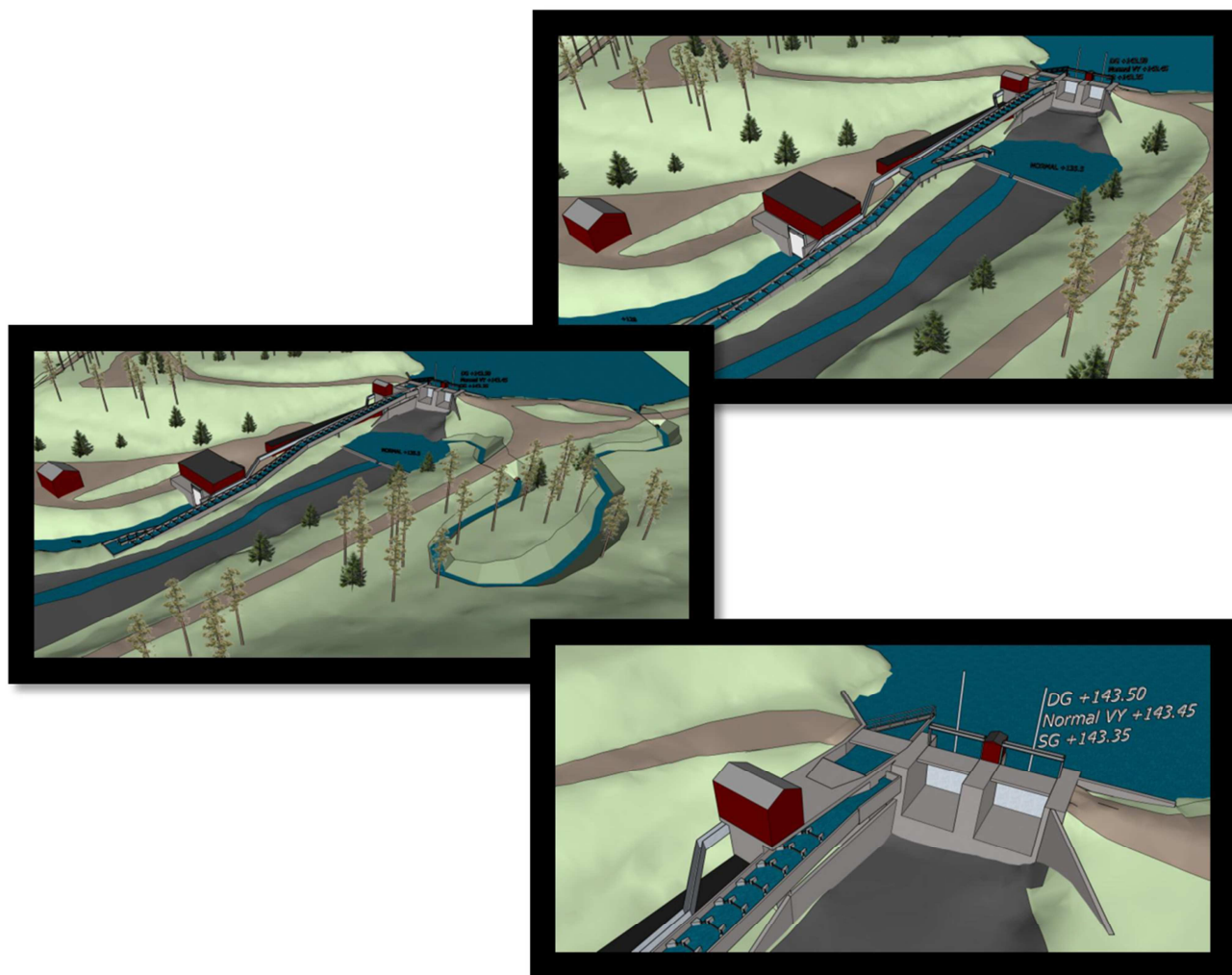




UTREDNING FISKVÄG HEDNÄS KRAFTVERK

ÅBYÄLVEN, SKELLEFTEÅ KOMMUN

2015-11-23

UTREDNING FISKVÄG HEDNÄS KRAFTVERK
ÅBYÄLVEN, SKELLEFTEÅ KOMMUN

2015-11-23

Beställare: Skellefteå Kraft AB

Beställarens representant: Johanna Normark

Konsult: Norconsult AB
Stortorget 8
702 11 Örebro

Uppdragsledare Johan Lind
Handläggare Lars Bendixby och Linus Pehrson

Uppdragsnr: 104 00 51

Filnamn och sökväg: \\norconsultad.com\dfs\swe\örebro\n-
data\104\00\1040051\0-mapp\09 beskr-utredn-pm-
kalkyl\utredning fiskväg hednäs kraftverk 20151123.docx

Kvalitetsgranskad av: Olle Calles

Tryck: Norconsult AB

\\norconsultad.com\dfs\swelörebro\in-data\104\00\1040051\0-mapp\09
beskr-utredn-pm-kalkyl\utredning fiskvåg hednäs kraftverk
20151123.docx

2015-11-23
UTREDNING FISKVÅG HEDNÄS KRAFTVERK
ÅBYÄLVEN, SKELLEFTEÅ KOMMUN

Norconsult 

BAKGRUND

Hednäs kraftverk i Åbyälven utgör idag ett partiellt vandringshinder för fisk i vattendraget. En fiskväg av typen kammartrappa är i drift men denna har visat otillfredsställande funktion. Vid perioder då stora vattenmängder spillts förbi kraftverket, har lax och öring anlockats till torrfåran nedanför dammens utskov. Väl där har problem förekommit med strandad och instängd lax, då luckorna sedan stängts. En utredning har genomförts för att bedöma hur referensförhållandet sett ut vid Hednäs innan utbyggnad. Dvs. hur fiskvandring varit möjlig, för vilka arter, storlekar mm.

Undertecknad har fått i uppdrag av Skellefteå Kraft AB att utreda vilka åtgärder som skulle krävas för att erbjuda fiskvandringmöjligheter förbi Hednäs kraftverk (både upp- och nedströms) i nivå med referensförhållandet.

Föreliggande utredning baseras på tillgängliga kart- och ritningsunderlag, flödesdata från SMHI och verksamhetsutövaren, fältbesök och kompletterande inmätning. Utredningen kan därför betraktas som en förprojektering inför framtida detaljprojektering av åtgärder.

Norconsult AB
Affärsområde Energi
Vattenbyggnad

Johan Lind
johan.lind@norconsult.com

Bilagor

1. Skiss- och ritningsbilagor
 - A. Ombyggnad fiskväg Hednäs kraftverk alternativ 1.
 - B. Ombyggnad fiskväg Hednäs kraftverk alternativ 2.
 - C. Ombyggnad intag med avledare Hednäs kraftverk.
2. Kostnadskalkyler
 - A. Kostnader ombyggnad alternativ 1.
 - B. Kostnader ombyggnad alternativ 2.
 - C. Kostnader ombyggnad intag med avledare.
 - D. Produktionsbortfall av fiskvandring åtgärder.

Data om kraftverket (källa: Skellefteå Kraft AB):

- Byggår: 1995
- Fallhöjd: 15.5 m (netto)
- Turbintyp: vertikal Kaplan
- Löphjulsdiameter: 1600 mm
- Varvtal: 375 rpm
- Flöde: 4.8 – 16 m³/s
- Effekt: 0.22 MW
- Produktion: 9 GWh/år

DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Avrinningsområdet till Hednäs kraftverk har beräknats till 914 km² med en sjöandel på 7.2 %. SMHI har uppskattat karakteristiska flöden för Åbyälven i höjd med Storliden avseende naturlig framrinning under en 50-årsperiod:

Tabell 1: Hydrologiskt dimensioneringsunderlag för Åbyälven i höjd med Storliden (SMHI, 1991).	
Högsta högvattenföring (HHQ50)	120
Medelhögvattenföring (MHQ)	50
Medelvattenföring (MQ)	10.6
Medellågvattenföring (MLQ)	2.5
Lägsta lågvattenföring (LLQ)	0.5

GÄLLANDE TILLSTÅND, VILLKOR MM

Tillstånd för kraftproduktion vid Hednäs meddelades första gången den 20 juni 1926. Kraftverket genomgick en omfattande ombyggnad under slutet av 1970-talet.

Nuvarande kraftverk byggdes om fullständigt 1995 då bl.a. dämningen i magasinet höjdes. Detta genomfördes efter att tillstånd meddelats av Vattendomstolen den 20 juni 1991. Detta gav sammantaget en bruttofallhöjd på ca 17 m över aggregatet, vilket innebar en ökning om ca 5 m. Vidare ökades även utbyggnadsvattenföringen från 14 till 16 m³/s.

Frågan om vilken minimitappning som skulle förenas med tillståndet (1991-06-20), samt fiskvägens närmare utformning sattes på en prøvotid och skulle utredas av bl.a. Fiskeriverkets utredningskontor.

Denna utredning presenterades och förslagen fastställdes i deldom av Miljödomstolen 2007-09-27.

De villkor som framgår av tillståndet från 1991, samt deldom 2007, som här är av intresse, anger följande:

- Dämningsgräns (DG): +143.50
- Sänkingsgräns (SG): +143.35
- Minimitappning om minst 0.5 m³/s skall släppas via fisktrappan som är i drift 15 maj till 15 oktober
- Viss korttidsreglering (vid flödessituationer då kraftverket normalt är ur drift) tillåts inom givna gränser med syfte att undvika spill i torrfåran.
- Under tid då fisktrappan är i drift ska vattenståndet så långt möjligt hållas över nivån +143.45 för att tillse tillräckligt flöde i fisktrappan.
- Smoltavledare ska hållas framför kraftverksintaget.

HÖJDSYSTEM

Samtliga höjdangivelser i denna utredningsrapport hänför sig till det i dom för Hednäs kraftverk angivna höjdsystemet RH70.

Översiktlig inmätning har genomförts med Leica RTK-GPS.



Figur 2. Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

DAMMENS NUVARANDE UTFORMNING

Hednäs kraftverksdamm är en betong- och fyllningsdamm. Över dammen löper vägbana för allmän trafik. Från vänster sett i nedströms riktning består dammen av:

- Anslutningsdamm (fyllningsdamm)
- Utskovsdamm (betongdamm) med 2 utskov, vardera med fria bredden 6 m och tröskelhöjden +139.5
- Intag till kraftverket med fri bredd 6.5 m och tröskelnivå +139.00. I intagets vänstra sidovägg finnes utskov till kammartrappan.
- Anslutningsdammar höger sida.



Figur 3. Hednäs kraftverk vy mot utskovsdammen.



Figur 4. Hednäs kraftverk vy mot kraftverksintaget.



Figur 5. Hednäs kraftverk fisktrappa och kraftverkets utlopp.



Figur 6. Hednäs kraftverk vy utskovsdamm och intag.

ALLMÄNT OM FISKVÄGARS UTFORMNING

Utrivning av dammar bör alltid övervägas som ett **första alternativ** eftersom man då helt eliminerar ett hinder samtidigt som man vinner en tidigare indämd strömsträcka. Detta återskapar på bästa sätt de naturgivna förhållandena som varit gällande innan dammens tillkomst, och är ofta en mycket kostnadseffektiv åtgärd. Trots detta är det ofta inte möjligt att genomföra så dramatiska förändringar av hänsyn till t.ex. produktionsintresse, kulturhistoriska värden, estetiska värden mm. Detta gäller inte minst i dammar av betydelse för elkraftproduktion.

Alternativt får olika alternativ av fiskvägar prövas. Typindelningen av fiskvägar har under senare år genomgått stora förändringar. Idag skiljer man ofta på naturliga fiskvägar och fiskvägar av mera teknisk eller artificiell karaktär (Calles O, Gustafsson S, Österling M, 2012). Till den första gruppen hör vattenfåror med naturlig botten som anläggs runt hindret (omlöp), genom hindret (inlöp) eller till och med över hindret med hjälp av upptröskling eller s.k. stryk (endast vid låga hinder).

Ett omlöp är ofta en kostnadseffektiv fiskväg som i många fall uppvisat god effektivitet. Ett omlöp kräver naturligtvis gott om utrymme runt damm eller kraftverk för att anläggas och kräver också omfattande schakt- och fyllningsarbeten. Anläggande av omlöp kräver noggrant beaktande av erosionsrisker och risk för nivåvariationer (vid t.ex. förekommande drivgods). De hydrauliska förutsättningarna styrs i hög grad av dimensionerande flöde, lutning, och risken för nivåvariation. Pga. detta kan de normalt inte göras hur stora som helst, utan dimensioneras vanligen för flöden $0.5 - 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Detta är delvis en kostnadsfråga men också beroende av omgivningsvariabler såsom tillgängligt utrymme, geotekniska förhållanden, möjliga släntlutningar mm.

Ett inlöp använder delar av dämningssområdet som utrymme för fiskvägens sträckning. Inlöpet har likartade egenskaper som ett omlöp, med fördelen att det lättare kan konstrueras för högre flöden, kräver mindre (eller inget) utrymme runt dammen. Nackdelen är att det är en relativt dyr konstruktion (fiskvägen omges ofta av en damkropp av stålspont), som också medför omfattande ingrepp i befintlig damm.

Bland de tekniska fiskvägarna återfinns alltifrån mer eller mindre trappliknande konstruktioner som konventionella kammartrappor till kraftigt lutande s.k. denilrännor. Man ska komma ihåg att den fullkomliga fiskvägen inte existerar, utan

varje typ har sina fördelar och sina brister. Ibland kan därför en kombination av flera typer vara den bästa lösningen.

Idag används alltmer slitsrännor som tekniska fiskvägar. Dessa har fördelen att de kräver ett begränsat anläggningsutrymme, jämfört med naturlika fiskvägar, och har goda hydrauliska egenskaper. Detta gör att de upprätthåller god funktion trots varierande vattenstånd på upp- och nedströmssidan, och trots en begränsad vattenföring.

Ofta prioriteras dock naturlika fiskvägar framför de tekniska varianterna då dessa i allmänhet kan passeras av de flesta vattenlevande djur och, med rätt förutsättningar, är kostnadseffektiva att bygga. Dessutom skapar man habitat som i vattendrag med få kvarvarande strömsträckor kan medföra ett betydande tillskott (Gustafsson S, Österling M, Skurdal J, Schneider LD, Calles O, 2013)

Vid anläggande av fiskvägar eftersträvar man numera ofta att utforma fiskvägen så den även kan forceras av simsvaga arter som t ex ål och karpfiskar. Fiskvägar kan emellertid utformas för att enbart fungera för starksimmande fiskarter, om det anses motiverat med hänsyn till naturliga förhållanden.

För Hednäs bedöms, utifrån givna referensförhållanden, laxfisk utgöra de prioriterade arterna för vandring. Och då främst individer med kroppslängd överstigande 50 cm. Detta då fallet naturligt bedöms ha varit svårt eller omöjligt för mindre laxfiskar, eller andra fiskarter, att passera.

Med dessa arter som målarter föreligger vissa förutsättningar. Lax och öring förefaller enligt de fiskräknardata som tillhandahållits, främst vandra upp vid Hednäs under perioden v. 24 – 38 på året, med en något mer intensiv period under veckorna närmast efter midsommar.

Laxfiskar är sällan begränsade v.g. simförmåga mm utan är tvärtom våra starkaste vandringsfiskar, med hög uthållighet, god sim- och ruschförmåga och förmåga att hoppa över hinder.

De kan däremot begränsas av andra faktorer, exempelvis:

- Anlockningseffekt av fiskvägen. Internationella referenser anger att 1-5% av flödet ska passera fiskvägen (Larinier M, 2002), medan man i HaV:s vägledningar om fiskvägar rekommenderas att lockvattnet bör utgöra minst 5 % av medelvattenföringen på platsen och vid högflöden bör även

lockvattnet öka i paritet med detta. (Calles O, Degerman E, Wickström H, Christiansson J, Gustafsson S, Näslund I, 2013)

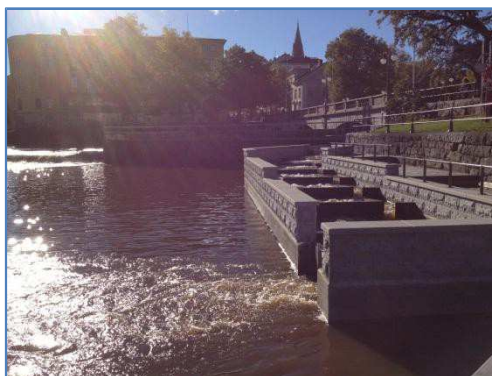
- Kroppshöjd, vilket styr eftersträvat vattendjup i fiskvägen.
- Exponeringsrisk, vilket kan göra att de skyggar för långa, grunda partier.
- Möjligheter till visuell orientering. I Göta älv har observerats att laxfisk främst vandrar nattetid, utom vid passage av fiskvägar. Detta har tolkats som att de behöver ljus (syn) för att orientera sig vid svåra passager, såsom fiskvägar. (Calles O & Greenberg L, 2005) och (Calles O & Greenberg L, 2007)

Laxfiskar med kroppslängd överstigande 50 cm kan antas ha en kroppshöjd på $0.2 \times \text{kroppslängden}$, dvs. i intervallet 0.1 – 0.2 m.

Vid låga flöden mellan ($0.2 - 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$) förefaller slitsrännor (och möjligen kammartrappa och denilränna) erbjuda bättre hydrauliska egenskaper än omlöp gör. Detta eftersom utflödet koncentreras i den smala "slitsöppningen" och skapar en tydlig lockvattenström där större fisk skyddat kan gå in i fiskvägen. I ett omlöp av normal dimension är de mer exponerade och behöver ofta passera trösklar med ryggen ovanför vattenytan.



Figur 7. Omlöpet vid Slussdammen i Örebro har en diffus utströmning vilket påverkar anlockning av fisk till omlöpet.



Figur 8. Slitsrännan vid Slottsbron i Örebro har en tydligare utströmning som sträcker sig långt ut i vattenområdet (delvis beroende på ökat flöde).

UTSKOV TILL FISKVÄGAR

Vid design av utskov till fiskvägar bör de enkla lösningarna eftersträvas, både av hänsyn till fiskvandring, men även av kostnads- och driftmässiga skäl. De höga krav som föreligger på att fiskvägar ska fungera under mycket variabla flöden, innebär att fiskvägarna måste medge variabel vattenföring. Om en avancerad luckreglering ska kunna undvikas behöver ofta normalvattenytan för kraftverket justeras.

Genom att justera normalnivån för Hednäs kraftverk nedåt till exempelvis +143.35 (reducering med 0.1 m), kan en enklare och bättre funktion av fiskvägar och utskov erhållas. Detta skulle för Hednäs kraftverk innebära följande:

- Ny normalnivå +143.35 och vid denna nivå (ÖVY) avbördas dimensionerat minimiflöde till fiskvägen.
- DG är fortsättningsvis +143.50 vilket innebär att under perioder med överskottsvatten kan vattenytan tillåtas stiga mot +143.45 (varpå ökat flöde avbördas via utskovet till fiskvägen), innan luckregleringen måste gripa in (kräver ev. omprogrammering av VNR-styrning). På så vis minskas behov av luckreglering, utskov kan byggas enklare utan manuella regleringar (endast med avstängningsmöjligheter), fiskvägen erhåller ett variabelt flöde som varierar med aktuell vattenföring i älven, utskovet avbördar enbart via yttappning.
- Detta blir sammantaget en enkel konstruktion som samtidigt garanterar en flexibilitet i fiskvägen och förbättrad funktion, med en marginell påverkan på tillgänglig fallhöjd för kraftverket

FÖRUTSÄTTNINGAR VID HEDNÄS

Hednäs kraftverksdamm är en relativt högbyggd damm. Den faktiska fallskillnaden mellan DG och vattenytan ca 15 m nedströms dammen, är ca 9 m. Omedelbart nedströms dammens utskovströskel är ett relativt brant bergparti. Bottenområdet sluttar därför kraftigt vilket gör att fisk svårligen kan ta sig upp ända mot utskoven.

Området omges inte av någon bebyggelse. Över dammen löper enskild väg där andra närliggande fastigheter har servitutsrätt. På höger sida om kraftverket (sydväst) dominerar marken av sand. På vänster sida (nordost) dominerar marken av postglacial lera, och längre ut i terrängen av morän.



Figur 9. Hednäs kraftverk omges på höger strand av sandjord och på vänster strand av lerjord och längre från älven morän. Sanddominerad mark kan försvåra anläggningsåtgärder på höger strand pga. markstabilitet mm

På höger sida om kraftverket (sydväst) löper vägar och terrängen är mycket brant. En fiskväg i detta område skulle behöva mynnas i kraftverkets utloppskanal, och därmed byggas för en betydligt högre fallhöjd (15.5 m) än vid utskovsdammen (9 m). Dessutom är kraftverkets utloppskanal så pass nedsänkt att fiskvägen skulle kräva orealistiska schaktvolymmer i området, flera vägkulvertar mm.

Området på vänster sida (nordost) av dammen har goda markegenskaper. I området löper vägar där ev. fiskväg behöver kulverteras. En fiskväg i detta område skulle mynnas i torrfåran, och därmed byggas för en fallhöjd om ca 9 m. Terrängförhållanden är till stor del goda och en naturlig fiskväg skulle inte

innebära onormalt stora schaktingrepp. Marken är tack vare närbelägna vägar väl tillgänglig och bedöms bärkraftig för entreprenadfordon.

Området mellan utskovsdammen och kraftverksintaget är idag upptaget av kraftverkstubb och fisktrappa. Området har en sämre tillgänglighet och är fysiskt kraftigt begränsat. Längre ned längs fisktrappa och vid kraftverkets utlopp förekommer berg i dagen. Det ger därför inte möjlighet till så stora ombyggnationer som en naturlig fiskväg kräver.

REFERENSFÖRHÅLLET

Enligt den utredning som gjorts av referensförhållanden för fiskvandring vid Storfallet (nuvarande Hednäs kraftverk) var den naturliga forsen relativt brant och belägen i en trång sektion i Åbyälven (Lundström P, 2014). På grund av detta var vattenhastigheterna vid fallet höga och fallet bedöms naturligt ha hindrat uppvandring av vissa fiskarter och fiskstorlekar.

Lax och stor öring bedöms dock ha vandrat med liten eller ingen fördröjning vid gynnsam vattentemperatur och vattenförling. Fisk med simkapacitet på marginalen för dessa förhållanden kan ha fördröjts. Vid höga vattenförlingar har Storfallet sannolikt endast passerats av stor lax och vid för låg eller hög temperatur har få fiskar vandrat. Följande framgår av EKOM:s utredning:

- Inga andra arter än lax och öring har vandrat uppströms.
- Ingen- eller mycket liten vandring vid lägre vattentemperatur än ca 10°C.
- Vid vattentemperaturer, ca 10 - 15 °C, har framförallt större individer (> ca 50 cm) av lax och öring kunnat passera.
- Vid högre temperaturer, ca 15 – 20 °C, kan även individer, mindre än ca 50 cm, ha passerat.
- Vid högre vattenförling har vattenhastigheten varit högre vilket ställt högre krav på uppvandrande fisks simförmåga.

Således har referensförhållandet uppvisat vissa begränsningar avseende *uppvandrande fisk*.

Det råder påtaglig brist på studier för att dokumentera effekter av naturliga vandringshinder, jämfört med mängden studier av artificiella vandringshinder. Det är väl känt att lax kan fördröjas och aggregera under större vattenfall och andra naturliga vandringshinder, men det finns knappt några studier avseende storleken på sådana fördröjningar. Studier av flerårig atlantlax har visat att de stannade i sin uppvandring i medeltal 5- 9 dgr nedanför två forsar som inte bedömts utgöra

vandringshinder för atlantlax (Okland et al., 2001), medan grills endast stannade 1-3 dagar vid samma plats och under samma studietid (Karppinen et al., 2004). Lax observerades passera ett 4 m högt vattenfall efter att a upphållit sig 21-31 dgr nedanför fallet. (Johnsen et al., 1998)

I en studie i Ume-/Vindelälven tog det vild radiomärkt lax 0.8 – 10.8 dagar att passera den 7.5 m höga Baggböleforsen, men detta vid ett flöde betydligt lägre än det för platsen naturliga flödet (Rivinoja P. et al., 2001). Exempel från Island visar på 2 – 19 dagars fördröjning nedanför naturliga vattenfall med en ökad fördröjning med ökande fisklängd (Kristinsson K, Gudbergsson G, Gislason G, 2015). Passagerna skedde vid varierande temperaturer (8.4 – 17.3 °C). I Tanaälven (Teno) fördröjdes uppströmsvandrande lax i medel 2.2 respektive 4.6 dagar vid två olika forssträckor (Erkinaro J, Okland F, Moen K, Niemelä E, Rahiala M, 1999)

Tiden för passage av Storfallet går inte att fastställa exakt, men uppgifter från fiskpassager anger t.ex. att radiomärkt havsöring i Emån passerade en 370 m lång naturlig fiskväg med medianhastigheten 140 m/s, vilket motsvarade ungefär 3.5 fallhöjdsmeter /h (Calles & Greenberg, 2009). Passagetiden varierade mellan 1.4 – 21.4 h, vilket i sin tur motsvarade ungefär 0.4 – 5.4 fallhöjdsmeter/h. Simhastigheten minskade med minskade temperatur vid vattentemperaturer <11°C.

Appliceras denna hastighet på fallhöjden vid Hednäs, får man **förväntade passagetider på ungefär 3 – 44 h.**

Vad gäller *nedströms* vandrande fisk torde dock referensförhållandet ha inneburit en relativt snabb passageför både vuxen fisk och smolt. Studier har visat att smolt ofta vandrar fort förbi lugnflytande sträckor och stannar upp vid såväl kraftverk som forsområden. Det är därför inte möjligt att säga hur lång tid utvandring förbi Storfallet kan ha tagit innan utbyggnaden, men radiomärkt laxsmolt passerade Hertingforsen i Ätran efter cirka 10 h. (Heiss M, 2015)

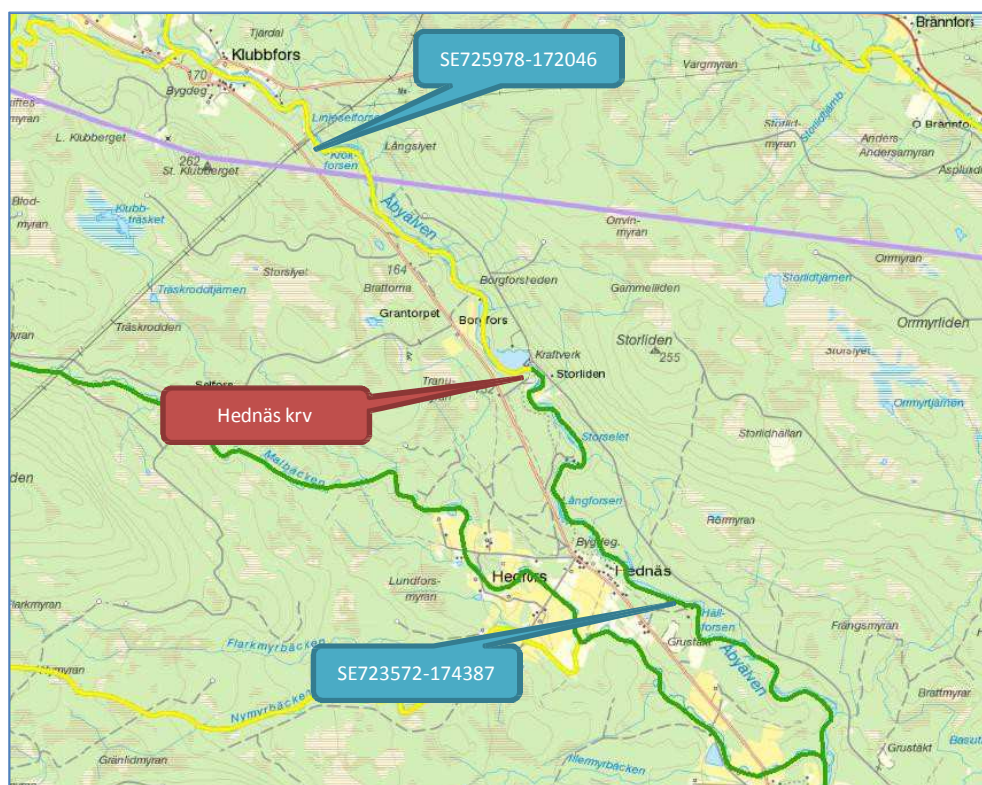
Vid en studie på utvandrande laxsmolt i Umeälvens ursprungliga fåra vid kraftverket Stornorrfor, vandrade individerna de drygt 29 km på 36 h (median) och merparten hade passerat efter 4 dygn (Tegenfeldt, 2014). Fallhöjden längs sträckan var 52 meter och innehåll flera branta forspartier som Baggböleforsen. Laxsmolten simmade i snitt fyra gånger snabbare i de lugna partierna jämfört med forsande partier. Snitthastigheten för sträckan Laxhoppet till Kungsmo sel (fallhöjd 15 m, 80% fors), var drygt 2.5 h.

MILJÖKVALITETSNORMER VATTEN

STATUS

Hednäs kraftverk är beläget i vattenförekomsten Åbyälven (SE723572-174387), vattenförekomsten har enligt prel. klassning 2015 *god ekologisk status*. Gällande miljö kvalitetsnorm (MKN) anger att god ekologisk status ska uppnås senast från år 2015. Vattenförekomsten uppfyller därmed krav enligt MKN idag.

Omedelbart uppströms kraftverket återfinns vattenförekomsten Åbyälven (SE725978-172046) som enligt samma underlag har *måttlig ekologisk status*. Här anger MKN att god ekologisk status ska uppnås senast från år 2021. Skälet är att vattenförekomsten är hydrologiskt och morfologiskt påverkad, vilket kan kräva ytterligare tid att åtgärda.



Figur 10. Preliminär statusklassning 2015 för Åbyälven vid Hednäs kraftverk. Källa: Vattenmyndigheten 2015

KRAV TILL FÖLJD AV MKN-VATTEN

För bedömning ekologisk status i ytvattenförekomster används ett flertal s.k. *kvalitetsfaktorer* som bedömningsgrunder. Dessa indelas i biologiska-, kemiska- och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Endast vissa kvalitetsfaktorer för bedömning av ekologisk status påverkas av vattenkraftverksamhet.

De kvalitetsfaktorer som påverkas tillhör främst grupperna biologiska- och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Kemiska kvalitetsfaktorer påverkas vanligen endast temporärt under anläggande av kraftverket, men kan påverkas av större magasinreglering. Detta är dock inte aktuellt i Åbyälven då det rör sig om ett strömkraftverk som producerar el enbart på tillrinnande vattenmängder.

Av *biologiska kvalitetsfaktorer* (för vattendrag) är det främst fisk och bottenfauna som påverkas av vattenkraftverksamhet. Mer tydligt är ofta en indirekt påverkan på biota genom en förändrad hydrologi, eller morfologi (t.ex. konnektivitet), som påverkar en biotop, vilket sedan får effekter på populationens storlek, utbredning mm.

Biologiska kvalitetsfaktorer är styrande och sämst status på *kvalitetsfaktor* styr den *ekologiska statusen*. Detta innebär att om statusen för bottenfauna bedöms till god, medan status för fisk bedöms till måttlig, blir den ekologiska statusen måttlig. Enligt direktivet utgör de hydromorfologiska och fysikalisk-kemiska faktorerna stöd för de biologiska faktorerna.

Den hydromorfologiska statusen kan endast direkt påverka ekologisk status mellan *hög* till *god* status enligt sammanvägningsbestämmelsen, 2 kap. 2 § i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS, 2013:19).

Denna utredning syftar till att utreda möjligheter att förbättra kvalitetsfaktorn *konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag*, i berörda vattenförekomster. Kraven gällande konnektivitet i vattenförekomster fokuserar på hur många vandringsbenägna fiskarter som förekommer på platsen (av de arter som förekommit enligt referensförhållanden). Kraven anger inget om hur stor *andel* av fiskbestånd som har möjlighet att passera vandringshinder, inom vilken tid mm. För att klara *hög* status krävs att samtliga vandringsbenägna fiskarter förekommer, som funnits enligt referensförhållandet. För *god* status krävs att mindre än 25 % av dessa arter saknas.

Då den utredning om referensförhållande vid platsen anger att endast arterna lax och öring (och möjligen ål) kunnat passera det naturliga fallet, finns därmed ingen tolerans att avvika från referensförhållandet, då påverkan skulle bli mellan 33 – 50 %.

MKN kräver därmed i detta fall att samtliga förekommande, vandringsbenägna fiskarter som vandrat förbi Storfallet i Åbyälven, ska ha fortsatt möjlighet till passage vid kraftverket.

KRAV PÅ UTFORMNING

Befintlig kammartrappa vid Hednäs kraftverk har inte en funktion för uppvandring som fullt ut motsvarar referensförhållandet. Fisktrappan har uppvisat bristfällig funktion och anlockningsproblem. Detta gör sammanfattningsvis att för få laxfiskar klarar passage förbi damm och kraftverk, och de fördröjs sannolikt längre än den tid som bedöms motsvara referensförhållandet.

Huvudorsakerna till detta bedöms vara spill förbi kraftverk, vilket gör att fisk går upp i torrfåran. Även utströmningsförhållanden, brist på vilområden, mörka områden, exponerade områden, och ogynnsam turbulens i delar av kammartrappan kan orsaka en otillräcklig effektivitet.

Målsättningar för utformning av en fiskpassage, med hänsyn till referensförhållande och till vad som bedöms vara tekniskt möjligt kan sättas upp enligt följande:

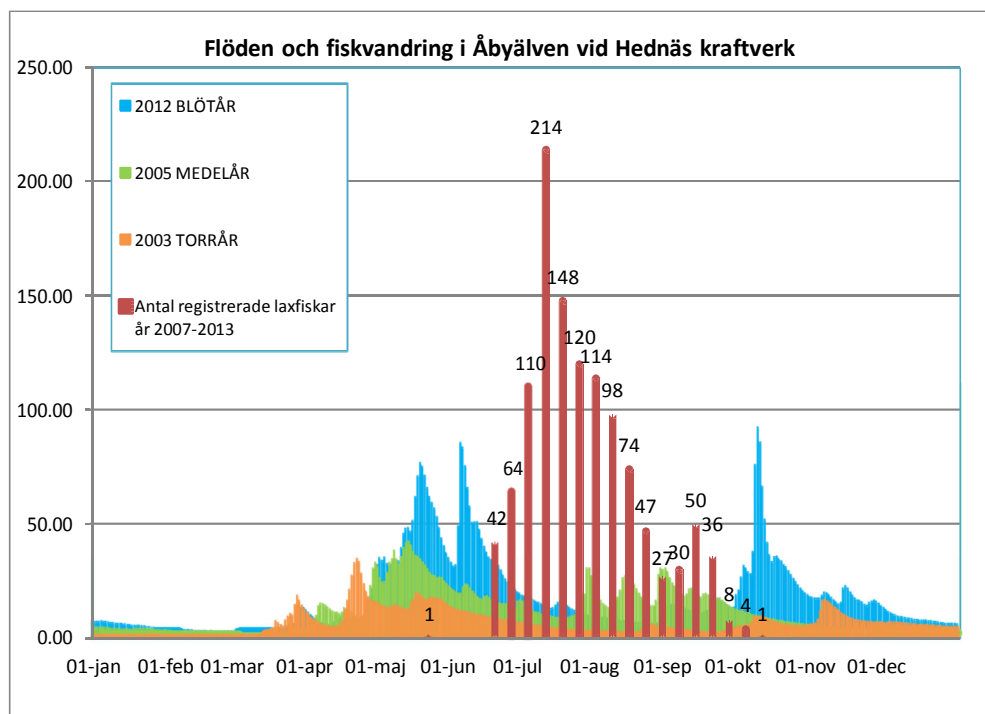
- Större laxfisk ska inom 1 – 7 dygn klara av att passera Hednäs vid vattentemp. 10 – 20 °C och vid lägre temperaturer inom 7 – 14 dygn.
- Nedvandrande smolt ska inom 10 h klara passage förbi damm och kraftverk. Detta ska ske med försumbar risk för skador på vandrande fisk.
- Nedvandrande kelt ska inom 7 dygn klara passage förbi damm och kraftverk. Detta ska ske med försumbar risk för skador på vandrande fisk.

UPPVANDRING

Då tiden för passage är relativt kort är det en stor utmaning att åstadkomma en fiskpassage för uppvandring med så pass stark anlockningseffektivitet att fisk nästintill utan fördröjning ska finna ingången på denna.

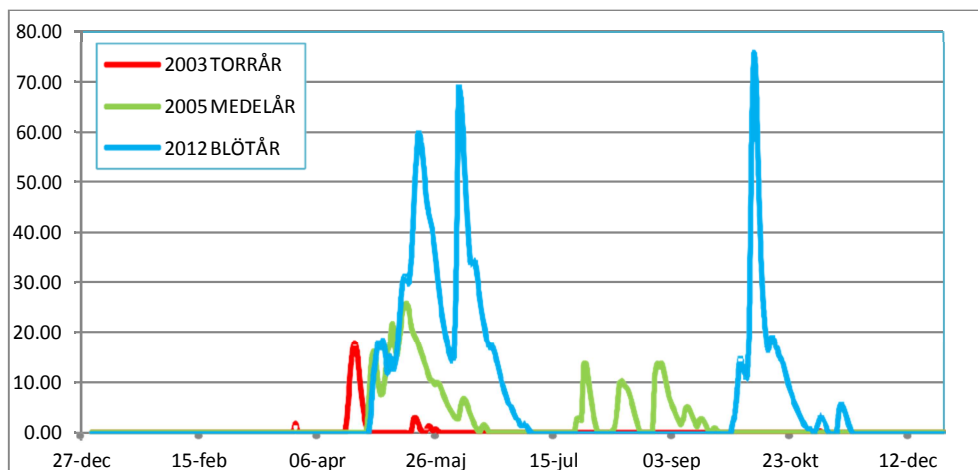
Vattenföringen på platsen är mycket variabel och det är inte ovanligt med flöden uppemot 40 m³/s under vår och försommar. Huvudskälet till den otillräckliga funktionen i nuvarande kammartrappa bedöms vara att den enbart mynnar i kraftverkets utloppskanal. Under stora delar av året är detta en fullgod lösning, men vid perioder av spill av stora vattenmängder förbi kraftverk, är risken påfallande att fisk anlockas till torrfåran och försöker vandra upp i denna gren. I figur 10 nedan redovisas flöden vid Hednäs under 3 exempelår, ett torrt, ett blött, och ett medelår under perioden 1999-2013. Som synes är det under medelår och blötår inte ovanligt med omfattande spill till torrfåran. Perioden för spill sammanfaller också relativt väl med den mest intensiva uppvandringsperioden.

Nuvarande damm har en alltför liten reglervolym (17 000 m³) för att ”reglera ned” flödet vid vårflod. Det bedöms därför vara ofrånkomligt att spill förekommer i anslutning till vandringsperioden för lax och havsöring.



Figur 11. Dygnsmedelflöden (m³/s) under 3 utvalda exempelår (analyserad period 1999-2013) vid Hednäs kraftverk. 2003 motsvarar ett torrt år, 2005 medel under perioden, och 2012 ett blött år. Registrerat antal uppvandrande laxfiskar summerat under perioden 2007-2013.

Fiskvägar kan dimensioneras för variabla vattenföringar. En möjlighet kan vara att konstruera en ny fiskväg som klarar av att hantera dominerande del av spillflödet och på så vis enbart ha en uppvandringsväg. Men, med tanke på de höga vattenföringar som normalt uppkommer på platsen är detta orealistiskt.



Figur 12. Flöden i torrfåran Hednäs kraftverk under samma exempelår som ovan.

En annan modell för att minska risken att fisk söker sig upp i torrfåran är att spärra uppgång. Detta kan göras genom s.k. elspärrar eller med fysiska hinder (nivådamm). Elspärrar har dock en otillräcklig funktion i turbulent flöde och ett fysiskt hinder skulle behöva utformas med sådana mått att den motverkar avbördning från dammen. Den skulle därmed kunna utgöra en säkerhetsrisk och är därför inte realistisk. I figur 11 ovan redovisas flöde i torrfåran under de 3 exempelåren. Som synes uppgår maxflödet under de olika åren till mellan 18 – 75 m³/s, vilket gör kraven på dimensionering av en ”uppvandringsspärr” alltför omfattande för att detta ska vara realistiskt.

En fiskväg vid Hednäs bör därför erbjuda dubbla ingångar. En i kraftverkets utloppskanal som nuvarande, och en i torrfåran nedströms dammen. Endast på detta vis kan fisken tillräckligt snabbt finna och gå in i fiskvägen, samtidigt som risken att fisk stängs in i torrfåran vid strykt flöde kan minskas.

Om fiskvägen görs naturlig av typen omlöp eller inlöp bör den utformas för en kontinuerlig drift, dvs. utan torrläggning delar av året. Om fiskvägen utformas av teknisk typ, t.ex. slitsränna, kan fiskvägen i perioder stängas för underhåll, eller prioriterad tappning i annan gren. Man bör dock undvika fullständig torrläggning även i en slitsränna. Man brukar inreda botten med naturligt substrat och kan därför skada stående fisk och etablerad bottenfauna vid fullständig torrläggning.

Själva lutningen i fiskvägen bör anpassas utifrån de naturliga förhållandena där forsområdet bitvis var brant men samtidigt troligen erbjöd viloplatsar stegvis i strandnära områden, eller djupområden.

NEDVANDRING

Laxfisk och andra fiskarter, kelt, smolt mm ska, enligt målsättning, utan fördröjning och med marginell skaderisk kunna passera Hednäs kraftverk. Nuvarande kraftverksintag har en grind av traditionell typ, vilket innebär att mindre fiskindivider såsom smolt, kan passera grinden och därmed turbinen. Turbinen är av Kaplan-typ med löphjulsdiameter 1600 mm, och är av relativt högvarvig typ, 375 rpm. Kaplan-turbiner betraktas generellt ge mindre risk för skador på passerande fisk än t.ex Francis-turbiner. Med tanke på det höga varvtalet torde dock skaderisken vid turbinpassage vara påtaglig, även för individer av smoltstorlek.

För större fisk såsom utlekt lax och havsöring, bör grinden fungera som ett avskräckande hinder, även om de rent fysiskt kan passera. Vid turbinpassage för större fiskstorlekar (> 50 cm) bör skaderisken i aktuell turbin vara oacceptabelt hög. Den dominerande risken är dock att större fisk fördröjs alltför länge från vidare passage nedströms.

För mindre fisk såsom lax- och öringsmolt, fungerar inte grinden som ett hinder, även om de kan avskräckas under en kortare period. Vid turbinpassage för dessa fiskstorlekar (< 25 cm) bör skaderisken i aktuell turbin vara måttlig, men de totala förlusterna orsakade av fördröjning, turbinskador, grindskador, förhöjd predation mm, är sannolikt omfattande och inte jämförbara med referensförhållandet.

Dammen har endast 2 utskovsluckor med bottentappning. Vardera lucka har vid full öppning kapacitet på ca 80 m³/s, vilket gör att de endast undantagsvis hålls fullt öppna. Möjligheter för vuxen fisk och smolt att passera via dessa luckor bedöms vara begränsad, och skaderisken i fallet nedanför luckorna är påtaglig.

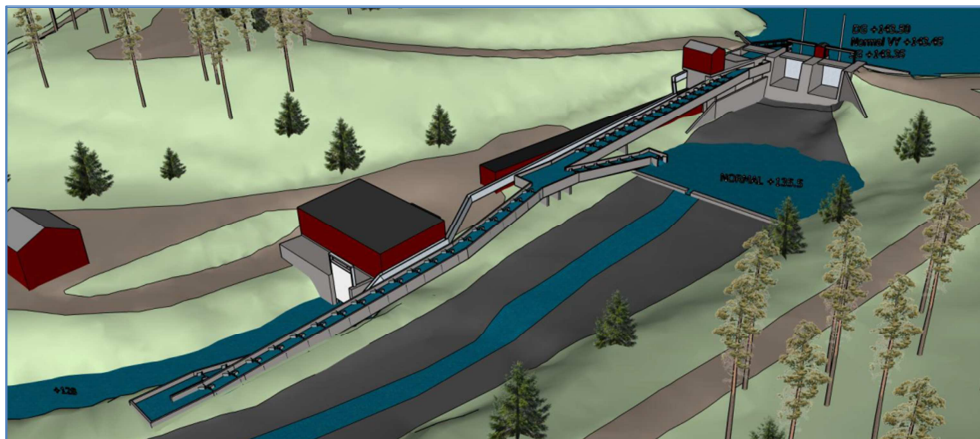
För att avleda fisk förbi kraftverk används s.k. avledare som leder fisk förbi kraftverksintaget till en alternativ passage som är säkrare. Dessa avledare kan grovt indelas i beteendeavledare eller fysiska avledare.

En beteendeavledare är en konstruktion som syftar till att påverka fiskens beteende. Detta kan ske genom elektriska impulser, ljud eller ljus som ska skrämma fisk från ett område, eller locka fisk till ett område. En beteendeavledare är dock inget fysiskt hinder för fisken, vilket innebär att om den inte fungerar som den ska, har fisken möjlighet att passera genom kraftverksintaget. Generellt har dessa uppvisat en mycket varierande funktion och i många fall en otillräcklig effektivitet. Funktionen kan påverkas av aktuella flöden, turbulens, temperatur etc.

En fysisk avledare utgörs vanligen av en tät grind som utformats med flack lutning och låg vattenhastighet. Grindens täthet gör den svår att passera för både små och stora fiskar. Genom lutningen erhålls en hastighetsvektor parallellt med grindens sträckning vilket innebär att fisk leds eller transporteras längs med grinden istället för emot den. I slutet av grinden placeras flyktöppning där fisken kan passera till en avledningsränna eller annan säker passage. Fysiska avledare är ofta permanenta installationer som är i drift året runt. De kan dimensioneras för att hantera många olika fiskarter och är mindre påverkade av omgivningsförhållanden, till skillnad från beteendeavledare.

Då referensförhållandet vid Hednäs ställer höga krav på snabb passage, minimal skaderisk, oavsett fiskstorlek, bedöms endast en fysisk avledare kunna motsvara detta. Även med en sådan, är det en utmaning att erhålla en funktion motsvarande dessa krav. Ett kraftverksintag är en artificiell miljö för nedvandrande fisk. Små detaljer i konstruktionen, skräpansamling mm kan leda till att funktionen blir otillräcklig.

ALTERNATIV 1 – DUBBELSLITSRÄNNA



Figur 13. Ombyggnad av befintlig kappartappa vid Hednäs kraftverk till dubbelmynnande slitsränna med ingång i torråra och utloppskanal. Norconsult 2015.

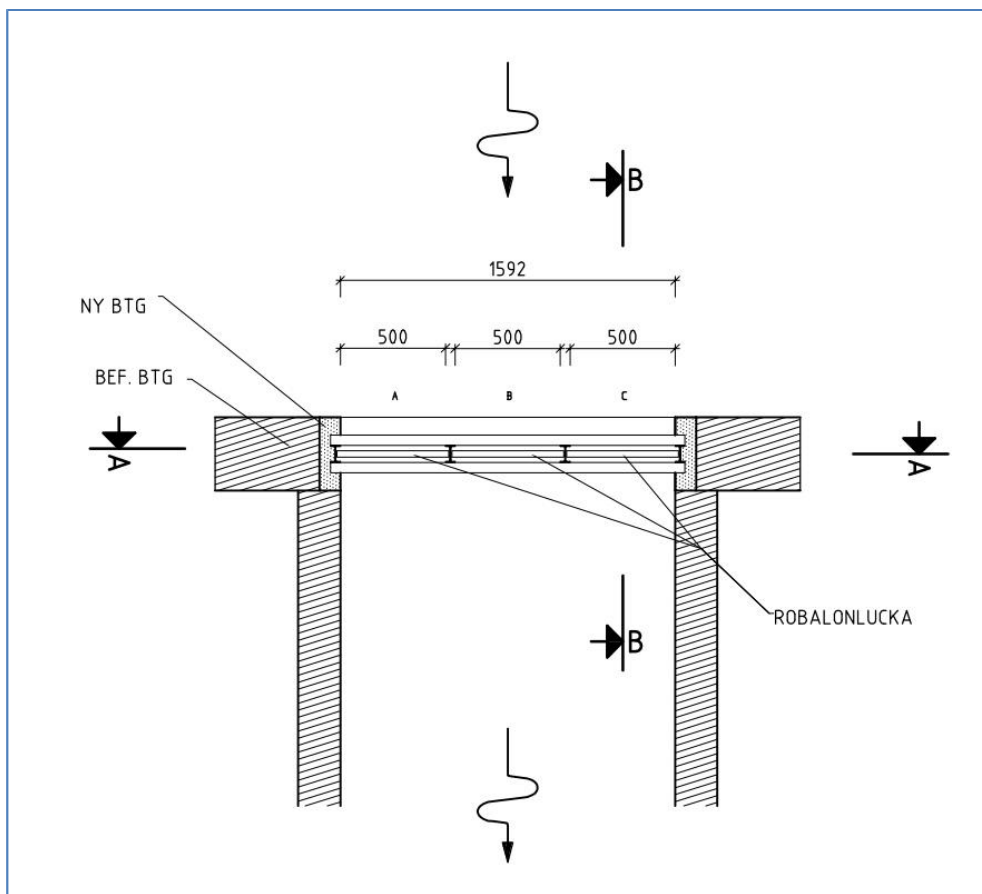
Detta alternativ innebär att nuvarande kammartrappa rivs ut. De delar som kan användas för nya konstruktioner bevaras, men den del av kammartrappan som är av stålplåt kommer behöva tas bort. I läget för befintlig trappa anläggs en dubbelslitsränna med 2 förgreningar, i varje förgrening övergår konstruktionen till en enkelslitsränna. Genom att använda dubbelslitsränna kan varje enskild bassäng i denna del göras kortare vilket minskar den totala anläggningsarean. Dock innebär ombyggnaden en relativt omfattande förlängning av den gren i slitsrännan som löper ned till utloppskanalen.

Dubbelslitsrännan löper från regleringsdammen ca 80 m nedströms till en förgreningsbassäng. Från denna bassäng löper en 30 m lång enkelslitsränna som mynnar i torråran ca 30–45 m nedströms regleringsdammen. Från samma bassäng löper ytterligare en enkelslitsränna i läge för befintlig kammartrappa, ned runt kraftverket. Denna gren får längden ca 100 m och kräver därmed relativt omfattande bergschakt invid nuvarande utloppskanal.

UTSKOV

Slitsrännans placering följer i stort befintlig fisktrappas förläggning. Ett utskov för fiskvägen kommer sannolikt behöva placeras där nuvarande intag till fisktrappan sker. Det bör dock undersökas om det är möjligt att installera ett helt nytt utskov för något högre flöde, och med viss distans till kraftverksintaget. Utskovet bör utformas med en fri bredd kring 1.8 m och tröskelnivå ca +142. Fri bredd är då anpassad för att kunna installera en fiskräknare i övre delen av fiskvägen. Utskovet

kommer vid normal drift att vara helt öppet då slitsarna i fiskvägen reglerar flödet. Endast vid rensning, inspektion och underhållsåtgärder stängs utskovet.



Figur 14. Exempel på luckutskov 3-delat lämpligt för t.ex. slitsränna.

Byggandet kräver torrläggning av intaget antingen genom traditionell fångdamm, men mer sannolikt genom att en stålkaassun eller spont etableras framför ingreppsområdet.

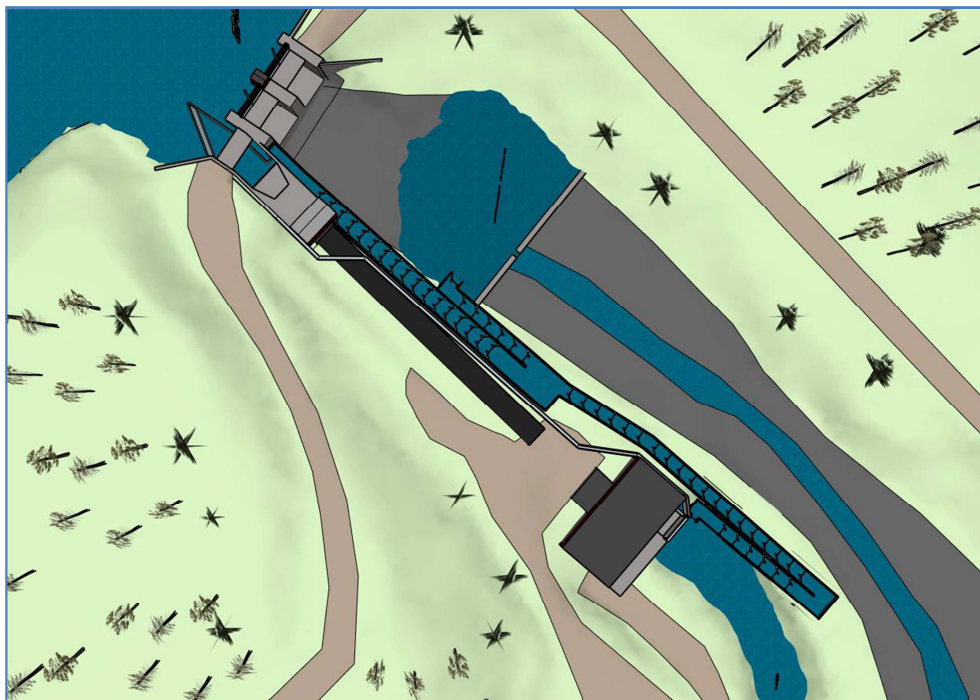
DIMENSIONERING

Från utskovet schaktas terrängen av för att ge utrymme för slitsrännans grundläggning. Fiskvägens övre del utformas som en dubbelslitsränna med 30 cm fribredd i vardera slitsöppning. Varje bassäng dimensioneras för en fallskillnad om ca 20-30 cm, vilket rekommenderas för stora laxfiskar (Larinier M, 2002).

Lutningen blir därmed ca 10-15 %, men kan variera lokalt, och anpassas i detalj i samband med detaljprojektering.

Fiskvägens förgreningar utformas som enkelslitsränna med 30 cm fribredd i slitsöppningen, med likvärdig lutning som i dubbelslitsrännan.

Fiskvägen bör dimensioneras för en bottenröskel på nivån +142.2 vid inloppet, +133 vid utloppet till torrfåran, och +126.5 vid utloppet i kraftverkets utloppskanal.



Figur 15. Anläggningsområde för dubbelmynnande slitsränna vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

Slitsrännans gren mot utloppskanalen kräver förlängning och därmed bergschakt av ett ca 300 m² stort markområde precis nedströms befintlig kammartappa. Nivån på färdig schakt blir sannolikt ca +126 vilket innebär en relativt djup schakt i berget. Volymen uppskattas till ca 1500 m³.

Schakten dräneras och övertäcks med makadam som packas lagervis. Därefter grundläggs en ca 300 mm tjock betongplatta. Troligen genomförs formning, armering och gjutning av både bottenplatta och sidoväggar i samma skede.

Efter gjutarbeten har en färdig kanal med bottenplatta och sidoväggar i betong färdigställt. Slitsarna i kanalen tillverkas som förbockade plåtprofiler i 5 mm plåt. Tvärväggar utförs antingen i plåt, trä eller robalonplast.



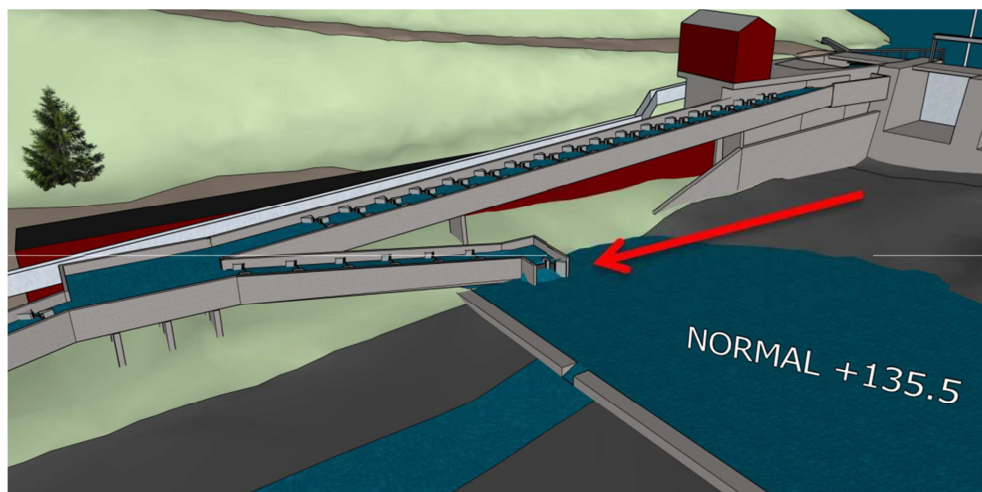
Figur 16. Exempel på slitsränna prefabricerad betong och slitsar utförda som plåtprofiler. Norconsult 2015.

Slitsprofilerna monteras genom förankring i bottenplatta och sidoväggar. Efter montage kläs bottenplattan in med naturstensmaterial av dimension 20 – 150 mm diameter. Ev. kringgjuts slitsprofiler och utrymme i plåtprofiler gjuts upp.

MYNNINGSOMRÅDE OCH STIGRÄNNA

Slitsrännans gren till utloppskanalen mynnas lämpligen i befintlig utloppskammare för nuvarande fisktrappa. Vissa justeringar krävs av nuvarande utlopp, som troligen behöver smaltas av något för att bättre passa för slitsrännans hydraulik.

Slitsrännans gren till torrfåran mynnas i den bottenplatta som utmärker sig ca 15 m nedströms utskovsdammen. För att förbättra utloppsförhållanden, anlockning och vandringsdjup i detta område anläggs en nivåtröskel nedströms höljan. Tröskeln utförs i betong med en försänkning centralt för att koncentrera minimiflödet. Krönet på tröskeln hålls så lågt som möjligt för att minska risk för höga vattenstånd. Krönet förläggs på nivån ca +134.5 och erosionsskydd i områden runt höljan upp mot dammen förstärks och förhöjs vid behov.



Figur 17. Slitsrännans utlopp till torråran placeras i läge för den bottenplatå som ligger en bit nedströms utskovsdammen (röd pil). Det kommer krävas schakt och uppbyggnad av vattennivån i torråran för en ändamålsenlig funktion. Norconsult 2015.

Mynningsområdet kommer att vara utsatt för stora påfrestningar vid avbördning via utskovsdammen. Vid höga flöden bör därför större delen av flödet avbördas via vänstra luckan. En avskärmande vägg bör gjutas ut i höljan för att skydda fiskvägen från erosion. Lockflödet bör styras för att möta huvudströmmen med envinkel lägre än 30 grader relativt huvudströmmen. Man ska helst undvika 90 grader mot huvudströmmen (NOAA, HaV m.fl.).

AVBÖRDNING OCH REGLERING

Med föreslagen dimensionering gäller följande avbördning för slitsrännan:

- Vid DG (+143.5) avbördas ca $2 \times 0.62 \text{ m}^3/\text{s}$
- Vid normalnivån (+143.45) avbördas ca $2 \times 0.59 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Vid SG (+143.35) avbördas ca $2 \times 0.53 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Flödet kan fördelas fritt mellan respektive utloppsgren, och även reduceras, men kräver avstängning/justering om en jämn fallskillnad ska uppnås.
- Om slitsrännan dimensioneras med lågbyggda slitsväggar, som överströmmas vid DG, kan vattenföringen ökas i fiskvägen trots samma kanalmått mm som ovan beskrivet.

Konstruktionen ger viss flexibilitet och kan köras med partiell drift. T.ex. om kraftverket är avstängt kan enbart grenen mot torrfåran vara i drift. Vid perioder då enbart minimiflöde finns tillgängligt kan enbart grenen till utloppskanalen köras. Detta kräver dock sättavstängning av slitsöppningar i dubbelslitsrännan, samt vid förgreningen i fiskvägen. Reglering av slitsrännan kräver omfattande arbete, även om utrustningen är relativt enkel. Vid halvering av flödet krävs avstängning av en slits i ena öppningsraden i dubbelslitsrännan. Detta är tidsödande och avstängningsluckor (vanligen i robalonplast) kostar relativt mycket (om trävirke accepteras är detta betydligt billigare). Momentet bör därför endast utföras 2 ggr per år.

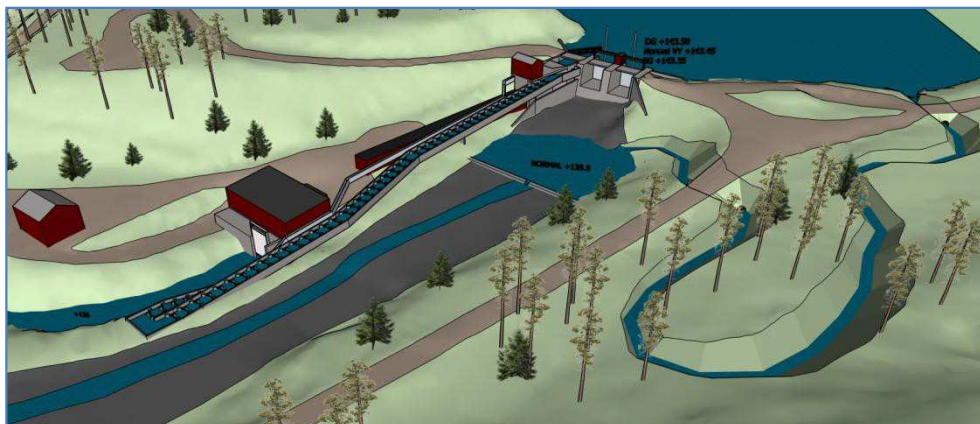
Förslag till drift ges nedan:

- Slitsrännan regleras förslagsvis enligt följande:
 - o Reducerad drift ca $2 \times 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ under ”icke vandringsintensiv” period på året, preliminärt v41 v21. Flödesreduktion sker genom att en slitsöppning stängs/reduceras i dubbelslitsrännan.
 - o Full drift $2 \times 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ under ”vandringsintensiv” period v22- v40.

Bägge grenar i slitsrännan bör hållas öppna vid perioder med risk för spill. Framförallt sådana perioder som inträffar under veckorna 22-40 på året (då denna period har uppvisat mest frekvent fiskvandring) men önskvärt även utanför denna tidsperiod.

Torrläggning av slitsrännan bör undvikas. Om så sker bör torrläggningen ske mycket långsamt så att stående fisk hinner gå ut ur fiskvägen. Bassängerna bör vittjas avseende stående fisk, ev. med elfiskeutrustning. Vi rekommenderar dock att slitsrännan underhålls med konstant flöde men som reduceras till ca $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ per gren. Med sådant flöde har det (oss veterligen) inte observerats några problem med bottenfrysning mm i slitsrännor.

ALTERNATIV 2 – OMLÖP SAMT ENKELSLITSRÄNNA

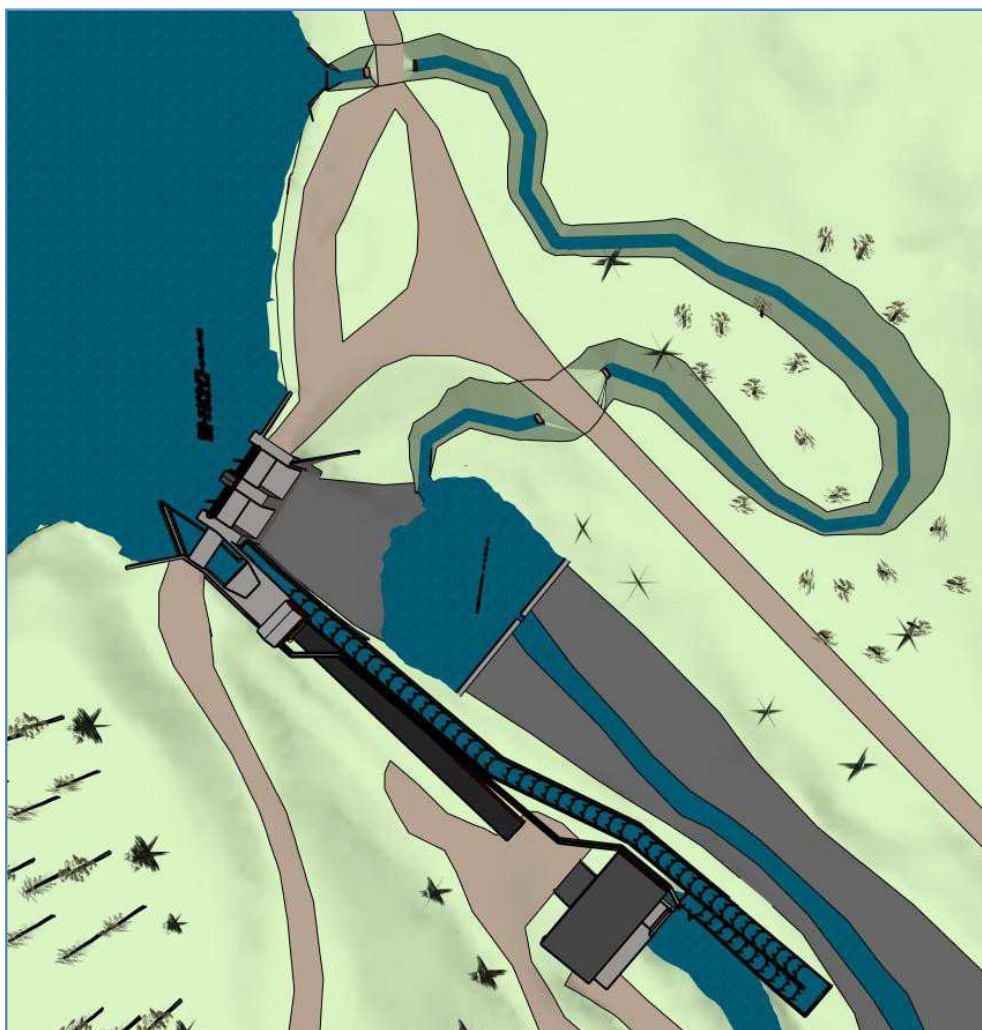


Figur 18. Ombyggnad av befintlig kappartappa vid Hednäs kraftverk till slitsränna, samt anläggande av omlöp till torråra. Norconsult 2015.

Detta alternativ innebär att nuvarande kammartrappa rivs ut och istället installeras en slitsränna, ungefär likt alternativ 1, men utan dess förgrening. De delar som kan användas för nya konstruktioner bevaras, men den del av kammartrappan som är av stålplåt kommer att behöva rivas.

En dubbelslitsränna medger kortare bassänglängder, men å andra sidan bredare kanal, jämfört med enkelslitsrännan, och möjliggör en variabel tappning. Valet mellan enkel- eller dubbelslitsrännan bör utredas närmare då det kräver avvägning mellan utrymmeskrav, behov av variabla driftflöden mm. Slitsrännan löper från regleringsdammen ca 175 m nedströms till utloppskanalen.

För att möjliggöra uppvandring av fisk via torråran installeras ett omlöp. Omlöpet får längden ca 250 - 350 m och medellutning 3 – 3.5 %. Omlöpet installeras med utskovet placerat ca 50 – 80 m vänster om nuvarande regleringsdamm. Via schakt och installation av 2 vägkulvertar kan en vattenväg formas med längd runt 300 m, som mynnar i en "pool" ca 40 m nedströms regleringsdammen. Avståndet från dammen behöver utredas närmare i samband med projektering för att undvika risk för schakter, eller erosion, alltför nära dammfoten, och åstadkomma ett utlopp ur fiskvägen som är skyddat vid kraftig avbördning från luckutskoven.



Figur 19. Anläggningsområde för omlöp och slitsränna vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

UTSKOV

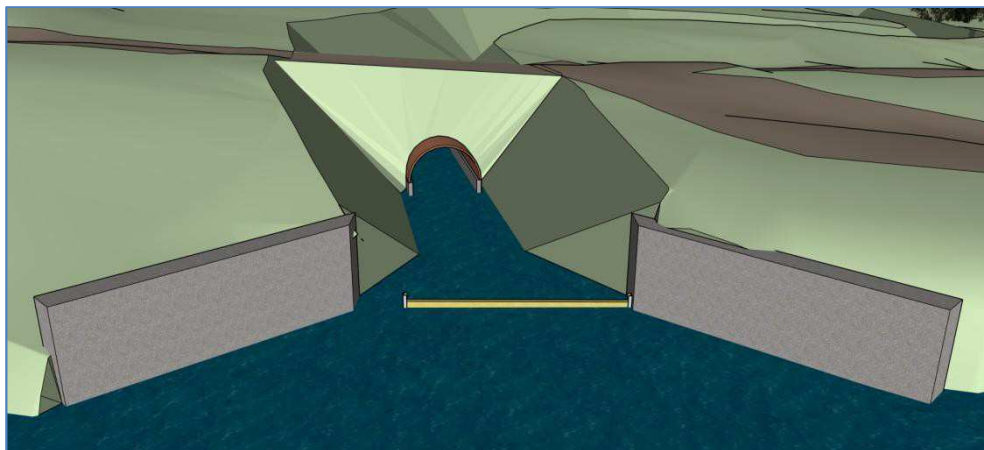
Slitsrännans placering följer befintlig fisktrappas förläggning, och liknar i stort alternativ 1, med nästan identiska utskovsprinciper. Även här bör det undersökas om det är möjligt att installera ett helt nytt utskov för något högre flöde, och med viss distans till kraftverksintaget. Fri bredd bör anpassas för att kunna installera en fiskräknare i övre delen av fiskvägen. Utskovet kommer vid normal drift att vara helt öppet då slitsarna i fiskvägen reglerar flödet. Endast vid lågflödesperiod, rensning, inspektion och underhållsåtgärder stängs utskovet.

Utskovet för omlöpet bör utformas för att kunna avbörda större vattenmängder under perioder med överskottsvatten, och med en lågnivå som avbördar den minimitappning som föreskrivits för anläggningen. Det är naturligtvis önskvärt att utskovet utformas för mycket hög avbördningsförmåga. Men, vattenvägen

(omlöpet) nedströms kommer sätta begränsningar för hur stor tappning konstruktionen tål. Sannolikt är det inte möjligt att avbörda mer än max ca 3 m³/s utan att schakt, kulvertar mm blir oacceptabelt stora, och erosionsrisker mm måste hanteras med dammsäkerheten i fokus.

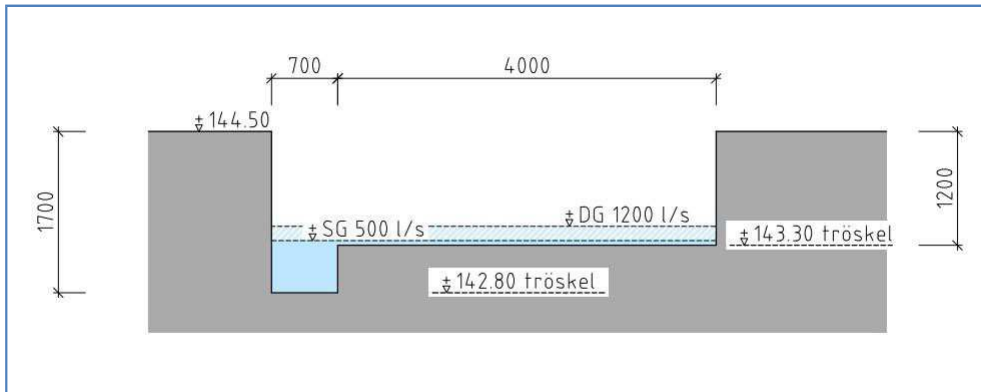


Figur 20. Exempel på skibordsutskov lämpligt för t.ex. omlöp. Detta dock med en kapacitet på uppemot 15 m³/s och en anlagd strömfåra nedströms.



Figur 21. Inritat skibordsutskov för omlöp vid Hednäs. Utskovet utgörs av en fast tröskel, delvis försedd med sättavstängning.

Enligt förslaget installeras ett skibord försett med en ca 0.7 m bred försänkning, med tröskeln på nivån +142.8. Till försänkningen ansluts ett skibord, förslagsvis med bredden 4 m och nivån +143.1. Skibordet förses med sättavstängning som endast öppnas vid längre perioder med överskottsvatten. Sättarna placeras i normalläget till en höjd motsvarande ca +143.3.



Figur 22. Sektion för utskov till omlöp vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

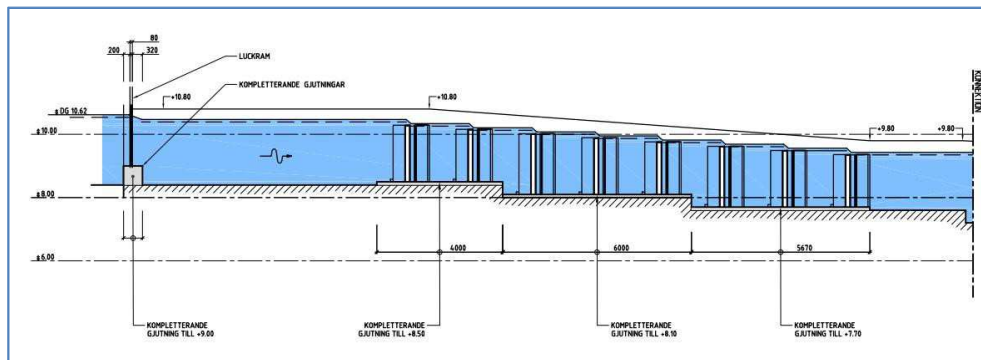
Skibordets tröskel kan eventuellt försänkas och förses med sättavstängning så att avbördningen kan ökas ytterligare när överskottsvatten finns tillgängligt. Utskov för omlöpet kräver spontning för förlängning av läckvägar.

Byggandet kräver torrläggning av intaget och området där omlöpets utskov placeras. Bottenförhållanden i detta område är okända, men förefaller vara grunda. Torrläggning kan ske lämpligen med traditionell fångdamm av jordfyllning. Vid slitsrännans utskov kan dock stålkassun eller liknande utgöra alternativ.

DIMENSIONERING SLITSRÄNNA

Slitsrännans dimensionering är i detta förslag nästan identisk med alternativ 1 ovan, med en lutning om ca 10-15 %. Dock med den relevanta skillnaden att hela slitsrännan är av typen enkelslitsränna.

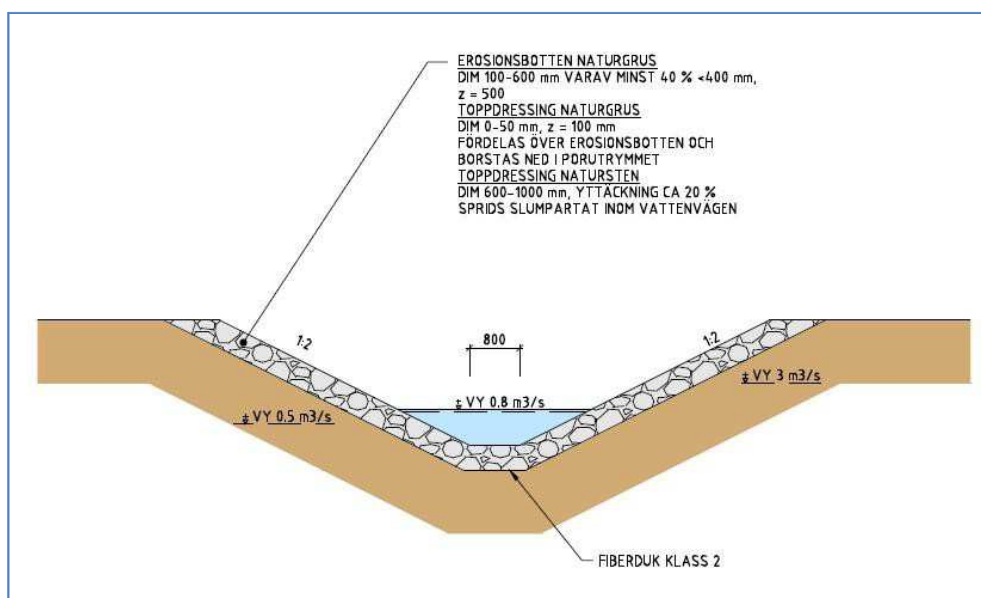
Enkelslitsrännan är inte lika flexibel att reglera som dubbelslitsränna, utan måste kunna hantera varierande tillrinning utan att nivåskillnader påverkas alltför mycket. Av detta skäl dimensioneras slitsarna med lägre krönhöjd så att de vid normal drift är överströmmade med ca 0.1 m. På så vis kan flödet reduceras genom strypning i utskovet, men slitsarna fortsätter reglera nivåskillnaden mellan bassängerna.



Figur 23. Längdsektion för slitsränna designad för överströmning av slitsarna. Norconsult 2015.

DIMENSIONERING OMLÖP

Omlöpets vattenväg schaktas fram i terrängen på vänster sida om dammen, följande terränglutning ned längs torrfåran. Vattenvägen utformas med en bottenbredd om ca 0.8 m och anslutande släntlutning 1:2.

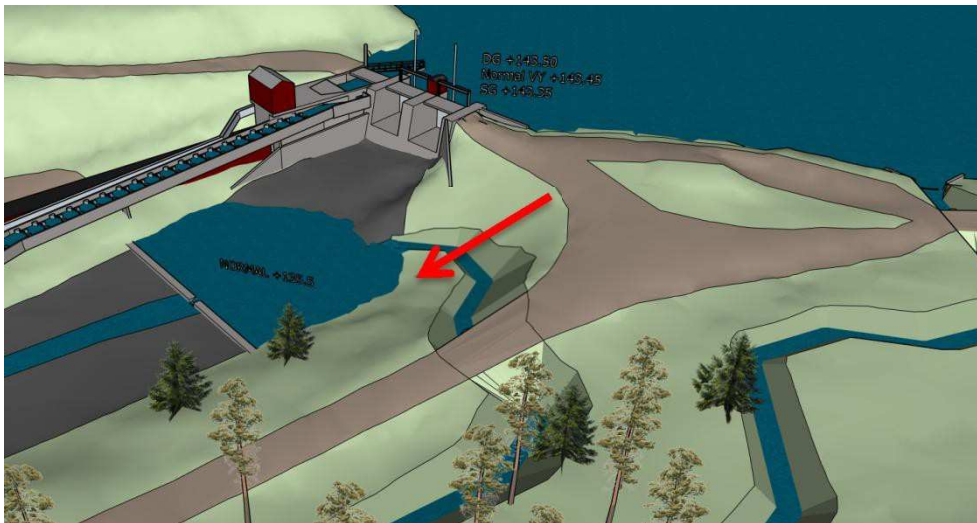


Figur 24. Typsektion för omlöp vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

Tvärsnittsarea och erosionsbotten anpassas för ett dimensionerande flöde om max 3 m³/s. Schakten kläs med naturstensmaterial som erosionsbotten. I den övre delen förväntas endast lokal sprängning kunna bli aktuell, då förutsättningar är goda att följa terrängens naturliga lutning.

Omlöpet kommer, pga. varierande lutning, bottenstruktur och bottenbredd, få varierande djupförhållanden.

- Maximalt vattendjup kan förväntas variera mellan 0.5 till 1.2 m beroende på aktuellt flöde och bottenbredd mm i aktuell sektion. En centralt placerad stigränna kommer dock alltid medge ca 0.6 m vattendjup för större fisk.
- Genomsnittlig vattenhastighet kommer hamna i intervallet 0.25 – 0.9 m/s beroende på aktuell tappning mm.
- Bottenstruktur i omlöp kommer ge en varierad strömhastighet i tvärsektionen med lugnare och grundare förhållanden strandnära.
- Omfattande bergschakt förväntas inte, att döma av kända geologiska förhållanden, men behov kan uppkomma lokalt. Slänter mot vattenvägen planeras generellt med lutningen 1:2.



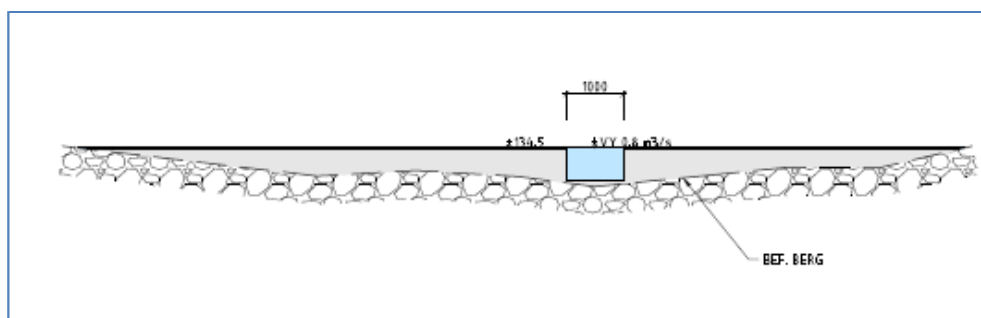
Figur 25. Omlöpets utlopp till torrfåran placeras i läge för den bottenplatå som ligger en bit nedströms utskovsdammen (röd pil). Även detta alternativ kommer kräva schakt och uppbyggnad av vattennivån i torrfåran för en ändamålsenlig funktion. Norconsult 2015.

MYNNINGSOMRÅDE OCH STIGRÄNNA

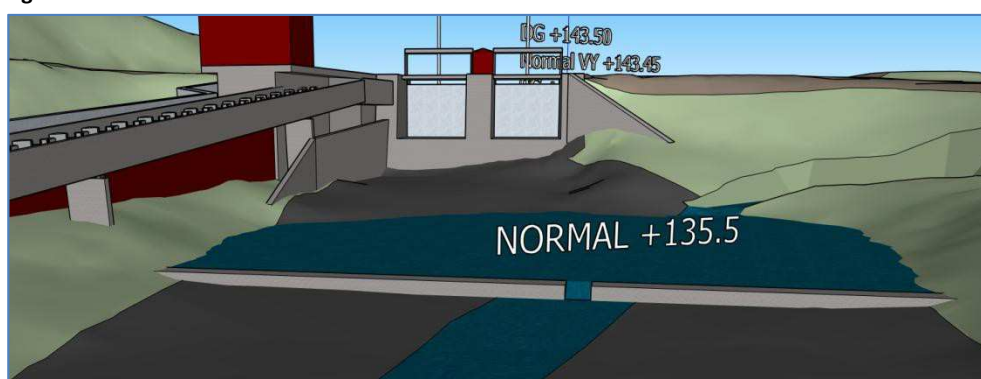
Slitsrännans utloppskanal mynnas lämpligen i befintlig utloppskammare för nuvarande fisktrappa. Vissa justeringar krävs av nuvarande utlopp, som troligen behöver smalnats av något för att bättre passa för slitsrännans hydraulik.

Omlöpets mynning i torrfåran bör placeras vid den bottenplatå som utmärker sig ca 30 m nedströms utskovsdammen. För att förbättra utloppsförhållanden, anlockning och vandringsdjup i detta område anläggs en nivåtröskel nedströms höljan. Tröskeln utförs i betong med en försänkning centralt för att koncentrera minimiflödet. Krönet på tröskeln hålls så lågt som möjligt för att minska risk för höga vattenstånd. Krönet förläggs på nivån ca +134.5 och erosionsskydd i områden

runt höljan upp mot dammen förstärks och förhöjs vid behov. Försänkningen i tröskeln hålls i nivå med befintlig bergbotten, och med bredden ca 1 m.



Figur 26. Sektion för tröskel över torråra vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.



Figur 27. 3D illustration föreslagen nivådam över torråra vid Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

AVBÖRDNING OCH REGLERING

Med föreslagen dimensionering gäller följande ungefärliga avbördning för slitsrännan:

ÖVY (vattenstånd)	Avbördning omlöp (m³/s)	Avbördning slitsränna (m³/s)
DG (+143.50)	1.3 (varav 0.6 via skibord)	0.75 (varav 0.3 via överströmning)
NORMAL (+143.45)	1.0 (varav 0.4 via skibord)	0.6 (varav 0.2 via överströmning)
NORMAL (+143.45) MED SÄTTAR ÖPPNA TILL +143.1	2.5 (varav 1.8 via skibord)	0.6 (varav 0.2 via överströmning)
SG (+143.35)	0.5 (varav 0.1 via skibord)	0.35 (varav 0 via överströmning)

Omlöpet bör hållas vattenförande året runt. Nuvarande förslag innebär ett nästintill regleringsfritt utskov. Som nämnts tidigare bör utskovet till omlöpet förses med sätstavstängning (t.ex. kan skibordets tröskel sänkas och förses med sättares), för att

kunna påverka avbördningen. Det bör utredas närmare om det periodvis kan vara aktuellt med ökad avbördning. Utskovet bör i alla händelser förses med avsättning för sättavstängning vid driftproblem eller akuta behov.

Slitsrännans drift bör naturligtvis prioriteras till perioder då kraftverket är i drift. Övrig tid kan vattenföringen reduceras för att endast underhålla bottensubstrat mm i fiskvägen med erforderligt flöde, förslagsvis 0.3 m³/s.

Förslag till drift ges nedan:

- Omlöpet regleras förslagsvis enligt följande:
 - o 0.3 m³/s normalt under "icke vandringsintensiv" period på året, preliminärt v41 - v21. Flödet kan justeras med profilsågad robalonlucka monterad i lågnivån på skibordet.
 - o 0.8 - 1 m³/s under "vandringsintensiv" period v22- v40, med ökning av flöde via sättare under perioder med överskottsvatten.
 - o Överskottsvatten bör i första hand släppas via omlöp eller fiskavledare vid kraftverksintaget.
- Slitsrännan regleras förslagsvis enligt följande:
 - o 0.15 m³/s normalt under "icke vandringsintensiv" period på året, preliminärt v41 - v21. Syfte är då enbart att möjliggöra passage, samt underhålla vattenvägen med kontinuerligt flöde. Sker genom partiell avstängning av utskovet så att nivån i övre bassängen sjunker under översta slitsens krönnivå.
 - o 0.6 m³/s under "vandringsintensiv" period v22- v40. Ca 0.1 m överströmning över slitsarna.

SITUATIONEN FÖR NEDVANDRANDE FISK

Enligt dom 1991-06-20 meddelad av vattendomstolen vid Umeå tingsrätt ska Skellefteå Kraft AB anlägga en smoltavledare vid Hednäs kraftstation i samråd med dåvarande Fiskeriverket. Smoltavledaren ska hindra utvandrande lax- och öring-smolt från att passera genom kraftstationens turbin (Kaplantyp).

Under åren 2003-2008 har Skellefteå Kraft AB installerat olika smoltavledare med olika tekniker som har testats, bl.a. en s.k. luftspärr, och ett (med presenning) beskuggat område över kraftverksintaget. Detta skulle förhindra smolt att simma in i det mörka området och därmed undvika passage genom kraftstationens turbin, och istället ledas ned genom kammartrappans utskov.

Fiskeriverkets utredningskontor i Luleå har genomfört kontroll av smoltavledarens funktion genom fångst-återfångsförsök. Smoltavledarna bestod av en luftbubbelridå 2003-2005, skuggridå 2006, och skuggridå med en skärm nedsänkt 1 meter i vattnet 2007.

Totalt under 2003-2007 fångades 214, 201, 685, 411, 559 laxsmolt och 2, 4, 13, 10 och 5 öring-smolt respektive år. Smolten märktes och transporterades uppströms Hednäs och för återutsättning. Återfångsten (vilken genomfördes i fälla monterad i kammartrappan) var följande:

År	Återfångst laxsmolt med smoltavledare (%)	Återfångst laxsmolt utan smoltavledare (%)
2003	19.3	
2004	25.1	
2005	23.6	0
2006	3.8	17.6
2007	5.9	4.2

Under 2009 studerades utvandringsförhållanden för laxsmolt vid Hednäs kraftverk inom ett examensarbete (Gustafsson, 2010). Totalt 61 vilda laxsmolt fångades och märktes med radiosändare i Åbyälven under vandringsperioden (4 juni - 12 juni) 2009. Dessa laxsmolt släpptes ut på tre olika platser, 1.1 km uppströms kraftverket, bakom rensvallret och i övre delen av fisktrappan med följande resultat:

- 59 % av de smolt som släpptes ovan kraftstationen stannade i närheten av utsättningsplatsen under hela vandringsperioden. Stor del antogs ha blivit offer för predation.

- 35 % av de radiomärkta fiskarna som simmat genom turbinerna antogs ha dött vid turbinpassagen.
- Mortaliteten för smolt som simmat genom fisktrappan uppgick till 33 %.
- Den totala mortaliteten orsakad av passage förbi Hednäs kraftverk uppgick till ca 94 %.

Dessa resultat visar, likt andra studier, att den dämnda delen av älven ovan kraftstationen är ett riskabelt område som laxsmolt måste passera på sin väg ner till havet. Skillnaden i mortalitet via turbinpassage och via passage genom fisktrappan var marginell, vilket innebär att det är nästan lika farligt för laxsmolten att vandra genom fisktrappan som att vandra via turbinen.



Figur 28. Befintligt intag till Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.

Intaget har idag en grind med ca 78 graders lutning och spaltvidden 40 mm. Grinden utgör en enda sektion tvärs framför turbinintaget. Intaget har en tröskel på nivån +139.00 och är därmed ca 4.5 m djupt vid DG (+143.50) och bredden är i grindens läge ca 6 m. Vertikala intagsarean är därmed 27 m² och vid full drift torde genomsnittlig vattenhastighet i intaget uppgå till ca 0.6 m/s.

MÖJLIGA ÅTGÄRDER

Idag förekommer främst 3 olika tekniker för att förbättra förhållanden för nedvandrande fisk förbi kraftverksintag. Dessa utgörs av:

- Beteendeavledare, t.ex. elektromagnetiska fält, bubbelridåer mm som ska påverka fisk att vandra "rätt" väg. De smoltavledare som tidigare utvärderats vid Hednäs tillhör denna kategori.
- Regleringsanpassningar, t.ex. partiell drift av kraftverket under smoltutvandring, ökad yttappning mm med syfte att få fisken att passera via regleringsdamm istället för intag.
- Fysiska avledare, främst s.k. fingrindar med flack lutning. Dessa hindrar fysiskt fisk att ta sig genom intaget, men har också sådana hydrauliska egenskaper att de leder fisken rätt väg, till en flyktöppning.

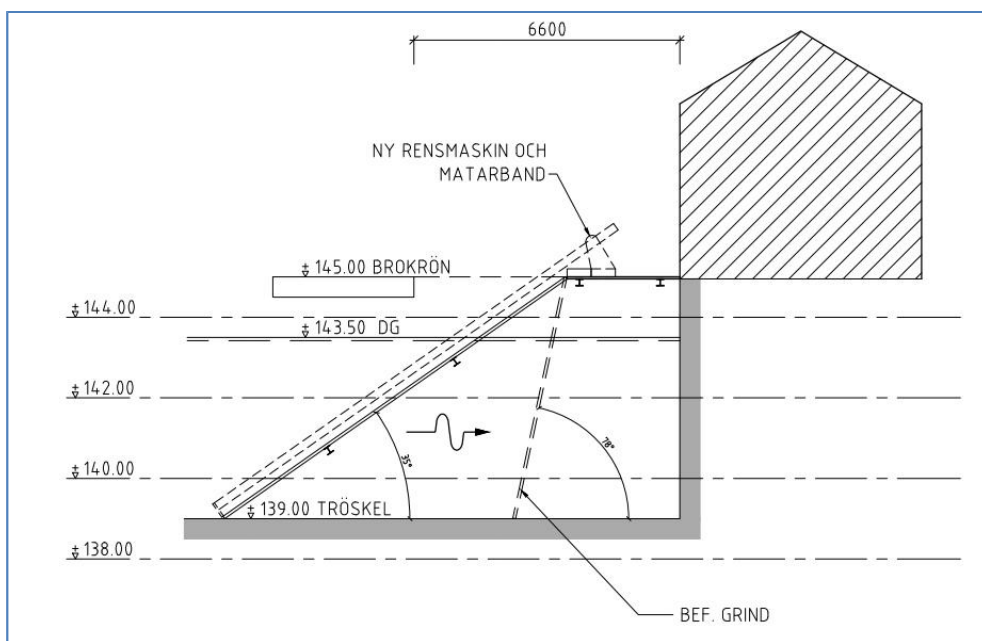
De beteendeavledare som utvärderats vid Hednäs har inte uppvisat tillräckligt hög effektivitet. Med tanke på referensförhållandet är det mycket osannolikt att denna teknik kan motsvara de krav som ställs på passageeffektivitet mm. Vidare förekommer kraftiga strömhastigheter i intagsområde och dämningssområde under vårflod, vilket ytterligare kan försämra effekten av t.ex. bubbelridåer och elektriska fält.

Regleringsanpassningar kan nyttjas för att under kortare perioder anpassa driftförhållanden så att fisk kan passera via t.ex. dammens utskov. Detta kan vara en effektiv teknik för att förbättra smoltutvandring som i regel pågår intensivt under kortare perioder. Men för att avleda vuxen fisk, som vandrar ut under en längre och mer diffus tidsperiod, och dessutom har höga krav på passageförhållanden, är denna teknik kanske mindre lämplig. Åtminstone om ambitionen är att vuxen lax ska klara passagen i nivå med naturliga förhållanden. Regleringstekniken förutsätter också att man vid dammen har möjlighet till yttappning, vilket idag saknas vid Hednäs. Bottentappningsutskov kan fungera för fiskutvandring om de ställs fullt öppna, men med tanke på det utflöde detta skulle resultera i vid Hednäs (ca 80 m³/s) skulle detta bara fungera under mycket korta perioder.

Fysiska avledare är den teknik som idag förordas av myndigheter, och som generellt visat acceptabel effektivitet. Fingrindar med flack lutning utgör ett permanent, fysiskt hinder för fisk att passera in i intaget, och kan dimensioneras för olika fiskstorlekar, arter mm. Begränsande för denna teknik är ofta hur befintligt intag är dimensionerat. Det är inte ovanligt att dessa åtgärder kräver omfattande

ombyggnader av kraftverksintaget, pga. alltför trånga intag, felaktiga geometrier mm.

Intaget till kraftverket är överbyggt av en bro, och är dessutom något vridet. Detta gör det svårt att få plats med en grind av dessa dimensioner, och en rensmaskin kan svårligen byggas som kan rensa grinden under vägbron. Tekniker finns för att lösa detta, t.ex. Pater noster-rensare som utgörs av en kratta som drivs av kedjor monterade på gallrets sidor. Sådana konstruktioner kan dock inverka negativt på flyktöppningarnas hydraulik, och bedöms känsliga för skräpansamling och isbildning.



Figur 29. Befintligt intag till Hednäs kraftverk. Sektionen illustrerar svårigheterna att inrymma en ny fingrind med hänsyn till bronns läge och byggnad över intaget. Norconsult 2015.

Vid Hednäs kraftverksintag bedöms det vara möjligt att installera en ny fingrind av alfa- (vertikala grindspalter) eller betatyp (horisontella grindspalter) med rekommenderad spaltvidd förslagsvis 12-18 mm. Den nya grinden kräver en helt ny intagskonstruktion uppströms vägbron. Lutningen bör bli max ca 35 grader.

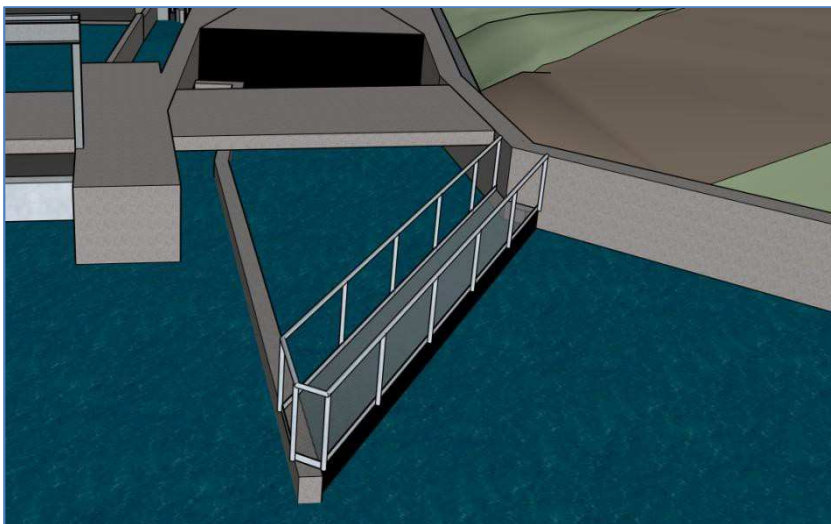
FÖRSLAG

Framför intaget på uppströms sida av vägbron anläggs en förlängning av kraftverksintaget. Detta utförs som en ca 19 m lång betongvägg (dim 0.3 m) som avskiljer kraftverksintaget från utskovet till fiskvägen:

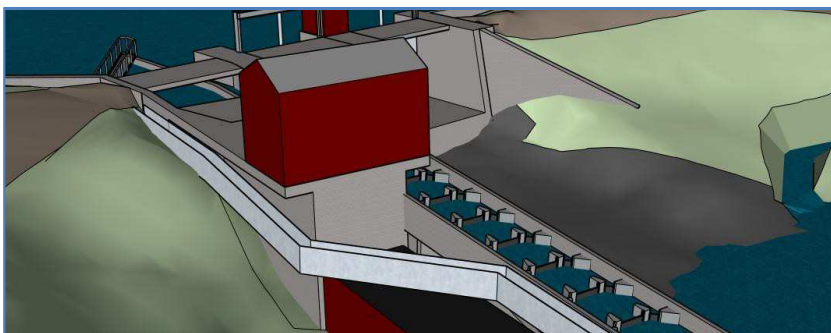
- Intaget får med denna ombyggnad fria bredden 5.3 m och tröskelnivå likt dagens (+139.00) i läge för befintlig brobana.
- Intaget till fiskvägen får fria bredden 1 m och tröskelnivå som dagens.
- Bottenplattan från intaget behöver förlängas ca 7 m rakt uppströms, motsvarande en bottenareal om ca 80 m². Befintlig bottengjutning förefaller ligga ca 3 m uppströms brobanan.
- På den nya bottenplattan placeras en intagsgrind med vertikala grindstål, stående nära vertikalt uppriktad, men i planvy vinklad 35 grader från inströmningsvinkeln. Grinden får längden ca 9.5 m och höjden 4.5-5 m upp till DG.
- I hörnet mellan grind och anslutande sidovägg på höger sida av intaget placeras ett utskov för avledning av nedvandrande fisk. Detta utformas med tröskeln ca 0.6 m under DG (+142.9) och fria bredden ca 1.4 m. Utskovet bör förses med reglerbar lucka, förslagvis vertikalledad klafflucka (s.k. dörrlucka) för reglering/avstängning av avledaren.
- Flödet i utskovet avbördas till en bakomliggande betongränna förlagd under vägen. Rännan har bredden ca 1 m och längden ca 8 m.
- Från utskovet avbördas flöde, fisk och mindre rensmassor via en ca 100 m lång fallränna med genomsnittligt ca 13 % lutning ned till utloppskanalen för kraftverket. Utloppet placeras med ett mindre fall (ca 1 – 2 m) ovanför kraftverkets nedströmsvattenyta, och placeras nära utloppet av slitsrännan. Fallrännan utförs som öppen ränna (kulvert endast i nödvändiga partier) förslagvis av förstyvad rostfri plåt, med övertäckning av gallerduk.
- Rensmaskinen anpassas för att skrapa rensmassor över grindens överkant och uppsamling i container via matarband.
- För en effektiv avledning är flödet betydande, ju mer desto bättre effektivitet framförallt avseende utlekt laxfisk som har höga krav på vattendjup, fri bredd mm. Flödet vid flyktöppningen kommer sannolikt behöva uppgå till mellan 0.5 – 1 m³/s om syftet att avleda även vuxen fisk ska kunna uppnås med godtagbar effektivitet. För smolt bör ett flöde om 0.2 m³/s kunna räcka. Avledaren bör hållas stängd under perioden dec-februari för att undvika problem med isbildning mm.
- I samband med projektering bör möjligheten att återpumpa vatten till kraftverket utredas. På så vis kan större flöde nyttjas i flyktöppning, men produktionsbortfall hållas på rimlig nivå. Det finns också begränsningar i

vilka flöden fallrännan kan dimensioneras för, varför återpumpning (avvattning) bör vara värt att överväga.

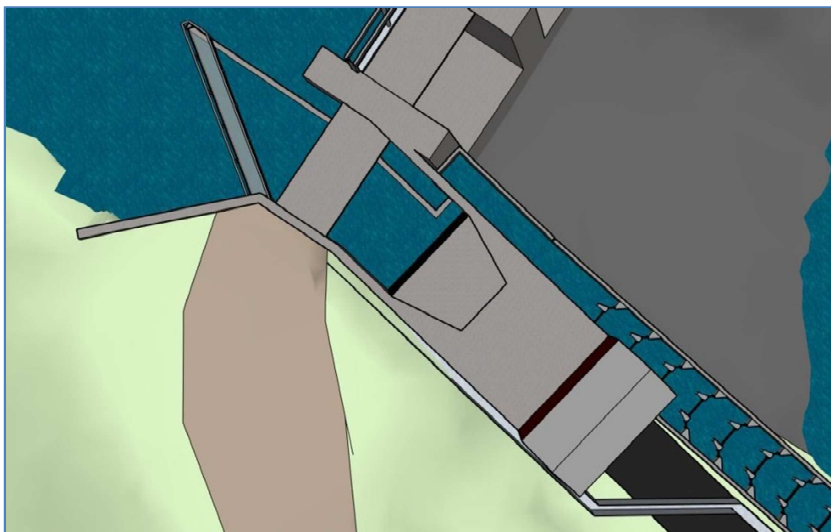
- För beräkning av produktionsbortfall har följande förutsättningar varit gällande för flöde i avledaren:
 - o V. 49-21 är avledaren stängd
 - o V. 22-32 tappas i genomsnitt $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$
 - o V. 33-40 tappas i genomsnitt $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - o V. 41-48 tappas i genomsnitt $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$



Figur 30. Förslag ombyggnad av intag. Norconsult 2015.



Figur 31. Förslag ombyggnad av intag och avledare för fisk. Norconsult 2015.



Figur 32. Planvy nytt intag och avledare för fisk. Norconsult 2015.

ANLÄGGNINGSKOSTNADER FISKVANDRINGSÅTGÄRDER

Kostnaderna för en fiskväg kan indelas i löpande kostnader (drift, övervakning, underhåll, tappning av vatten mm), samt investeringskostnader (anläggning av fiskvägen).

Föreslagen tappning till fiskvägen kommer dels medföra ett ökat produktionsbortfall jämfört med dagens, samt öka drift- och underhållsbehovet vid kraftverk och damm.

Driftkostnader för föreslagna alternativ är dock generellt låga, och kommer i viss mån reducera behov av övriga driftinsatser. T.ex. kan regleringsbehov minskas något om omlöpet dimensioneras med ett mindre skibord vid utskovet.

De föreslagna typerna av fiskvägar är generellt driftsäkra och tål relativt omfattande belastning av skräp mm. Fiskvägens status bör dock kontrolleras vid normal rondning av damm/kraftverk. Tid för detta kan uppgå till ca 100 h/år.

Slitsrännan är en konstruktion i betong som kommer kräva renovering inom ca 30 – 50 år. En sådan renovering kommer bli relativt kostsam. Även omlöpet innehåller mindre konstruktionsdelar i betong, men består till dominerande del av sten- och grusfyllning. Sådana konstruktioner kan med tiden uppvisa sättningar, bottenjusteringar mm till följd av erosion mm. Ett omlöp bedöms kräva någon form av justering/renovering vart 10:e år, dock till en betydligt lägre kostnad än vad en renovering av betongytor innebär.

Erfarenheter från tidigare anläggningsprojekt har kostnader för anläggning av fiskvägar varierat grovt enligt följande:

- Slitsrännor, 0.5 – 2 Mkr per fallhöjdsmeter (senaste projekt pekar på runt 1 Mkr/fallmeter), vilket för Hednäs skulle innebära ca 16 Mkr.
- Omlöp, 0.1 – 0.8 Mkr per fallhöjdsmeter, vilket vid Hednäs skulle innebära ca 4.5 Mkr.
- Intagsgrindar, 50 000 – 120 000 kr per intagskubikmeter, vilket vid Hednäs skulle innebära en kostnad om ca 1.8 Mkr.

De beräknade kostnaderna för fiskvandningsåtgärder vid Hednäs kraftverk är generellt högre. Detta beror dels på en medräknad *osäkerhetsfaktor* vilket innebär att 25 % har påräknats kostnaderna för samtliga alternativ. Vidare har *projektering*

och byggläddning påräknats med 15 % av totalkostnaden, en kostnad som ofta inte redovisas i s.k. schablonpriser för liknande åtgärder.

För fiskvägarna innebär detta att:

- Alternativ 1 – dubbelslitsränna bedöms kosta ca 19.5 Mkr, vilket inkluderar 1.4 Mkr för projektering mm, samt 3.9 Mkr oförutsett.
- Alternativ 2 – slitsränna och omlöp bedöms kosta ca 21.5 Mkr (16 Mkr slitsränna, 5 Mkr omlöp), vilket inkluderar 2.2 Mkr för projektering mm, samt 4.2 Mkr oförutsett.
- Ombyggnad av intag med fingrind och avledare, 3.9 Mkr varav 0.4 Mkr projektering, 0.8 Mkr oförutsett. Dvs. väsentligt högre kostnad än referensobjekt (sett till storleken) vilket till stor del orsakas av att intaget måste förlängas uppströms.

En stor del av anläggningskostnaden är naturligtvis betongarbeten och grundläggning för dessa. Vid tidigare projekt i Sverige har slitsarna gjutits. Formning och armering för detta har utgjort stor del av kostnaden.

I övriga Europa har plåtprofiler och träkonstruktioner nyttjats i högre grad. Ett vanligt argument mot detta är att slitsen ska tåla den fulla belastning som uppstår vid full igensättning. Ur dammsäkerhetsperspektiv är det dock endast den översta slitsen som behöver tåla detta. Endast om denna brister kan en dominoeffekt uppstå som medför fri utströmning.

Normalt föreslår vi att slitsrännan byggs upp genom platsgjuten bottenplatta och sidoväggar. I denna monteras förbuckade plåtprofiler för att forma slitsen. Formen förankras i sidovägg och bottenplatta. Endast den översta slitsformen armeras och fylls med betong.

Men, då slitsarna utgör en så pass stor del av investeringskostnaden, bör möjligheter att tillverka dem som prefabricerade betongelement studeras.

UPPFÖLJNING AV ÅTGÄRDER

Uppföljning och löpande kontroll av fiskvandringssåtgärder kan innebära omfattande studier med höga kostnader och arbetsinsatser som följd. En funktionsuppföljning bör alltid läggas upp på ett behovsanpassat, platsspecifikt och kostnadseffektivt sätt. Funktionsuppföljning av fiskvägar för uppvandring, och avledare för nedvandring, omfattar till stor del användande av samma tekniker och bör därför genomföras samordnat under exempelvis en vandringssäsong.

INITIAL FUNKTIONSVERIFIERING

Ett förslag kan vara att inledningsvis, då åtgärder vidtagits genomföra en s.k. *initial funktionsverifiering*. En sådan studie tillförs relativt omfattande resurser för att ”en gång för alla” verifiera funktion i fiskvägar. Tanken är att en sådan studie inte ska behöva repeteras, annat än vid ändring av driftförhållanden, vattenhushållning eller andra större förändringar som kan påverka åtgärdernas funktion. För genomförande av en sådan studie finns ett antal tekniker tillgängliga, t.ex. scanner-räknare, sonar, elfiske, fångstanordningar mm. Gemensamt för dessa tekniker är att de visar situationen i fiskvägen, och kan visa hur effektiv passage är *genom själva fiskvägen*. De säger dock inget om hur effektiv fiskvägen är, dvs. *hur stor andel av uppvandrande fisk som passerar fiskvägen*.

Den enda tekniken som kan svara på denna fråga är att använda sig av märkning – spårning av fångad-märkt-återutsatt fisk. Detta innebär att ett antal uppvandrande laxfiskar, eller nedvandrande smolt, fångas, märks och sätts ut igen, varpå deras vandringsmönster spåras. Detta sker antingen genom fast monterade signalmottagare placerade på strategiskt valda platser (rekommenderas), eller genom manuell spårning.

Ett förslag till funktionsverifiering kan bestå av följande:

- Studien genomförs under 2 hela uppvandringssäsonger, förslagsvis perioden 15 maj – 30 september.
- Ca 100 uppvandrande laxfiskar märks och spåras under uppvandring för att avgöra hur stor andel av dem som passerar installerade fiskvägar. Mottagare placeras för att kunna följa fiskens vägval, vilken passageväg som nyttjas, samt hur lång tid passagen tar.
- Lika många smolt fångas under utvandringsfas uppströms kraftverket. Även dessa spåras under sitt vägval ut ur magasinet med avseende på vägval mm. Även utlekt laxfisk på väg nedströms bör, om möjligt, märkas och spåras med avseende på ovanstående.

Kostnaderna för ovanstående undersökning uppskattas till ca 0.65 Mkr per genomförd säsong, till stor del beroende på hur stort antal fisk som märks. Om denna mängd kan reduceras, sjunker kostnaden väsentligt.

Kostnader för INITIAL FUNKTIONSVERIFIERING av fiskvandningsåtgärder			
Räkning upp- och nedströmsvandring	Antal	SEK/st	Summa
Inhyrning Ryssja	1	10000	10000
Etablering mm (timkostnad)	60	700	42000
Fångstfiske utförande (prel. drift totalt 10 dgr, 16 h per dag)	160	700	112000
Inhyrning detektorer 6 månader (antal)	8	10000	80000
Verifieringsstudie (märkning inkluderat inköp mtrl, märkning, återutsättning (antal fisk))	100	3000	300000
Datainsamling, analys, utvärdering och rapportarbete (timkostnad)	100	800	80000
Oförutsett	20%	164000	32800
Summa investeringar per säsong		656 800 kr	
SUMMA INVESTERINGAR (2 säsonger)			1 313 600 kr

REGLBUNDEN DRIFTKONTROLL

En regelbunden tillsyn och driftkontroll bör ske kontinuerligt av fiskvandningsanordningar. Denna genomförs lämpligen vid regelbunden rondning av dammen, genom visuell kontroll av förhållanden, rensning, erosionsskador mm. Vart 5:e år bör en hydraulisk kontroll genomföras genom mätning av vattenstånd, vattenväg mm och jämförelse med ursprungsförhållanden i relationshandlingar. Detta för att avgöra om någon större förändring skett t.ex. i fiskvägens fallprofil till följd av erosion, kantras mm.

Den regelbundna driftkontrollen kan även utökas med elektronisk övervakning av vandrande fisk, t.ex. genom sonar, scanner eller elektromagnetiska detektorer. Sådana data är dock svåra att koppla till ev. bristande funktion, eller förändringar, eftersom omgivningsförhållanden som påverkar vandringsmönster är svåra att separera. Det kan dock utgöra ett bra tillskott till ovanstående undersökningar, men då främst för att visa allmänhet och myndigheter hur vandringsintensitet mm varierat mellan, och inom, år.

Kostnader för LÖPANDE DRIFTKONTROLL av fiskvandringsåtgärder			
Delåtgärd	antal/år	SEK/st	Summa
Kontinuerlig rondning (timmar)	80	700	56000
Hydraulisk kontroll genom mätning (vart 5:e år)	0.2	80000	16000
SUMMA PER ÅR			72 000 kr

SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Hednäs kraftverk i Åbyälven utgör idag ett partiellt vandringshinder för vandrande fisk i vattendraget. En fiskväg av typen kammartrappa är i drift men denna har visat otillfredsställande funktion.

Denna utredning har syftat till att utreda möjligheter att anpassa Hednäs kraftverk så att fiskvandringmöjligheter jämförbara med naturliga förhållanden ska kunna uppnås. Det kan konstateras att detta inte är någon enkel uppgift. Stora anläggningsåtgärder och investeringar krävs om detta ska kunna hanteras för uppvandrande lax och öring. Ännu mer utmanande är det att hantera nedvandrande fisk så pass effektivt att situationen liknar referensförhållandet.

Däremot finns goda erfarenheter, och flera genomförda pilotprojekt att dra lärdom av. Den kvarstående *marginaleffekten* av kraftverket bedöms, efter ombyggnad enligt förslag i rapporten, bli så pass liten att inverkan på laxfiskbeståndet i Åbyälven torde vara försumbar.

Åtgärderna kräver, delvis beroende på valt alternativ, investeringar i intervallet 20 – 25 Mkr. Till detta kommer en långsiktig kostnad av ökad drift och tillsyn, men framförallt av produktionsbortfall i omfånget 7 – 10 % till följd av ökad minimitappning förbi kraftverket. Detta på ett kraftverk med en årsproduktion om ca 9 GWh/år. Det finns därmed en uppenbar risk att kraftverket med dessa nya förutsättningar för alltför låg lönsamhet.

Investeringarna är så pass höga, att det bör övervägas att inledningsvis förenkla förslagen. Befintlig kammartrappa är i grunden en potentiellt väl fungerande lösning, även om utströmningsförhållanden kräver förbättringar och intaget skulle kunna förbättras. Plåtdelen i kammartrappan har i vår mening alltför små bassänger, och frågetecken har uppkommit beträffande den kulverterade delen och dess funktion.

En mer rimlig start av förbättringsarbetet skulle kunna vara att:

- Prioritera sekundär ingång i fiskvägen via torrfåran (då denna problematik aldrig kan lösas enbart med kammartrappan i drift), antingen genom ombyggnad av kammartrappans övre del, eller genom anläggande av omlöpet.
- Åtgärda kammartrappans nedre del (kulvertering och utlopp), bl.a. genom att idriftta och i viss mån justera alternativa utlopp ur kammartrappan, och

ytterligare förbättra hydraulik i kammartrappan (genom t.ex. strömningsriktande plåtar mm).

- Åtgärda intaget enligt förslaget. Detta då bef. intag inte bedöms kunna klara kraven enbart med mindre justeringar, och bef. damm inte kan hantera yttappning vid smoltutvandring.

Genom detta skulle investeringsbehoven kunna hållas ner mot 10 Mkr, och utan att hindra möjligheter att i framtiden vidta ytterligare åtgärder efter utvärdering.

Uppföljning av dessa åtgärder kan i princip göras hur kostsamma som helst. Vårt förslag är dock att prioritera det som är viktigast, dvs. svara på frågorna:

- Hur stor andel av upp- och nedvandrande laxfisk passerar installerade fiskvägar?
- Hur lång tid tar det för dem att passera?

Skillnader i uppvandringsbeteende mm baserat på art, storlek, kön etc. kan detekteras genom att anpassa märkningen av fisk till de frågor man önskar svara på. Kostnaderna för en sådan undersökning uppgår till ca 1 – 1.5 Mkr och utgör därmed en betydande del av totalkostnaden.

Löpande kostnader i form av driftkontroll av åtgärderna är lägre och genomförs lämpligen i samband med regelbunden rondning, och regelbundna damminspektioner och mätningar (t.ex. i samband med fördjupad dammsäkerhetsutvärdering, DTU).

REFERENSER

- Calles O & Greenberg L. (2005). *Evaluation of nature-like fishways for re-establishing connectivity in fragmented salmonid populations in the River Emån*. Karlstad: RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS.
- Calles O & Greenberg L. (2007). The use of two nature-like fishways by some fish species in the Swedish River Eman. *ECOLOGY OF FRESHWATER FISH.*, 16: 183-190.
- Calles O, Degerman E, Wickström H, Christiansson J, Gustafsson S, Näslund I. (2013). *Anordningar för upp- och nedströms passage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. Göteborg: Havs- och Vattenmyndighetens rapport 2013:14.
- Calles O, Gustafsson S, Österling M. (2012). *Naturlika fiskvägar idag och imorgon*. Karlstad: Karlstads Universitet 2012:20.
- Erkinaro J, Okland F, Moen K, Niemelä E, Rahiala M. (1999). *Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: the role of environmental factors*. Journal of Fish Biology 55, 506-516.
- Gustafsson S, Österling M, Skurdal J, Schneider LD, Calles O. (2013). *Macroinvertebrate colonization of a nature-like fishway: The effects of adding habitat heterogeneity*. Ecological Engineering, 61, Part A: 345-353.
- Gustafsson, S. (2010). *Lax (Salmo salar L.) smoltmortalitet orsakad av passage genom ett vattenkraftverksområde i Åbyälven, norra Sverige - En jämförelse mellan mortalitet i en damm, en turbin och i en fisktrappa*. Umeå: Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Heiss M. (2015). *Evaluation of innovative rehabilitation measures targeting downstream migrating Atlantic salmon smolt (Salmo salar) at a hydroelectric power plant in southern Sweden*. München: Ludwig-Maximilians-University Munich.
- HVMFS. (2013:19). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Göteborg: Havs- och Vattenmyndigheten.
- Johnsen et al. (1998).
- Karppinen et al. (2004).
- Kristinsson K, Gudbergsson G, Gislason G. (2015). *Variable migration and delay in two stock components of an Atlantic salmon population*. Environmental Biology of Fishes 98, 1513-1523.
- Larinier M. (2002). *Fishways - General considerations*. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture. 364: 21-27.

- Lundström P. (2014). *Hednäs krv - bedömning av referensförhållande avseende möjlighet till uppströms fiskvandring*. Hörnefors: EKOM.
- Okland et al. (2001).
- Rivinoja P. et al. (2001).
- SMHI. (1991, 02 06). *Vattendom Hednäs kraftverk 1991-06-20*. Umeå: Vattendomstolen.
- Tegenfeldt, V. (2014). *Fysiska strukturer i Umeälvens gamla älvfåra och dess inverkan på laxsmoltens utvandringsframgång*. Umeå: Examensarbete i ämnet biologi. SLU, 23 sidor.
- www.vattenkraft.info. (n.d.). Retrieved 02 18, 2015, from <http://www.vattenkraft.info>



Norconsult AB
Stortorget 8
702 11 Örebro
+46 (0)19 611 91 30
www.norconsult.se

