



# Utredning fiskvandring vid Hednäs kraftverk

2017-06-22

**Utredning fiskvandring vid  
Hednäs kraftverk**

2017-06-22

Beställare: Skellefteå Kraft AB  
Kanalgatan 71  
931 80 Skellefteå

Beställarens representant: Helen Rudholm

Konsult: Norconsult AB  
Stortorget 8  
702 11 Örebro

Uppdragsledare Axel Emanuelsson  
Handläggare Alexander Segersäll, Per Granström

Uppdragsnr: 104 35 11

Filnamn och sökväg: c:\users\axeema\desktop\170602 - utredning fiskvandring  
vid hednäs kraftverk.docx

Kvalitetsgranskad av: Johan Lind

Tryck: Norconsult AB

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERELLT FISKVANDRING</b> .....	<b>5</b>
2.1	FISKVÄGAR .....	5
2.2	SKYDD NEDVANDRANDE FISK.....	7
<b>3</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>9</b>
3.1	ÅBYÄLVEN.....	9
3.2	HEDNÄS KRAFTVERK .....	9
3.3	HYDROLOGI .....	11
3.4	HÖJDSYSTEM .....	11
3.5	GÄLLANDE TILLSTÅND .....	11
3.6	FISKVANDRING VID HEDNÄS .....	12
3.7	FLÖDESSITUATIONEN .....	14
<b>4</b>	<b>ÅTGÄRDSFÖRSLAG FISKVANDRING</b> .....	<b>16</b>
4.1	UPPSTRÖMSVANDRING .....	16
	TEKNISK FISKVÄG .....	16
	NATURLIKNANDE FISKVÄG MED ÅTGÄRDER FÖR ÖKAD VANDRING MOT SPILLFÅRAN .....	17
4.2	SKYDD NEDVANDRANDE FISK.....	23
	FINGRIND BETA.....	23
	FINGRIND ALFA .....	25
4.3	FÖRESLAGEN TAPPNINGSREGIM .....	27
4.4	ANLÄGGNINGSKOSTNADER FISKVANDRINGSÅTGÄRDER .....	27
4.5	DRIFT OCH UNDERHÅLL.....	29
<b>5</b>	<b>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b> .....	<b>30</b>

## Bilagor:

- 1A – Illustrationer - Naturlik fiskväg
- 1B – Illustrationer - Fingrindar

## 1 BAKGRUND

Den kammarrappa som finns vid Hednäs kraftverk i Åbyälven bedöms inte fungera tillfredställande och innebär att anläggningen utgör ett partiellt vandringshinder för vandrande fisk i Åbyälven.

Utöver detta har det även hänt att fisk lockats upp i spillfåran under perioder med spill där de sedan blivit kvar efter att spillet upphört. Skellefteå kraft vill därför utreda olika alternativ för att förbättra fiskvandringen förbi Hednäs kraftverk.

Några tidigare utredningar kring Hednäs som ligger till grund för denna utredning är:

- ”Hednäs KRV. - Bedömning av referensförhållande avseende möjlighet till uppströms fiskvandring” (Ekom 2014). En utredning för att bedöma hur förhållanden för fiskvandring varit vid Hednäs före dammens tillkomst.
- ”Utredning fiskväg Hednäs kraftverk” (Norconsult 2015). En förstudie där olika fiskvägsalternativ undersökts.

Denna utredning bygger vidare på utredningen från 2015 och tar upp ytterligare alternativ på fiskvandringens lösningar. Alternativen som utreds syftar till att uppnå passageeffektivitet i nivå med referensförhållanden samt att förebygga så att fisk inte lockas upp och fastnar i spillfåran.

Inom ramen för utredningen har två alternativ för uppströmsvandring och två alternativ för nedströmsvandring utretts med ambitionen att klara ovanstående målsättningar.

Uppströmsvandring:

- En teknisk fiskväg som mynnar i spillfåran och ansluter till befintlig bas-sängtrappa.
- En naturliknande fiskväg som ansluter till spillfåran kombinerat med åtgärder för att styra fisk mot spillfåran.

Nedströmsvandring:

- Fingaller, alfagrind
- Fingaller, betagrind

Norconsult AB  
Affärsområde Energi  
Vattenbyggnad

## 2 GENERELLT FISKVANDRING

Att anlägga en fiskväg och skydd för nedvandrande fisk med passageeffektivitet i nivå med det som anges i HaVs rapport 2013:14 kräver höga ambitioner. Detta gäller både avseende den tekniska utformningen men även de hydrologiska förutsättningarna som ska gälla för den vandrande fisken.

### 2.1 FISKVÄGAR

Fiskvägar kan delas upp i naturliknande lösningar som omlöp eller inlöp och tekniska lösningar som slitsränna, bassängtrappa eller motströmsränna. Båda har sina för- och nackdelar och vilken typ som är mest fördelaktig att anlägga styrs av de lokala förutsättningarna.

#### *Passageeffektivitet*

Förenklat beror en fiskvägs funktion, den totala passageeffektiviteten, på två faktorer – dess *attraktionseffektivitet* och dess *passageeffektivitet*.

$$T.P.E. = A.E * P.E.$$

**Figur 1.** Den totala passageeffektiviteten (T.P.E.) är beroende av fiskvägens attraktionseffektivitet (A.E) och passageeffektivitet (P.E).

Attraktionseffektiviteten är beroende av vattenflödet, fiskvägens placering samt utformning av in- och utlopp. Passageeffektiviteten är beroende av vattenflödet och fiskvägens konstruktion. Utöver detta är även fisken motivation att passera platsen eller avsaknad av motivation av stor betydelse.

#### *Attraktionseffektivitet*

En förutsättning för en god funktion är att fiskvägen placeras och utformas samt att ett tillräckligt stort vattenflöde tappas så att fisk under olika flödesförhållanden kan lokalisera och uppfatta den som en framkomlig och säker vandringväg.

Vandrande fisk styrs av det dominerande vattenflödet. Därför är det viktigt att tappa så mycket vatten i fiskvägen att dess vattenflöde utgör en betydande del av det totala vattenflödet. Dessutom behöver fiskvägens in- och utlopp vara placerad nära det dominerande flödet som oftast utgörs av kraftverkets in- och utlopp eller det största utskovet.

### *Passageeffektivitet*

Om attraktionseffektiviteten är god brukar stora och starka fiskar kunna passera de flesta vedertagna konstruktioner. För små individer och simsvaga arter kan passager med en hög vattenhastighet eller trösklar utgöra ett vandringshinder. Sammantaget innebär det att det krävs en tillräckligt låg lutning med resultatet att en fiskväg med hög passageeffektivitet oftast är lång.

### *Vattendjup*

Vattendjupet i en fiskväg är beroende av fiskvägens konstruktion och vattenflöde. Generellt rekommenderas att vattendjupet i en fiskväg bör vara minst 2.5 gånger fiskens kroppshöjd. För stor laxfisk innebär det ett djup på ca 60 cm vilket kräver en tappning av 1 m<sup>3</sup>/s i en naturlikande fiskväg med en lutning om ca 2-3%. Vid lägre flöden förefaller slitsrännor erbjuda bättre hydrauliska egenskaper då de säkerställer ett större vattendjup vid motsvarande tappning.

### *Reglering av vattenflöde*

En vanlig missuppfattning är att fiskvägens utskov installeras för att begränsa flödet i en fiskväg. Men för att flödesbilden ska bli optimal bör utskovet inte begränsa flödet vid normal drift. Istället bör fiskvägens konstruktion anpassas så att önskvärda flöden uppnås.

Eventuella luckor som installeras i fiskvägens utskov bör endast nyttjas för att reglera flödet genom fiskvägen i samband med underhåll, avstängning eller säkerställande av ett basflöde utanför fiskens vandringsperiod. Fiskvandring förekommer under stora delar av året förutsatt att vattentemperaturen och flödet inte är för lågt.

### *Anpassning in- och utlopp*

För att säkerställa god attraktion under olika flödesförhållanden måste fiskvägen anpassas till förekommande vattenstånd både upp- och nedströms kraftverket. Det är ofta ett problem eftersom vattenståndet kan variera kraftigt under ett år. För höga eller låga trösklar vid in- och utlopp kan påverka fiskvägens funktion genom att vattenflöde, vattenhastighet och vattendjup avviker alltför mycket från avsedda värden.

Därför är det viktigt att identifiera de vattenstånd som normalt råder. Generellt bör den övre tröskeln dimensioneras efter medelvattenstånd vilket vid strömkraftverk brukar vara strax under dämmningsgränsen. Den undre tröskeln bör dimensioneras efter det lägsta vattenstånd då fisk fortfarande kan förväntas vilja vandra, vilket vanligen ligger i närheten av medelvattenstånd.

### *Selektion av fisk*

För att säkerställa en hög total passageeffektivitet räcker det inte med att det är fysiskt möjligt att passera utan fiskvägen måste även utgöra en säker passage. Svårforcerade, små eller grunda fiskvägar riskerar annars att bli selektiva och endast nyttjas av fisk av en viss storlek eller art. Till exempel är stora laxar mycket ovilliga att passera små och grunda fiskvägar vilket inte är något hinder för mindre lax.

### *Upp- och nedvandring*

Både upp- och nedvandrande fisk följer huvudströmmen. Därför är det önskvärt att anlägga både inlopp och utlopp till fiskvägen i nära anslutning till huvudströmmen som vanligen utgörs av kraftstationens intag och utlopp.

## **2.2 SKYDD NEDVANDRANDE FISK**

Artificiella vandringshinder som dammar utgör oftast besvärliga vandringshinder för både upp- och nedvandrande fisk. För att säkerställa en långsiktig lösning krävs fungerande och säkra vandringsvägar för både upp- och nedvandrande fisk som naturligt kunnat passera, av alla förekommande arter och storlekar.

### *Nedvandring*

Majoriteten av fiskarter (laxfisk, cyprinider m.fl.) rör sig huvudsakligen ytligt mitt i ån under sin vandring nedströms, gärna nattetid, vid tillfälliga flödesökningar och de följer det dominerande flödet. Går det dominerande flödet mot kraftverksintaget kommer nedvandrande fisk att hamna där. Något förenklat kan förväntas att endast 5 % av nedvandrande passera genom en alternativ passage om 5 % av det totala flödet spills där. Det betyder att en säker passage för nedvandrande fisk, utan en allt för stor energiförlust, kräver att nedvandrande fisk *fysiskt eller beteendemässigt* styrs mot en alternativ vandringsväg.

### *Turbinförluster*

Nedvandrande fisk som passerar genom kraftverkets turbiner riskerar att träffas av löphjulens rotorblad. Risken för skador är i allmänhet större i Francis- än i Kaplan-turbiner eftersom antalet rotorblad är fler och risken att träffas ökas med fisken storlek (Montén 1983). Det gör att sannolikheten att en utlekt vuxen laxfisk eller lekvandrande ål träffas är betydligt större än för en liten smolt.

Risken att fisk träffas är generellt mindre vid hög belastning på aggregaten.

### *Skydd nedvandrande fisk*

För att hindra fisk att passera genom kraftverkets turbiner krävs en total fysisk barriär med flyktöppningar som mynnar i en alternativ vandringsväg. Ett lågt lutande fingaller med fiskavledare betraktas idag som bästa möjliga teknik.

Gallret ska ha en spaltvidd som hindrar naturligt förekommande arter oavsett storlek från att passera med en så pass låg lutning att kraften längs med gallret blir dubbelt så stor som kraften igenom. För att utgöra ett fysiskt hinder laxfisk behöver spaltvidden i ett galler med vertikala gallerstavar vara mindre än omkring 0.10 gånger fiskens längd. För galler med horisontella gallerstavar kan spaltvidden ökas något, då t.ex. laxfiskarter generellt är högre än vad de är breda i kroppsformen.

För ett 15 cm långt lax- eller öringsmolt krävs därför en spaltvidd som inte överstiger 15 mm. Även om smolt så länge det är möjligt undviker att passera ett 20 mm galler kommer de till slut att göra det om inga alternativ finns, alternativt avstanna i sin nedvandring vilket ekologiskt utgör ett ännu sämre resultat.

Ett fingaller är tätt och kommer att samla mycket skräp. Det är därför av största vikt att gallret kompletteras med en effektiv rensning och att skräpet hanteras på ett bra sätt.

För att fisken inte ska pressas mot gallret måst anloppshastigheten vara så låg att fisken orkar simma en längre tid framför gallret för att lokalisera en flyktväg. Därför rekommenderas att vattenhastigheten omedelbart framför gallret inte bör överstiga 0.5 m/s. Om vattenhastigheten överstiger denna gräns kan de negativa effekterna minskas genom att öka lutningen på gallret så att kraften längs med är dubbelt så stor som kraften igenom. Gallret kan lutas både horisontellt s.k. alfagaller och vertikalt s.k. betagaller.

#### *Flyktöppningar och fallränna*

För att även möjliggöra passage för nedvandrande fisk måste gallret kompletteras med flyktöppningar som leder till säker vandring. Vandringssvängen kan utgöras av en ordinär fiskväg eller en enklare fallränna.

Nedvandrande fisk som närmar sig kraftstationens intagsöppning har mycket kort tid på sig att reagera innan de sugas in mot turbinerna eller blir fasttryckta mot gallret. Om det finns en väl utformad flyktväg med en betydande vattenföring kan de förväntas att hitta ut. Om vattenhastigheten understiger fiskens uthålliga simhastighet har den möjlighet att söka av de närmaste omgivningarna efter en alternativ flyktväg. Därför bör flyktvägar installeras vid barriärens omedelbara närhet.

Eftersom nedvandrande fisk följer det dominerande flödet och undviker snabbt accelererande vattenhastigheter, onaturlig turbulens, grunda trösklar och ljudet av fallande vatten är det viktigt att flyktöppningar utformas med ett tillräckligt djup, med mjuka kanter, samt att det tappas ett rimligt flöde genom dem.



Dåligt konstruerade och placerade flyktöppningar eller bara en begränsad tappning innebär att nedvandrande fisk fördröjs eller aldrig lyckas passera vandringshindret. Fördröjning leder till ökad dödlighet genom predation, utmattning, svält och sjukdomar.

### 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Hednäs kraftverk är beläget i Åbyälven ca 35 km uppströms mynningen i Åbyfjärden. Kraftverket ägs och drivs av Skellefteå Kraft AB och är beläget på fastigheten Hedfors 1:21 i Skellefteå kommun.

#### 3.1 ÅBYÄLVEN

Åbyälven har sitt ursprung i Auktsjaur, söder om Moskosel i Arvidsjaurs kommun, Norrbottens län. De största sjöarna i systemet är Lauker, Vuottner och Östra Kikkejaur, alla belägna i Norrbottens län. Malbäcken och Tvärån är två av de större vattendrag som mynnar i Åbyälven inom Västerbottens län.

#### 3.2 HEDNÄS KRAFTVERK

Vid Hednäs kraftverk leds vatten från dammbyggnaden via en kort intagskanal och tub till kraftstationen belägen på älvens högra sida. Från kraftstationen leds vattnet till en lång utloppskanal. Det innebär att den naturliga älvfåran vid Hednäs kraftverk är torrlagd på en sträcka av 300 m.

Den befintliga fiskvägen utgörs är en typ av bassängtrappa som med en längd av 150 m utgör en av Sveriges längsta teknisk fiskvägar.

Dammbyggnaden utgörs av en fyllningsdamm med utskovsdelar i betong. Över dammen löper en vägbana för allmän trafik. I förhållande till strömriktningen består dammen från vänster till höger av:

- Fyllningsdamm som ansluter till omgivande terräng
- Utskovsdel 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 finns utskov till kammartrappan.
- Fyllningsdamm som ansluter till omgivande terräng



**Figur 2.** Hednäs kraftverk. Norconsult 2015.



**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.

### 3.3 HYDROLOGI

Avrinningsområdet till Hednäs kraftverk har beräknats till 914 km<sup>2</sup> med en sjöandel på 7.2 %. Enligt SMHI's modellerade data har de karakteristiska flödena för Åbyälven vid Hednäs beräknats till följande:

<b>Tabell 1:</b> Hydrologiskt dimensioneringsunderlag för Åbyälven i höjd med Storliden (SMHI, 1991).	
Högsta högvattenföring (HHQ50)	119
Medelhögvattenföring (MHQ)	66.8
Medelvattenföring (MQ)	11.4
Medellågvattenföring (MLQ)	2.24
Lägsta lågvattenföring (LLQ)	0.5

### 3.4 HÖJDSYSTEM

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

### 3.5 GÄLLANDE TILLSTÅND

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 m<sup>3</sup>/s.

Frågan om vilken minimitappning som skulle förenas med tillståndet (1991-06-20), sattes på provotid och skulle utredas av bl.a. Fiskeriverkets utredningskontor.

Denna utredning presenterades och förslagen fastställdes i deldom av Miljödombstolen 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
- Sänkningsgräns (SG): +143.35

- Minimitappning om minst 0.5 m<sup>3</sup>/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 torråran.
- 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.

### 3.6 FISKVANDRING VID HEDNÄS

#### *Referensförhållanden*

Innan Storfallet byggdes ut utgjorde den naturliga forsens en relativt brant och trång passage av Åbyälven. Därför bedöms platsen ursprungligen ha begränsat eller hindrat uppvandrande fisk i varierande grad.

Vid Storfallet har vattenverksamhet bedrivits under en lång tid vilket ytterligare försvårat eller hindrat fiskens vandring. År 1895 anlades en såg på åfårans vänstra strand och år 1919 ett kraftverk på åfårans högra strand. Befintlig dammbyggnad och kraftverk anlades år 1995. Från 1919-1996 har ingen uppströmsvandrande fisk kunnat passera anläggningen.

Forsens översta parti är relativt brant och har en medellutning om ca 10.5 %, från den befintliga dammbyggnaden och ca 40 m nedströms (EKOM 2014). Från det brantare partiet och ca 80 m nedströms är medellutningen betydligt lägre, ca 2.5 %.

Utifrån tidigare studier är utgångspunkten för uppströmsvandrande fisk är att säkerställa en god passageeffektivitet för starksimmande naturligt förekommande arter under perioder med en vattenföring som motsvarar eller överstiger medellågvattenföring (MLQ) och när vattentemperaturen är gynnsam.



**Figur 7.** Foto från år 1920 då det första kraftverket uppfördes vid Hednäs visar att Storfallet var en brant fors men förefaller inte utgjorts av ett tvärt fall. Lägg märke hur delar av dammbyggnaden koncentrerar flödet med resultatet att vattenhastigheten ökar och förutsättningar för uppvandrande fisk försämras.

För nedvandrande fisk bedöms forsen inte ha utgjort något vandringshinder men kan ha haft mindre påverkan genom en kortare fördröjning av nedvandrande fisk som undviker snabbt accelererande vattenhastigheter, grunda trösklar och ljudet av fallande vatten.

#### *Total passageeffektivitet*

Den totala passageeffektiviteten för uppvandrande fisk vid Hednäs kraftverk bedöms idag vara begränsad vilket primärt förefaller bero på att attraktionskraften i fiskvägen är för dålig.

Eftersom en väl fungerande fiskväg saknas ansamlas fisk i kraftverkets utloppskanal. Den naturliga älvfåran (spillfåran) är under normala förhållanden torrlagd. Men i samband med att vatten spills i spillfåran lockas den lax som letar efter en möjlig passage vid utloppskanalen att vandra upp i den naturliga fåran. När sedan vattenflödet minskar och tappningen i spillfåran blir mindre och mindre för att till slut helt upphöra, riskerar dessa fiskar att fastna i de vattensamlingar som återstår i den torrlagda älvfåran. Där löper de ökade risker för att skadas och utsättas för både parasitangrepp och predation resulterande i en ökad mortalitet.

Då vatten spills i den naturliga älvfåran innebär den befintliga fiskvägens begränsade passageeffektivitet att en betydande andel av den uppvandrande fisken kan söka sig upp i torråran med risk för att fastna när spillet upphör.



**Figur 8.** Då vatten spills i spillfåran riskerar uppvandrande fisk att lockas upp i spillfåran. När spillet upphör riskerar fisken att fastna och bli kvar i de vattensamlingar som bildas.

För att minska risken för att fisk som vandrat upp i spillfåran ska fastna i vattensamlingarna har vissa fördjupningar i berget gjutits igen. Vidare utvärderades under 2014 vid vilka flöden som krävs för att fisk ska vandra upp i spillfåran. En provtappning utfördes där 1 m<sup>3</sup>/s, 2 m<sup>3</sup>/s resp. hela vattenflödet (vilket vid tillfället var 10 m<sup>3</sup>/s) släpptes i spillfåran. Då hela vattenflödet spilldes i spillfåran var kraftverket således avstängt. Fram till försökets datum hade 43 fiskar registrerats i fiskräknaren i fiskvägen. Spillet av den totala vattenföringen varade under 3 timmar. Under denna period uppskattades mer än ett hundratal laxartade fiskar ha vandrat upp i spillfåran. Detta indikerar att anlockningseffekten i fiskvägen är låg och att fisk ansamlas i utloppskanalen utan att gå upp i fiskvägen. Vid kraftiga spill vandrar många istället upp i spillfåran där de riskerar fastna.

Genom märkningsförsök som utförts 2003-2011 på utvandrande smolt har Fiskeriverket beräknat att ca 10 till 30 procent av utvandrande smolt har passerat genom fiskvägen. Resterande del går ut genom turbinen eller genom utskoven i samband med större spill.

### 3.7 FLÖDESSITUATIONEN

Utbyggnadsvattenföringen vid Hednäs kraftverk uppgår till 16 m<sup>3</sup>/s. Vid vattenföringar som understiger utbyggnadsvattenföringar går allt vatten via turbinen till utloppskanalen.

Vatten spills vanligtvis ca en till två gånger per säsong i spillfåran. Spillet sker vid olika tider på året olika år. Vissa år överlappar perioder av spill med fiskens vandringperiod.

Tappningen i spillfåran uppgår till ca 15 % av det totala flödet och ca 85 % går genom kraftverket.

Eftersom uppvandrande fisk oftast följer huvudströmmen resulterar detta i att huvuddelen av fisken söker sig upp i utloppskanalen. För att uppnå en hög total passageeffektivitet är således åtgärder inriktade på utloppskanalen av stor vikt. Fiskvägar i spillfåran bedöms få en liten effekt på den totala passageeffektiviteten så länge inte en större andel av fisken når spillfåran.

## 4 ÅTGÄRDSFÖRSLAG FISKVANDRING

### 4.1 UPPSTRÖMSVANDRING

Två olika alternativ för uppströmsvandring från spillfåran har utretts vilka beskrivs nedan; en teknisk fiskväg som ansluts till den befintliga bassängtrappan och en naturliknande fiskväg med anpassningar för att få upp mer fisk till spillfåran.

#### TEKNISK FISKVÄG

Alternativet att anlägga en ny teknisk fiskväg vilken kopplar ihop befintlig fiskväg med spillfåran har utretts översiktligt. Med en fiskväg från spillfåran till befintlig fiskväg skulle vandringsvägar från spillfåran öppnas upp samtidigt som den befintliga fiskvägen fortsatt kan brukas istället för att en helt ny behöver anläggas.

Det bedöms som fullt möjligt att bygga en anslutning som möjliggör för fisk i spillfåran att vandra upp till en anslutning men det finns flera problem med en sådan utformning.

Först och främst är en stor begränsning att befintlig fiskväg är byggd och dimensionerad för en vattenföring om 0.5 m<sup>3</sup>/s. Det är också det flöde som vattendomen föreskriver att fiskvägen ska avbörda till utloppskanalen. Kapacitet att öka vattenföringen saknas med befintlig utformning så det finns med andra ord inte någon marginal för att avleda en del av vattnet till en eventuell förgrening. För att möjliggöra en förgrening med bibehållet flöde till utloppskanalen skulle alltså en ombyggnad av fiskvägens övre delar uppströms förgreningen krävas.

Vidare fungerar den befintliga fiskvägen inte tillfredställande idag vilket innebär att åtgärder skulle krävas även här. Som förstudien fastslog så finns det förmodligen förbättringar av den befintliga fiskvägen som kan göras men inte i den utsträckningen att målen om passageeffektivitet uppnås.

Det bedöms krävas ett flöde på upp emot 1 m<sup>3</sup>/s för att skapa en tillräckligt god anlockning till fiskvägen i utloppskanalen. Detta innebär att så pass stora förändringar krävs av den befintliga bassängtrappan att det i praktiken krävs att helt ny fiskväg byggs. Detta alternativ har redan utretts i förstudien och alternativet har därför inte utretts vidare i denna utredning.

Åtgärdsalternativet att bygga en anslutande fiskväg från spillfåran upp till befintlig fiskväg bedöms alltså inte vara en framkomlig väg för att uppnå den önskade passageeffektiviteten.



## NATURLIKNANDE FISKVÄG MED ÅTGÄRDER FÖR ÖKAD VANDRING MOT SPILLFÅRAN

Istället för att använda en fiskväg från utloppskanalen och en för spillfåran föreslås en väl fungerande naturliknande fiskväg i spillfåran, kombinerat med åtgärder för att säkerställa att tillräckligt stor andel av vandringsfisken vandrar upp i spillfåran.

Förslaget innebär sammanfattningsvis följande åtgärder:

- Nuvarande fiskväg läggs ned. Istället anläggs ett omlöp anslutande till spillfåran på vänstra sidan av utskovsdammen.
- Flödesregimen i spillfåran och omlöpet anpassas för att storvuxen laxfisk ska anlockas till fåran och kunna vandra upp via spillfåra och omlöp.
- En fysisk barriär anläggs i nedströms ände av utloppskanalen för att hindra uppvandrande fisk att gå upp i kanalen.
- Lösningen kan (om behov uppstår) kompletteras med ytterligare åtgärder för att förstärka uppvandringen till spillfåran, t.ex. klunkning eller anpassad drift under perioder med hög vandringsintensitet.

### Omlöp

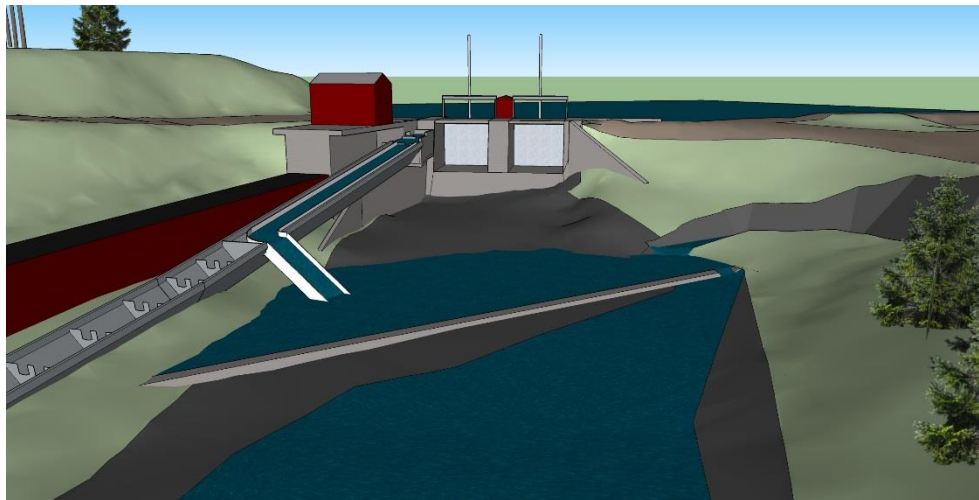
Förslaget innebär att ett omlöp med längden ca 250 - 350 m anläggs med utskovet placerat ca 50 – 80 m vänster om nuvarande regleringsdamm. Medellutningen hamnar i intervallet 3 – 3.5 %. Lokalt anpassas omlöpet med brantare eller flackare partier, för att bättre passa in i terrängen och begränsa schakter. Via schakt och installation av 2 vägkulvertar kan en vattenväg formas, som mynnar i en ”pool” ca 40 m nedströms regleringsdammen. Flödet i fiskvägen bör dimensioneras för reglerbart flöde mellan 0.5 – 2.2 m<sup>3</sup>/s och vid normaldrift avbörda ca 1-1.5 m<sup>3</sup>/s.



Figur 9. Omlöp på vänster sida av dammen.

Det har även övervägts att placera omlöpets utskov direkt till vänster om utskovluckorna för att på så sätt få nedströmsvandrande fisk att enklare hitta öppningen. Detta alternativ har dock frångåtts på grund av att det är komplicerat och kostsamt att genomskära fyllningsdammen i nära anslutning till utskovet.

Omlöpets mynning i torråran bör placeras vid den bottenplåt 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 vid vänstra strandkanten för att koncentrera minimiflödet. Från försänkningen på tröskeln går den snett nedströms. Detta gör att uppvandrande fisk leds mot försänkningen i tröskeln. Krönet på tröskeln hålls så lågt som möjligt för att minska risk för höga vattenstånd. 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 10. Tröskel som gjuts i med syfte att hålla upp vattenytan där omlöpet mynnar.

Passageeffektiviteten för omlöpet bedöms bli hög för den andel av fisken som kommer upp i spillfåran. Eftersom flödet från omlöpet utgör huvuddelen av flödet i spillfåran bedöms anlockningseffekten bli mycket god för all fisk som vandrar upp i spillfåran. Lutningen på omlöpet bedöms inte vara något problem för de starksimmande fiskarter som rör sig i systemet.

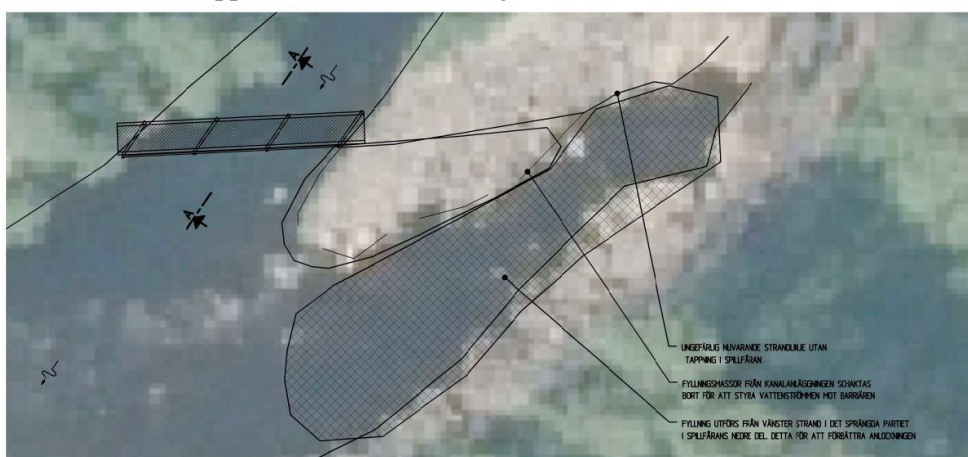
Lösningen innebär att det är av största vikt att få upp en större andel av fisken i spillfåran, för att uppnå en hög total passageeffektivitet vid Hednäs.

### Fysisk barriär

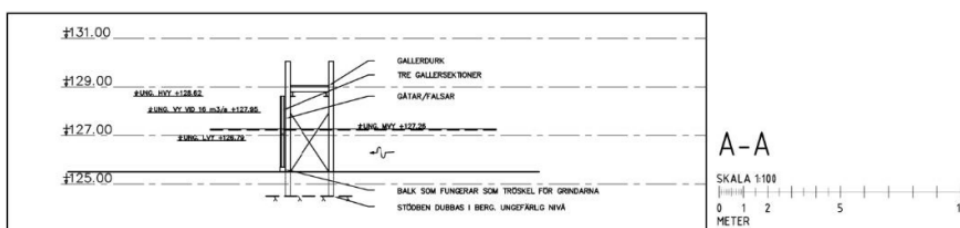
Även om ovan nämnda fiskväg dimensioneras för en relativt hög minimitappning mm, bedöms ytterligare åtgärder krävas för att erhålla en tillräckligt hög passageeffektivitet. Passageeffektiviteten blir med denna lösning helt beroende av hur väl fisken anlockas till spillfåran och väljer att vandra upp där. Med nuvarande situation kan även vandringen fördröjas då fisken har möjlighet att stanna av i utloppskanalen och upphålla sig där innan den väljer att vandra vidare via spillfåran.

På grund av detta föreslås en fysisk barriär vid mynningen av utloppskanalen vilken hindrar uppströmsvandrande fisk från att vandra upp i utloppskanalen.

Barriären utformas som en betagrind vilken täcker av hela utloppskanals bredd med en spaltvidd om ca 50 mm. Eftersom grindens syfte är att hindra uppströmsvandrande fisk bedöms spaltvidden som fullt tillräcklig. Grindens längd uppgår till ca 15 m och delas upp i tre sektioner där varje sektion är 5 m.



Figur 11. Planskiss av fysisk barriär i utloppskanalen. Se Bilaga 1A.



Figur 12. Sektionsskiss av fysiska barriären i utloppskanalen. Se Bilaga 1A.

Eftersom flödet i utloppskanalen gått igenom en fingrind med spaltvidd 15-18 mm vid intaget bedöms mängden skräp bli så låg att rensning inte är nödvändig. Ifall grenar och löv ändå skulle fastna på gallret kan detta rensas manuellt, genom att grindarna lyfts upp och rensas.

Iskravning på grinden skulle kunna innebära problem och i värsta fall leda till att hela grinden sätts igen. I en sådan situation förekommer troligtvis även kravning på fingrinden vid intaget vilket gör att kraftverket sannolikt ändå behöver tas ur drift under tiden som detta pågår.

Gallerelementen lyfts på plats med kranbil och tas endast upp för underhåll vilket förslagsvis görs vart tredje år.

Halvön, eller udden, som skapats av fyllningsmassor från kanalbygget schaktas av så att strömmen från spillfåran i högre grad styrs ut vid barriärens läge. På motsatt sida i spillfåran förekommer branta partier som delvis är svåra att passera för uppvandrande fisk (sannolikt har området rensats/sprängts i samband med kanalbygget). I detta område utförs en grund fyllning av storsten för att ytterligare styra strömmen mot barriären. Det är viktigt att fyllningen inte utförs för högt för att undvika erosionsskador vid högre tappningar.

### **Flödesdimensionering**

För att skapa en god anlockning till spillfåran bör ett tillräckligt stort flöde släpps i spillfåran. Vidare behöver detta flöde även vara tillräckligt stort för att spillfåran ska bli vandringsbar med ett vattendjup som inte understiger 0.6 m i någon sektion.

För att åstadkomma detta uppskattas att ett flöde tappas i spillfåran om ca 2 m<sup>3</sup>/s. En del av detta flöde släpps via en avledare vid den fingrind som installeras vid kraftverksintaget.

Majoriteten av minimitappningen, och så långt möjligt även förekommande överskottsvatten, bör dock släppas via omlöpet. Detta bör därför utformas med reglerbart utskov, eller skibordslösning, så att flödet till fiskvägen kan varieras om kraftverket tillfälligt tas ur drift (och avledaren stängs), eller om överskottsvatten förekommer.

### **Kompletterande åtgärd (vid behov)**

Föreslagen fiskväg i spillfåran, kombinerat med fysisk uppvandningsbarriär i utloppskanal, och förbättrade hydrologiska förutsättningar, bör säkerställa en hög passageeffektivitet för de fiskar som vandrar upp i spillfåran.

Men eftersom minimitappningen genom spillfåran endast utgör ca 15 % av det totala flödet och passageeffektiviteten för den befintliga fiskvägen i utloppskanalen är låg, kan ytterligare åtgärder krävas för att säkerställa en hög total passageeffektivitet för uppvandrande fisk.

Anpassad drift är en kompletterande åtgärd som endast bör aktualiseras om behov påvisas efter en tids drift av de nya lösningarna. Detta då de nya installationerna sannolikt kommer leda till förfinad kunskap om de mest intensiva vandringsperioderna för fisk i Åbyälven, och kunskapen idag (trots omfattande tidigare utredningar) är för låg för att peka ut de mest relevanta veckorna för anpassad kraftverksdrift.

Anpassad drift kan ske genom *klunkning* (kortare avstängning av kraftverk och ökat spill genom naturfåra och fiskväg), eller genom periodvis *reducerad drift* av kraftverket.

### *Klunkning*

Eftersom huvuddelen av vattenflödet som den uppvandrande fisken möts av kommer från kraftverkets utloppskanal kan inte risken uteslutas att fisk stannar av vid uppvandningsbarriären i utloppskanalen. En ytterligare åtgärd för att få upp fisk som ansamlats där, är s.k. klunkning. Det tappningsförsök som utfördes vid Hednäs när fisk blev stående i utloppskanalen pekar på att klunkning fungerar bra på platsen.

Detta skulle kunna utformas så att kraftverket stängs ned under 3 timmar, två gånger varje vecka under den mest intensiva vandringsperioden, samtidigt som allt vatten tappas genom spillfåran.

Optimal frekvens för klunkning, längd på varje klunkningstillfälle samt period för klunkning behöver dock prövas ut och utvärderas. Kunskapen om mest intensiv vandringsperiod behöver också förstärkas.

### *Anpassad drift*

Klunkning är ett förfarande som fungerat tillfredsställande på flera platser i Sverige, t.ex. Mörrumsån. Dock leder de hastiga tappningsövergångarna till en form av stress på biota i spillfåran, och kan även medföra ökat slitage på produktionsutrustning, utskov mm.

Som alternativ till klunkning kan ett mjukare förfarande praktiseras, dvs. anpassad drift av kraftverket. Det kan i detta fall innebära att kraftverket enbart körs på 50 % pådrag varannan vecka under den mest intensiva vandringsperioden.

Precis som för klunkning behöver ett sådant förfarande utredas ytterligare avseende tid, omfattning mm, och ska endast aktualiseras om inte andra åtgärder varit tillräckliga.

**Bedömd funktion**

Föreslagen reglering med en minimitappning som motsvarar den oreglerade medel-lågvattenföringen bedöms skapa goda vandringsmöjligheter i spillfåran. Vid Hertings kraftverk i Ätran tillämpas motsvarande tappning till en fiskväg spillfåran vilket resulterat i en passageeffektivitet på 97 % för uppvandrande lax med en fördröjning på 4 dagar. Åtgärden vid Herting har även kombinerats med omfattande biotopförbättrande åtgärder i spillfåran, vilket sannolikt bidragit till det goda resultatet.

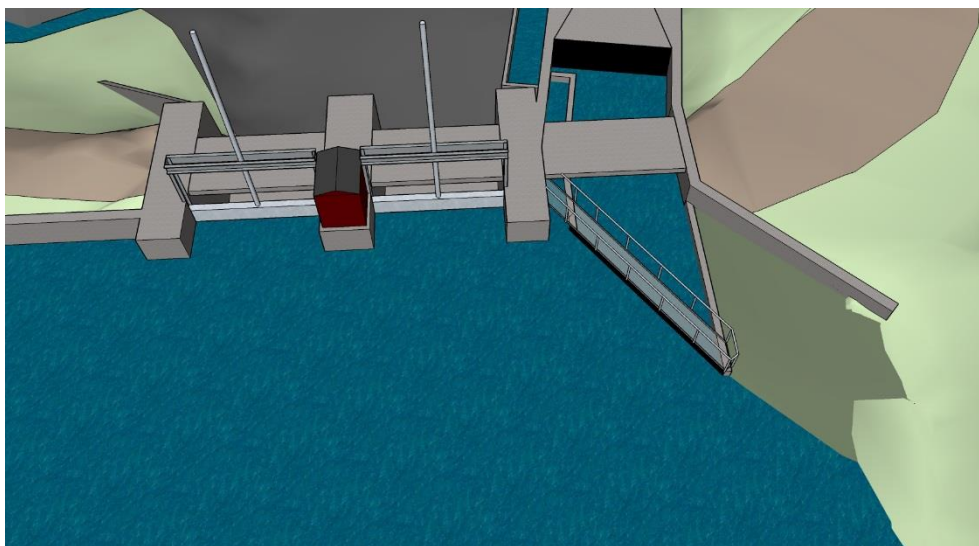
Utloppskanalen vid Hednäs kraftverk är 150 m lång vilket gör det betydligt svårare för uppvandrande fisk att hitta spillfåran jämfört med Herting där spillfåran ligger i nära anslutning till turbinutloppen. Detta gör att en barriär i mynningen av kanalen bedöms som nödvändig för att säkerställa en hög passageeffektivitet.

Föreslagen flödesdimensionering i kombination med en ny naturliknande fiskväg bedöms utgöra en relativt kostnadseffektiv åtgärd för att säkerställa en hög passageeffektivitet, och reducera tidsfördröjning för uppvandringen. Mortaliteten för uppvandrande fisk som fastnar i spillfåran vid spill kombinerat med avsaknaden av en fungerande fiskväg bedöms helt kunna elimineras.

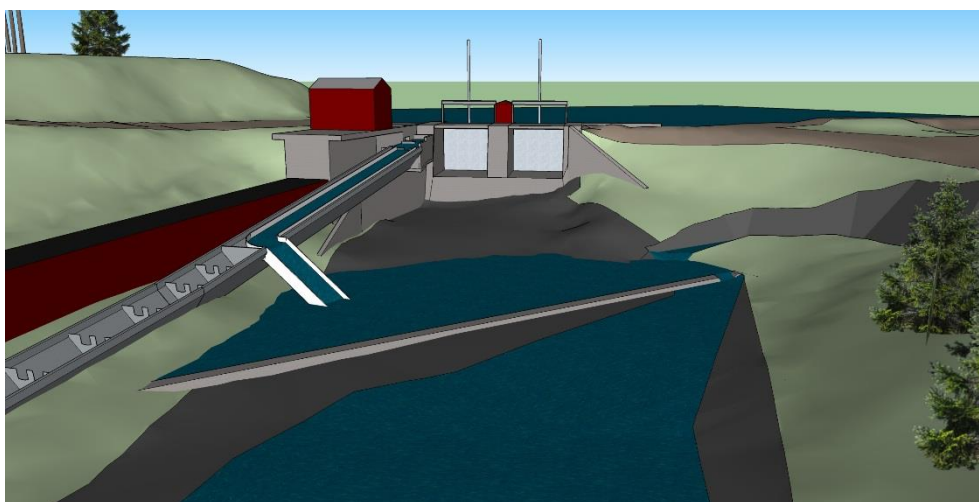
## 4.2 SKYDD NEDVANDRANDE FISK

### FINGRIND BETA

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



**Figur 13.** Betagrind som avleder fisk till befintlig fisktrappa. Den mörkare gröna färgen visar område som fyllts igen.



**Figur 14.** Befintlig fiskväg byggs om och anpassas för avledning av fisk.

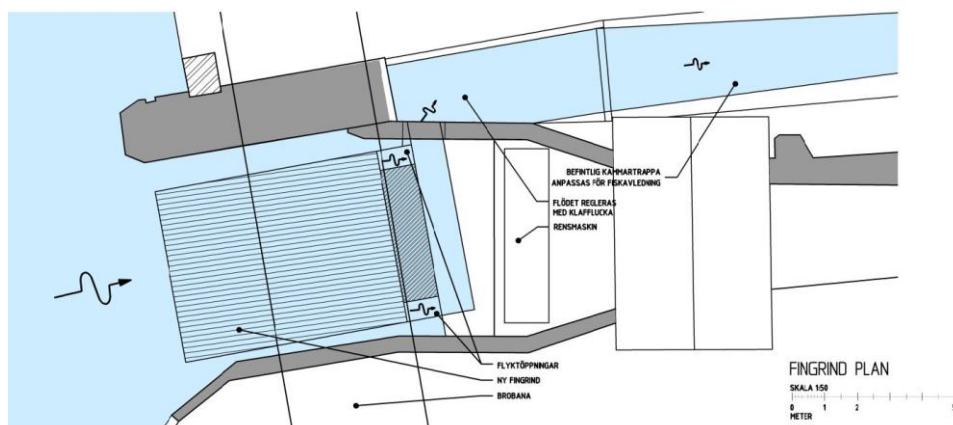
- Intaget får med denna ombyggnad fria bredden 5.3 m och tröskelnivå likt dagens (+139.00) i läge för befintlig brobana.

- Bottenplattan från intaget behöver förlängas ca 7 m rakt uppströms, motsvarande en bottenareal om ca 80 m<sup>2</sup>. Befintlig bottengjutning förefaller ligga ca 3 m uppströms brobanan.
- På den nya bottenplattan placeras en intagsgrind med horisontella grindstål, men i planvy vinklad 35 grader från inströmningsvinkeln. Grinden får längden ca 9.5 m och höjden 4.5 – 5 m upp till DG. Spaltvidden blir 15 mm.
- Det område som uppstår till höger om muren fylls igen för att inte bakströmmar ska uppkomma.
- Utskovet till befintlig fiskväg justeras och används som 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 förses med reglerbar lucka, förslagvis vertikalledad klafflucka (s.k. dörlucka) för reglering/avstängning av avledaren. På så sätt möjliggörs även att skräp kan spolas ut genom att luckan öppnas helt.
- Från utskovet avbördas flöde, fisk och mindre rensmassor via den befintliga fiskvägen och vidare ner till spillfåran. En öppning görs i den befintliga fiskvägen och en ränna leder ut vattnet till spillfåran. Fiskvägen byggs igen med en tvärvägg som hindrar vattnet från att leta sig vidare ner. Restande del av bassängtrappan som inte används lämnas tills vidare kvar. Avledningens mynning i spillfåran anpassas så att gynnsamma hydrauliska förhållanden skapas. Ifall inte djupet i mynningsområdet blir tillräckligt kan det bli aktuellt att knacka bort en del av den betong som användes för att gjuta igen höljorna för att på så sätt skapa en pool där fisken kan landa utan risk för skador.
- Rensmaskinen anpassas för att skrapa rensmassor ned mot flyktöppningen.
- 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 m<sup>3</sup>/s om syftet att avleda även vuxen fisk ska kunna uppnås med godtagbar effektivitet. För smolt bör ett flöde om 0.2 m<sup>3</sup>/s kunna räcka. Avledaren bör hållas stängd under perioden november-april för att undvika problem med isbildning mm. Klaffluckan används vid behov även för att spola ut skräp.
- Avledare bör också öppnas fullt perioder med överskottsvatten. Detta bör dock endast ske efter att omlöpet tillförsäkrats maximal vattenföring (se ovan).

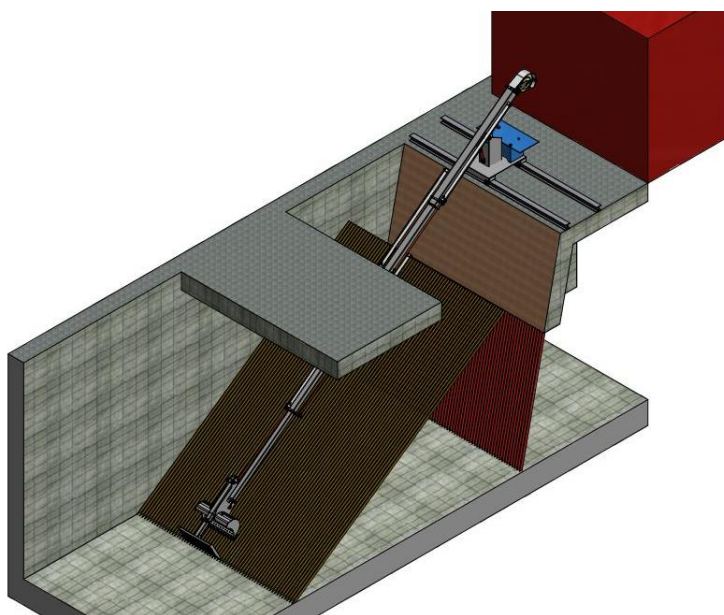


## FINGRIND ALFA

Bedömningen har tidigare gjorts att det inte finns tillräckligt med utrymme mellan brodäcket och intagsbyggnaden för att få plats med en rensmaskin. Denna bedömning har omprövats efter att det visat sig finnas en grindrensare som uppges fungera för jobbet. En ny alfagrind placeras under befintlig bro och rensmaskinen placeras framför intagsbyggnaden.



Figur 15. Alfagrind som avleder fisk till befintlig fisktrappa.



Figur 16. Alfagrind med grindrensare förlagd under bron. Enerquip 2017.

- På grund av att grinden kan placeras i befintlig intagskanal behöver inga större gjutningar utföras.

- Gallret utförs med ca 35 graders lutning.
- Varje grindjärn blir 7 mm brett och ca 50 mm djupt. Spaltvidden sätts till 15-18 mm.
- Grinden förses med en till två flyktöppningar i dess övre hörn som leder in i en avledningsränna och vidare nedströms. Öppningen i grinden utförs med dimensionen ca 0.5-0.7 x 0.6-0.8 m.
- Flyktöppningen och avledningsrännan anpassas så att de hydrauliska förhållandena blir så optimala som möjligt utifrån gällande riktlinjer om bästa möjliga teknik. Öppningen placeras så att den fungerar för avledning vid alla vattennivåer uppströms men anpassas så att optimalt flöde erhålls vid normalvattenstånd.
- Flödet i avledaren regleras med hjälp av en klafflucka.
- Avledningsrännan leds via befintlig fiskväg vidare till spillfåran. Det blir centralt att utforma rännan på sådant vis att fisk inte skadas i avledningen.
- Fallförlusterna över grinden bedöms inte öka i någon nämnvärd omfattning jämfört med idag förutsatt att rensningen fungerar. Spaltvidden mellan grindjärnen blir förvisso mindre men grindens area blir betydligt större.

Funktionen för nedvandrande smolt bedöms bli god. Funktionen för nedvandrande kelt bedöms bli något sämre än för smolt eftersom de ibland ryggar för smala öppningar. Om en gynnsam strömningsbild i flyktvägen skapas, bedöms dock funktionen bli tillräckligt god för att uppfylla kraven.

## 4.3 FÖRESLAGEN TAPPNINGSGRIM

**Tabell 2:** Förslag på ny tappningsregim. Tappningsregimen utvärderas justeras för att optimeras på bästa sätt

Föreslagen tappningsregim			
Månad	Q avledare (m <sup>3</sup> /s)	Q omlöp (m <sup>3</sup> /s)	Q tot spillfåra (m <sup>3</sup> /s)
Januari	0	0.75-1.25	0.75-1.25
Februari	0	0.75-1.25	0.75-1.25
Mars	0	0.75-1.25	0.75-1.25
April	0	0.75-1.25	0.75-1.25
Maj	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.5
Juni	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.5
Juli	0.2-0.6	1.6-2.0	1.8-2.6
Augusti	0.2-0.6	1.6-2.0	1.8-2.6
September	0.2-0.6	1.6-2.0	1.8-2.6
Oktober	0.2-0.6	1.6-2.0	1.8-2.6
November	0	0.75-1.25	0.75-1.25
December	0	0.75-1.25	0.75-1.25

## 4.4 ANLÄGGNINGSKOSTNADER FISKVANDRINGSÅTGÄRDER

Anläggningskostnader för fiskvägar och fingrindar varierar inom ett relativt brett intervall. För genomförda fiskvägsprojekt har kostnaden varierat enligt följande:

- Omlöp, 0.1 – 1.2 Mkr per fallhöjdsmeter, vilket vid Hednäs skulle innebära ca 4.5 Mkr.
- Intagsgrindar, 25 000 – 50 000 kr per kvadratmeter grind vilket vid Hednäs skulle innebära en kostnad om ca 1.8 Mkr.

De beräknade kostnaderna för fiskvandringsåtgärder 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 byggledning* påräknats med 15 % av totalkostnaden, en kostnad som ofta inte redovisas i s.k. schablonpriser för liknande åtgärder. Bedömda kostnader specificeras i separat rapport.

- Omlöp bedöms kosta ca 5.2 Mkr
- Uppvandringsbarriär bedöms kosta ca 2.1 Mkr
- Ombyggnad av intag med alfafingrind och avledare, 4.4 Mkr

Sammanlagt uppskattas kostnaderna uppgå till ca **11 Mkr**.

## 4.5 DRIFT OCH UNDERHÅLL

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.

Kostnaderna för drift och underhåll redovisas vidare i en separat rapport för beräkning av produktionsbortfall.

## 5 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Att uppnå en passageeffektivitet vid Hednäs i nivå med referensförhållandena är ett högt uppsatt mål och kräver omfattande åtgärder.

Justeringar och förbättringar av den befintliga fiskvägen vid Hednäs kraftverk bedöms kunna göras men inte i tillräcklig omfattning för att uppnå målen. Alternativet att anlägga en teknisk fiskväg från spillfåran till den befintliga fiskvägen har därför frångåtts.

Istället rekommenderas en naturliknande fiskväg vilken mynnar i spillfåran tillsammans med en fysisk barriär och en förändrad tappning för att locka upp fisk i spillfåran. På så sätt behöver inte den befintliga fisktrappan byggas om eller byggas ny.

För att säkerställa att fisken vandrar upp i spillfåran istället för i utloppskanalen föreslås en tappning till spillfåran på ca 2 m<sup>3</sup>/s under de vandringsintensiva månaderna. Om behov uppstår kan anpassad drift eller klunkning aktualiseras framgent. Föreslagen tappning, kombinerat med oppvandringsbarriär och fyllningsåtgärder i utloppet av spillfåran, bör dock leda till en fullt tillräcklig attraktion till spillfåran för oppvandrande fisk. Dessutom säkerställs ett fullgott vattendjup i spillfåran för vandrande storvuxen laxfisk. Under de mindre vandringsintensiva månaderna tappas endast ca 1 m<sup>3</sup>/s till spillfåran, vilket ska betraktas som ett underhållsflöde för spillfåran och den biota som kan utvecklas där.

Som skydd för nedvandrande fisk rekommenderas ett lågt lutande alfagaller som leder nedvandrande fisk till spillfåran via den befintliga fiskvägen som byggs om. Båda alfagrind och betagrind bedöms kunna fungera bra på platsen och eftersom alfagrind bedöms bli enklare att installera förordas detta alternativ.

Att nyttja den befintliga fiskvägen för avledning har stora fördelar då betydligt mindre ombyggnader krävs jämfört med om en helt ny avledare ska anläggas. Vidare innebär detta även fördelar i och med att allt spill fokuseras i spillfåran.

De farhågor som tidigare noterats med att avleda smolt via spillfåran (pga. ökad mortalitet av fågelpredation), bedöms inte vara relevanta i detta fallet. Detta eftersom de hydrologiska förhållandena i spillfåran kommer bli helt annorlunda, med en relativt hög vattenföring, och möjlighet för snabb utvandring, samt det faktum att Hednäs ligger relativt långt från kusten (vilket bör minska risken för omfattande predation från skarv). Skulle problem trots detta uppstå, kan kvarvarande delar av befintlig fisktrappa nyttjas och anpassas för att avleda fisk till utloppskanalen.

Den totala kostnaden för de föreslagna åtgärderna har grovt beräknats till ca 11 Mkr i anläggningskostnad. De löpande kostnaderna har grovt beräknats till ca 0.7 Mkr i årligt produktionsbortfall samt ökade drift och underhållskostnader.

De lösningar som föreslås är således kostsamma och omfattande. Samtidigt är målsättningar höga avseende åtgärdernas effekt för vandrande fisk. Varje kraftverk, damm eller annat vandringshinder är unikt avseende vilka lösningar som är bäst lämpade mm. Därför finns ingen enkel standardlösning att tillgå för alla tänkbara anläggningar. Samtidigt sker omfattande forskning på området och ytterligare kunskap inhämtas successivt av såväl myndigheter som branschen i övrigt. Den mest framtidssäkra lösningen för Hednäs torde därför vara den som är möjlig att justera, anpassa och förändra till framtida förändringar i kunskapsläge, vandringsbeteende, klimat, driftförhållande mm. De ovan rekommenderade förslagen bedöms vara väl lämpade avseende detta, då utformats med dagens kunskap om bästa teknikval, och samtidigt har designats för framtida justeringar avseende t.ex. ändrade flödesförhållanden mm. Skulle åtgärderna visa sig otillräckliga, finns kompletterande åtgärder att tillgå, t.ex. klunkning eller anpassad kraftverksdrift.

Sammantaget bedöms dock föreslagna lösningar, med nuvarande kunskapsläge, vara de som krävs för att en passageeffektivitet för uppvandrande fisk i nivå med referensförhållandet ska kunna erhållas.



**Norconsult AB**  
Stortorget 8  
702 11 Örebro  
+46 (0)19 611 91 30  
[www.norconsult.se](http://www.norconsult.se)