spaltvidd, spaltens formfaktor m.m. För att beräkna fallhöjdsförluster vid galler hänvisas till Brydolf och Wiklund (2014) där beräkningsprinciper utförligt redovisas i avsnitt två s. 5–10. Se även Clark m. fl. (2010).

Drift- och underhållskostnader

Naturlika fiskpassager såsom omlöp kräver oftast mindre tillsyn och underhåll än tekniska passager där skräp och dylikt lättare fastnar. Höga flöden kan dock erodera naturlika fiskpassager vilka då behöver åtgärdas. Tillsyn av fiskpassagen bör inkorporeras i återkommande tillsyn som sker för bland annat dammsäkerhetsskäl. Det är viktigt att driftspersonalen är väl införstådd i driftsrutiner för fiskpassagen. Fjärrövervakning kan användas för tillsyn genom exempelvis nivåsensorer som larmar om vattennivåerna i fiskpassagen avviker från det normala. Detta minskar behovet av fysisk tillsyn.

Fingaller innebär ett ökat behov av rensning och i allt utom mikrokraftverk är det ekonomiskt och tekniskt nödvändigt att installera automatisk rensning för att hantera rensningen. Galler och

rensmaskin bör anpassas efter det specifika vattendraget då typen och belastningen av skräp kan variera mycket.

Manuell reglering av fiskpassager bör i största möjliga mån undvikas både för funktion och ur ett driftsperspektiv. Reglering innebär en ökad driftskostnad för fiskpassagen.

Materialval för fiskpassagen bör göras utifrån önskad livslängd. Fiskpassager tillverkade av trä har en livslängd som kan understiga 20 år och kan därmed i slutändan bli dyrare än exempelvis naturlika fiskpassager eller tekniska i betong. På samma sätt måste materialval i exempelvis luckor beaktas. Om betong används kan dock vissa delar efter hand behöva kläs in i ett annat material då betong blir mer och mer skrovlig när den slits och kan riskera att nöta på fisken.