

# Förstudie kring fria fiskvägar i Motala ströms avrinningsområde



Europeiska jordbruksfonden för  
landsbygdsutveckling: Europa  
investerar i landsbygdsområden

**Bilder uppe till vänster:**

De bidragande vattenrådets profilbilder från Vattenmyndighetens webportal *vattenorganisationer.se*

**Bild uppe till höger:**

Bild från provtappningen 2010 vid Gamla strömfåran i Ljungsbro, foto Per Sjöstrand Jönköpings Fiskeribiologi AB.

**Nere till vänster:**

Fiskvägen genom strömparken i Norrköping, foto Henrik Sandhammar Motala kommun.

**Bild längst ner i mitten:**

Öring från Kärsbyån i Motala kommun.

**Bild nere till höger:**

Kungsfiskare, foto Michael Gehrisch.

## Förord

Motala ström och Svartån är stora vattendrag som kraftigt reglerats under 1900-talet för energiproduktion vid ett flertal vattenkraftverk, bland annat inom Linköpings kommun uppströms Roxen. Det har givit produktion av förnyelsebar energi med stor betydelse för industri- och samhällsutvecklingen men samtidigt inneburit en genomgripande omvandling av vattendragens ekologiska funktion.

I och med EU:s så kallade vattendirektiv från år 2000 har frågan om förvaltning av våra vattenförekomster (sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten) på ett långsiktigt hållbart sätt ur ekologisk synvinkel kommit högre upp på dagordningen. Vattendirektivet och den därav följande svenska vattenförvaltningslagstiftningen har inneburit miljö kvalitetsnormer och åtgärdsprogram som ska syfta till att uppnå ”god ekologisk status” (i vissa fall ”god ekologisk potential”) i alla vattenförekomster. Man kan uttrycka det som att verksamheter och åtgärder vilka lett till otillfredsställande eller dålig vattenkvalitet innebär en miljöskuld som nu har fått amorteringskrav.

Vattenmiljöfrågor har blivit viktigare för politiker, verksamhetsutövare, miljö- och naturvårdare, ideella organisationer och enskilda. Vattenråd har bildats för respektive vattendrag som ett sätt att utveckla frivillig samverkan mellan olika intressenter. Det finns idag goda förutsättningar för att arbeta fram och genomföra långsiktigt syftande åtgärder som minskar, och i bästa fall undanröjer, negativa ekologiska effekter av vattenresursers exploatering. En förbättring av vattenkvalitet parallellt med utveckling av attraktiva områden för naturvård, rekreation och turism är lockande och fullt möjliga målsättningar. Föreliggande rapport, framtagen av Sweco Environment AB under ledning av Hushållningssällskapet Östergötland och på uppdrag av flera vattenråd, är ett viktigt underlag i ett sådant arbete.

Linköpings kommun ställer sig positiv till att arbeta för faunapassager/fiskvägar. När, var, hur och i vilken omfattning blir en fråga att närmare utreda tillsammans med berörda parter. Detta arbete har redan påbörjats för Motala ström mellan Ljungsjön och Roxen. Området kring gamla fåran uppströms Ljungsbro är redan idag ett värdefullt naturområde och har en mycket stor utvecklingspotential för både naturvård och rekreation. Nedre delen av Svartån är ett annat område där åtgärder kan få stor betydelse för såväl fiskar och hela ekosystemet som fiske och fisketurism i både Svartån och Roxen. Åtgärder som innebär minskning av vattenkraftproduktion kan och bör kombineras med lämpliga effektiviseringsinsatser och ökad produktion av annan förnyelsebar energi. På så sätt bidrar kommande åtgärder till att uppfylla flera av de nationella miljömålen som ”Ett rikt växt- och djurliv”, ”Levande sjöar och vattendrag” och ”Begränsad klimatpåverkan”.



Muharrem Demirok  
Miljökommunalråd Linköpings kommun

## Inledning om projektet

Hushållningssällskapet Östergötland har som projektägare lett denna förstudie i nära samarbete med i Motala ströms övre och Sydvästra vattenråd, Tekniska Verken samt Motala kommun. Initiativet till projektet kommer ursprungligen från Åke Wester och Claes Wadsten i Motala ströms övre vattenråd. Dessa har genom samtal med både Motala ströms ströms nedre och sydvästra utökat idén till att omfatta befintliga vandringshinder i hela Motala ströms huvudfåra samt i Svartån upp till Mjölby. I detta skede tillkom även Anders Rockler, Motala ströms sydvästra vattenråd som initiativtagare. För att kunna genomföra planerna krävdes en projektägare, därför togs i augusti 2013 en kontakt med Hushållningssällskapet i Östergötland som åtog sig uppdraget då innehållet och ambitionen i projektet ligger väl i linje med Hushållningssällskapet egen verksamhet. Detta är ett EU-finansierat projekt inom Leader Folkungalands verksamhet och härifrån kommer den huvudsakliga finansieringen.

Projektet har drivits genom en styrgrupp bestående av Åke Wester och Claes Wadsten (Motala ströms övre vattenråd), Anders Rockler (Svartåns vattenråd), Henrik Sandberg (Motala kommun), Björn Johansson (Tekniska Verken i Linköping AB) samt Ola Helmerson (Hushållningssällskapet i Östergötland). Denna grupp har genom ett idogt arbete ansökt om medel, läst in underlag, behandlat offerter, valt konsulter samt planerat och utformat projektets olika aktiviteter. Målet har hela tiden varit att ta fram ett neutralt och sakligt diskussionsunderlag ur både biologisk och juridisk mening men även sett ur ett samhällsperspektiv då t.ex. områdets vattenkraft utgör en odiskutabelt viktig del av den lokala energiförsörjningen. Detta faktum har konsulterna hela tiden varit tvungna att beakta i sina utredningar.

Grundtanken är att med detta material som kunskapskälla kunna göra prioriteringar och sunda överväganden i alla olika ambitioner rörande åtgärder vid vandringshinder eller annan betydande fiskevård i Motala ströms och Svartåns huvudavrinningsområden. Det är samtidigt viktigt att påpeka att alla fortsatta praktiska åtgärder för att främja fria fiskvägar i området kommer att kräva mer utökade detaljprojekteringar än vad som ryms inom denna undersökning, dock kan värdet i att ha ett gediget underlag att utgå ifrån inte nog understrykas.

Då arbetet med att ta fram dokument av tillräcklig kvalitet på kort tid krävde omfattande och sakkunnigt konsultarbete sammanställde styrgruppen i projektets inledning en offertförfrågan som skickades ut i december 2013 till sex olika konsultföretag inom vatten- och fiskevård. Fyra offerter mottogs och behandlades varav tre kontaktades för vidare samtal. Beslutet föll till sist på Sweco Environment AB med kontaktman Dag Cederborg som ansvarig huvudkonsult vilket visat sig vara ett riktigt val för slutresultatet. Konsulten Jonas Edlund, Litoralis, valdes för sitt stora lokala kunnande inom områdets vattenmiljöer.

Stommen i hela projektet utgörs alltså av Swecos utredning av fiskvandringvägar som består av en huvudstudie med 14 separata bilagor. Bilagorna berör förutsättningarna för att åtgärda varje vandringshinder med fungerande fiskvägar för både upp- och nedströms passage vid respektive vattenkraftverk. Av kraftverken återfinns åtta i Motala ström och sex i Svartån. Till detta har även gjorts en flödesutredning gällande för hela området.

Under projektets gång har styrgruppen även sett behovet av att ytterligare två kompletterande utredningar utförs. Den första, av Jennie Molin och Anders Bard på Sweco Energiguide AB, behandlar förutsättningar för att effektivisera verkningsgraden hos samtliga anläggningar inom områdets befintliga vattenkraft. Den andra utförd av Jonas Edlund, Litoral's Naturvårdskonsult (i samarbete med Peter Gustafsson, Ekologi.nu water conservation and engineering), tar upp vilka värden som finns i att åter låta ett kontinuerligt flöde gå i de båda naturliga strömfårorna nedströms Malfors kraftverk vid Ljungsjön i Motala ström samt nedströms Svartåfors kraftverk i Svartån. Utredningen berör även Roxens förutsättningar och vilken betydelse två naturliga strömmar strax uppströms sjön kan ha för dess ekologi. Detta innebär att projektet totalt producerat ett samlat utredningsmaterial med 18 olika rapporter på totalt 403 sidor där samtliga rapporter är påbörjade och slutförda under 2014.

Dokumentet riktar sig dels till berörda beslutsfattare och tjänstemän men kommer även att finnas tillgängliga för allmänheten i tryckt men framför allt i digital form. Projektet har förutom via Leader Folkungaland fått stöd med både medel och arbetsinsatser från flera olika håll. Bland alla som ska tackas finns dels Åke Wester, Claes Wadsten och Anders Rockler som via ett huvudsakligen ideellt arbete gjort en avgörande insats för att bistå projektledaren med att driva projektet framåt i alla dess delar. Ett tack riktas även till Ann-Louise Israelsson, vice ordförande LRF Östergötland som tipsade initiativtagarna om att söka EU-medel via Leader Folkungaland.

Björn Johanssons (m.fl.) på Tekniska verken och Henrik Sandhammar kommunekolog i Motala kommun har bidragit med sin arbetstid. Andra som bidragit är Abu Garcia Fiske- och vattenvårdsförening, Mjölby kommun, Motala kommun samt Motala ströms övre och sydvästra vattenråd. Även vattenrådet, Motala ström nedre och Bråvikens vattenråd har funnits med i arbetet. Bidrag och uppmuntran på vägen har även kommit från Roxens och Borens FVOF.

Kraftbolagen Tekniska Verken Linköping AB, Mjölby-Svartådalen Energi AB och Holmen Energi AB har under projektet kontinuerligt delat med sig av tekniska data till konsulterna samt varit behjälpliga i granskningen.

Projektet har även mottagit offentliga stöd via Länsstyrelsen i Östergötland i form av sjöregleringsmedel och fiskeavgiftsmedel, här har Länsfiskekonsulent Per-Erik Larson och Erik Gotborn på regionalekonomiska enheten bistått med handläggning av utbetalningar.

Ett utmärkt stöd har under hela tiden funnits Leader Folkungaland, där främst verksamhetsledare Jeanette Unér men även styrelseordförande Ulf Gustafsson varit till stor hjälp i den stundom snåriga projektvärlden. Projektledaren har även haft god administrativ hjälp av Hushållningssällskapet Östergötlands egen personal Magnus Lind, Susanna Olofson samt Vd Christoffer Andersson.

Samtliga ansvariga inom respektive konsultområde, Dag Cederborg och Peter Rivinoja Sweco Environment, Anders Bard Sweco Energiguide och Jonas Edlund Litorals, har alla även varit mycket behjälpliga att via många och långa samtal föra projektet framåt.

*Ola Helmersson*

*Projektledare, november 2014*

# Innehållsförteckning

1. Huvudrapport, fiskvägar i Motala ström och Svartån  
(Sweco Environment AB, 59 sidor)
2. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån  
(Sweco Energide AB, 39 sidor)
3. Förstudie av fiskväg vid Mjölby kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 17 sidor)
4. Förstudie av fiskväg vid Knutsbro kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 14 sidor)
5. Förstudie av fiskväg vid Öjebro kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 15 sidor)
6. Förstudie av fiskväg vid Vågforsen kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 14 sidor)
7. Förstudie av fiskväg vid Odensfors kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 17 sidor)
8. Förstudie av fiskväg vid Svartåfors kraftstation i Svartån  
(Sweco Environment AB, 18 sidor)
9. Förstudie av fiskväg vid Motala kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 16 sidor)
10. Förstudie av fiskväg vid Borensberg kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 15 sidor)
11. Förstudie av fiskväg vid Malfors kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 19 sidor)
12. Förstudie av fiskväg vid Nykvarns kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 21 sidor)
13. Förstudie av fiskväg vid Älvås kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 15 sidor)
14. Förstudie av fiskväg vid Skärblacka kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 18 sidor)
15. Förstudie av fiskväg vid Fiskeby kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 19 sidor)

16. Förstudie av fiskväg vid Holmen kraftstation i Motala ström  
(Sweco Environment AB, 17 sidor)

17. Potentiell produktionsökning i Motala ström och Svartån  
(Sweco Energide AB, 29 sidor)

18. Svartån och Motala ström uppströms Roxen, historiska förhållanden, naturvärden  
och åtgärdsförslag (Jonas Edlund - Litoraliskonsult, 41 sidor)

## Studiens geografiska omfattning

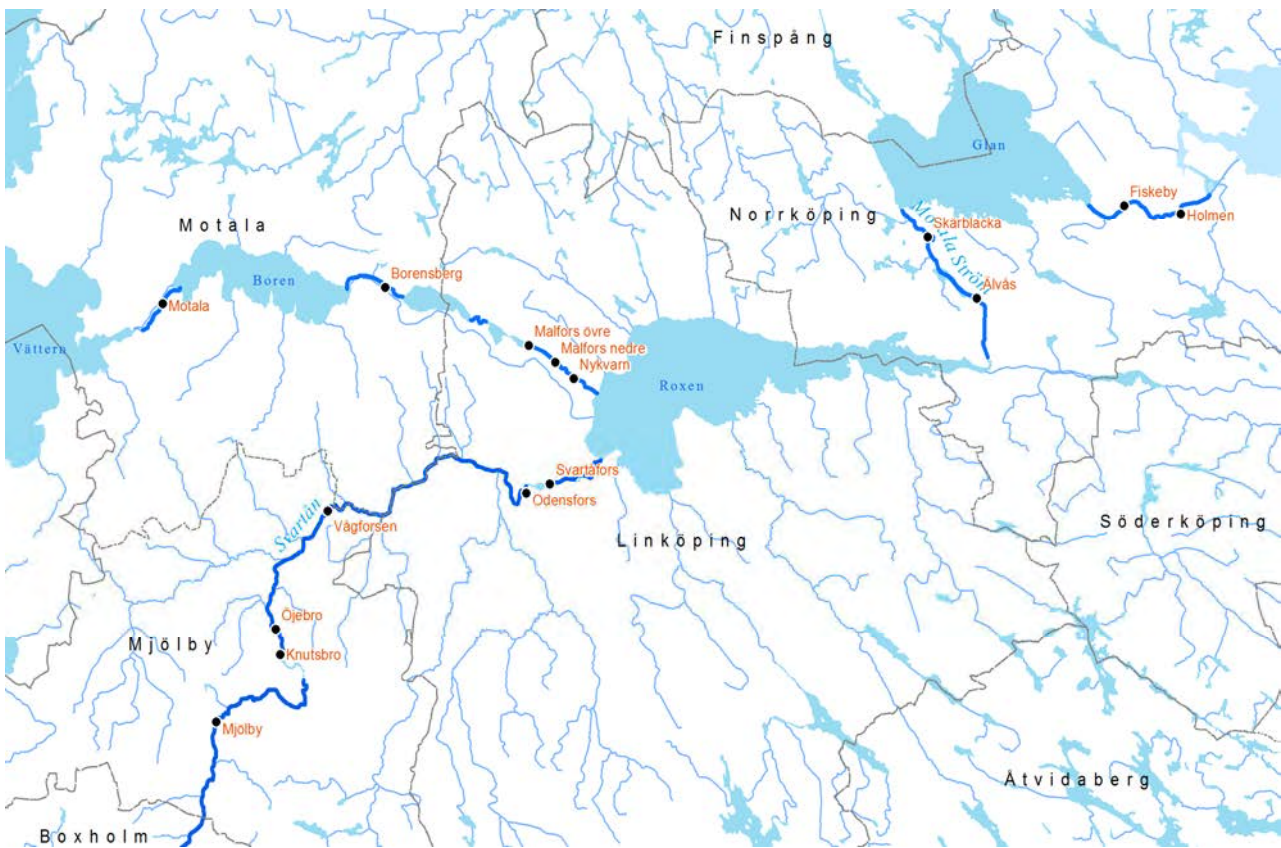


Bild från Sweco:s rapport; Förstudie kring fria vandringsvägar vid 14 kraftverk i Motala ström och Svartån  
(Cederborg m.fl. 2014).



Europeiska jordbruksfonden för  
landsbygdsutveckling: Europa  
investerar i landsbygdsområden

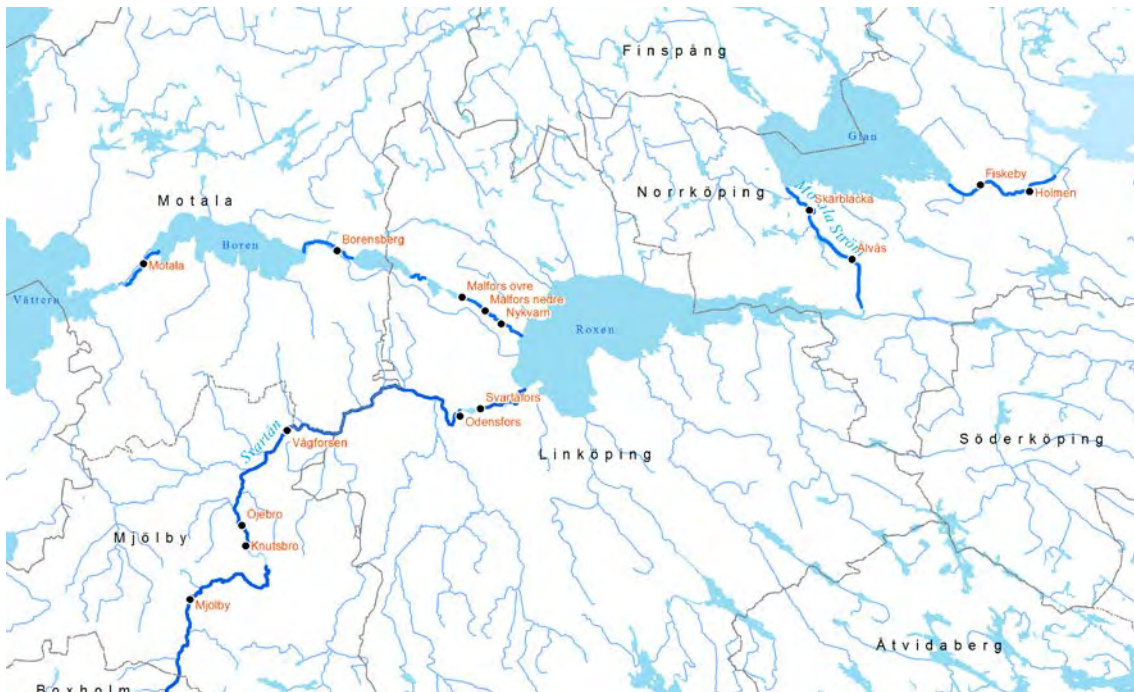
# RAPPORT

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

1331399000

## FÖRSTUDIE KRING FRIA VANDRINGSVÄGAR VID 14 VATTENKRAFTVERK I MOTALA STRÖM OCH SVARTÅN

HUVUDRAPPORT



ORIGINAL

2014-09-15

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Hushållningssällskapet i Östergötland genomfört en förstudie av fria vandringsvägar för fisk vid 14 vattenkraftverk i Motala ströms huvudfåra och Svartån. I förstudien redovisas möjliga fiskvägar och för dessa uppskattade kostnader. I sammanhanget belyses relevanta prioriteringar kring föreslagna alternativ vilka syftar till att uppnå en maximal verkan av åtgärderna utifrån ekonomiska ramar. Föreliggande rapport baseras till stor del på resultaten från de 14 delrapporter som är bilagda till denna rapport, där en kort sammanfattning följer nedan.

Kostnaderna och realiserbara alternativ till byggnation av fiskvägar varierar för de olika vattenkraftsanläggningarna som studerats. I vissa fall innebär de praktiska förutsättningarna utmaningar i fråga om teknisk lösning. En utgångspunkt i uppdragets genomförande har varit att samtliga naturligt förekommande arter ska kunna vandra i fiskvägarna, och att dessa ska fungera effektivt. Detta är också i linje på de krav som idag anses vara krav på bästa möjliga teknik. Begreppet faunapassager används ofta idag, där begreppet avser att alla arter, även t.ex. ryggradslösa djur och vattenanknutna landdjur ska kunna nyttja fiskvägen. De lösningar som krävs för detta innebär dock att de realiserbara möjligheterna till olika åtgärder i vissa fall är begränsade p.g.a. faktorer som dammsäkerhet, omgivande topografi och andra förhållanden. Av detta skäl har det vid flera av vattenkraftverken endast redovisats ett eller ett fåtal alternativa förslag. Samtliga redovisade åtgärder innebär krav på tillstånd till vattenverksamhet och därmed vattendom. I vissa fall bedöms det finnas praktiska begränsningar att bygga fiskvägar med så låg lutning att detta borgar för god passerbarhet för alla arter och storlekar av fisk. Detta ställer därför extra höga krav på fiskvägarnas utformning för att uppnå så god passerbarhet som möjligt. I sådana fall kan det vara av värde att identifiera vilka målarter som bör prioriteras. Förslag på hur en sådan prioritering kan göras redovisas i denna rapport.

Det föreligger osäkerheter i hur uppskattningar av kostnader för byggnation och årlig drift ska göras då det inte formulerats några konkreta beslut kring avsikterna att genomföra föreslagna åtgärder. För att bättre kunna precisera kostnader krävs att detaljerade projekteringar (omfattande bl.a. geotekniska utredningar) genomförs utifrån de avgränsningar som meddelas av verksamhetsutövaren. I rapporten redovisas vilka antagande som gjorts. Att bygga fiskvägar för både upp- och nedströmsvandring vid samtliga studerade vattenkraftverk uppskattas kosta i storleksordningen 130–180 Mkr, samtidigt som den sammantagna produktionsförlusten vid föreslagna fiskvägsåtgärder bedöms ligga i storleksordningen 6–7 Mkr/år med ett antagande om att flödena för fiskpassage skulle vara ca 4–5 % av medelvattenföringen. Det måste dock betonas att flöden för fiskvägarna endast har antagits utifrån generella riktlinjer, och att det finns möjligheter att variera dessa utifrån olika förutsättningar som redovisas. Därtill tillkommer kostnader för drift- och underhåll vilket också åskådliggörs.

Fiskvägar bedöms generellt ha positiva effekter på miljömålet "Levande sjöar och vattendrag". Samtidigt uppstår dock kostnader i form av produktionsförluster vilket kan leda till en ökning av klimatpåverkande utsläpp om inte investeringar i annan förnyelsebar

energiproduktion görs. Detta innebär potentiella utmaningar och kan leda till svårigheter att uppnå olika miljömål som t.ex. "Begränsad klimatpåverkan". Uppskattade kostnader för detta redovisas i rapporten. Enbart byggnation av fiskvägar leder nödvändigtvis inte till att idag försvunna arter återetableras, utan oftast krävs ytterligare åtgärder i form av habitatrestaurering, miljöanpassade flöden och återintroduktion. Inom Motala ströms system finns behov av fördjupade studier för att klargöra förekomst och frekvens av olika arter på sträckorna mellan kraftverken. Även mer detaljerade studier kring habitattillgång för olika arter bedöms som viktigt och utgör en grund till objektiva prioriteringar av fiskpassager utifrån ett ekologiskt perspektiv. Utifrån hittills inhämtad kunskap om vattensystemet och av olika arter ges ändå förslag på fiskvägar som bedöms ha en särskilt hög prioritet utifrån ekologiska och andra aspekter. Dessa är: Nykvarn/Malfors, Svartåfors/Odensfors, Holmen och Motala. Det bör dock betonas att dessa förslag inte utesluter åtgärder vid övriga anläggningar. Betydelsen av prioritering av olika fiskvägar kan komma att ändras i takt med ökad kunskap.

I de fall där det beslutas att anlägga fiskvägar uppkommer en del utmaningar, där det rekommenderas att ta fram en övergripande strategi för genomförande och samordning. Exempelvis kan byggnationer av naturliknande fiskvägar medföra behov av att planlägga både avsättning och tillgång till schaktmassor. En samlad strategi för detta rekommenderas därför och det finns samtidigt andra fördelar i en samordnad genomförandeprocess för flera fiskväglösningar, t.ex. genomförande av geotekniska utredningar (bl.a. stabilitetsutredningar) och fördjupade hydrauliska studier, vilka med fördel kan samordnas för flera anläggningar.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrund	4
1.2	Uppdraget	4
1.2.1	Syfte	4
1.2.2	Omfattning och avgränsning	5
1.2.3	Genomförande	6
1.2.4	Behov av kompletteringar	7
<b>2</b>	<b>Vattensystemet och motiv till fiskvägar</b>	<b>8</b>
2.1	Motala ströms och Svartåns vattensystem	8
2.2	Fiskfauna - historiskt	9
2.3	Motiv till fiskvägar idag	9
2.4	Krafttag ål	10
<b>3</b>	<b>Utgångspunkter för förslag till fiskpassager</b>	<b>11</b>
3.1	Fiskfaunan	11
3.2	Bästa möjliga teknik (BMT)	12
3.3	Bedömning av flöde i fiskvägar	12
<b>4</b>	<b>Målarter för föreslagna fiskvägar</b>	<b>13</b>
4.1	Krav enligt bedömningsgrunder för ekologisk status	14
4.2	Metod för prioritering av arter	17
4.3	Andra viktiga aspekter på prioriteringar av arter	20
4.3.1	Värde för andra arter	20
4.3.2	Tillgängligjorda habitat	21
4.3.3	Värde för fisket	21
<b>5</b>	<b>Prioriteringar av fiskvägar i vattensystemet</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Utformning av fiskvägar</b>	<b>23</b>
6.1	Allmänt	23
6.2	Lutning, vattenhastighet och bottensubstrat	24
6.3	Utlopp	26
6.4	Flöde och drift	26
6.5	Nedströmspassage	29
6.5.1	Fingaller/fiskgaller	29
6.5.2	Louver	30
6.5.3	Ökat spillflöde kombinerat med avledare	30
<b>7</b>	<b>Behov och potential för kompletterande åtgärder utöver fiskvägar</b>	<b>31</b>

7.1	Återintroduktion av försvunna arter – öring och harr	32
7.2	Miljöanpassad tappning	32
7.3	Habitatrestering i huvudfårorna	33
7.4	Kompensationsåtgärder i biflöden	33
<b>8</b>	<b>Utrivning</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Kostnader</b>	<b>35</b>
9.1	Uppskattning totala kostnader	35
<b>10</b>	<b>Produktionshöjande åtgärder</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Strategier för genomförande</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Avstämning mot miljömål, direktiv och andra samhällsintressen</b>	<b>39</b>
12.1	Nationella miljömål	39
12.1.1	Generationsmålet	39
12.1.2	Etappmål	40
12.1.3	Levande sjöar och vattendrag	42
12.1.4	Ett rikt djur- och växtliv	42
12.1.5	Begränsad klimatpåverkan	43
12.2	Miljömål i Östergötland	43
12.2.1	Begränsad klimatpåverkan	43
12.2.2	Levande sjöar och vattendrag	43
12.2.3	Ett rikt växt- och djurliv	43
12.3	Lokala miljömål	44
12.4	Förnybarhetsdirektivet	44
12.5	Ramdirektivet för vatten (RDV)	45
12.6	Art- och habitatdirektivet	45
<b>13</b>	<b>Rättsliga aspekter på fiskvägar</b>	<b>45</b>
13.1	Vattenverksamhet enligt Miljöbalken	45
13.2	Miljökvalitetsnormer	46
13.3	Kulturmiljöintressen	48
<b>14</b>	<b>Ökande klimatpåverkande utsläpp och kostnader för annan förnyelsebar produktion</b>	<b>48</b>
14.1	Klimatpåverkande utsläpp till följd av ersättning av utebliven elproduktion	48
14.2	Kostnader för att ersätta utebliven elproduktion med annan förnyelsebar produktion	50
<b>15</b>	<b>Nationell strategi för åtgärder i vattenkraften</b>	<b>51</b>
15.1	Avrinningsområdets värde för nationell energiproduktion och uppfyllande av miljömål	52

2 (55)

RAPPORT  
2014-09-15

ORIGINAL

<b>16</b>	<b>Underlag för vidare konsekvensbedömning</b>	<b>52</b>
-----------	--	-----------

<b>17</b>	<b>Referenser</b>	<b>54</b>
-----------	-------------------	-----------

## **Bilagor**

Bilaga 1 Holmen kraftstation

Bilaga 2 Fiskeby kraftstation

Bilaga 3 Skärblacka kraftstation

Bilaga 4 Älvås kraftstation

Bilaga 5 Nykvarn kraftstation

Bilaga 6 Malfors kraftstation

Bilaga 7 Borensberg kraftstation

Bilaga 8 Motala kraftstation

Bilaga 9 Svartåfors kraftstation

Bilaga 10 Odensfors kraftstation

Bilaga 11 Vågforsen kraftstation

Bilaga 12 Öjebro kraftstation

Bilaga 13 Knutsbro kraftstation

Bilaga 14 Mjölby kraftstation

Bilaga 15 Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Vattenkraften har en avgörande roll för Sveriges industriella utveckling. Idag tillmäts vattenkraften också ett stort värde, då energiproduktionen bygger på förnyelsebar energi, och därmed låga klimatpåverkande utsläpp. Vattenkraften har också ett stort värde i form av reglerkraft i förhållande till annan energiproduktion. Vid uppbyggandet av vattenkraft, framför allt under 1900-talets första del, saknades en hel del grundläggande kunskaper om dess potentiella effekter på miljön. På många platser där det idag finns vattenkraftverk har energin från det strömmande vattnet ofta under en längre tid nyttjats för olika ändamål, t.ex. till drift av kvarnar, smedjor, sågar m.m. Senare har dock negativa effekter av fördämningar och älvreglering identifierats både i vattendragens lokala miljöer och inom hela vattensystem.

För närvarande saknar många av Sveriges reglerade vattendrag effektiva fiskvägar vilket tillsammans med flödesförändringar anses begränsa många fiskpopulationer. För vissa fiskar är vandringarna centrala och för s.k. diadroma arter, som kräver både sötvatten och hav, är periodiska migrationer essentiella för en livscykel som kräver anpassade miljöer för tillväxt, överlevnad och fortplantning. Ofta är långvandrande fiskarter, i Sverige t.ex. lax (*Salmo salar*), öring (*Salmo trutta*), europeisk ål (*Anguilla anguilla*), flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*) och sik (*Coregonus lavaretus*), direkt missgynnade av vattenkraft. Samtidigt noteras att även andra arter kan lida av en vattendragsfragmentering som orsakar ett minskat genflöde. Genom att möjliggöra fiskpassage vid olika vandringshinder och anpassa vattenflöden i reglerade system kan man dock generellt sett mildra vattenkraftens negativa påverkan.

Motala ström tillhör ett av systemen i Sverige där önskan har uttalats om att återskapa en naturlig produktion av lax och havsöring och samtidigt förbättra bestånden av andra fiskarter som t.ex. ål, asp och nors. Sweco har därav från Hushållningssällskapet fått i uppdrag att genomföra en förstudie om möjligheten till fria vandringsvägar i Motala ströms och Svartåns vattensystem.

## 1.2 Uppdraget

### 1.2.1 Syfte

Syftet med uppdraget är att sammanställa kunskapsunderlag och utifrån detta beskriva troliga effekter och konsekvenser av att återskapa fria vandringsvägar för alla naturligt förekommande fiskarter förbi vattenkraftverk med tillhörande dammar i Motala ströms- och Svartåns avrinningsområden. Projektägaren önskar få en samlad bild över framför allt möjliga åtgärder och för dessa uppskattade kostnader, detta för att kunna göra relevanta prioriteringar och på så vis få en maximal verkan av åtgärderna utifrån de ekonomiska rammar som finns.

Sweco har utfört uppdraget inom ramarna för ett samarbete med följande parter; vattenråden "Övre Motala ström", "Nedre Motala ström och Bråviken", "Motala ström

sydvästra”, Hushållningssällskapet i Östergötland samt Tekniska verken i Linköping AB. Projektägare har varit Hushållningssällskapet i Östergötland.

### 1.2.2 Omfattning och avgränsning

Denna förstudie omfattar totalt 14 vattenkraftsanläggningar i Motala ström och Svartån, se Tabell 1 och Figur 1 nedan.

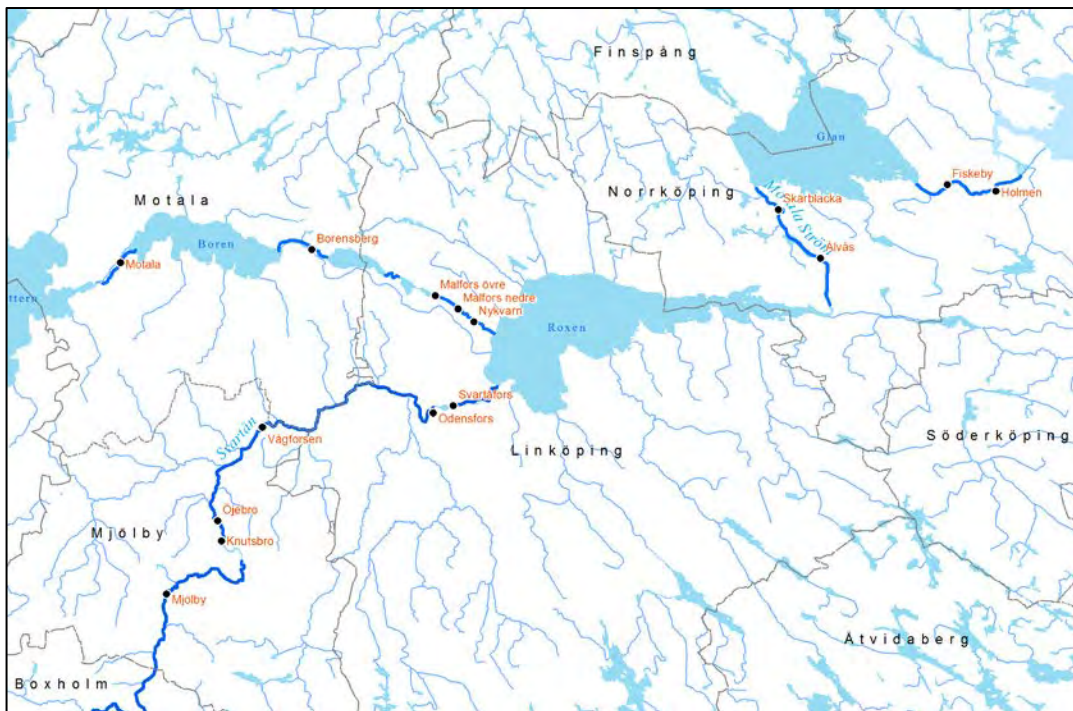
De bedömningar som gjorts i den här utredningen grundar sig på litteraturstudier, fältbesök vid anläggningarna (april 2014), tillhandahållen teknisk information om anläggningarna samt insamlad information om arter och strömvattenmiljöerna mellan kraftverksanläggningarna samt översiktliga GIS-studier.

Uppdraget har genomförts under perioden februari-september 2014. Stora delar av underlag som har krävts för genomförande av studien tillgängliggjordes inte förrän under maj och senare. Rent praktiskt har därför en stor del av arbetet genomförts under senare delen av tidsperioden.

Förstudien har avgränsats i förhållande till ekonomiska och tidsmässiga förutsättningar i uppdraget. Utifrån givna förutsättningar har därför förstudien genomförts på en översiktlig nivå. Omfattning och detaljeringsgrad har överenskommit i samband med initieringen av studien och löpande under arbetets gång.

*Tabell 1. Kraftverksanläggningar som omfattas av förstudien. Anläggningarna är sorterade i hydrologisk ordning från havet till Vättern.*

Namn	Vattendrag	Kommun	Ägare
Holmen	Motala ström	Norrköping	Holmen Energi
Fiskeby	Motala ström	Norrköping	Tekniska verken i Linköping AB
Skärblacka	Motala ström	Norrköping	Tekniska verken i Linköping AB
Älvås	Motala ström	Norrköping	Tekniska verken i Linköping AB
Nykvarn	Motala ström	Linköping	Tekniska verken i Linköping AB
Malfors	Motala ström	Linköping	Tekniska verken i Linköping AB
Borensberg	Motala ström	Motala	Tekniska verken i Linköping AB
Motala	Motala ström	Motala	Tekniska verken i Linköping AB
Svartåfors	Svartån	Linköping	Tekniska verken i Linköping AB
Odensfors	Svartån	Linköping	Tekniska verken i Linköping AB
Vågforsen	Svartån	Mjölby	Mjölby-Svartådalen Energi AB
Öjebro	Svartån	Mjölby	Mjölby-Svartådalen Energi AB
Knutsbro	Svartån	Mjölby	Mjölby-Svartådalen Energi AB
Mjölby	Svartån	Mjölby	Mjölby-Svartådalen Energi AB



Figur 1. Kraftverksanläggningar som omfattas av förstudien.

### 1.2.3 Genomförande

Den studerade delen av vattensystemet är i dagsläget reglerat med 14 vattenkraftverk, åtta i huvudfåran Motala ström och sex i biflödet Svartån. Som en åtgärd för att stärka befintliga och framtida populationer av fisk bedöms förutsättningarna för att skapa effektiva fiskvandringvägar vid kraftverken i fråga. I bedömningen vägs olika motstående intressen, såsom förekomsten av potentiella reproduktionsområden för fisk och vandringsbeteenden, i förhållande till produktionsnivå och andra relevanta faktorer som dammsäkerhet, produktionsförluster och ökande klimatpåverkande utsläpp.

Denna huvudrapport ger en övergripande presentation av förstudien och redovisar sammanställningar av underlag och samlade bedömningar, principiella utgångslägen för studien, samt översiktliga beskrivningar för de studerade delarna av vattensystemet.

För varje kraftverksanläggning har en mer detaljerad delrapport upprättats, bilaga 1-14. Delrapporterna redovisar närmare förslag på fiskvägar, förslag på målarter, syfte och funktion, uppskattade kostnader, juridiska aspekter samt dammsäkerhetsaspekter.

Förslagen till fiskvägar presenteras i delrapporterna med konceptuella skisser. Förslagen har utformats översiktligt med utgångspunkt från god passerbarhet för samtliga naturligt förekommande fiskarter uppströms och nedströms, dammsäkerhetsaspekter och utifrån vad som bedömts som praktiskt realiserbart utifrån förutsättningarna på plats. Samtliga förslag har grovt kostnadsuppskattats. Delrapporterna har i hög grad utformats utifrån önskemål från projektägaren med organisation.

Utöver delrapporterna har information om flöden vid de 14 vattenkraftsanläggningarna sammanställts i en separat rapport, bilaga 15. I rapporten redovisas flöden och dess varaktighet vid respektive anläggning utifrån en översiktlig flödesstudie.

#### 1.2.4 Behov av kompletteringar

Det bör betonas att fler utredningar i form av bl.a. detaljprojektering, fördjupade studier, inmätning och geotekniska undersökningar måste genomföras i det fall beslut ska konkretiseras i fråga om byggnation av fiskvägar.

Det bedöms även finnas behov av bättre underlag för att värdera miljönyttan med fiskvägarna. Idag finns stora kunskapsluckor om artförekomst och potential till bl.a. reproduktion för olika arter i Motala ströms och Svartåns huvudfåra. Sweco rekommenderar därför att detaljerade karteringar av habitat samt provfisken genomförs på alla delsträckor som omfattats av denna studie.

En ytterligare brist är avsaknaden av information om passerbarheten för fisk historiskt sett. I denna förstudie har endast översiktliga bedömningar utifrån vissa historiska data kunnat göras. För vissa anläggningar är det oklart om dessa historiskt varit passerbara för vissa fiskarter. Sweco rekommenderar därför även en fördjupad utredning om den historiska passerbarheten för fisk.

De flödesvärden som redovisas av Sweco är baserade på SMHI data och då både observerade värden och modellerade värden samt de data från kraftverksägarna som levererats. Sweco har dessutom redovisat medelflöden för olika tidsperioder där man kan se hur MQ varierar över delar av tidsserien och hela tidsserien. Det finns modellerade värden från SMHI som inte alltid är korrigerade mot några mätstationer, exempelvis i fallet för Motala kraftverk så har en korrigering gjorts mot den befintliga mätstationen vilket redovisas.

Längden på tidsserierna varierar. Idealt är naturligtvis så långa serier som möjligt. De kortaste tidsserierna som använts är SMHIs modellerade data som går mellan 1999-2012, d.v.s., 13 år. Vissa tidsserier från Tekniska Verken börjar år 2001 och slutar år 2014.

Under 2000-talet har några högflöden inträffat i närområdet vilket kan ge en något högre medelvattenföring jämfört med om en längre mätperiod från 1900-talet utvärderas eller om en jämförelse görs med medelvattenföring framtagen vid tidigare tillfälle. Perioder med kraftig nederbörd och höga flöden har inträffat i trakterna kring norra Emåns och Motala ströms avrinningsområden under juli 2003, juli 2004, juni 2007 och juli 2012 vilket kan ha påverkan på årsmedelvattenföringen. Ingen fördjupad studie av dessa högflöden har dock utförts.

Inför eventuella detaljerade studier för fiskvägar i Motala ström och Svartån måste en fördjupad hydrologisk studie utföras specifikt för varje fiskväg för att fastställa mer exakta förutsättningar för avledning av vatten och för att få noggranna ingångsvärden som underlag till vattendom. Häri ligger att undersöka trender i ökad/minskad vattentillgång för

olika delar av vattendragen samt att bedöma felmarginaler i modellerade och uppmätta flöden.

## 2 Vattensystemet och motiv till fiskvägar

### 2.1 Motala ströms och Svartåns vattensystem

Motala Ströms huvudfåra (huvudavrinningsområde 67) har sin början i Vättern vid Motala där den rinner i östlig riktning mot mynningen i Östersjön nära Norrköping. Fårans längd är ca 100 km och fallhöjden 89 m, där medelvattenföringen vid mynningen är kring 90 m<sup>3</sup>/s, med ett maximum kring 200 m<sup>3</sup>/s under våren (april) och ett minimum runt 60 m<sup>3</sup>/s under juli och oktober (SMHI 2014).

Avrinningsområdets yta är ca 15 500 km<sup>2</sup> och det består till 20 % av sjöar som representerar runt två tredjedelar av huvudfårans sträckning med bl.a. de relativt stora sjöarna Boren, Roxen och Glan. Flera biflöden finns i området, där Svartån som mynnar i Roxen är det största med en medelvattenföring på ca 22 m<sup>3</sup>/s vid mynningen i Roxen och en längd av ca 78 km.

Alltsedan början av 1900-talet har merparten av fallhöjden i både Motala ström och Svartån nyttjats för elkraftkraftproduktion och idag finns totalt sett 19 vattenkraftverk i dessa vattendrag. Den här förstudien omfattar 14 av dessa, åtta kraftverk i Motala ströms huvudfåra och sex kraftverk i Svartån mellan Roxen och Mjölby. Tio av dessa kraftverk är enligt EU:s definition småskaliga då de har en maximal produktionskapacitet på mindre än 10 MW (Rivinoja m.fl. 2010).

Byggandet av kraftstationer i systemet orsakade stora förändringar i vattendraget där bl.a. dammarna plötsligt hindrade fiskfaunan att nå sina tidigare leklokaler. Samtidigt försvann merparten av strömsträckorna genom nyttjandet av fallhöjd för kraftproduktion och överdämning. Uppströms dammarna bildades regleringsmagasin med lugnvatten medan fåror nedströms delvis kanalisades, samtidigt som vattendragens naturliga flödesregim förändrades genom regleringen. På senare tid har regleringen av flöden inneburit att vissa delar av strömsträckningen har onaturligt låga flöden. Vid kraftverket Holmen, längst ned i systemet, spills exempelvis flöden på endast 3 m<sup>3</sup>/s (dagtid) i den naturliga huvudfåran, medan resterande vattenmängd nyttjas för kraftproduktion. År 2013 anlades en fiskväg vid detta kraftverk medan övriga anläggningar längs systemet saknar fiskvandring svägar.

I Motala ströms system är idag den största delen av strömvattenmiljöerna uppdämda, och vattensystemet har fått en mer sjöliknande och lugnflytande karaktär. Frivillig minimitappning förekommer i Svartån och Motala ström under vårmånaderna sedan drygt tio år.

Efter omfattande påverkan på vattendragens strandzoner och närmiljö till följd av jord- och skogsbruk samt bebyggelse inom vattensystemens nedre delar förekommer också övergödningssproblem, framförallt inom vattensystemens nedre delar.

Övergödningssproblematiken ihop med påverkan från vattenkraften bedöms ha medfört att

artsammansättningen i systemet idag är mer anpassad till mer näringsrika och sjöliknande förhållanden.

## 2.2 Fiskfauna - historiskt

Vattensystemet har historiskt sannolikt varit mycket artrikt med riklig förekomst av bl.a. harr, öring och asp (Nyblom, 1940), och ett relativt sett stort antal andra fiskarter. Förutsättningarna för en stor artdiversitet har varit gynnsamma genom flödet av både klart och näringsrikt vatten från Vättern i kombination med en rik variation av strömvattenmiljöer och större sjöar samt ett relativt nära avstånd till havet. Därigenom har arter som oftast inte förekommer tillsammans samexisterat inom stora delar av vattensystemet. Fragmenteringen av vattendragen och förlusten av strömvattenmiljöer har medfört att vissa arter försvunnit från hela- eller delar av vattensystemet, t.ex. lax, öring och harr, medan andra arter sannolikt i hög grad är missgynnade och/eller förekommer i isolerade populationer till följd av fragmenteringen, t.ex. flera arter av musslor, ål, sik, asp, vimma och nors.

Tidigare har öring och harr förekommit rikligt, i hela Motala ström och åtminstone Svartåns nedre delar (Nyblom, 1940). Öringen har förekommit i flera olika populationer, bl.a. nedströmslekande öring från Vättern i Motala ströms övre delar och havsöring som historiskt har vandrat upp från Bråviken till sträckorna nedströms Glan (Nyblom, 1940). Under 1800-talet vandrade även lax upp från havet. Även asp har historiskt förekommit, sannolikt i relativt täta bestånd i hela Motala ström och Svartån (Nyblom, 1940). Harren är idag försvunnen, och naturlig reproducerande öring finns idag sannolikt endast kvar i Svartåns övre delar samt, enligt ej verifierade uppgifter, på enstaka platser i Svartån och möjligen mindre biflöden. Ingen naturlig reproduktion av havsöring och lax sker idag till följd av påverkan från vattenregleringen. Den fisk som idag fångas i Norrköping härstammar från de utsättningar som görs.

Flodpärlmussla och andra hotade musselarter är idag dokumenterade i Svartån. Historiskt har utbredningen sannolikt varit betydligt större inom hela Motala ströms vattensystem. Flodpärlmusslan är beroende av en livskraftig population av laxfisk för sin reproduktion.

## 2.3 Motiv till fiskvägar idag

Trots stor påverkan på vattensystemet från bl.a. vattenkraften finns det idag fortfarande höga naturvärden och ett ekosystem med vattenlevande arter, vilka skulle gynnas av miljöåtgärder för vattenkraften. Mindre vanliga eller hotade (rödlistade) arter såsom asp, vimma, färna, nissöga och lake förekommer (främst i Svartån) tillsammans med ett flertal vanligare arter i vattensystemen. I det fall återintroduktion av öring och eventuellt harr skulle vara möjlig ökar incitamenten ytterligare för att anlägga funktionella fiskvandringvägar. Arterna är i varierande grad beroende av att kunna vandra mellan olika miljöer för bland annat reproduktion och fullbordande av livscykel (se avsnitt 4.2). Mer detaljerade beskrivningar av målarter och målsättning med fiskvägarna anges i rapporterna för respektive kraftverk.

Alla fiskar vandrar i större eller mindre utsträckning och under en stor del av året. De huvudsakliga drivkrafterna bakom fiskars vandring är tillväxt, lek, födosök, spridning och uppsökande av refuger (för t.ex. övervintring). I Svartån finns flera arter hotade stormusslor, vilka, då de är beroende av fiskars vandring för sin reproduktion, i hög grad skulle gynnas av fri vandring för fisk i vattensystemet.

Tillskapande av vandringsvägar har inte bara betydelse för fisk, utan innebär också indirekta effekter på andra arter. Det gäller arter som själva vandrar, som lever av eller på andra sätt är beroende av fisk, eller kan dra nytta av ökande flöden till följd av fiskvägar. Exempel på sådana arter är flera musslor (t.ex. flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla), utter och kungsfiskare.

Förutom att fiskvägarna ska fungera som passage förbi ett hinder kan de också utformas för att efterlikna naturliknande förhållanden för bland annat reproduktion och födosök för olika arter. I vissa fall kan spillfåror nyttjas som fiskväg, eller för ingången till fiskväg. I sådana fall kommer en ökad tappning i spillfåran kunna innebära tillskapande av strömvattenmiljöer. Ett exempel i den här studien är spillfåran vid Malfors, som både kan nyttjas som fiskvandringssväg och tillföra flera kilometer med strömvattenhabitat som idag knappt finns kvar efter regleringen av Motala ströms naturliga huvudfåra.

Byggnation av fiskvägar kan i förlängningen medföra höga värden för sportfiske och naturrekreation. Det kan också antas stärka företagets och kommunernas miljöprofil och PR-värde.

I studien har förutsättningarna för att skapa effektiva fiskvandringssvägar vid de existerande kraftverken i fråga beaktats, samtidigt som verkens produktionsnivå vägs emot förekomsten av potentiella reproduktionsområden för fisk och andra relevanta faktorer som dammsäkerhet, flödesförändringar och kostnader.

Kostnader för byggnation, produktionsförluster och konflikter med uppställda klimatmål är negativa effekter som bör vägas mot det miljömässiga värdet med fiskvägar. Detta beskrivs närmare under avsnitt 13.3.

## 2.4 Krafttag ål

Parallellt med genomförandet av denna förstudie är ett forskningsprojekt inom ramarna för Krafttag Ål i sitt slutskede. Krafttag ål är ett samarbete mellan vattenkraftföretag och Havs- och vattenmyndigheten kring insatser för ålens bevarande. Projektet samordnas av Elforsk. I en ännu opublicerad rapport, "Ålens möjlighet till passage av kraftverk", anges bl.a. följande om ål i Motala ströms vattensystem (fritt citerat):

Uppvandringen av ål till vattendrag har generellt minskat mycket kraftigt, inte bara i Sverige utan över hela utbredningsområdet. Utvecklingen i Motala ström är likartad, då dagens invandring är 3 % av vad den var under 1950-talet. Under perioden 1971- har invandringen halverats. Ålen är en akut hotad art, och omfattas av EUs åldirektiv, till vilket medlemsstaterna förbundit sig. Vid hästskodammen i Norrköping fångas ål och sätts ut i Glan. Utöver de ålar som fångas i Norrköping sätts ytterligare ål ut i systemet. Under de senaste 22 åren har mer än tre miljoner karantänsade ålyngel satts ut i Motala ströms

avrinningsområde. Under 2013 beräknas systemet producera nästan 26 ton vandringsklar ål, vilket får anses vara en betydande produktion med svenska mått mätt. Vid antagandet att varje kraftverk dödar 70 % av ålen bedömdes endast ett fåtal av ålarna från Roxen nå havet. Ål fiskas eller har fiskats i Glan, Roxen, Sommen och i Viken (uppströms Vättern).

Roxen och Glan en relativt stor betydelse för ålens uppväxt i Sverige. 2013 rapporterades det in fångst från kommersiellt fiske om 4,19 ton från dessa sjöar.

Huvudproduktionsområdet för Motala ström består bl.a. av sjöarna Roxen, Glan och Sommen. Vättern har, trots sin storlek, aldrig haft någon betydande ålproduktion till följd av låg temperatur, näringsfattighet, samt att dess batymetri inte är optimal för ålhabitat. De ålyngel som samlas upp i Norrköping sätts därför ut i Roxen och Glan. På sträckan från huvudproduktionsområdet till havet ligger fyra kraftverk i huvudfåran: Älvås och Skärbläcka mellan Roxen och Glan, samt Fiskeby och Holmen/Bergsbron mellan Glan och havet. Produktionen uppströms dessa sjöar, t.ex. Svartån (med Sommen) är oklar, vilket bedöms viktigt att fastställa.

Det finns inte några data om hur mycket ål som vandrar ut från Motala ströms avrinningsområde till havet (Bråviken). Enligt teoretiska beräkningar borde omkring 26 ton blankål vandra ut ur systemet. Endast ca 600 kg av dessa kan, beroende på nedströms belägna vattenkraftverk, enligt samma beräkningsmodell, nå Bråviken och havet. För att minska vattenkraftverkens negativa effekt på mängden utvandrande ål från Motala ström, så fångas ål i sjöarna uppströms i systemet, och körs ner till nedströms det nedersta kraftverket. Ålarna har främst kommit från Roxen och Glan, men mindre mängder även från Sommen. Under åren 2011-2013 har drygt fem ton ål på så sätt undgått faran att passera genom vattenkraftveken, men hur stor andel av produktionen detta utgör är således inte känt.

Preliminära slutsatser från forskningsprojektet är att det är lämpligast att i första hand anlägga uppsamlingsstationer för Älvås och Fiskeby kraftverk i Motala ström, eftersom de kraftverken är belägna nedströms de högproduktiva Sjöarna Roxen och Glan. I övrigt bedöms lösningar med fiskanpassade galler och förbipassage eller uppsamling som mest lovande för en skadefri passage förbi fisk vid vattenkraftverken. Resultatet av studien är planerad att publiceras under 2014.

Resultaten utifrån den genomförda studien inom KTÅ innehåller viktig information och konkreta förslag till lösningar om åtgärder för fiskvandring i vattensystemet, som kan avvika från mer översiktliga förslag i den här förstudien. De förslag som presenteras i studien från KTÅ tar inte hänsyn till möjliga lösningar för uppströmsvandring av fisk.

### 3 Utgångspunkter för förslag till fiskpassager

#### 3.1 Fiskfaunan

I förstudien har det förutsatts att i första hand föreslå fiskvandring för upp- och nedströmsvandring som fungerar för samtliga naturligt förekommande fiskarter i systemet. Den relativt artrika fiskfaunan i både Motala ströms huvudfåra och Svartån

samt artrika sjöar i anslutning till sträckorna nedanför kraftverken, där ett flertal arter gynnas av fria vandringsvägar, innebär högt ställda krav på att även svagsimmande arter och individer av olika storlek ska kunna passera.

### 3.2 Bästa möjliga teknik (BMT)

En annan viktig utgångspunkt för föreslagna alternativ är de krav på bästa möjliga teknik (BMT) som kan förväntas. I miljöbalken används inte det annars gängse begreppet BAT (Best Available Technology) utan begreppet bästa möjliga teknik, vilket brukar förkortas BMT. I 2 kapitlet 3 § miljöbalken ställs krav på att den som bedriver yrkesmässig verksamhet ska tillämpa BMT. BMT utgör därmed utgångspunkten för att bedöma frågan om vilka skyddsåtgärder och försiktighetsmått som ska krävas. Ekonomiska och miljömässiga avvägningar ska sedan ske med tillämpning av skälighetsregeln i 2 kapitlet 7 §.

Vad som anses vara bästa möjliga teknik i det här sammanhanget grundar sig i hög grad på Havs- och vattenmyndighetens rapport "Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar" (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013). Kammarkollegiet bland andra utgår från denna rapport i samband med prövningar (Nils Leine 2014).

Sammantaget har Swecos utgångspunkt varit att föreslå fiskvägar för upp- och nedströmsvandring som kan anses acceptabla utifrån kravet på bästa möjliga teknik i samklang med praktiska förutsättningar och vad som bedömts vara realiserbart att genomföra. I uppdragets inledande skede angav därför Sweco förutsättning att naturliknande omlöp, inlöp eller slitsrännor med naturliknande bottensubstrat bedöms utgöra de bäst lämpade alternativen för att uppfylla kraven på BMT och god funktion för flertalet fiskarter. Det finns exempel på andra lösningar som fungerar, men generellt är kunskapsläget om funktionen av olika varianter av tekniska lösningar för dåligt. Det kan dock konstateras att många äldre typer av fiskvägar, exempelvis motströmsrännor (denilrännor) fungerat dåligt, även för starksimmande arter.

Vid varje kraftverksanläggning har ett flertal olika lösningar övervägts, men efter bedömning av funktionen (BMT), och vad som är praktiskt och rimligt utifrån givna förutsättningar har det för de flesta anläggningar mynnat ut i bara ett eller ett fåtal förslag. Delar av Motala ströms huvudfåra och Svartån är ofta ravinlik med lite plats på kanterna. Därtill tillkommer i vissa fall bebyggelse och installationer i anslutning till kraftverken samt dammsäkerhetsaspekter, vilket också begränsar möjligheterna till bra alternativ till lösningar utöver de som presenteras. Förkastade alternativ och skälen till förkastning redovisas översiktligt i delrapporterna för respektive kraftverk.

### 3.3 Bedömning av flöde i fiskvägar

I uppdraget ingår att redovisa produktionsförluster till följd av drift av fiskvägar. Inga riktlinjer angående flöden, kostnader etc. har dock meddelats av beställaren. I kontakt med beställaren har det dock formulerats att de lösningar som föreslås så långt som möjligt ska kunna accepteras av alla berörda parter.

12 (55)

RAPPORT  
2014-09-15

ORIGINAL

Fiskvägsflödet bör utgöra minst 1-5 % av flödet (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013). Ett ännu högre flöde innebär generellt en bättre funktion, samtidigt som kostnader för konstruktion och produktionsförluster också blir större. Högre flöden kan dock krävas i det fall det inte kan motiveras att flödet är tillräckligt för att medge en god funktion. Likaså kan lägre flöden i vissa fall utifrån en avvägning mellan kostnader och ekologiska vinster vara motiverade.

I den här förstudien har flödena för redovisade lösningar i hög grad utgått från ca 4-5 % av medelvattenföringen (stationskorrelerade flödesdata från SMHI 1999-2014 mm). Inom ramen för denna förstudie har en översiktlig flödesstudie genomförts, som underlag till bedömningar av flöden i fiskvägarna utifrån vattendragets hydrologiska regim och regleringen vid varje vattenkraftverk. Utredningen har levererats till beställaren i form av en separat rapport, se bilaga 15.

Exakt vilket flöde som är tillräckligt vid varje enskild anläggning är svårt att bedöma utifrån givna förutsättningar i denna studie. Det krävs fördjupade studier, bl.a. omfattande flödesstudier och modelleringar samt förbättrade kunskaper om fiskens beteende nedanför kraftverken för att säkerställa bästa möjliga funktion utifrån de lokala förutsättningarna på varje plats. Det är också viktigt att beslut om flöde prövas i relation till kostnader och produktionsförluster.

För att optimera funktionen av fiskvägen i förhållande till kostnaderna kan flödet varieras över tid, det vill säga anpassas efter både behov hos fiskfaunan och vattenkraftproduktionen. En sådan strategi kräver dock mer ingående studier.

#### 4 Målarter för föreslagna fiskvägar

I Sverige finns idag 59 olika arter av sötvattensfiskar. I Motala ström och Svartån finns eller har det förekommit ett relativt stort antal naturligt reproducerande arter av dessa, däribland hotade arter såsom ål, asp, vimma, lake och nissöga. I Svartån finns 20 olika fiskarter (Tibblin & Rockler, 2008).

Denna förstudie omfattar alla kraftverk i Motala ströms huvudfåra, och en stor del av kraftverken i Svartån. Vattenkraftverken är ganska jämnt fördelade geografiskt i vattendragen. Hur frekvent arterna förekommer i vattensystemet, eller på sträckorna mellan kraftverken är dock dåligt undersökt, även om provfisken genomförts i sjöar, i övre delen av Svartån och i vissa mindre biflöden. I huvudfåror har inga provfisken genomförts.

Artuppgifter i denna förstudie baseras på litteraturuppgifter, exempelvis. Fiskevårdsplaner (Dahlberg & Engström, 2002; Malmgern & Blom, 1992; Tibblin, 2011) och inventeringar (Gustafsson, 2005a, 2005b, 2005c) som redovisar ett bra underlag, men bygger i många fall även på andrahandsinformation. Utifrån detta underlag antas, utöver de hotade arterna som nämns ovan, ett stort antal vanligt förekommande arter finnas i både Motala ströms huvudfåra och Svartån. I respektive delrapport för kraftverken anges förslag på målarter för föreslagna fiskvägar, baserat på tillgängligt underlag.

Idag ställs krav på att många arter ska kunna vandra i fiskvägar, vilket också återspeglas i nya föreskrifter för bedömning av miljö kvalitet (vattenmyndigheten, 2013). När det gäller vilken funktion som krävs i ett kraftigt modifierat vatten (som Motala ströms översta-, och nedre delar) saknas dock, enligt vad Sweco erfar, någon tydlig vägledning eller praxis i fråga om vilka krav som kan anses rimliga i förhållande till kostnader och praktiska förutsättningar vid provning.

Det är inte alltid möjligt/realistiskt att åstadkomma en lösning som gör att samtliga arter kan vandra förbi en vattenkraftsanläggning. Detta beror på att olika arter har olika preferenser och beteende när de vandrar. Det är också i vissa fall svårt att bedöma eller mäta i vilken grad förekommande arter påverkas av de olika kraftanläggningarna eller om, och i så fall hur påverkan skiljer sig mellan anläggningarna.

Påverkan på vattensystemets ekologi är sannolikt mycket komplex, med många olika verkande. Det kan därför vara svårt att mäta vilken effekt en förbättrad fiskvandring har på ekologin. Tveklöst innebär däremot rätt åtgärder vid kraftverken förbättrade förutsättningar för att uppnå och bibehålla en god ekologisk status inom vattensystemet.

#### 4.1 Krav enligt bedömningsgrunder för ekologisk status

EU:s ramdirektiv för vatten infördes i svensk lagstiftning 2004. Kortfattat innebär detta att vattenmyndigheterna i de fem distrikt Sverige delats in i beslut om miljö kvalitetsnormer, som uttrycker den kvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla ytvattenförekomster ska nå god ekologisk och kemisk status till år 2015 och att statusen inte får försämrats.

En miljö kvalitetsnorm för ytvatten ska baseras på vattnets aktuella status samt en bedömning om vattnet är konstgjort eller kraftigt modifierat. Statusen bedöms med hjälp av ett antal biologiska, kemiska och hydromorfologiska parametrar. Exempel på det sistnämnda kan vara vandringshinder och flödesreglering. Ekologisk status klassificeras utifrån en fem-gradig skala; dålig, otillfredsställande, måttlig, god eller hög status. Kemisk status utgår från gränsvärden och bedöms antingen uppnå eller inte uppnå god status.

Vid klassificering av ekologisk status ska de biologiska kvalitetsfaktorerna vägas samman för ytvattenförekomsten. Klassificeringen kan baseras på underlagsdata från en grupp av ytvattenförekomster. I de fall de biologiska kvalitetsfaktorerna ger resultatet god eller hög status ska därutöver de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna vägas samman. I de fall de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna ger resultatet hög status ska därutöver de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna vägas samman.

Vid sammanvägning av kvalitetsfaktorer är den kvalitetsfaktor utslagsgivande som klassificerats till sämst status. De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna kan försämra den ekologiska statusen endast från hög till god eller från god till måttlig. Om hydromorfologiska kvalitetsfaktorer visar på sämre än god status får vattenmyndigheten klassificera vattenförekomsten till måttlig status om det saknas underlag för att bedöma samtliga biologiska kvalitetsfaktorer, och en utredning visar att det finns anledning att anta att den ekologiska statusen motsvarar bedömningen av de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (12 §, HVMFS 2013:19).

14 (55)

RAPPORT  
2014-09-15

ORIGINAL

Sedan september 2013 gäller nya bedömningsgrunder för ekologisk status "Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19)". I bilaga 3 i föreskrifterna (s 70) beskrivs bedömningsgrunder för klassificering av hydromorfologisk status, vilka innefattar de kvalitetsfaktorer som kanske tydligast relateras till påverkan från vattenkraft.

Klassificering av hydromorfologisk status ska utgöras av en sammanvägning av kvalitetsfaktorerna:

- konnektivitet
- hydrologisk regim
- morfologiskt tillstånd

När det gäller betydelsen av fiskvägens funktion i relation till statusklassificering och s.k. God ekologisk potential (GEP) bedöms främst konnektivitet vara den kvalitetsfaktor som är relevant, även om vattenflöde och drift av fiskvägen teoretiskt kan ha en viss effekt på den hydrologiska regimen.

Konnektivitet i upp- och nedströmsriktning i vattendrag ska i första hand bedömas utifrån de fiskarter med vandringsbehov som enligt referensförhållandet förekommer i ytvattenförekomsten. Statusbedömningen baseras på procenten vandringsbenägna fiskarter som enligt referensförhållandet borde förekomma i ytvattenförekomsten, men som har begränsade möjligheter att förflytta sig inom eller mellan ytvattenförekomster så att artens åldersstruktur, fortplantning eller utveckling väsentligt påverkas (se Tabell 2 och Tabell 3).

I föreskrifterna om bedömningsgrunder anges ett antal arter som betecknas som vandringsbenägna (Tabell 3). Det finns dock inga angivna grunder för prioritering av vilka av dessa arter som är viktigast. Enligt vad Sweco erfar finns idag ingen praxis för vilka krav som ska gälla för en fiskvägs funktion i ett vattendrag som klassificerats som kraftigt modifierat (KMV).

Eftersom det kan finnas praktiska och kostnadsränsiga begränsningar för vilka lösningar för fiskvandring som är möjlig eller rimlig att åstadkomma kan det finnas behov av att identifiera vilka fiskarter som bör prioriteras, och vilka vandringshinder som ska prioriteras. Förslag på prioritering av olika arter redovisas nedan i avsnitt 4.2.

Tabell 2. Klassgränser för konnektivitet i uppströms och nedströms riktning (Tabell 2.1, HVMFS 2013:19, s 73).

Status	Klass	Konnektivitet för fiskarter i uppströms och nedströms riktning
Hög	5	samtliga vandringsbenägna fiskarter förekommer enligt referensförhållandet, och kan vandra inom eller genom ytvattenförekomsten.
God	4	1 % till mindre än 25 % av de vandringsbenägna fiskarterna enligt referensförhållandet saknas på grund av bristande konnektivitet i uppströms och nedströms riktning eller saknar möjlighet att vandra inom eller genom ytvattenförekomsten
Måttlig	3	25 % till mindre än 65 % av de vandringsbenägna fiskarterna enligt referensförhållandet saknas på grund av bristande konnektivitet i uppströms och nedströms riktning eller saknar möjlighet att vandra inom eller genom ytvattenförekomsten
Otillfredsställande	2	65 % till mindre än 95 % av de vandringsbenägna fiskarterna enligt referensförhållandet saknas på grund av bristande konnektivitet i uppströms och nedströms riktning eller saknar möjlighet att vandra inom eller genom ytvattenförekomsten.
Dålig	1	mer än 95 % av de vandringsbenägna fiskarterna enligt referensförhållandet saknas på grund av bristande konnektivitet i uppströms och nedströms riktning eller saknar möjlighet att vandra inom eller genom ytvattenförekomsten. Mindre än 5 % av vandringsbenägna fiskarter enligt referensförhållandet, kan passera artificiella barriärer som påverkar ytvattenförekomsten.

Tabell 3. Lista över vandringsbenägna fiskarter kända från svenska sötvatten (Tabell 11.1., HVMFS 2013:19, s. 106).

Art	Anadrom eller katadrom	Långväga potadrom	Kortväga potadrom	Lateralt potadrom	Behov av konnektivitet
Abborre <i>Perca fluviatilis</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Asp <i>Aspius aspius</i>		Ja			Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Benlöja <i>Alburnus alburnus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Elritsa <i>Phoxinus phoxinus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Faren <i>Abramis ballerus</i>		Ja			Vandrar om naturliga möjligheter finns
Flodnejonöga <i>Lampetra fluviatilis</i>		Ja		Ja	Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Färna <i>Squalius cephalus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Gädda <i>Esox lucius</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Gärs <i>Gymnocephalus cernuus</i>		Ja			Vandrar om naturliga möjligheter finns Är den verkligen långväga?
Gös <i>Sander lucioperca</i>		Ja			Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln

Art	Anadrom eller katadrom	Långväga potadrom	Kortväga potadrom	Lateralt potadrom	Behov av konnektivitet
Harr <i>Thymallus thymallus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Havsnejonöga <i>Petromyzon marinus</i>		Ja			Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Id <i>Leuciscus idus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Lake <i>Lota lota</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Lax <i>Salmo salar</i>	Ja				Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Mal <i>Silurus glanis</i>		Ja			Vandrar om naturliga möjligheter finns
Mört <i>Rutilus rutilus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Sik <i>Coregonus lavaretus</i>		Ja			Vandrar om naturliga möjligheter finns
Skärkniv <i>Pelecus cultratus</i>	Ja				Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Stäm <i>Leuciscus leuciscus</i>		Ja		Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns
Vimma <i>Vimba vimba</i>		Ja			Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Ål <i>Anguilla anguilla</i>	Ja			Ja	Vandrar mellan sjö och vattendrag eller vattendrag och kust under livscykeln
Öring <i>Salmo trutta</i>	Ja			Ja	Vandrar om naturliga möjligheter finns

## 4.2 Metod för prioritering av arter

Prioritering av arter för vilka fiskvägars funktion främst bör anpassas till kan göras utifrån:

- hur vandringsbenägen arten är och hur viktig vandrigen är för artens livscykel
- hur skyddsvärd en art är grundad på dess förekomst i olika former av officiella listor över hotade/missgynnande och skyddade arter
- Lokalt intresse av arten, som t.ex. fiskeintressen

I ett pågående projekt om prioritering av åtgärder för återställande av fiskvandring i Gavleån (Calles m.fl. i tryck), redovisas ett verktyg för prioritering. Verktyget bygger på nedanstående index, en värdering av fisksamhället utifrån ett åtgärds perspektiv med en s.k. fiskfaktor (F), enligt Pino Prato m.fl. (2011).

Faktorn beräknas enligt följande formel:

$$F = \sum_0^n Ki = \sum_0^n (mob + VC)^2$$

Där:

- **n** anger antalet arter med beräknad fiskfaktor
- **Ki** anger relevans av fria vandringsvägar för en viss fiskart utifrån artens vandringsbenägenhet och skyddsvärde, där:
  - **Mob** (mobilitet) anger hur vandringsbenägen arten är och hur viktig vandringsvägen är för artens livscykel
  - **VC** (skyddsvärde) anger hur skyddsvärd en art är grundad på dess förekomst i olika former av officiella listor över hotade/missgynnade och skyddade arter

För att kunna beräkna F krävs därmed kunskap om fiskfaunans artsammansättning uppströms och nedströms vandringshindret. I Gavelånstudien beskrivs de olika fiskarternas vandringsbenägenhet, där bedömningarna grundar sig på en rapport från Havs- och vattenmyndigheten (Näslund, Degerman, Calles, & Wickström, 2013).

Kriterier för olika arters skyddsvärde framgår av Tabell 4 och Tabell 5 nedan. I ovanstående nämnd studie har fiskfaktorn beräknats för Svenska arter enligt Tabell 6.

*Tabell 4. Kriterier för mobilitetsvärden (mob) för svenska fiskarter baserat på livshistorier och klassificeringar beskrivna i Näslund et al. (2013).*

Vandringsbenägenhet	Mob
Diadroma arter, d.v.s. anadroma och katadroma	3
Potamodroma långvandrande arter	1,5
Potamodroma kortvandrande arter	0,5
Arter som vandrar mellan sötvatten och Östersjön	1
Kontinuitetsbehov	1
Minsta möjliga summa är 0, den maximala är 5	Summa 0-5

Tabell 5. Poängsättning för grad av skyddsvärde (VC) för svenska fiskarter grundat på klassificeringar enligt svenska (sve.) och internationella (int.) rödlistan och EU:s art- och habitatdirektiv (EU) bilagor II, IV respektive V.

Kriterier	Klassificering	Vc
Svenska rödlistan	Starkt eller akut hotad	2
	Nära hotad eller sårbar	1
Internationella rödlistan	Starkt eller akut hotad	2
	Nära hotad eller sårbar	1
EU:s art- och habitatdirektiv*, art i behov av:	Strikt skydd (Bilaga IV)	0,5
	Skyddad livsmiljö (Bilaga II)	0,25
	Särskilda förvaltningsåtgärder (Bilaga V)*	0,25
Maxpoäng		5

\*En art kan finnas med i mer än en bilaga i art- och habitatdirektivet

Tabell 6. Skydds- (VC) mobilitets- (Mob), samt från dessa värden uträknat fiskfaktorvärde (Ki) enligt;  $Ki = (VC + Mob)^2$  (Pini Prato et al., 2011 samt Näslund et al., 2013.) för svenska fiskarter som förekommer i sötvatten under hela eller delar av sina livscyklar.

Familj	Art	Vetenskapligt namn	VC	Mob	Ki
Nejonögon	Flodnejonöga	<i>Lampetra fluviatilis</i>	0,3	5,0	27,6
	Bäcknejonöga	<i>Lampetra planeri</i>	0,0	1,8	3,1
	Havsnejonöga	<i>Petromyzon marinus</i>	1,0	5,0	36,0
Ålfiskar	Europeisk ål	<i>Anguilla anguilla</i>	4,0	5,0	81,0
Karpfiskar	Braxen	<i>Abramis brama</i>	0,0	3,0	9,0
	Benlöja	<i>Alburnus alburnus</i>	0,0	3,0	9,0
	Asp	<i>Aspius aspius</i>	1,5	2,5	16,0
	Faren	<i>Ballerus ballerus</i>	0,0	2,0	4,0
	Björkna	<i>Blicca bjoerkna</i>	0,0	1,8	3,1
	Ruda	<i>Carassius carassius</i>	0,0	1,8	3,1
	Sandkrypare	<i>Gobio gobio</i>	0,0	2,0	4,0
	Groplöja	<i>Leucaspis delineatus</i>	0,0	1,8	3,1
	Id	<i>Leuciscus idus</i>	0,0	3,5	12,3
	Stäm	<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,0	3,5	12,3
	Elritsa	<i>Phoxinus phoxinus</i>	0,0	3,0	9,0
	Mört	<i>Rutilus rutilus</i>	0,0	3,0	9,0
	Sarv	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,0	1,8	3,1
	Färna	<i>Squalius cephalus</i>	0,0	2,5	6,3
Sutare	<i>Tinca tinca</i>	0,0	2,0	4,0	

Familj	Art	Vetenskapligt namn	VC	Mob	Ki
	Vimma	<i>Vimba vimba</i>	1,0	3,5	20,3
Nissögesfiskar	Nissöga	<i>Cobitis taenia</i>	0,3	1,8	4,0
Grönlingfiskar	Grönling	<i>Barbatula barbatula</i>	0,0	2,0	4,0
Egentliga malar	Mal	<i>Silurus glanis</i>	2,0	3,5	30,3
Norsfiskar	Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>	0,0	3,0	9,0
Sikfiskar	Siklöja	<i>Coregonus albula</i>	0,3	1,8	4,0
	Älvsik	<i>Coregonus maraena</i>	1,3	3,5	22,6
Laxfiskar	Lax	<i>Salmo salar</i>	0,5	5,0	30,3
	Havsöring	<i>Salmo trutta</i>	0,0	5,0	25,0
	Röding	<i>Salvelinus alpinus</i>	0,0	2,0	4,0
	Storröding	<i>Salvelinus umbla</i>	2,0	-	-
	Harr	<i>Thymallus thymallus</i>	0,3	3,5	14,1
Gäddfiskar	Gädda	<i>Esox lucius</i>	0,0	3,0	9,0
Lakefiskar	Lake	<i>Lota lota</i>	1,0	3,0	16,0
Spiggfiskar	Storspigg	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0,0	2,8	7,6
	Småspigg	<i>Pungitius pungitius</i>	0,0	2,8	7,6
Simpor	Stensimpa	<i>Cottus gobio</i>	3,0	1,8	4,0
	Rysk simpa	<i>Cottus koshewnikowi</i>	0,0	?	-
	Bergsimpa	<i>Cottus poecilopus</i>	0,0	1,8	3,1
Abborrfiskar	Abborre	<i>Perca fluviatilis</i>	0,0	1,8	3,1
	Gärs	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	0,0	3,0	9,0
	Gös	<i>Sander lucioperca</i>	0,0	3,5	12,3
Stormusslor	Flodpärlmussla	<i>Margaritifera margaritifera</i>	4,0	2,5	42,3

### 4.3 Andra viktiga aspekter på prioriteringar av arter

#### 4.3.1 Värde för andra arter

Väl värt att nämna är arter som t.ex. nors som utgör en viktig faktor som föda åt andra arter och därmed har en stor påverkan på ekologin och fiskfaunan. Vattendragens betydelse (vattendrag mynnande i Roxen) för nors borde därför kunna viktas betydligt högre än vad som anges i Tabell 6 ovan.

Det bör i det här sammanhanget lyftas fram att norsbeståndet i Roxen är på stark tillbakagång. Vid genomförda provfisker år 2013 fångades ingen nors alls (Åke Wester, Claes Wadsten, pers.komm).

#### 4.3.2 Tillgängligjorda habitat

Vid prioritering av åtgärder bör också värdet av det habitat som tillgängliggörs för olika arter viktas in. Innebär fiskvägen att stora arealer för lek tillgängliggörs genom tillgång till t.ex. strömsträckor bör detta viktas högre än där så inte är fallet. En tillräckligt detaljerad information om värdet av habitat för olika arter saknas dock för att en sådan prioritering bör redovisas i nuläget.

#### 4.3.3 Värde för fisket

Nyttjandevärde av olika arter i form av värde för sportfiske och konsumtion är också viktiga aspekter. Sådana prioriteringar sammanfaller relativt väl med prioritering av olika arter som beskrivits ovan, men skulle också vara av värde att vägas in.

### 5 Prioriteringar av fiskvägar i vattensystemet

Kunskapsläget är idag otillräckligt för att, utifrån potentiella ekologiska vinster, göra helt objektiva och meningsfulla inbördes prioriteringar av vid vilka av de olika vattenkraftverken fiskväg bör anläggas. Framförallt saknas tillräcklig kunskap om artförekomst och potentialen till reproduktion, födosök etc. samt möjlighet till att förbättra habitat för olika arter i aktuellt vattensystem.

Fiskvägar vid alla kraftverk bedöms ur fiskeribiologisk synvinkel vara motiverade. Den ekologiska nyttan bör dock även ställas i relation till kostnader för verksamhetsutövarna och även vägas mot behoven av produktion av förnyelsebar energi.

Nedan presenteras ett förslag till prioritering av fiskvägar som, utifrån den kunskap som Sweco hittills inhämtat, kan utgöra en första utgångspunkt inför fördjupade studier.

#### **Nykvarn/Malfors**

Fiskvägar vid Nykvarn och Malfors möjliggör uppvandring och potentiellt förbättrad möjlighet till reproduktion för en rad arter från Roxen, bl.a. asp, vimma och nors. Genom flödet i föreslagen fiskväg vid Malfors skulle ca tre kilometer med strömvattenhabitat kunna återskapas, vilket även kan ge förutsättningar för återintroduktion av idag försvunna arter som öring och eventuellt harr. Även andra arter som nors, asp, och vimma bedöms potentiellt kunna gynnas av ett kontinuerligt flöde i den gamla naturfåran vid Malfors.

Som beskrivits i avsnitt 4.3.1 ovan är norsbeståndet i Roxen på stark tillbakagång, vid genomförda provfiske år 2013 fångades ingen nors alls (Åke Wester, Claes Wadsten, pers.komm). Historiskt har det funnits en stark population av Nors i Roxen.

Historiskt har det funnits en stark population av Nors i Roxen. Motala ström uppströms Nykvarn och den nedre delen av Svartån har sannolikt varit viktiga reproduktionslokaler. Personer som bott länge i området vittnar om att norsen historiskt vandrat upp i båda vattendragen i mycket stora mängder.

Länsstyrelsen i Östergötland anger påverkan från skarv och förlust av historiskt viktiga reproduktionsmiljöer som troliga orsaker till detta. Minskningarna kan bero på flera

orsaker än de Länsstyrelsen anger, men brist på reproduktionsmiljöer kan på goda grunder antas ha en roll i detta. Utifrån hittills inhämtad information kan det inte uteslutas att tillgång till historiskt viktiga reproduktionsområden, ovan eller i anslutning till Nykvarn och Svartån, skulle kunna vara en (av flera) grundläggande förutsättning att få tillbaka norsen i Roxen.

Ett annat alternativ till fiskväg vid Malfors vattenkraftsanläggning är ökad tappning via en hävert till den gamla naturfåran, vilket har utretts i flera andra konsultrapporter. Alternativet innebär tillgängliggörande av en relativt stor del strömvattenmiljö av mer strömmande/forsande karaktär, se ovan. En fiskväg vid Malfors skulle dock kunna möjliggöra vandring av fisk mellan Roxen och sträckan nedströms Borensbergs kraftstation uppströms Norrbysjön. Byggnation av fiskvägar vid kraftstationerna innebär var för sig potentiellt många positiva effekter för fiskfaunan, men en samordning av fiskvägar vid båda kraftverken förstärker värdet av åtgärderna.

### **Svartåfors/Odensfors**

Nedre delen av Svartån är mycket artrik. Ett 20-tal fiskarter finns noterade samt en mycket artrik bottenfauna (Tibblin & Rockler, 2008). Förbättrade reproduktionsmöjligheter i Svartån bedöms ha betydande effekter på fiskfaunan i Roxen, t.ex. för nors, vimma och asp. (Se stycke Nykvarn/Malfors ovan, samt avsnitt 4.3.1)

Att bara bygga en fiskväg vid Svartåfors innebär enbart vinster med ökad tillgång till strömvattenhabitat i fiskvägen eftersom merparten av vattendragssträckan uppströms till Odensfors kraftverk utgörs av ett regleringsmagasin. Genom att även bygga en fiskväg vid Odensfors tillgängliggörs stora arealer vattendrag och konnektivitet till flera biflöden. Uppströms Odensfors finns flera arter stormusslor noterade i vattensystemet, liksom asp, färna och ett flertal andra arter (Gustafsson, 2005a; Tibblin & Rockler, 2008). Några arter är beroende av fisk för sin reproduktion genom att musslornas larver sprider sig genom att infesteras av fisk.

### **Vågforsen**

Både uppströms och nedströms Vågforsen finns långa vattendragssträckor i Svartåns huvudfåra och ett flertal biflöden som ansluter till huvudfåran både ovanför och nedanför kraftverket. Fiskarter såsom asp, färna och vimma förekommer liksom även ett svagt bestånd av öring. Tjockskalig målarmussla förekommer i biflöden både upp- och nedströms. Värdet av en byggnation av en fiskväg är starkt korrelerad till byggnation av fiskvägar vid Svartåfors/Odensfors vilket i hög grad skulle förstärka värdet av en fiskväg vid Vågforsen. Även utan fiskvägarna vid de nedströms liggande kraftverken bedöms dock en fiskväg i Vågforsen ha ett relativt stort värde eftersom sträckorna både upp- och nedströms har isolerade populationer av bl.a. ovan nämnda arter. Öjebro kraftverk uppströms Vågforsen kan möjligen ha varit ett naturligt vandringshinder.

### **Holmen**

På sträckorna både upp- och nedströms Holmen förekommer en rad fiskarter, t.ex. lax, havsöring, lake, id och sik. Lax och havsöring sätts ut och sportfisket är av stort intresse

och värde både lokalt och regionalt. Potentialen för naturlig reproduktion av fiskbara bestånd av laxartad fisk bedöms vara relativt liten, i alla fall med nuvarande omfattning av sportfiske. Genom att säkerställa uppvandring av fisk skulle dock möjligheterna till reproduktion för en rad andra arter, såsom vimma, sik och gös förbättras samtidigt som detta skulle kunna tillföra stora värden i form av tillgängliga sträckor för sportfiske.

### **Motala**

Motala ströms översta strömfåra har historiskt utgjort reproduktionsområden för den numera försvunna storvuxna vätternöringen. Som ett första steg rekommenderas inte byggnation av fiskväg. En fördjupad utredning av förutsättningar och potential för naturlig reproduktion och återetablering av nedströmsvandrande öring och harr från Vättern bör genomföras före ställningstagande om nyttan med en fiskväg.

**Samtliga kraftverk nedströms Roxen och Glan** omfattas av förslag till åtgärder för nedströmspassage av utvandrande ål. En rapport från Elforsk från ett pågående forskningsprojekt runt detta planeras att publiceras under 2014.

## **6 Utformning av fiskvägar**

### **6.1 Allmänt**

Det finns idag många olika lösningar för att anlägga konstgjorda vandringsvägar för fisk förbi vandringshinder. Historiskt sett har i första hand så kallade tekniska lösningar i form av slitsrännor (denilrännor), bassängtrappor m.m. använts. Dessa tekniska lösningar har framförallt varit anpassade för starksimmande arter såsom lax och öring. För mindre simstarka arter såsom olika karpfiskar (braxen, mört, asp m.fl.) och ålyngel, är dessa fiskvägar ofta svårpasserade. De kan också vara svårpasserade för mindre individer av simstarka arter (Olle Calles, Gustafsson, & Österling, 2012).

På senare tid har man allt mer börjat beakta att de flesta arter i ett vattensystem förflyttar sig både upp- och nedströms om än i olika utsträckning. Detta formuleras även i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19, där hydromorfologisk status med avseende på konnektivitet uppströms- och nedströms skall klassificeras utifrån hur stor andel vandrande arter som naturligt kan vandra i ett vattendrag (vattenmyndigheten, 2013). Idag läggs därför allt större fokus på att konstruera naturlika fiskvägar där man i största möjliga mån försöker efterlikna ett naturligt vattendrag. Förutom att fiskvägen ska fungera som passage förbi ett hinder kan den också utformas för att efterlikna naturliknande förhållanden som kan ge tillgång till exempelvis reproduktionsmiljöer och födosök för olika arter. Tekniska lösningar (t.ex. slitsrännor och inlöp) kan bekläs med en botten av naturliknande bottensubstrat för att uppnå liknande funktioner. Begreppet faunapassage används idag ofta i samband med prövningsmål, där begreppet avser passage av andra vattenanknutna arter än fisk. Exakt vad detta begrepp innefattar är inte specificerat, men det kan antas att en naturliknande fiskväg med en utformning som utifrån olika aspekter är gynnsam för förekommande arter avses.

Inför beslut om byggnation av fiskväg och val av konstruktion är detaljerad kunskap om vilka arter som förekommer i systemet viktigt. Det är ofta mycket svårt att avgöra vilka arter som historiskt sett kunnat passera. Enbart fallhöjden är inte avgörande, utan även hur den ursprungliga morfologin i vattendraget sett ut, och på hur lång ursprunglig sträcka fallhöjden har fördelat sig (E. Calles & Greenberg, 2005). Historiska beskrivningar av vattensystemen kan därför vara mycket värdefulla för att försöka bedöma vilka arter som rimligen kunnat passera. Historiska uppgifter om lax, vandrande öring, flodpärlmussla och ål är ibland möjliga att få fram. För andra arter saknas dock ofta belagda historiska data.

I den här förstudien har de historiska förhållandena bara kunnat utredas översiktligt. Ingående historiska studier om passerbarhet för olika arter och ursprungliga morfologiska förhållanden kan vara av stort värde för att tydligare identifiera målarter och avvägningar hurvida det är motiverat att anlägga en viss typ av fiskväg.

För att möjliggöra vandring för så många arter som möjligt i en fiskväg finns en rad aspekter som måste beaktas vid dess utformning, eftersom olika arter beter sig olika och är olika bra på att simma. Faktorer såsom lutning, vattenhastighet och bottensubstrat är därför av väsentlig betydelse för fiskvägens funktion.

## 6.2 Lutning, vattenhastighet och bottensubstrat

Lutning, utformning och flöde styr vilken vattenhastighet som uppstår i fiskvägen. För att möjliggöra vandring för många arter och tillväxtstadier, är det viktigt att fiskvägen inte anläggs med en för stor lutning. En stor lutning leder till hög vattenhastighet vilket kan vara problematiskt för svagsimmande arter. Generellt rekommenderas en lutning på 1-5%, men en lutning mellan 5 - 7% kan, beroende på vilken fiskart som skall uppströmsvandra, vara acceptabel om det finns vilobassänger (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013), eller om fiskvägen är kort. Enbart lutningen är inte avgörande, utan olika åtgärder för att minska vattenhastigheten genom t.ex. s.k. slitsar och olika typer av substrat kan användas för att minska vattenhastigheten.

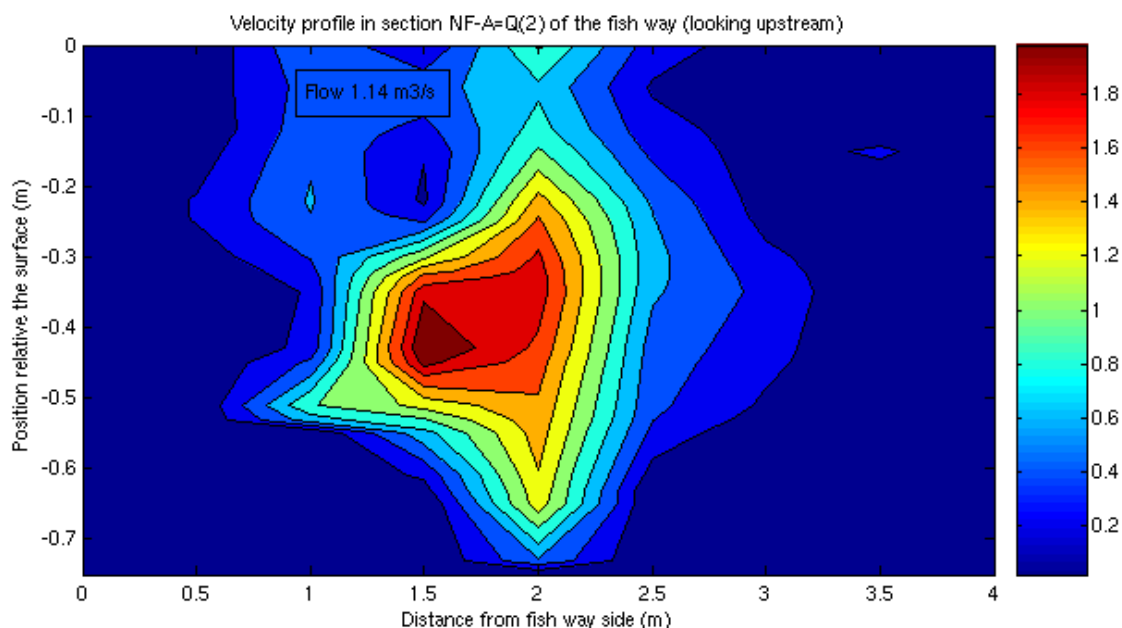
Den maximala vattenhastigheten i en fiskväg bör för passerbarhet av svagsimmande arter och individer generellt inte vara högre än ca 2 m/s även om det finns exempel på fiskvägar med god funktion, trots högre vattenhastighet (Olle Calles, muntligen). För att möjliggöra passage för samtliga arter och stadier bör det finnas partier i fiskvägen där vattenhastigheten inte är större än 0,35–0,6 m/s och helst nära noll vid botten för att små svagsimmande fiskar och annan fauna ska kunna passera. Vattenhastigheten får dock inte vara för låg i fiskvägens mynning för att fisk ska attraheras av vattenflödet och söka sig till fiskvägen.

En varierande vattenhastighet (i djup/bredd) i fiskvägen är bäst, och är en viktig faktor då man vill efterlikna den naturliga miljön. Detta kan uppnås genom att bekläda fiskvägen med ett varierande bottensubstrat bestående av t.ex. block, sten, grus, artificiell vegetation eller betongstrukturer. Med ett varierande bottensubstrat uppnås också ett varierande vattendjup. Vilket största vattendjup som behövs i fiskvägen beror främst på största storleken på den fisk som skall beredas passage. Generellt anges att vattendjupet i en fiskväg bör vara minst 2,5 gånger fiskens kroppshöjd. Fiskens kroppshöjd och bredd i

förhållande till dess längd varierar dock mellan olika arter (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013).

Om det naturligt varit ett mycket svårpasserat område, där endast starksimmande arter såsom lax, samt ålyngel (som klättrar) kunnat passera naturligt, kan lutningen höjas till upp emot 9 %, men då ska det beaktas att vattendjupet riskerar att minska och erosionen riskerar att öka, varför mer vatten och mer erosionsbeständigt material bedöms krävas för fullgod funktion. Detta innebär därför ibland ökande kostnader för anläggning i förhållande till fiskvägens längd och lutning, och generellt ökade förluster i kraftproduktion. Det kan också finnas tekniska/praktiska begränsningar som är avgörande för att lutningen inte alltid kan bli så låg som man vill eftersträva. I sådana fall är det speciellt viktigt att fiskvägen innehåller viloplatsar för fisken i form av partier med lägre strömhastighet som höljor eller vilopooler. Höljor finns oftast vid naturliga flöden i forsar och vattenfall varför fisken ofta klarar av att passera de branta partierna (Degerman, 2008).

I Figur 2 nedan visas ett exempel på en uppmätt hastighetsprofil i en 370 m lång naturlig fiskväg med 2,5 % lutning vid Nedre Finsjö kraftverk i Emån, där flera olika arter som abborre, sutare och färna kan passera (Calles & Greenberg, 2005, 2007). I figuren framgår att vattenhastigheten varierar i både djup och bredd, vilket tillskapats med en varierande bottenstruktur.



Figur 2. Exempel på en uppmätt hastighetsprofil i en naturlig fiskväg i Emån (Nedre Finsjö kraftverk).

### 6.3 Utlopp

Fiskar som vandrar söker sig oftast naturligt mot huvudströmmen i ett vattendrag. Detaljerad kunskap om olika arters preferenser för val av vandringsväg utöver annan orientering än efter huvudströmmen är ofullständig i dagsläget men det är klarlagt att vissa arter vandrar i mitten av vattendraget medan andra vandrar mer strandnära (Olle Calles, muntligen). Olika arter kan också migrera på olika djup och olika tider på året och dygnet (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013).

Fiskvägens ingång (utlopp) på rätt plats i förhållande till vandringshindret är avgörande för att kunna attrahera fisk att söka sig upp i fiskvägen. Generellt ska fiskvägens ingång placeras i den högst belägna punkten där fisken ansamlas nedanför hindret. Ingången bör också förläggas i anslutning till det huvudsakliga flödet, men inte i det mest turbulenta området. Ett stort flöde kan inte kompensera för en mindre fördelaktig placering av fiskvägens ingång.

I vissa vattendrag kan vattenhastigheten nedströms turbinutloppet vara för hög för att svagsimmande arter fysiskt ska skall klara av att nå fiskvägens ingång. Det kan också vara praktiskt svårt med en sådan placering beroende på bl.a. risker för minskad avbördningsförmåga, och hur det ser ut på platsen. Ett vattendrag med varierande nedströms yta kräva flera ingångar förlagda på olika djup för att vandrigen skall kunna ske hela året (DVWK, 2002).

### 6.4 Flöde och drift

Alla fiskar vandrar i större eller mindre utsträckning och under en stor del av året. De huvudsakliga drivkrafterna bakom fiskars vandring är tillväxt, lek, födosök, spridning och uppsökande av refuger för t.ex. övervintring. Tidpunkten för olika arters huvudsakliga vandringsperioder varierar mellan arter och var i landet man befinner sig. Likaså kan tiden för vandring variera över dygnet (Näslund et al., 2013). Fiskvägens öppethållande och flöde är därför av väsentlig betydelse för att möjliggöra passage för identifierade målarter i ett vattendrag.

Om man bortser från att spill genom en fiskväg är förknippat med kostnader är det ur biologisk synvinkel optimalt att ha fiskvägen öppen hela året och med ett så stort flöde som möjligt (Calles et al., 2013). Det är dock möjligt att kompromissa för att åstadkomma en tappningsregim som tar hänsyn till både energiproduktion och fiskars vandringsbehov. En fiskväg bör dock aldrig vara helt torrlagd, i synnerhet inte en naturlig fiskväg. Detta eftersom fiskvägen alltid utgör habitat för många arter och att fiskvandring sker året runt, om än i varierande omfattning. Flödet bör också vara tillräckligt stort så att bottenfrysning undviks.

Enligt dagens Europeiska standard bör alla fiskvägar vara i drift under hela året och en god funktion ska säkerställas under minst 300 dagar, man kan alltså bortse från extrema förhållanden som påverkar passagefunktionen negativt under en begränsad tid. Fiskvägsflödet bör utgöra minst omkring 5 % av det konkurrerande flödet (Calles et al., 2013)). Ett otillräckligt flöde genom en fiskväg kan inte kompensera för en god placering av ingången och tvärt om. Genom att tillskapa ett så kallat lockflöde kan fisken attraheras

26 (55)

RAPPORT  
2014-09-15

ORIGINAL

bättre av fiskvägen, vilket t.ex. kan genomföras genom att anordna en koncentrerad vattenström vid fiskvägens mynning. Att i detta skede ge närmare rekommendationer om optimala flöden för framtida fiskvägar är därför vanskligt, men att utgå från ett flöde om ca 5 % av medelvattenföringen har bedömts som relevant för en god funktion.

Att under hela året drifva fiskvägarna med detta flöde behöver dock inte nödvändigtvis vara biologiskt motiverat. Detta innebär även högre kostnader i produktionsbortfall (beräknade utifrån ett genomsnittligt flöde sett över hela året). En dynamisk tappning, med en fördelning av flödet över året, kan därför med fördel åstadkommas. Med dynamisk tappning menas i detta sammanhang att man under vissa perioder väsentligen ökar tappningen och under andra perioder minskar den. Ökad tappning bör ske vid de prioriterade arternas huvudsakliga uppvandningsperioder. Under vinterperioden, då den biologiska aktiviteten är som lägst för de flesta arter, kan ett mindre flöde släppas. Flödet bör dock inte vara lägre än att fiskvägen ska ha en godtagbar funktion.

Initialt bör fiskvägarna hållas öppna hela året och det, över en årscykel, högsta flödet bör upprätthållas under åtminstone de mest intensiva fiskvandningsperioderna. Under övrig tid på året kan eventuellt flödet minskas. Det kommer dock vara nödvändigt att fastställa fiskvägens optimala drift under t.ex. en provperiod om flera år, för att bättre kunna anpassa driften till olika fiskarters vandningsperioder i Motala ström och Svartån.

Uppvandningsperioden för olika arter i Motala ströms vattensystem är bristfälligt dokumenterad. Generella vandningsperioder utifrån litteraturen har därför studerats och sammanställts (Tabell 7). Det bör dock poängteras att tabellen redogör för de huvudsakliga lekvandningsperioderna. Annan typ av vandring framgår inte och är också troligen svårbedömd då det saknas ingående kunskap om detta. Det finns också en stor variation rent geografiskt i vandningsbeteenden, och det är därför nödvändigt att fastställa vandringarnas intensitet och tidpunkt för just de aktuella delarna av vattensystemet.

Tabell 7. Tabellen illustrerar huvudsakliga lekvandringsperioder. Färgmarkering visar huvudsaklig period för uppströmsvandring, medan de ofyllda cirkelarna visar huvudsaklig nedströmsvandring. Arterna har sorterats och grupperats utifrån prioritet, d.v.s. Ki-värdet, en faktor av artens mobilitet och hotstatus. Uppgifter om lekvandringsperiod har hämtats från Fisknyckeln ([www.nationalnyckeln.se](http://www.nationalnyckeln.se)), Artdatabanken (SLU) och fiskbasen ([www.fiskbasen.se](http://www.fiskbasen.se)).

Art	Vn	Mob	Ki	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Europeisk ål	4,0	5,0	81,0							0	0	0	0	0	
Havsnejonöga	1,0	5,0	36,0				0	0	0						
Lax	0,5	5,0	30,3		0	0	0	0					0	0	
Flodnejonöga	0,3	5,0	27,6				0	0	0						
Havsöring	0,0	5,0	25,0		0	0	0	0					0	0	
Sik	1,3	3,5	22,6				0	0					?	?	?
Vimma	1,0	3,5	20,3				0	0	0						
Asp	1,5	2,5	16,0				0	0	0						
Lake	1,0	3,0	16,0								0	0	0	0	0
Harr	0,3	3,5	14,1												
Gös	0,0	3,5	12,3				0	0	0		0	0	0		
Id	0,0	3,5	12,3				0	0	0						
Stäm	0,0	3,5	12,3				0	0	0						
Gärs	0,0	3,0	9,0												
Gädda	0,0	3,0	9,0												
Braxen	0,0	3,0	9,0				0	0	0						
Benlöja	0,0	3,0	9,0				0	0	0				0	0	
Elritsa	0,0	3,0	9,0				0	0	0						
Mört	0,0	3,0	9,0				0	0	0						
Nors	0,0	3,0	9,0												
Storspigg	0,0	2,8	7,6												
Småspigg	0,0	2,8	7,6												
Färna	0,0	2,5	6,3					0							
Faren	0,0	2,0	4,0												
Sutare	0,0	2,0	4,0												
Siklöja	0,3	1,8	4,0												
Stensimpa	3,0	1,8	4,0												
Abborre	0,0	1,8	3,1												
Björkna	0,0	1,8	3,1												
Ruda	0,0	1,8	3,1												
Sarv	0,0	1,8	3,1					0	0						
Bäcknejonöga	0,0	1,8	3,1												
Bergsimpa	0,0	1,8	3,1												
Art	Vn	Mob	Ki	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Sammanfattningsvis är kunskap om olika fiskarters vandring och beteende en förutsättning för att anlägga fiskpassager med optimal funktion. Enklast görs detta efter att en ny fiskväg tagits i drift, men även förstudier av när, var och hur fisken vandrar är av stort värde. När det gäller behoven av åtgärder för nedströmsvandring är det inte främst fiskvägens funktion som är intressant. Den största andelen fisk kommer sannolikt att följa med den huvudsakliga strömmen som under full drift är mot turbinintagen.

## 6.5 Nedströmspassage

Om vandrande fiskarter tillåts passera uppströms ett vandringshinder kommer de, och/eller deras avkomma, även att vara i behov av en fungerande nedströmspassage. Sådana lösningar har tills nyligen inte existerat i norra Europa och är ovanliga i resten av världen (Calles; Rivinoja & Greenberg, 2013). I Vattenmyndighetens föreskrifter HVMFS 2013:19 anges dock att klassificering av ekologisk status för ytvatten ska göras utifrån förutsättningar för både upp- och nedströms vandring.

Låglutande galler med en förbipassage rekommenderas i första hand som åtgärd för nedströmsvandrande fisk vid vattenkraftverk. I de fall detta inte är möjligt, kan spjälavledare och spill med/utan ytavledare vara den bästa passagefrämjande åtgärd som går att åstadkomma, även om dess effektivitet är osäker.

### 6.5.1 Fingaller/fiskgaller

Den vanligaste åtgärden för att hindra fisken att vandra in i och genom kraftverkets turbiner har varit att anlägga så kallade fingaller eller fiskgaller i turbinintaget. Sådana åtgärder kan ha en begränsad eller t.o.m. negativ effekt, eftersom inga alternativa passager anläggs och fisken därför trycker sig genom gallret, fastnar på det eller helt enkelt blir instängda uppströms hindret (Olle Calles, Rivinoja, & Greenberg, 2013). En åtgärd för nedströmspassage måste därför även innefatta en vandringsväg vid sidan om kraftverkets turbiner, som vanligen inleds med en flyktöppning som leder fisken vidare förbi hindret i en förbipassage. Passager för uppströms- och nedströmspassage bör placeras på olika platser vid ett kraftverk för optimal funktion, vilket innebär att man endast i undantagsfall kan använda samma konstruktion för båda ändamålen (Olle Calles, Gustafsson, et al., 2012).

För att en nedströmspassage ska bli effektiv måste en stor andel av den vandrande fisken hitta till, och vilja simma in i flyktöppningen. Något förenklat kan detta åstadkommas genom att fisken leds mot flyktöppningen med någon form av avledare, och/eller så spillar man stora mängder vatten som förmår leda fisken rätt väg. Under vissa förhållanden kan man även leda fisken med hjälp av yttre stimuli som elektricitet, belysning, beskuggning och bubbelridåer, men sådana metoder är svåra att tillämpa vid de förhållanden som råder vid vattenkraftverk.

Fiskanpassade galler är den teknik som med störst framgång testats och utvärderats i Sverige, men då endast vid anläggningar med slukförmågan  $<100 \text{ m}^3/\text{s}$  (Olle Calles, Peter Rivinoja, et al., 2013). Principen är att gallret uppförs med en spaltvidd som hindrar fisken från att passera igenom det. För att fisken inte ska pressas mot, eller igenom gallret måste gallerytan dimensioneras mot slukförmågan, så att trycket över gallret inte blir för högt. Eftersom gallertrycket korrelerar positivt mot fallförlusten över gallret är det en självklarhet för både kraft- som miljöintresset att minimera detta och lämpligen ska hastighetsvektorn vinkelrätt mot gallret vara maximalt 0,5-0,6 m/s (DWA, 2005).

För att fisken ska ledas mot flyktöppningen bör den avledande strukturen ha en låg lutning, vilken för fiskanpassade galler bör vara  $\leq 35^\circ$  och måste vara  $< 45^\circ$ .

Resonemanget gäller generellt vid avledning, oavsett vilken teknik som används. Vid 30° blir vattentrycket (hastighetsvektorn) parallellt med gallret dubbelt så stor som vattentrycket mot gallret, vilket innebär att fisk och drivgods leds eller pressas längs med avledaren. Fiskanpassade galler är den teknik där det finns flest dokumenterade fall av god fiskavledande funktion i kombination med fortsatt goda driftsförhållanden i kraftverket (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013). När gallret har en låg lutning i förhållande till botten och fiske leds mot ytan, benämns vinkeln  $\alpha$  och gallret följaktligen för  $\alpha$ -galler (O. Calles, Karlsson, Vezza, Comoglio, & Tielman, 2013). På motsvarande sätt benämns vinkeln  $\beta$  och gallret följaktligen för  $\beta$  – galler, när gallret är vinklat i sidled.

### 6.5.2 Louver

En specialvariant av avledare är den s.k. spjälavledaren eller louvern. Den är en extremt låglutande  $\beta$ -avledare (15-30°) (Amaral, Winchell, McMahon, & Dixon, 2002), där de vertikala galler-elementen är orienterade vinkelrätt mot vattnets huvudsakliga strömriktning. Detta skapar turbulens, vilket fungerar som en beteendevägg på flera fiskarter som undviker närbkontakt med strukturen och istället följer den nedströms mot förbipassagens flyktöppning. Tekniken har befunnits kunna fungera väl för flera fiskarter i Nordamerika, bl.a. Atlantlax, men exempel från Europa saknas och dess funktion för ål är osäker (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013; Harza & RMC, 1992, 1993; Ruggles, Robinson, & Stira, 1991; Scruton et al., 2008; Stira & Robinson, 1997). Spjälavledare har sannolikt en begränsad passageeffektivitet i vattendrag med många fiskarter, men kan fungera i system med ett fåtal arter som visar ett turbulensrepellerande beteende.

### 6.5.3 Ökat spillflöde kombinerat med avledare

Ytterligare ett sätt att möjliggöra nedströmspassage av fisk vid kraftverk är att spilla omfattande mängder vatten vid sidan av kraftverket. I de allra flesta fall ökar passageeffektiviteten för en åtgärd med ökat spillflöde, förutsatt att spillet sker på rätt sätt och på rätt plats, men blir spilltappningen tillräckligt hög kan den som redan nämnts alltså utgöra en åtgärd i sig.

Effekten kan förstärkas med en ytligt belägen läns, vägg eller ovan nämnda spjälavledare (louver). De exempel som finns i litteraturen visar ingen tydlig effektivitetshöjande effekt av närvaron av en ytlig avledare, utan snarare är faktorer som spillflödets omfattning, spillluckans position och utformning av större betydelse. Ytlänsar finns ofta på plats vid kraftverk för att styra undan grovt drivgods och is från intaget. Därför kan det ligga nära till hands att använda dem för att leda både fisk, drivgods och is till någon form av spilllucka. Även om avledarens effekt på fisk inte är självklar, kan finnas mycket att vinna på att använda samma lucka och därmed samma spilltappning för de olika ändamålen. Passageeffektiviteten för nedströmsvandrande fisk vid åtgärder bestående av spill med eller utan en ytavledare är extremt variabel, från nära noll (Olle Calles, Karlsson, Hebrand, & Comoglio, 2012; Olle Calles, Peter Rivinoja, et al., 2013) till >90% (Hanson, 1999; Ogden et al., 2008). Så länge flödet genom kraftverket är större än det flöde som spills för fiskpassage, har spill med eller utan ytavledare sannolikt en begränsad

passageeffektivitet i vattendrag med många fiskarter, men kan fungera i system med ett fåtal ytorienterade arter.

## 7 Behov och potential för kompletterande åtgärder utöver fiskvägar

Att enbart bygga väl fungerande fiskvägar kommer inte nödvändigtvis att innebära ökade förutsättningar för att ursprungliga fiskpopulationer kan återskapas, även om försök med återintroduktion av försvunna arter som öring och harr genomförs. I och med att stora delar av de ursprungliga miljöerna inte finns kvar, eller är utsatta för annan antropogen påverkan kan realistiska förutsättningar vara mycket begränsade eller rentav saknas helt.

Där det tidigare funnits strömsträckor, men idag enbart finns regleringsmagasin kommer därför inte effekterna av en fiskväg bli de eftersökta, om det är de ursprungliga förhållandena som eftersträvas. För att skapa fria vandringsvägar mellan t.ex. områden med kvarvarande strömsträckor eller mellan en fiskpopulation och historiska leksträcker kan det krävas att fiskvägar byggs vid flera vattenkraftverk. Den ekologiska vinsten i vissa sådana fall är utan gedigna undersökningar osäker och innebär stora ekonomiska kostnader.

För såväl upp- som nedströmsvandring innebär generellt sett en fiskvandring inte att alla fiskindivider vandrar förbi, utan ofta finns av olika anledningar en förlust av individer längs vägen. Om man räknar med en procentuell förlust vid varje fiskväg för både upp- och nedströmsvandring förstås att fiskvägarnas funktion måste vara god för att investeringarna ska vara meningsfulla. Förutom förluster i fiskvägarna måste man också räkna med förluster p.g.a. predation från främst rovfisk, t.ex. gädda.

Utifrån dagens situation i Motala ströms och Svartåns vattensystem är det sannolikt inte möjligt att återskapa historiska populationsnivåer av öring, lax och harr. Det bedöms däremot finnas vissa förutsättningar inom begränsade delar av vattensystemet. Sannolikt krävs förutom utsättningar andra åtgärder än fiskvägar.

Andra arter som t.ex. asp, vimma, nors och gös bedöms påverkas positivt då de fortfarande finns kvar även om det sannolikt är i svaga populationer. Vanligt förekommande arter kommer också att gynnas av byggnation av fiskvandringar.

Med tanke på att det finns så lite strömmande vattenmiljöer kvar i systemet idag kan anläggande av naturliknande fiskvägar tillföra en inte oväsentlig andel potentiella reproduktionsmiljöer. De förslag som presenteras är naturliknande fiskvägar eller slitsrännor med naturligt bottenstrukturer som kan optimeras för reproduktion av bl.a. fisk. En annan möjlighet är att öka tappningen i befintliga torrflöden för att därigenom återskapa strömmande miljöer. För att förstärka de ekologiska effekterna av detta är det ofta lämpligt att genomföra biotopförbättrande åtgärder. Åtgärderna kan variera beroende på vilka arter man prioriterar.

En förändring av tappningsregimen till att mer efterlikna den naturliga flödesregimen i huvudfåran upp- och nedströms vattenkraftverken bedöms gynna strömmande arter.

Påverkansbilden på miljökvaliteten i Motala ström och Svartån är sannolikt mycket komplex. Olika miljöpåverkande faktorer, t.ex. övergödning, artificiella vandringshinder, habitatdegradering, vattenreglering och annan antropogen påverkan samverkar i sannolikt komplicerade förhållanden. Förenklat kan man numera beskriva det tidigare fritt rinnande vattendraget med en omväxlande miljö av strömmande sträckor, kvillar och mer lugnflytande områden med djuphålur som långsträckta vattenmagasin sammanlänkade med rensade och uträtade djupfårur.

## 7.1 Återintroduktion av försvunna arter – öring och harr

Återkolonisation av arter som historiskt förekommit men som idag inte finns kvar, t.ex. öring i Svartåns nedre delar, förutsätter tillgång till habitat på dessa delar, fria vandringsvägar och naturligt anpassade vattenflöden. Försök att återintroducera öring och harr kan utföras, men förutsättningarna och kostnaderna för att genomföra detta i systemet som helhet är dock svåra att uppskatta. Generellt bedöms förutsättningarna i större delen av vattensystemet vara sådant att det är mycket svårt att vidta åtgärder som möjliggör återintroduktion av harr till självreproducerande, fiskbara bestånd. Strängt kvoterat fiske (Catch and release) bör övervägas.

Förslagsvis kan ett pilotprojekt genomföras, en återintroduktion av öring och/eller harr, med flerårig utsättning av fisk av olika årsklasser (yngel till 2-årig stirr), helst fisk med lokal eller närliggande anknytning till vattensystemet, på en eller flera delsträckor i vattendraget. Störst chans för att lyckas med harr torde vara i systemets övre del i utloppet från Vättern, samt i vissa andra begränsade områden. I det fall ökad tappning eller byggnation av fiskväg i naturfåran nedströms Malfors kraftverk aktualiseras bedöms det finnas en viss potential för att en sådan återintroduktion uppnår sitt syfte. Uppföljningen av ett sådant försök kan vidare ge värdefull kunskap för förutsättningarna i övriga delar av vattensystemen.

I Norrbyströmmen vid Borensbergs vattenkraftverk har öring och harr tidigare satts ut, och fisken har också reproducerat sig naturligt (Hjälte, 20014). Erfarenheter från de utsättningar som hittills gjorts bör vägas in i mer fördjupade utredningar om möjligheterna till återintroduktion. Vid den relativt närliggande fiskodlingen vid Källefäll, Hökensås, finns även erfarenhet av att odla fram så väl öring som harr från Vättern.

Trots genomförande av olika kompensationsåtgärder, är det inte möjligt att återskapa de historiskt täta och fiskbara naturligt reproducerande bestånden i större delen av vattensystemen. Grundförutsättning för detta är att man vidtar mera storskaliga åtgärder som t.ex. utrivning av kraftanläggningar. Därtill tillkommer omfattande åtgärder när det gäller övrig antropogen påverkan.

## 7.2 Miljöanpassad tappning

En mer miljöanpassad tappning syftar till att efterlikna det naturliga flödet genom att tappning sker dynamiskt och minimiflöden upprätthålls. Detta gäller särskilt för de vattenkraftverk där det idag finns strömsträckor med möjligheter till fiskreproduktion i strömmande vatten nedströms kraftverken. Långa perioder med låga flöden resulterar

ofta i låga tätheter av fisk, och vid snabba flödesförändringar riskerar fisk att stranda eller sköljas ner från sträckorna och rom och yngel riskerar att skadas/dödas.

En ökad spilltappning i torrfårar kan vara av värde för att återskapa en viss del av strömvattenmiljöerna. Ökade flöden vid vattenkraftverk påverkar också strömsträckor uppströms. Vilka flöden som är rimliga utifrån ekologiska vinster i förhållande till energiproduktionen bör dock utredas i detalj, genom t.ex. hydraulisk modellering, provtappningar m.m. som ställs i relation kraftproduktionen.

### 7.3 Habitatrestaurering i huvudfårorna

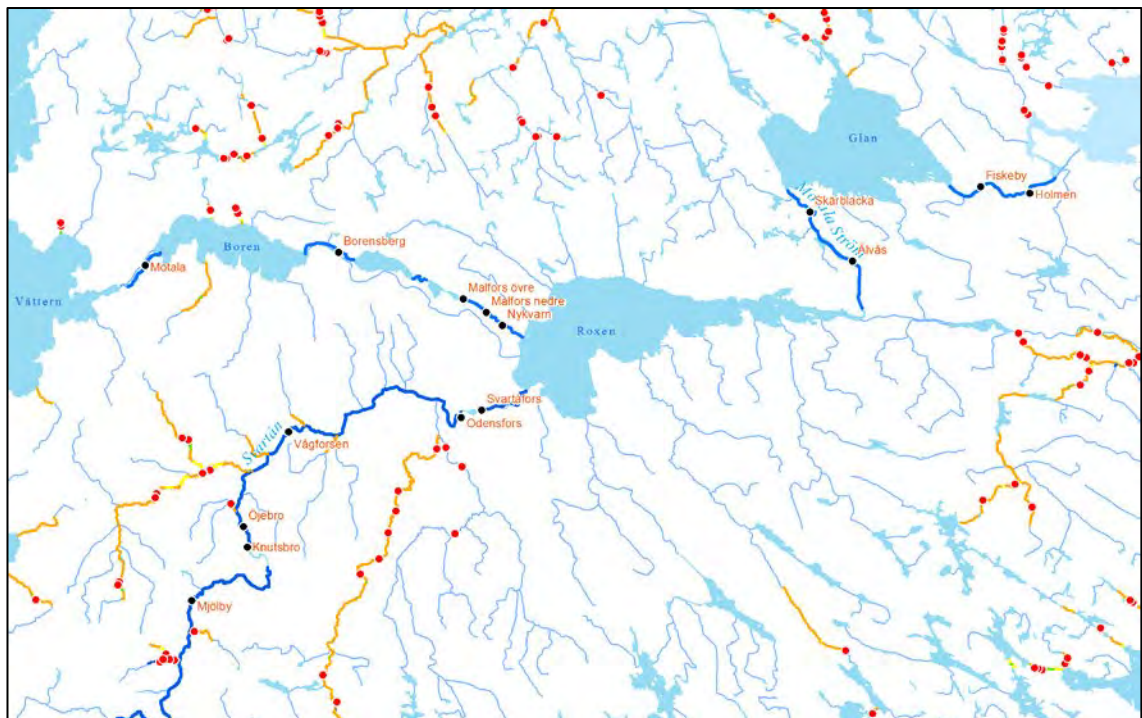
Restaurering eller optimering av förekommande strömsträckor, t.ex. genom att optimera strömförhållanden för exempelvis förbättrad fiskreproduktion eller genomföra återställningar efter rensningar, bedöms i vissa fall nödvändiga för att i viss mån återskapa strömmade förhållanden på vattendragssträckorna mellan vattenkraftverken. Potentialen till detta bedöms begränsad och innebär också stora kostnader. Exakt vilka sträckor det handlar om och vilka arter som primärt ska gynnas måste utredas ytterligare för att det ska vara meningsfullt att ta fram förslag på konkreta åtgärder i detta läge.

I det fall naturliga spillfårar nyttjas för vandring i fiskvägarna kan dessa fårar tillföra värdefulla habitat, vilka sannolikt kan optimeras genom biotopvårdande åtgärder för att gynna reproduktionen hos målarterna. En detaljerad fiskbiologisk utredning om vattensystemets artförekomst (som inkluderar provfisken och inventeringar) och detaljerade inventeringar/karteringar av framförallt strömmade partier behöver först genomföras.

### 7.4 Kompensationsåtgärder i biflöden

För att kompensera negativ påverkan av reglering i huvudfårorna bedöms generellt kompensationsåtgärder i form av habitatrestaurering (biotopvård) fria vandringsvägar i biflöden kunna vara av relativt stort värde för att gynna organismer som utnyttjar såväl huvudfåran som dessa biflöden. I Motala ströms övre delar finns dock endast ett antal mindre biflöden som mynnar i Boren.

Ett viktigt underlag för fördjupade studier om potentialen med att genomföra åtgärder i biflödena är biotopkarteringsdata och resultat av elfisken. I Figur 2 nedan framgår vilka delar av vattensystemet som hittills biotopkarterats samt inventerade vandringshinder. Huvuddelen av de karterade sträckorna utgörs dock av lågt klassificerade reproduktionsmiljöer för öring.



Figur 2. Biotopkarterade vattendragssträckor (orange sträckor) samt vandringshinder (röda punkter). Mörkblå sträckor representerar Motala ströms och Svartåns huvudfåra inom den studerade delen av vattensystemet (Biotopkarteringsdata från Länsstyrelsen i Östergötland, 2014).

## 8 Utrivning

Byggnation av fiskvägar som kan upprätthålla en meningsfull funktion för många arter i enlighet med dagens krav kan, i vissa fall innebära att en anläggning inte längre blir lönsam. I så fall kan utrivning vara aktuell. Förutom att detta innebär kostnader finns det även betydande konflikter eller risker med sådana åtgärder, exempelvis påverkan på befintligt naturtillstånd och kulturmiljö, grundvattenavsänkning, ökade risker för marksättningar och jordskred, påverkan på enskild vattenförsörjning. En utrivning kan även innebära ökade risker för översvämningar och förlust av värden för boende och närrekreation som t.ex. badplatser och strandnära lägen.

Utrivning av enstaka stationer kan också innebära prövning av reglering vid andra anläggningar i hela det reglerade vattensystemet, vilket innebär stora kostnader och ofta komplicerade och långvariga prövningsprocesser. Utrivning har i denna förstudie, utifrån diskussioner med beställaren och beställarens organisation, inte ansetts vara ett eftersträvarsvärt alternativ och ingår därför inte. Det kan dock inte uteslutas att detta alternativ måste återupptas i en mer fördjupad studie, för att belysa de troliga konsekvenser och väga dem mot övriga alternativ.

## 9 Kostnader

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter, val av konstruktioner och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade bl.a. på VISS 2014). För schablonerna anges i VISS ett stort kostnadsspann (0,1 – 6,5 Mkr per fallhöjdsmeter). Det bör betonas att fallhöjden för vattenkraftsproduktion inte alltid är relevant, utan fiskvägens fallhöjd är mer avgörande.

Vid tillfällen där det exempelvis krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan kostnaderna öka betydligt. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, har kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden. Tillstånds- och prövningsförfarandet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### 9.1 Uppskattning totala kostnader

Nedan presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll utifrån de förslag som redovisas i respektive delrapport för kraftverken. Uppskattningarna för byggnation, tillståndsprocesser, projekteringar, etc. grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar. I fråga om lösningar för nedströms vandring är kostnaderna mycket svåra att bedöma. Kostnaderna för galler och avledningsanordningar (tub/fiskränna) har grovt uppskattats utifrån inhämtade uppgifter om kostnader samt utifrån förstudier av andra anläggningar. Räntekostnader och andra ekonomiska kalkyler ingår inte i uppskattade kostnader.

Schablonkostnader för drift och underhåll av fiskväg bygger på antagandet om 1 timme/vecka á 500 kr. Installation av fingaller har uppskattats innebära behov av extra rensningar, vilket bedömts variera i omfattning för de olika kraftverken, men ligger i intervallet 50-100 extra rensningar per år. Personalkostnaden har även här uppskattats till 500 kr/h. Rimliga schablonkostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Utifrån uppgifter på årsproduktionen och dygnsmedeltappning (i något fall timmedeltappningen) har stationens årsmedelverkningsgrad beräknats.

Flödena i fiskvägen har uppskattats till i storleksordningen 4-5 % av medelvattenföringen (vilket kan komma att ändras utifrån resultat av fördjupade studier). Medeltappningen har sedan minskats med det bestämda kontinuerliga spillet och den beräknade medelverkningsgraden har använts för att beräkna en ny produktion och i sin tur en

produktionsförlust. För produktionsberäkningarna förutsätts generellt en konstant fallhöjd och en tillgänglighet på 100 %. Övriga antaganden beskrivs enskilt för varje station.

Utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden på grund av minskad spaltbredd har en grov uppskattning av produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller gjorts.

Kostnaderna till följd av respektive produktionsförluster har beräknats med elpriset 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till att eventuella renoveringar skulle kunna ge ökade intäkter i form av elcertifikat. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har tagits till förräntningar. Även erfarenhetsmässig uppskattning av kostaden till följd av ett ökat behov av rensning på grund av byte till låglutande fingaller har utförts.

Kostnaderna presenteras mer i detalj i delrapporterna för respektive anläggning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för exempelvis tillstånd och MKB kan minskas om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En automatisk fiskräknare innebär dock betydligt bättre förutsättningar till att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av alternativa åtgärder. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och eventuell efterjustering av fiskvägens funktion är inte medräknade eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför i praktiken utökas eller minskas. Se

Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 nedan.

Tabell 8. Sammanställning av grovt uppskattade kostnader för byggnation av fiskväg inklusive kringkostnader för respektive anläggning. Kostnader för en anläggning utgår från olika alternativ som rangordnats i prioritet i varje delrapport.

Anläggning	Uppströmsvandring			Nedströmsvandring		S:a upp- och nedströmslösning		
	Från, kkr	Till, kkr	Fiskräknare, kkr	Från, kkr	Till, kkr	Från, kkr	Till, kkr	Fiskräknare, kkr
Holmen	19 000	19 000	400	4 750	4 750	23 750	23 750	400
Fiskeby	3 500	5 500	400	3 500	5 500	7 000	11 000	400
Skärblacka	6 900	13 150	400	4 000	4 000	10 900	17 150	400
Älvås	3 500	5 500	400	2 700	2 700	6 200	8 200	400
Nykvarn	3 400	10 900	400	2 100	1 600	5 500	12 500	400
Malfors	9 550	12 550	400	2 250	2 250	11 800	14 800	400
Borensberg	4 500	6 500	400	3 250	3 250	7 750	9 750	400
Motala	15 750	15 750	400	4 250	4 250	20 000	20 000	400
Svartåfors	6 500	6 500	400	3 150	3 600	9 650	10 100	400
Odensfors	2 500	10 500	400	2 100	5 000	4 600	15 500	400
Vågforsen	3 500	4 500	400	2 100	3 100	5 600	7 600	400
Öjebro	3 000	5 500	400	2 250	2 250	5 250	7 750	400
Knutsbro	4 500	6 500	400	2 650	3 100	7 150	9 600	400
Mjölby	4 500	7 300	400	3 100	3 100	7 600	10 400	400
<b>Summa</b>	<b>90 600</b>	<b>129 650</b>	<b>5 600</b>	<b>42 150</b>	<b>48 450</b>	<b>132 750</b>	<b>178 100</b>	<b>5 600</b>

Tabell 9. Sammanställning av beräknade produktionsförluster utifrån flöden i fiskvägarna och redovisade förslag till nedströmsavledning.

Anläggning	Uppströmsvandring					Nedströmsvandring			S:a upp- och nedströmslösning		
	Flöde fiskväg m <sup>3</sup> /s	% av MQ	% av årsprod.	Förl fiskv GWh	Kost. kkr	Fallförl. galler GWh	% av årsprod	Kost kkr	Prod. förl, GWh	% av årsprod.	Kost kkr
Holmen	4	3,9	4	4,83	1 689	0,25	0,2	88	5,08	4,2	1 776
Fiskeby	4	3,9	4	0,58	203	0,26	1,8	91	0,84	5,8	294
Skärblacka	4	4,6	4,4	2,24	782	0,25	0,5	88	2,49	4,9	870
Älvås	4	4,6	3,5	0,24	83	0,15	2,2	53	0,39	5,7	135
Nykvarn	2	4,3	1,7	0,11	40	0,05	0,8	18	0,16	2,5	58
Malfors	2	4,3	4,4	3,51	1 229	-	-	-	3,63	4,5	1 271
Borensberg	2	4,3	4,3	0,81	284	0,14	0,8	49	0,95	5,1	333
Motala	2	4,4	4,8	1,98	692	0,16	0,4	56	2,14	5,2	748
Odensfors	1	4,6	5,6	0,65	226	0,03	0,2	11	0,68	5,8	237
Vågforsen	1	5,5	6,8	0,34	121	0,05	1	18	0,39	7,8	138

Anläggning	Uppströmsvandring					Nedströmsvandring			S:a upp- och nedströmslösning		
	Flöde fiskväg m3/s	% av MQ	% av års-prod.	Förl fiskv GWh	Kost. kkr	Fallförl. galler GWh	% av års-prod	Kost kkr	Prod. förl, GWh	% av års-prod.	Kost kkr
Öjebro	0,8	4,7	6	0,75	264	0,05	0,3	18	0,80	6,3	282
Knutsbro	0,8	4,7	6	0,33	117	0,04	0,6	14	0,37	6,6	131
Mjölby	0,85	5,1	7	0,56	195	0,05	0,5	18	0,61	7,5	213
Svartåfors	1,6 sommar/ 0,6 vinter	2,8- 7,4	6,5	0,89	312	0,06	0,4	21	0,95	6,9	333
<b>Summa</b>				17,82	6 237	1,66		539	19,48		6 776

Tabell 10. Bedömda årliga kostnader för drift och underhåll, produktionsförluster samt redovisade förslag till nedströmsavledning. Produktionsförlusten är direkt relaterad till flödet i fiskvägarna. I förstudien har endast en rimlighetsbedömning av flöden gjorts och flödet kan därför ändras efter egentligt drifttagande av fiskvägar.

Anläggning	Uppströmsvandring			Nedströmsvandring		S:a upp- och nedströmslösning		
	Underhåll fiskväg, kkr	Fiskräknare ; underhåll/ analyser, kkr	Prod. förl, fiskväg * kkr	Gallerrens. kkr	Prod. förl. kkr	Drift/underhåll, kkr	Prod. förl, kkr	Fiskräknare; underhåll/ analyser, kkr
Holmen	26	80	1689	150	88	176	1776	80
Fiskeby	26	80	203	150	91	176	294	80
Skärblacka	26	80	782	150	88	176	870	80
Älvås	26	80	83	150	53	176	135	80
Nykvarn	26	80	40	150	18	176	58	80
Malfors	26	80	1229	150	-	176	1229	80
Borensberg	26	80	284	150	49	176	333	80
Motala	26	80	692	150	56	176	748	80
Odensfors	26	80	226	75	11	101	237	80
Vågforsen	26	80	121	150	18	176	138	80
Öjebro	26	80	264	150	18	176	282	80
Knutsbro	26	80	117	75	14	101	131	80
Mjölby	26	80	195	150	18	176	213	80
Svartåfors	26	80	312	75	21	101	333	80
<b>Summa</b>	<b>364</b>	<b>1 120</b>	<b>6 237</b>	<b>1 875</b>	<b>539</b>	<b>2 239</b>	<b>6 776</b>	<b>1 120</b>

## 10 Produktionshöjande åtgärder

I samband med beräkningar av produktionsförluster till följd av fiskvägarna konstaterades att flera anläggningar har låg verkningsgrad. Det är därför möjligt att det kan finnas en potential till att öka effektiviteten vid dessa anläggningar, vilket i så fall kan kompensera för produktionsförluster till följd av fiskvägar. Utanför ramarna för den här förstudien genomfördes ett tilläggsuppdrag, där möjligheter till produktionshöjande åtgärder för vattenkraftverken ska utredas av Sweco.

Den rapporten redovisas separat.

## 11 Strategier för genomförande

Vid eventuellt realiserande av lösningar för fiskvandring finns det en del utmaningar för vilka det kan vara en fördel att ta fram en strategi för genomförande och samordning. Exempelvis kommer byggnation av naturliknande fiskvägar innebära behov av en strategi för både avsättning av stora mängder schaktmassor och eventuellt även tillgång till massor. För flytt eller deponering av överskottsmassor kommer kostnader för klassificering av föroreningshåll och framtagande av en masshanteringsplan.

En strategi för detta rekommenderas därför upprättas i god tid före ett eventuellt genomförande. För ett kostnadseffektivt genomförande kan det finnas fördelar i en samordnad genomförandeprocess för flera fiskväglösningar. Andra exempel på frågor som är viktiga att beakta är behov av genomförande av geotekniska utredningar (bl.a. stabilitetsutredningar), och fördjupade hydrauliska studier, vilka med fördel kan samordnas för flera anläggningar. Det finns inte förutsättningar att bedöma kostnaderna för detta i den här förstudien, utan detta bör göras i det fall ett genomförande kommer att konkretiseras.

## 12 Avstämning mot miljömål, direktiv och andra samhällsintressen

Det svenska miljömålssystemet utgörs av mål på olika nivåer. Nedan följer en översiktlig redovisning av ett urval av de mål som bedöms beröra byggnation av fiskvägar.

### 12.1 Nationella miljömål

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, tjugofyra etappmål och sexton miljö kvalitetsmål.

Vattenkraftens viktiga produktion av förnybar energi och negativa miljöeffekter omfattas av nedanstående mål. Målformuleringarna är hämtade från Miljömålsportalen, [www.miljomal.se](http://www.miljomal.se). (Naturvårdsverket, 2014).

#### 12.1.1 Generationsmålet

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet: "Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser" ([www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)).

### **Generationsmålets innebörd:**

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet ([www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)): "Generationsmålet innebär att förutsättningarna för att lösa miljöproblemen ska nås inom en generation. Miljöpolitiken ska fokusera på att:

- Ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad.
- Den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart.
- Människors hälsa utsätts för minimal negativ miljöpåverkan samtidigt som miljöns positiva inverkan på människors hälsa främjas.
- Kretsloppen är resurseffektiva och så långt som möjligt fria från farliga ämnen.
- En god hushållning sker med naturresurserna.
- Andelen förnybar energi ökar och att energianvändningen är effektiv med minimal påverkan på miljön.
- Konsumtionsmönstren av varor och tjänster orsakar så små miljö- och hälsoproblem som möjligt.
- Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras.  
Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås."

#### **12.1.2 Etappmål**

Etappmålen ska underlätta möjligheterna att nå generationsmålet och miljö kvalitetsmålen. 24 etappmål har antagits av regeringen för miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan samt inom områdena avfall, biologisk mångfald, farliga ämnen och luftföroreningar ([www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)).

#### **Begränsad klimatpåverkan**

##### *Utsläpp av växthusgaser till år 2020*

Utsläppen för Sverige år 2020 bör vara 40 procent lägre än utsläppen år 1990 och gäller för de verksamheter som inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter. Detta innebär att utsläppen av växthusgaser år 2020 ska vara cirka 20 miljoner ton koldioxidekvivalenter lägre för den icke handlande sektorn i förhållande till 1990 års nivå. Minskningen sker genom utsläppsreduktioner i Sverige och i form av investeringar i andra EU-länder eller flexibla mekanismer som mekanismen för ren utveckling (CDM)

#### **Biologisk mångfald**

Regeringen har fastställt tio etappmål för biologisk mångfald och ekosystemtjänster:

*Ekosystemtjänster och resiliens*

Viktiga ekosystemtjänster och faktorer som påverkar deras vidmakthållande är identifierade och systematiserade senast år 2013.

*Den biologiska mångfaldens och ekosystemtjänsternas värden*

Senast år 2018 ska betydelsen av biologisk mångfald och värdet av ekosystemtjänster vara allmänt kända och integreras i ekonomiska ställningstaganden, politiska avväganden och andra beslut i samhället där så är relevant och skäligt.

*Hotade arter och naturtyper*

Åtgärdsprogram för att uppnå gynnsam bevarandestatus för sådana hotade arter och naturtyper som inte kan säkerställas genom pågående åtgärder för hållbar mark- och vattenanvändning och befintligt områdesskydd, ska vara genomförda eller under genomförande senast år 2015.

*Invasiva, främmande arter*

Invasiva, främmande arters effekter i Sverige vad avser biologisk mångfald samt socioekonomiska effekter på bland annat hälsa ska vara bedömda och prioriterade insatser för bekämpning ska ha inletts senast år 2015.

*Kunskap om genetisk mångfald*

En kartläggning och övervakning av den genetiska mångfalden ska ha inletts senast år 2015.

*Helhetssyn på markanvändningen*

Samordningen inom den statliga förvaltningen ska ha förstärkts senast 2016 så att helhetssynen på markanvändningen har ökat.

*Skydd av landområden, sötvattensområden och marina områden*

Minst 20 procent av Sveriges land- och sötvattensområden samt 10 procent av Sveriges marina områden ska senast år 2020 bidra till att nå nationella och internationella mål för biologisk mångfald. Detta ska ske genom skydd eller annat bevarande av områden som har särskild betydelse för biologisk mångfald eller ekosystemtjänster. Bevarandet ska ske med ekologiskt representativa och väl förbundna system där reservat, andra effektiva områdebaserade skyddsåtgärder eller miljöanpassat brukande ingår. Systemen ska vara väl integrerade i omgivande landskap och förvaltas på ett effektivt och inkluderande sätt. Skydd av områden ska till 2020 utökas med minst 1 142 000 hektar räknat från 2012 enligt följande:

- Skogar med höga naturvärden ska skyddas från avverkning. Detta ska ske genom att det formella skyddet av skogsmark har ökat med cirka 150 000 hektar skogsmark med höga naturvärden och i behov av formellt skydd nedan gränsen för fjällnära skog.
- Skogsbrukets frivilliga avsättningar bör ha ökat i omfattning med cirka 200 000 hektar skogsmark i områden som har eller kan komma att utveckla höga naturvärden till totalt 1 450 000 hektar.
- Det formella skyddet av våtmarker har ökat med cirka 210 000 hektar genom att myrar med höga naturvärden i den nationella myrskyddsplanen skyddas.
- Det formella skyddet av sjöar och vattendrag har ökat med minst 12 000 hektar.

- Det formella skyddet av marina områden har ökat med minst 570 000 hektar.
- De ekologiska sambanden har stärkts så att skyddade och på andra sätt bevarade områden och biotoper är väl förbundna och integrerade i landskapet, inklusive den marina miljön, genom att den gröna infrastrukturen har utvecklats och förstärkts.

#### *Miljöhänsyn i skogsbruket*

Senast 2015 är de förväntningar som samhället har på miljöhänsyn i skogsbruket tydliggjorda och kända för skogsbruket, så att de får en praktisk tillämpning.

#### *Ett variationsrikt skogsbruk*

Bestämmelser ska ha förtydligats så att det senast 2015 finns goda förutsättningar för ett variationsrikt skogsbruk.

#### *En dialogprocess i ett nationellt skogsprogram*

En öppen dialog med intressenter som berörs av skogen och dess värdekedja ska ha etablerats senast den 1 juli 2015. Dialogen omfattar ekonomiska, sociala och miljömässiga värden och syftar till att skogen och dess värdekedja ytterligare bidrar till utvecklingen mot ett hållbart samhälle och en växande biobaserad samhällsekonomi.

### 12.1.3 Levande sjöar och vattendrag

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet ([www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)): "Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas."

Sjöar och vattendrag utsätts för påverkan från många håll, till exempel från skogsbruk, jordbruk, industrier och vattenkraftverk. Många växt och djurarter är beroende av att vattendrag får flöda fritt, och att vattenståndet kan variera naturligt. Detta kan komma i konflikt med vår önskan att bygga hus nära stranden eller vårt behov av att reglera vattenflödet för att producera el från vattenkraft.

### 12.1.4 Ett rikt djur- och växtliv

Det är också viktigt att behålla vattenmiljöernas naturliga produktionsförmåga. Vattendragen används exempelvis för fiske och ger dricksvatten.

Sjöar och vattendrag är också viktiga för rekreation, exempelvis bad och båturer. I närheten av vattenmiljöer finns dessutom värdefulla kulturminnen som måste bevaras och förvaltas så att de kan upplevas även av framtida generationer.

"Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd."

### 12.1.5 Begränsad klimatpåverkan

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet: "Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig.

## 12.2 Miljömål i Östergötland

Länsstyrelsen har i en bred samverkansprocess anpassat de nationella målen till länets förhållanden.

Sverige har haft nationella miljömål i Sverige sedan år 1999, i form av 16 miljö kvalitetsmål med tillhörande delmål. I samverkan med näringsliv, offentlig sektor och intresseorganisationen kunde Länsstyrelsen och Skogsstyrelsen år 2003 fastställa Östergötlands miljömålsprogram Mål i sikte. Miljömålsprogrammet samlar länets delmål och förslag till åtgärder för att nå dem. Senare tillkom fyra delmål för Ett rikt växt- och djurliv. Under 2007 gjordes en mindre revidering av de regionala delmålen. År 2012 fastställdes nya delmål inom Begränsad klimatpåverkan.

Som tidigare nämnts innebär produktion av energi från vattenkraft och produktionsförluster potentiella utmaningar när det gäller att uppnå vissa miljömål. Nedan redovisas exempel på regionala delmål som berörs av konsekvenser till följd av byggnation av fiskvägar. Någon mer ingående analys av hur byggnation av fiskvägar potentiellt påverkar möjligheterna att uppnå samtliga övergripande mål görs inte här.

De regionala miljömålen för Östergötlands län anger bl.a. följande:

### 12.2.1 Begränsad klimatpåverkan

**Delmål 1.** År 2020 ska utsläppen av växthusgaser ha minskat med minst 27 procent jämfört med 1990.

**Delmål 7.** År 2020 ska den årliga produktionen av förnybar el uppgå till minst 2 000 GWh.

### 12.2.2 Levande sjöar och vattendrag

**Delmål 4.** 2010 ska hotade arter och fiskstammar kunna nå lämpliga reproduktionsområden och uppväxtområden i 75 procent av länets vattendrag med vattenföring året runt.

**Delmål 5.** 2010 ska vattenflöden i vattendrag som är påverkade av reglering så långt det är möjligt vara anpassade med hänsyn till den biologiska mångfalden. Vattendomar med nolltappning ska vara identifierade och om möjligt omprövade.

### 12.2.3 Ett rikt växt- och djurliv

**Delmål 1.** 2015 ska nio av de mest betydelsefulla naturtyperna\* för länets biologiska mångfald nyttjas på ett långsiktigt hållbart sätt.

*\*Anm. strömmande vatten är en av dessa naturtyper.*

**Delmål 3.** 2015 ska minst 90 % av länets hotade arter\* ha behållit eller ökat sina populationer jämfört med 2005.

*\*Anm. Flera fiskarter ingår i vad som ovan anses hotade arter*

*4. Senast 2015 ska länets tätortsbor inom gångavstånd ha tillgång till biologiskt rika naturområden för vardagsaktiviteter och upplevelser.*

### 12.3 Lokala miljömål

Byggnation av fiskvägar gynnar i första hand lokala miljömål med anknytning till vattenmiljö, hotade arter och biologisk mångfald. Produktionsförluster till följd av byggnation av fiskvägar står i första hand i konflikt med olika mål om produktion av förnyelsebar energi, och ökade utsläpp av växthusgaser om inte energiproduktionen ersätts med andra förnyelsebara energikällor.

Kommunala miljömål som berörs av denna studie är i flera fall direkt kopplade till de av de 16 nationella miljömålen (begränsad klimatpåverkan, Levande sjöar och vattendrag och ett rikt växt- och djurliv berör i första hand vattenkraft).

För de kommuner som i första hand och mest direkt berörs (Norrköping-, Linköping-, Mjölby- och Motala kommuner) finns lokala mål med anknytning till både klimat-, energiförbrukning, och mål som berör biologisk mångfald i anslutning till vattenmiljö.

Kommunernas mål är dock ofta en blandning av visioner, policys, verksamhetsmål och effektmål, varför det kan vara komplext att bedöma och redovisa i vilken grad målen står i konflikt mot varandra på den lokala nivån. Mål för klimatneutral konsumtion och produktion formuleras i t.ex. i kommunala energi- eller klimatplaner, medan mål för biologisk mångfald kopplade till vattenmiljö ofta anges i t.ex. kommunala naturvårdsprogram.

En begäran om att från berörda kommuners sida hjälpa till med att formulera ett ställningstagande i fråga om fiskvägar i relation till minskad vattenkraftsproduktion skickades till miljömålsansvariga och miljöstrateger i berörda kommuner den 22 april 2014, med sista svarsdatum den 6 juni 2014. Ingen kommun har dock inkommit med något ställningstagande för påverkan på de lokala miljömålen.

### 12.4 Förnybarhetsdirektivet

Förnybarhetsdirektivet är antaget av EU. Syftet är att främja energi från förnyelsebara energikällor och innehåller även nationella mål för andelen förnybar energi i landets energisystem (I Sverige är målet 49 % till år 2020). Idag står vattenkraften för 33 % av Sveriges förnybara energiproduktion, och är även av avgörande betydelse som reglerkraft i förhållande till andra energikällor, t.ex. vindkraft. Enligt aktuella uppgifter från Svensk Energi produceras ett normalår ca 65 TWh från vattenkraft. Jämfört med den totala energiproduktionen om ca 145 TWh innebär detta att vattenkraften står för ca 45 % av energiproduktionen i Sverige.

## 12.5 Ramdirektivet för vatten (RDV)

RDV syftar till att vara ett ramverk för vattenskydd och förvaltning av vattenresurser inom EU. EU:s ramdirektiv för vatten infördes i svensk lagstiftning 2004. Kortfattat innebär detta att miljö kvalitetsnormer har beslutats, vilka uttrycker den kvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska nå god status till år 2015 och att statusen inte får försämrats. Påverkan från vattenkraft har stor betydelse för Sveriges möjligheter att nå målet.

## 12.6 Art- och habitatdirektivet

Arbetet med bevarandet av biologisk mångfald är starkt kopplat till EU:s Art- och habitatdirektiv som infördes 1992 och som Sverige tog del av 1995 i och med inträdet i EU. Direktivet syftar till att bevara naturligt förekommande livsmiljöer och på så vis säkra den biologiska mångfalden. Samtliga medlemsländer ska se till att de i direktivet listade arterna och naturtyperna har en s.k. gynnsam bevarandestatus (SLU, 2011). En gynnsam bevarandestatus innebär att arten eller naturtypen finns och utvecklas och på så sätt bibehålls.

De negativa miljöeffekter som vattenkraft har på vattendrag påverkar möjligheten att uppnå målen, men även den ökning av växthusgaser och andra emissioner som en minskad vattenkraftproduktion kan även innebära mer indirekta negativa miljökonsekvenser.

## 13 Rättsliga aspekter på fiskvägar

### 13.1 Vattenverksamhet enligt Miljöbalken

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid förslagna lösningar för fiskvandring inom ramarna för denna förstudie är av sådan art och omfattning att de kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få utföra vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

### 13.2 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormerna bygger på bedömningsgrunder för miljökvalitet. Det får anses som praxis att bedömningar av miljöpåverkan vid t.ex. prövning av tillstånd enligt miljöbalken i hög grad utgår från påverkan på miljökvalitetsnormerna och kvalitetsfaktorerna i bedömningsgrunderna för dessa. Därför har miljökvalitetsnormerna fått en stor betydelse även i den praktiska rättstillämpningen.

Miljökvalitetsnormer och klassificering av ekologisk och kemisk status för alla vattenförekomster presenteras i VISS ("Vatten Informations System Sverige - VISS,")

I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19), skall hydromorfologisk statusklassning med avseende på bl.a. konnektivitet för ett vattendrag relateras till *naturliga referensförhållanden*. I fråga om nuvarande klassificering av ekologisk status har dock ansvariga myndigheter ofta saknat tillräcklig information för att göra statusklassningen fullt ut på det sätt som föreskrivs, då detta kräver detaljerade uppgifter om referensförhållanden, förekommande fiskarter m.m. I många fall har därför klassificeringen av ekologisk status med avseende på hydromorfologiska kvalitetsfaktorer utgått från schabloniserade så kallade expertbedömningar. Klassificering av parametern konnektivitet för vattenförekomsten Motala Ström (Glan-Bråviken) anges t.ex. så här:

*"I gällande föreskrifter (HVMFS 2013:19) definieras parametern "2.2 Konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag" som möjligheten för akvatiska organismer eller landlevande organismer att förflytta sig i vattendragsfåran i uppströms- och nedströms riktning eller från vattendragsfåran till anslutande sjö eller biflöden. Då referensförhållanden, d.v.s. vetenskap om vilka arter som naturligt skulle finnas och röra sig i systemet, i de flesta fall saknas har en förenklad bedömning av parametern gjorts. Bedömningen har utgått från data på artificiella vandringshinder och deras passerbarhet. Finns det ett definitivt, artificiellt vandringshinder utan åtgärd (ex väl fungerande fiskväg) har status satts till dålig.*

*Det finns fyra artificiella, definitiva vandringshinder utan åtgärder i denna del av Motala ström. Ett definitivt hinder är sedan tidigare åtgärdat, men det finns fyra till" (VISS 2014).*

Det är viktigt att påpeka att miljökvalitetsnormer för ytvatten avseende ekologisk status till skillnad från kemisk status inte är gränsvärdesnormer. Detta innebär att behovet av åtgärder som vanligt ska avgöras genom en avvägning enligt 2 kap. 7§ första stycket miljöbalken, där den samlade miljönyttan ska ställas i relation till kostnaderna (Dom

M3742-12, s.30, Mark och miljödomstolen i Vänersborg). I enlighet med 2 kap. 7 § andra stycket miljöbalken kan dock strängare krav än vad som annars bedöms rimligt ställas på åtgärder som på ett inte obetydligt sätt kan antas bidra till att en miljökvalitetsnorm enligt 5 kap. 2§ första stycket 1 inte följs. Samtidigt anges det i Naturvårdsverkets vägledning om tillämpning av miljökvalitetsnormer och åtgärdsprogram (Naturvårdsverket, 2011), att det är viktigt att det finns ett bra underlag för bedömningar av kravnivå, åtgärder, bördefördelning m.m.

Det är viktigt att poängtera att bestämmelser om tillämpning av miljökvalitetsnormer inte styr myndigheten eller kommunen vid varje enskild bedömning på så sätt, att de vid varje enskilt beslut måste säkerställa att normerna följs, eftersom det bland annat kan vara fråga om en komplex påverkansbild med påverkan från flera olika källor (Naturvårdsverket, 2011). Det här kan enligt Swecos uppfattning ha stor principiell betydelse vid prövning av en enskild vattenanläggning i ett vattensystem där det förekommer en komplex påverkan från flera vattenanläggningar (t.ex. kraftverk) och andra faktorer som exempelvis försurning, övergödning och rensningar.

Swecos erfarenhet är att det ofta finns brister i det underlag som ligger till grund för myndigheternas klassificering av ekologisk och kemisk status, och bedömningar av de ekologiska vinsterna med olika åtgärder. Exempelvis grundar sig statusklassificeringen ofta på ett fåtal data som representerar mycket stora vattenområden. Bedömningen kallas då ofta för expertbedömning.

Bördefördelningen i att ta fram ett bättre beslutsunderlag hamnar ofta på verksamhetsutövaren. Så här står det i Naturvårdsverkets Vägledningsdokument:

”Verksamhetsutövaren ska ha den kunskap som behövs för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet enligt kunskapskravet i 2 kap. 2 § miljöbalken.

Ett grundläggande ansvar för kunskap och kontroll framgår även av bestämmelserna om egenkontroll i 26 kap. 19 § miljöbalken. Med stöd av dessa regler behöver verksamhetsutövaren, i förekommande fall och i relevant omfattning kunna redogöra för bl.a. följande:

- vilka miljökvalitetsnormer vattenförekomsten (recipienten) har inklusive när de senast ska uppnås/bibehålls,
  - vilken inverkan verksamheten har på de olika, för verksamheten relevanta, kvalitetsfaktorer/prioriterade och särskilt förorenande ämnen som vattenförekomsten klassificeras utifrån,
- hur verksamheten påverkar möjligheten att uppnå/bibehålla miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten samt eventuellt nedströms eller uppströms liggande vattenförekomster,
- vilka försiktighetsmått eller andra skyddsåtgärder verksamhetsutövaren avser att vidta för att minska verksamhetens påverkan på miljökvalitetsnormerna.

Verksamhetsutövaren ska kunna redogöra för hur verksamheten i sig eller de ämnen, produkter eller annat som hanteras inom verksamheten, påverkar eller kan påverka möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna” (Naturvårdsverket, 2011).

”Ansaret att lämna uppgifter gäller påverkan på miljön med koppling till verksamheten. Verksamhetsutövaren är således inte skyldig att därutöver komplettera med data som saknas i statusklassificeringarna. Det bör i linje med det noteras att ansvaret att t.ex. utreda olika halters påverkan på vattenförekomstens biologi och komponenterna i normen för ekologisk status i den specifika vattenförekomsten inte är obegränsat. En sådan utredning kan i vissa fall vara ett komplext arbete av forskningskaraktär. Undersökningsplikten enligt egenkontrollansvaret bör aldrig gå så långt att den får karaktären av forskning” (Naturvårdsverket, 2011).

Swecos uppfattning är dock att det allmänna kunskapsläget för att kunna bedöma konsekvenser och behov av att genomföra åtgärder för förbättrad passage vid vandringshinder är mycket litet för att kunna efterleva alla de krav som finns. Att ta fram underlag för behovsprövning av åtgärder utifrån t.ex. krav på fiskpassage enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) är i dagsläget ofta svårt, eftersom kunskapsläget om olika arters naturliga utbredning, vattensystemens ursprungliga utseende och olika arters förmåga att passera fiskvägar är ofullständigt undersökt, och torde ofta kräva utredningar av forskningskaraktär.

Havs- och vattenmyndigheten har dock nyligen publicerat flera rapporter, t.ex. ”Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar” (Olle Calles, Erik Degerman, et al., 2013), som anses utgöra en syntes av olika forskningsresultat gällande olika lösningars effektivitet rörande passerbarhet för fisk. Denna rapport ger förhållandevis god vägledning i frågan, men problemet med att ta fram övrigt underlag, särskilt i fråga om referensförhållanden, kvarstår dock i stor omfattning.

### 13.3 Kulturmiljöintressen

Vattenkraftsanläggningar med närmiljö har ofta kulturmiljövärden, eller är skyddade enligt kulturminneslagen som kan stå i konflikt med byggnation av fiskvägar. Kulturmiljövärdena innebär ofta att anpassningar av fiskvägar kan krävas och kan också innebära krav på särskilda utredningar, t.ex. en arkeologisk förundersökning innan tillstånd till byggnation medges.

## 14 Ökande klimatpåverkande utsläpp och kostnader för annan förnyelsebar produktion

### 14.1 Klimatpåverkande utsläpp till följd av ersättning av utebliven elproduktion

Den reduktion i elproduktionen som etablerandet av fiskvägar orsakar kommer att ersättas av annan produktion i elsystemet vilket ger miljökonsekvenser i ett systemperspektiv. Med värden på hur stor produktionsförlusten blir kan konsekvenserna beräknas. Vanligen redovisas detta som ton CO<sub>2</sub>/år. Val av beräkningsmetod och systemavgränsning påverkar i hög grad resultatet och är ofta inte på förhand självklart. I

denna rapport har två huvudsakliga metoder använts: historiska data samt framåtblickande prognos. Använda tillsammans ger detta en bredare bild.

*Det är viktigt att betona att flödena i fiskvägarna är bedömda utifrån generella riktlinjer. Utgångspunkten i beräkningarna har varit flöden omkring 4-5% av medelvattenföringen. I samband med fördjupade studier, detaljprojektering och villkor som kan meddelas för tillstånd kan flödena komma att förändras.*

### **Historiska data – statistiskt genomsnitt**

En enkel och därför vanligt förekommande metod är att beräkna elanvändningens miljöpåverkan utifrån historiska värden. Man utgår då från befintlig statistik för att beräkna de genomsnittliga utsläppen från elsystemet. Fördelen är att alla värden bygger på kända fakta om tidigare utsläpp och metoden kräver därmed inga modellverktyg. En svaghet i metoden är att resultaten kan bli mycket varierande beroende på vilka systemavgränsningar som görs. Elsystemen är idag sammankopplade över nationsgränserna. I denna rapport används därför statistiska värden för Europa (415 ton CO<sub>2</sub>/GWh) och inte enbart för den elproduktion som sker i Sverige<sup>1</sup>.

### **Framåtblickande perspektiv – prognos**

Det framåtblickande perspektivet modellerar konsekvenserna utifrån antaganden om framtida omvärldsförutsättningar och hur dessa påverkar effekterna av ändrad elanvändning eller elproduktion. Effekten har beräknats med modellen MARKAL2 (Sköldbberg & Unger, 2008). Framtida effekter beror i hög grad på ambitionsnivån inom klimatpolitiken. I ett beräkningsfall som förutsätter måttliga klimatambitioner (ett CO<sub>2</sub>-pris på 20 EUR/ton CO<sub>2</sub>) blir utsläppseffekten av förändrad elanvändning i storleksordningen 600 ton CO<sub>2</sub>/GWh elproduktion. Om höga ambitioner förutsätts i klimatpolitiken (ett CO<sub>2</sub>-pris på 40-50 EUR/ton CO<sub>2</sub>) blir förnybar elproduktion mer lönsam. Det ger avsevärt lägre koldioxidutsläpp, endast 150 ton CO<sub>2</sub>/GWh elproduktion. I denna rapport redovisas båda fallen för jämförelse. Se *Tabell 11 nedan*.

<sup>1</sup> [http://www.profu.se/pdf/Miljokonsekvenser\\_2008.pdf](http://www.profu.se/pdf/Miljokonsekvenser_2008.pdf)

<sup>2</sup> Närmare redovisning för metodik och antaganden återfinns i Elforskrapporten 08:30, "Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion". Där finns också utförligare redovisningar av utsläppseffekterna m.m. för de olika beräkningsfallen.

Tabell 11. Sammanställning av klimatpåverkande utsläpp utifrån olika klimatambitioner.

Anläggning	Uppströmsvandring					Nedströmsvandring				
	Tillkommande CO2-utsläpp					Tillkommande CO2-utsläpp				
	% av årsprod.	Förl pga fiskväg, GWh	Statistiskt genomsnitt	Prognos - Måttl. klimat-ambitioner	Prognos - Höga klimat-ambitioner	Fallförlust, galler, GWh	% av årsprod.	Statistiskt genomsnitt	Prognos - Måttl. klimat-ambitioner	Prognos - Höga klimat-ambitioner
Holmen	4,0	4,83	2002	2895	724	0,25	0,2	83	120	30
Fiskeby	4,0	0,58	241	349	87	0,26	1,8	747	1080	270
Skärblacka	4,4	2,24	928	1341	335	0,25	0,5	208	300	75
Älvås	3,5	0,24	98	141	35	0,15	2,2	913	1320	330
Nykvärn	1,7	0,11	48	69	17	0,05	0,8	332	480	120
Malfors	4,4	3,51	1457	2106	527	-	-	-	-	-
Borensberg	4,3	0,81	337	487	122	0,14	0,8	332	480	120
Motala	4,8	1,98	820	1185	296	0,16	0,4	166	240	60
Odensfors	5,6	0,65	268	388	97	0,03	0,2	83	120	30
Vågforsen	6,8	0,34	143	207	52	0,05	1	415	600	150
Öjebro	6,0	0,75	313	453	113	0,05	0,3	125	180	45
Knutsbro	6,0	0,33	139	201	50	0,04	0,6	249	360	90
Mjölby	7,0	0,56	231	335	84	0,05	0,5	208	300	75
Svartåfors	6,5	0,89	369	534	134	0,06	0,4	166	240	60
<b>Summa</b>		<b>17,82</b>	<b>7395</b>	<b>10691</b>	<b>2673</b>	<b>1,66</b>		<b>4026</b>	<b>5820</b>	<b>1455</b>

## 14.2 Kostnader för att ersätta utebliven elproduktion med annan förnyelsebar produktion

I Elforsk rapportserie ”El från nya och framtida anläggningar” (Nyström, Nilsson, Ekström, Wiberg, & B Ridell, 2011) har ett brett grepp tagits för att beräkna kostnader för olika produktionsalternativ och möjliga tekniker. Det övergripande syftet har där varit att kostnadsmässigt kunna jämföra olika alternativ och att få en uppfattning om de olika teknikernas utvecklingstendenser för att planera vidare FoU-insatser.

Många faktorer påverkar kostnaderna för att producera el med olika alternativ. Vissa faktorer förändras ofta eller är föremål för olika värdering av skilda aktörer. Nedanstående tabell (Tabell 12) ska därför enbart ses som en indikation. I tabellen har två produktionsmetoder tagits med, vindkraft och biobränslebaserad kraftvärme. I beräkningarna ingår annuitetsberäknad kapitalkostnad, fast drift- och underhållskostnad, rörlig drift- och underhållskostnad inklusive deponikostnad och netto NOx-avgift, utsläppsrätter för CO<sub>2</sub>, bränsle, nuvärdesberäknad framtida reinvesteringskostnad och lokaliseringsspecifika kostnader.

För att likställa anläggningarna har rörlig drift- och underhållskostnad för vindkraften reducerats med de i denna post vanligen ingående kostnaderna för effektabonnemang och energiavgift för elöverföringen knutna bl.a. till den lokala stamnätsavgiften.

Följande intäkter beaktas i beräkningarna: fast värmekreditering, rörlig värmekreditering, nuvärdesberäknat värde på elcertifikat. Intervallet för vindkraft beror främst på hur mycket

det blåser på platsen. Kraftvärme har beräknats med utgångspunkt i ett kraftverk om 80 MW.

Tabell 12. Kostnader för att ersätta elproduktion med alternativ förnyelsebar produktion.

Anläggning	Uppströmsvandring					Nedströmsvandring				
	% av årsproduktion	Förl pga fiskväg, GWh	Vindkraft 570 kkr per GWh, kkr	Vindkraft 890 kkr per GWh, kkr	Bio KVV 670 kkr per GWh, kkr	Fall-förlust, galler, GWh	% av årsproduktion	Vindkraft 570 kkr per GWh, kkr	Vindkraft 890 kkr per GWh, kkr	Bio KVV 670 kkr per GWh, kkr
Holmen	4,0	4,83	2750	4198	3474	0,25	0,2	143	218	180
Fiskeby	4,0	0,58	331	506	418	0,26	1,8	148	226	187
Skärblacka	4,4	2,24	1274	1945	1609	0,25	0,5	143	218	180
Älvås	3,5	0,24	134	205	170	0,15	2,2	86	131	108
Nykvam	1,7	0,11	65	100	83	0,05	0,8	29	44	36
Malfors	4,4	3,51	2001	3054	2527	-	-	-	-	-
Borensberg	4,3	0,81	463	707	585	0,14	0,8	80	122	101
Motala	4,8	1,98	1126	1719	1423	0,16	0,4	91	139	115
Odensfors	5,6	0,65	369	563	466	0,03	0,2	17	26	22
Vågforsen	6,8	0,34	197	300	248	0,05	1	29	44	36
Öjebro	6,0	0,75	430	657	544	0,05	0,3	29	44	36
Knutsbro	6,0	0,33	191	291	241	0,04	0,6	23	35	29
Mjölby	7,0	0,56	318	485	402	0,05	0,5	29	44	36
Svartåfors	6,5	0,89	507	774	641	0,06	0,4	34	52	43
<b>Summa</b>		<b>17,82</b>	<b>10157</b>	<b>15502</b>	<b>12830</b>	<b>1,66</b>		<b>878</b>	<b>1340</b>	<b>1109</b>

## 15 Nationell strategi för åtgärder i vattenkraften

Energimyndigheten har tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten genomfört ett samarbetsprojekt i syfte att ta fram en nationell strategi för åtgärder som ska minska vattenkraftens miljöpåverkan och åtgärder som innebär ökad produktion för att klara framtidens behov i energisystemet. Resultaten av projektet redovisas i en rapport; "Strategi för åtgärder i vattenkraften. Avvägning mellan energimål och miljö kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag" (Energimyndigheten & Havs- och vattenmyndigheten, 2014).

Havs- och vattenmyndigheten och Energimyndigheten bedömer att "miljö kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag kan uppnås på nationell nivå utan väsentlig påverkan på vattenkraftens roll i energisystemet och vår förmåga att nå klimatmålen. De båda målen kan emellertid inte uppnås samtidigt i alla vattenförekomster utan detta förutsätter en prioritering mellan och inom Sveriges avrinningsområden. Myndigheternas samlade strategi anger ett begränsande planeringsmål för miljöförbättrande åtgärder i vattenkraftverk att fastställas på nationell nivå, vilket innebär att högst 2,3 % av

vattenkraftens nuvarande årsproduktion under ett normalår, motsvarande 1,5 TWh, får tas i anspråk” (Energimyndigheten & Havs- och vattenmyndigheten, 2014).

### 15.1 Avrinningsområdets värde för nationell energiproduktion och uppfyllande av miljömål

Motala ströms avrinningsområde karaktäriseras i samma rapport (Energimyndigheten & Havs- och vattenmyndigheten, 2014) att vara av begränsat värde för energisystemet sett ur ett nationellt perspektiv. Samtidigt anges för Motala ström att de storskaliga kraftverken med störst betydelse för energiproduktionen är belägna i den nedre delen av huvudvattendraget.

Vattenförekomsterna/vattendragssträckan som berörs av dessa kraftverk har idag en väsentligt förändrad karaktär genom dämningar och omfattande vattenreglering. Motala ström har i Havs- och vattenmyndighetens och Energimyndighetens rapport grupperats tillsammans med flera andra avrinningsområden (Norrström, Lagan, Nissan, Gideälven, Åtran och Helge å). För hela denna grupp anges följande:

Produktionen motsvarar ca 4 % av den totala produktionen i 529 vattenkraftverk. Reglerförmågan i dessa avrinningsområden är mer begränsad i jämförelse med andra avrinningsområden. Denna grupp hyser flest antal vattenkraftverk per avrinningsområde. I dessa avrinningsområden är den storskaliga vattenkraften lokaliserad till vissa delsträckor i huvudvattendraget. Avseende miljö kvalitetsmålet anges dessa i rapporten ha ett lägre värde eftersom det förekommer flera andra miljöproblem såsom försurning och övergödning i avrinningsområdena.

Den grupp av avrinningsområden i vilket Motala ström ingrupperats har idag högst antal vandringshinder av de avrinningsområden som hyser vattenkraft. Strategin för denna grupp avrinningsområden bör därför vara att tillämpa principen om kraftigt modifierade vatten i de vattenförekomster som har störst värde för energisystemet, medan övriga vattenförekomster bör uppnå ambitionerna med miljö kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag (Energimyndigheten & Havs- och vattenmyndigheten, 2014).

## 16 Underlag för vidare konsekvensbedömning

Som ett underlag för en vidare analys av konsekvenser för bl.a. miljömålen har energiförlusten utifrån föreslagna flöden i fiskvägar för alla de 14 vattenkraftverk som ingått i denna förstudie satts i relation till den totala vattenkraftsproduktionen för alla vattenkraftverk och den totala elproduktionen i de berörda kommunerna, länet och riket. Se Tabell 13 nedan. Data har hämtats från SCBs Statistikdatabas, [www.statistikdatabasen.scb.se](http://www.statistikdatabasen.scb.se) (Statistiska centralbyrån, 2014) och därefter beräknats till medelvärden för perioden 2009-2012.

Det är viktigt att betona att samtliga fiskvägar i förstudien ingår i beräkningen, och att de flöden som angett i fiskvägarna är bedömda utifrån vissa riktlinjer (ca 4-5% av medelvattenföringen med ett kontinuerligt spill hela året). Exakta flöden går inte att bedöma utan att fördjupade studier först genomförs.

Tabell 13. En jämförelse med elproduktion från olika källor med produktionsförluster för el om **samtliga** fiskvägar byggs med de flöden som angetts som riktvärden i denna förstudie. Data har beräknats utifrån information från statistikdatabasen, SCB, [www.scb.se](http://www.scb.se) 2014-08-27.

	Antal kraftverk med fiskväg i studien	Vattenkraft totalt	Alla källor	Prod. förlust fiskvägar	Prod. förlust vattenkr.	Prod. förlust alla källor
	<i>Summa, antal</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
Linköping	4	171 463	460 530	5 420	3,2	1,2
Norrköping	4	214 485	810 060	8 800	4,1	1,1
Motala	2	69 899	111 819	3 090	4,4	2,8
Mjölby	4	37 208	81 863	2 170	5,8	2,7
Östergötlands län	14	955 726	1 852 924	19 480	2,0	1,1
Riket	14	65 163 738	145 699 977	19 480	0,028	0,013

Byggnation av samtliga fiskvägar som innefattas av förstudien har potentiellt stora positiva effekter på miljömål med bäring mot t.ex. nyttjande- och upplevelseaspekter rörande naturmiljö och vatten, samt för bevarande av livskraftiga populationer av vattenanknutna arter. Fiskvägar kan också ha betydelse för regionala och kommunala ansvarsarter och olika upplevelsevärden.

Det finns också olika miljömål med inriktning mot att minska klimatpåverkande utsläpp som innehåller delmål och åtgärder för att minska energiförbrukningen; t.ex. minskad energikonsumtion och/eller investeringar i förnyelsebara produktionssätt eller bränslen.

Ett viktigt verktyg för att analysera samhällets energibehov i relation till produktionen är att genomföra energibalansberäkningar där energiflödena inom t.ex. en region eller kommun analyseras. Någon analys av energiflöden innefattas inte av den här förstudien, men möjligheten finns att väga in produktionsförluster till följd av fiskvägar och möjligheter till produktionsoptimering vid kraftverksanläggningar, m.m. i en sådan analys. I det här sammanhanget kan det vara värt att nämna att energikonsumtionen i regionen starkt påverkas av Bravikens stängning av en pappersmaskin (PM51) under 2013 som inneburit en minskning av elförbrukningen med ca 280 GW (=280 000 MWh), Rastland. B., 2014. I lokala eller regionala analyser är det också av vikt att nationella mål och strategier vägs in i den samlade bedömningen (se avsnitt 15 Nationell strategi för åtgärder i vattenkraften ovan).

## 17 Referenser

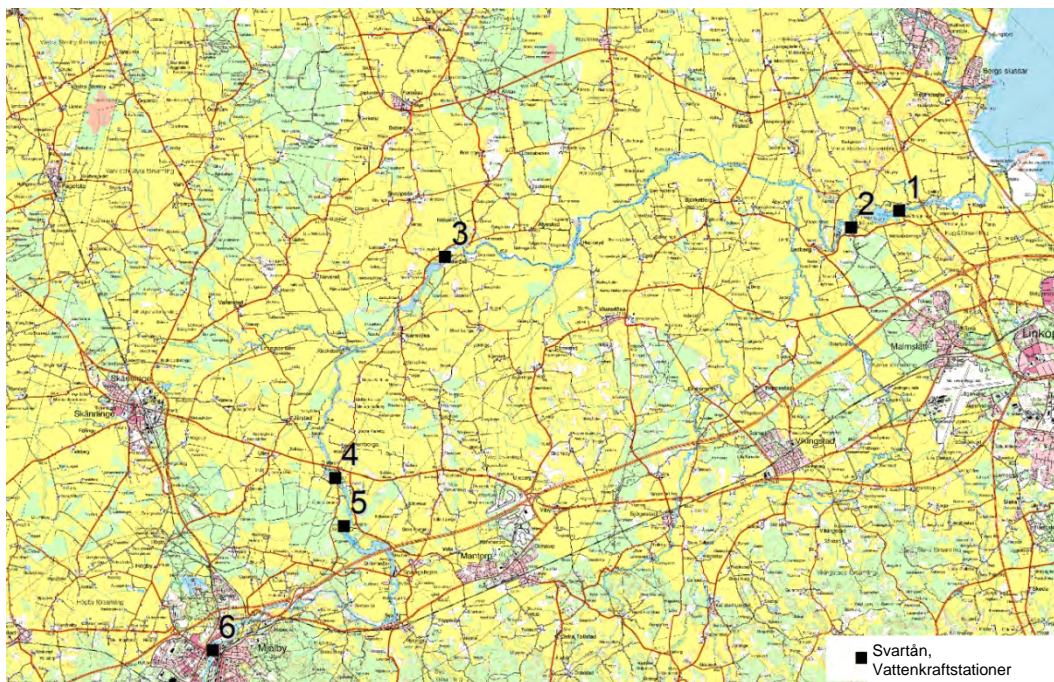
- Amaral, S. V., Winchell, F. C., McMahon, B. J., & Dixon, D. A. (2002). Evaluation of angled bar racks and Louvers for guiding silver phase American eels. In D. A. Dixon (Ed.), *Biology, Management, And Protection Of Catadromous Eels* (Vol. 33, pp. 367-376). Bethesda: Amer Fisheries Soc.
- Calles, E., & Greenberg, L. (2005). Evaluation of nature-like fishways for re-establishing connectivity in fragmented salmonid populations in the River Emån. *River Research and Applications*.
- Calles, O., Degerman, E., Wickström, H., Christiansson, J., Gustafsson, S., & Näslund, I. (2013). Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. In E. Degerman (Ed.), *Havs- och vattenmyndighetens rapport* (Vol. 2013:14, pp. 114). Göteborg.
- Calles, O., Gustafsson, S., & Österling, M. (2012). Naturlika fiskvägar i dag och i morgon. *Karlstad University Studies* (Vol. 2012:20, pp. 45). Karlstad.
- Calles, O., Karlsson, S., Hebrand, M., & Comoglio, C. (2012). Evaluating technical improvements for downstream migrating diadromous fish at a hydroelectric plant. *Ecological Engineering*, 48, 30-37.
- Calles, O., Karlsson, S., Vezza, P., Comoglio, C., & Tielman, J. (2013). Success of a low-sloping rack for improving downstream passage of silver eels at a hydroelectric plant. *Freshwater Biology*, 58(10), 2168-2179. doi: Doi 10.1111/Fwb.12199
- Calles, O., Rivinoja, P., & Greenberg, L. (2013). A historical perspective on downstream passage at hydroelectric plants in Swedish rivers. In A. H. Ian Maddock, Paul Kemp and Paul Wood (Ed.), *Ecohydraulics: an integrated approach* (pp. 309–322). West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Dahlberg, M., & Engström, H. (2002). Roxen och Glan. Utvärdering av standardiserade provfisken sommaren 2001. Beskrivning av sjöarnas fisksamhällen, jämförelse med ett tidigare provfiske 1990 samt bedömning om etableringen av skarv påverkat sjöarnas fisksamhällen. (D. Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium & U. U. Evolutionsbiologiskt centrum, Trans.): Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet.
- Degerman, E. (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Internet: Naturvårdsverket och Fiskeriverket.
- DVWK. (2002). *Food and Agriculture Organization of the United Nations/Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), Fish passes. Design, dimensions and monitoring*. Rome.
- DWA. (2005). *Fish Protection Technologies and Downstream Fishways. Dimensioning, Design, Effectiveness Inspection*. Hennef: German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA).
- Energimyndigheten, & Havs- och vattenmyndigheten. (2014). Strategi för åtgärder i vattenkraften. Avvägning mellan energimål och miljö kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag.: Havs- och vattenmyndigheten,
- Gustafsson, P. (2005a). Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner: Linköpings kommun.
- Gustafsson, P. (2005b). Naturinventering av sjöar i Linköpings kommun: Linköpings kommun.
- Gustafsson, P. (2005c). *Naturinventering av åar och bäckar i Linköpings kommun*. Linköpings kommun.
- Hanson, B. N. (1999). Effectiveness of two surface bypass facilities on the Connecticut River to pass emigrating Atlantic salmon smolts. In M. Odeh (Ed.), *Innovations in*

- fish passage technology* (pp. 43-59). Bethesda, Maryland, USA: American Fisheries Society.
- Harza, & RMC. (1992). Response of Atlantic Salmon Smolts to Louvers in the Holyoke Canal, Spring 1992 *Holyoke canal - Downstream fish passage studies* (pp. 129).
- Harza, & RMC. (1993). Response of Juvenile Clupeids to Louvers in the Holyoke Canal, Fall 1992. *Holyoke canal - Downstream fish passage studies* (pp. 165).
- Hjälte, U. (20014).
- Malmgern, J., & Blom, B. (1992). Roxens biflöden: Bråviken-Vättern projektet.
- Naturvårdsverket. (2011). Vägledning om tillämpning av miljö kvalitetsnormer och åtgärdsprogram för vatten inom tillsynsarbete: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2014). Miljömålsportalen. Retrieved 2014-08-28, 2014, from [www.miljomal.se](http://www.miljomal.se)
- Nyblom, S. (1940). Forrna tiders flugfiske i Östergötland *Sportfiske i Sverige* (pp. 269-275).
- Nyström, O., Nilsson, P.-A., Ekström, C., Wiberg, A.-M., & B Ridell, D. V. (2011). El från nya och framtida anläggningar 2011: Elforsk.
- Näslund, I., Degerman, E., Calles, O., & Wickström, H. (2013). Fiskvandring – arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum, en litteratursammanställning In B. Risinger (Ed.), *Havs- och vattenmyndighetens rapport* (pp. 44). Göteborg.
- Ogden, D. A., Hockersmith, E. E., Axel, G. A., Burke, B. J., Frick, K. E., Absolon, R. F., & Sandford, B. P. (2008). Passage Behavior and Survival of River-Run Subyearling Chinook Salmon at Ice Harbor Dam, 2007 (pp. 58).
- Rastland, B. (2014, 2014-08-26). [Security manager/PFSO. Holmen Paper Braviken].
- Ruggles, C. P., Robinson, D. A., & Stira, R. J. (1991, 26-28 March). *The use of floating louvers for guiding Atlantic salmon smolts from hydroelectric turbine intakes*. Paper presented at the The workshop on fish passage at hydroelectric developments, St. John's, Newfoundland.
- Scruton, D., Pennell, C., Bourgeois, C., Goosney, R., King, L., Booth, R., . . . Clarke, K. (2008). Hydroelectricity and fish: a synopsis of comprehensive studies of upstream and downstream passage of anadromous wild Atlantic salmon, *Salmo salar*, on the Exploits River, Canada. *Hydrobiologia*, 609(1), 225.
- Sköldberg, H., & Unger, T. (2008). Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion - Modellberäkningar.
- Statistiska centralbyrån. (2014). Retrieved 2014-08-28, 2014, from <http://www.statistikdatabasen.scb.se>
- Stira, R. J., & Robinson, D. A. (1997). *Effectiveness of a Louver Bypass System for Downstream Passage of Atlantic Salmon Smolts and Juvenile Clupeids in the Holyoke Canal, Connecticut River, Holyoke, Massachusetts*. Paper presented at the In: Fish Passage Workshop, Milwaukee, WI, May 6-8, 1997. Sponsored by Alden Research Laboratory, Conte Anadromous Fish Research Laboratory, Electric Power Research Institute, and Wisconsin Electric Power Company.
- Tibblin, P. (2011). Fiskevårdsplan Roxen 2011 (Vol. 2011:17): Länsstyrelsen Östergötland.
- Tibblin, P., & Rockler, A. (2008). *Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske.*: Länsstyrelsen Östergötland.
- Vatten Informations System Sverige - VISS. Available from Länsstyrelsen i Kalmar Vatten Informations System Sverige - VISS, from Länsstyrelserna
- Vattenmyndigheterna [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se)
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19 (2013).

# RAPPORT

1331399

## STUDIE AV FLÖDESREGIMEN I MOTALA STRÖM OCH SVARTÅN



ORIGINAL

2014-08-13

SWECO ENERGIDE AB

SWECO ENERGIDE AB

BJÖRN SENNERFORS

KAREN KEMLING/ ANDERS SÖDERSTRÖM  
(GRANSKNING)

## Ändringsförteckning

VER.			GRANSKAD	GODKÄND

<p>Sweco</p> <p>Gjörwellsgatan 22 Box 34044 SE 100 26 Stockholm, Sverige Telefon +46 (0)8 6956000 Fax +46 (0)8 6956010 www.sweco.se</p>	<p>Sweco Energuide AB</p> <p>Org.nr 556007-5573</p> <p>Styrelsens säte: Stockholm</p>	<p>Björn Sennerfors</p> <p>M.Sc. Civil Ingenjör</p> <p>Stockholm</p> <p>Telefon direkt +46 (0)8 6956078 Mobil +46 (0)725856078 bjorn.sennerfors@sweco.se</p>
---	---	--

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Underlag för studien</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Motala ström</b>	<b>4</b>
3.1	Mätstationer	4
3.1.1	Motala Kraftverk, station 1950	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
3.1.2	Borensberg	6
3.1.3	Malfors	7
3.1.4	Nykvarn	9
3.1.5	Älvås	9
3.1.6	Skärblacka, station 2454	11
3.1.7	Fiskeby - Holmen, station 2445	13
3.2	Modelldata SMHI vattenwebb	15
3.2.1	Lågvattenföring	15
3.2.2	Medelvattenföring	16
3.2.3	Högvattenföring	17
3.3	Varaktighetsdiagram	18
3.4	Slutsatser	19
<b>4</b>	<b>Svartån</b>	<b>20</b>
4.1	Mätstationer	20
4.1.1	Mjölby	20
4.1.2	Knutsbro	20
4.1.3	Öjebro	20
4.1.4	Vågforsen	20
4.1.5	Odensfors	21
4.1.6	Svartåfors	21
4.2	Modelldata SMHI vattenwebb	23
4.2.1	Lågvattenföring	23
4.2.2	Medelvattenföring	23

RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

4.2.3	Högvattenföring	24
4.3	Varaktighetsdiagram	25
4.4	Slutsatser	26
<b>5</b>	<b>Bilaga 1 Mätstationer</b>	<b>27</b>
5.1	Motala Kraftverk – 1950	27
5.2	Malfors	28
5.3	Älvås	29
5.4	Skärblacka – 2454	30
5.5	Holmen, mätstation 2445 från SMHI och mätdata från Tekniska verken	32
5.6	Mjölby	33
5.7	Vågforsen	34
5.8	Svartåfors	35

RAPPORT

2014-08-13

**ORIGINAL**

## 1 Inledning

Sweco har inom ramen för projektet Fiskvägar i Motala Ström sammanställt information om flöden vid 14 vattenkraftsanläggningar i Motala Ström och Svartån. Svartån är ett biflöde i Motala ström som rinner ut i Motala ström vid sjön Roxen.

Inledningsvis redovisas det underlag som använts under studien och sedermera presenteras flödena per anläggning i Motala Ström, kapitel 3, och i Svartån i kapitel 4. Båda kapitlen avslutas med en översiktlig studie av flödenas varaktighet vid de olika anläggningarna. I Bilaga 1 redovisas mätserier grafiskt tillsammans med modelldata och där det förekommer även mätstationer från SMHIs vattenwebb.

Det bör framhävas att denna studie inte innefattar någon analys av nederbördsförhållanden i området och således inte heller någon jämförelse mellan exempelvis höga flöden och nederbörd. Denna typ av analys skulle dock komplettera analysen ytterligare. Data har tillhandahållits av Tekniska Verken för delar av år 2014 som dock ej redovisas i tabellerna i denna rapport då året ej är fullständigt.

## 2 Underlag för studien

Som underlag för framtagandet av karaktäristiska flöden har "Total stationskorrigerad vattenföring" ur SMHIs vattenwebb använts på dygnsbasis. För dessa data är den ackumulerade stationskorrigerade vattenföringen kalibrerad mot eventuella mätdata från flödesstation. För varje kraftverk har följande avrinningsområde identifierats i SMHIs vattenwebb, se Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Översikt över vattenkraftsanläggningar i Motala Ström samt Svartån.

Nr.	Kraftverk	Vattendrag	Id Avrinnings- område <sup>1</sup> (SMHI)	Id Mät- station (SMHI)	Mät- period	Ägare
1.	Motala (8*)	Motala Ström	4423	1950	1940- 2013	Tekniska Verken i Linköping AB
2.	Borensberg (7*)	Motala Ström	40693			Tekniska Verken i Linköping AB
3.	Malfors (6*)	Motala Ström	40684			Tekniska Verken i Linköping AB
4.	Nykvarn (5*)	Motala Ström	40680			Tekniska Verken i Linköping AB
5.	Älvås (4*)	Motala Ström	4420			Ljusfors kraft AB
6.	Skärblacka (3*)	Motala Ström	4496	2454	1989- 2013	Tekniska Verken i Linköping AB
7.	Fiskeby (2*)	Motala Ström	4510			Ljusfors kraft AB
8.	Holmen (1*)	Motala Ström	4516	2445		Holmen Kraft AB
9.	Svartåfors	Svartån, Motala Ström (1**)	40643			Tekniska Verken Linköping AB
10.	Odensfors	Svartån, Motala Ström (2**)	40643			Tekniska Verken Linköping AB
11.	Vågforsen	Svartån, Motala Ström (3**)	4249			Mjölby-Svartådalen Energi AB
12.	Öjebro	Svartån, Motala Ström (4**)	4058			Mjölby-Svartådalen Energi AB
13.	Knutsbro	Svartån, Motala Ström (5**)	4058			Mjölby-Svartådalen Energi AB
14.	Mjölby	Svartån, Motala Ström (6**)	4009			Mjölby-Svartådalen Energi AB

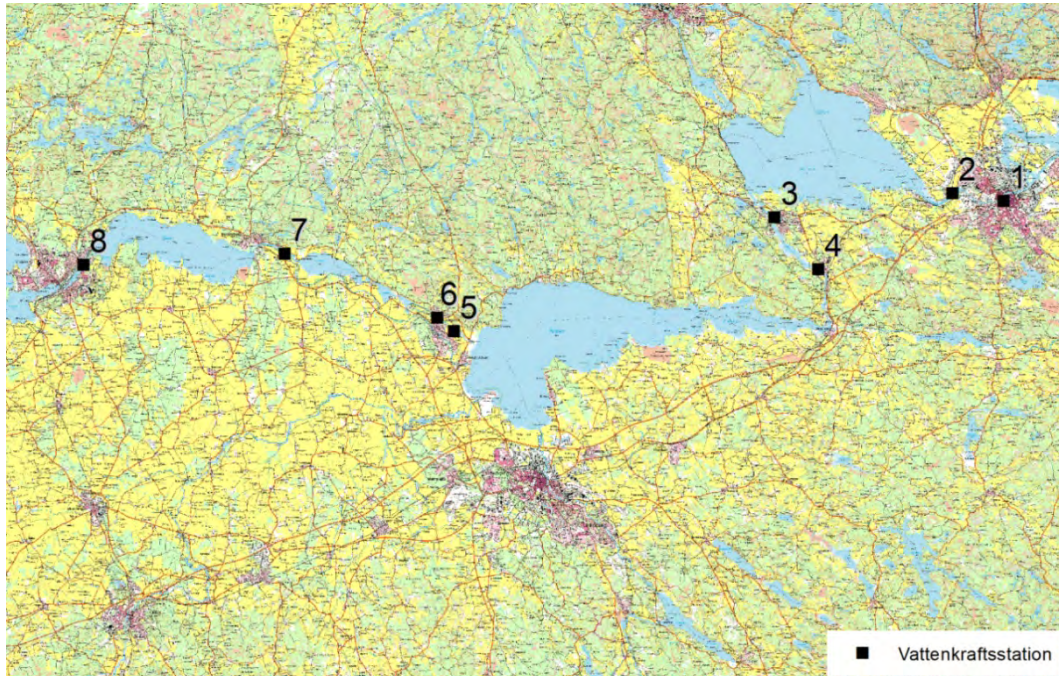
\* Anläggningsnummer i Motala Ström (Figur 2-1)

\*\* Anläggningsnummer i Svartån, Motala Ström (Figur 2-2)

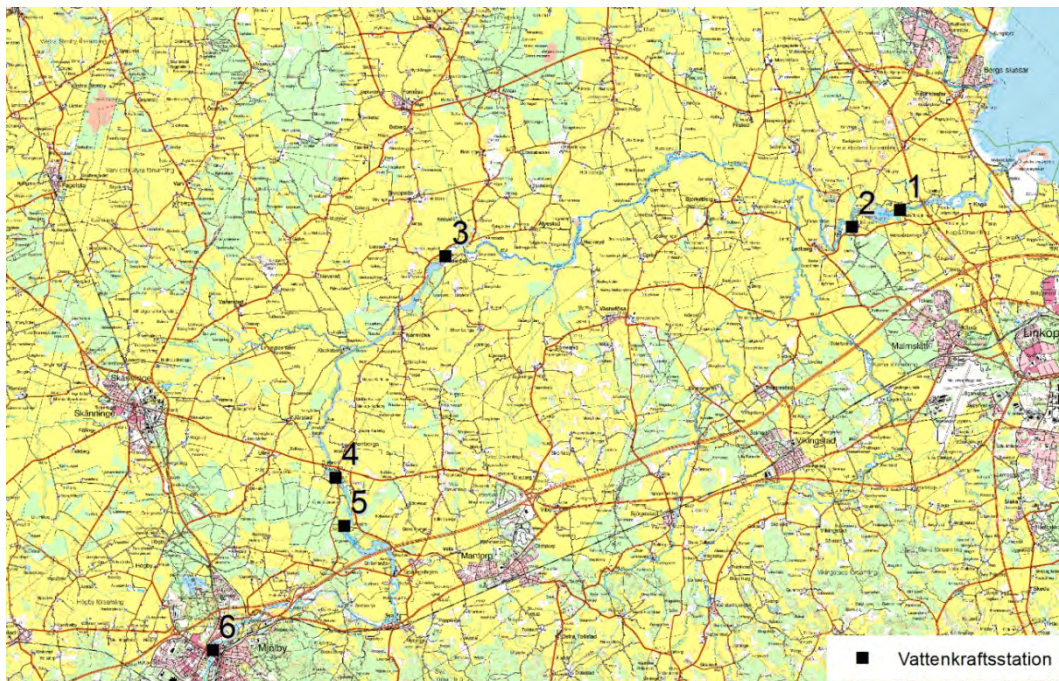
I denna studie används modellerade flöden data från SMHIs vattenwebb och SMHIs mätstationer belägna vid Motala kraftverk, Skärblacka och Holmen kraftverk. Data har även tillhandahållits från Tekniska Verken för följande stationer i Motala ström: Motala kraftverk, Malfors, Älvås, Fiskeby Holmen. För Svartån har data från följande stationer presenterats: Mjölby, Vågforsen, Svartåfors och Sommen. Alla tidsserier är av varierande längd där huvuddelen av levererade data av Tekniska Verken är från år 2001 och framåt. Generellt gäller dock att längre tidsserier ger en bättre bild över variationerna i flödena vid

<sup>1</sup> <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

respektive station. Om flödesserierna dessutom jämförs med nederbördsdata och diagram så blir bilden av situationen tydligare. Det finns bland annat tillgängliga nederbördsdata från station Holmen som inte studerats inom ramen för denna studie men som utgör en viktig kalibrerad referensstation i Motala Ström.



Figur 2-1 Översikt av anläggningar i Motala Ström (Se också Tabell 2-1).



Figur 2-2 Översikt av anläggningar i Svartån, Motala Ström (Se också Tabell 2-1).

### 3 Motala ström

#### 3.1 Mätstationer

I enlighet med SMHIs vattenwebb finns tre permanenta mätstationer i Motala Ström (Tabell 2-1). Mätvärden från dessa mätstationer tillsammans med den korrigerade totala vattenföringen enligt SMHIs vattenwebb för perioden mellan 1999-2012 presenteras grafiskt i Bilaga 1. Dessutom inkluderas också mätserier från Tekniska Verken. I detta kapitel redovisas resultaten från analysen av de olika mätstationerna.

##### 3.1.1 Motala Kraftverk, station 1950

Mätstationen för Motala kraftverk har registrerat dygnsvärden mellan 1940-01-01 och 2013-12-31. Grafiskt återfinns dessa i Bilaga 1. Tekniska Verken har tillhandahållit en mätserie med början år 1983 med dygnsdata fram till år 2013 och delar av 2014.

Följande observationer kan göras för stationen enligt Bilaga 1:

- Enligt Bilaga 1, sker en förändring i vattenföringens utseende från och med 1959-01-01 vilket hänförs till en modifiering av regleringen. Kraftverket byggdes redan 1919-1921<sup>2</sup>.
- Mätstationen överensstämmer bra med de modellvärden som SMHI presenterar i vattenwebben.
- Tekniska Verkens mätserie stämmer överrens med SMHIs mätstation 1950.

Medelvattenföringarna, högsta högvattenföringarna samt de lägsta lågvattenföringarna baserat på SMHIs mätstation 1950 redovisas i Tabell 3-1 och Figur 3-1. För Motala kraftverk, se också Bilaga 1, kan olika perioder differentieras. Från 1940 fram till 1959, perioden mellan 1959 till 1999 och efter 1999. Speciellt utmärker sig skillnaderna i den lägsta lågvattenföringen från och med 1959.

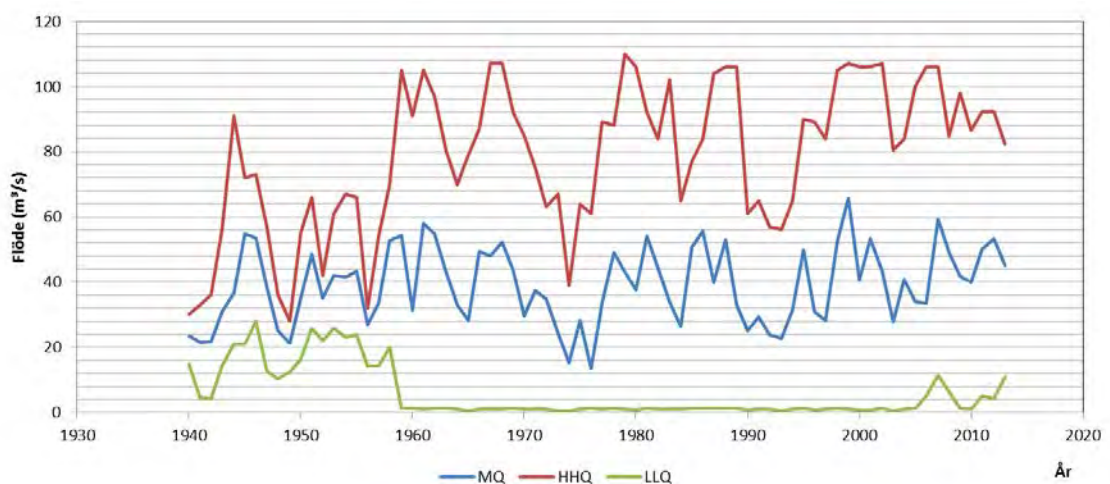
Tabell 3-1 Medelvattenföring (MQ), högsta hög- och medelhögvattenföring (HHQ och MHQ) och lägsta låg- och medellågvattenföring (LLQ och MLQ) i Motala kraftverks mätstation.

Period	År	Motala krv	Motala krv	Motala krv
		LLQ [m <sup>3</sup> /s]	MQ [m <sup>3</sup> /s]	HHQ [m <sup>3</sup> /s]
1940-1958	1940	15	24	30
	1941	4,6	22	33
	1942	4,3	22	36
	1943	14	31	56
	1944	21	37	91
	1945	21	55	72
	1946	28	53	73
	1947	13	39	57
	1948	10	25	36

<sup>2</sup> <http://vattenkraft.info/?id=360>

Period	År	Motala krv LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Motala krv MQ [m <sup>3</sup> /s]	Motala krv HHQ [m <sup>3</sup> /s]
	1949	13	21	28
	1950	16	35	55
	1951	26	49	66
	1952	22	35	42
	1953	26	42	61
	1954	23	42	67
	1955	24	43	66
	1956	14	27	32
	1957	14	34	54
	1958	20	53	70
<b>1940-1958 LLQ/ /HHQ</b>		<b>4</b>		<b>91</b>
<b>1940-1958 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>17</b>	<b>36</b>	<b>54</b>
<b>1959-1998</b>	1959	1,3	54	105
	1960	1,3	31	91
	1961	0,9	58	105
	1962	1,3	55	97
	1963	1,3	43	80
	1964	0,9	33	70
	1965	0,4	28	79
	1966	0,9	49	87
	1967	0,9	48	107
	1968	0,9	52	107
	1969	1,3	44	92
	1970	0,9	30	85
	1971	0,9	37	75
	1972	1,0	35	63
	1973	0,4	24	67
	1974	0,4	15	39
	1975	0,9	28	64
	1976	1,2	14	61
	1977	1,0	34	89
	1978	1,4	49	88
	1979	0,9	43	110
	1980	0,8	38	106
	1981	1,3	54	92
	1982	1,1	44	84
	1983	1,0	34	102
	1984	0,9	27	65
	1985	1,3	51	77
	1986	1,3	56	84
	1987	1,3	40	104
	1988	1,3	53	106
	1989	1,3	33	106
	1990	0,8	25	61
	1991	0,9	29	65
	1992	1,1	24	57
	1993	0,6	23	56
	1994	1,0	32	65
	1995	1,2	50	90
	1996	0,8	31	89
	1997	1,0	28	84
	1998	1,3	53	105
<b>1959-1998 LLQ/ /MHQ</b>		<b>0,4</b>		<b>110</b>
<b>1959-1998 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>1,0</b>	<b>38</b>	<b>84</b>

Period	År	Motala krv	Motala krv	Motala krv
		LLQ [m <sup>3</sup> /s]	MQ [m <sup>3</sup> /s]	HHQ [m <sup>3</sup> /s]
1999-2013	1999	1,0	66	107
	2000	0,8	41	106
	2001	0,8	53	106
	2002	1,2	43	107
	2003	0,6	28	81
	2004	0,9	41	84
	2005	1,2	34	100
	2006	5,2	34	106
	2007	12	59	106
	2008	6,4	49	85
	2009	1,3	42	98
	2010	1,1	40	86
	2011	5,3	50	92
	2012	4,5	53	92
2013	11	45	82	
1999-2013 LLQ/ /HHQ)		<b>0,6</b>		<b>107</b>
1999-2013 MLQ/MQ/MHQ		<b>3,5</b>	<b>45</b>	<b>96</b>
Hela serien				
LLQ/ /HHQ		<b>0,4</b>		<b>110</b>
MLQ/MQ/MHQ		<b>5,7</b>	<b>39</b>	<b>79</b>



Figur 3-1 MQ, HHQ, LLQ per år för Motala kraftverk för perioden mellan 1940-2013.

### 3.1.2 Borensberg

Denna anläggning har ej någon mätstation, varför SMHIs modelldata för denna station presenteras i kapitel 3.2.

### 3.1.3 Malfors

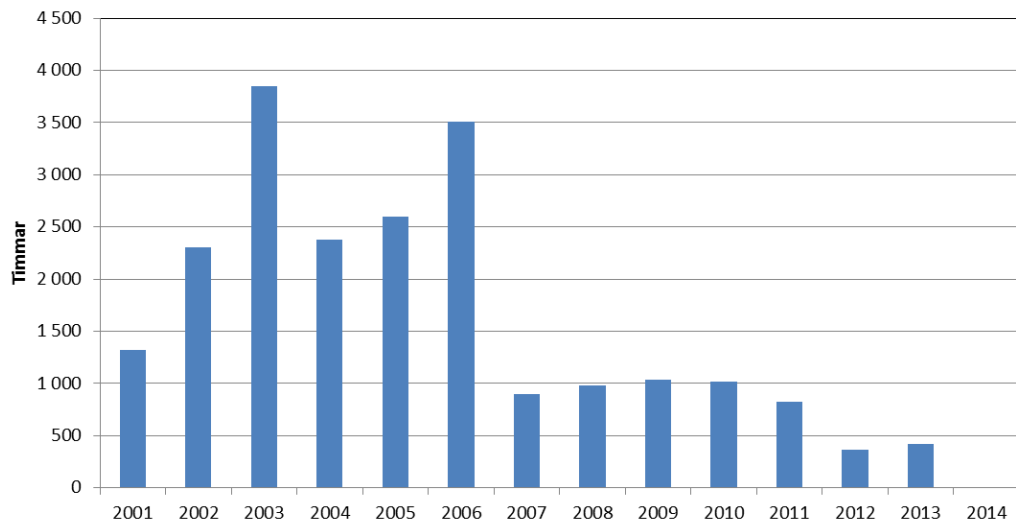
Tekniska Verken har tillhandahållit följande mätvärden för Malfors vars tidsserie sträcker sig från år 2001 fram till 2013 och delar av 2014. Dessa data motsvarar Malfors medeltappning per timme genom stationen men återspeglar ej det spillflöde som kan ske genom den naturliga å-fåran. Spillflöde förekommer väldigt sällan och väldigt få timmar. Lägsta lågvattenföring-, medelvattenföring och högsta högvattenföring presenteras årsvis i Tabell 3-2. Hela mätserien presenteras grafiskt i Bilaga 1.

Tabell 3-2 Lägsta låg-, medel- och högsta högvattenföring vid Malfors kraftstation för perioden mellan 2001 och 2013.

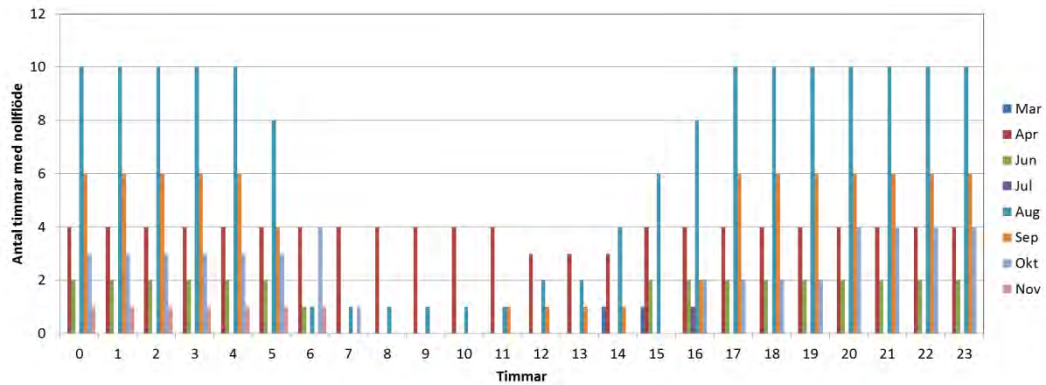
År	Malfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Malfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	Malfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]
2001	0,0	54	84
2002	0,0	45	83
2003	0,0	30	82
2004	0,0	43	82
2005	0,0	35	81
2006	0,0	35	82
2007	0,0	61	89
2008	0,0	51	81
2009	0,0	43	82
2010	0,0	43	82
2011	0,0	52	82
2012	0,0	54	86
2013	0,0	44	82
<b>LLQ/ /HHQ</b>	<b>0,0</b>		<b>89</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>	<b>0,0</b>	<b>45</b>	<b>83</b>

Enligt ovanstående tabell är lägsta lågvattenföringen genom stationen noll. Nolltappning förekommer enligt Tekniska Verkens tidsserie varje år.

Antalet timmar med nollflöden varierar mellan åren, med en minskande trend för de senare åren se Figur 3-2. Exempelvis för år 2013 fördelas huvudsakligen nolltappningen till eftermiddagar och nätter, se Figur 3-3.



Figur 3-2 Antalet timmar med nollflöden för varje år mellan 2001 och 2013.



Figur 3-3 Totala antalet timmar med nollflöden fördelat över dygnet och per månad för år 2013. Inga nollflöden förekommer för januari, februari och december för detta år.

Om nolltappningen inte beaktas för den lägsta lågvattenföringen så erhålls följande resultat, se Tabell 3-3.

Tabell 3-3 Lägsta låg-, medel- och högsta högvattenföring vid Malfors kraftstation exklusive nolltappning per månad.

Månad	Malfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Malfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	Malfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]
1	0,1	59	83
2	0,1	66	84
3	0,0	64	84
4	0,0	54	84
5	0,0	44	84
6	0,1	46	85
7	0,1	55	89
8	0,0	61	87
9	0,0	57	87
10	0,0	52	83
11	0,0	52	84
12	0,0	54	82
<b>LLQ/ /HHQ</b>	<b>0,0</b>		<b>89</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>	<b>0,0</b>	<b>55</b>	<b>85</b>

### 3.1.4 Nykvarn

Denna anläggning har ej någon mätstation, varför SMHIs modelldata för denna station presenteras i kapitel 3.2.

### 3.1.5 Älvås

Mätdata från Älvås station för dygnsmedeltappning har tillhandahållits från Tekniska Verken. Enligt Tekniska Verken motsvarar denna tappning också den tappning som går genom Skärblacka. Vidare anger Tekniska Verken att flödena i denna station och Skärblacka är beroende av utflödet ur sjön Roxen. Flödesuppgifter med bättre precision än de som tillhandahållits för Älvås finns att tillgå. Mätdata presenteras grafiskt i Bilaga 1. I Tabell 3-4 presenteras LLQ, MQ samt HHQ i Älvås station. Noterbart är det högsta värdet på vattenföring som registrerats i ursprungliga serien till 771 m<sup>3</sup>/s under vecka 2 år 1980. Dock så är flödet dagen innan 76,4 m<sup>3</sup>/s och dagen efter 77,3 m<sup>3</sup>/s, varför det är troligt att det rätta värdet är 77,1 m<sup>3</sup>/s. Högsta högvattenföringen för år 1980 blir då 194,86 m<sup>3</sup>/s.

Tabell 3-4 Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring- och högsta högvattenföring vid Älvås kraftstation.

Period	År	Älvås LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås MQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås HHQ [m <sup>3</sup> /s]
<b>1941-1988</b>	1941	2,1	40	103
	1942	0	48	99
	1943	6,8	64	117
	1944	5,2	89	212
	1945	23	120	183
	1946	5,4	116	177
	1947	4,1	65	189
	1948	1,6	58	107

Period	År	Älvås LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås MQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås HHQ [m <sup>3</sup> /s]
	1949	0,0	33	86
	1950	3,6	77	149
	1951	4,0	102	265
	1952	3,6	67	132
	1953	5,2	88	130
	1954	4,9	81	164
	1955	5,6	84	150
	1956	0,0	48	143
	1957	2,7	68	118
	1958	9,0	107	169
	1959	5,4	103	338
	1960	2,7	73	227
	1961	21	104	227
	1962	0,0	101	144
	1963	0,0	76	143
	1964	4,1	50	109
	1965	4,8	51	65
	1966	4,8	118	255
	1967	11	105	158
	1968	22	97	167
	1969	17	86	192
	1970	16	67	183
	1971	19	67	129
	1972	19	63	110
	1973	15	37	70
	1974	13	48	118
	1975	11	69	139
	1976	2,6	20	46
	1977	2,7	90	197
	1978	8,6	104	208
	1979	14	90	145
	1980	8,6	80	195
	1981	22	97	190
	1982	17	83	167
	1983	17	59	121
	1984	17	54	103
	1985	58	117	220
	1986	21	105	207
	1987	0,0	68	101
	1988	51	99	187
<b>1941-1988 LLQ/</b>	<b>/HHQ</b>	<b>0</b>		<b>338</b>
<b>1941-1988 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>11</b>	<b>78</b>	<b>157</b>
<b>1989-2013</b>	1989	20	53	124
	1990	21	49	96
	1991	23	57	126
	1992	20	46	95
	1993	20	46	102
	1994	20	68	138
	1995	21	104	153
	1996	20	63	120
	1997	20	58	127
	1998	23	120	177
	1999	22	116	202

Period	År	Älvås LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås MQ [m <sup>3</sup> /s]	Älvås HHQ [m <sup>3</sup> /s]
	2000	19	76	189
	2001	21	104	203
	2002	19	91	169
	2003	23	59	121
	2004	18	81	158
	2005	12	72	154
	2006	26	74	153
	2007	52	118	206
	2008	19	86	151
	2009	17	71	131
	2010	38	90	182
	2011	23	94	168
	2012	20	94	140
	2013	23	81	169
<b>1989-2013 LLQ/ /HHQ</b>		<b>12</b>		<b>206</b>
<b>1989-2013 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>22</b>	<b>79</b>	<b>150</b>
<b>Hela serien</b>				
<b>LLQ/ /HHQ</b>		<b>0</b>		<b>338</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>15</b>	<b>78</b>	<b>155</b>

### 3.1.6 Skärblacka, station 2454

Mätstationen Skärblacka har registrerat dygnsvärden mellan 1989-09-19 till 2013-12-31. Grafiskt återfinns dessa i Bilaga 1. Det kan observeras att stationen ligger precis vid Skärblacka kraftverk och att uppströms så finns ett utskov som bräddar vatten som följaktligen inte registreras vid SMHIs mätstation. Tekniska Verken anger att SMHIs station i Skärblacka har större noggrannhet än de data som presenteras från Tekniska verken.

Genom inspektion av graferna i Bilaga 1 så observeras inga onormala tendenser under perioden. I följande tabuleras årsmedelvärdena samt årshögsta och årslägst värdena för perioden mellan 1989 till 1999 och mellan 1999 till 2013. I Bilaga 1 redovisas också en jämförelse mellan flödena i Älvås (Tekniska Verkens data) och Skärblacka station (SMHI mätstation), där det kan observeras att de båda flödesserierna för den gemensamma tidsperioden har god överensstämmelse.

Tabell 3-5 Medelvattenföring, högsta högvattenföring och lägsta lågvattenföring i Skärblacks kraftverks mätstation.

Period	År	2454 Skärblacks LLQ [m <sup>3</sup> /s]	2454 Skärblacks MQ [m <sup>3</sup> /s]	2454 Skärblacks HHQ [m <sup>3</sup> /s]
<b>1989-1998</b>	1989	20	32	53
	1990	21	49	96
	1991	22	57	126
	1992	20	46	95
	1993	20	46	102
	1994	20	69	138
	1995	20	103	153
	1996	20	63	120
	1997	20	58	127
	1998	23	120	177
<b>1989-1998 LLQ/ /HHQ</b>		<b>20</b>		<b>177</b>
<b>1989-1998 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>21</b>	<b>64</b>	<b>119</b>
<b>1999-2013</b>	1999	22	116	202
	2000	19	76	188
	2001	21	104	203
	2002	19	91	169
	2003	23	59	121
	2004	18	82	158
	2005	12	72	154
	2006	28	75	153
	2007	52	118	206
	2008	19	86	151
	2009	17	71	131
	2010	38	90	182
	2011	23	94	168
	2012	20	94	140
2013	23	81	169	
<b>1999-2013 LLQ/ /HHQ</b>		<b>12</b>		<b>206</b>
<b>1999-2013 MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>24</b>	<b>87</b>	<b>166</b>
<b>Hela serien</b>				
<b>LLQ/ /HHQ</b>		<b>12</b>		<b>206</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>22</b>	<b>78</b>	<b>147</b>

### 3.1.7 Fiskeby - Holmen, station 2445

Dygnsvärden från SMHIs mätstation 2445 från 1990-12-11 till 2013-12-31 har erhållits från SMHIs vattenwebb. Denna information har också kompletterats med mätvärden från Tekniska Verken där mätserien sträcker sig från 1950-2013 och delar av 2014. De båda serierna stämmer väl överrens frånsett enstaka år där lägsta lågvattenföringen och medelvattenföringen skiljer sig en del, se Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Medelvattenföring, högsta högvattenföring och lägsta lågvattenföring i Fiskeby Holmen kraftverks mätstation och Tekniska Verkens mätserie. 1950-2013.

Period	År	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, LLQ [m³/s]	Holmen 2445 LLQ [m³/s]	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, MQ [m³/s]	Holmen 2445 MQ [m³/s]	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, HHQ [m³/s]	Holmen 2445 HHQ [m³/s]
1950-1989	1950	7,3		99		210	
	1951	12		123		343	
	1952	7,2		78		167	
	1953	8,2		100		163	
	1954	7,6		94		208	
	1955	6,8		90		177	
	1956	5,9		60		126	
	1957	6,8		84		139	
	1958	48		124		239	
	1959	7,6		121		327	
	1960	6,0		98		292	
	1961	13		120		291	
	1962	26		124		200	
	1963	7,7		89		191	
	1964	4,8		62		160	
	1965	8,0		63		93	
	1966	25		132		357	
	1967	20		129		229	
	1968	22		112		247	
	1969	9,0		103		231	
	1970	10		84		262	
	1971	10		78		164	
	1972	22		77		163	
	1973	6,0		46		133	
	1974	7,0		66		179	
	1975	7,0		86		190	
	1976	6,0		23		50	
	1977	21		110		276	
	1978	27		125		290	
	1979	30		104		250	
	1980	7,0		93		255	
	1981	25		118		255	
	1982	8,0		96		236	
1983	7,0		73		165		
1984	7,0		65		185		
1985	0,0		128		332		
1986	36		118		276		
1987	0,0		77		113		
1988	49		120		226		

Period	År	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, LLQ [m³/s]	Holmen 2445 LLQ [m³/s]	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, MQ [m³/s]	Holmen 2445 MQ [m³/s]	Holmen Fiskeby Tekniska Verken, HHQ [m³/s]	Holmen 2445 HHQ [m³/s]
	1989	20		61		132	
<b>1950-1989</b>		<b>0,0</b>				<b>357</b>	
<b>LLQ/ /HHQ</b>		<b>14</b>		<b>94</b>		<b>213</b>	
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>							
<b>1990-2013</b>	1990	19	36	53	83	124	124
	1991	24	24	66	66	149	149
	1992	7,0	7,0	53	53	131	130
	1993	9,0	7,3	54	54	130	130
	1994	16	16	83	82	176	176
	1995	20	20	125	125	187	187
	1996	17	17	74	73	150	150
	1997	6,5	6,5	69	69	152	152
	1998	28	17	136	135	201	201
	1999	8,1	8,1	131	130	245	245
	2000	8,7	8,7	98	97	239	239
	2001	17	17	119	120	232	232
	2002	17	17	105	105	203	203
	2003	20	20	66	66	130	130
	2004	19	19	94	94	172	172
	2005	18	18	82	83	162	170
	2006	20	20	88	88	196	196
	2007	18	18	133	133	223	223
	2008	35	35	104	104	186	186
	2009	17	17	90	90	167	167
	2010	18	18	114	114	228	228
	2011	25	25	113	113	201	201
	2012	23	23	115	115	181	181
	2013	15	15	99	99	198	197
<b>1990-2013</b>		<b>6,5</b>	<b>6,5</b>			<b>245</b>	<b>245</b>
<b>LLQ/ /HHQ</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>182</b>	<b>182</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>							
<b>Hela serien</b>							
<b>LLQ/ /HHQ</b>		<b>0</b>				<b>357</b>	
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>		<b>16</b>		<b>95</b>		<b>203</b>	

Slutligen kan nämnas att Tekniska Verken anger att stationen vid Holmen (inte Fiskeby – Holmen som presenteras här) utgör en kalibrerad referensstation vilket innebär att precisionen är god och värdena mer tillförlitliga samt att värden levereras till SMHI.

## 3.2 Modelldata SMHI vattenwebb

### 3.2.1 Lågvattenföring

I följande Tabell 3-7 redovisas lägsta lågvattenföring (LLQ) för de olika avrinningsområdena per år och slutligen dess medellågvattenföring (MLQ).

Tabell 3-7 lägsta lågvattenföringar per år och medellågvattenföringen för varje område för perioden 1999-2012 (modelldata, SMHI) för 8 vattenkraftsstationer i Motala Ström.

År	4423 Motala krv LLQ [m <sup>3</sup> /s]	40693 Borens- berg LLQ [m <sup>3</sup> /s]	40684 Malfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	40680 Nykvarn LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4420 Älvås LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4496 Skär- blacka LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4510 Fiskeby LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4516 Holmen LLQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	1,0	11	34	15	37	22	43	9
2000	0,8	3,3	33	4,2	15	19	26	10
2001	0,8	10	31	12	25	21	32	18
2002	1,2	5,1	28	6,3	21	19	26	18
2003	0,6	6,3	24	8,1	31	23	38	21
2004	0,9	7,3	31	10	26	18	31	20
2005	1,2	11	26	15	29	12	41	20
2006	5,2	11	20	14	40	28	45	20
2007	12	22	39	27	54	52	67	20
2008	6,4	11	29	14	37	19	35	36
2009	1,3	9,0	26	14	41	17	42	18
2010	1,1	4,5	34	7,3	43	38	52	20
2011	5,3	6,4	37	10	46	23	49	26
2012	4,5	8,5	38	17	44	20	51	25
<b>LLQ</b>	0,6	3,3	20	4,2	15	12	26	9,0
<b>MLQ</b>	3,0	9,0	31	12	35	24	41	20

### 3.2.2 Medelvattenföring

I denna sektion presenteras medelvattenföringen som bestämts med hjälp av modellerade dygnsdata från SMHIs vattenwebb. Detta resultat presenteras i Tabell 3-8.

Tabell 3-8 Årsmedelvattenföring för perioden 1999-2012 (modelldata, SMHI) för 8 vattenkraftsstationer i Motala Ström.

År	4423 Motala krv MQ [m <sup>3</sup> /s]	40693 Borens- berg MQ [m <sup>3</sup> /s]	40684 Malfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	40680 Nykvarn MQ [m <sup>3</sup> /s]	4420 Älvås MQ [m <sup>3</sup> /s]	4496 Skär- blacka MQ [m <sup>3</sup> /s]	4510 Fiskeby MQ [m <sup>3</sup> /s]	4516 Holmen MQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	66	67	61	67	112	116	135	130
2000	41	42	46	43	73	76	97	97
2001	53	54	52	55	99	104	123	120
2002	43	45	46	45	88	91	109	105
2003	28	29	36	29	60	59	69	66
2004	41	42	42	42	79	82	96	94
2005	34	35	42	35	71	71	85	83
2006	34	35	34	35	73	75	90	88
2007	59	61	54	61	114	118	133	133
2008	49	50	49	51	87	86	103	104
2009	42	43	43	43	76	71	86	90
2010	40	41	46	42	90	90	108	114
2011	50	51	48	52	95	94	110	114
2012	53	55	52	55	96	94	111	115
<b>MQ</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>104</b>	<b>104</b>

### 3.2.3 Högvattenföring

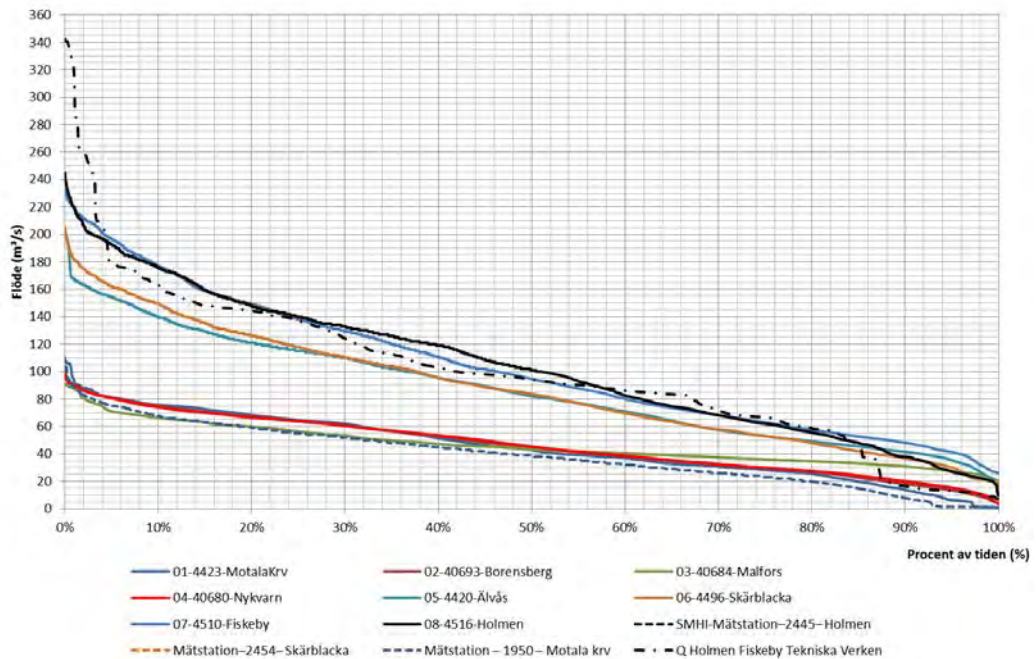
I följande Tabell 3-9 redovisas högsta högvattenföring (HHQ) för de olika avrinningsområdena per år och slutligen medelhögvattenföring (MHQ).

Tabell 3-9 Högsta högvattenföring för perioden 1999-2012 per år och område (modelldata, SMHI) för 8 vattenkraftsstationer i Motala Ström.

År	4423 Motala krv HHQ [m <sup>3</sup> /s]	40693 Borensberg HHQ [m <sup>3</sup> /s]	40684 Malfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]	40680 Nykvarn HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4420 Älvås HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4496 Skärblacka HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4510 Fiskeby HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4516 Holmen HHQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	107	102	91	98	169	202	232	245
2000	106	97	73	92	156	188	232	239
2001	106	87	82	87	170	203	225	232
2002	107	93	71	86	150	169	199	203
2003	81	76	57	73	115	121	119	130
2004	84	83	64	82	145	158	178	172
2005	100	83	64	81	146	154	174	170
2006	106	104	55	97	142	153	185	196
2007	106	93	74	92	201	206	210	223
2008	85	84	71	85	149	151	178	186
2009	98	76	69	76	124	131	149	167
2010	86	83	66	79	166	182	225	228
2011	92	85	69	83	160	168	189	201
2012	92	89	78	87	146	140	170	181
<b>HHQ</b>	107	104	91	98	201	206	232	245
<b>MHQ</b>	97	88	70	86	153	166	190	198

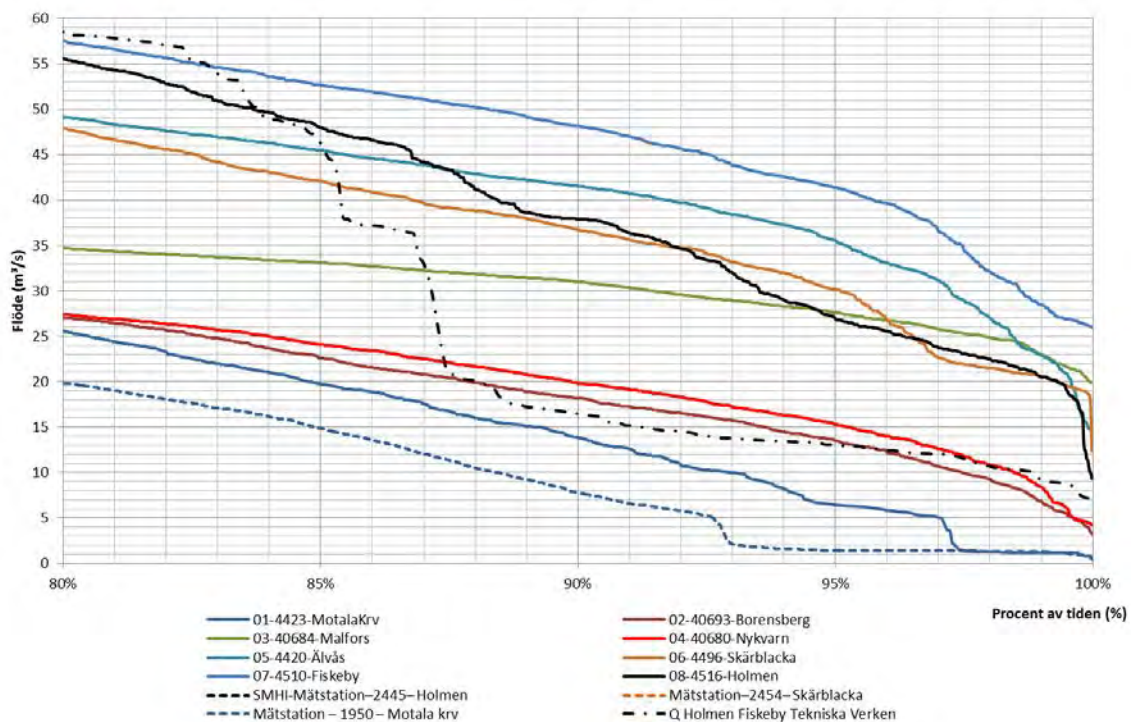
### 3.3 Varaktighetsdiagram

Här har översiktliga varaktighetsdiagram tagits fram för att ge en bild över flödenas varaktighet i de olika punkterna utmed Motala ström. Det betonas att dessa kurvor är preliminära och bör därför verifieras i senare skeden av projektet för fisktrappor och mer detaljerad data inkluderas. Kurvorna presenteras i Figur 3-4 och en detaljfigur över de lägre intervallen av flöden presenteras också i Figur 3-5.



Figur 3-4 Varaktighetsdiagram för flöden i olika punkter utmed Motala ström.

Flödesintervallet mellan 80-100% varaktighet presenteras i nedanstående Figur 3-5.



Figur 3-5 Diagram för flöden med en varaktighet i intervallet mellan 80-100% av tiden i olika punkter utmed Motala ström.

### 3.4 Slutsatser

Tre typer av data har analyserats: SMHIs stationskorrigerade modelldata för perioden mellan 1999-2013; SMHIs mätstationer samt data från Tekniska Verken AB.

Skillnader kan observeras mellan de olika data som presenteras. Tekniska Verkens mätdata stämmer bra med SMHIs mätvärden med undantag för Fiskeby – Holmen, se kapitel 3.1.7, där vissa skillnader kan utläsas och där Tekniska verken rekommenderar att referensstationen Holmen inkluderas i studien.

Då flöden för fiskvägar väljs bör framförallt mätvärden utgöra grunden för valet och där dessa inte finns bör en bedömning göras av rimliga värden i förhållande till uppströms och nedströms liggande anläggningar.

Flödenas varaktighet i vattendragen bör valideras och mer detaljerade data tas in från dammägare. Ett nära samarbete är därför nödvändigt med inblandade parter för att säkerställa att validerade flödesserier används.

## 4 Svartån

### 4.1 Mätstationer

#### 4.1.1 Mjölby

Tekniska Verken har tillhandahållit medelflöden per vecka för Mjölby. Serien sträcker sig från år 2001 till 2013 och delar av 2014 och presenteras grafiskt i Bilaga 1. Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring redovisas årsvis i följande Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring för perioden 2001-2013 per år i Mjölby.

År	Tekniska Verken, Mjölby LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Tekniska Verken, Mjölby MQ [m <sup>3</sup> /s]	Tekniska Verken, Mjölby HHQ [m <sup>3</sup> /s]
2001	3,8	16	38
2002	3,8	16	40
2003	4,0	10	24
2004	3,2	14	32
2005	4,0	14	27
2006	3,5	14	52
2007	6,5	25	88
2008	2,5	16	47
2009	3,0	12	27
2010	7,0	18	40
2011	4,5	17	43
2012	6,0	18	35
2013	5,8	12	34
<b>LLQ/ /HQ</b>	<b>2,5</b>		<b>88</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>	<b>4,4</b>	<b>16</b>	<b>41</b>

#### 4.1.2 Knutsbro

Denna anläggning har ej någon mätstation, varför SMHIs modelldata för denna station presenteras i kapitel 4.2.

#### 4.1.3 Öjebro

Denna anläggning har ej någon mätstation, varför SMHIs modelldata för denna station presenteras i kapitel 4.2.

#### 4.1.4 Vågforsen

Tekniska Verken har tillhandahållit medelflöden per vecka för Vågforsen. Serien sträcker sig från år 2001 till 2014 och presenteras grafiskt i Bilaga 1. Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring redovisas årsvis i följande Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring för perioden 2001-2013 per år i Vågforsen.

År	Vågforsen LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Vågforsen MQ [m <sup>3</sup> /s]	Vågforsen HHQ [m <sup>3</sup> /s]
2001	3,5	18	46
2002	3,8	18	48
2003	4,0	12	32
2004	3,3	17	36
2005	4,0	15	33
2006	3,5	16	57
2007	7,5	28	100
2008	2,7	19	57
2009	3,3	13	31
2010	8,0	20	45
2011	5,0	19	45
2012	6,0	20	47
2013	5,9	14	38
<b>LLQ/ /HHQ</b>	<b>2,7</b>		<b>100</b>
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>	<b>4,7</b>	<b>18</b>	<b>47</b>

#### 4.1.5 Odensfors

Denna anläggning har ej någon mätstation, varför SMHIs modelldata för denna station presenteras i kapitel 4.2.

#### 4.1.6 Svartåfors

Tekniska Verken har tillhandahållit dygnsmedelflöden för Svartåfors. Serien sträcker sig från år 2001 till 2013 och delar av 2014 och presenteras grafiskt i Bilaga 1. Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring redovisas årsvis i följande Tabell 4-3. Dock bör det påpekas att en viktig begränsning gällande högvattenföringen är att de flöden som överskrider 60 m<sup>3</sup>/s observeras och noteras manuellt och därför kan serien inte anses vara heltäckande. Detta är troligtvis anledningen till att högsta högflödet för Mjölby och Vågforsen är år 2007 medan för Svartåfors är det år 2010.

Tabell 4-3 Lägsta lågvattenföring, medelvattenföring och högsta högvattenföring för perioden 2001-2013 per år i Svartåfors.

År	Svartåfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	Svartåfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	Svartåfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]
2001	0,8	21	99
2002	0,4	22	99
2003	0,4	14	51
2004	2,0	20	92
2005	1,6	17	52
2006	1,4	19	53
2007	6,3	27	53
2008	1,8	19	53
2009	3,0	16	44
2010	4,1	23	105
2011	1,0	20	31
2012	2,9	21	32
2013	0,0	14	31
<b>LLQ/ /HHQ</b>	0,0		105
<b>MLQ/MQ/MHQ</b>	2,0	19	61

## 4.2 Modelldata SMHI vattenwebb

I följande kapitel kan lågvattenföringar, medelvattenföringar- och högvattenföringarna studeras för de modelldata som finns tillgängligt på SMHIs vattenwebb. Det kan nämnas att de värden som används är stationskorrigerade värden, där Knutsbro och Öjebro har samma flöden vilket också är fallet för Odensfors och Svartåfors.

### 4.2.1 Lågvattenföring

I följande Tabell 4-4 redovisas lägsta lågvattenföring (LLQ) för de olika avrinningsområdena per år och slutligen respektive medellågvattenföring (MLQ).

Tabell 4-4 lägsta lågvattenföringar per år och medellågvattenföringen för perioden 1999-2012 (modelldata, SMHI) för 6 vattenkraftstationer i Svartån.

År	40643 Svartåfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	40643 Odensfors LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4249 Vågforsen LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4058 Öjebro LLQ [m <sup>3</sup> /s]	1458 Knutsbro LLQ [m <sup>3</sup> /s]	4009 Mjölby LLQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	4,5	4,5	4,1	4,0	4,0	3,9
2000	5,2	5,2	4,7	4,3	4,3	4,2
2001	4,6	4,6	4,3	4,1	4,1	4,1
2002	4,9	4,9	4,5	4,2	4,2	4,1
2003	4,9	4,9	4,3	4,0	4,0	3,9
2004	5,3	5,3	4,5	4,3	4,3	4,2
2005	3,7	3,7	5,2	4,8	4,8	4,7
2006	5,5	5,5	4,9	4,6	4,6	4,6
2007	8,3	8,3	7,4	7,0	7,0	6,9
2008	4,7	4,7	4,2	4,0	4,0	4,0
2009	5,1	5,1	4,5	4,0	4,0	3,9
2010	7,3	7,3	6,5	6,1	6,1	5,9
2011	6,8	6,8	6,0	5,6	5,6	5,6
2012	7,4	7,4	6,7	6,4	6,4	6,4
<b>LLQ</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>
<b>MLQ</b>	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	<b>5,1</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>

### 4.2.2 Medelvattenföring

I denna sektion presenteras medelvattenföringen som bestämts med hjälp av modellerade dygnsdata från SMHIs vattenwebb. Detta resultat presenteras i Tabell 4-5.

Tabell 4-5 Årsmedelvattenföring för perioden 1999-2012 (modelldata, SMHI) för 6 vattenkraftstationer i Svartån.

År	40643 Svartåfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	40643 Odensfors MQ [m <sup>3</sup> /s]	4249 Vågforsen MQ [m <sup>3</sup> /s]	4058 Öjebro MQ [m <sup>3</sup> /s]	1458 Knutsbro MQ [m <sup>3</sup> /s]	4009 Mjölby MQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	22	22	19	17	17	17
2000	17	17	14	12	12	12
2001	22	22	18	17	17	17
2002	23	23	19	18	18	17
2003	16	16	13	12	12	11
2004	21	21	17	16	16	15
2005	17	17	16	15	15	15
2006	21	21	17	16	16	16
2007	33	33	29	27	27	27
2008	21	21	18	17	17	17
2009	17	17	14	13	13	13
2010	26	26	21	20	20	19
2011	24	24	20	19	19	19
2012	25	25	21	19	19	19
<b>MQ</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>

#### 4.2.3 Högvattenföring

I följande Tabell 4-6 redovisas högsta högvattenföring (HHQ) för de olika avrinningsområdena per år och slutligen respektive medelhögvattenföring (MHQ).

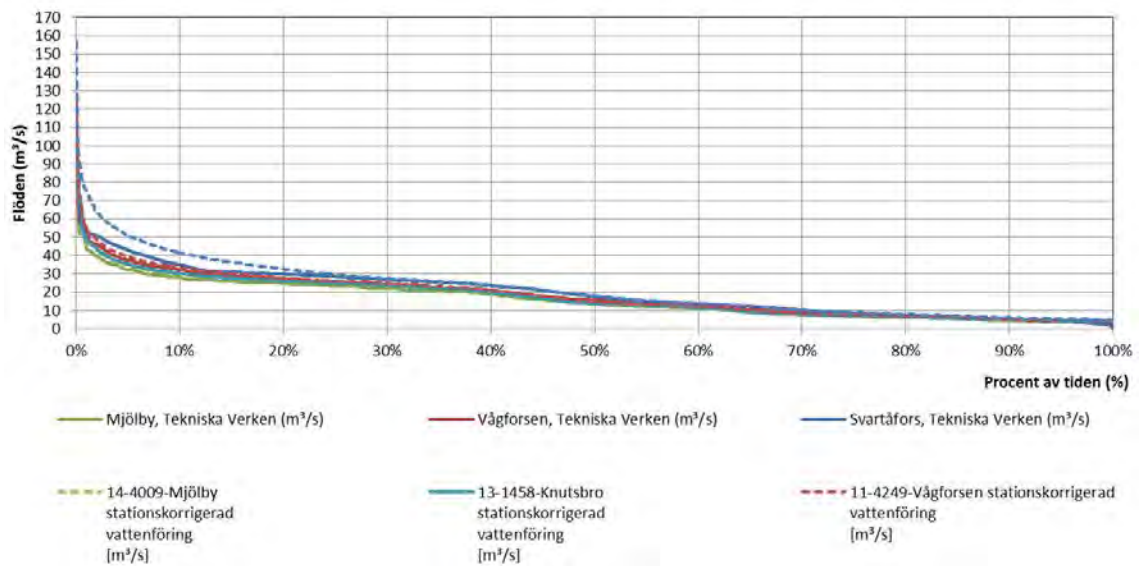
Tabell 4-6 Högsta högvattenföringar per år och medelhögvattenföring för varje punkt för perioden 1999-2012 (modelldata, SMHI) för 6 vattenkraftsstationer i Svartån.

År	4009 Mjölby HHQ [m <sup>3</sup> /s]	1458 Knutsbro HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4058 Öjebro HHQ [m <sup>3</sup> /s]	4249 Vågforsen HHQ [m <sup>3</sup> /s]	40643 Odensfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]	40643 Svartåfors HHQ [m <sup>3</sup> /s]
1999	54	55	55	64	88	88
2000	31	31	31	35	47	47
2001	43	45	45	60	94	94
2002	47	48	48	58	81	81
2003	32	33	33	41	75	75
2004	33	34	34	43	72	72
2005	32	32	32	38	50	50
2006	50	50	50	54	68	68
2007	106	108	108	124	160	160
2008	53	54	54	58	69	69
2009	29	30	30	34	43	43
2010	41	42	42	55	101	101
2011	40	41	41	50	75	75
2012	40	42	42	54	88	88
<b>HHQ</b>	<b>106</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>124</b>	<b>160</b>	<b>160</b>
<b>MHQ</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>79</b>	<b>79</b>

### 4.3 Varaktighetsdiagram

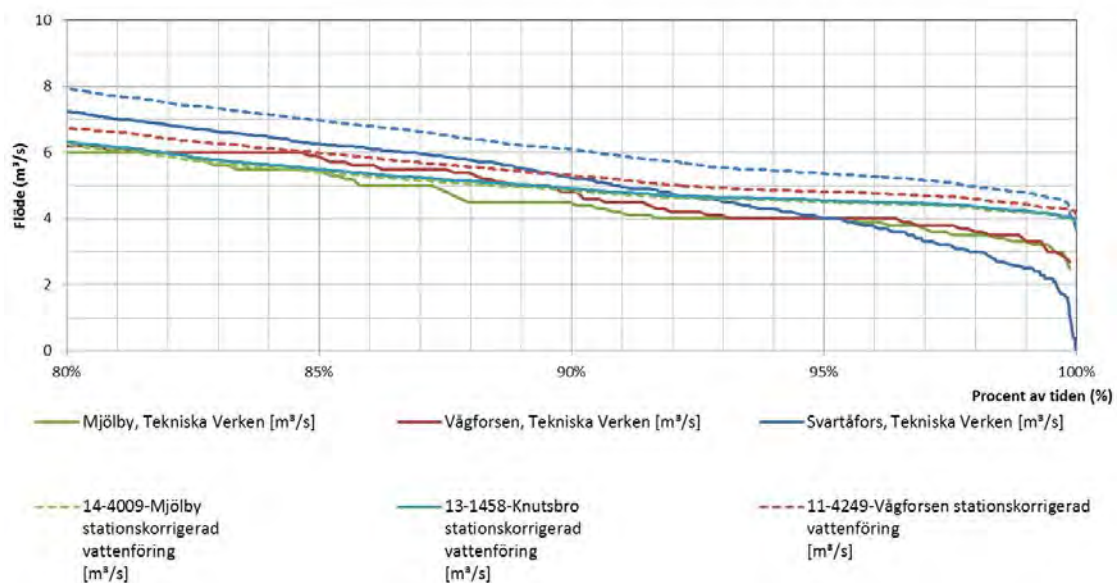
Här har översiktliga varaktighetsdiagram tagits fram för att ge en bild över flödenas varaktighet i de olika punkterna utmed Motala ström. Det betonas att dessa kurvor är preliminära och bör därför verifieras i senare skeden av projekten för fisktrappor och mer detaljerad data inkluderas. Kurvorna presenteras i Figur 4-1 och en detaljfigur över de lägre intervallen av flöden presenteras också i Figur 4-2.

Det kan nämnas att de värden som använts från SMHI är stationskorrigerade värden där Knutsbro och Öjebro har samma flöden vilket också gäller för Odensfors och Svartåfors. Av denna anledning så presenteras endast Knutsbro och Svartåfors i figurerna.



Figur 4-1 Varaktighetsdiagram för flödena (m³/s) vid de olika vattenkraftsanläggningarna i Svartån.

I motsats till Motala Ström så stämmer värdena mellan mätserier och modellerade flöden bättre överens i Svartån.



Figur 4-2 Varaktighetsdiagram för flödena (m<sup>3</sup>/s) för intervallet mellan 80-100% vid olika vattenkraftsanläggningarna i Svartån.

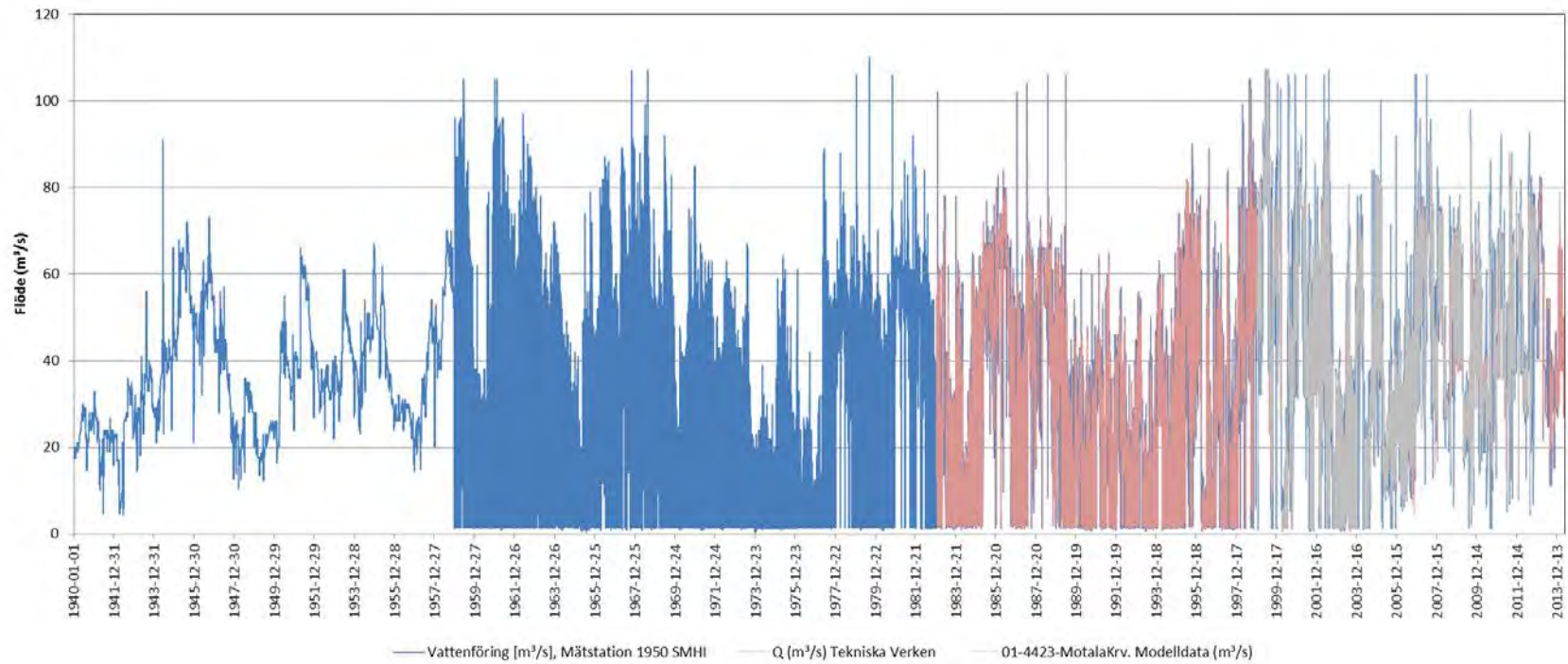
#### 4.4 Slutsatser

Två typer av data har analyserats: SMHIs stationskorrigerade modelldata för perioden mellan 1999-2013 samt data från Tekniska Verken AB.

Det kan nämnas att de värden som använts från SMHI är stationskorrigerade värden där Knutsbro och Öjebro har samma flöden vilket också gäller för Odensfors och Svartåfors. Vidare stämmer SMHIs modelldata väl med Tekniska Verkens mätstationer då värdena för MLQ och MQ ligger nära varandra.

## 5 Bilaga 1 Mätstationer

### 5.1 Motala Kraftverk – 1950



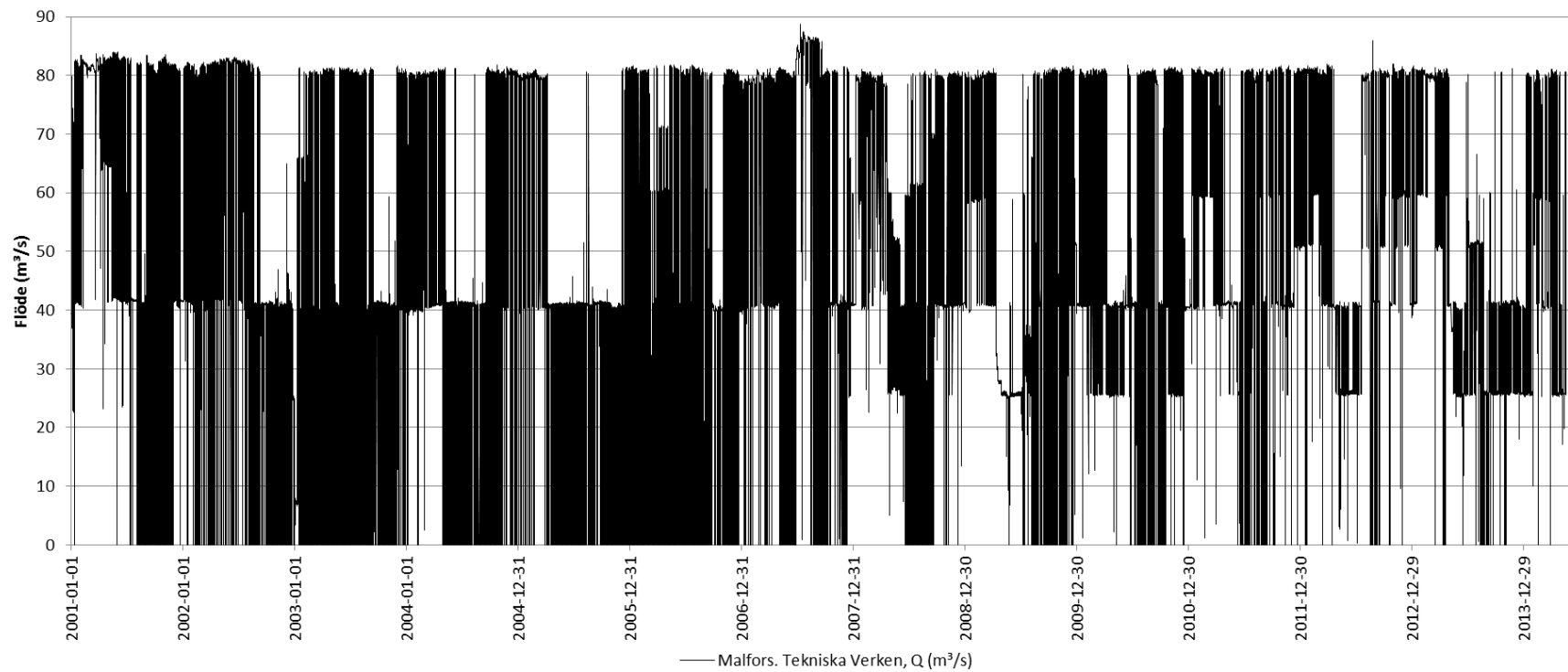
RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floden\_v01.docx

## 5.2 Malfors



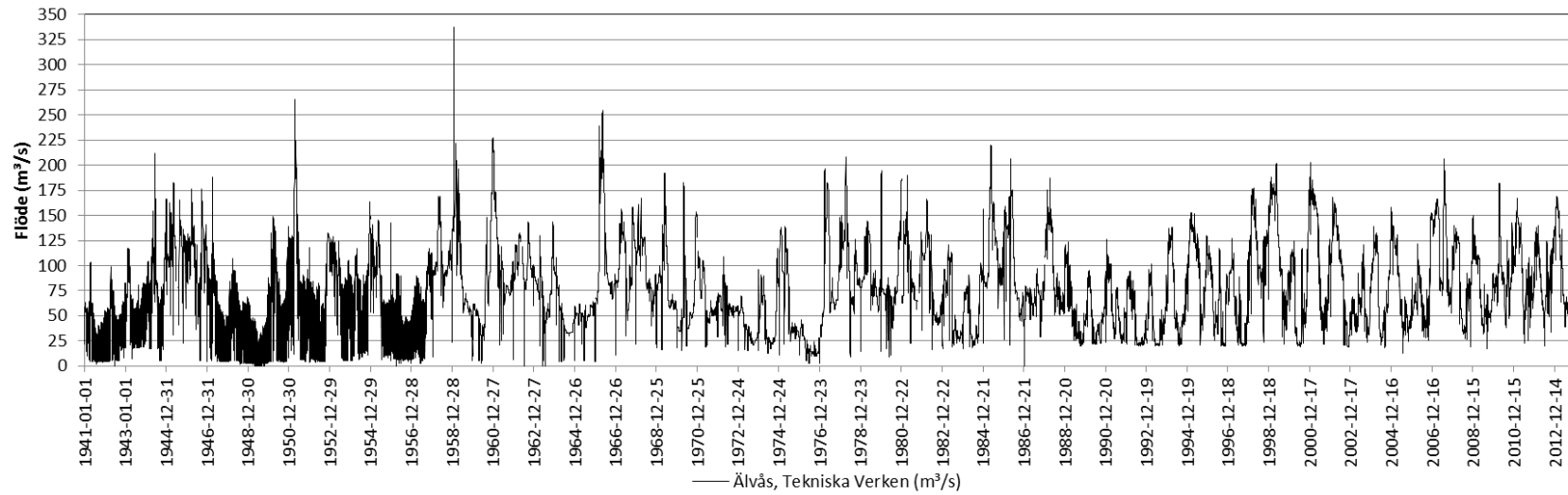
RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floden\_v01.docx

### 5.3 Älvås



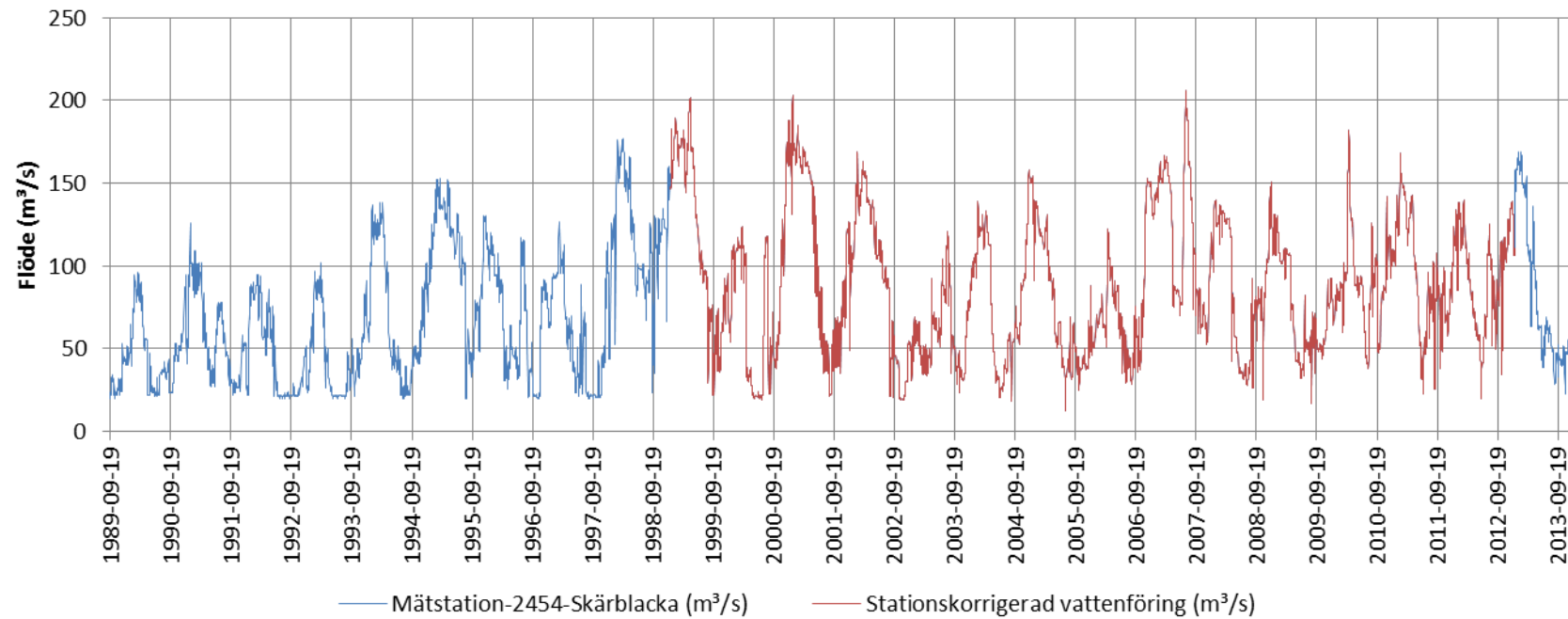
RAPPORT

2014-08-13

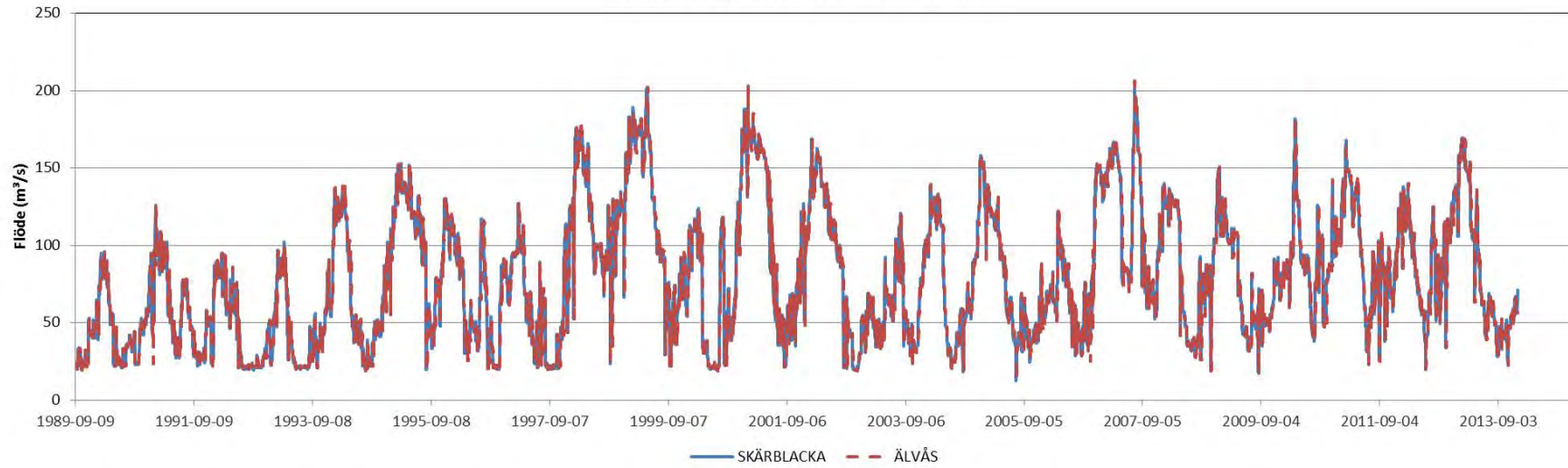
ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
 arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floeden\_v01.docx

## 5.4 Skärblacka – 2454



Jämförelse mellan Skärblacka och Älvås



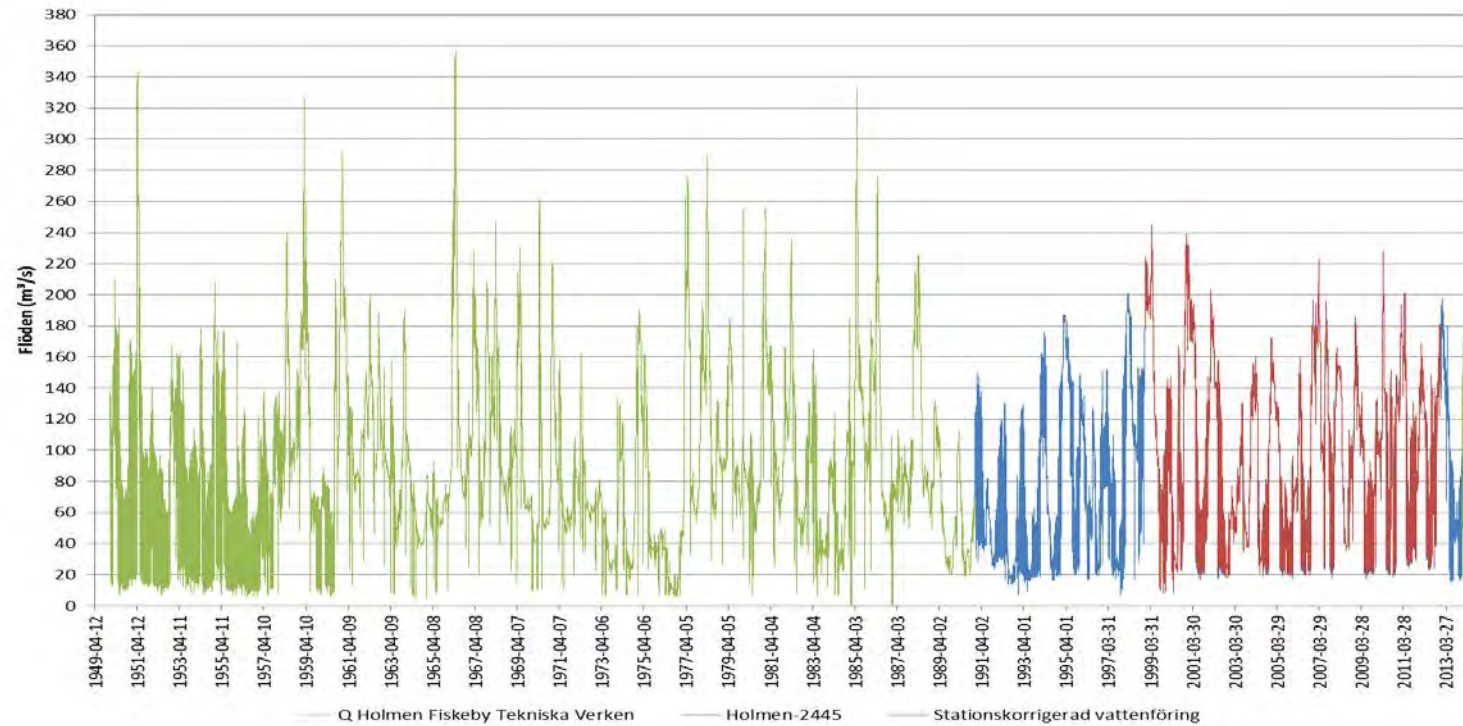
RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
 arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floden\_v01.docx

## 5.5 Holmen, mätstation 2445 från SMHI och mätdata från Tekniska verken



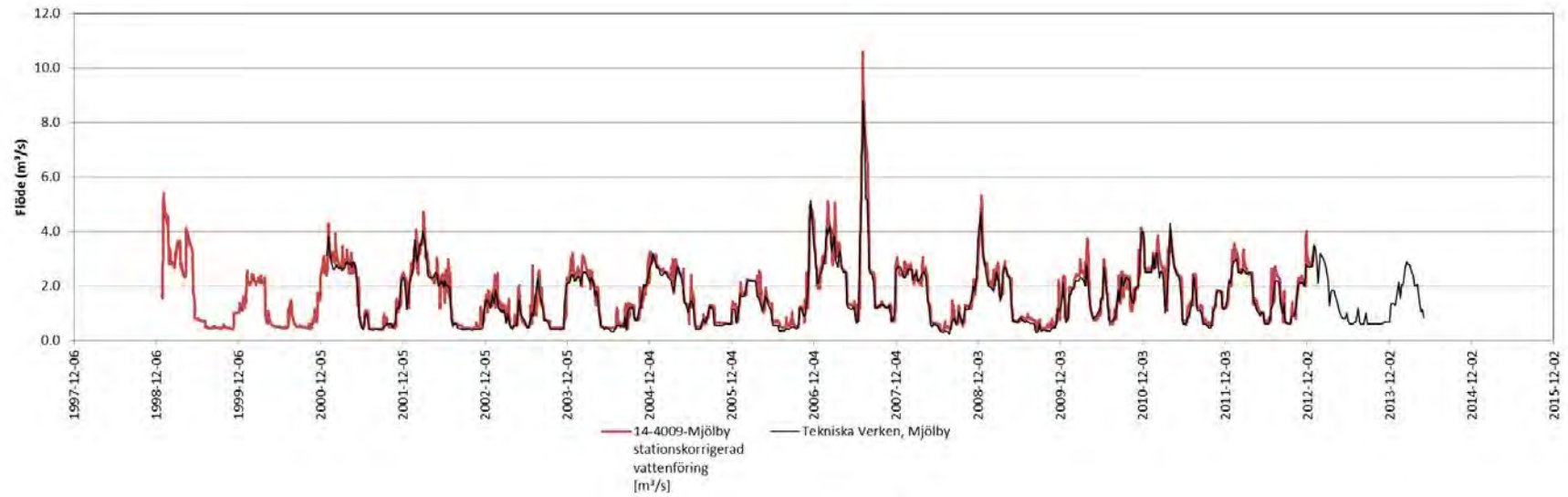
RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floden\_v01.docx

## 5.6 Mjölby



RAPPORT

2014-08-13

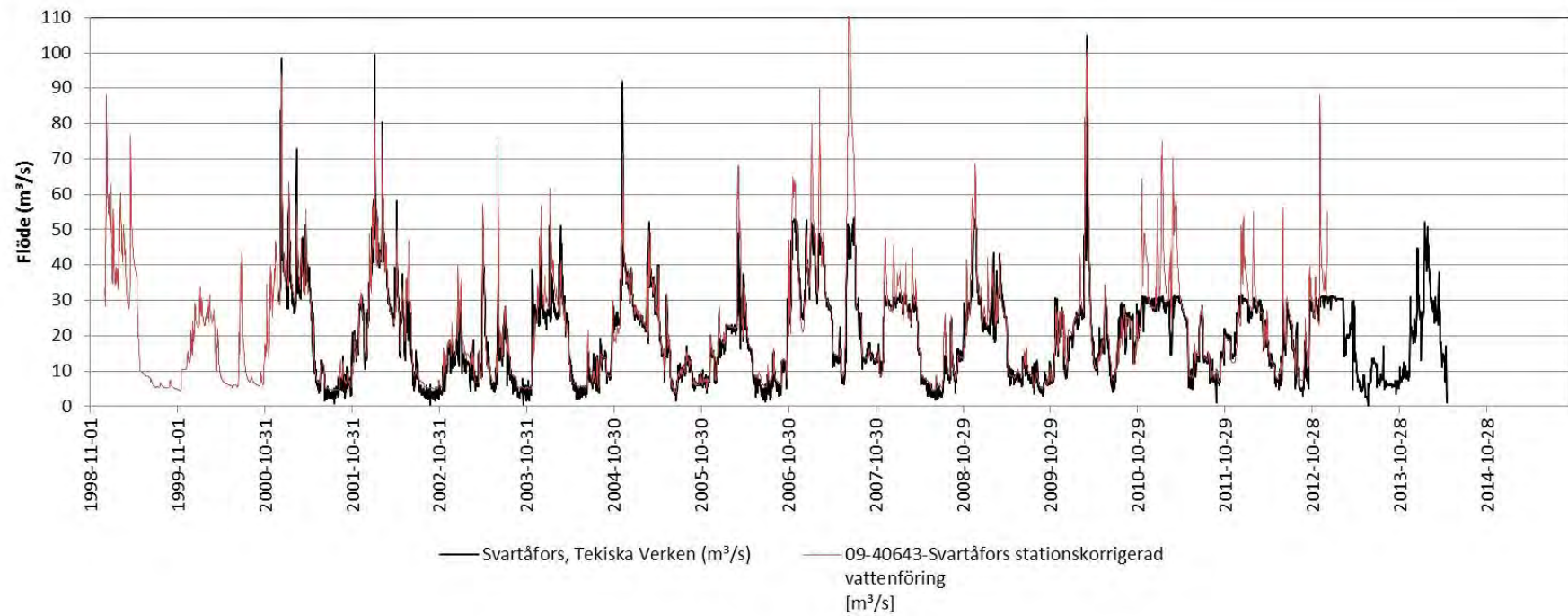
ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
 arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_ström\_svartan\_floden\_v01.docx

## 5.7 Vågforsen



## 5.8 Svartåfors



RAPPORT

2014-08-13

ORIGINAL

dced p:\1345\1331399\_fiskvägar\_motala\_ström\000\10  
 arbetsmapp\hydrologi\03\_resultat\motala\_strom\_svartan\_floden\_v01.docx

---

## MJÖLBY KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID MJÖLBY KRAFTSTATION I SVARTÅN



*Uppströmsvy mot kraftverksbyggnad i Mjölby 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

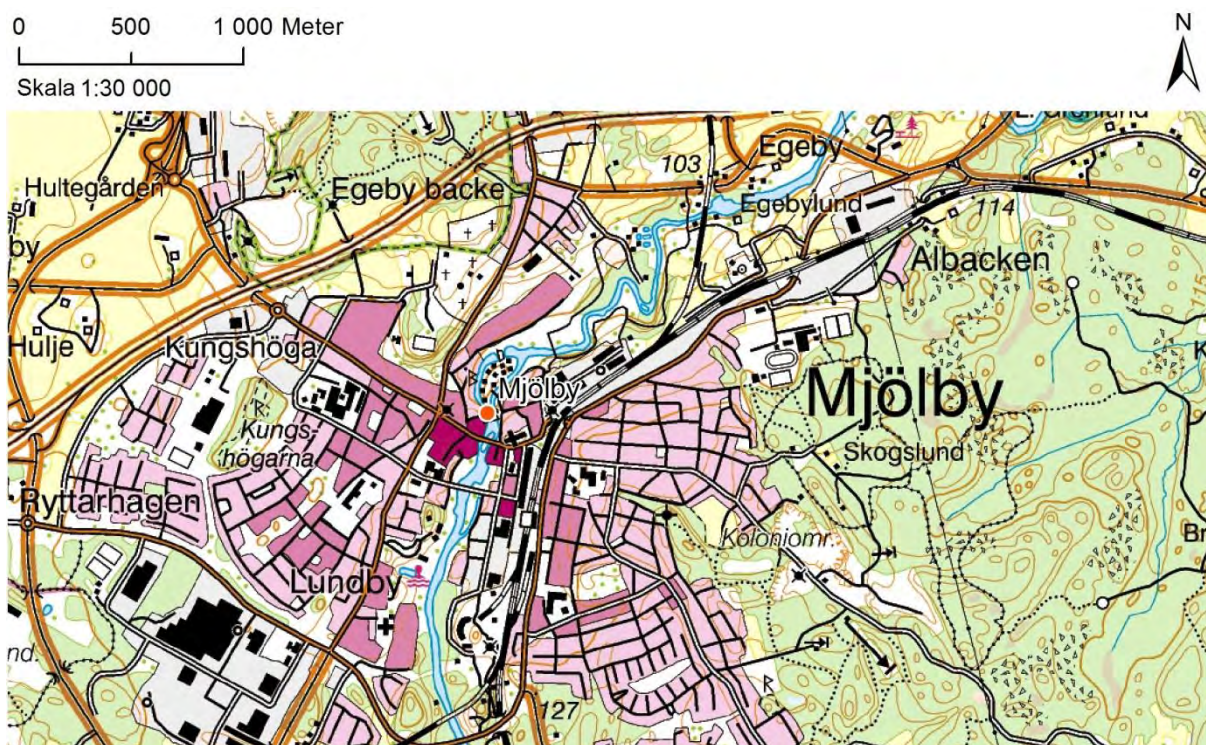
<b>1</b>	<b>Mjölby</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Mjölby och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	8
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Mjölby	10
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	10
1.7	Produktionsförlust	11
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	12
1.9	Uppskattning av totala kostnader	13
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	14
1.11	Juridiska aspekter	15
1.12	Miljö kvalitetsnormer	15
1.13	Referenser	17

# 1 Mjölby

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket. Vidare nyttjades information från områdesbeskrivningar utförda av Länsstyrelsen i Östergötland (Elf 2002, Tibblin & Rockler 2008, Tibblin m.fl. 2012) i syfte att kartlägga den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Mjölby (WGS84 58°19'38.1"N 15°7'44.9"E, fastighet Mjölby 42:12) är beläget ca 47 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det sjätte i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket ägs av Mjölby-Svartådalens Energi AB och har sedan 1927 varit i drift i nuvarande form. Kraftverksbyggnaden (se figur på försättsblad) ligger på vattendragets högra sida sett i strömmens riktning (östra sidan) medan regleringsdammen finns längs vänstra stranden (västra sidan). Anläggningen har en fallhöjd på 8 m och kraftverket har tre dubbla Francisturbiner med ett maximalt intagsflöde av 32 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Qmax i Tabell 1. Mätningar visar att intagen för turbinerna har en bredd av 4,8 m och ett djup av 4,3 m, där nuvarande galler har en brant lutning och en spaltvidd av ca 100 mm. Vattendragets medelflöde vid anläggningen är ca 17 m<sup>3</sup>/s och normala avsänkningar i vattennivån närmast uppströms dammen ligger på maximalt runt 0,8 m. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av olika domar (bl.a. AD 3/1962) och korttidreglering är begränsad så ingen nolltappning förekommer. Spilltappning sker vanligtvis under vårflood och vid häftiga regn.



Figur 1. Översiktskarta för Mjölby kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

Tabell 1. Information från Mjölby kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Delar till förkortningar kring flöden anges i texten ovan. Flödesberäkningar av Sweco (2014).

Namn	Knutsbro
Koordinater SWEREF99 TM	6465099, 507557
Turbintyp	Dubbel-Francis
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	1,5; 8,0
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,06
Avstånd från hav (km)	107
Höjd över hav (m)	106
Fallhöjd m	8
MQ (m <sup>3</sup> /s)	17
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	32
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	45
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	4,7

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns sträckning vid Mjölby utgörs av två fåror där den gamla fåran (den vänstra) är 0,5 km i längd och utgörs av spillvägen och den högra består av bl.a. den sprängda utloppskanalen från turbinerna med en längd av 0,3 km. Turbinutloppets bredd är mellan 6-10 m medan gamla älvfårans bredd är beroende av spillmängd och kan variera mellan 1 till 15 m. Från området är det runt 12 km till kraftverken Knutsbro närmast nedströms och 22 km till Flemminge närmast uppströms. Ovan Mjölby kraftverk rinner ån under ca 1 km genom samhället varefter odlingsmarker med trädbårder dominerar sträckan fram till Flemminge. Vattendragsbredden varierar generellt mellan 20-40 m och består i första hand av svagströmmanden till strömmande vatten. Forsande sektioner förekommer vid Linnefors och Öringe ca 12-13 km uppströms Mjölby. Partier med strömmande vatten återfinns även nedströms Mjölby där sträckor kring Sya, ca 7 km nedströms, har bedömts ha lämpliga lokaler för öring (*Salmo trutta*) där vissa biotopvårdsåtgärder har genomförts (Elf 2002). På sträckan erbjuds bl.a. fiske av inplanterad regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*). Vid sektioner med lugnare vatten bedöms åns botten generellt vara dominerad av finsediment medan block och sten är dominerar de strömmande miljöerna. På sträckor och anslutande biflöden kring Mjölby förekommer bl.a. öring, färna (*Squalius cephalus*), elritsa (*Phoxinus phoxinus*), lake (*Lota lota*) och mört (*Rutilus rutilus*), samt de hotade arterna (SLU 2014), asp (*Aspius aspius*), tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) och flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*). Ytan av snabbare strömmande vatten längs åsträckan har inte kunnat utrönas i detalj men bedöms vara begränsad till områden kring Linnefors och Öringe uppströms Mjölby, samt till Sya nedströms.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Mjölby och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Mjölby kraftverk har inte kunnat klargöras mer än översiktligt i denna utredning. Strömsträckorna har dock sannolikt utgjort biologiskt värdefulla miljöer och haft en relativt riklig förekomst av bl.a. öring och asp (Nyblom 1940). Ur SMHI (1943) framgår följande: ”*Strax S om Mjölby bli dalsidorna höga och branta, berggrunden går i dagen och vid Mjölby bildar ån fall över berggrund*”, vilket tyder på att området kan ha varit svårt att passera för svagsimmande fiskarter. Enligt information i Elf (2002) finns potentiella habitat för olika fiskarter på sträckor kring Mjölby. Genom skapande av fiskvägar vid Mjölby kraftverk kan dock flera kilometer av ån, samt biflöden (bl.a. Lillån), tillgängliggöras för uppvandrande fisk fram till Flemminge kraftverk.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Mjölby föreslås vara asp, öring, färna och ål (*Anguilla anguilla*), medan övriga fiskarter som t.ex. mört, gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake kan komma att gynnas av fiskvandringar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och vandrande individer kan utgöras av unga och små fiskar av olika arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandringar syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekt vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera fiskvandring för olika målarter och stadier av fisk vid (Figur 2). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.



**A. Slitsränna med omlöp (ca 210 m)**

Uppvandringssväg från turbinutloppet där en fallhöjd av ca 8 m ger en medellutning av ca 4 %. Ingången anpassas till variationer i vattennivå. Runt 32 på pooler med naturlig del i övre sektionen.

**B. Reglerbar lucka med slits**

Anpassningsbar för variationer i vattennivå.

**C. Fördjupad fåra (ca 60 m)**

Modifiering för att förenkla uppvandring

**D. Slitsränna**

Reglerbar del med lucka vid spegeldamm

**E. Alfagaller (bredd 15 m, längd 8 m)**

Leder fisk nedströms via flyktöppningar och ränna/tub.

**F. Slitsränna (ca 27 m)**

Leder uppvandrande fisk från turbinutlopp till gamla fåran. Delvis kulverterad med reglerbara slitsar.

Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassageåtgärder vid Mjölby. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

## 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För uppströmspassage av fisk vid Mjölby föreslås en slitsränna som övergår till ett naturligt omlöp i de övre delarna. Denna anläggs då på kraftverkets högra sida (åtgärd A-B) där området närmast turbinutloppet bedömts vara för brant för ett naturligt omlöp. I slitsrännan kan en naturlig botten med artificiell vegetation anläggas. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller vid kraftverkets intag (åtgärd E) med flyktöppningar mot uppströmsfiskväg och spill. Åtgärderna är sammanställda i Figur 2.

### Åtgärd A-B – Slitsränna (105 m) med omlöp (105 m)

Åtgärden med 105 m slitsränna i kombination med 105 m omlöp syftar till att tjänstgöra som en uppvandringväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. För de vattennivåvariationer som råder vid kraftverket rekommenderas en teknisk in- och utgång i fiskvägen i form av en slitsränna. Slitsdesignen medger allmänt relativt stora skiftningar i vattennivåer och ger möjligheter att koncentrera vattenströmmen vid trappans ingång. Slitsrännan bör byggas för ett medelflöde av 0,8 m<sup>3</sup>/s (min-max 0,6-1,2 m<sup>3</sup>/s). Slitsarna rekommenderas ha ett djup av runt 1-2 m och bör kunna regleras från runt 0,2-0,5 m i bredd så att vattenhastigheten vid trappans ingång kan optimeras för tänkta målarter, samtidigt som flödet i den övre delen kan justeras. Poolerna bör vara kring 3 m långa för fiskar av 1 m. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att få en heterogen miljö där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare. Sammantaget bedöms fiskvägens längd bli kring 210 m vilket ger en medellutning av < 4 % för en fallhöjd av 8 m. Utgången med teknisk del (B) kan utgöras av en pool med reglerbara och här kan fiskräknare installeras. Den naturliga delen bör vara uppbyggd med varierande strömmiljöer med pooler upptill minst 1 m djup, där det är av vikt att övergång mellan naturlig del och tekniska sektioner blir tillräckligt djupa. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst. Åtgärden kräver med beaktande av fiskvägens ingång ingrepp vid befintlig klippvägg (Figur 3). För ändamålet krävs detaljutredning av geotekniska förhållanden samtidigt som hydrauliska studier rekommenderas. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och relateras till resultat från ovan nämnda studier. Eventuellt kan, beroende på geologi och hydrauliska mönster vid turbinutloppet, ingången behöva förläggas vid annan plats än vad som visas i Figur 2. Byggnationer inom området leder sannolikt till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg, som hamnar relativt nära bilväg, kan kräva speciella anpassningar och skyddsåtgärder. Det är därför viktigt att i fortsatta utredningar säkerställa att konstruktion av fiskväg kan göras så att inte väg eller andra element äventyras.

### Åtgärd C-D – Fördjupad fåra (60 m) med slitsränna (3 m)

Denna åtgärd har till syfte att framhäva rutt (C) för fisk på deras uppströmsvandring i spillfåran nedströms damm (Figur 3). Genom fördjupning eller upptröskling av botten längs spillfåran centreras flödet vilket innebär att fiskar förväntas att lättare orientera sig mot spillfårans övre del (D). Delar av betong-gjutningar kan behövas. Denna fiskvandringstrutt bedöms viktig vid framförallt högt spill men kan även fungera vid lägre spillflöden. Övre delen vid spegeldammen (D) förses med ramp och slitsränna varvid flödesmängden kan justeras.

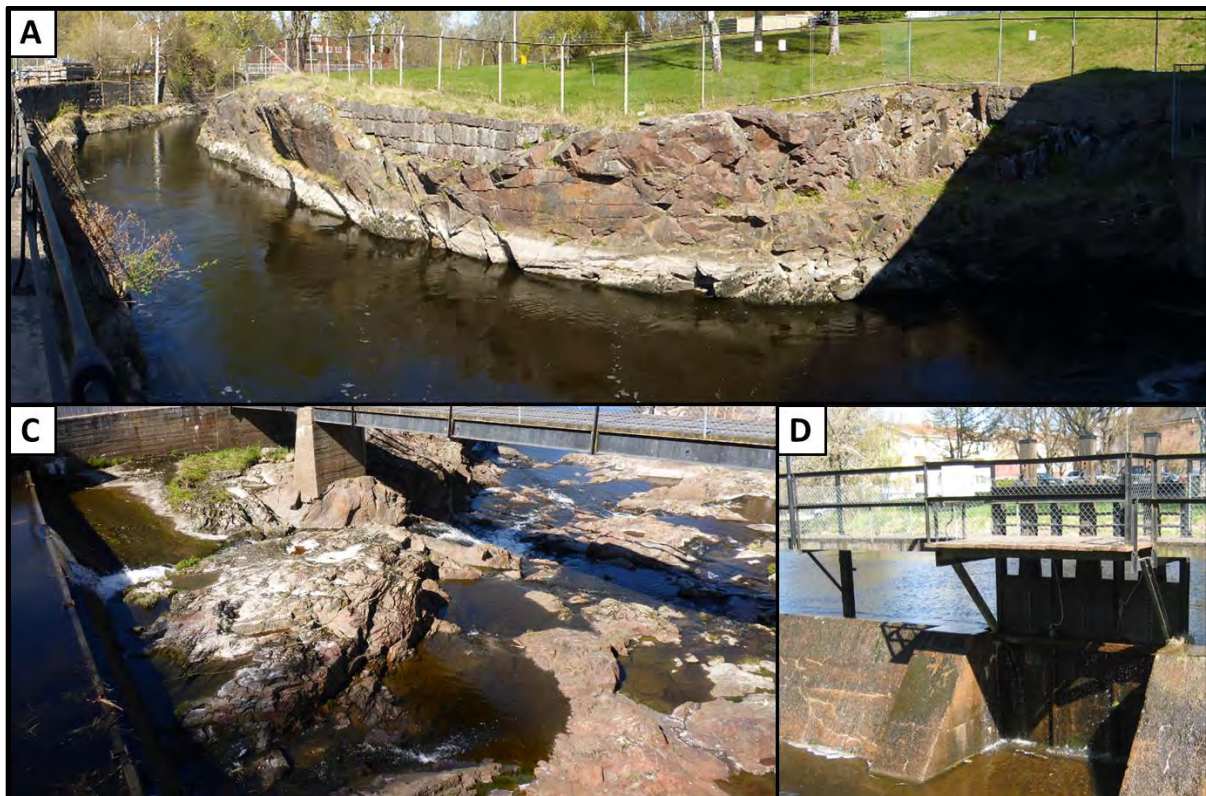
### Åtgärd E – Alfagaller (bredd 15 m, längd 8 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller till flyktöppningar med uppsamlingsränna. Baserat på intagsdjupet av runt 4,3 m bör gallerlängden vara 8 m, vilket ger en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås och för ändamålet förses varje turbinintag med låglutande alfagaller med flyktöppningar. Flyktöppningar läggs yt nära på båda sidorna av intaget och dimensioneras för ett flöde 0,2- 0,3 m<sup>3</sup>/s vardera. Från dessa öppningar uppsamlas fisk

i en ränna som passerar kraftverket via is/skräplucka eller tub till fiskväg för uppströmsvandring. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.

### Åtgärd F – Slitsränna (27 m).

Leder uppvandrande fisk från turbinutlopp till spillfåra via delvis kulverterad slitsränna med 9 pooler. Ingången förläggs då ca 20 m nedan turbinutlopp. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,5 m med ett djup av runt 1-2 m. Detta ger möjligheter till att optimera vattenhastigheten vid fiskvägens ingång samtidigt som det tillåter en anpassning av flödet till fiskvägen. Pooler bör vara kring 3 m långa för fisk av längd 1 m och fiskvägens botten bör ha en naturlig struktur som kan anläggas med artificiell vegetation för att gynna svaga simmare. Åtgärden kräver ingrepp vid befintlig klippvägg vilket kräver detaljstudier kring geotekniska förhållanden samtidigt som hydrauliska studier förordas. Beroende på geologi och hydrauliska mönster i området kan ingången behöva förläggas vid annan plats än det visade i Figur 2. Byggnationer inom området innebär att nedgrävda ledningar måste beaktas samtidigt som närheten till kraftverk och ställverk kan kräva speciella skyddsåtgärder. Det är därför viktigt att med högre precision säkerställa att konstruktion av fiskväg kan göras så att inte säkerheten för anläggningen äventyras.



Figur 3. Områden för olika åtgärder vid Mjölby med turbinutlopp (A), nedre (C) och övre (D) spillväg.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Mjölby

Mjölby är enligt Svensk Energis dammregister preliminärt klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms endast i begränsad omfattning påverkas av föreslagna fiskvandringstätigheter.

### Åtgärd A-B – Slitsränna med omlöp

Detta innebär att en slitsränna med ingång nedströms om turbinutloppet anläggs på höger sida. Rännan sträcker sig sedan åt uppströmshållet till höger om kraftverket och mynnar ca 30 m uppströms om intaget på höger sida. Alternativt medför sprängningsarbeten, bland annat vid slitsrännans ingång i den sprängda utloppskanalen för turbinerna där det idag finns en lodrät bergsvägg. För att inte påverka kraftverket och dess grundläggning måste sprängningar utföras med stor försiktighet. Ingången behöver också vara riktad åt nedströmshållet. Detta för att strömmande vatten från turbinutloppet skall påverka vatten som rinner ut från fiskvägen i så liten utsträckning som möjligt. Vidare kommer slitsrännans placering i närhet av kraftverket påverka möjligheten till tillträde till kraftverket från höger sida. Idag finns där en väg som leder fram till kraftverket. Denna kommer att korsas av slitsrännan som därmed kräver brokonstruktion eller kulvertering då tillträde till kraftverket från denna sida även i framtiden krävs. Dragnings av omlöp har en naturlig sträckning i dess övre del och i anslutning till slitsrännan. En risk med omlöpets placering är att erosion kan uppstå vid dess anläggande, t.ex. vid översta delen där det är relativt smalt mellan magasin och bilväg. Utöver denna iakttagelse bedöms inga dammsäkerhetsproblem finnas med denna lösning.

### Åtgärd C-D – Fördjupad fåra med slitsränna

I den gamla fåran till vänster om kraftverket föreslås modifieringar i form av fördjupning (C). Man framhåller då en uppvandringsväg på ett bättre sätt. Dammsäkerhetsmässigt saknar åtgärden sannolikt betydelse. För åtgärd D längre uppströms (Figur 3) föreslås dock att en ny reglerbar lucka anläggs för att inte minska på den totala avbördningskapaciteten för anläggningen.

### Åtgärd E – Alfagaller

För att kunna leda fisk från turbiner via flyktöppning föreslås att ett alfagaller anläggs vid befintliga intag (E). Idag finns rensmaskin för att avlägsna drivgods vid turbinintagen denna måste sannolikt modifieras för funktion för planerat alfagaller. På vänster sida finns ett befintligt utskov (isutskov) i direkt närhet till maskinstationen som kan användas för en av flyktöppningarna med ett flöde av max 0,3 m<sup>3</sup>/s. På höger sida krävs dock installation av tub vilket kräver närmare geotekniska utredningar innan detaljritningar kan skapas.

### Åtgärd E – Slitsränna

Alternativ F innebär att en slitsränna förbinder området nedströms turbinutloppet med den gamla fåran. Inga dammsäkerhetsproblem föreligger med detta alternativ, men däremot kan det rent byggnadstekniskt vara komplicerat att bygga föreslagna ränna. Slitsrännan bör förses med lucka för möjlighet till reglering av vatten genom rännan.

Personsäkerheten för ovan föreslagna åtgärder bedöms inte påverkas då staket eller liknande anordningar längsmed fiskvägsanordningarna kan anläggas.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade bl.a. på VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen

10 (14)

repo001.docx 2012-03-29  
..BY KRAFTSTATION  
-09-10  
:INAL  
VÄGAR MOTALA STRÖM

vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, har kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden där rådande tillstånds- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödömdom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

#### **Åtgärd A-B – Slitsränna (105 m) med omlöp (105 m)**

En slitsränna med omlöp i detta område förväntas kosta runt 4-6 Mkr. Dock kan arbete med sprängningar och schaktningar bli kostsam, speciellt om åtgärden kräver en längre tid av produktionsbortfall och extra erosionsskydd och säkerhetsåtgärder nära befintlig väg.

#### **Åtgärd C-D – Fördjupad fåra (60 m) med slitsränna (3 m)**

Anläggandet av en fördjupad fåra nedströms damm innebär schaktningar och eventuella sprängningsarbeten. Kostnaderna för dessa åtgärder tillsammans med anläggandet av en kortare slitsränna är svårbedömda men torde röra sig inom storleksintervallet 0,5-0,8 Mkr.

#### **Åtgärd E – Alfagaller (bredd 15 m, längd 8 m)**

Alfagaller av liknande typ som i Åtran kan anläggas vid Vågforsen. Kostnaden för dessa beräknas för Mjölby till runt 2 Mkr plus produktionsbortfall. Tillkommande kostnader rör främst anläggande av tub till uppströms fiskväg, samt modifiering av rensmaskin.

#### **Åtgärd F – Slitsränna (27 m).**

Anläggandet av en slitsränna i detta område förväntas kosta i storleksordningen 3 Mkr. Dock kan arbetet med sprängningar i befintlig stenmur, nödvändiga schaktningar, samt omdragning av nedgrävda kablar bli kostsamma. Samtidigt kan arbetet leda till en längre tid av produktionsbortfall varför kostnaderna kan bli högre.

## **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på  $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$  har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 78 % vilket är vad man kan förvänta sig utifrån ålder, storlek och typ av aggregat. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 8 m, ett maxflöde på  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  genom turbinerna samt uppgifter på veckomedeltappningen genom stationen. Det är antaget att mintappningen genom aggregaten är  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  och att stationen inte kan dygnsregleras. Det är också antaget att tillgängligheten på aggregaten är 100 % (det vill säga att man alltid kan köra totalt  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  genom aggregaten). Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,56 GWh/år, vilket motsvarar runt 7,0 % (0,56/8,0) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,05 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 100 mm till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,02 m vilket ger en effektförlust på 6 kW vid maxflödet  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,5 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 195 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 18 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd A. Kostnaden för denna åtgärd estimeras till runt 3-4 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd C-E medger fiskvandring via spillvägen och Åtgärd F möjliggör att fisk som lockas till turbinutloppetkan vandra upp till spillväg. Sammantaget är dessa åtgärder relativt avancerade och kan vara svåra att realisera i praktiken (speciellt Åtgärd F) vilket tillsammans med de relativt höga kostnaderna (3,5–3,8 Mkr) innebär att alternativen inte rekommenderas i första hand.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd E-F. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 2 Mkr. Därtill tillkommer kostnader för nedströmsavledning och rensmaskin.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Vågforsen.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A-B	Medger uppvandring ovan damm. Krävs för fisk som simmar till turbinutloppet.	Möjliggör passage för fisk som lockas till turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning och tillåter flödesvariation. Omlöp ger naturlika habitat.	Sprängningar och schaktning krävs. Kräver tekniska detaljstudier innan genomförande. Perioder med produktionsbortfall.	4-6 Mkr
2	C-D	Medger uppvandring i spillvägen.	Möjliggör passage för fisk som lockas till spill. Kan ge naturlika habitat beroende på flödesmängd.	Kräver sprängningar och schaktningar med tekniska och hydrauliska studier innan genomförande. Fordrar ingrepp vid damm.	0,5-0,8 Mkr
1	E	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar vid kraftverk.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	2 Mkr
2	F	Medger uppvandring från turbinutlopp till spillväg.	Möjliggör att fisk som lockas till turbinutloppet vandrar upp till spillväg.	Kräver sprängningar och schaktningar med tekniska och hydrauliska studier innan genomförande. Driftskostnader för spill.	3 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bla på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar, utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport. Schablonkostnader för drift och underhåll bygger på antagandet uppskattats till 1 timme/vecka á 500 kr. kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage		Nedströmspassage
	1	2	1
<b>Prioritet</b>			
<b>Kostnader, kr</b>			
Byggekostnad	5 000 000	3 600 000	2 000 000
Rensmaskin			100 000
Fallränna/tub			500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>5 900 000</b>	<b>4 500 000</b>	<b>3 100 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	
Produktionsförlust	195 000	195 000	18 000
<b>Totalsumma</b>	<b>301 000</b>	<b>301 000</b>	<b>168 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Uppvandringsväg längs högra stranden

Åtgärder längs spillfåran, vid högra stranden (den östra), bedöms ge otillfredsställande uppvandring av fisk och endast fungera vid perioder med spill varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Omlöp

Ett omlöp kan eventuellt anläggas istället för Åtgärd A. Den branta slutningen torde dock försvåra en konstruktion av detta varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Inlöp/ramp (60 m)

Ett inlöp liknande en ramp av 60 m kan eventuellt förläggas parallellt med spillfåran istället för Åtgärd B. Ingången kan utformas för att locka fisk från både turbinutloppet och spillfåran. Denna skulle dock mynna relativt långt nedströms där kanske inte optimal anlockning för uppströmsvandring uppnås. Tekniskt blir detta alternativ relativt komplicerat och sannolikt kostsamt att utföra. Alternativet är därför mindre lämpligt och rekommenderas inte i första hand.

### Åtgärd – Ytavledare (35 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk från turbinernas intagskanal mot dammen kan anläggas enligt dragning av åtgärd I. Denna anläggs då från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteendeavledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Mjölby är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I det fall föreslagen fiskväg inte ligger inom verksamhetsutövarens fastighet krävs således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

I det fall föreslagen fiskväg inte ligger inom verksamhetsutövarens fastighet krävs således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Mjölby kraftverk är belägen benämns: "Svartån" (Mjölby) SE646880-146341. Vattenförekomsten sträcker sig från Sammanflödet med Skenaån vid Klackeborg upp till sammanflödet med Åsboån vid Strålsnäs. Utöver Mjölby kraftstation är även Öjebro och Knutsbro kraftstationer belägna i samma vattenförekomst. I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till god. Bedömningen av ekologisk status baseras på bottenfauna och statusen i en annan vattenförekomst (SE645908-145617). Även näringsämnen och förorenande ämnen ligger till grund för bedömningen

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) har klassificerats till "uppnår ej god", vilket beror på att uppmätta halter av fluoranten överskrider gränsvärdena i sediment.

Miljö kvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status till 2015.

Enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 klassificeras den ekologiska statusen till måttlig. Påväxtalger och bottenfauna påvisar god respektive hög status. De hydromorfologiska parametrarna där konnektiviteten klassificeras till dålig och det morfologiska tillståndet klassificeras till måttlig innebär att Länsstyrelsen utifrån en rimlighetsbedömning klassificerat den ekologiska statusen till måttlig. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

När det gäller konnektivitet anges följande i VISS (2014-06-26) för den uppströms belägna vattenförekomsten " I gällande föreskrifter (HVMFS 2013:19) definieras parametern "2.2 Konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag" som möjligheten för akvatiska organismer eller landlevande organismer att förflytta sig i vattendragsfåran i uppströms- och nedströmsriktning eller från vattendragsfåran till anslutande sjö eller biflöden. Då referensförhållanden, d.v.s. vetskap om vilka arter som naturligt skulle finnas och röra sig i systemet, i de flesta fall saknas har en förenklad bedömning av parametern gjorts. Bedömningen har utgått från data på artificiella vandringshinder och deras passerbarhet. Finns det ett definitivt, artificiellt vandringshinder utan åtgärd (ex väl fungerande fiskväg) har status satts till dålig. Knutsbro, Forsa och Mjölby dammar ligger i och i anslutning till Mjölby. Passerbarheten bedöms vara definitiv för både mört och öring."

Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag bedöms till måttlig status. Bedömningen grundas på dataunderlag från SMHI som anger hur den nuvarande flödesregimen i vattendraget avviker från den naturliga.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Knutsbro, Fors och Mjölby. Ett flertal andra åtgärder som t.ex. skydds zoner i jordbruksmark anges också som möjliga åtgärder för att förbättra statusen i vattendragets strandzon.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage vid kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att tillräckliga biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen (t.ex. fisk). De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av fiskvägar, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Mjölby kraftverk utgör den befintliga regleringen av vattensystemet sannolikt en negativ påverkan på strömvattnekologin i vattenförekomsten. Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Mjölby kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga, liksom andra åtgärder relaterade till övergödning.

För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och den artificiella påverkan som finns i strandzonerna.

Väsentlig negativ påverkan på verksamheten bedöms vara åtgärder som leder till försämrade förmåga att tillföra reglerkraft. Detta hänvisar också till påverkan på miljön i stort och då särskilt till klimatpåverkan.

### 1.13 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Internet: Naturvårdsverket och Fiskeriverket Linköpings kommun 2005, Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner
- Gustafsson P. 2005. Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner inventering och åtgärdsförslag. Natur i Linköping 2005:3. Linköpings kommun. Tillgänglig 2014-07-01 på: <http://www.linkoping.se/Global/Milj%C3%B6och%20h%C3%A4lsa/Natur/Informationsmaterial/05Aspinventeringmforord.pdf>
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på: <https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.
- SLU. 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)
- SMHI. 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på: <http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland.
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE649609-152033&userProfileID=3>

---

## KNUTSBRO KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### **Fiskvägar Motala ström**

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### **FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID KNUTSBRO KRAFTSTATION I SVARTÅN**



*Uppströmsvy mot kraftverksbyggnad och damm i Knutbro 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Knutsbro</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Knutsbro och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Knutsbro	8
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	8
1.7	Produktionsförlust	9
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	10
1.9	Uppskattning av totala kostnader	10
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	12
1.11	Juridiska aspekter	12
1.12	Miljö kvalitetsnormer	12
1.13	Referenser	14

# 1 Knutsbro

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområden vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för sektioner upp- och nedströms kraftverket. Vidare nyttjades information från områdesbeskrivningar utförda av Länsstyrelsen i Östergötland (Elf 2002, Tibblin & Rockler 2008, Tibblin m.fl. 2012) i syfte att kartlägga den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Knutsbro (WGS84 58°21'44.0"N 15°11'53.3"E, fastighet Mjölby Öjebro 18:10) är beläget kring 35 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det femte i uppströmsordning räknat från sjön, 2 km uppströms Öjebro (Figur 1). Kraftverket ägs av Mjölby-Svartådalens Energi AB och har sedan 1957 varit i drift. Kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets högra sida sett i strömmens riktning (södra sidan) medan regleringsdammen finns på vänstra stranden (norra sidan). Anläggningen har en fallhöjd på 6,8 m och totalbredd av ca 312 m inkluderande kraftverksintag, betong- och jorddamm (se figur på försättsblad). Kraftverket har en Kaplan turbin med ett maximalt intagsflöde av 30 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Från ritningar framgår att intaget för turbinen har en bredd av ca 8 m och ett djup av 7 m, där nuvarande galler har en lutning av runt 70° med en spaltvidd av ca 50 mm. Vattendragets medelvattenföring vid anläggningen är ca 17 m<sup>3</sup>/s och den normala avsänkning i vattennivån närmast uppströms dammen ligger på maximalt kring 0,8 m. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av olika domar (AD 29/45 och 68/58) och korttidsreglering är vanligt förekommande. Spilltappning sker vanligtvis under vårflood och vid häftiga regn



Figur 1. Översikt vid Knutsbro kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

Tabell 1. Information kring Knutsbro kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och vattenflöde genom turbiner. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Knutsbro
Koordinater SWEREF99 TM	6469106, 511625
Turbintyp	1 Kaplan
Antal aggregat	1
Effekt MW, Energi GWh/år	1,5; 6,8
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,05
Avstånd från hav (km)	95
Höjd över hav (m)	97
Fallhöjd m	6,8
MQ (m <sup>3</sup> /s)	17
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	30
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	46
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	4,8

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns omgivning vid Knutsbro domineras av skogsområden med inslag av jordbruksmark. Bredden nedströms varierar mellan 20-50 m och merparten av sträckningen utgörs av svagt strömmande vatten med lugnflytande sektioner och vissa inslag av strömmande vatten. Uppströms kraftverket råder sjöliknande miljöer längsmed den första sträckningen av runt 2 km, varefter ån avsmalnar och övergår i en mer strömmande karaktär. Partier med strömmande habitat som bedömts lämpliga för öring (*Salmo trutta*) förekommer ytterligare ca 3 km längre uppströms vid Sya (Elf 2002). Svartåns bottensubstrat närmast Knutsbro bedöms bestå av framförallt finsediment med visst inslag av sten, block och klippor medan en mer heterogen botten förekommer i de strömmande miljöerna uppströms. Fiskfaunan inom området är relativt artrik och utgörs av bl.a. färna (*Squalius cephalus*) och asp (*Aspius aspius*) med förekomst av nissöga (*Cobitis taenia*) och stensimpa (*Cottus gobio*) i biflöden (Elf 2002). Stormusslor som t.ex. de hotade (SLU 2014) tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) och flat dammussla (*Pseudanodonta complanata*) återfinns på anknytande sträckor eller biflöden (Elf 2002).

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Knutsbro och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Knutsbro har enbart utretts översiktligt i denna rapport. Baserat på citat från SMHI (1943) som lyder; ”*Fall bildas vid Spångsholm, Knutsbro och Öjebro, på samtliga ställen med berg i dagen*”, kan dock området vid Knutsbro ha varit sådant att svagsimmande arter har haft svårt att passera uppströms. De tidigare strömsträckorna är idag modifierade men har historiskt sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat vilket torde inneburit en relativt riklig förekomst av bl.a. öring och asp (Nyblom 1940). Figur 2 visar på den strömmande karaktären kring Knutsbro innan anläggandet av nuvarande kraftverk. Enligt Elf (2002) finns idag möjliga öringlokaler uppströms kraftverket samtidigt som värdefulla lokaler för bl.a. färna förekommer närmare Mjölby. Vikten av att förbättra fiskvandringens möjligheter i Svartån nämns i Tibblin & Rockler (2008), där bl.a. behovet av en utredning kring fingaller vid Knutsbro nämns. Ovan kraftverket, fram till Mjölby kraftverk utgörs de övre delarna av runt 4 km av strömmande vatten (ca 1/3 del av sträckan på 12 km) som frigörs genom tillskapande av fiskväg vid Knutsbro. Storleken av ytan skattas grovt för en medelbredd av 10 m till ca 4 ha. Den naturliknande fiskväg som föreslås i Knutsbro kan med oavbruten vattentillgång tillföra ytterligare strömvattenhabitat.



Figur 2. Fotografi från 1903 med uppströmsvy mot kraftverket (Från Öjebroortens Hembygdsförening 2014).

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Knutsbro föreslås vara asp, färna, öring och ål (*Anguilla anguilla*), medan övriga förekommande fiskarter och musslor kan komma att gynnas av fiskvandringvägar. Vissa av dessa arter, t.ex. sarv (*Scardinius erythrophthalmus*), liksom unga och små individer av de flesta fiskarna är relativt svaga simmare, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera uppströmsvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Knutsbro (se Figur 2). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.

#### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Knutsbro föreslås att ett naturliknande omlöp anläggs vid vänstra sidan av vattendraget (åtgärd A-B). Genom anläggandet av alternativa ingångar tillgodoses en fungerande fiskpassage för rådande flödes- och vattenståndsvariationer nedströms kraftverket. Vid omlöpets övre del (B) kan reglerbara slitsar installeras vilket ger bra förutsättningar till att anpassa flödet i fiskvägen. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller närmast turbinintaget (C) via flyktöppningar och lucka till turbinutloppet. Åtgärderna för fiskvandringar vid Knutsbro är sammanställda i Figur 2.

##### Åtgärd A-B – Omlöp (totallängd 320 m)

Åtgärden med omlöp (Figur 2) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. Ingången förläggs ca 45 m nedan turbinutloppet och första delen utgörs av en sektion som fungerar för uppströmsanlockning av fisk vid olika vattennivåer. Efter detta förläggs omlöpet, som byggs för flöden av 0,5 till 0,8 m<sup>3</sup>/s, mot vänster för att kringgå anläggningens jorddamm med en totallängd av 320 m, vilket ger en medellutning av 2,1 % för hela fiskvägen räknat på en fallhöjd av 6,8 m. Omlöpet bör ha en heterogen bottenstruktur med varierande vattenhastigheter som kan gynna svaga simmare som t.ex. ålyngel och det kan konstrueras med översvämningsplan. Den naturlika delen bör vara uppbyggd av varierande strömmiljöer och meandrande pooler av tillräckligt djup (upptill ca 1,5-2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturlikdel

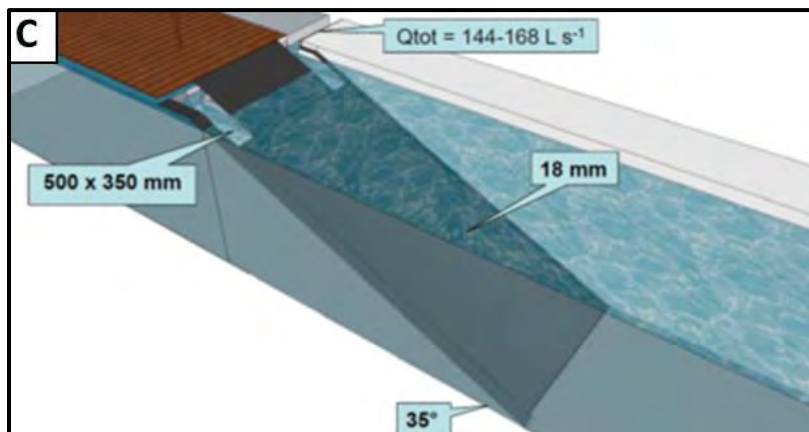
och tekniska sektion blir tillräckligt djupa. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Vid dessa områden kan betongförstärkningar av omlöpet behövas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst och det kan även krävas erosionsskydd för andra partier. Fiskvägens övre del förses med en utgång i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till geotekniska förhållanden måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2. Föreslagen fiskväg kan kräva speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs dragningen och kan för att hålla obehöriga från tillträde fordra instängsling.



Figur 2. Potentiella fiskpassageåtgärder vid Knutsbro. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

### Åtgärd C – Alfagaller med flyktöppningar (bredd 8 m, längd 12 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller till flyktöppning med vid dammlucka. Baserat på intagsdjup av runt 7 m bör gallerlängderna vara runt 12 m, vilket medför en gallerlutning av runt  $\alpha=35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 5) föreslås. Vid en lösning med låglutande alfagaller installeras flyktöppning för fisk som via ränna eller tub kan passera nedströms kraftverket. Flyktöppningen läggs ytnära och dimensioneras för ett medelflöde av runt  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , vilket förväntas utgöra en säker passage för fisk. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.



Figur 3. Exempelbild på alfagaller med flyktöppning som installerats vid Emån.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Knutsbro

Knutsbro är preliminärt klassad som en konsekvensklass 1-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte påverkas i någon större omfattning vid föreslagen åtgärd.

Föreslagen fiskvandring åtgärd (A) innebär att en fiskväg byggs som ett naturligt omlöp med längden ca 320 m till vänster om anläggningen. Omlöpets ingång på nedströmssidan anpassas efter vattnets nivåvariationer. Omlöpet mynnar i magasinet ca 100 m uppströms om anläggningen och flödet regleras med en lucka med reglerbara slitsar.

Den tänkta fiskvägen är lång och har både ingång och mynning på relativt stort avstånd från dammen, vilket är positivt sett ur dammsäkerhetssynpunkt, särskilt då dammen är klassad som en konsekvensklass 1-anläggning enligt RIDAS.

Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intag till turbinerna. Det måste säkerställas att planerat alfagaller (C) fungerar när rensning sker vid maskinstationen.

Dammsäkerheten bedöms ej påverkas med föreslagen åtgärd.

Personsäkerheten vid föreslagen åtgärd med naturligt omlöp bedöms inte heller påverkas då staket kan förläggas längsmed fiskvägen

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala omgivningsförhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och

driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder. I de fall då inlösen av mark från andra fastighetsägare krävs tillkommer extra kostnader.

#### **Åtgärd A-D – Omlöp med slitsränna (320 m)**

Kostnader för ett omlöp med vid Knutsbro förväntas bli runt 4-6 Mkr. Anläggandet av omlöp innebär schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten, där ingrepp i befintlig stenmur nedströms kan medföra extra utgifter. Över fiskvägen krävs väg, vilket resultera i antingen kulvetering eller anläggning av bro. Ett anläggande av fiskväg vid Knutsbro kan kräva en inlösen eller nyttjanderättsavtal utav mark från närliggande fastighet vilket medför extrakostnader. Byggnationerna kan leda till en längre tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader varför en minimumkostnad på 4 Mkr är att förvänta.

#### **Åtgärd C – Alfagaller med flyktöppningar (bredd 8 m, längd 12 m)**

Vid Knutsbro kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galler som installerade vid Ätran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Totalbredden för de galler som föreslås vid Knutsbro är samma som de vid Ätran, dock blir gallrena längre varför en lägsta kostnad av runt 1,5-2 Mkr är att förvänta vid Knutsbro. Därtill tillkommer kostnader som rör modifikation av rensmaskin samt dragning av ränna/tub från flyktöppning.

## **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 60 % vilket är lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 78 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 6,8 m, ett maxflöde på  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  genom turbinerna samt uppgifter på stationskorrigerad vattenföring från SMHI (med utförda kontrollberäkningar efter värden på veckomedeltappningen i Mjölby). Det är antaget att mintappningen genom aggregaten är  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  och att stationen inte kan dygnsregleras. Det är också antaget att tillgängligheten på aggregaten är 100 % (det vill säga att man alltid kan köra totalt  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  genom aggregaten). Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,33 GWh/år, vilket motsvarar runt 6,0 % ( $0,33/5,5$ ) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,04 GWh. Estimatet är gjorda utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från dagens (50 mm) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,018 m vilket ger en effektförlust på 5 kW vid maxflödet  $32 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,6 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 50 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 50-100 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 117 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 14 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan. Se även tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra det bästa alternativet för god uppströmspassage för många arter och storlekar rekommenderas alternativen A-B. Kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 4-6 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd C. Kostnaden för detta förväntas uppgå till minst 1,5-2 Mkr. Till detta kommer kostnader för modifiering av rensmaskin och fallränna/tub för avledning av fisk.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Knutsbro.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A-B	Medger uppvandring förbi kraftverk och damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Anpassningsbar ingång ger god anlockning mot fiskvägen och tillåter variation i vattennivå. Omlöp ger nya strömhabitat.	Ökade kostnader: Kräver överfart av väg. Kräver ev. inlösen eller nyttjanderättsavtal av mark.	4-6 Mkr
1	C	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1,5-2 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller

byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Upströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	1
<b>Kostnader, kr</b>		
Byggkostnad	5 000 000	1 750 000
Rensmaskin		100 000
Fallränna/tub		500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>5 900 000</b>	<b>2 850 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>		
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	
Drift underhåll galler		75 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	
Produktionsförlust	117 000	14 000
<b>Totalsumma</b>	<b>223 000</b>	<b>89 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd - Högra delen av vattendagget

Potentiellt kan en fiskväg förläggas på höger strand. Detta alternativ är dock mer komplicerat än det föreslagna med hänsyn till gamla kraftverkets placering på denna sida. Inom området förekommer dessutom med största sannolikhet nedgrävt kablage. Alternativet medför inga direkt synbara fördelar ur fiskbiologisk synvinkel och bedöms därmed inte vara det bästa alternativet för uppströmspassage vid Knutsbro.

### Åtgärd - Ytavledare (80-90 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot omlöpet kan anläggas enligt tidigare redovisade rapporter. Funktionen för denna typ av installationer förefaller dock vara osäker och leda till komplikationer varför alternativet i nuläget förkastas.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Knutsbro är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I det fall föreslagen fiskväg inte ligger inom verksamhetsutövarens fastighet (se figur) krävs således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Knutsbro kraftverk är belägen benämns: "Svartån" (Mjölby) SE646880-146341. Vattenförekomsten sträcker sig från Sammanflödet med Skanaån vid Klackeborg upp till sammanflödet med Åsboån vid Strålsnäs. Utöver Knutsbro kraftstation är även Mjölby och Öjebro kraftstationer belägna i samma vattenförekomst. I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial.

Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till god. Bedömningen av ekologisk status baseras på bottenfauna och statusen i en annan vattenförekomst (SE645908-145617). Även näringsämnen och förorenande ämnen ligger till grund för bedömningen

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) till "uppnår ej god", vilket beror på att uppmätta halter av fluoranten har uppmätts över gränsvärdena i sediment.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status till 2015.

Enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 klassificeras den ekologiska statusen till måttlig. Påväxtalger och bottenfauna påvisar god respektive hög status. De hydromorfologiska parametrarna där konnektivitet klassificeras till dålig och det morfologiska tillståndet klassas till måttlig innebär att Länsstyrelsen utifrån en rimlighetsbedömning klassificerat den ekologiska statusen till måttlig. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

När det gäller konnektivitet anges följande i VISS (2014-06-26) för den uppströms belägna vattenförekomsten "I gällande föreskrifter (HVMFS 2013:19) definieras parametern "2.2 Konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag" som möjligheten för akvatiska organismer eller landlevande organismer att förflytta sig i vattendragsfåran i uppströms- och nedströms riktning eller från vattendragsfåran till anslutande sjö eller biflöden. Då referensförhållanden, d.v.s. vetskap om vilka arter som naturligt skulle finnas och röra sig i systemet, i de flesta fall saknas har en förenklad bedömning av parametern gjorts. Bedömningen har utgått från data på artificiella vandringshinder och deras passerbarhet. Finns det ett definitivt, artificiellt vandringshinder utan åtgärd (ex väl fungerande fiskväg) har status satts till dålig. Knutsbro, Forsa och Mjölby dammar ligger i och i anslutning till Mjölby. Passerbarheten bedöms vara definitiv för både mört och öring."

Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag till måttlig status. Bedömningen grundas på dataunderlag från SMHI som anger hur den nuvarande flödesregimen i vattendraget avviker från den naturliga.

I VISS (2014) anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Knutsbro, Fors och Mjölby. Ett flertal andra åtgärder som t.ex. skyddszoner i jordbruksmark anges också som möjliga åtgärder för att förbättra statusen i vattendragets strandzon.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att tillräckliga biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen (t.ex. fisk). De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av fiskvägar, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Knutsbro kraftverk utgör den befintliga regleringen av vattensystemet sannolikt en negativ påverkan på strömvattnekologin i vattenförekomsten. Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Knutsbro kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga, liksom andra åtgärder relaterade till övergödning.

För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och den artificiella påverkan som finns i strandzonerna.

Väsentlig negativ påverkan på verksamheten bedöms vara åtgärder som leder till försämrad förmåga att tillföra reglerkraft. Detta hänvisar också till påverkan på miljön i stort och då särskilt till klimatpåverkan.

### 1.13 Referenser

- Elf A. 2002. Naturinventering av Svartån med biflöden. Länsstyrelsen Östergötland rapport 2002:4. ISBN: 91-7488-064-0.
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. ”Forna tiders flugfiske i Östergötland”. Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940
- SLU. 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)
- SMHI. 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på:  
[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på:  
<http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland. Länsstyrelsens rapport: 2008:18. ISBN: 978-91-7488-225-4. Tillgänglig 2014-02-24 på:  
[http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/publicerade-publikationer/2008/Slutrapp\\_FVP\\_Svart%C3%A5n.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/publicerade-publikationer/2008/Slutrapp_FVP_Svart%C3%A5n.pdf)
- Öjebroortens Hembygdsförening. 2014. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<http://www.bygdeband.se/sverige/ostergotlands-lan/mjolby-3/herrberga-2/ojebro/knutsbro-kraftstationer-nr-1-3/knutsbro-kraftstation-nr-1/bild/638069/>
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

---

## ÖJEBRO KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID ÖJEBRO KRAFTSTATION I SVARTÅN



*Nedströmsvy mot kraftverksbyggnad i Öjebro 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Öjebro</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Öjebro och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Öjebro	9
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	9
1.7	Produktionsförlust	10
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	10
1.9	Uppskattning av totala kostnader	11
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	12
1.11	Juridiska aspekter	12
1.12	Miljö kvalitetsnormer	13
1.13	Referenser	14

# 1 Öjebro

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområden vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för sektioner upp- och nedströms kraftverket. Vidare nyttjades information från områdesbeskrivningar utförda av Länsstyrelsen i Östergötland (Elf 2002, Tibblin & Rockler 2008, Tibblin m.fl. 2012) i syfte att kartlägga den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Öjebro (WGS84 58°22'32.2"N 15°11'36.1"E, fastighet Mjölby Öjebro 10:4) är beläget kring 33 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det fjärde i uppströmsordning räknat från sjön, 9 km uppströms Vågforsen (Figur 1). Kraftverket ägs av Mjölby-Svartådalens Energi AB och har sedan 1910 varit i drift. Kraftverksbyggnaden (se figur på försättsblad) ligger på vattendragets vänstra sida sett i strömmens riktning medan spillfåran som utgörs av den gamla fåran återfinns på den högra sidan och regleringsdammen är belägen ca 0,4 km längre uppströms. Anläggningen har en fallhöjd på 16,3 m och kraftverket har tre Dubbelfrancis-turbiner med ett maximalt intagsflöde av 34 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Qmax i Tabell 1. Från ritningar framgår att den sammantagna bredden för turbinintagen är ca 12 m och djupet är runt 3,5 m, där nuvarande galler har en lutning av runt 60° med en spaltvidd av ca 100 mm. Vattendragets medelvattenföring vid anläggningen är ca 17 m<sup>3</sup>/s och den normala avsänkningen i vattennivån närmast uppströms dammen ligger kring 0,25 m med ett maximum på 1,0 m. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av olika domar (bl.a. AD 72/1960) och relaterat till flödena vid Knutsbro (närmast uppströms) vilket innebär att kortidsreglering kan förekomma. Spilltappning sker vanligtvis under vårflod och vid häftiga regn



Figur 1. Översiktskarta för Öjebro kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

Tabell 1. Information kring Öjebro kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Öjebro
Koordinater SWEREF99 TM	6470264, 511521
Turbintyp	Dubbelfrancis
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	4,2; 14,2
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,13
Avstånd från hav (km)	99
Höjd över hav (m)	75
Fallhöjd m	16,3
MQ (m <sup>3</sup> /s)	17
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	34
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	46
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	4,8

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns omgivning vid Öjebro domineras av skogsområden med inslag av jordbruksmark. Från området är det runt 2 km till Knutsbro kraftverk närmast uppströms och 9 km till kraftverket Vågforsen närmast nedströms. Vattendragsbredden nedströms Öjebro varierar mellan 25-50 m och merparten av sträckningen utgörs av svagt strömmande vatten med lugnflytande sektioner och vissa inslag av strömmande vatten. Sträckan vid Öjebro utgörs alltsedan kraftverkets uppkomst av tre fåror med vardera ca 0,6 km i längd där de högra (de nordliga) utgörs av ursprungliga åsträckor medan den vänstra är en konstruerad intags- och utloppskanal för kraftverket. Botten i de gamla fårorna utgörs av heterogena strukturer dominerade av block och sten. Den artificiella fåran uppvisar en typisk kanaliserad homogen struktur med släta stränder och botten som knappast är att optimal för strömlevande fiskar. De gamla fårorna kan beroende på spillmängd ha strömmande partier som torde lämpa sig för strömlevande fiskar. Baserat på GIS-analyser noteras en relativt brant lutning i de nedre delarna, där fall av ca 8,5 m uppmätts på en sträcka av runt 150 m, vilket ger en medellutning av runt 6 %. Ytan av strömhabitat är relaterat till mängden av spill, vilket vid 0,85 m<sup>3</sup>/s grovt har estimerats ge en sammantagen medelbredd av ca 4 m vilket motsvarar runt 0,2 ha av strömlevande i de gamla åsträckorna. Elf (2002) nämner att Svartån kring Öjebro, nedströms dammen vid Forsa, består av två forsande fåror som är lämpade för öring och annan vandrande fisk där död ved (LWD) förbättrar lokalens lämplighet för öring (*Salmo trutta*). Området beskrivs av Elf (2002) som nyckelbiotopklassad lövskog och historiskt har de av SLU (2014) hotade arterna flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*) och tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) förekommit i området, medan asp (*Aspius aspius*) återfinns på anslutande sektioner. Vid anslutande sträckor återfinns även färna (*Squalius cephalus*) och nissöga (*Cobitis taenia*). Området uppströms dammen vid Öjebro utgörs i huvudsak av svagströmmande vatten fram till Knutsbro och botten substratet bedöms vara dominerat av finsediment med visst inslag av block och sten. Ytan av strömhabitat för åsträckan har inte kunnat estimeras men bedöms dock vara marginell.



Figur 2. Fotografier på historiska bilder från området kring Öjebro.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Öjebro och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Öjebro har enbart utretts översiktligt i denna rapport. Baserat på citat från SMHI (1943) som lyder; "Fall bildas vid Spångsholm, Knutsbro och Öjebro, på samtliga ställen med berg i dagen", kan dock området vid Öjebro ha varit sådant att svagsimmande arter har haft svårt att passera uppströms. De tidigare strömsträckorna är idag modifierade och delvis torrlagda men har historiskt sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat vilket torde innebära en relativt riklig förekomst av bl.a. öring och asp (Nyblom 1940). Figur 2 visar på de tidigare fallen kring Öjebro innan anläggandet av nuvarande kraftverk. Enligt Elf (2002) finns idag möjliga öringlokaler kring kraftverket samtidigt som värdefulla lokaler för annan fisk förekommer i anslutande sektioner. Vikten av att förbättra fiskvandringmöjligheter i Svartån nämns i Tibblin & Rockler (2008). Den naturliknande fiskväg som föreslås vid Öjebro kan med oavbruten vattentillgång återskapa både lämpliga strömvattenhabitat och samtidigt fungera som en vandringsrutt för flera fiskarter. De prioriterade arterna för föreslås vara asp, färna, vimma (*Vimba vimba*), öring, harr (*Thymallus thymallus*) och ål (*Anguilla anguilla*), medan övriga fiskarter som t.ex. gös (*Sander lucioperca*), gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake (*Lota lota*) kan komma att gynnas av fiskvandringvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare (t.ex. gös), och vandrande individer kan utgöras av unga och små fiskar av olika arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Förhållandena vid Öjebro kan dock ha varit sådana att svagsimmande arter inte kunnat passera de historiska forsarna kan innebära att det kan anses vara tveksamt till att underlätta fiskvandringen i jämförelse från historiska förhållanden. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika scenarier som prioriterats för att återetablera fiskvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Öjebro (Figur 3). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

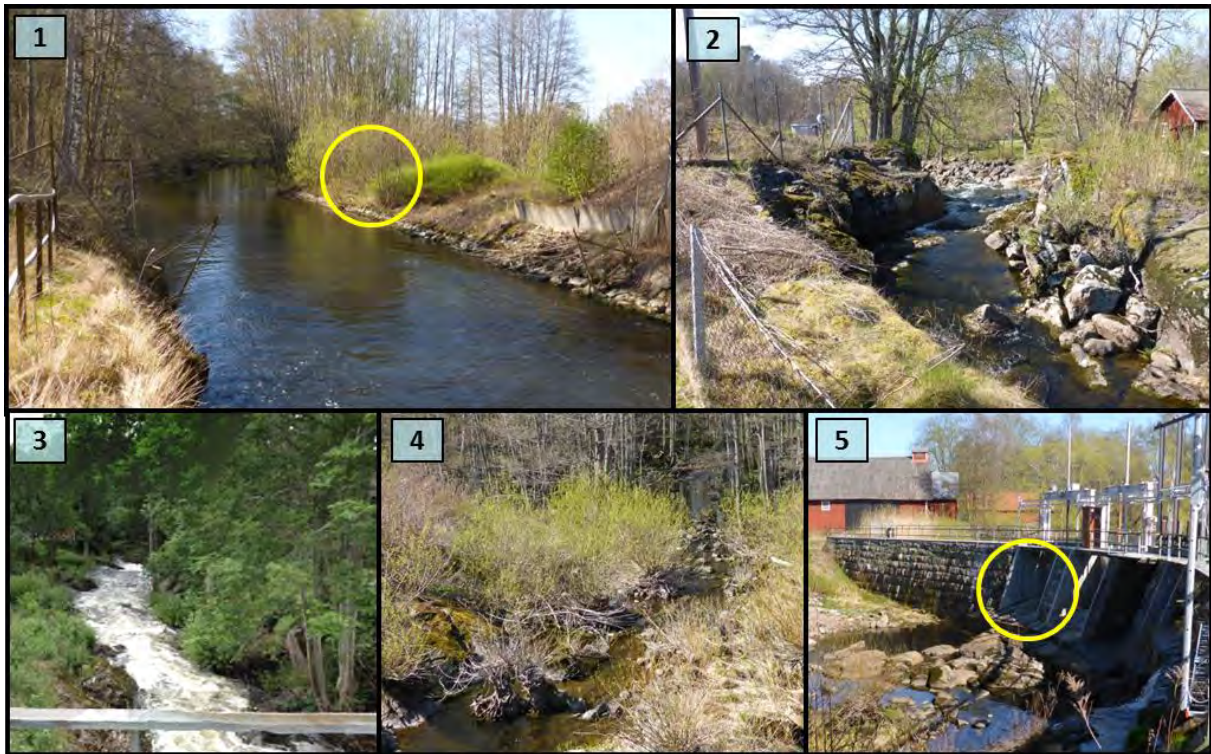
För uppströmspassage av fisk vid Öjebro föreslås att naturliknande omlöp anläggs i endera av de gamla fårorna vid den högra sidan (norra delen) av vattendraget enligt Åtgärd A eller B. Med dessa kan även delar av strömmiljöerna återskapas och frigöras för fiskreproduktion. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller vid turbinintaget (D) via flyktöppningar mynnandes i omlöp. Åtgärderna för fiskvandringar vid är sammanställda i Figur 3 och 4.



Figur 3. Översikt över potentiella fiskpassageåtgärder vid Öjebro (A-D). Platser för fotografier numrerade 1-5. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

### Åtgärd A & C – Omlöp (längd 170 m)

Åtgärden med omlöp (Figur 3) syftar till att tjänstgöra som en uppvandningsväg för fisk från turbinutloppet till gamla älvfåran. Ingången förläggs ca 30 m nedan turbinutloppet (Figur 4:1) där ett omlöp dras väster om ställverket för att möta den gamla sydliga fåran. Den gamla älvfåran har partivis en relativ brant lutning där delsektioner behöver åtgärdas för att erhålla en fungerande fiskvandningsrutt vid det föreslagna flödet av 0,85 m<sup>3</sup>/s. Här kan schaktmassor från omlöpets nedre del sannolikt nyttjas för att bygga rampliknande uppströsklingar vid nuvarande fall. Eventuellt kan betongkonstruktioner krävas vid vissa områden för att åstadkomma en tillfredställande koncentration av vattenströmmar. Sträckan bör vara uppbyggt av varierande strömmiljöer, översvämningsplan och meandrande pooler av tillräckligt djup (upptill ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Fiskvägens övre del placeras vid dammen (C, Figur 4:4 och 4:5) med en utgången i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Vandningsruttens medellutning blir runt 5 %.



Figur 4. Översikt över potentiella fiskpassageåtgärder vid Öjebro (A-D). Platser för fotografier numrerade 1-5. De gula ringarna markerar potentiella in- respektive utgångar för fiskvandringens väg.

#### Åtgärd B & C – Omlöp (längd 425 m)

I syfte att åstadkomma en uppdriftsvandringsrut med lägre lutning än ovannämnda åtgärd föreslås Åtgärd B (Figur 3) som syftar till att tjänstgöra för fiskpassage från turbinutloppet till gamla älvfåran. Ingången förläggs enligt ovan ca 30 m nedan turbinutloppet (Figur 4:1) och ett omlöp dras med den första delen längs åsen och västerut, sett i nedströmsriktning i förhållande till den gamla älvfåran. Efter detta fortsätter omlöpet norrut utanför nuvarande stuggränser, varefter den gamla nordliga fåran nyttjas som avslutande del för vandringsrutten. Åtgärden kan kräva omfattande geotekniska utredningar och resulterar sannolikt i relativt omfattande schaktningar relaterat till höjdförhållandena i området och kan även innebära sprängningsarbeten. Den gamla älvfåran är partvis relativt brant där delsektioner sannolikt behöver åtgärdas för att erhålla en fungerande fiskvandring vid det föreslagna flödet av  $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Här kan schaktmassor från omlöpets nedre del sannolikt nyttjas för att bygga rampliknande uppströsklingar vid nuvarande fall. Eventuellt kan betongkonstruktioner krävas vid vissa områden för att åstadkomma en tillfredställande koncentration av vattenströmmar. Sträckan bör vara uppbyggt av varierande strömmiljöer, översvämningssplan och meandrande pooler av tillräckligt djup (upp till ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Fiskvägens övre del placeras vid dammen (C, Figur 4:4 och 4:5) där en fördjupad fåra med tröskling konstrueras. Utgången utgörs av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Vandringsruttens medellutning blir runt 2 %.

#### Åtgärd D – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 12 m, längd 6 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller till yt nära flyktöppningar med uppsamlingsränna mynnande vid nuvarande is- och skräplucka. Baserat på intagsdjup av runt 3,5 m bör gallerlängden vara runt 6 m vilket ger en gallerlutning av runt  $\alpha < 35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås. Uppsamling av fisk sker till ränna eller tub med ett flöde av ca  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  mynnande i den gamla sydliga älvfåran (Figur 3) där nedströmsvandring av fisk sker via mindre modifieringar av befintlig lucka. Åtgärden kräver sannolikt en modifiering av befintlig rensmaskin.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Öjebro

Öjebros regleringsdamm är preliminärt klassad som en konsekvensklass 1-anläggning enligt RIDAS.

Föreslagen åtgärd med omlöp (åtgärd A) innebär inga dammsäkerhetsrisker.

Föreslagen åtgärd B vilket innebär en uppvandlingsrutt med lägre lutning än A bedöms inte heller utgöra någon risk avseende dammsäkerhet. Däremot ställer åtgärden stora krav rent byggnadstekniskt.

Åtgärd C innebär att en fiskvägramp placeras nedströms befintligt utskov som är placerat längst till höger på regleringsdammen. Vid detta alternativ krävs inga ingrepp i befintlig, dämmande dammkonstruktion utan man använder sig av befintlig lucka. En fiskvägramp kan anläggas nedströms dammen. Dammens totala avbördningskapacitet kan minska genom detta förslag. Total avbördning vid DG enligt kraftindustrins dammregister är ca 153 m<sup>3</sup>/s, vilket kan jämföras med klass II-flödet som är 118 m<sup>3</sup>/s. Den minskning av avbördningskapaciteten som alternativ C kan innebära bedöms ej påverka anläggningens förmåga att vid behov avbörda ett större flöde.

Det måste säkerställas att planerat alfagaller (D) fungerar när rensning sker vid intag till turbinerna. En flyktöppning skall hindra fisk från att vandra in i turbinerna. Flyktöppningen ansluts till befintlig is- och skräplucka. Det måste även fortsättningsvis finnas möjlighet att öppna denna lucka helt.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade bl.a. på VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, har kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden där rådande tillstånds- och provningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### Åtgärd A & C – Omlöp (längd 170 m)

Kostnader för ett omlöp i den gamla sydliga fåran vid Öjebro förväntas bli runt 2 Mkr. Anläggandet innebär schaktningar och eventuellt betonggjutningar och sprängningsarbeten vilket dock kan leda till högre kostnader. Åtgärder vid dammen beräknas kosta runt 0,5 Mkr omfattande bl.a. tröskling och fördjupning av fåran. Under byggnation förväntas inte något större produktionsbortfall vilket ger en total kostnad av 2,5 Mkr för denna åtgärd.

### Åtgärd B & C – Omlöp (längd 425 m)

Kostnader för ett omlöp i den nordliga fåran vid Öjebro förväntas bli runt 4,5 Mkr. Anläggandet innebär schaktningar och eventuellt betonggjutningar och sprängningsarbeten vilket dock kan leda till högre kostnader. Åtgärder vid dammen beräknas kosta runt 0,5 Mkr omfattande bl.a. tröskling och

9 (12)

fördjupning av fåran. Under byggnation förväntas inte något större produktionsbortfall vilket ger en totalkostnad av 5 Mkr för denna åtgärd.

#### **Åtgärd D – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 12 m, längd 6 m)**

Vid Öjebro kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galler som installerade vid Åtran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Ytan av de galler som föreslås vid Öjebro motsvarar de vid Åtran, varför en lägsta kostnad av 1 Mkr är att förvänta vid Öjebro. Därtill tillkommer kostnader som rör modifikation av rensmaskin samt dragnig av ränna/tub från flyktöppning.

### **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 0,85 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 57 % vilket är väldigt lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 78 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 16,3 m, ett maxflöde på 31 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på stationskorrigerad vattenföring från SMHI (En kontrollberäkning har också gjorts med värden på veckomedeltappningen i Mjölby). Det är antaget att mintappningen genom aggregaten är 5 m<sup>3</sup>/s och att stationen inte kan dygnsregleras. Det är också antaget att aggregaten alltid kan köras med maxflöden. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,75 GWh/år, vilket motsvarar runt 6,0 % (0,75/12,5) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten vid byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,05 GWh. Bedömningen grundar sig på erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 100 mm till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,02 m vilket ger en effektförlust på 5 kW vid maxflöde. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,3 %.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 264 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är årlig och inbegriper inte minskade ränteintäkter framåt.

Kostnaden till följd av den uppskattade produktionsförlusten vid byte till låglutande fingaller bedöms vara 18 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan. Kostnaden till följd av ett ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

### **1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer**

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade för Öjebro, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

#### **Uppströmspassage**

**Prioritet 1:** För att möjliggöra en naturlig uppströmspassage (medellutning av 5 %) med beaktande av historiska omgivningsförhållanden och berörda fiskarter rekommenderas Åtgärd A & C. Kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 2,5 Mkr.

**Prioritet 2:** För att åstadkomma en mindre brant rutt (2 %) för uppströmsvandrande fiskar av olika arter och storlekar kan Åtgärd B & C anläggas. Med hänsyn till att området historiskt har utgjorts av vattenfall förespråkas dock inte detta alternativ i första hand, då fiskpassagen syftar till att efterlikna de ursprungliga förutsättningarna för området. Kostnaden för åtgärderna bedöms till totalt 5 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd D. Kostnaden för detta förväntas uppgå till totalt till ca 1 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Öjebro.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A & C	Medger uppvandring från turbinutlopp till ovan damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Omlöp i den gamla strömfåran ger nya strömhabitat och gamla fåran kan återställas för fiskproduktion.	Omfattande arbeten med schaktningar och ev. sprängningar. Kräver modifiering vid damm.	2,5 Mkr
2	B & C	Medger uppvandring från turbinutlopp till ovan damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Omlöp ger nya strömhabitat och gamla fåran kan återställas för fiskproduktion. Låg lutning kan gynna många arter av fisk.	Omfattande arbeten med schaktningar och ev. sprängningar. Kräver modifiering vid damm.	5 Mkr
1	D	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark

eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Uppströmspassage	Nedströmspassage
Prioritet	1	2	1
Kostnader, kr			
Byggkostnad	2 500 000	5 000 000	1 000 000
Rensmaskin			250 000
Fallränna/tub			500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>3 400 000</b>	<b>5 900 000</b>	<b>2 250 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	
Produktionsförlust	264 000	264 000	18 000
<b>Totalsumma</b>	<b>370 000</b>	<b>370 000</b>	<b>168 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Vänstra (södra) sidan av vattendaget

Potentiellt kan fiskväg förläggas på vänstra (södra) stranden ca 30 m nedströms turbinutlopp. Området är dock relativt brant och övre delen av fiskvägen skulle behöva ansluta till det artificiella turbinintaget som inte utgör ett gynnsamt fiskhabitat. Konstruktionen skulle kräva vägpassage och gränsa till anslutande hus. Med beaktande av ovanstående bedöms att en fiskvägslösning längs denna sida inte utgör det bästa alternativet för uppströmspassage vid Öjebro.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Öjebro är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar upp- och nedströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I det fall föreslagen fiskväg inte ligger inom verksamhetsutövarens fastighet krävs således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Öjebro kraftverk är belägen benämns: "Svartån (Mjölby) SE646880-146341". Vattenförekomsten sträcker sig från Sammanflödet med Skanaån vid Klackeborg upp till sammanflödet med Åsboån vid Strålsnäs. Utöver Öjebro kraftstation är även Mjölby och Knutsbro kraftstationer belägna i samma vattenförekomst. I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendlegationens beslut (2009) klassificerats till god. Bedömningen av ekologisk status baseras på bottenfauna och statusen i en annan vattenförekomst (SE645908-145617). Även näringsämnen och förorenande ämnen ligger till grund för bedömningen

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) till "uppnår ej god", vilket beror på att uppmätta halter av fluoranten har uppmätts över gränsvärdena i sediment.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status till 2015.

Enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 klassificeras den ekologiska statusen till måttlig. Påväxtalger och bottenfauna påvisar god respektive hög status. De hydromorfologiska parametrarna där konnektiviteten klassificeras till dålig och det morfologiska tillståndet klassas till måttlig innebär att Länsstyrelsen utifrån en rimlighetsbedömning klassificerat den ekologiska statusen till måttlig. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

När det gäller konnektivitet anges följande i VISS (2014) för den uppströms belägna vattenförekomsten " I gällande föreskrifter (HVMFS 2013:19) definieras parametern "2.2 Konnektivitet i

uppströms och nedströms riktning i vattendrag" som möjligheten för akvatiska organismer eller landlevande organismer att förflytta sig i vattendragsfåran i uppströms- och nedströms riktning eller från vattendragsfåran till anslutande sjö eller biflöden. Då referensförhållanden, d.v.s. vetenskap om vilka arter som naturligt skulle finnas och röra sig i systemet, i de flesta fall saknas har en förenklad bedömning av parametern gjorts. Bedömningen har utgått från data på artificiella vandringshinder och deras passerbarhet. Finns det ett definitivt, artificiellt vandringshinder utan åtgärd (ex väl fungerande fiskväg) har status satts till dålig. Knutsbro, Forsa och Mjölby dammar ligger i och i anslutning till Mjölby. Passerbarheten bedöms vara definitiv för både mört och öring."

Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag till måttlig status. Bedömningen grundas på dataunderlag från SMHI som anger hur den nuvarande flödesregimen i vattendraget avviker från den naturliga.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Knutsbro, Fors och Mjölby. Ett flertal andra åtgärder som t.ex. skyddszoner i jordbruksmark anges också som möjliga åtgärder för att förbättra statusen i vattendragets strandzon.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att tillräckliga biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen (t.ex. fisk). De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av fiskvägar, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Öjebro kraftverk utgör den befintliga regleringen av vattensystemet sannolikt en negativ påverkan på strömvattnekologin i vattenförekomsten. Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Öjebro kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga, liksom andra åtgärder relaterade till övergödning.

För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och den artificiella påverkan som finns i strandzonerna.

Väsentlig negativ påverkan på verksamheten bedöms vara åtgärder som leder till försämrad förmåga att tillföra reglerkraft. Detta hänvisar också till påverkan på miljön i stort och då särskilt till klimatpåverkan.

### 1.13 Referenser

Elf A. 2002. Naturinventering av Svartån med biflöden. Länsstyrelsen Östergötland rapport 2002:4. ISBN: 91-7488-064-0.

HVMFS 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.

SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på:  
<http://www.artfakta.se/>

- SMHI 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på:  
[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på:  
<http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland. Länsstyrelsens rapport: 2008:18. ISBN: 978-91-7488-225-4. Tillgänglig 2014-02-24 på:  
[http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/publicerade-publikationer/2008/Slutrapp\\_FVP\\_Svart%C3%A5n.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/publicerade-publikationer/2008/Slutrapp_FVP_Svart%C3%A5n.pdf)
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

---

## VÅGFORSENS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### **Fiskvägar Motala ström**

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### **FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID VÅGFORSENS KRAFTSTATION I SVARTÅN**



*Nedströmsvy mot kraftverksbyggnad och damm i Vågforsen 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-11

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

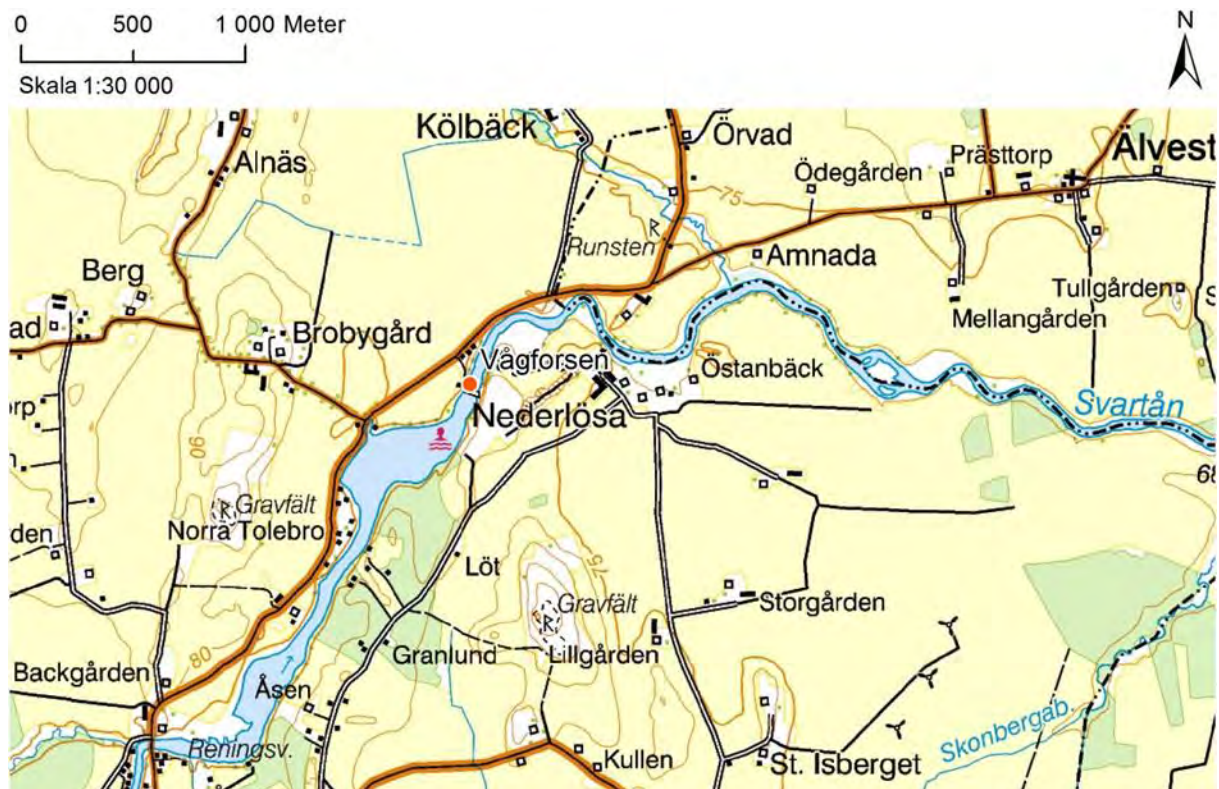
<b>1</b>	<b>Vågforsen</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Vågforsen och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Vågforsen	8
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	8
1.7	Produktionsförlust	9
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	10
1.9	Uppskattning av totala kostnader	10
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	11
1.11	Juridiska aspekter	12
1.12	Miljö kvalitetsnormer	12
1.13	Övriga aspekter	14
1.14	Referenser	14

# 1 Vågforsen

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket. Vidare nyttjades information från områdesbeskrivningar utförda av Länsstyrelsen i Östergötland (Elf 2002, Tibblin & Rockler 2008, Tibblin m.fl. 2012) i syfte att kartlägga den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Vågforsen (WGS84 58°26'15.4"N 15°15'1.8"E, fastighet Mjölby Vågforsen 1:1) är beläget kring 25 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det tredje i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket ägs av Mjölby-Svartådalens Energi AB och har sedan 1920 med smärre modifieringar utförda under senare tid varit i drift i nuvarande form. Kraftverksbyggnaden (se försättsblad) ligger på vattendragets vänstra sida sett i strömmens riktning (västra sidan) medan regleringsdammen återfinns på den högra. Anläggningen har en fallhöjd på 4,2 m och kraftverket har tre turbiner (2 Dubbelfrancis och 1 Semikaplan) med ett maximalt flöde av 33 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Qmax i Tabell 1. Intagen för turbinerna är runt 4,5 m breda och 4,5 m djupa med galler av spaltvidden av 70 mm som lutar mellan 65-80°. Vattendragets medelvattenföring (MQ) vid anläggningen är ca 22 m<sup>3</sup>/s och den normalt nyttjade avsänkningen vid dammen är maximalt kring 0,5 m. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av dom AD 12/1919 och korttidsreglering är begränsad. Spill förekommer under vårflod och vid höglöden i samband med regn.



Figur 1. Översiktskarta för Vågforsens kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

Tabell 1. Information kring Vågforsens kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och vattenflöde genom turbiner. Delar av förkortningar förklaras i texten ovan. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Vågforsen
Koordinater SWEREF99 TM	6477437, 514625
Turbintyp	2 Dubbel Francis, 1 Semikaplan
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	1,2; 4,5
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,03
Avstånd från hav (km)	90
Höjd över hav (m)	73
Fallhöjd m	4,2
MQ (m <sup>3</sup> /s)	18
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	33
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	55
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	5,1

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns sträckning vid Vågforsen utgörs av två fårar ca 75 m i längd (bredder av 10-15 m) där den högra är den ursprungliga och utgörs av spillvägen och den vänstra regleras av kraftverket. Enligt Elf (2002) förekommer asp (*Aspius aspius*) och färna (*Squalius cephalus*) vid forsen som dessutom bedöms vara lämpad för lek och uppväxt av öring (*Salmo trutta*). Vimma (*Vimba vimba*) har inrapporterats från området nedströms kraftverket (Tibblin & Rockler 2008, SLU 2014) och den är liksom asp ansedd som hotad (SLU 2014). Från området är det runt 18 km till kraftverken Odensfors närmast nedströms och 9 km till Öjebro närmast uppströms. Åsträckan närmast ovan Vågforsen utgörs av kring 0,8 km av en sjöliknande miljö, varefter ån smalnar (bredd av 30-40 m) och bildar miljöer med dominans av svagströmmande vatten med större inslag av lugnvatten. Skenaån ansluter ca 4,5 km uppströms Vågforsen. Huvuddelen av åns botten fram till Öjebro utgörs av finsediment med inslag av block och sten (Gustafsson 2005). Ytan av strömhabitat för åsträckan har inte kunnat estimeras men bedöms dock vara marginell. Stormusslor som t.ex. den hotade (SLU 2014) tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) återfinns på anslutande strömsträckor och/eller biflöden till Vågforsen (Elf 2002), samtidigt som och nissöga (*Cobitis taenia*) har inrapporterats (SLU 2014).

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Vågforsen och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Vågforsens kraftverk har inte kunnat klargöras mer än översiktligt i denna utredning. Strömsträckorna har dock sannolikt utgjort biologiskt värdefulla miljöer och haft en relativt riklig förekomst av bl.a. harr (*Thymallus thymallus*), öring och asp (Nyblom 1940). Enligt information i Elf (2002) finns potentiella habitat för olika fiskarter på sträckor kring Vågforsen. Genom skapande av fiskvägar vid både Svartåfors och Odensfors kraftverk kan dock flera kilometer av ån, samt biflöden (bl.a. Skenaån), tillgängliggöras för uppvandrande fisk fram till Öjebro kraftverk.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Odensfors föreslås vara asp, vimma, färna, öring, harr och ål (*Anguilla anguilla*), medan övriga fiskarter som t.ex. gös (*Sander lucioperca*), gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake (*Lota lota*) kan komma att gynnas av fiskvandringvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare (t.ex. gös), och vandrande individer kan utgöras av unga och små fiskar av olika arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett

naturligt bottenstrukt. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandringar syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utledda vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera fiskvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Vågforsen (Figur 2). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.



Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassageåtgärder vid Vågforsen. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

#### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Vågforsen föreslås att en teknisk fiskväg med naturligt bottenstrukt och artificiell vegetation anläggs nära kraftverkets utlopp (åtgärd A-B). Närområdet förefaller vara alltför brant för att anlägga ett naturligt omlöp. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med antingen alfagaller vid kraftverkets intagskanal (åtgärd C) eller betagaller med flyktöppning vid oanvänd is/skräplucka vid spilldammen. Åtgärderna för fiskvandringar vid är sammanställda i Figur 2.

### Åtgärd A – Slitsränna (83 m)

En slitsränna kan anläggas (Figur 2) för att tjänstgöra som uppvandringväg för fisk från turbinutloppet till ovan dammen. Höjdskillnaden av 4,3 m ger med en fiskväg av 83 m i längd en medellutning av 5,2 %. Ingången förläggs ca 20 m nedan turbinutlopp. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att öppningar för slitsrännan, som konstrueras för flöden mellan 0,6 till 1,0 m<sup>3</sup>/s, kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid fiskvägens ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid dess intag. Poolerna bör för fiskar av 1 m i längd vara ca 3 m långa. Förslagsvis anläggs rännans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel.

### Åtgärd B – Slitsränna (60 m)

En slitsränna (flöde 0,6-1,0 m<sup>3</sup>/s) med en medellutningen av ca 7 % kan anläggas för att tjänstgöra som uppvandringväg för fisk från både turbinutlopp och spillfåra till områden ovan damm (Figur 2). En dubbelingång förläggs då ca 10 m nedan turbinutlopp, 25 m nedströms damm. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid fiskvägens ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid de dubbla ingångarna i fiskvägens nedersta delar. För en fisklängd av 1 m bör pooler vara kring 3 m långa och fiskvägens botten kan ha en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel.

### Åtgärd C – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 13,5 m, längd 9 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller till flyktöppningar med uppsamlingsränna (Figur 3). Baserat på intagsdjupet av runt 4,3 m bör gallerlängden vara maximalt 9 m, vilket ger en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås och för ändamålet förses varje turbinintag med låglutande alfagaller med flyktöppningar. Från dessa öppningar uppsamlas fisk i en ränna som passerar kraftverket via outnyttjad is/skräplucka. Flyktöppningar läggs ytnära på vardera sidan av intaget och dimensioneras för ett totalflöde av 0,5 m<sup>3</sup>/s. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.



Figur 3. Områden för olika åtgärder vid Vågforsen med spillväg, område mellan turbiner och spill, samt dammen.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Vågforsen

Nedan följer dammsäkerhetstekniska aspekter för föreslagen åtgärd för fiskvandring i Vågforsen.

Vågforsen är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte i nämnvärd omfattning påverkas av föreslagna åtgärder.

### Åtgärd A – Slitsränna (83 m)

Huvudalternativ är att en slitsränna anläggs till vänster om anläggningen med ingång ca 20 m nedströms om turbinutloppet. Rännan kommer att mynna i ca 30 m uppströms om dammen (A).

Alternativet innebär sannolikt inte någon risk avseende dammsäkerhet. Det förutsätts dock att ingång på nedströmssidan inte placeras för nära dammanläggningen, helst inte närmare än de föreslagna 20 m. Om rännan anläggs närmare kraftverket kan det finnas risk för stabilitetsproblem i den relativt branta slänten som i värsta fall skulle kunna orsaka skador på kraftverksbyggnaden.

### Åtgärd B – Slitsränna (60 m)

Alternativ B innebär att en slitsränna byggs direkt till höger om kraftverket. Rännan föreslås ledas genom den idag igengjutna luckan som tidigare användes för is/drivgoods. Det finns ett antal risker ur dammsäkerhetsperspektiv samt även byggnadstekniskt med alternativet:

Slitsrännan riskerar att påverkas vid avbördning genom utskovet längst till vänster. Vatten (och även is vintertid) kommer att slå mot rännan och strömningen åt nedströmshållet sannolikt att påverkas. För att undvika detta bör slitsrännan inte vara bredare än att den ryms i pelarens förlängning åt nedströmshållet.

Tekniskt komplicerat att anlägga vilket gör att kostnaden ökar. Sannolikt kommer fångdamm krävas för att utföra slitsrännan och gjutning av denna och det är dessutom ont om plats vilket försvårar arbetet ytterligare.

### Åtgärd C – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 13,5 m, längd 9 m)

Idag finns anordning för rensning av drivgoods vid intag till turbinerna. Det måste säkerställas att planerat alfagaller (C) fungerar när rensning sker vid maskinstationen.

Personsäkerheten för ovan föreslagna åtgärder bedöms inte påverkas då staket kan förläggas längs med fiskvägsanordningarna.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade bl.a. på VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, har kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden där rådande tillstånds- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### Åtgärd A – Slitsränna (83 m)

En slitsränna i detta område förväntas kosta runt 3-4 Mkr. Dock kan arbetet med schaktningar bli kostsam speciellt om åtgärden kräver en längre tid av produktionsbortfall då högre kostnader uppstår.

### Åtgärd B – Slitsränna (60 m)

Anläggandet av en slitsränna eller inlöp i detta område förväntas kosta i storleksordningen 3-4 Mkr. Dock kan arbetet med att modifiera delar av befintlig stenmur och nödvändiga schaktningar bli kostsamma och leda till en längre tid av produktionsbortfall varför kostnaderna kan bli högre.

### Åtgärd C – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 13,5 m, längd 9 m)

Alfagaller av liknande typ som de installerade i Ätran kan anläggas vid Vågforsen. Kostnaden för dessa beräknas för Vågforsen till runt 1-2 Mkr plus produktionsbortfall. Kostnader som tillkommer rör modifikation av utsläppslucka/fallränna och rensmaskin

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 1 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 83 % vilket är vad man kan förvänta sig utifrån ålder, storlek och typ av aggregat. Beräkning av produktionsförlust baseras på fallhöjden 4,2 m, ett maxflöde på 30 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på stations-korrigerad vattenföring från SMHI (en kontrollberäkning har också gjorts med värden på veckomedeltappningen i Mjölby). Det är antaget att mintappningen genom aggregaten är 4 m<sup>3</sup>/s och att stationen inte kan dygnsregleras. Det är också antaget att tillgängligheten på aggregaten är 100 % (det vill säga att man alltid kan köra totalt 30 m<sup>3</sup>/s genom aggregaten). Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,34 GWh/år, vilket motsvarar runt 6,8 % (0,34/5,0) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,05 GWh. Skattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga estimat samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från aktuell (70 mm) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,020 m vilket ger en effektförlust på 5 kW vid maxflödet 30 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 1 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 121 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 18 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd A. Kostnaden för denna åtgärd estimeras till runt 3-4 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd B består av en teknisk lösning som kan locka fisk från såväl turbinutlopp som spillväg och bedöms ge goda förutsättningar för uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk. Denna åtgärd är dock relativt komplicerad i jämförelse med Åtgärd A varför det inte har getts första prioritet. Totalkostnaden för denna åtgärd bedöms vara runt 3-4 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd E-F. Kostnaden för detta förväntas uppgå till ca 1-2 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Vågforsen.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A	Medger uppvandring ovan damm. Krävs om fisk simmar till turbinutloppet.	Möjliggör passage för fisk som lockas till turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning och tillåter flödesvariation.	Schaktning vid strand. Kräver hydrauliska och tekniska detaljstudier innan genomförande.	3-4 Mkr
2	B	Medger uppvandring ovan damm från både turbinutlopp och spillväg.	Möjliggör passage för fisk som lockas till både turbin och spillområdena. Slitsdelar ger god anlockning och tillåter flödesvariation.	Ingrepp i befintlig stenmur. Komplicerad anläggning. Kräver hydrauliska och tekniska detaljstudier innan genomförande.	3-4 Mkr
1	C	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar vid kraftverk.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1-2 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan.

Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Uppströmspassage	Nedströmspassage
Prioritet	1	2	1
Kostnader, kr			
Byggkostnad	3 500 000	3 500 000	1 500 000
Rensmaskin			100 000
Fallränna/tub			500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>4 400 000</b>	<b>4 400 000</b>	<b>2 600 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	
Produktionsförlust	121 000	121 000	17 500
<b>Totalsumma</b>	<b>227 000</b>	<b>227 000</b>	<b>167 500</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Uppvandringsväg längs högra stranden

Åtgärder längs spillfåran, vid högra stranden (den östra), bedöms ge otillfredsställande uppvandring av fisk och endast fungera vid perioder med spill varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Omlöp

Ett omlöp kan eventuellt anläggas istället för Åtgärd A. De branta sluttningarna längs vattendragets sidor torde dock försvåra en konstruktion av detta varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Inlöp/ramp (60 m)

Ett inlöp liknande en ramp av 60 m kan eventuellt förläggas parallellt med spillfåran istället för Åtgärd B. Ingången kan utformas för att locka fisk från både turbinutloppet och spillfåran. Denna skulle dock mynna relativt långt nedströms där kanske inte optimal anlockning för uppströmsvandring uppnås.

Tekniskt blir detta alternativ relativt komplicerat och sannolikt kostsamt att utföra. Alternativet är därför mindre lämpligt och rekommenderas inte i första hand.

### **Åtgärd – Ytavledare (35 m)**

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk från turbinernas intagskanal mot dammen kan anläggas enligt dragning av åtgärd I. Denna anläggs då från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

## **1.11 Juridiska aspekter**

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Vågforsens kraftstation är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I det fall redovisade förslag till åtgärder ligger utanför verksamhetsutövarens fastighet (se fig.) krävs således att ett servitutsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## **1.12 Miljökvalitetsnormer**

Den vattenförekomst, i vilken Vågforsens kraftstation är belägen benämns: "Svartån" (Normlösa) SE647950-146761. Vattenförekomsten sträcker sig mellan dömestadsbäckens utlopp i Svartån (SV Hackeryd) till sammanflödet med Sammanflödet med Skenaån (SV Normlösa).

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen är en s.k. expertbedömning och baseras enbart på statusen i Skenaån och på Svartån SE648079-148099.

Utöver problem med övergödning (s.k. expertbedömning) har vattenförekomsten klassificerats till måttlig status utifrån hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, där Vågforsens kraftstation anges som ett vandringshinder.

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) till "god".

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning, och beror på att det bedöms som ekonomiskt orimligt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015. Arbetet med planering, genomförande av åtgärder och att åtgärdens effekt uppnås kommer att ta tid, och därför har vattenförekomsten fått tidsfrist 2021.

En liknande bedömning och klassificering av ekologisk status görs enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 där expertbedömd påverkan av övergödning och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

Den sammanvägda statusklassificeringen för hydromorfologi anges i VISS till måttlig status med följande motivering: "I gällande föreskrifter (HVMFS 2013:19) definieras parametern "2.2 Konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag" som möjligheten för akvatiska organismer eller landlevande organismer att förflytta sig i vattendragsfåran i uppströms- och nedströms riktning eller från vattendragsfåran till anslutande sjö eller biflöden. Då referensförhållanden, d.v.s. vetskap om vilka arter som naturligt skulle finnas och röra sig i systemet, i de flesta fall saknas har en förenklad bedömning av parametern gjorts. Bedömningen har utgått från data på artificiella vandringshinder och deras passerbarhet. Finns det ett definitivt, artificiellt vandringshinder utan åtgärd (ex väl fungerande fiskväg) har status satts till dålig. Vågforsen ligger i denna del av Svartån och bedöms vara ett definitivt hinder för både mört och öring. Det finns även vandringshinder i upp- och nedströms liggande förekomster. Konnektiviteten har klassificerats (preliminär klassning) till dålig. Den hydrologiska regimen har däremot preliminärt klassificerats till god.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Vågforsen.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att tillräckliga biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Vågforsen kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status.

Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Vågforsen kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid övriga vandringshinder och uppströms liggande vattenförekomst, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och minskar övergödningen.

### 1.13 Övriga aspekter

För att återskapade fiskvandringmöjligheter vid Vågforsen skall uppnå full effekt förutsätts fiskvägsinstallationer även vid Svartåfors och Odensfors.

### 1.14 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Internet: Naturvårdsverket och Fiskeriverket Linköpings kommun 2005, Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner
- Gustafsson P. 2005. Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner inventering och åtgärdsförslag. Natur i Linköping 2005:3. Linköpings kommun. Tillgänglig 2014-07-01 på: <http://www.linkoping.se/Global/Milj%C3%B6och%20h%C3%A4lsa/Natur/Informationsmaterial/05Aspinventeringmforord.pdf>
- HVMFS 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på: <https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.
- SLU 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)
- SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på: <http://www.artfakta.se/>
- SMHI 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjälte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på: <http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland.
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE649609-152033&userProfileID=3>

---

## ODENSFORS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID ODENSFORS KRAFTSTATION I SVARTÅN



*Uppströmsvy mot kraftverksbyggnaden i Odensfors 2014-04-22.*

ORIGINAL

2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

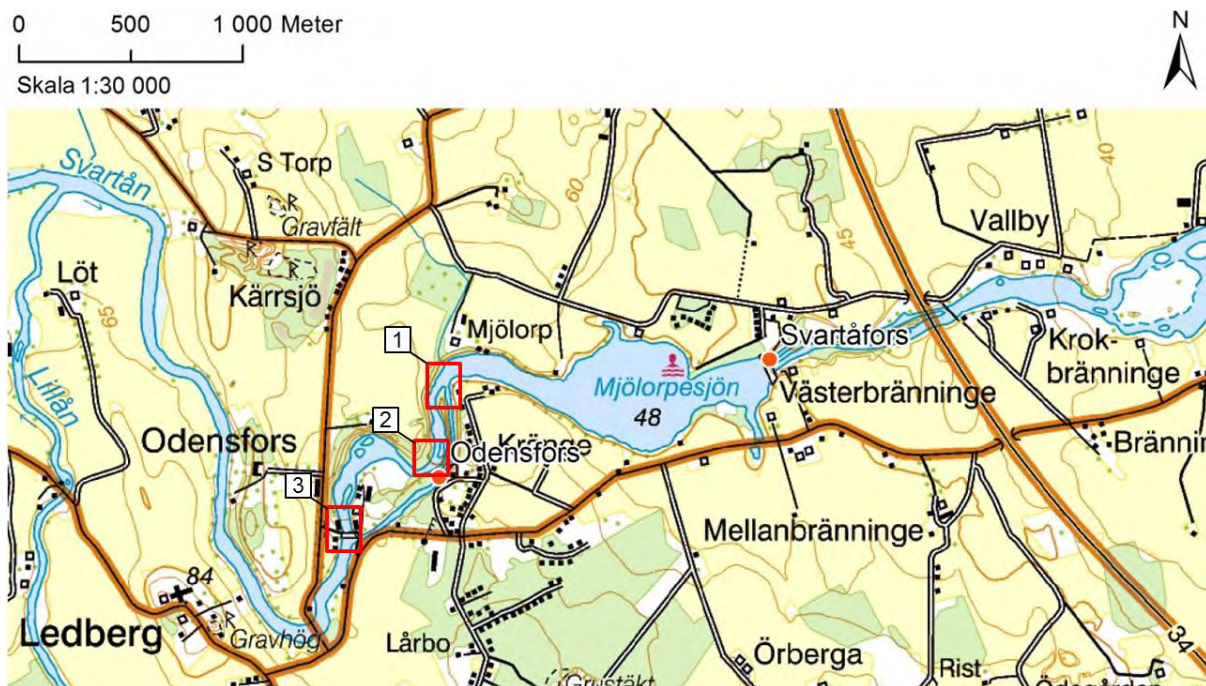
<b>1</b>	<b>Odensfors</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Odensfors och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	7
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Odensfors	9
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	10
1.7	Produktionsförlust	11
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	12
1.9	Uppskattning av totala kostnader	13
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	14
1.11	Juridiska aspekter	14
1.12	Miljö kvalitetsnormer	15
1.13	Övriga aspekter	16
1.14	Referenser	16

# 1 Odensfors

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-22. I samband med detta utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket. Vidare nyttjades information från områdesbeskrivningar utförda av Länsstyrelsen i Östergötland (Elf 2002, Tibblin & Rockler 2008, Tibblin m.fl. 2012) i syfte att kartlägga den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Odensfors (WGS84 58°26'47.3"N 15°27'59.4"E, fastighet Kungskvarn 1:3 och 1:10) är beläget 6,5 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det andra i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket ägs av Tekniska Verken Linköping AB och har sedan 1949 varit i drift i nuvarande form. Kraftverksbyggnaden (se försättsblad) ligger på vattendragets högra sida sett i strömmens riktning (södra sidan) medan regleringsdammen återfinns ca 0,7 km uppströms. Anläggningen har en fallhöjd på 12,5 m och kraftverket har tre turbiner med ett maximalt flöde av 39 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Intagen för turbinerna är ca 4 m breda och 3,2 m djupa med galler som lutar kring 60°, där de två Francisenheterna har en galler spalt av 24 mm medan Kaplanintaget har galler med 60 mm spaltvidd. Vattendragets medelvattenföring (MQ) vid anläggningen är ca 22 m<sup>3</sup>/s och den normalt nyttjade avsänkning vid dammen är vanligtvis runt 1-2 m. Reglerings-mönster kring kraftverket är styrt av olika domar (inkluderande Häradsrätt 7/11 1912 och AD 5/1919) och korttidsreglering förekommer. Spill förekommer under vårfloed och vid högflöden i samband med regn.



Figur 1. Översiktskarta för Odensfors kraftstation med delområden 1) Nedre spillfåra, 2) Kraftverk och 3) Dam. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

Tabell 1. Information kring Odesfors kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och vattenflöde genom turbiner. Delar av förkortningar förklaras i texten ovan. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Odesfors
Koordinater SWEREF99 TM	6478278, 526810
Turbintyp	2 Francis, 1 Kaplan
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	3,8; 11,6
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,1
Avstånd från hav (km)	67
Höjd över hav (m)	55
Fallhöjd m	12,5
MQ (m <sup>3</sup> /s)	22
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	39
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	79
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	5,6

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns sträckning vid Odesfors utgörs av två fåror där den vänstra är den ursprungliga och den högra utgörs av en konstruerad intags- och utloppskanal för kraftverket. Gamla fåran är runt 1,2 km i längd där botten utgörs av en heterogen struktur dominerad av block och sten (Gustafsson 2005). Fåran som faller runt 5 m kan beroende på spillmängd ha strömmande partier som torde lämpa sig för strömvattenlevande fiskar. Ytan av strömhabitat är relaterat till mängden vatten, vilket vid 2 m<sup>3</sup>/s grovt uppskattas ge en medelbredd av 6 m vilket motsvarar runt 0,7 ha av strömmar i den gamla åsträckan. Området uppströms dammen utgörs av svagströmmande vatten där bottensubstratet bedöms vara dominerat av finsediment. Runt 3 km uppströms dammen mynnar Lillån/Kapellån ner i Svartån. Delar av dessa biflöden har av Elf (2002) bedömts ha höga naturvärden och lämpliga lokaler för öring (*Salmo trutta*), samt ha förekomst av såväl asp (*Aspius aspius*), färna (*Squalius cephalus*) och nissöga (*Cobitis taenia*). Asp är tillsammans med stormussla av arten tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*), som återfinns på anslutande strömsträckor och/eller biflöden uppströms Odesfors (Elf 2002) listade av SLU (2014) som hotade.

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Odesfors och potential av genomförande av åtgärd

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Odesfors föreslås vara asp, färna, öring, harr (*Thymallus thymallus*) och ål (*Anguilla anguilla*), medan övriga fiskarter som t.ex. gös (*Sander lucioperca*), gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake (*Lota lota*) kan komma att gynnas av fiskvandringvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare (t.ex. gös), och vandrande individer kan utgöras av unga och små fiskar av olika arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandringar syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera uppströmsvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Odesfors (Figur 2). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.

De historiska förhållandena vid Odensfors kraftverk har endast utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock sannolikt utgjort biologiskt värdefulla miljöer och haft en relativt riklig förekomst av bl.a. harr, öring och asp (Nyblom 1940). Enligt information i Elf (2002) finns potentiella habitat för olika fiskarter på sträckor kring Odensfors där dock sektionen nedströms kraftverket till största del utgörs av Mjölörpesjön (34 ha). Genom skapande av fiskvägar vid både Svartåfors och Odensfors kraftverk kan dock flera kilometer av strömmande vatten tillgängliggöras för uppvandrande fisk där Elf (2002) redovisar att det uppströms Odensfors finns relativt stora arealer av vattendrag och biflöden med olika limniska värden. För att uppnå en sammanhängande kontinuitet bör fiskpassage vid både Svartåfors och Odensfors således åstadkommas. Med tanke på detta bör fiskars passerbarhet vid dessa kraftverk vara prioriterad för att åstadkomma en stor andel av vandrande arter i vattendraget. En naturliknande fiskväg, i detta fall i form av inlöp, bedöms därför vara den bästa lösningen utifrån såväl en biologisk och ekonomiskt synvinkel för fiskpassage vid Odensfors. Om vatten spills i den gamla fåran kan arealen av strömhabitat öka i relation till mängden spill, där det naturlika inlöpet vid konstant vattentillgång kan tillföra ytterligare strömvattenmiljöer.



- A. Flödesriktare (2000 m<sup>2</sup> utfyllnad).**  
Koncentrerat vattenflöde i nedersta delen av spillfåran ger ökad hastighet som kan öka uppströms anlockning av fisk.
- B. Slits (5 m).**  
Tjänstgör med 2 pooler som uppvandringväg för fisk via spillfåran mot dammen.
- C. Slitsränna (50 m).**  
Leder fisk från turbinutloppet till spillfåran.
- D. Alfagaller (12 m bredd, 6 m längd).**  
Hindrar nedströmsvandrande fiskar från turbiner med galler där ett djup av 3,2 m ger galler med < 35° lutning.
- E. Flyktöppning via is/skräplucka.**  
Leder fisk nedströms via reglerbar lucka.
- F. Ingångsramp (35 m + 20 m).**  
Fungerar som passageväg förbi damm. Förläggs genom ramp/upptröskling med flera ingångar som nyttjas beroende på spillmängd.
- G. Spontat inlöp (70 m).**  
Fungerar som passageväg förbi damm med en medellutning runt 3 % beroende på ingångstyp.
- H. Reglerbar lucka (slits).**  
Styr flödesmängden i inlöpet.
- I. Betagaller (37 m).**  
Styr nedströmsvandrande fisk mot spillfåran via flyktöppning med maximalt 0,5 m<sup>3</sup>/s. Anläggs från botten mot ytan där vinkeln blir runt 30° mot huvudströmmen.

Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassageåtgärder vid Odensfors. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, © Sweco 2014-06-30.

## 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Odensfors föreslås att ett naturliknande inlöp med ramp anläggs vid gamla fåran av vattendraget (Åtgärd F-H). Genom anläggandet av de föreslagna nedströmsliggande delarna (A-C) åstadkoms en fungerande fiskpassage för rådande nivåer av vattenstånd förutsatt att mängden av spill i den gamla fåran är tillräcklig. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med antingen betagaller vid kraftverkets intagskanal (Åtgärd I) eller alfagaller med flyktöppning närmast turbinintaget (D-E). Åtgärderna för fiskvandringar vid Odensfors sammanställs i Figur 2.

### Åtgärd A-B – Strömkoncentration (2000 m<sup>2</sup>) och slitsränna (5 m)

Åtgärden med koncentrerat vattenflöde i nedre delen av spillfåran ger ökad hastighet som kan förbättra uppströmsanlockning av fisk till den gamla fåran nedström regleringsdammen. Förutsatt att denna fåra har tillfredställande vattenmängd förväntas fiskar i lägre omfattning söka sig mot turbinutloppet. Detta kan åstadkommas genom utläggning av stenar och block av varierande storlek där ett heterogent substrat samtidigt kan skapa nya strömmiljöer för flora och fauna. En tappning av 2 m<sup>3</sup>/s från befintlig damm kan ge förutsättningar för strömlevande fisk att reproducera sig i området nedan dammen. Den potentiella ytan av lämpliga uppväxtområden för strömlevande fiskar skattades genom GIS-mätningar till ca 0,7 ha vid detta flöde, men arealen kan sannolikt ökas genom biotopförbättring längs med fåran. Genom anläggande av slits med två pooler (5 m) vid befintlig spegeldamm med öppning (Figur 3 B) i nedersta delen av spillfåran erhålls en uppvandringssväg för fisk mot dammen 1,2 km uppströms. Här rekommenderas att slitsen har öppningar som kan regleras i bredd mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m.

### Åtgärd C – Slitsränna (50 m)

En slitsränna för runt 0,5 m<sup>3</sup>/s kan anläggas (Figur 2) för att tjänstgöra som uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till den gamla fåran. Höjdskillnad mellan spillfåran och turbinutloppet är 2-3 m beroende på flöden, vilket ger en lutning av fiskvägen på 4-6 %. Ingången förläggs ca 40 m nedan turbinutlopp och anpassas med ett naturlikt bottensubstrat. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid trappans ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid trappans intag. För en fisklängd av 1 m bör poolerna vara kring 3 m långa. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vatten-hastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålängel.

### Åtgärd D-E – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 12 m, längd 6 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller (D) till flyktöppningar med uppsamlingsränna mynnande vid E (Figur 3 D, E). Baserat på intagsdjupet av runt 3,2 m bör gallerlängden vara ca 6 m, vilket ger en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås och för ändamålet förses varje turbinintag med låglutande alfagaller med flyktöppningar. Från dessa öppningar uppsamlas fisk i en ränna som föreslås passera kraftverket via befintlig is/skräplucka. Flyktöppningar läggs ytnära på vardera sidan av intaget och dimensioneras för ett totalflöde av 0,6 m<sup>3</sup>/s. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.

### Åtgärd F – Ingångsramp (55 m)

Rampen fungerar som passageväg förbi damm och kan byggas som en kombination av tröskling (rocky ramp), specialbeställas eller gjutas på plats. Lämpliga fiskgångar längs rampens sträckning

kan anpassas efter rådande vattenföring. Övre delen av rampen slutar vid den vänstra stranden av dammen där det finns en förlegad lucka till vänster om större luckor (Figur 3 F). Här återfinns resterna av en tidigare ålyngelledare. Med bara åtgärd F blir rampens medellutning ca 6 %. Förslaget förutsätter en kontinuerlig mintappning mot spillfåran av minst 1 m<sup>3</sup>/s. Åtgärden gynnas ur fiskbiologisk synvinkel av åtgärd G-H, vilket då ger en medellutning av runt 3 %.

### Åtgärd G-H – Spontat inlöp (70 m)

Här anläggs ett inlöp för 1 m<sup>3</sup>/s i anslutning till ingången (åtgärd F) längs vänstra stranden. Inlöpet konstrueras för att skära genom dammen vid den förlegade luckan (Figur 3 F). Åtgärden fungerar som en naturliknande fiskpassage förbi damm (och ger som nämnt tillsammans med Åtgärd F en medellutning av 3 %), vilket torde tillåta uppvandring av samtliga målarter, inklusive ålyngel. Även om inlöpet i första hand syftar till att tjänstgöra som en fiskpassagerutt kan miljöer skapas för etablering av såväl botten-fauna som vattenvegetation. Inlöpet tillåter att vattennivån ovan dammen bibehålls. Alternativet kan bli relativt dyrt att anlägga då det kräver ingrepp vid befintlig damm samt bro, alternativt kulvertering. Kostnaderna är också beroende på djup och bottenförhållanden uppströms dammen. Fiskvägens översta del (H) förses med en utgång i form av reglerbara slitsar/lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Lokaliseringen av fiskvägen i relation till geotekniska förhållanden måste beaktas och vissa delar kan behöva förläggas vid andra positioner än vad som visas i Figur 2.



Figur 3. Områden som listats för olika åtgärder vid Odensfors.

### Åtgärd I – Betagaller (37 m)

Här anläggs ett betagaller vid högra sidan av ån parallellt med befintlig bro (eventuellt kan bron förflyttas ca 20 m uppströms) för att leda fisk mot flyktöppning vid damm. Gallret anläggs från botten till ytan där vinkeln blir runt 30° mot huvudströmmen. Syftet är att styra nedströmsvandrande fisk till spillfåran via flyktöppning och tub/ränna med ett flöde av maximalt 0,5 m<sup>3</sup>/s.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Odensfors

Nedan följer dammsäkerhetstekniska aspekter på föreslagna åtgärder för fiskvandring genom Odensfors beskrivna enligt ovan A–I.

Odensfors är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms endast i mindre omfattning påverkas av föreslagna åtgärder.

Fiskpassageåtgärder i Odensfors föreslås vid regleringsdammen, kraftverket och i den nedre spillfåran. Sett ur ett dammsäkerhetsperspektiv bedöms inga risker finnas med alternativen vid kraftverket och den nedre spillfåran. Åtgärderna vid regleringsdammen däremot har ett antal nackdelar gällande dammsäkerheten som man måste ta hänsyn till.

### Alternativ A–B (Nedre spillfåran)

Åtgärd består av en flödesriktare bestående av ca 2000 m<sup>2</sup> utfyllnad med syfte att öka hastigheten i fåran (A) samt anläggande av slits i befintlig spegeldamm (B). Ingen av dessa åtgärder innebär sannolikt någon ökad risk för dammsäkerheten vid anläggningen.

### Alternativ C–E (Kraftverket)

En slitsränna kan anläggas mellan turbinutloppet till spillfåran (C) där ingången i turbinutloppet föreslås placeras i höjd med stängsel nedströms turbinuttaget så att inte strömningsförhållanden i kanalen påverkas (Figur 4).

Alfagaller föreslås vid intaget till kraftverket för att förhindra fisk från att vandra in i turbinerna (D). Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intag till turbinerna. Det måste säkerställas att denna anordning även fungerar när rensning sker vid planerat alfagaller. Befintlig is/skräplucka i direkt närhet till maskinstationen är tänkt att användas som vandringsrutt med ett flöde på 0,5-1 m<sup>3</sup>/s. Det måste även fortsättningsvis finnas möjlighet att öppna denna lucka helt.



Figur 4. Läge för slitsränna mellan spillfåra och kanal nedströms turbinutlopp

### **Alternativ F-I (Regleringsdammen)**

Alternativet innebär att ett inlöp anläggs på vänster sida uppströms om regleringsdammen. Inlöpet skall gå genom befintlig dammkonstruktion och övergå till en ingångsramp som då fungerar som passageväg förbi dammen och mynnar ca 50 m nedströms om dammen på vänster sida.

Åtgärderna innebär en utmaning dammsäkerhets- och byggnadstekniskt. Det är tekniskt komplicerat eftersom passagen skall gå genom befintlig damm genom ett igengjutet utrymme där det tidigare fanns en lucka (jämför Figur 3F).

Uppströms dammen skall en spont grundläggas och det föreligger osäkerhet hur detta skall utföras. Eftersom sponten kommer att utgöra tätande skikt i konstruktionen ställs höga krav på anslutningar mot underliggande material samt mot befintlig dammkonstruktion. Geotekniska undersökningar behöver utföras för att kontrollera avstånd till berg samt underliggande jordarter vid läget för sponten. Fångdamm behövs antagligen när passagevägen skall byggas genom den igengjutna väggen i befintlig damm.

En reglerbar lucka (H, slits) styr flödesmängden i det spontade inlöpet.

Ett betagaller (I) föreslås på höger sida med syftet att styra nedströmsvandrande fisk mot spillfåran via en flyktöppning med maximalt 0,5 m<sup>3</sup>/s. Detta innebär att man måste gå igenom befintlig damm vilket kan vara dammtekniskt utmanande varför alternativet inte rekommenderas i första hand.

Personsäkerheten för föreslagna åtgärder bedöms inte påverkas då staket kan förläggas längs med fiskvägsanordningarna.

## **1.6 Kostnader för installation av fiskväg**

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade bl.a. på VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, torde kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden där rådande tillstånds- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### **Åtgärd A – Strömkoncentration (2000 m<sup>2</sup>)**

Kostnader för utläggning av stenar och block varierar grovt mellan 100-500 kr per m<sup>3</sup> (Degerman 2009). För anläggning av detta område beräknas således kostnaderna uppgå till runt 0,2-1 Mkr (räknat på 1 m djup stensättning). Därtill tillkommer maskinkostnader och möjligen bortfall i kraftproduktion under arbetsperioden.

### **Åtgärd B – Slitsränna (5 m)**

En slitsränna i detta område med låg fallhöjd förväntas kosta runt 0,5 Mkr. Dock kan arbetet med att riva delar av befintlig mur bli kostsam och om åtgärden kräver en längre tid av produktionsbortfall kan högre kostnader uppkomma.

### **Åtgärd C – Slitsränna (50 m)**

Anläggandet av en slitsränna i detta område förväntas kosta i storleksordningen 2 Mkr. Dock kan

arbetet med att riva delar av befintlig stenmur och nödvändiga schaktningar bli kostsamma och leda till en längre tid av produktionsbortfall varför kostnaderna kan bli högre.

#### **Åtgärd D-E – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 12 m, längd 6 m)**

Vid Odensfors kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de installerade i Ätran. Kostnaden för dessa uppgick till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet och liknande kostnader kan förväntas vid en inmontering i Odensfors. Kostnader som tillkommer rör modifikation av utsläppslucka för installation av fallränna eller tub och rensmaskin.

#### **Åtgärd F – Ingångsramp (55 m)**

Inom Europa tillverkas prefabricerade ramper av olika typer. Priserna för dessa kan variera stort beroende på vilken slutgiltig lösning som väljs. Uppskattade kostnader för detta alternativ torde dock uppgå till runt 2 Mkr, men kan bli betydligt större om mark- och/eller sprängningsarbeten krävs.

#### **Åtgärd G-H – Spontat inlöp (70 m)**

Kostnaderna för ett inlöp vid Odensfors kan relateras till de för Mörrumsån där byggkostnaden för 160 m av inlöp blev ca 5,5 Mkr. Kostnaderna för 100 m inlöp vid Nykvarn bedömdes till 7 Mkr och för ett kortare inlöp vid Odensfors torde kostnaderna uppgå till runt 4-5 Mkr. Samtidigt kan de dock förändras stort beroende på hur komplext arbetet med att lägga spontväggen blir.

#### **Åtgärd I – Betagaller (37 m)**

För betagaller som installerades i Ätran uppgick totalkostnaderna till runt 4 Mkr för galler med en längd av runt 40 m och liknande kostnader kan möjligen uppstå vid Odensfors.

## **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 1 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 55 % vilket är lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 75 %.

Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 12,5 m, ett maxflöde på 39 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på stationskorrigerad vattenföring från SMHI. Det har antagits att mintappningen genom aggregaten är 6 m<sup>3</sup>/s och att ingen omreglering av flödet kan göras. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,64 GWh/år, vilket motsvarar runt 5,6 % (0,64/11,6) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,03 GWh. Estimaterna är gjorda utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från dagens till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har beaktats. Fallförlusten uppskattas till 0,010 m vilket ger en effektförlust på 3 kW vid maxflödet 39 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,2 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 50 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 50-100 kkr/år.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Odensfors.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A	Bör genomföras för att öka anlockning mot spillfåra.	Utfyllnad av strömfåran koncentrerar flödet och lockar fisk uppströms. Enkelt att anlägga. Åtgärden kan bidra till ökat habitat med reproduktions och uppväxtmiljöer.	Ökade kostnader.	0,2-1 Mkr
1	B	Genomförs för att förbättra uppvandring vid spegeldamm.	Enkel att anlägga.	Behöver periodvis tillsyn och rensning.	0,5 Mkr
1	C	Medger uppvandring till spillfåra. Krävs om fisk simmar till turbinutloppet.	Möjliggör passage för fisk som lockas till turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning och tillåter flödesvariation.	Ingrepp i befintlig stenmur. Kräver hydrauliska och tekniska detaljstudier innan genomförande.	2 Mkr
1	D-E	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar vid kraftverk.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1 Mkr
2	F	Mindre kostsamt alternativ till F-G-H.	Ingångsramp och passageväg förbi damm. Som fristående åtgärd är alternativet billigare än åtgärd F-G-H.	Högre lutning och strömhastighet än åtgärd F-G-H. Sannolikt sämre passageeffektivitet för svagsimmande arter och små individer. Dammsäkerhetsaspekter	2 Mkr
1	F-G-H	Det bästa alternativet för god passageeffektivitet	Inlöp med lägre lutning som möjliggör passage för många arter och mindre och simsvaga individer. Fiskvägen i sig kan utgöra strömvattenhabitat.	Kan vara svår att anlägga. Dammtekniskt invecklad. Förändrad avbördningskapacitet. Kräver vägpassage, geotekniska utredningar, samt aktiv kontroll och drift.	4-5 Mkr
2	I	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring via betagaller.	Ingrepp genom dammen krävs. Driftskostnader för spill och rensmaskin.	4 Mkr

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas samtliga ovanlistade åtgärder. Totalkostnaden för dessa åtgärder estimeras till runt 8-10 Mkr.

**Prioritet 2:** En mindre kostsam lösning är att enbart genomföra alternativ F. Alternativet innebär dock sannolikt en sämre passageeffektivitet för svagsimmande arter och små individer. Kostnaden bedöms totalt till 2 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd E-F. Kostnaden för detta förväntas uppgå till totalt till ca 1 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd för nedströmspassage med betagaller är i Sverige i dagsläget en relativt obeprövad metod. Kostnaderna är också svåra att uppskatta då det kräver ingrepp genom dammen, men bedöms avsevärt högre än för alfagaller (D-E). Kostnaden uppskattas grovt till 4 Mkr.

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

<b>Kostnader anläggning</b>	Uppströms-passage	Uppströms-passage	Nedströms-passage	Nedströms-passage
<b>Prioritet</b>	1	2	1	2
<b>Kostnader, kr</b>				
Byggkostnad	9 000 000	2 000 000	1 000 000	4 000 000
Rensmaskin			100 000	Ingår i byggkostnad
Fallränna/tub			500 000	500 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000	400 000		
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>9 900 000</b>	<b>2 900 000</b>	<b>2 100 000</b>	<b>5 000 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>				
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000		
Drift underhåll galler			75 000	75 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000		
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000		
Produktionsförlust	226 000	226 000	11 000	11 000
<b>Totalsumma</b>	<b>332 000</b>	<b>332 000</b>	<b>86 000</b>	<b>86 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Ytavledare (37 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk från turbinernas intagskanal mot dammen kan anläggas enligt dragning av åtgärd I. Denna anläggs då från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteendeavledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m. För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande

vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Odensfors är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet. För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ryms inom Tekniska Verkens egna fastigheter, vilket innebär att rådighetskravet är uppfyllt.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Odensfors kraftverk är belägen benämns: "Svartån" (Linköping) SE648079-148099. Vattenförekomsten sträcker sig mellan Svartåns utlopp i Roxen till sammanflödet med Lillån (vid Löt). Vattenförekomsten kommer att förändras till två nya vattenförekomster, vilka Svartåfors kraftstation ligger mitt emellan. De preliminära nya vattenförekomsterna benämns "Svartån", SE648079-148019 (uppströms kraftstationen), och "Svartån" SE648135-148339 (nedströms kraftstationen).

I VISS (2014) redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status tas kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk status baseras på påväxtalger, näringsämnesdata och hydromorfologi.

Utöver problem med övergödning har vattenförekomsten klassificerats till måttlig status utifrån hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, där kraftverken i Svartåfors och Odensfors anges som definitiva stopp för fiskens vandring.

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver)"uppnår ej god", vilket beror på att uppmätta halter av 4-nonylfenol i uppmätta halter från 2006 har legat på gränsvärdet.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning, och beror på att det bedöms som ekonomiskt orimligt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015. Om alla möjliga och rimliga åtgärder vidtas kan god ekologisk status förväntas uppnås 2021.

En liknande bedömning och klassificering av ekologisk status görs enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 för båda de nya preliminära vattenförekomsterna "Svartån", SE648079-148019, och "Svartån" SE648135-148339 (nedströms Svartåfors), där påverkan från övergödning och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

När det gäller konnektivitet anges följande i VISS för den uppströms belägna vattenförekomsten: "Odensfors kraftverk ligger i förekomsten, dessutom ligger Svartåfors precis i gränsen mellan denna och förekomsten nedströms. Passerbarheten bedöms vara definitiv för både mört och öring."

Värt att notera är att kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag för de båda nya preliminära vattenförekomsterna (avser hur regleringen görs) har satts till god status. Detta anges dock bero på att data för att kunna göra en bedömning saknas. I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Odensfors. När det gäller Svartåfors finns dock ännu inget åtgärdsförslag i VISS.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkan av vattenkraft) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströmspassage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska undersökningar i nuläget är ofullständiga för att bedöma den ekologiska statusen. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Odensfors kraftverk medför sannolikt den befintliga regleringen en negativ påverkan på strömvattnekologin. Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg kommer sannolikt inte att leda till att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. För att få bästa effekt bör åtgärder samordnas med anordningar vid övriga vandringshinder i denna och anslutande vattenförekomster, samt åtgärder som minskar övergödningen och skapar förbättringar vid vattendragets strandzoner (som t.ex. skyddszoner).

### 1.13 Övriga aspekter

För att återskapade fiskvandringssmöjligheter vid Odensfors skall uppnå full effekt förutsätts fiskvägsinstallationer även vid Svartåfors.

### 1.14 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Internet: Naturvårdsverket och Fiskeriverket Linköpings kommun 2005, Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner
- Gustafsson P. 2005. Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner inventering och åtgärdsförslag. Natur i Linköping 2005:3. Linköpings kommun. Tillgänglig 2014-07-01 på: <http://www.linkoping.se/Global/Milj%C3%B6och%20h%C3%A4lsa/Natur/Informationsmaterial/05Aspinventeringmforord.pdf>
- HVMFS 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på: <https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>

- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. "Forna tiders flugfiske i Östergötland". Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på: <http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland.
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE649609-152033&userProfileID=3>

---

## SVARTÅFORS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID SVARTÅFORS KRAFTSTATION I SVARTÅN



*Uppströmsvy mot kraftverksbyggnaden i Svartåfors kraftverk 2014-04-22.*

ORIGINAL

2014-09-11

KARLSTAD MILJÖ

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST

Sweco Environment AB



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Svartåfors</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Svartåfors och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter - Svartåfors	10
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	11
1.7	Produktionsförlust	12
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	12
1.9	Uppskattning av totala kostnader	13
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	14
1.11	Juridiska aspekter	15
1.12	Miljö kvalitetsnormer	15
1.13	Referenser	17

# 1 Svartåfors

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-22. I samband med detta utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket. Vidare användes områdesbeskrivningar av Länsstyrelsen i Östergötland (Tibblin m.fl. 2012) i syfte att utröna den sammantagna nyttan av potentiella fiskpassager vid kraftverket.

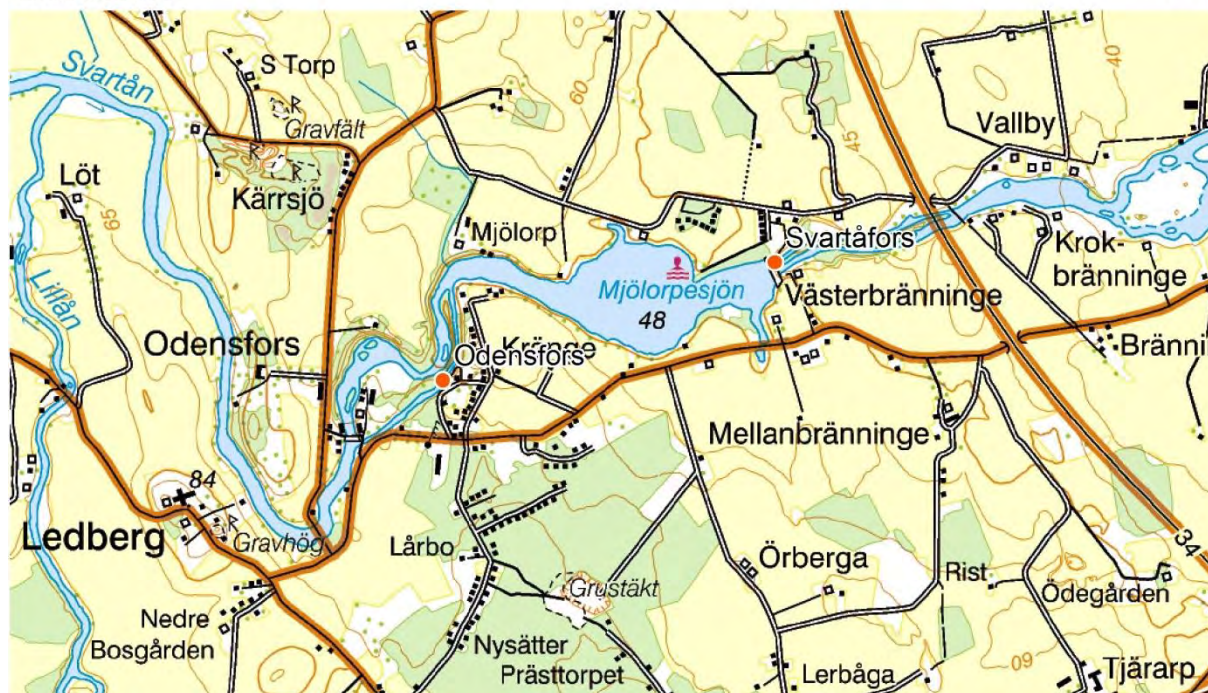
## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Svartåfors (WGS84 58°27'4.4"N 15°29'31.4"E, fastighet Svartåfors 4:1) är beläget 4,5 km uppströms sjön Roxen i Svartån och är det första i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket har sedan 1919 varit i drift med ombyggnader utförda senast 1964. Kraftverket ägs av Tekniska verken i Linköping AB och kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets vänstra sida sett i strömmens riktning (norra sidan) medan regleringsdammen finns på högra stranden (söder sida). Anläggningen har en fallhöjd på 12,5 m och totalbredd av ca 75 m inkluderande kraftverksintag och damm (se figur på försättsblad). Kraftverket har tre turbiner med ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 57 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Qmax i Tabell 1. Intagen för de tre turbinerna har bedömts i fält där de två Kaplanenheterna (gallerspalt runt 60 mm) skattas ha ett intagsdjup av 5 m och en bredd av 4,5 m. Motsvarande bedöms för Francisturbinen (gallerspalt av runt 25 mm) ett intagsdjup av 7 m och en gallerbredd av 8 m, där intagen i nuläget har brant lutande galler. Vattendragets medelflöde vid anläggningen är ca 21 m<sup>3</sup>/s och nivån närmast uppströms dammen är vanligtvis runt 20,8 m. Där är en regleringsamplitud kring 3 m är tillåten men den praktiskt nyttjade avsänkningen är kring 0 m på sommaren och 1-2 m vintertid. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av olika domar (AD91/1958, AD42/1948 och AD5,5/1947) och stora variationer i flödet till följd av reglering förekommer (Bilaga 1). Spilltappning sker vanligtvis bara under vårflod och vid häftiga regn, under sammantaget mindre än 1 % av tiden sett över hela året. Enligt uppgifter från Tekniska verken i Linköping AB råder en frivillig överenskommelse om att undvika nolltappning under fiskens vårlek mellan 1 april-15 juni.

*Tabell 1. Information kring Svartåfors kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).*

Namn	Svartåfors
Koordinater SWEREF99 TM	6479000, 528701
Turbintyp	1 Francis, 2 Kaplan
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	5,3; 13,5
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,09
Avstånd från hav (km)	65
Höjd över hav (m)	49
Fallhöjd m	12,5
MQ (m <sup>3</sup> /s)	22
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	57
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	79
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	5,6

0 500 1 000 Meter  
Skala 1:30 000



Figur 1. Översiktskarta för Svartåfors kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Svartåns närområde vid Svartåfors utgörs av blandskog och omges av 5-10 m höga sluttningar med nedfartsvägar till dammens båda sidor. Närmaste sträckan nedströms kraftverket utgörs av två fåror med strömmande partier (älvsbredd 35-70 m) där den högra anses vara mest naturlig med botten dominerad av block och sten (Tibblin m.fl. 2012). Vattendraget faller runt 5 m från kraftverksområdet mot dess mynning i Roxen där sträckan längre nedströms består av deltalandskap med ett flertal mindre strömmande fåror. Området har nedre Svartåns högsta diversitet av bottenfauna samt gynnsamma lekogränder för fisk. Sträckan närmast Roxen är lugnflytande-svagt strömmande och vatten och bottenstrukturer domineras av finsediment. Sektionen närmast uppströms kraftverket domineras av Mjölörpesjön med en yta av ca 34 ha varefter ån har en kort sektion med strömmande vatten innan kraftverket Odensfors. Fiskfaunan inom området är relativt artrik och utgörs av bl.a. asp, nors, färna och vimma. Delar av Svartån utgör nyckelbiotoper för några av dessa arter, samt även öring och utter (Tibblin m.fl. 2012).

---

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Svartåfors och potential av genomförande av åtgärd

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Svartåfors föreslås vara asp, nors, färna, vimma, öring, harr och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av fiskvandringens vägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare (t.ex. gös), liksom unga och små individer av flertalet arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandringar syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekt vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera uppströmsvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Svartåfors (se Figur 3). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.

De historiska förhållandena uppströms Svartåfors kraftverk har inte kunnat utredas mer än översiktligt i denna utredning. Strömsträckorna har historiskt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft en relativt riklig förekomst av bl.a. harr, öring och asp (Nyblom, 1940). Enligt uppgifter i Tibblin m.fl. (2012) finns viktiga lekplatser för ett antal fiskarter på sträckan nedströms kraftverket och historiskt vandrande stora bestånd av fisk upp från Roxen för lek. Förhållandena vid Svartåfors kan dock ha varit sådana att svagsimmande arter inte kunnat passera de historiska forsarna. Vikten av att återskapa fiskvandringens möjligheter vid Svartåfors framhävs emellertid i Tibblin & Rockler (2008). Sträckan uppströms kraftverket, fram till hinderet Odensfors kraftverk utgörs till största del av Mjölörpesjön med 34 ha. Genom tillskapande av fiskväg vid Svartåfors kraftverk bedöms dock att en kortare strömsträcka på runt 0,6 ha strömmande vatten kan tillgängliggöras för uppströmsvandrande fisk just nedströms Odensfors. Om vatten spills i den gamla fåran bedöms att ytterligare kring 1 ha strömhabitat blir tillgängligt innan dammen vid Odensfors (estimat via översiktlig GIS-kartering). Storleken av denna yta är dock direkt relaterat till mängden spill. Den naturliknande fiskvägen kan anpassas för att med kontinuerlig vattentillgång tillföra ytterligare strömvattenhabitat, vilket med tanke på den relativt ringa ytan av strömmande vatten uppströms kraftverket kan vara viktig.

Uppströms Odensfors kraftstation finns mycket stora arealer vattendrag, höga limniska värden och flera större biflöden. För att få en god utväxling av fiskpassage vid Svartåfors bör därför även fiskpassage vid Odensfors genomföras. Med tanke på detta bör passerbarheten vid Svartåfors vara prioriterad för att en stor andel vandrande arter även skall nå en eventuell fiskpassage vid Odensfors. En naturliknande fiskväg bedöms därför vara den bästa lösningen ur biologisk synvinkel, och sannolikt även det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet. Läs mer i delrapporten om Odensfors för beskrivning.

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Svartåfors föreslås att ett naturliknande omlöp med en slitsränna som in- och utgångssektioner anläggs vid vänstra sidan av älven, d.v.s. på kraftverksbyggnadens sida. (åtgärd A-D). Genom anläggandet av de tekniska delarna tillgodoses en fungerande fiskpassage för rådande flödes- och vattenståndsvariationer kring kraftverket, vilket ökar möjligheterna till att reglera flöden och vattenhastigheter för fiskens passerbarhet av fiskvägen. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller närmast turbinintaget (E) via flyktöppningar och lucka (F) till turbinutloppet. Åtgärderna för fiskvandringar vid Svartåfors är sammanställda i Figur 2 och Bilaga 1.



- A. Slitsrænna (100 m)**  
Passage för fisk från turbinutloppet med koncentrerat ingångsflöde där vattenhastighet varieras med reglerbara slitsar. Utgörs av runt 30 pooler med djup av 1,5-2 m.
- B. Vilopool (5 m)**  
Pool vinklad 90° tjänstgör även som vilopool.
- C. Naturligt omlöp (395 m).**  
Fiskpassage med habitat och svämningsplan med en medellutning av ca 2,5%. Bredd 6 m.
- D. Utgång.**  
Ingångsflödet varierbart med reglerbar lucka.
- E. Alfagaller (4,5 m bredd, 9 m längd x 2 galler, 8 m bredd, 12 m längd)**  
Kan för 4,5 m djup anläggas med ca 9 m längd (Kaplan) och för 7 m djup (Francis) med ca 12 m längd vilket ger  $\alpha < 35^\circ$  med en spaltvidd på 18 mm.
- F. Flyktöppning (lucka).**  
Reglerbar lucköppning med avledare (tub).

Figur 2. Potentiella fiskpassageåtgärder vid Svartåfors. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.

### Åtgärd A-D – Omlöp med slitsrænna (totallängd 500 m)

Åtgärden med omlöp i kombination av slitsrænna (Figur 2 och Figur 3) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. Ingången förläggs ca 20 m nedan turbinutlopp där första delen utgörs av en ca 105 m lång teknisk slitsrænna med bottensubstrat. En vinklad (90°) vilopool byggs direkt efter ingången. Efter den tekniska delen ansluter 395 m omlöp med svallplan, vilket ger en medellutning av 2,5 % för hela fiskvägen. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid trappans ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid trappans intag. För en fisklängd av 1 m bör poolerna vara kring 3 m långa. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur (exempel i Figur 4) för att åstadkomma en heterogen miljö

med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel. Den naturlika delen som motsvarar ca 395 m i längd, byggs enligt etablerade metoder med blandade strömhabitat och översvämningssplan. Sammantaget bedöms fiskvägens längd bli kring 500 m vilket ger en medellutning av 2,5 %, räknat på en fallhöjd av 12,6 m. Den naturlika delen bör vara uppbyggd av varierande strömmiljöer och meandrande pooler av tillräckligt djup (upptill ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturlikdel och tekniska sektion blir tillräckligt djupa. I omlöpet bör översvämningssplan skapas och konstgjorda trösklar kan anläggas för koncentrerings av strömmen. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Vid dessa områden kan betongförstärkningar av omlöpet behövas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst och det kan även krävas erosionskydd för andra partier. Fiskvägens övre del förses med en utgången i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.



Figur 3. Exempel på ett omlöp med teknisk in- och utgång vid Oulujoki i Finland.

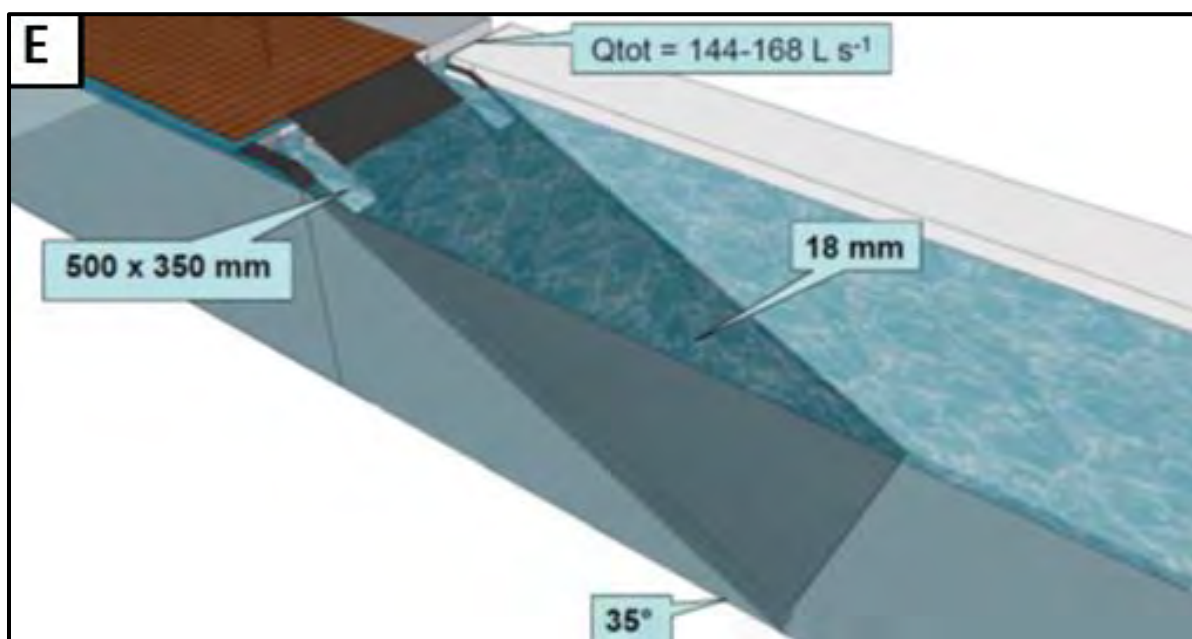


Figur 4. Exempel på en slitsränna med reglerbara slitsar och naturligt bottensubstrat i Nederländerna.

Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geotekniska förhållanden. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg kan leda till speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs vattendragets sida. Högt ställda krav på geotekniska undersökningar och robusta lösningar för att förhindra läckage och erosion är därför rimligt att förvänta sig.

#### **Åtgärd E-F – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 17 m, längder 2x9 m + 12 m)**

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller (E) till flyktöppningar med uppsamlingsränna mynnande vid F. Baserat på intagsdjup av runt 5 m för Kaplan turbinerna och 7 m för Francisturbinen bör gallerlängderna vara runt 9 m, respektive 12 m vid de olika intagen, vilket medför en gallerlutning av runt  $\alpha=35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 5) föreslås. Vid en lösning med låglutande alfagaller förses varje av de tre turbinintagen med separata galler och flyktöppningar där uppsamling av fisk sker till ränna eller tub som på lämplig plats passerar kraftverket. Förslagsvis designas avledaren till att mynna i fiskvägen, vilket samtidigt ger en ökad flödesmängd till slitsrännan. Tuben kan beroende på bl.a. dammsäkerhetsaspekter och geotekniska förutsättningar ledas antingen högt i omlöpet (C) eller till slitsrännans vilopool (B). Flyktöppningarna läggs yt nära och dimensioneras för medefflöden av runt  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  vilket ger ett sammanlagt flöde av runt  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  för nedströmsvandringen som förväntas utgöra en säker passage för fisk. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.



Figur 5. Exempelbild på alfagaller med flyktöppning som installerats vid Emån.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter - Svartåfors

Nedan följer dammsäkerhetstekniska aspekter på föreslagna åtgärder för fiskvandring enligt ovan. Svartåfors är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS.

Fiskvägens ingång är planerad till ca 20 m nedströms turbinutloppet på vänster sida. Därefter placeras en ca 100 m lång teknisk slitsränna med bottenstrukt. Denna övergår till ett naturligt omlöp med en längd av ca 395 m med en medellutning av 2,5 %.

Vänster fyllningsdamm är brant och är inte lämpad att ha en fiskväg i. Påverkan på dammens tätande funktion skulle vara för stor sett ur ett dammsäkerhetsperspektiv. Föreslaget alternativ är därför bra sett ur den aspekten.

Nedströms om turbinutloppet på vänster sida finns idag en läckagepunkt (Figur 6). För att fortsatt kunna mäta och göra en bedömning av vilket läckage som rinner genom/under dammen är det viktigt att denna punkt inte påverkas vid bygget av ingång till den tekniska slitsrännan. Det är därför viktigt att ingången placeras minst 5 m nedströms om befintlig läckagepunkt. Dessutom planerar Tekniska verken att i framtiden installera någon form av automatiserad läckagemätning i denna punkt, vilket bedöms bli mycket svårt om ingången till fiskvägen placeras där.

Det är vidare viktigt att det naturliga omlöpet mynnar en bit uppströms om vänster fyllningsdamm för att inte påverka denna dammdel. I föreslagen åtgärd har hänsyn tagits till detta.

Den tekniska slitsrännan samt det naturliga omlöpet kommer att passera ställen där det idag ligger kablar i marken samt en mindre bilväg. Detta måste beaktas i samband med en detaljprojektering. Föreslagen lösning bedöms inte utgöra någon risk för anläggningens dammsäkerhet.

Personsäkerheten vid föreslagen åtgärd bedöms inte påverkas i någon större omfattning.



Figur 6. Läckagepunkt nedströms den vänstra sidan av turbinutloppet, samt nedströmsslänt vid vänster fyllningsdamm.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala omgivningsförhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 500 000 kr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 000 kr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, torde kostat kring 100 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 4 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### Åtgärd A-D – Omlöp med slitsränna (500 m)

Kostnader för ett omlöp med slitsränna i nedre och övre delar förväntas bli runt 5-7 Mkr. Anläggandet av omlöp innebär schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten, där ingrepp i befintlig stenmur nedströms kan medföra extra utgifter. Över fiskvägen krävs väg, vilket resultera i antingen kulvetering eller anläggning av bro. Byggnationerna kan leda till en längre tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader varför en minimumkostnad på 5 Mkr är att förvänta.

### Åtgärd E-F – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 17 m, längder 2x9 m + 12 m)

Vid Svartåfors kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galler som installerade vid Ätran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Totalbredden för de galler som föreslås vid Svartåfors är samma som de vid Ätran, dock blir gallrena längre varför en lägsta kostnad av runt 1,5-2 Mkr är att förvänta vid Svartåfors. Därtill tillkommer kostnader som rör modifikation av rensmaskin samt dragning av tub eller fallränna till fiskväg.

---

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 2 m<sup>3</sup>/s från april till september och 1 m<sup>3</sup>/s från september till april, har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 66 % vilket är lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 84 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 12,5 m, ett maxflöde på 57 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på stationens dygnsmedeltappning. Det har antagits att mintappningen genom aggregaten är 5 m<sup>3</sup>/s och att ingen omreglering av flödet kan göras. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 1,19 GWh/år, vilket motsvarar runt 8,9 % (1,19/13,5) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,06 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från dagens bredd (60 respektive 25 mm) ner till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,015 m vilket ger en effektförlust på 10 kW vid maxflödet 57 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,5 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 50 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 50-100 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 311 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 21 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan. Se även tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra det bästa alternativet för god uppströmspassage för många arter och storlekar rekommenderas alternativen A-D. Kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 5-7 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd E-F. Kostnaden för detta förväntas uppgå till totalt till ca 1 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskväglösningar vid S

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A-D	Medger uppvandring förbi damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning mot fiskvägen och tillåter flödesvariation. Omlöp ger nya strömhabitat.	Ökade kostnader: Kraftverk kablage. Kräver överfart av väg	5-7 Mkr
1	E-F	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1,5-2 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	1
<b>Kostnader, kr</b>		
Byggkostnad	6 000 000	1 750 000
Rensmaskin		100 000
Fallränna/tub		500 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000	
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>6 900 000</b>	<b>2 850 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>		
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	
Drift underhåll galler		75 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	
Produktionsförlust	416 000	21 000
<b>Totalsumma</b>	<b>522 000</b>	<b>96 000</b>

byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd - Högra delen av vattendagget

Potentiellt kan en fiskväg förläggas på högerstranden ca 30 m nedströms luckorna vid spilldammen. Detta kan vara nödvändigt om långa perioder med höga spillmängder förväntas i framtiden. I dagsläget är dock spill relativt ovanligt (förekommer < 1 % av tiden) varför alternativet att anlägga en fiskväg på denna sida har avfärdats. Sannolikt medför alternativet stora kostnader vid anläggandet och med rådande flödesscenarier i åtanke, samt ur fiskbiologisk synvinkel, bedöms denna lösning inte vara det bästa alternativet för uppströmspassage vid Svartåfors.

### Åtgärd - Ytavledare (80-90 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot inlöpet kan anläggas enligt dragning av alternativ D. Denna anläggs då från ytan ned till minst runt 2 m djup med en låg vinkel mot huvudströmmen. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada (Figur 7). De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare (stora norrlandska älvar) pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.



Figur 7. Ytavledare vid Norrforsdammen i Umeälven (vänster) och kanadensiska Louver-element (höger).

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Svartåfors är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ryms inom Tekniska Verkens egna fastigheter, vilket innebär att rådighetskravet är uppfyllt.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte. Vid en eventuell framtida prövning av fiskväg vid Svartåfors måste även gällande dom och driften av uppströms belägna kraftverk beaktas då regleringen av systemet hänger ihop.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Svartåfors kraftverk är belägen benämns: "Svartån (Linköping) SE648079-148099. Vattenförekomsten kommer att förändras till två nya vattenförekomster, vilka Svartåfors kraftstation ligger mitt emellan. De preliminära nya vattenförekomsterna benämns "Svartån", SE648079-148019 (uppströms kraftstationen), och "Svartån" SE648135-148339 (nedströms kraftstationen).

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

---

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk status baseras på påväxtalger, näringsämnesdata och hydromorfologi.

Utöver problem med övergödning har vattenförekomsten klassificerats till måttlig status utifrån hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, där kraftverken i Svartåfors och Odensfors anges som definitiva stopp för fiskens vandring.

Den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) ”uppnår ej god” status, vilket beror på att uppmätta halter av 4-nonylfenol i uppmätta halter från 2006 har legat på gränsvärdet.

Miljö kvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning, och beror på att det bedöms som ekonomiskt orimligt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015. Om alla möjliga och rimliga åtgärder vidtas kan god ekologisk status förväntas uppnås 2021.

En liknande bedömning och klassificering av ekologisk status görs enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 för båda de nya preliminära vattenförekomsterna ”Svartån”, SE648079-148019, och ”Svartån” SE648135-148339 (nedströms kraftstationen), där påverkan från övergödning och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet i vattendrag) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig.

När det gäller konnektivitet anges följande i VISS för den uppströms belägna vattenförekomsten: ”Odensfors kraftverk ligger i förekomsten, dessutom ligger Svartåfors precis i gränsen mellan denna och förekomsten nedströms. Passerbarheten bedöms vara definitiv för både mört och öring.”

Värt att notera är att kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag för de båda nya preliminära vattenförekomsterna (avser hur regleringen görs) har satts till god status. Detta anges dock bero på att data för att kunna göra en bedömning saknas.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är ”Fiskväg eller utrivning av vandringshinder” för Odensfors. När det gäller Svartåfors finns dock ännu inget åtgärdsförslag i VISS.

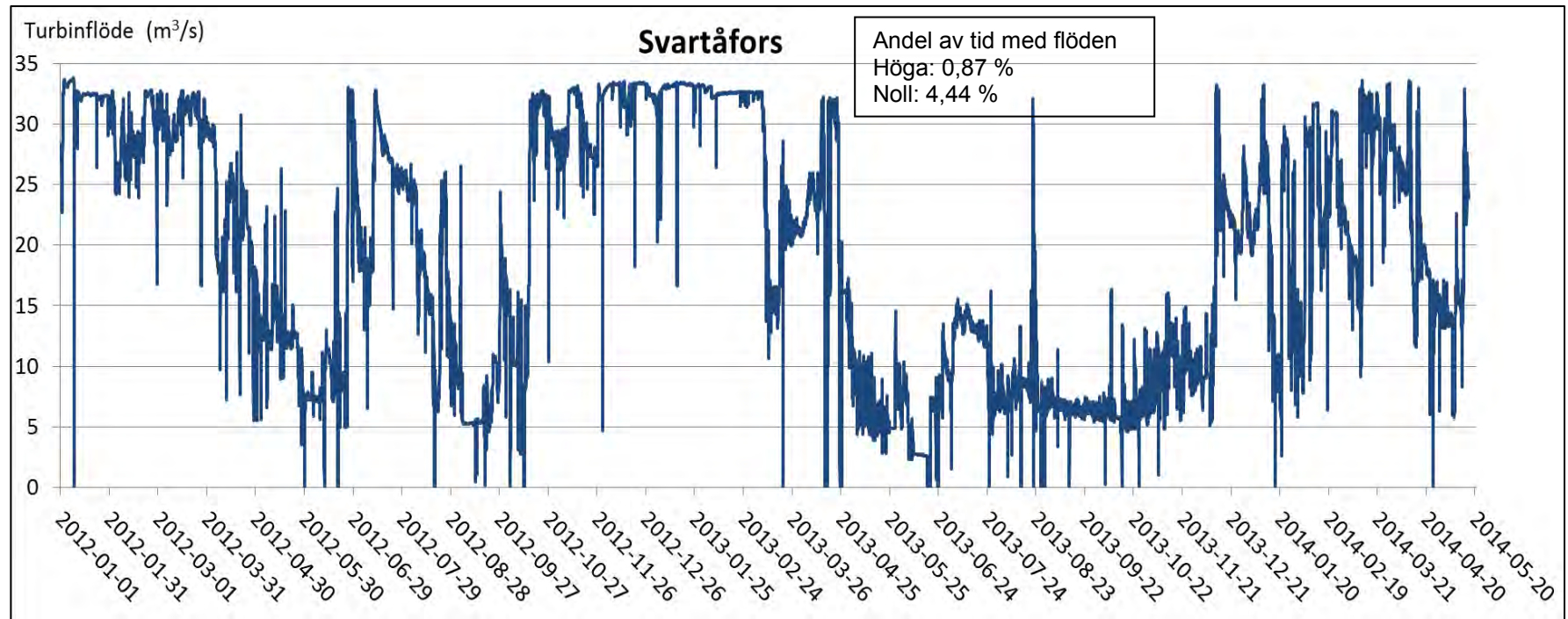
Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Svartåfors kraftverk utgör den befintliga regleringen av vattensystemet sannolikt en negativ påverkan på strömvattnekologin i vattenförekomsten. Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Svartåfors kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga, liksom andra åtgärder relaterade till övergödning.

### 1.13 Referenser

- Arvidsson, G, 1923. "Några ord om Motala ströms fiske", i Motala ström. Från Vättern till Boren. Ett minnesalbum (Motala Museiförening 1923)
- Calles O, Degerman E, Wickström H, Christiansson J, Gustafsson S & Näslund I. 2013. Anpassningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Havs- och vattenmyndigheten 2013:14. 114 sid.
- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Internet: Naturvårdsverket och Fiskeriverket Linköpings kommun 2005, Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner
- Krafttag Ål. 2014. Tillgänglig 2014-05-23 på:  
<http://www.elforsk.se/Programomraden/Vattenkraft/Krafttag-äl/>
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. "Forna tiders flugfiske i Östergötland". Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940
- Näslund I, Degerman E, Calles O & Wickström H. 2013. Fiskvandring-arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum, en litteratursammanställning. Havs- och vattenmyndighetens rapport. 44 sidor.
- Sennerfors B. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02.
- SMHI 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på:  
[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor.  
Tillgänglig 2014-02-02 på:  
<http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- Tibblin P. & Rockler A. 2008. Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske: Länsstyrelsen Östergötland.
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE649609-152033&userProfileID=3>

## BILAGA 1



Turbinflöden på timbasis vid Svartåfors kraftverk under det senaste 2,5 åren. Spillflöde ej illustrerat men spill förekommer endast i undantagsfall och under få timmar.

---

## MOTALA KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID MOTALA KRAFTSTATION I MOTALA STRÖM



*Vy nedströms kraftverket vid Motala 2014-04-24.*

GRANSKNINGSVERSION

2014-09-05

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Motala</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Motala och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Motala	9
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	9
1.7	Produktionsförlust	10
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	11
1.9	Uppskattning av totala kostnader	11
1.10	Andra alternativ till fiskpassage	13
1.11	Juridiska aspekter	13
1.12	Miljö kvalitetsnormer	13
1.13	Referenser	14

### BILAGA 1

# 1 Motala

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-24, vidare gjordes i maj en översiktlig biotopkartering av sträckor upp- och nedströms kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Motala (WGS84 58°32'49.1"N 15°4'16.8"E, fastighet Kanaljorden 3:45) är beläget 32 km uppströms sjön Roxen i Motalaströmmar och är det fjärde i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket återfinns mellan sjöarna Boren, 1,3 km nedströms och Vättern, 2,7 km uppströms och inga andra kraftverk finns på sträckan. Kraftverket som ägs av Tekniska verken i Linköping AB har alltsedan 1921 varit i drift. Kraftverksbyggnaden sträcker sig över hela åfårans bredd och spill sker genom luckor under turbinerna. Anläggningen har en fallhöjd av 15 m och totalbredd av ca 65 m (se figur på försättsblad). Kraftverket har tre turbiner med ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 121 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Intagen för de tre turbinerna är 6,5 m breda och djupet är ca 5 m. Intaget har galler med en spaltvidd av 80 mm och en lutning av 45°. Vattendragets medelvattenföring vid anläggningen har mellan åren 1999-2012 varit 45 m<sup>3</sup>/s och den normalt nyttjade avsänkning närmast dammen är normalt låg runt 0,4 m. Regleringen kring kraftverket är styrt av olika domar (M 78-99, DVA 61/1980, VA 52/1979, AD 51/1946) och korttidsreglering kan förekomma (Bilaga 1, Figur A). Spilltappning sker vanligtvis under vårfloed och häftiga regn.



Figur 1. Översiktskarta för Motala kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-09-02.

Tabell 1. Information kring Motala kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Motala
Koordinater SWEREF99 TM	6489602, 504182
Turbintyp	Francis
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	14,5; 42
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,12
Avstånd från hav (km)	97
Höjd över hav (m)	89
Fallhöjd m	15
MQ (m <sup>3</sup> /s)	45
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	121
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	97
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	3

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Vid Motala dominerar strömmens närområde av urbaniserad mark med byggnader och vägar där strandridåer av blandskog förekommer längs vissa sträckor och framför allt i de nedersta delarna innan sjön Boren. Uppströms kraftverket fram till sjön Vättern (2,7 km) dominerar lugnflytande vatten där vattendragsbredden varierar mellan 40 till 400 m. Bottensubstratet består generellt av finsediment med grovdetritus och visst inslag av block, sten, grus och sand. Närmast nedströms kraftverket finns cirka 200 m av forsande/strömmande vatten där vattendragets bredd är 30-50 m och botten består i första hand av block och sten med inslag av häll, grus och sand. Den sista delen (1,1 km) innan sjön Boren utgör en svagströmmande/lugnflytande sektion där substratet varierar från sten till lera.

Fiskfaunan inom delområdet utgörs idag av olika arter av vitfisk, men även gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Sander lucioperca*) är förekommande. Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då data inte kan relaterats till specifika områden mellan dessa. Allmän information pekar dock på att asp (*Aspius aspius*) förekommer längs merparten av huvudfåran i Motalaström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*) och nors (*Osmerus eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, ofta i anslutning till sjöar och lugnvatten. I området finns även id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*) och lake (*Lota lota*). Utifrån historiska källor görs bedömningen att öring (*Salmo trutta*), harr (*Thymallus thymallus*) och ål (*Anguilla anguilla*) har förekommit utmed en längre sträcka av vattendraget (Nyblom 1940) där ål lever vidare genom utsättningar. Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade arter. Innan kraftverksutbyggnaden utnyttjade stor öring från Vättern, de dåvarande nedströmsliggande strömsträckorna vid Motala för lek. Förlusten av detta kompenseras numera med utplantering av lax (*Salmo salar*) i Vättern.

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Motala och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Motala kraftverk har enbart utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock tidigare sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft förekomst av bl.a. öring, harr och asp (Nyblom 1940). I SMHIs Förteckning över Sveriges vattenfall anges följande: "Den första forsserien upptog nästan hela sträckan mellan Vättern och Boren men

---

*fallhöjden har nu av Motala kraftverk sammanförts till i huvudsak ett fall om c:a 15 m ungefär 2.5 km nedom Vättern.*” Efter vattenkraftsutbyggnaden återfinns idag endast strömmande miljöer närmast nedströms kraftverket (200 m). Genom att möjliggöra fiskvandring vid Motala kan ett flertal i Vättern mynnande vattendrag tillgängliggöras för uppvandrande fisk. Samtidigt kan det omlöp som föreslås tjänstgöra som reproduktionslokal för nedströmslekande fisk från Vättern där en möjlig yta skulle kunna vara runt 1000 m<sup>2</sup> (skattad för en totallängd av 200 m och en bredd av 5 m). Genom biotopvårdsåtgärder torde även lämpliga leklokaler för strömlevande fiskar kunna skapas mellan Motala kraftverk och Boren, där ytan av potentiella strömmar nu uppgår till ca 0,6 ha. Ovanstående uträkningar baseras delvis på biotopkartering av Hushållningssällskapet i Östergötland 2014.

De prioriterade arterna för fiskvandring vid Motala föreslås vara öring, harr, asp, nors, färna, vimma och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av vandringsvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och utgörs av unga och små individer, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och naturlig botten. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att skapa vandringsmöjligheter av såväl vuxna fiskar, vilket i sammanhanget kan utgöra nedströmslek, och inkluderar dess avkomma, samt blankål. I Figur 2 redovisas åtgärder som prioriterats för att återetablera vandringar för olika målarter och stadier av fisk vid Motala. Andra alternativ som i vissa fall bedömts vara mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att genomföra har listats mot slutet av rapporten.

#### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För att återskapa reproduktions- och vandringsmöjligheter för fisk vid Motala förutsätts en tappning av runt 2 m<sup>3</sup>/s för de föreslagna åtgärderna. Här föreslås att en slitsränna med ett omlöp i den övre delen anläggs. Med den tekniska delen erhålls en möjlig dragning av fiskväg trots de branta stränderna, medan omlöpet kan utgöra en möjlig reproduktionslokal för fisk. För nedströmsvandring kan fingaller med flyktöppningar och tub anläggas, vilken kan mynna i antingen fiskvägen eller nedströms turbinerna. Lokaliseringen och utformandet av föreslagna åtgärd kräver detaljerade utredningar där bl.a. geotekniska förhållanden och dammsäkerhetsaspekter måste belysas ingående.

##### Åtgärd A – Slitsränna (175 m)

Åtgärden med slitsränna anpassad för maximalt 2 m<sup>3</sup>/s (Figur 2) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. Ingången förläggs på vänster sida ca 35 m nedan turbinutlopp (strax nedströms stängslet i Figur 3). En vinklad vilopool kan anläggas direkt efter ingången. Fallhöjden av 10,5 m innebär att fiskvägens medellutning blir ca 6,0 % och resulterar i runt 60 pooler och en vägpassage. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid trappans ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid trappans intag. För en fisklängd av 1 m bör poolerna vara kring 3 m långa. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geotekniska förhållanden.



Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Motala. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, © Sweco 2014-08-15.



Figur 2. Tänkbara in/utgångar för fiskväg (markerat med gröna ringar) ned- (vänstra figuren) och uppströms Motala kraftverk.

### Åtgärd B – Omlöp (290 m)

Ett omlöp uppströms slitsrännan kan ha dras enligt Figur 2 (mellan väg och kraftverkets dämmande delar) vilket resulterar i en längd av ca 290 m och en fallhöjd av 4,5 m som ger en lutning av 1,5 %. Omlöpet konstrueras enligt etablerade metoder med varierande strömmiljöer och meandrande pooler av olika djup (upptill ca 2 m) vilket skapar förutsättningar för både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan teknisk och naturlig del blir tillräckligt djup. Både närheten till damm och väg, samt den relativt sett branta slutningen längs omlöpet innebär sannolikt att betongförstärkningar krävs längs merparten av dess sträckning. Bro anpassad för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Fiskvägens övre del förses med en utgången i form reglerbara slitsar för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan den översta delen förläggas något längre uppströms än vad som visas i Figur 3 beroende på närområdets geotekniska förhållanden och dammsäkerhetsaspekter.

### Åtgärd A & B – Slitsränna & Omlöp (465 m)

Arbetena enligt ovan kommer att innebära omfattande schaktningar och kan medföra sprängningar. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg leder till speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs vattendragets sida. Högt ställda krav på geotekniska undersökningar och dammsäkerhetsaspekter som medger robusta lösningar för att utröna åtgärdens byggbarhet krävs.

### Åtgärd C – Fingaller (bredd 19,5 m, längd 9 m)

Åtgärden (Figur 2) hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller med flyktöppning till ränna/tub. Baserat på intagsdjup av 5 m för bör gallerlängden vara runt 9 m, vilket medför en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Vid varje galler läggs en yt nära flyktöppning för  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  med uppsamlingsränna på vänstra sidan om kraftverket där tub (anpassad för totalt  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) leder till lämpligt ställe till omlöpet eller direkt nedan turbinerna. Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås vilket sannolikt innebär modifiering av befintlig rensmaskin.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Motala

Motala är klassad som en konsekvensklass 1-anläggning enligt RIDAS. Detta innebär att varje ingrepp i anläggningens dämmande del med stor sannolikhet kan påverka dammsäkerheten och åtgärder måste utföras med försiktighet.

Anläggningens avbördningskapacitet bedöms dock endast i mindre omfattning påverkas av föreslagna åtgärder.

Föreslaget alternativ omlöp (B) på dammens vänstra sida har en ingång på uppströmssidan. Ingångens placering är bra och kommer vid denna placering inte påverka vänster fyllningsdamm.

Efter ingången sträcker sig omlöpet i älvens riktning på nedströmssidan av dammdelen uppströms vinkelrät mot vänster fyllningsdamm. Eftersom denna dammdel är dämmande är det av största vikt att den delen påverkas så lite som möjligt. Den bör alltså placeras så långt nedströms som möjligt i närhet till vägen som går parallellt med dammen.

Enligt Tekniska verken är det mycket osäkert hur vänster fyllningsdamm är uppbyggd och sannolikt kommer en stödbank att behöva anläggas i dammtån (dammsäkerhetshöjande åtgärder utreds för närvarande). Detta gör att fisktrappan (omlöpet B som övergår till slitsränna A) bör vara förskjuten åt nedströmshållet så att plats finns för trolig ny stödbank. Dessutom bör övriga delar av fisktrappan ligga så långt från dammkroppen som möjligt så att inte stabiliteten i dammen påverkas. Eftersom dammen är klassad som en konsekvensklass 1-anläggning så krävs enligt RIDAS mätning av läckage i nedströmsslänten. Detta innebär att plats måste finnas även för detta i dammtån.

Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intag till turbinerna. Det måste säkerställas att planerat alfagaller (C) fungerar när rensning sker vid maskinstationen. Vid varje galler läggs en yt nära flyktöppning för 0,2 m<sup>3</sup>/s med uppsamlingsränna på vänstra sidan om kraftverket där tub eller ränna (anpassad för totalt 0,6 m<sup>3</sup>/s) leder till lämpligt ställe till omlöpet eller direkt nedan turbinerna. Tubens placering behöver utredas närmare, särskilt om den kommer att dras över befintlig dämmande konstruktion.

Personsäkerheten vid föreslagna åtgärder bedöms inte påverkas utöver vad som nämnts ovan.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och

---

miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder. I de fall då inlösen av mark från andra fastighetsägare krävs tillkommer extra kostnader.

#### **Åtgärd A & B – Slitsränna & Omlöp (465 m)**

En fiskväg för uppströmsvandring enligt detta alternativ förväntas kosta runt 15 Mkr där arbete med schaktningar, vägpassage och eventuella sprängningar kan bli kostsam. Sammantaget bedöms att byggnationer inom området kommer att vara relativt komplexa att utföra och sannolikt medföra speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs tänkt vandringsrutt.

I sammanhanget noteras att stora mängder schaktmassor, som kanske inte kan avsättas för konstruktion, kan uppstå vilket bör beaktas vid planering och genomförandet av olika åtgärder, samt även beaktas i en mer detaljerade kostnadskalkyler. Åtgärdens byggbarhet måste utredas i noggranna geotekniska undersökningar och under dess konstruktionstid kan merkostnader i form av produktionsbortfall uppstå. Ovan nämnda kostnader är endast summariskt inkluderade i denna kostnadsuppskattning.

#### **Åtgärd C – Fingaller (bredd 19,5 m, längd 9 m)**

Vid Motala kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galler som installerade vid Åtran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Baserat på kraftverksintagets storlek förväntas kostnaderna för att med fingaller åtgärda nedströmsvandringen vid Motala uppgå till runt 3 Mkr. Därtill tillkommer kostnader som rör installation av rensmaskin samt dragning av ränna/tub från flyktöppningarna.

### **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 2 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 76 % vilket sammanfaller med den utifrån ålder, storlek och typ av aggregat, förväntade stationsverkningsgraden. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 15,3 m, ett maxflöde på 105 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på stationens dygnsmedeltappning. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 1,98 GWh/år, vilket motsvarar runt 4,8 % (1,98/41,0) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,16 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 80 mm (nuvarande spaltbredd) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har beaktats. Fallförlusten uppskattas till 0,020 m vilket ger en effektförlust på 18 kW vid maxflödet 105 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,4 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattad. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år och med en personalkostnad på 500 kr/h, samt att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 0,7 Mkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är årlig och inbegriper inte minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd av skattade produktionsförluster på

grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 56 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteutgifter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd A & B (som dock kräver mer detaljerade utredningar för att granska byggbarheten). Kostnaden för dessa åtgärder estimeras till sammanlagt 15 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, Åtgärd C. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 3 Mkr vilket inte inkluderar modifiering av rensmaskin.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskpassageslösningar vid Motala.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A	Medger upp/nedvandring.	Reglerbar ingång som kan anpassas efter turbinflöden för att optimera anlockning av fisk. Solid betongkonstruktion, ej så utrymmeskrävande.	Kräver schaktning och ev. sprängning samt betonggjutning. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall. Ger inget habitat-tillskott.	10 Mkr
1	B	Medger upp/nedvandring. Skapar lekhabitat.	Möjliggör naturlig passagerutt och habitat för fisk.	Kräver vägpassage, schaktning och ev. sprängning. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall. Kräver utrymme.	5 Mkr
1	C	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller, flyktöppningar och tub till omlöp.	Driftskostnader för spill, rensmaskin och rensning.	3 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med

större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

*Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.*

<b>Kostnader anläggning</b>	Uppströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	1
<b>Kostnader, kr</b>		
Byggkostnad	15 000 000	3 000 000
Rensmaskin		250 000
Fallränna/tub		500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	500 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>16 150 000</b>	<b>4 250 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>		
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	
Drift underhåll galler		150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	
Produktionsförlust	700 000	56 000
<b>Totalsumma</b>	<b>806 000</b>	<b>206 000</b>

## 1.10 Andra alternativ till fiskpassage

De branta slutningarna vid Motala, samt det begränsade utrymmet i området med avseende på byggnader och vägar, medger få direkt tillämpbara lösningar för fiskvandring kring kraftverket. Alternativt skulle man dock kunna dra en liknande fiskpassage som Åtgärd A & B på strömmens högra sida. Här förekommer dock fler byggnader och strukturer, liksom en mycket brant slänt som till stora delar utgörs av löst material, som försvårar konstruktionen av detta alternativ och sannolikt leder till betydande högre kostnader än redovisade åtgärder, samt knappas utgör någon fördel fiskbiologiskt. Alternativet har därför inte har prioriterats.

För alternativa åtgärder till nedströmsavledning för fisk kan man tänka sig installation av såväl betagaller som ytavledare. Dessa är dock i nuläget ganska obeprövade varför alternativen inte granskats närmare.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m., samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m. För vattenverksamhet krävs generell tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För verksamhet där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

De redovisade åtgärderna vid Motala kraftverk kräver sannolikt tillstånd enligt 11 kapitlet i miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas vilket framhäver behovet av noggrannare utredningar gällande olika villkor längs hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I detta fall ligger redovisade förslag till åtgärder helt inom verksamhetsutövarens fastighet.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst i vilken Motala kraftverk är belägen benämns: "Motala Ström (Motala)" SE 649127-145681. I VISS (2014) redovisas miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar för 2009-2015. Klassificering av status inför kommande beslut om miljökvalitetsnormer pågår och benämns av VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras till vattenråd och myndigheter. Här framgår

---

dock att vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten, vilket innebär att samma kvalitetskrav runt ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte skall tillämpas. Istället finns kravet att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma rimlig miljö kvalitet är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart. Den ekologiska potentialen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk potential baseras på näringsämnesdata och försurning. Biologiska data saknas för en vidare bedömning.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder från 2013 har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljö kvalitetsnormer. Vid klassificering av ekologisk potential enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 konstateras att påväxtalgsdata från 2009 och 2012 visar på god status för Motala och därmed ingen övergödning-påverkan. Dock visar den hydromorfologiska klassningen att det finns en påverkan på vattendragets funktioner och processer som kommer att dra ned klassningen från god till måttlig. Konnektiviteten är klassad till dålig, flödesregimen till otillfredsställande och det morfologiska förhållandet till dålig. Utifrån bedömd status ser man att förekomsten har ett problem med fysisk påverkan.

I VISS (2014) redovisar Länsstyrelsen i Östergötland olika åtgärder för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder". Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden och ekologiskt funktionella kantzoner anges som åtgärder med förbättringspotential.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom anläggandet av fiskvägar för upp- och nedströms passage vid kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska data för att bedöma den ekologiska potentialen i nuläget är bristfälliga vilket innebär att effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförandet av åtgärder, jämfört med situationen idag, är svåra att förutsäga. I sammanhanget noteras att en ökad spridning av vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) från nedströmsliggande sjöar kan uppstå vid anläggandet av fiskvägar och att enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Motala sannolikt inte kommer att vara tillräcklig för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flöden till mer naturliga förhållanden är sannolikt också viktiga, liksom åtgärder relaterade till övergödning.

### 1.13 Referenser

HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940.

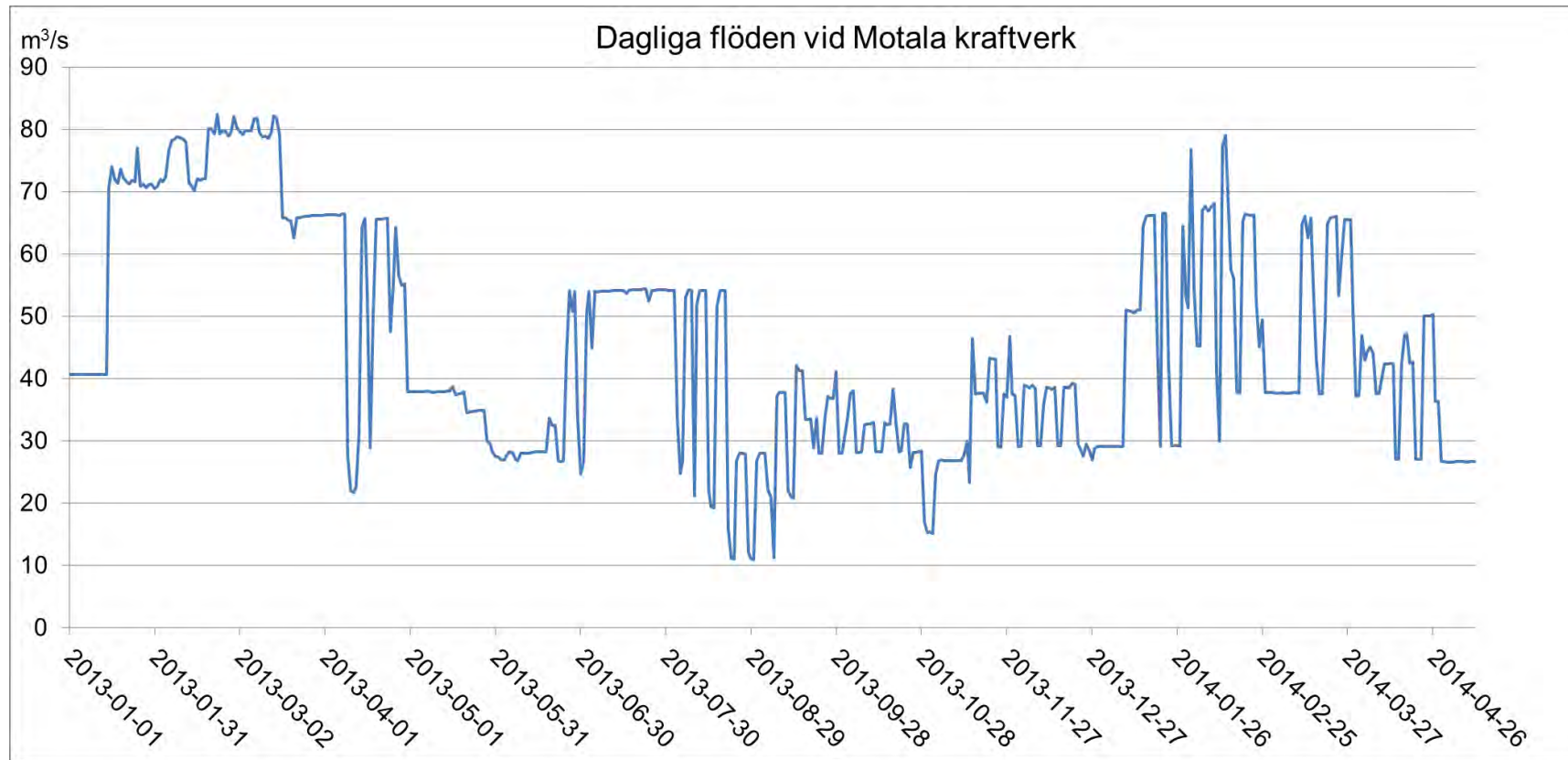
SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på:  
<http://www.artfakta.se/>

Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. 1943. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström.

Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).

VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

## Bilaga 1



Figur A. Dagliga turbinflöden vid Motala kraftverk (spillflöde ej medräknat). Data från TvAB.

---

## BORENSBERG KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### **Fiskvägar Motala ström**

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### **FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID BORENSBERG KRAFTSTATION I MOTALA STRÖM**



*Nedströmsvy mot nya (främre) och gamla kraftverksbyggnaderna vid Borensberg 2014-04-24.*

ORIGINAL

2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

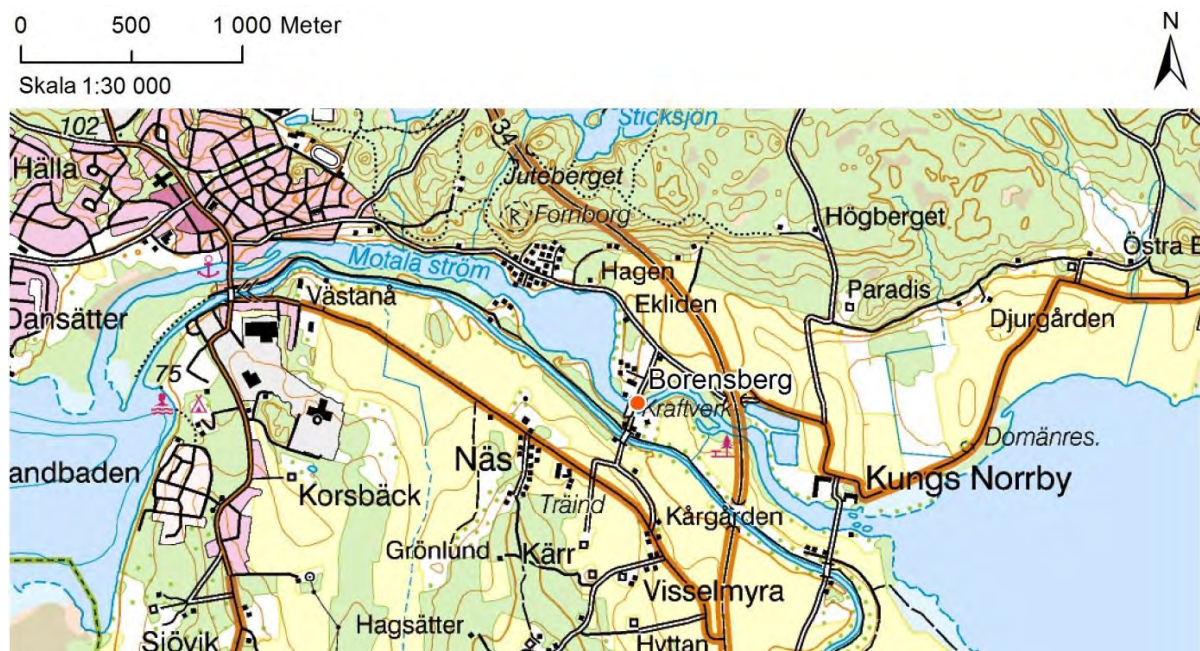
<b>1</b>	<b>Borensberg</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Borensberg och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter	8
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	9
1.7	Produktionsförlust	10
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	11
1.9	Uppskattning av totala kostnader	12
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	13
1.11	Juridiska aspekter	13
1.12	Miljö kvalitetsnormer	14
1.13	Referenser	15

# 1 Borensberg

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-24. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Borensberg (WGS84 58°33'18.8"N, 15°18'50.0"E, fastighet Näs 2:1) är beläget ca 17 km uppströms sjön Roxen i Motalas strömmar och är det tredje i uppströmsordning (efter Malfors) räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket har sedan 1904 varit i drift med ombyggnader utförda senast 1988. Kraftverket ägs av Tekniska verken i Linköping AB och kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets högra sida sett i strömmens riktning (södra sidan) medan regleringsdammen återfinns mitt i fåran mellan gamla och nya kraftverksbyggnaden. Anläggningen har en fallhöjd av 6,8 m och totalbredd av ca 70 m inkluderande kraftverksintag och damm (se figur på försättsblad). Kraftverket har två turbiner med ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 93 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Intagen för de två turbinerna är 4 m breda och djupet är ca 6,7 m. Intaget har galler med en spaltvidd av runt 100 mm och en lutning av 80°. Vattendragets medelvattenföring vid anläggningen är ca 46 m<sup>3</sup>/s och den normalt nyttjade avsänkning nära dammen är oftast låg och maximalt runt 0,6 m. Regleringsmönstret kring kraftverket är styrt av olika domar (AD 51/1946, VA 53/1985, DVA 15/1987, M 123-99) och korttidsreglering kan förekomma. Spilltappning sker vanligtvis under vårfloed och häftiga regn.



Figur 1. Översiktsskarta för Borensberg kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-15.

Tabell 1. Information kring Borensberg kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Borensberg
Koordinater SWEREF99 TM	6490571, 518266
Turbintyp	Semikaplan
Antal aggregat	2
Effekt MW, Energi GWh/år	5,2; 18,9
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,05
Avstånd från hav (km)	81
Höjd över hav (m)	74
Fallhöjd m	6,8
MQ (m <sup>3</sup> /s)	46
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	93
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	88
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	8,9

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Vid Borensberg utgörs Motala ströms närområde av blandskog och exploaterad mark i form av jordbruk, byggnader och vägar. Uppströms kraftverket fram till sjön Boren, ca 3,2 km, dominerar lugnflytande vatten med partier av svaga strömmar där vattendragsbredden varierar mellan 50 till 300 m. Bottensubstratet består generellt av finsediment med grovdetritus, block, sten, grus och sand, med förekomst av vass längs stränderna. Vid Borensberg samhälle (ca 2 km ovan kraftverket) återfinns ett ca 250 m långt strömmande parti med en bredd av 30-70 m där botten mestadels utgörs av sten, grus och sand. Från kraftverket nedströms till Norrbysjön, ca 1,6 km, är vattendragets bredd 30 till 70 m och botten består i första hand av block, sten, grus och sand.

Fiskfaunan inom delområdet utgörs idag av olika arter av vitfisk, men även gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Sander lucioperca*) är förekommande. Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då data inte kan relateras till specifika områden mellan dessa. Allmän information pekar dock på att asp (*Aspius aspius*) förekommer längs merparten av huvudfåran i Motala ström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*) och nors (*Osmerus eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, ofta i anslutning till sjöar och lugnvatten. I området finns även id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*) och lake (*Lota lota*). Utifrån historiska källor görs bedömningen att öring (*Salmo trutta*), harr (*Thymallus thymallus*) och ål (*Anguilla anguilla*) har förekommit utmed en längre sträcka av vattendraget (Nyblom 1940) där ål lever vidare genom utsättningar. Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade arter.

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Borensberg och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Borensberg kraftverk har enbart utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock tidigare sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft förekomst av bl.a. öring, harr och asp (Nyblom 1940). Genom tillskapande av fiskväg vid kraftverket bedöms att en strömsträcka på runt 1 ha av strömmande vatten kan tillgängliggöras uppström innan sjön Boren. Vid Motala kraftverk ca 16 km närmast uppströms, återfinns ytterligare ca 0,2 km med strömmande till forsande vatten med en yta av ca 0,6 ha.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Borensberg föreslås vara asp, nors, färna, vimma, öring, harr och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av vandringsvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och utgörs av unga och små individer, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och naturlig botten. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar, dess avkomma, och blankål. I Figur 2 redovisas åtgärder som prioriterats för att återetablera vandringar för olika målarter och stadier av fisk vid Borensberg. Mindre funktionella eller praktiskt komplicerade alternativ har listats mot slutet av rapporten.

#### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Borensberg föreslås flera tänkbara lösningar där bästa framgång bedöms uppnås med åtgärd A som består av en slitsränna (185 m) på höger sida av turbinutloppet. Med den tekniska lösningen åstadkoms en fungerande fiskpassage för rådande vattenståndsvariationer kring kraftverket, vilket medger reglering av flöden och vattenhastigheter för fiskars passerbarhet. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller och flyktöppningar vid spillet (E).



Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Borensberg. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-15.

### Åtgärd A – Slitsränna (185 m)

Åtgärden med slitsränna (Figur 2) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. Ingången förläggs på höger sida ca 25 m nedan turbinutloppet. En vinklad vilopool kan anläggas direkt efter ingången. Fallhöjden av 6,8 m innebär att fiskvägens medellutning blir ca 3,7 % och resulterar i runt 60 pooler och två vägpassager. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,2-0,6 m med ett djup av runt 1,5-2 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid trappans ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid trappans intag. Fiskvägen konstrueras för 1-2 m<sup>3</sup>/s med 3 m långa pooler. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Fiskvägens övre del förses med en utgången i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geotekniska förhållanden. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagna fiskvägar kan leda till speciella anpassningar i form av erosionskydd längs vattendragets sida. Högt ställda krav på geotekniska undersökningar och robusta lösningar för att förhindra läckage och erosion är därför rimligt att förvänta sig.

### Åtgärd B – Slitsränna (100 m)

Åtgärden med slitsränna (Figur 2) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. Ingången förläggs på vattendragets vänstra sida ca 50 m nedströms det gamla kraftverket. Fiskvägen konstrueras för 1-2 m<sup>3</sup>/s och sträckning ger en medellutning av 7 % med runt 34 pooler och två vägpassager. Slitsrännan och vägpassager anpassas enligt Åtgärd A.

### Åtgärd C – Slitsränna med omlöp (120 m)

Här förslås ett omlöp i den övre delen av fiskvägen redovisad i Åtgärd B. Efter 60 m slitsränna följer då en naturlig sektion av ca 60 m i längd, byggd enligt etablerade metoder. Sammantaget bedöms fiskvägens totallängd bli kring 120 m vilket ger en medellutning av 5,7 % (räknat på en fallhöjd av 6,8 m). Den naturliga delen bör vara uppbyggd av varierande strömmiljöer och meandrande pooler av tillräckligt djup (upptill ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturligdel och teknisk sektion blir tillräckligt djup. I omlöpet bör översvämningssplan skapas och konstgjorda trösklar kan anläggas för koncentrerat av strömmen. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Vid dessa områden kan betongförstärkningar av omlöpet behövas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst och det kan även krävas erosionskydd för andra partier. Fiskvägens övre del förses med en utgången i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.

### Åtgärd D – Slitsränna (110 m)

En slitsränna för 1-2 m<sup>3</sup>/s (se detaljer i Åtgärd A) med reglerbar ingång som syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk kan anläggas närmast till vänster om spillvägen, kring 25 m

nedströms turbinutloppet. Medellutning av denna blir 6,2 % och utgörs av runt 37 pooler. Fiskvägens kräver överfart av två vägar och dess övre del slutar ca 10 m uppströms dammen vid högra stranden. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste detaljutredas och ställer höga krav på geotekniska undersökningar. Arbetet kan medföra sprängningar som kan påverka kraftverket.

#### **Åtgärd E – Alfagaller (bredd 8 m, längd 12 m)**

Åtgärden (Figur 2) hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller (E) till ränna/tub. Baserat på intagsdjup av 6,7 m för bör gallerlängden vara runt 12 m, vilket medför en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . En ytnära flyktöppning för 0,3 m<sup>3</sup>/s med uppsamlingsränna läggs till höger om spillvägen via modifiering av befintlig lucka. Fingaller med en spaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 4) föreslås. Om Åtgärd D realiserar kan ränna/tub mynna i slitsrännan, vilket samtidigt ger en ökad flödesmängd till uppströms fiskväg. Åtgärden förväntas ge upphov till en effektiv nedströmsvandring av fisk men kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.

### **1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter**

Borensberg är enligt klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte påverkas nämnvärt av föreslagna åtgärder.

#### **Åtgärd A – Slitsränna (185 m)**

Med Åtgärd A byggs en ca 185 m lång slitsränna runt fyllningsdamm och kraftstation på höger sida. Alternativet blir byggnadstekniskt komplicerat där hänsyn måste tas till bl.a. vägar och hus. Ur dammsäkerhetssynpunkt innebär åtgärden inga märkbara problem eftersom åtgärden sträcker sig bortom de mer känsliga delarna av dammkonstruktionen.

#### **Åtgärd B – Slitsränna (100 m)**

Alternativ B är en slitsränna på anläggningens vänstra sida med ingång ca 50 m nedströms om det gamla kraftverket. I närhet av kraftstationen på nedströmssidans vänstra sida är det brant och det gör att risken för erosion är stor om en ränna ska byggas där. Mer lämpligt är därför att ingången placeras längre nedströms där inte lutningen är så stor. Det är även viktigt att rännan placeras så långt till vänster som möjligt från den gamla kraftstationen för att minska risken för erosion i vänster anslutningsdamm som är ganska brant i nedströmsslänten. Rännan är tänkt att mynna i magasinet uppströms om anläggningen. Öppningen bör placeras så långt uppströms som möjligt för att minska risken för påverkan på dammen (minst 50 m). Hänsyn måste även tas till befintlig stenmur på vänster uppströmssida där slitsrännan är tänkt att mynna.

#### **Åtgärd C – Slitsränna och omlöp (120 m)**

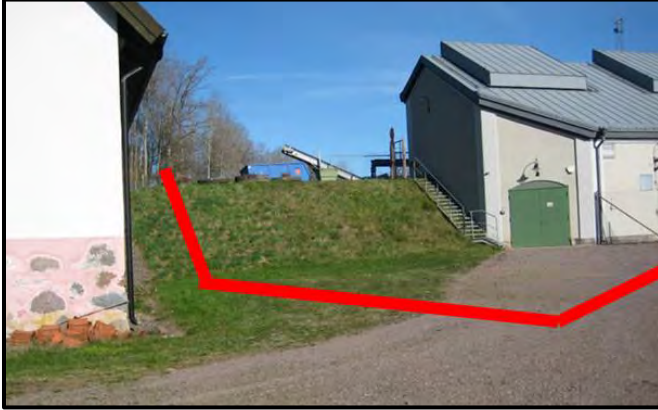
Alternativ C är en naturlig del i övre fiskvägen som ansluter till slitsränna B. Ur dammsäkerhetssynpunkt bedöms alternativet inte ge upphov till några problem.

#### **Åtgärd D – Slitsränna (110 m)**

Alternativ D innebär att en slitsränna med ingång nedströms utskoven förläggs genom fyllningsdammen (se Figur 4) för att sedan mynna uppströms av kraftstationen. Alternativet är av flera skäl inte optimalt ur dammsäkerhetssynpunkt eller byggnadstekniskt, sammanfattade nedan:

- Kräver ingrepp i befintlig damm där schaktning under dammkroppen kan innebära risker då tätande skikt påverkas. Åtgärden orsakar osäkerhet in i dammkonstruktionen med risk för bl.a. erosion och samtidigt kan stabilitetsproblem uppstå vid nedströmsslänten längs med fiskvägen.
- Då fiskvägen blir placerad direkt nedströms av både utskov och kraftstationens utlopp kommer den att påverkas av både spilltappning och turbinströmmar.

- Framkomligheten på vägar vid kraftstation samt parkeringsytans utbredning nedströms kan bli begränsad av fiskvägens placering varför planerade överfarter för tung trafik måste utredas i detalj.



Figur 3. Sträckning av åtgärd D, slitsränna, mellan kraftstation till höger och det vita huset till vänster

#### Åtgärd E – Alfagaller (bredd 8 m, längd 12 m)

Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intag till turbinerna och det måste säkerställas att detta även kan ske för planerade alfagaller. Befintligt utskov i direkt närhet till maskinstationen är tänkt att användas som flyktöppning med ett kontinuerligt flöde på 0,3 m<sup>3</sup>/s och för ändamålet krävs detaljerade tekniska utredningar kring dammsäkerhet.

### 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder. I de fall då inlösen av mark från andra fastighetsägare krävs tillkommer extra kostnader.

#### Åtgärd A – Slitsränna (185 m)

En fiskväg i detta område förväntas kosta runt 6 Mkr där arbete med schaktningar och vägpassager kan bli kostsam. Under byggnationen kan produktionsbortfall uppstå vilket leder till ökade kostnader.

#### Åtgärd B – Slitsränna (100 m)

En slitsränna i detta område förväntas kosta runt 5 Mkr där arbete med schaktningar och vägpassager kan bli kostsam. Ingrepp för anläggandet av slitsrännans nedre del vid befintlig stenmur nedströms kan

medföra extra utgifter. Över fiskvägen krävs vägpassager, vilket innebär kostnader i form av kulvetering eller bro. Byggnationerna kan leda till en viss tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket leder till ökade kostnader.

#### **Åtgärd C – Slitsränna med omlöp (120 m)**

Kostnader för en slitsränna med omlöp med vid Borensberg förväntas bli runt 4 Mkr. Anläggandet av omlöp innebär schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten, där ingrepp för anläggandet av slitsränna vid befintlig stenmur nedströms kan medföra extra utgifter. Över fiskvägen krävs vägpassager, vilket innebär kostnader i form av kulvetering eller bro. Anläggandet av fiskväg kan kräva en inlösen eller nyttjanderättsavtal utav mark från närliggande fastighet vilket medför extrakostnader. Byggnationerna kan leda till en viss tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket leder till ökade kostnader.

#### **Åtgärd D – Slitsränna (110 m)**

En slitsränna i detta område förväntas kosta runt 5 Mkr där arbete med sprängning och modifikation av dammen kan bli kostsam. Byggnationerna leder med största sannolikhet till en viss period med produktionsbortfall och merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket innebär ökade kostnader.

#### **Åtgärd E – Alfagaller (bredd 8 m, längd 12 m)**

Vid Borensberg kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galleren som installerades vid Ätran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Totalbredden för de galler som föreslås vid Borensberg är samma som de vid Ätran, dock blir gallrena längre varför en lägsta kostnad av runt 2 Mkr är att förvänta vid Borensberg. Vidare tillkommer kostnader för modifikation av rensmaskin samt dragning av ränna/tub från flyktöppning.

### **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 2 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 70 % vilket är relativt lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde verkningsgraden vara ca 83 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data samt variationer i fallhöjd. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 6,8 m, ett maxflöde på 93 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedeltappningen genom stationen. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,81 GWh/år, vilket motsvarar runt 4,3 % (0,81/18,9) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,14 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 100 mm till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,020 m vilket ger en effektförlust på 16 kW vid maxflödet 94 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,8 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spill bedöms till 284 kkr/år med ett elpris av 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är årlig och inbegriper inte minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund

av byte till låglutande fingaller bedöms vara 49 kkr/år där kalkylerna baseras på samma antagande för elpris och ränteintäkter som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd A. Kostnaden för denna åtgärd estimeras till runt 6 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd B-D medger fiskvandring från vänstra sidan, samt mitten av vattendraget. Sammantaget är funktionen av dessa åtgärder något osäker samtidigt som de är relativt kostsamma (4-5 Mkr) vilket innebär att alternativen inte rekommenderas i första hand.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, Åtgärd E. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 2 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Vågforsen.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A	Medger uppvandring ovan damm. Krävs för fisk som simmar till turbinutloppet.	Möjliggör passage för fisk som lockas till turbinutloppet och höger strand. Slitsdelar ger god anlockning och tillåter flödesvariation.	Kräver schaktning och vägpassager, samt tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall.	6 Mkr
2	B	Medger uppvandring längs vänster strand.	Möjliggör passage för fisk som lockas till spill och området nedströms gamla kraftverksbyggnaden.	Kräver schaktning och vägpassager samt tekniska och hydrauliska studier.	5 Mkr
2	B-C	Medger uppvandring längs vänster strand.	Möjliggör passage för fisk som lockas till spill och området nedströms gamla kraftverksbyggnaden. Omlöp kan ge naturlika habitat beroende på flödesmängd.	Kräver schaktning och vägpassager, samt tekniska och hydrauliska studier. Kräver inlösen av mark.	4 Mkr
2	D	Medger uppvandring från mittfåra.	Möjliggör passage för fisk som lockas till mittersta delen av fåran.	Kräver sprängningar och schaktningar, samt tekniska och hydrauliska studier. Fordrar ingrepp vid damm.	5 Mkr
1	E	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar vid kraftverk.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	2 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan utslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströms- passage	Uppströms- passage	Uppströms- passage	Nedströms- passage
<b>Prioritet</b>	1	2 (alt B el. D)	2 (alt. B-C)	1
<b>Kostnader, kr</b>				
Byggkostnad	6 000 000	5 000 000	4 000 000	2 000 000
Rensmaskin				250 000
Fallränna/tub				500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	250 000	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>6 900 000</b>	<b>5 900 000</b>	<b>4 900 000</b>	<b>3 250 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>				
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	26 000	
Drift underhåll galler				150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	60 000	
Produktionsförlust	284 000	284 000	284 000	49 000
<b>Totalsumma</b>	<b>390 000</b>	<b>390 000</b>	<b>390 000</b>	<b>199 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Omlöp längs högra stranden

Ett omlöp kan eventuellt anläggas istället för Åtgärd A. Det begränsade utrymmet torde dock försvåra en konstruktion av detta varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Ytavledare (45 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk från turbinernas intagskanal mot dammen kan anläggas från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteendeavledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m., samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m. För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För verksamhet där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

De redovisade åtgärderna vid Borensberg är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. I det fall föreslagen fiskväg inte ligger inom verksamhetsutövarens fastighet (se figur) krävs således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

Borensberg ligger inom ett vattenskyddsområde, vilket innebär att huvudmannen för vattentäkten och Länsstyrelsen kommer att vara viktiga samradsparter.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Borensbergs kraftverk är belägen benämns: "Motala Ström (Borensberg)" SE649308-147088. I VISS (2014) redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer pågår, och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

Vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten- detta innebär att samma kvalitetskrav om ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte ska tillämpas. Istället är kravet att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma vilken miljökvalitet som är rimlig är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska potentialen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk potential baseras endast på näringsämnesdata.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk potential har fastställts till god ekologisk potential till 2015.

Vid klassificering av ekologisk potential enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 har näringsämnesdata visat på god potential, det finns således inte längre några tecken på övergödningssproblem. Utslagsgivande för att vattenförekomsten fortfarande klassificeras till måttlig ekologisk potential har istället varit hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. I motiveringen anges att konnektiviteten visar på dålig, hydrologisk regim på måttlig och morfologiskt tillstånd på otillfredsställande status. Utifrån bedömd status ser man att förekomsten har ett problem med fysisk påverkan. Klassificeringen baseras på en expertbedömning, då biologiska data saknas.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder". Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden anges som en åtgärd.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska data för att bedöma den ekologiska potentialen i nuläget är bristfälliga. Förutom att underlätta för vandrande fisk kan vandringsvägar även underlätta spridningen av invasiva arter. Stor förekomst av vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) har konstaterats i Glan, och enstaka musslor har även hittats i Roxen. Länsstyrelsen i Östergötland har utfärdat förord för att hindra ytterligare spridning av musslan, vilket bland annat går ut på att båtar och övrig utrustning ska tvättas innan de flyttas mellan olika sjöar. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

### 1.13 Referenser

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940.

SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på:  
<http://www.artfakta.se/>

Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).

VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

---

## MALFORS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID MALFORS KRAFTSTATION I MOTALA STRÖMMAR



*Vy över kraftverk (A), luckor vid intagskanal (B), samt utskovsdamm (C) vid Malfors 2014-04-22.*

ORIGINAL

2014-09-11

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Malfors</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Malfors och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Malfors	11
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	11
1.7	Produktionsförlust	13
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	13
1.9	Uppskattning av totala kostnader	14
1.10	Andra alternativ till fiskpassage	15
1.11	Juridiska aspekter	16
1.12	Miljö kvalitetsnormer	16
1.13	Referenser	17

# 1 Malfors

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-22, vidare gjordes i maj en översiktlig biotopkartering av sträckor upp- och nedströms kraftverket. I syfte att utröna potentiella fiskpassager nyttjades även specifika studier utförda kring Malfors omfattande bl.a. en förprojektering av fiskvägar vid kraftverket (redovisad av Sjöstrand & Lindvall 2011) och en utredning av minimitappningar i området kring Malfors (genomförd av Norconsult AB 2014).

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Malfors (WGS84 58°30'54.8"N 15°29'56.4"E, fastighet Linköping Malfors 1:11) är beläget 3,6 km uppströms sjön Roxen i Motalaströmmar och är det andra i uppströmsordning efter Nykvarn räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket som ägs av Tekniska Verken Linköping AB har alltsedan 1936 varit i drift. Kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets vänstra sida sett i nedströmsriktning (norra sidan) medan spilldammen ligger ca 2,5 km uppströms i den gamla fåran på högra, södra sidan, (figur på försättsblad). Vid intagskanalens början, runt 2 km uppströms kraftverket återfinns en anläggning som reglerar intagsflödet till kraftverket där bredden uppgår till kring 4 m med ett djup av ca 4,6 m där det saknas galler. Totalt sett har anläggningen en total fallhöjd på 28 m där kraftverket har två turbiner med ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 95 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Intaget närmast de två turbinerna är 5 m breda och djupet är ca 5 m där nuvarande galler har en spaltvidd av runt 80 mm och en lutning av 60°. Vattendragets medelflöde vid anläggningen är ca 46 m<sup>3</sup>/s och avsänkning kring områdena närmast ovan dammen är normalt maximalt runt 1,0 m. Regleringen kring kraftverket är styrt av olika domar (AD 10/1931, AD 51/1946, VA 3/1989) och korttidsreglering kan förekomma (Bilaga 1, Figur A). Spilltappning sker vanligtvis under vårfloed och häftiga regn.



Figur 1. Översiktskarta för Malfors kraftstation med delområden 1) Kraftverk, 2) Gamla fåran och 3) Dammen. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-08-02.

Tabell 1. Information kring Malfors kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Malfors
Koordinater SWEREF99 TM	6486185, 529066
Turbintyp	Francis
Antal aggregat	2
Effekt MW, Energi GWh/år	21; 87
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,23
Avstånd från hav (km)	68
Höjd över hav (m)	39
Fallhöjd m	28
MQ (m <sup>3</sup> /s)	46
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	95
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	70
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	31

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Strandmiljöerna i anknötning till den gamla åfåran (ca 2,5 km), allmänt kallat "Ljungsbrofåran", domineras av blandskog med förekomst av ek. Även om sträckan i dagsläget är påverkad av både rensningar och artificiella strukturer längs fåran bedöms allmänt området ha höga naturvärden och bl.a. förekomst av kungsfiskare har dokumenterats. Längs den ursprungliga huvudfåran bedöms mindre än 100 m utgöra av tydligt modifierad botten medan merparten av sektionen och dess bottenprofil förefaller vara relativt naturlig. I enighet med Sjöstrand & Lindvall (2011) konstateras att den nedersta delen (närmas Malfors kraftverk) initialt utgörs av en relativt sett brant del där vissa sektioner av den gamla åsträckan har täckts av betong i syfte att undvika erosion vid högflöden. De första delarna av denna sektion bedöms ha en lutning av ca 20 % på en relativt kort sträcka av runt 44 m (Bilaga 1) där gamla rester av en damm och kvarn återfinns (Sjöstrand & Lindvall 2011). Sträckan uppströms kännetecknas av vattendragets ursprungliga karaktär, med undantag av ett mindre område med betonggjutningar på botten ca 1,6 km uppströms kraftverket. Försökstappningar med olika flöden gör gällande att en tappning av 2 m<sup>3</sup>/s skapar runt 1,2 ha av lämpliga öringhabitat (data i Sjöstrand & Lindvall 2011). Sträckan från Malforsdammen fram till närmast uppströmsliggande kraftverk vid Borensberg är kring 10,5 km. En strömmande sträcka av ca 1,6 km (bredd 30-70 m med botten av block, sten, grus och sand) återfinns nedströms Borensberg medan sektionen i övrigt domineras av sjöliknande miljöer.

Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då data inte kan relateras till specifika områden mellan dessa. Allmän information pekar dock på att asp (*Aspius aspius*) förekommer längs merparten av huvudfåran i Motalaström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*) och nors (*Osmerus eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, ofta i anslutning till sjöar och lugnvatten. I området finns även id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*) och lake (*Lota lota*). Vid genomförda elfisken i den gamla åfåran har dessutom björkna (*Blicca bjoerkna*), elritsa (*Phoxinus phoxinus*), gädda (*Esox lucius*), stensimpa (*Cottus gobio*) och ål (*Anguilla anguilla*) noterats. Vidare torde abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Sander lucioperca*) vara relativt vanligt förekommande arter i området. Utifrån historiska källor görs bedömningen att öring (*Salmo trutta*), harr (*Thymallus*

*thymallus*) och ål har förekommit utmed en längre sträcka av vattendraget (Nyblom 1940) där ål lever vidare genom utsättningar. Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade arter.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Malfors och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Malfors kraftverk har enbart utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock tidigare sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft förekomst av bl.a. öring, harr och asp (Nyblom 1940). I SMHIs Förteckning över Sveriges vattenfall anges följande: "Sträckan från Norrbysjön fram till Roxen är nästan en enda sammanhängande serie av forsar och fall. De mera framträdande finnas vid Råby, Ljung, Jakobslund, Malfors och Nykvarn. Sammanlagda fallhöjden utgör nära 40 m". Efter vattenkraftsutbyggnaden återstår idag endast en bråkdel av de historiska strömvattenmiljöerna på sträckan. Genom tillskapande av fiskvandringar vid Malfors kraftverk bedöms runt 5,2 ha av strömmande vatten kunna tillgängliggöras före Borensbergs kraftverk varav den gamla fåran vid Ljungsbro utgör ca 1,2 ha (förutsatt en tappning av 2 m<sup>3</sup>/s), medan resterande yta förekommer närmast Borensberg, ca 8 km från Malfors damm. Uträkningarna baseras på biotopkartering av Hushållningssällskapet i Östergötland 2014.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Malfors föreslås vara öring, harr, asp, nors, färna, vimma och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av vandringsvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och utgörs av unga och små individer, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och naturlig botten. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar, dess avkomma, samt blankål. I Figur 2 redovisas åtgärder som prioriterats för att återetablera vandringar för olika målarter och stadier av fisk vid Malfors. Andra alternativ som i vissa fall bedömts vara mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att genomföra har listats mot slutet av rapporten.

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Malfors föreslås flera tänkbara lösningar som samtliga förutsätter en tappning av 2 m<sup>3</sup>/s i den gamla fåran. I nedre delen av denna föreslås att fåran rekonstrueras i en sicksackande dragning för att minska vandringsruttens medellutning vid aktuella flöden. För mellersta delen av den gamla åfåran (Jakobslund) föreslås generella biotopvårdsåtgärder med avlägsnande av betong längs botten och bl.a. utläggning av natursten. Närmast regleringsdammen kan olika åtgärder tillämpas, där förutsättningarna för både omlöp och tekniska fiskpassager bör utredas närmare innan slutgiltig design fastställs. För nedströmsvandring kan fingaller med flyktöppningar och tub anläggas vid befintligt luckhus närmast regleringsdammen.

#### Åtgärd Nedre Malfors – Strömkoncentration (360 m<sup>2</sup>) och tröskling (250 m)

Åtgärden (Figur 2) syftar till att minska vandringsruttens medellutning i nedersta delen av spillfåran (Figur 3) genom att skapa en sicksackdragning av åfåran. Detta kan åstadkommas både genom utläggning av stenblock eller betonggjutningar. Ur biologisk och estetisk synvinkel är natursten oftast att föredra framför betong som ger ett artificiellt intryck (se Figur 4). Då fåran vid extrema tillfällen skall kunna avbörda hela Motalaströms flöde krävs robusta konstruktioner som tål ett högt vattentryck. Med fördel anpassas vandringsrutten till att fungera vid olika flöden och vattennivåer, även om den optimeras till en tappning av 2 m<sup>3</sup>/s. Ingången förläggs på vänster sida (sett i nedströmsriktning) nära turbinutlopp och genom utläggning av stenmassor (360 m<sup>2</sup>) på höger sida kan en strömkoncentration skapas vilket förväntas gynna uppströmsanlockning av fisk till spillfåran. Ett minimum av runt 11 vallar konstrueras så att strömfåran meandrar sig nedströms över en längd av ca 250 m vilket ger en medellutning av 2,1 % för uppmätt fallhöjd av ca 5,3 m (43,1-37,8). Schaktningar på uppemot 2 m i djup är att förvänta och sprängningsarbeten kan krävas då fårans nuvarande lutning varierar där t.ex. Sjöstrand & Lindvall (2011) nämner en lutning är 21 % för den nedersta delen av 5 m i längd (Bilaga 1,

Figur B). Alternativen förutsätter utförlig detaljprojektering med noggranna geotekniska studier och kan kräva hydrauliska modelleringar och försökstappningar med olika flöden. Då de förslagna strukturerna har en dämmande effekt kan höga flöden orsaka en ökad stranderosion vilket kan innebära att vissa sektioner kan behöva erosionsskyddas.



Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Malfors. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-08-15.



Figur 3. Spillfårans nedre del vid Malfors kraftverk.



Figur 4. Gjutningar i Umeälven för att underlätta fiskpassage av vattenfall där flödena kan varieras från 10 m<sup>3</sup>/s till 1000 m<sup>3</sup>/s.



Figur 5. Betonggjutningar i den gamla fåran vid Jakobslund.

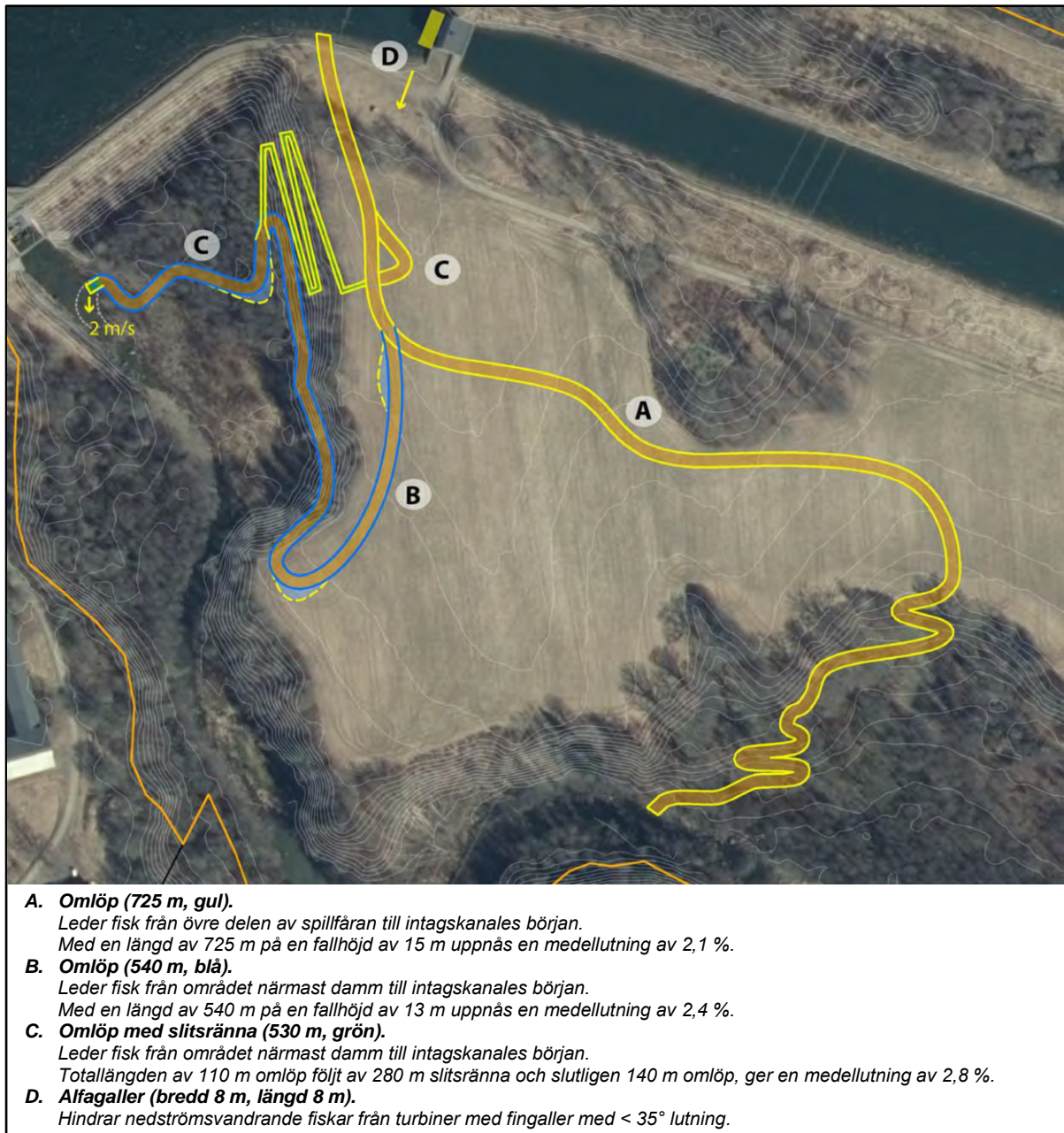
#### **Åtgärd Jakobslund (mellersta sträckan) – Tröskling (50 m)**

Åtgärden syftar till att minska vandringsruttens medelutning i området genom att skapa en ramp-liknande upptröskling i åfåran genom utläggning av natursten och stenblock. Vid arbetet avlägsnas även onödig betong som gjutits längs botten (Figur 5). I princip utförs de biotopvårdande åtgärderna i området enligt väletablerade metoder enligt t.ex. Degerman (2008).

#### **Åtgärd A Övre Malfors – Omlöp (725 m)**

Ett omlöp som leder uppvandrande fisk från övre delen av spillfåran till kraftverkets intagskanal uppströms luckhuset kan potentiellt sett ha flera dragningar. I denna Åtgärd A (Figur 6) redovisas en variant som sannolikt är byggnadstekniskt fördelaktig att genomföra och som samtidigt inte är lika influerad av dammspill som Åtgärd B-C. Omlöpet designas för 2 m<sup>3</sup>/s och konstrueras enligt erkända metoder med varierande strömmiljöer och meandrande pooler av olika djup (upp till ca 2 m). Då Åtgärd A kommer att vara opåverkad av dammspill kan delar av dess dragning anpassas till att utgöra optimala reproduktionslokaler (vilket omfattar på bl.a. bottensubstrat, vattenhastighet och djup) för

t.ex. laxfiskar. Scenariot liknar de åtgärder som genomförts vid Gullspångsälven där en fåra skyddats ifrån höga spillmängder (för referenser se Rivinoja m.fl. 2012). För Åtgärd A anläggs omlöpets ingång ca 0,5 km nedströms dammen och då det oftast inte förekommer spill från dammen förväntas uppströmsvandrande fisk anlockas till omlöpet. För att underlätta för fisk att finna omlöpet vid dammspill kan såväl fördjupningar och trösklingar (vilka även kan omfatta betonggjutningar) i den gamla åfåran konstrueras. Åtgärd A innebär att omlöpets dras över en relativt brant sluttning vilket kan



Figur 6. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Övre Malfors. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-15.

innebära att arbetet kan omfatta betydande schaktningar och betongförstärkningar längs delar av sträckan. Den nedre delen (slänten) har en längd av ca 285 m och en fallhöjd av 8,5 m vilket ger en medellutning av 3,1 % med brantare partier i början och i slutet av sträckan. Längden vid den övre delen (gårdet) uppgår till ca 440 m på en fallhöjd av 6,5 m vilket ger en medellutning av 1,8 %, vilket medför att den sammantagna medellutningen för hela omlöpet av 725 m i längd blir 2,1 %. I de övre delarna kan översvämningsplan och trösklar skapas för att uppnå en heterogen miljö. Bro anpassad för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg och här kan betongförstärkningar av omlöpet krävas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst. Fiskvägens övre del förses med en utgång i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.

#### **Åtgärd B Övre Malfors – Omlöp (540 m)**

Åtgärden (Figur 6) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringsväg för fisk från området närmast regleringsdammen till kraftverkets intagskanal strax uppströms luckhuset. Vid omlöpets början, ca 20 m från dammen, anläggs en teknisk del i form av en slitsränna med 2 pooler och naturlig botten. Åtgärden innebär att omlöpets dras över en sluttning som är brantare än förslaget i Åtgärd A, vilket innebär att arbetet omfattar betydande schaktningar och betongförstärkningar längs stora delar av sträckan. Med hänsyn till dammens närhet bör strukturens schaktas ner till erforderligt djup och anpassas för att tåla höga spillflöden. I gamla fåran, nedströms slitsen, kan fördjupningar göras för att åstadkomma en bättre anlockning för uppströmsvandring till fiskvägen. Efter slitsdelen konstrueras enligt erkända metoder ett omlöp för 2 m<sup>3</sup>/s som byggs upp enligt beskrivningar i Åtgärd A. Totalt sett bedöms omlöpet bli runt 540 m där fallhöjden av 13 m innebär en medellutning av ca 2,4 %. Både närheten till damm och den relativt sett branta sluttningen längs omlöpet innebär sannolikt att betongförstärkningar krävs längs merparten av den nedre sträckan fram till flackare partier på gårdet. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 6 beroende på närområdets geotekniska förhållanden. Arbetet kommer att innebära omfattande schaktningar och kan medföra sprängningar, således krävs utförliga geotekniska undersökningar för att utvärdera bygghänsynerna av denna åtgärd.

#### **Åtgärd C Övre Malfors – Omlöp med slitsränna (530 m)**

Ett omlöp med en teknisk slitränna vid de brantaste delarna (Figur 6) kan utgöra ett byggnadstekniskt alternativ till Åtgärd B. Här föreslås att den nedre delen av 110 m konstrueras enligt Åtgärd B men att en slitsränna av 280 m dras vid de brantaste partierna. På den flackare delen vid gårdet återgår fiskvägen i ett omlöp av 140 m i längd som i den översta delen dras enligt ovannämnda förslag. Sammantaget blir vandringsrutten, som anpassas för 2 m<sup>3</sup>/s, 530 m lång vilket ger en medellutning av 2,8 % för fallhöjden. Slitsrännan medellutning blir runt 5 % och dragningen kräver vinklingar vid branten. Polerna i slitsrännan bör för fiskar om 1 m längd vara kring 3 m långa, för lägre maximal fiskstorlek kan de vara kortare. Förslagsvis anläggs rännans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålyngel. Beskrivningar av fiskvägens övre del samt byggnadsmässiga aspekter följer Åtgärd A.

#### **Åtgärd D Övre Malfors – Fingaller (bredd 8 m, längd 8 m)**

Åtgärden (Figur 6) hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfgaller med flyktöppning till ränna/tub. Baserat på intagsdjup av 4,5 m bör gallerlängden vara runt 8 m, vilket medför en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . En yt nära flyktöppning för 0,3 m<sup>3</sup>/s med uppsamlingsränna läggs på högra sidan om intaget och leds på lämpligt ställe till omlöpets översta del. Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås vilket innebär nyinstallation av rensmaskin.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Malfors

Malfors regleringsdamm är klassad som en konsekvensklass 1-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte vid föreslagna åtgärder påverkas i någon större utsträckning.

### Åtgärd Nedre Malfors och Jakobslund

Föreslagen åtgärd innebär att fiskvandningsrutt förläggs i den gamla fåran. Sannolikt innebär dessa åtgärder ingen dammsäkerhetsrisk.

### Åtgärder för Malfors Övre

#### Åtgärd A

Alternativ med naturligt omlöp, total längd ca 725 m. Den övre delen får en längd på ca 440 m och den nedre delen ca 285 m. Total medellutning blir 2.1%. Alternativet innebär med största sannolikhet ingen dammsäkerhetsrisk förutsatt att den övre delen vid magasinet inte placeras för nära luckbyggnaden, utan minst ca 10 m uppströms denna.

#### Åtgärd B

Alternativ med naturligt omlöp, ca 540 m, med ingång nedströms om utskovet får inte placeras för nära vänster fyllningsdamms dammtå. Dammen klassas som konsekvensklass 1-damm enligt RIDAS och med stor sannolikhet behöver dammen förstärkas med en tåbank i framtiden samt även någon form av läckagemätning. För att detta ska kunna gå att genomföra krävs det utrymme vid dammtån. Omlöpets placering i nedströmsslänten vinkelrät mot vänster fyllningsdamm kan vara svår att utföra.

#### Åtgärd C

Alternativ med slitsränna och omlöp. För att inte nedströmssläntens stabilitet skall påverkas negativt är det viktigt att trappan inte går in i vänster fyllningsdammslänt då detta kan påverka dammens stabilitet. En dragning för nära dammen kan leda till ett uppbyggt vattentryck i nedströmsslänten som kan leda till större läckage och i värsta fall en större dammskada. Dessutom kan en dragning nära dammen försvåra den regelbundna dammtillsynen som genomförs för att upptäcka eventuella läckage eller andra problem i dammtån.

#### Åtgärd D

Idag sker ingen rensning av drivgods vid luckhuset som saknar galler. Nyinstallation av rensmaskin krävs och det måste säkerställas att tänkt utskov för fisk i direkt närhet till luckhuset kan realiseras. För ändamålet krävs detaljerade geotekniska analyser kring dammsäkerhet.

Personsäkerheten vid föreslagna åtgärder bedöms ej påverkas utöver vad som nämnts ovan.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade

fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder. I de fall då inlösen av mark från andra fastighetsägare krävs tillkommer extra kostnader.

Sammantaget bedöms att byggnationer inom området enligt Åtgärd A är enklare att genomföra än Åtgärd B och C som kommer att vara relativt komplexa att utföra och sannolikt medföra speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs tänkt vandringsrutt. Alla dessa arbeten kommer dock att innebära omfattande schaktningar och kan medföra sprängningar, vilket förutsätter att utförliga geotekniska undersökningar genomförs för att utröna åtgärdernas byggbarhet. Samtliga alternativ kräver åtgärder för stabilisering av slänter samt erosionsskydd och överfart av bilväg i översta delen vilket innebär att bro eller kulvert måste anläggas. I sammanhanget noteras att stora mängder schaktmassor, som kanske inte kan avsättas för konstruktion, kan uppstå vilket bör beaktas vid planering och genomförande av olika åtgärder, samt även beaktas i mer detaljerade kostnadskalkyler. Ovannämnda kostnader är endast summariskt inkluderade i nedanstående kostnadsuppskattningar.

#### **Åtgärd Nedre Malfors – Strömkoncentration (360 m<sup>2</sup>) och tröskling (250 m)**

Kostnader för utläggning av stenar och block varierar grovt mellan 100-500 kr per m<sup>3</sup> (Degerman 2009). För anläggning av strömkoncentration beräknas således kostnaderna uppgå till ca 0,2 Mkr (räknat på 1 m djup stensättning sektion) och därtill tillkommer maskinkostnader och möjligen bortfall i kraftproduktion under arbetsperioden. Kostnader för tröskling (anläggandet av meandrande fåra) i nedre delen av den gamla fåran är svåruppskattade men bedöms uppgå till runt 2 Mkr, men kan bli betydligt större om sprängningsarbeten krävs.

#### **Åtgärd Jakobslund (mellersta sträckan) – Tröskling (50 m)**

Biotopvårdsåtgärder i detta område kan innebära schaktningar och fördyrande sprängningsarbeten, men kostnaderna torde röra sig kring 0,2 Mkr.

#### **Åtgärd Övre Malfors A – Omlöp (725 m)**

Ett omlöp för uppströmsvandring enligt alternativet förväntas kosta runt 6 Mkr där arbete med schaktningar, vägpassager och eventuella sprängningar. Omlöpets dragning längs de flackare sektionerna, som också dominerar rutten, bedöms vara relativt enkel att genomföra och inte leda till förhöjda kostnader. Byggnationerna kan leda till en kortare tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket leder till ökade kostnader.

#### **Åtgärd Övre Malfors B & C – Uppvandringsväg (530-540 m)**

En fiskväg för uppströmsvandring enligt endera alternativet förväntas kosta runt 9 Mkr där extra insatser krävs med tanke på åtgärdernas branta lutning och närheten till damm. Arbete som omfattar schaktningar, vägpassager och eventuella sprängningar kan bli kostsamt. Byggnationerna kan leda till en viss tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket i så fall leder till ökade kostnader.

#### **Åtgärd D Övre Malfors – Fingaller (bredd 8 m, längd 8 m)**

Vid luckhuset kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de totalt ca 16 m breda galler som installerade vid Ätran. Där uppgick kostnaden för dessa till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Därutöver tillkommer kostnader som rör installation av rensmaskin samt dragning av ränna/tub från flyktöppning vilket medför att kostnaderna för att åtgärda nedströmsvandringen vid Malfors förväntas uppgå till runt 2,2 Mkr.

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 2 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 73 % vilket är väldigt lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 87 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 28 m, ett maxflöde på 86 m<sup>3</sup>/s (utifrån indexprov utfört av Sweco november 2011) genom turbinerna samt uppgifter på timmedeltappningen genom aggregaten. En kontrollberäkning har också gjorts med SMHIs värden på dygnsmedelflödet. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 3,5 GWh/år, vilket motsvarar runt 4,4 % (3,5/79,6) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av installation av ett låglutande fingaller bedöms vara så liten att den är försumbar. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den fallförlusten till följd av installation av fingaller vid intaget till kanalen. Anledningen till att fallförlusten blir försumbar är att hastigheten i kanalen är förhållandevis låg. Fallförlusten uppskattas till 0,2 mm vilken ger en försumbar påverkan på produktionen.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 1 230 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är årlig och inbegriper inte minskade ränteintäkter framåt. Produktionsförlusten på grund av installation av ett låglutande fingaller bedöms vara så liten att den är försumbar. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den fallförlusten till följd av installation av fingaller vid intaget till kanalen. Anledningen till att fallförlusten blir försumbar är att hastigheten i kanalen är förhållandevis låg. Fallförlusten uppskattas till 0,2 mm vilken ger en försumbar påverkan på produktionen.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetsordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk till den gamla fåran rekommenderas Åtgärd Nedre Malfors och Jakobslund. Kostnaden för dessa åtgärder estimeras till sammanlagt 2,4 Mkr.

**Prioritet 1:** Åtgärd A vid Övre Malfors är konstruktionsmässigt att föredra framför Åtgärd B eller C. Åtgärden skapar dessutom goda möjligheter till att optimera omlöpet för fiskreproduktion. Alternativ kräver dock detaljerade utredningar för att granska byggbarheten. Oavsett möjlig åtgärd vid Övre

Malfors förväntas att Åtgärd Nedre Malfors och Jakobslund genomförs, vilket innebär att den sammanlagda kostnaden estimeras till 8,4 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd B eller C vid Övre Malfors kan vara alternativ om Åtgärd A inte går att realisera. Samtliga alternativ kräver dock mer detaljerade utredningar för att granska byggbarheten. Oavsett möjlig åtgärd vid Övre Malfors förväntas att Åtgärd Nedre Malfors och Jakobslund genomförs, vilket innebär att den sammanlagda kostnaden estimeras till 11,4 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, Åtgärd E. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 2,2 Mkr vilket inkluderar installation av rensmaskin.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskpassageslösningar vid Malfors.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	Nedre Malfors	Medger uppvandring till gamla fåran.	Strömkoncentration underlättar fisk att hitta från turbinutloppet till gamla fåran. Tröskling underlättar passage.	Kräver schaktning och ev. sprängning samt betonggjutning. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall.	2,2 Mkr
1	Jakobslund	Underlättar vandring i gamla fåran.	Möjliggör passage för fisk vid befintlig betonggjutning.	Kräver schaktning och ev. sprängning.	0,2 Mkr
1	Övre Malfors A	Möjliggör passage för fisk ovan dammen.	Medger uppvandring till området ovan damm. Omlöp ger naturlika habitat där längre sträckor kan optimeras för fiskreproduktion.	Kräver schaktning och vägpassager, samt ev. sprängning och betonggjutningar. Fodrar tekniska detaljstudier. Period med produktionsbortfall.	6 Mkr
2	Övre Malfors B-C	Möjliggör passage för fisk ovan dammen.	Medger uppvandring till området ovan damm. Omlöp kan ge naturlika habitat.	Kräver schaktning och vägpassager, samt ev. sprängning och betonggjutningar. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall.	9 Mkr
1	Övre Malfors E	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller, flyktöppningar och tub till omlöp.	Driftskostnader för spill, rensmaskin och rensning.	2,2Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan.

Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Uppströmspassage	Nedströmspassage
Prioritet	1	2	1
Kostnader, kr			
Byggkostnad	8 400 000	11 400 000	1000 000
Rensmaskin			250 000
Fallränna/tub			500 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	500 000	500 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>9 550 000</b>	<b>12 550 000</b>	<b>2 250 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	
Produktionsförlust	1 230 000	1230 000	-
<b>Totalsumma</b>	<b>1 336 000</b>	<b>1 336 000</b>	<b>150 000</b>

## 1.10 Andra alternativ till fiskpassage

### Åtgärd Nedre Malfors

I stället för det meandrande alternativ som förespråkas i denna utredning kan andra lösningar tillämpas vid Nedre Malfors där olika förslag redovisas i Sjöstrand & Lindvall (2011). De prioriterade en "längre naturliknande fiskväg" längs högra stranden, d.v.s. ett omlöp, framför de alternativ som jämfördes. Detta alternativ anses även av oss vara en tänkbar lösning för fiskpassage av området. Kostnaderna för detta skattades år 2011 till runt 2 Mkr (Sjöstrand & Lindvall 2011), utifrån de utgångspunkter vi har haft i bedömning av kostnader förefaller dock kostnaden vara lågt räknad.

Ett betydligt billigare alternativ kan vara att genomföra mer traditionella biotopvårdande åtgärder med grävmaskin för att förbättra passagemöjligheterna vid nedre Malfors. Denna lösning innebär dock sannolikt mer begränsade möjligheter att skapa förutsättningar för god passerbarhet för

svagsimmande arter och individer, med tanke på den höga lutningen i naturfårans nedre delar. Risken finns också att strukturerna vid denna typ av åtgärd förstörs vid högt spill varför alternativet inte förespråkas i första hand.

### **Åtgärd Övre Malfors – Uppvandringsväg längs högra stranden**

Ett omlöp kan eventuellt anläggas på högra stranden (sett i nedströmsriktning) istället för Åtgärd A-C. Det begränsade utrymmet till närliggande fastighet och dammsäkerhetsmässiga aspekter torde dock försvåra en konstruktion i detta område varför alternativet inte har prioriterats.

### **Åtgärd – Ytavledare (45 m)**

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk kraftverkets intagskanal mot fiskväg för uppvandring kan anläggas från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

## **1.11 Juridiska aspekter**

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m., samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m. För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För verksamhet där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Malfors är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ryms inom Tekniska Verkens egna fastigheter, vilket innebär att rådighetskravet är uppfyllt.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## **1.12 Miljö kvalitetsnormer**

Malfors övre och nedre område berör två vattenförekomster. Vid intaget till Malfors övre ansluter Ljungsjön SE648909-148041. Efter Malfors övre och ner förbi Malfors nedre benämns vattenförekomsten Motala Ström (Ljungsbro) SE648772-148267.

I VISS (2014) redovisas de miljö kvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljö kvalitetsnormer,

2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk status baseras på påväxtalger, näringsämnesdata och hydromorfologi.

I både Ljungsjön och Motala Ström (Ljungsbro) har den ekologiska statusen klassats som måttlig. Klassningen av Ljungsjön från 2009 baseras helt på data från Roxen nedströms och Norrbysjön uppströms. För Motala Ström (Ljungsbro) baseras klassningen på en hydromorfologisk expertbedömning gjord på grundval av att det finns två vattenkraftverk i vattenförekomsten.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status till 2015 för Motala Ström (Ljungsbro) och till god ekologisk status med tidsfrist till 2021 för Ljungsjön. Tidsfristen avser övergödning, och beror på att det bedöms som tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015.

Enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 klassas Ljungsjön till måttlig status grundat på hydromorfologiska parametrar. Konnektiviteten är klassad till måttlig då det finns ett definitivt vandringshinder i utloppet. Den hydrologiska regimen är klassad till måttlig utifrån SMHI:s modellkörning. Ny preliminär klassning för Motala Ström (Ljungsbro) saknas i skrivande stund.

Ljungsjön omfattas av vattenskyddsområde (primär zon).

I VISS (2014) anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Malfors.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk status (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska data för att bedöma den ekologiska potentialen i nuläget är bristfälliga vilket innebär att effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är svåra att förutsäga. I sammanhanget noteras att en ökad spridningsrisk av vandarmussla (*Dreissena polymorpha*) från nedströmsliggande sjöar kan uppstå vid anläggandet av fiskvägar och att enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg vid Malfors sannolikt inte kommer att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga, liksom andra åtgärder relaterade till övergödning.

### 1.13 Referenser

Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket. Naturvårdsverket ISBN 978-91-620-1270-0, Fiskeriverket ISBN 978-91-972770-4-4. 294 sidor. Tillgänglig 2014-06-06 på:

<https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800022567/1348912824990/ekologisk-restaurering-av-vattendrag.pdf>

Norconsult AB. 2014. Tekniska verken AB Malfors kraftverk – Förstudie införande av minimitappning i spillfåran. 2014-04-04. 42 sidor.

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940.

Rivinoja P, Gyllenhammar A & Leonardsson K. 2012. Predicting the potential Salmonid population densities at various flow conditions in a regulated Swedish river section. 9<sup>th</sup> International Symposium on Ecohydraulics 2012, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria, September 17<sup>th</sup> - 21<sup>st</sup>. Tillgänglig 2014-04-04 på: [http://www.ise2012.boku.ac.at/papers/14203\\_2.pdf](http://www.ise2012.boku.ac.at/papers/14203_2.pdf)

Sjöstrand P & Lindvall P. 2011. Motala ströms gamla fåra vid Malfors, Ljungsbro -Förprojektering för tre fiskvägar uppströms Roxen. Jönköpings fiskeribiologi på uppdrag av Vreta kloster turism, Februari 2011. 53 sidor.

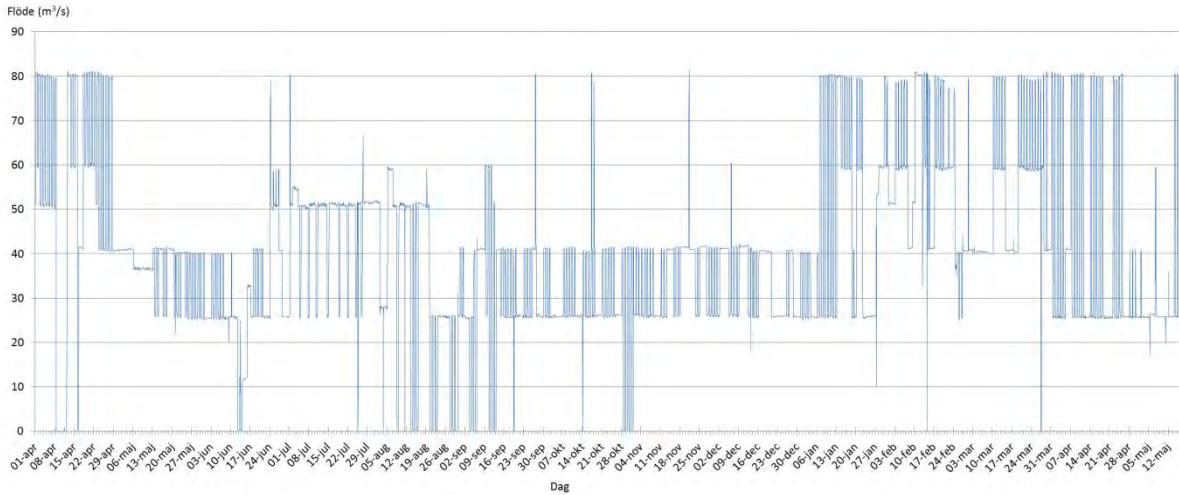
SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på: <http://www.artfakta.se/>

Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. 1943. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström.

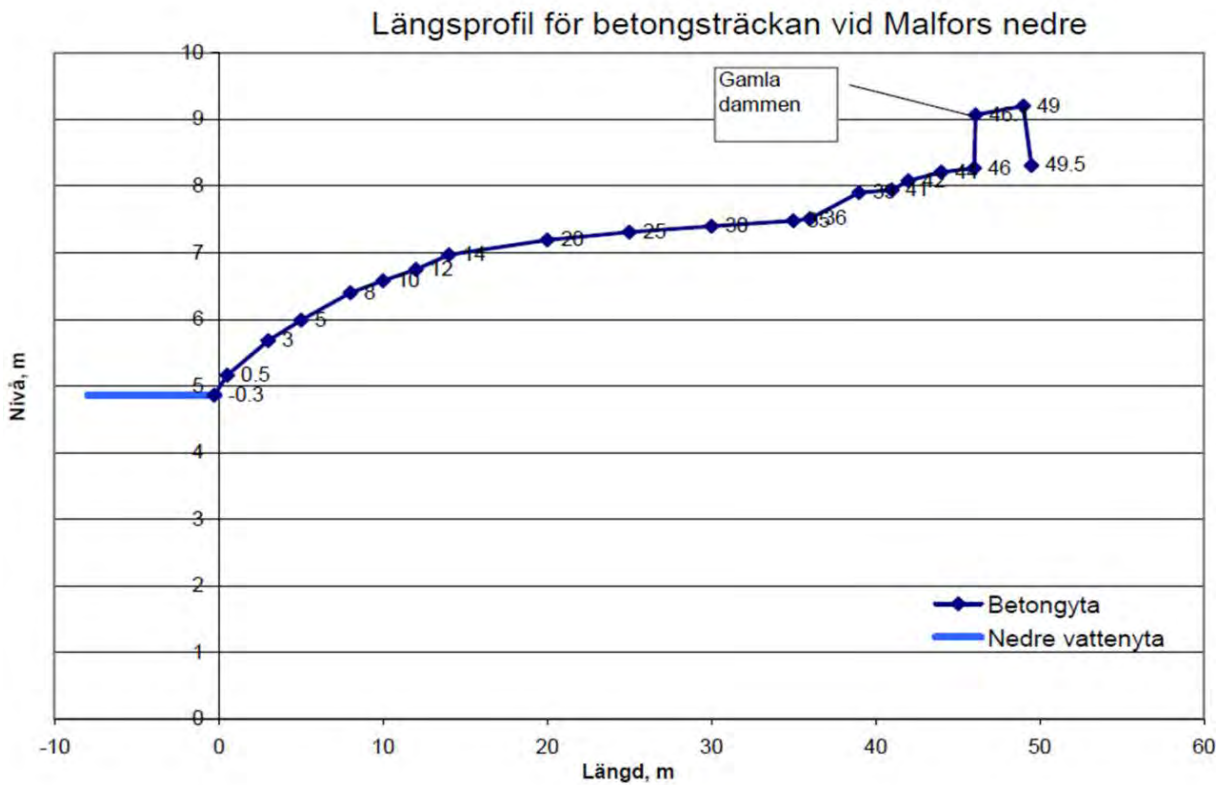
Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).

VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

# BILAGA 1



Figur A. Turbinflöden under 2014 på timbasis vid Malfors kraftverk (spillflöde ej medräknat) där spill endast förekommer i undantagsfall under få timmar (Data från TvAB).



Figur B. Fallhöjdsprofil över nedre delen av spillfåran i Malfors (från Sjöstrand & Lindvall 2011).

---

## NYKVARNS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID NYKVARNS KRAFTSTATION I MOTALA STRÖM



*Uppströmsvy mot dammen vid Nykvarns kraftverk 2014-04-22 vid ett spill av 40 m<sup>3</sup>/s.*

2014-07-11

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Nykvarn</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Nykvarn och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Nykvarn	10
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	11
1.7	Produktionsförlust	13
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	13
1.9	Uppskattning av totala kostnader	15
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	16
1.11	Juridiska aspekter	18
1.12	Miljö kvalitetsnormer	19
1.13	Referenser	20

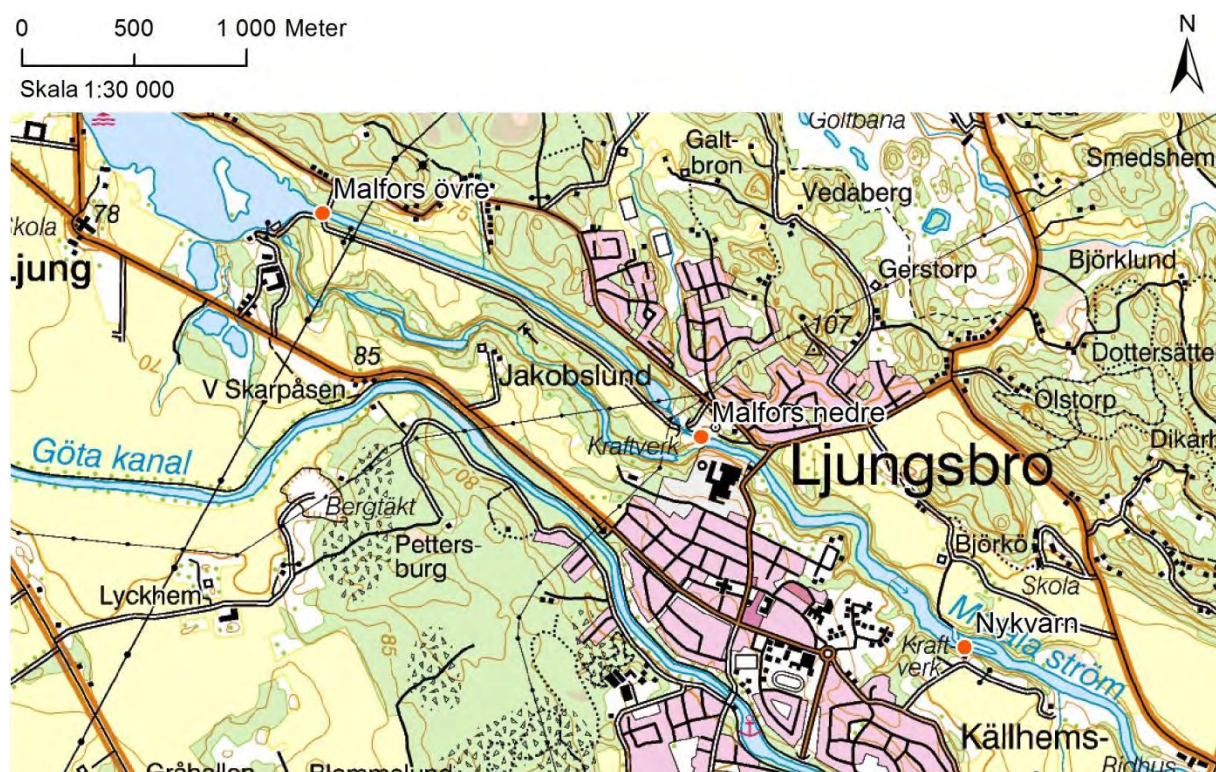
Bilaga 1      Turbinflöde

# 1 Nykvarn

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-22, vidare gjordes i maj en summarisk biotopkartering i fält längs sträckor upp- och nedströms kraftverket. I syfte att utröna potentiella fiskpassager nyttjades även specifika studier utförda kring Nykvarn, vilka omfattande bl.a. en förprojektering av fiskvägar vid kraftverket (redovisad av Sjöstrand & Lindvall 2011) och en utredning av minimitappningar i området kring Malfors som inkluderade bl.a. nedströmsträckan vid Nykvarn (genomförd av Norconsult AB 2014).

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Nykvarn (WGS84 58°30'24.7"N 15°31'8.1"E, fastighet Nykvarn 1:1) är beläget 2 km uppströms sjön Roxen i Motalaströmmar och är det första i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket har alltsedan 1904 varit i drift fram till 1980-talet då verksamheten tillfälligt upphörde tills dess att den återupptogs 2008. Initialt inrättades en fisktrappa och ålyngelledare vid kraftverket vilka dock senare avlägsnades. Kraftverket ägs av Tekniska verken i Linköping AB och kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets högra sida sett i strömmens nedströmsriktning (södra sidan) och 60 m uppströms denna återfinns på vänstra sidan (norra) en regleringsdamm, se figur på försättsblad. I dammens vänstra del, till vänster om den största spill-luckan finns ett utskov med träsättar. Nivåskillnaden mellan vattenytan direkt nedan dammen och ytan uppströms har vid en tappning av ca 2 m<sup>3</sup>/s från detta utskov mätts till 3,6 m (Sjöstrand & Lindvall 2011).



Figur 1. Översiktskarta för Nykvarns kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-02.

Tabell 1. Information kring Nykvarns kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Nykvarn
Koordinater SWEREF99 TM	6485316, 530225
Turbintyp	Kaplan, Semikaplan
Antal aggregat	2
Effekt MW, Energi GWh/år	1,2; 6,5
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,025
Avstånd från hav (km)	66
Höjd över hav (m)	34
Fallhöjd m	4
MQ (m <sup>3</sup> /s)	47
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	40
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	85
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	12

Kraftverket har två turbiner med ett maximalt intagsflöde av 20 m<sup>3</sup>/s vardera, Tabell 1 (total maximal kraftverkskapacitet Turbin Qmax är 40 m<sup>3</sup>/s), där det ca 20 m breda turbinintaget med ett djup av 2,5–3,0 m saknar fingaller. Nuvarande spaltvidd är skattad till runt 10 cm med en lutning av 70 %. Medelflödet vid anläggningen är ca 47 m<sup>3</sup>/s (beräknat för åren 1999-2012) och regleringsamplituden närmast uppströms dammen varierar under nuvarande driftförhållanden med omkring 0,4 m. Regleringsmönster kring kraftverket (styrt av dom DVA 19/1990) är direkt relaterad till flödet vid Malfors kraftverk närmast uppströms (flöden av ca 80 m<sup>3</sup>/s) där korttidsreglering förekommer (Bilaga 1). Vid Nykvarn förekommer spill frekvent, speciellt under vinter-vår månader då flödet från Malfors ofta överskrider 40 m<sup>3</sup>/s. Spill förekommer även dagtid i samband med dygnsregleringen av kraftverken vid både Malfors och Nykvarn. Anläggningen avbördar en medelårshögsta dygnsvattenföring (MHQ) av 85 m<sup>3</sup>/s, med ett minsta medelflöde (MLQ) av runt 12 m<sup>3</sup>/s (Sweco 2014). Enligt uppgift från Tekniska verken i Linköping AB (2014) finns en överenskommelse att mellan den 1 april och 15 juni, upprätthålla ett minsta kontinuerligt flöde av 26 m<sup>3</sup>/s från kraftstationen i Motala under fiskens vårlek, vilket därmed inbegriper samtliga kraftverk uppströms Roxen. Hushållningssällskapet i Östergötland (2014) underrättar dessutom om att det råder ett frivilligt avtal av att hålla minst 2 m<sup>3</sup>/s kontinuerligt spill från Malfors kraftverk under denna period.

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Vattendragets närområde vid Nykvarn utgörs av blandskog och omges av 5-10 m höga sluttningar med nedfartsvägar till dammens båda sidor. Närmaste sträckan nedströms kraftverket utgörs av strömmande-forsande partier (vattendragsbredd 35-70 m) där bottenstratet domineras av grov-detritus, block, sten, grus, sand. Vattendraget faller svagt från området mot dess mynning i Roxen där nedersta sträckan utgörs av lugnflytande-svagt strömmande vatten med finsediment och vasskanter. Fiskfaunan inom området är relativt artrik. Viktiga lekplatser för nors (*Osmerus eperlanus*) finns på sträckan nedströms kraftverket (referenser i Växjö Tingsrätt 1989) och historiskt har vandrande bestånd av öring (*Salmo trutta*), harr (*Thymallus thymallus*), asp (*Aspius aspius*) och ål (*Anguilla anguilla*) förekommit utmed en längre sträcka av vattendraget (Nyblom 1940). Sannolikt är den nedre sträckningen även viktig för bl.a. fäna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*), gös (*Sander lucioperca*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake (*Lota lota*). Tidigare studier har påpekat vikten av att

---

etablera både upp- och nedströms fiskpassage vid Nykvarn för att tillgodose lekvandring till möjliga strömhabitat uppströms (Norconsult 2014).

I SMHI (1943) anges följande: "Sträckan från Norrbysjön fram till Roxen, är nästan en enda serie forsar och fall. De mera framträdande finnas vid Råby, Ljung, Jakobslund, Malfors och Nykvarn. Sammanlagda fallhöjden utgör nära 40 m. Stränderna stå här ofta höga och branta, och påminna om de norrländska älvarnas nipstränder. Berg går sällan i dagen utmed denna sträcka, som nedåt är bevuxen med täta lövskogar." Efter vattenkraftsutbyggnaden återstår idag endast en bråkdel av de historiska strömvattenmiljöerna på sträckan. Genom tillskapande av fiskväg vid Nykvarns kraftverk bedöms runt ca 15 ha vattendragsyta, varav ca 7 ha strömmande (ej lugnflytande) vatten kunna tillgängliggöras för uppströmsvandrande fisk. Av dessa utgör den gamla fåran vid Ljungsbro runt 1,2 ha, förutsatt en tappning av 2 m<sup>3</sup>/s i den gamla fåran vid Malfors (data redovisade i Sjöstrand & Lindvall 2011), medan resterande yta förekommer i den reglerade vattendragssträckan upp till Malfors kraftverk. Uträkningarna är baserade på biotopkarteringar och GIS-skattningar inom detta uppdrag.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Nykvarn och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena uppströms Nykvarns kraftverk har inte kunnat utredas mer än översiktligt i denna utredning. Som tidigare nämnts har strömsträckorna historiskt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft en relativt riklig förekomst av bl.a. harr, öring och asp (Nyblom 1940). Enligt uppgifter i Sjöstrand & Lindvall (2011) förekom i Motala ströms sträcka mellan Roxen och Vättern flera olika öringpopulationer, sannolikt både upp- och nedströmslekande.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Nykvarn föreslås vara öring, harr, asp, vimma, nors, färna och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda (*Esox lucius*), abborre och lake kan komma att gynnas av fiskvandringvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare (t.ex. gös) och utgörs även av unga stadier, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekt vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera uppströmsvandring för olika målarter och stadier av fisk vid Nykvarn (se Figur 2). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten (rubrik 1.10).

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

Ett naturliknande inlöp anläggs vid vänstra delen av befintlig spilldamm (Åtgärd D-E-F). Genom utfyllnad av nedersta delen av spillfåran (Åtgärd A) erhålls en strömkoncentration som ökar vattenhastigheten vilket torde öka anlockningen mot dammen för uppvandrande fisk. Beroende på framtida regleringsmönster av turbin- och spillflöden kan åtgärder krävas för att styra fisk från turbinutloppet mot dammen (Åtgärd B-C). Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfadaller och flyktöppning närmast turbinintaget (Åtgärd G). Åtgärderna är sammanställda i Figur 2.



- A. Flödesriktare (830 m<sup>2</sup> utfyllnad).**  
Koncentrerat vattenflöde (ökad hastighet) kan öka uppströms anlockning av fisk.
- B. Slitsränna (7 m).**  
Tjänstgör som en uppvandringssväg till spillfåran för fisk vid turbinutloppet.
- C. Fördjupad fåra (65 m).**  
Avser att framhäva uppströms vandringssväg.
- D. Ingångsramp (50 m).**  
Flera ingångar kan anläggas.
- E. Spontat inlöp (100 m).**  
Fungerar som passageväg förbi damm, medellutning 2,4%. Ingångstypen kan varieras.
- F. Utgång (Intags lucka för vatten)**  
Spettlucka med reglermöjligheter
- G. Alfagaller (20 m bredd, 5,5 m längd).**  
Hindrar fisk från turbiner via flyktöppning där ett djup av 3 m ger galler med 33° lutning.

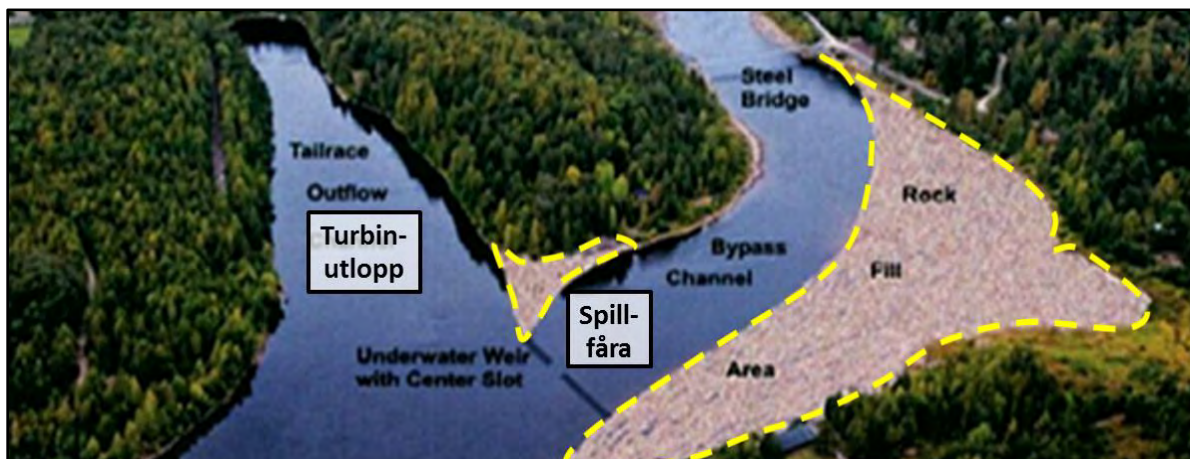
Ej prioriterade alternativ

- H.** Fiskväg på höger strand
- I.** Omlöp
- J.** Teknisk lösning vid utskovslucka
- K.** Ytavledare

Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassageåtgärder vid Nykvarn.

### Åtgärd A – Flödesriktare (830 m<sup>2</sup> utfyllnad)

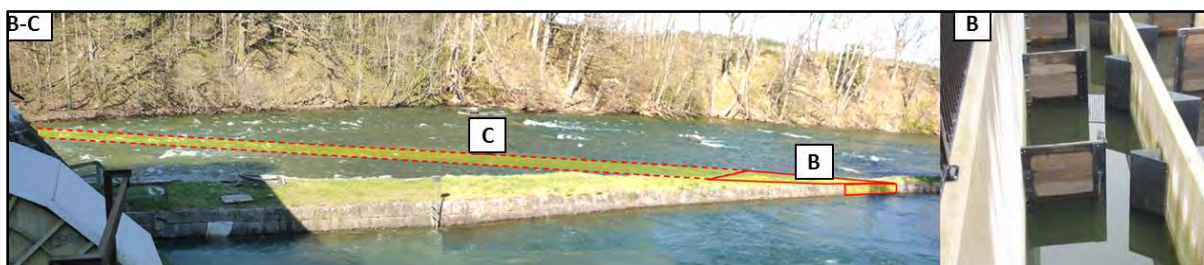
Åtgärden avser att koncentrera ingången till den gamla strömfåran, alltså spillfåran nedström regleringsdamm. Detta kan uppnås genom utläggning av stenar och block av varierande storlek (se Figur 3) där ett heterogent substrat kan skapa nya strömmiljöer. Genom ökad vattenhastighet vid framförallt lågflöden förväntas strömlevande fiskarter ha bättre anlockning till spillvägen, vilket innebär att de i lägre omfattning söker sig mot turbinutloppet. Om Åtgärd B och C inte går att realisera kan denna åtgärd tillsammans med Åtgärd D vara tillräcklig för att uppnå en god uppvandring hos olika fiskarter. En tappning av 2 m<sup>3</sup>/s från befintlig damm (minus ett eventuellt flöde i flyktöppning) kan samtidigt skapa förutsättningar för strömlevande fisk att reproducera sig i området nedströms damm och kraftverk. Den potentiella ytan av lämpliga områden för strömlevande fisk skattades genom GIS-mätningar till ca 0,7 ha vid dessa flöden, men arealen kan sannolikt ökas genom biotopförbättringar längs den anslutande strömfåran nedströms.



Figur 3. Exempel på ett alternativ liknande åtgärd A med utfyllnad (gulmarkerad zon) av nedre spillfåran i Umeälven för att koncentrera vattenföringen för anlockning av uppströmsvandrande fisk mot befintlig damm.

### Åtgärd B - Slitsränna (7 m)

Rutten kan fungera som en uppvandlingsväg till spillfåran för fisk från turbinutloppet (Figur 4). Denna åtgärd är dock endast möjlig vid specifik relation i vattennivåer mellan kraftverkskanal och spillfåra. Om alternativet förespråkas måste geotekniska och hydrauliska förhållanden detaljutredas. Åtgärden kräver ingrepp vid stenmur nedströms turbinutloppet. Slitsrännan föreslås till att dimensioneras för ett medelflöde av  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (min-max  $0,2\text{-}1 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Vattenhastigheten vid rännans öppning bör vara tillräckligt hög för att locka fisk mot den, men samtidigt får den inte vara för hög med hänsyn till svagsimmande arter. Slitsrännan bör konstrueras med reglerbara öppningar som kan justeras efter önskemål. Grovt räknat torde dess bredd vara reglerbar från runt  $0,2\text{-}0,5 \text{ m}$  med ett djup av runt  $1\text{-}1,5 \text{ m}$ , vilket ger möjligheter till att optimera vattnets ingånghastigheter. För en fisklängd av  $1 \text{ m}$  bör poolerna vara  $3 \text{ m}$  långa. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig bottenstruktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten. Artificiell vegetation kan också anläggas vilket gynnar svaga simmare. Trappans lutning förväntas bli relativt låg ( $< 5 \%$ ) då nivåskillnaderna mellan områdena kring  $20 \text{ m}$  nedström turbinutloppet och spillfåran på motsvarande sida av stenmuren området förefaller vara låg. Åtgärden kan sannolikt uteslutas om stor variation råder i turbinvattenföring då detta ofta orsakar sökbeteenden med nedströmsvandringar hos fisk som då kan simma nedströms till sammanflödet med spillfåran (en sträcka av  $125 \text{ m}$ ).



Figur 4. Åtgärd B och C, samt exempel på en justerbar slitsränna för svagsimmande arter i Nederländerna (högra bilden).

### Åtgärd C - Fördjupad fåra (65 m)

Denna åtgärd har till syfte att framhäva uppströmsvandringen för fisk i spillfåran nedströms damm. Genom en fördjupning i botten längs spillfåran centreras flödet vilket innebär att fiskar förväntas att lättare orientera sig mot fiskvägens mynning vid D. Denna rutt kan vara fördelaktigt vid högt spill och samtidigt vara essentiell vid låga spillflöden.

### Åtgärd D - Ingångsramp (50 m)

Rampen fungerar som passageväg förbi damm där typen kan varieras enligt Figur 5. Rampen kan byggas som en kombination av tröskling (rocky ramp), specialbeställas (vänstra bilden) eller gjutas på plats (mittenbilden). Lämpliga fiskgångar längs rampens sträckning kan anpassas efter rådande vattenföring. Övre delen av rampen slutar vid den vänstra stranden av dammen där det finns en överfallsslucka till vänster om sektorslucka. Med bara åtgärd D blir rampens medellutning ca 7,2 %. Förslaget förutsätter en kontinuerlig mintappning mot spillfåran (runt 2 m<sup>3</sup>/s) och medför att heterogen strömmiljö i denna skapas. Åtgärden gynnas ur fiskbiologisk synvinkel av åtgärd E, vilket då ger en medellutning av runt 2,4 %.

### Åtgärd D-E - Ingångsramp (50 m) och spontat inlöp (100 m)

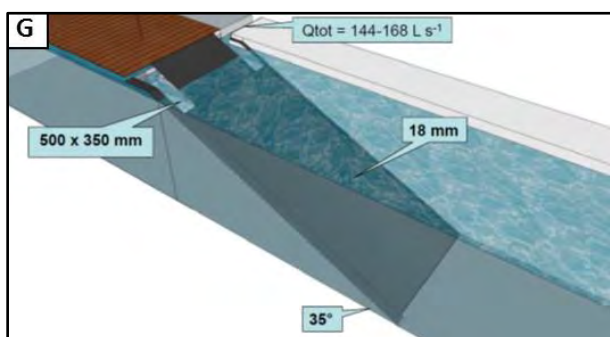
Här anläggs ett inlöp i anslutning till åtgärd D längs vänstra stranden av dammen där det finns en överfallsslucka till vänster om sektorslucka. Ingången sker enligt åtgärd D där inlöpet konstrueras för att skära genom dammen. Åtgärd D-E fungerar som naturliknande fiskpassage förbi damm och ger tillsammans med åtgärd D en medellutning av 2,4 %, vilket torde tillåta uppvandring av samtliga målarter, inklusive ålyngel. Även om inlöpet i första hand syftar till att tjänstgöra som en fiskpassage-rutt kan miljöer skapas för etablering av såväl bottenfauna som vattenvegetation. Inlöpet tillåter att vattennivån ovan dammen bibehålls. Alternativet kan bli relativt dyrt att anlägga då ingrepp vid befintlig damm krävs och kostnaderna är också beroende på djup och bottenförhållanden uppströms dammen.



Figur 5. Exempel på tänkbara ingångar (bilderna till vänster) och utgång med flödesreglering (till höger) för inlöp.



Figur 6. Området närmast uppströms damm vid Nykvarn samt två bilder på inlöp vid Mörrumsån.



Figur 7. Exempelbild på alfagaller med flyktöppning som installerats vid Emån.

### Åtgärd F - Utgång (Intagslucka för vatten)

Vattenflödet till inlöpets kan regleras med sättnluckor, men genom en lång sträcka av överfall kan självreglering åstadkommas (enligt principen i Mörrumsån redovisad i mittenbilderna i Figur 6).

### Åtgärd G - Alfagaller med flyktöppning (20 m bredd, 5,5 m längd)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbiner via passerbar flyktöppning mot spillfåran. Kraftverket Nykvarns intagsdjup av maximalt 3 m och ett möjligt alfagaller av runt 5,5 m i längd medför en gallerlutning av 33°. Med en gallerspaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 7) torde en installation av denna typ med fungerande flyktöppning utgöra en säker passage för nedströmsvandrande fisk. Flyktöppningen läggs yt nära och dimensioneras för medelflöden av runt 0,3 m<sup>3</sup>/s för ett maximalt flöde på 1 m<sup>3</sup>/s varmed det även kan användas som is/skräp lucka vid behov. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Nykvarn

Magasinets stighastighet vid Nykvarn är hög (1,44 m/h) vilket ställer höga krav på anläggningens avbördningskapacitet. Enligt Kraftindustrins dammregister kan anläggningen avbörda ca 178 m<sup>3</sup>/s och Nykvarn är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Idag tappas dagligen ca 40 m<sup>3</sup>/s överskottsvatten under den tid på dygnet när Malfors kör 80 m<sup>3</sup>/s. Man har alltså redan idag rutiner för tappning av vatten i spillfåran. Person säkerheten vid föreslagna åtgärder bedöms därför ej påverkas i någon större omfattning.

### Åtgärd A-C

Åtgärder A-C är beskrivna ovan. Sannolikt medför inget av dessa alternativ någon ökad risk för dammsäkerheten vid anläggningen. Däremot kan det rent byggnadstekniskt vara komplicerat att bygga föreslagen slitsränna (åtgärd B) genom muren mellan utlopp från maskin och utskovsränna. Slitsrännan bör förses med lucka för möjlighet till reglering av vatten genom rännan. Strömningsförhållanden i spillfåran och även i turbinutloppet kan påverkas av dessa åtgärder i och med att spillflöden ansluts till turbinutloppet, vilket dock inte torde påverka dammens funktion.

### Åtgärd D

Lösningen bygger på att en fiskvägsramp placeras nedströms befintligt utskov med brädsättar till vänster om den stora sektorsluckan. Vid detta alternativ krävs inga ingrepp i befintlig, dämmande dammkonstruktion. Dammens totala avbördningskapacitet kan eventuellt minska genom detta förslag. Minimitappning genom den nya fiskvägen kräver ca 2 m<sup>3</sup>/s. Total avbördningskapacitet vid dämningens gräns (DG) enligt kraftindustrins dammregister är ca 178 m<sup>3</sup>/s, vilket kan jämföras med HQ50 som är beräknat till 109 m<sup>3</sup>/s (enligt värden hämtade från aktuell HYPE-modell från SMHI per delavrinningsområde). Den förändrade avbördningskapaciteten som alternativ D innebär bedöms ej påverka anläggningens förmåga att vid behov avbörda ett större flöde.

### Åtgärd D-E-F

Detta alternativ är ett inlöp längs vänstra stranden som är tänkt att skära genom dammen direkt till vänster om den stora sektorsluckan och mynna strax nedströms. Lösning kräver en tappning av ca 2 m<sup>3</sup>/s. Detta alternativ har till skillnad från enbart D ett antal nackdelar gällande dammsäkerheten:

- Ingrepp i befintlig dammkonstruktion.
- Förändrad avbördningskapacitet.
- Byggnadstekniskt komplicerad konstruktion. Osäkerhet vid grundläggning av spont. Då sponten kommer att utgöra tätande skikt i konstruktionen ställs höga krav på anslutningar mot botten samt mot befintlig dammkonstruktion. Geotekniska undersökningar behöver utföras för att kontrollera avstånd till berg samt underliggande jordarter vid läget för sponten.
- Hög kostnad i förhållande till alternativ D

### Åtgärd G

Alternativ G har till syfte att styra bort nedströmsvandrande fisk från turbiner med hjälp av ett alfagaller direkt uppströms maskinstation och intaget. Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intag till turbinerna. Det måste säkerställas att denna anordning kan modifieras till att även fungerar när rensning sker vid planerat alfagaller. Befintligt utskov i direkt närhet till maskinstationen är tänkt att användas som flyktöppning med ett kontinuerligt flöde på runt 0,5 m<sup>3</sup>/s. Eftersom detta utskov är ett isutskov måste det även fortsättningsvis finnas möjlighet att öppna luckan helt.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala omgivningsförhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fisktrappor till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den

---

relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, har kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjds-meter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden, samtidigt som rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödömdom tillför merkostnaderna på slutsumman för åtgärder.

#### **Åtgärd A - Flödesriktare (830 m<sup>2</sup> utfyllnad)**

Kostnader för utläggning av stenar och block varierar grovt mellan 100-500 kr per m<sup>3</sup> (Degerman 2009). För anläggning av detta område beräknas således kostnaderna uppgå till ett minimum av runt 0,2-0,5 Mkr (räknat på 1 m djup stensättning sektion). Därtill tillkommer maskinkostnader och möjligen bortfall i kraftproduktion under arbetsperioden. Denna åtgärd kan genomföras samtidigt som åtgärd C.

#### **Åtgärd B - Slitsränna (7 m)**

En slitsränna i detta område med låg fallhöjd förväntas kosta runt 1-2 Mkr. Dock kan arbetet med att riva delar av befintlig stenmur bli kostsam och leda till en längre tid av produktionsbortfall varför en minimumkostnad på 2 Mkr är att förvänta.

#### **Åtgärd C - Fördjupad fåra (65 m)**

Anläggandet av denna fördjupning nedströms dammen innebär och schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten. Kostnaderna för dessa åtgärder är svårbedömda men torde röra sig inom storleksintervallet 0,1-0,5 Mkr.

#### **Åtgärd D - Ingångsramp (50 m)**

Inom Europa tillverkas prefabricerade ramper av olika typer. Priserna för dessa kan variera stort beroende på vilken slutgiltig lösning som väljs. Uppskattade kostnader för detta alternativ torde dock uppgå till runt 2 Mkr, men kan bli betydligt större om mark- och/eller sprängningsarbeten krävs.

#### **Åtgärd D-E - Ingångsramp (50 m) och spontat inlöp (100 m)**

Kostnaderna för ett inlöp vid Nykvarn kan relateras till de för Mörrumsån där byggkostnaden för 160 m av inlöp blev ca 5,5 miljoner kr. Norconsult (2014) bedömde att ett inlöp vid Nykvarn skulle kunna kosta uppemot 7 Mkr vilket förefaller rimligt, samtidigt som den dock kan förändras stort beroende på hur komplext arbetet med att lägga spontväggen blir.

#### **Åtgärd F - Utgång (Intags lucka för vatten)**

Dessa kostnader är inräknade i åtgärd D-E.

#### **Åtgärd G - Alfagaller med flyktöppning (20 m bredd, 5,5 m längd).**

Vid Nykvarn kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de installerade i Ätran. Kostnaden för dessa uppgick till runt 1 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet och liknande kostnader kan förväntas vid en inmontering i Nykvarn. Kostnader som tillkommer rör eventuell modifikation av rensmaskin.

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 2 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 62 % vilket är lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 77 %. Troligen beror skillnaden till stor del på variationer i fallhöjden. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 4 m, ett maxflöde på 40 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedeltappningen i Malfors. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,11 GWh/år, motsvarande ca 1,7 % (0,11/6,5) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,05 GWh. Estimatet baseras på erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,02 m vilket ger en effektförlust på 7 kW vid maxflödet 40 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 1 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 40 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 18 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan. Se även tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra det bästa alternativet för god uppströmspassage för många arter och storlekar rekommenderas i första hand Åtgärd D-E-F (alternativet finns även beskrivet i Sjöstrand & Lindvall 2011) och A. Den sammanlagda kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 7,5 Mkr.

**Prioritet 2:** En mindre kostsam lösning, vilket också föredras ur dammsäkerhetsperspektiv, är att enbart genomföra Åtgärd D och A. Alternativet innebär dock sannolikt en sämre passageeffektivitet för svagsimmande arter och små individer. Kostnaden bedöms totalt till 2,5 Mkr.

**Prioritet 3:** För att öka effektiviteten av ovanstående åtgärder kan även åtgärderna B och C genomföras. Som angivits ovan är dessa alternativ främst avsedda för att i ett sekundärt läge bidra till en optimering av funktionen av övriga föreslagna lösningar. Kostnaden bedöms totalt till 2,5 Mkr.

## Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras vid samtliga ovan angivna alternativ  
 Kostnaden uppskattas totalt till ca 1 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Nykvarn.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A	Bör genomföras för god anlockning mot fiskvägen.	Utfyllnad av strömfåran koncentrerar flödet och lockar fisk mot fiskvägen. Enkelt att anlägga. Åtgärden kan bidra till habitatförbättring med reproduktions och uppväxtmiljöer. Även fördjupning av strömfåran kan genomföras i samband med utfyllnaden, för att ytterligare koncentrera flödet.	Ökade kostnader.	0,5 Mkr
3	B	Kan genomföras som sekundär åtgärd om behov finns efter övriga åtgärder. Genomförs tillsammans med åtgärd C.	Möjliggör passage för fisk som lockas till turbinutloppet.	Kan vara onödig om fisk lämnar turbinutloppet i samband med flödesförändringar. Ingrepp i befintlig stenmur. Ökade kostnader. Osäker funktion, kräver detaljerade hydrauliska och tekniska detaljstudier innan genomförande.	2 Mkr
3	C	Kan behövas beroende på flödesmönster och djup nedan damm vid 2m <sup>3</sup> /s. Kan utföras med alternativ B.	Fördjupning av strömfåran för att koncentrera flödet mot fiskvägen. Genomförandet kan vara nödvändigt beroende på flöde och vattendjup även om alternativ B inte genomförs.	Kan vara svår att anlägga.	0,5 Mkr
2	D	Mindre kostsamt alternativ till D-E-F.	Ingångsramp och passageväg förbi damm. Som fristående åtgärd är alternativet billigare än åtgärd D-E-F.	Högre lutning och strömhastighet än åtgärd D-E-F. Sannolikt sämre passageeffektivitet för svagsimmande arter och små individer. Dammsäkerhetsaspekter kräver mer detaljerad utredning.	2 Mkr
1	D-E	Det bästa alternativet för god passageeffektivitet	Inlöp med lägre lutning som möjliggör passage för många arter och mindre och simsvaga individer. Fiskvägen i sig kan utgöra strömvattenhabitat.	Kan vara svår att anlägga. Dammtekniskt komplicerad. Förändrad avbördningskapacitet.	7 Mkr
1	F	Behövs för reglering av vattennivån i inlöpet i åtgärd D-E	Extra reglerings möjligheter av vattennivå i inlöp D-E.	Kräver aktiv kontroll och drift.	
1	G	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	1 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3 Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströms-passage	Uppströms-passage	Uppströms-passage	Nedströms-passage	Nedströms-passage
<b>Prioritet</b>	1	2	3*	1	2
<b>Kostnader, kr</b>					
Byggkostnad	7 500 000	2 500 000	2 500 000	1 000 000	1 000 000
Rensmaskin				100 000	100 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000	400 000			
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	250 000		250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000		250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>8 400 000</b>	<b>3 400 000</b>	<b>2 500 000*</b>	<b>1 600 000</b>	<b>1 600 000</b>
<b>Årliga kostnader, kr</b>					
Drift/Underhåll fiskväg*	26 000	26 000			
Drift underhåll galler				150 000	150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000			
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000			
Produktionsförlust	40 000	40 000		18 000	18 000
<b>Totalsumma</b>	<b>146 000</b>	<b>146 000</b>		<b>168 000</b>	<b>168 000</b>

\*Kompletterande åtgärder för alternativ enligt prioritet 1 eller 2. Den totala anläggningskostnaden uppskattas till 5-10 Mkr beroende på val av prioritet 1 eller 2 före genomförande av prioritet 3.

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd H - Högra delen av vattendaget

Potentiellt kan en ingång till en fiskväg förläggas på höger strand i kanalen ca 20-30 m nedströms turbinutloppet. Att anlägga en fiskväg på kraftstationens sida är dock komplicerat då området hyser transformatorstation och nedgrävda starkströmskablar. Om dessa flyttas kan en fiskväg förläggas, dock är strandkanten brant vilket torde innebära att åtminstone delar av fiskvägen skulle bestå av en teknisk fiskväg. För tillgång till service av kraftverket krävs väg, vilket skulle resultera i att delar av fiskvägen behöver kulveteras. Sammantaget bedöms denna åstrand inte utgöra ett rekommenderat alternativ för fiskväg då det skulle medföra stora kostnader och ur fiskens synvinkel knappast vara det bästa alternativet för passage vid Nykvarn.

### Åtgärd I - Omlöp (150 m)

De branta stränderna kring Nykvarn medför sannolikt att ett omlöp för fiskvandring blir relativt dyrt då det kräver att betydande schaktningar genomförs. I förhållande till åtgärd D-E-F så förväntas i ett omlöp inte bättre vandringseffektivitet av fisk. Sweco anser att omlöp vid Nykvarn inte är den bästa lösningen för fiskvandring vid Nykvarn och inte heller Sjöstrand & Lindvall (2011) eller Norconsult AB (2014) förespråkade detta som en optimal åtgärd.

### Åtgärd J - Fisktrappa genom luckutskov (25 m)

Under utredningen har ytterligare ett förslag som förespråkats av representanter från beställarorganisationens styrgrupp diskuterats, nämligen en konstruktion direkt nedströms det större luckutskovet. Med en längd av t.ex. 25 m skulle trappans lutning bli ca 14 %. Alternativ har dock förkastats på grund av stor påverkan för anläggningens dammsäkerhet i form av minskad avbördningskapacitet genom befintligt utskov. Möjlighet att få bort is uppifrån mer än halveras då endast isutskovet kan användas. Vid tappning från överfallsdammen kommer strömförhållandena nedströms att påverkas negativt p.g.a. fisktrappans placering. Då en strandlinje för fiskens orientering saknas kan denna lösning innebära en ökad risk för att fisk ska följa med strömmen nedströms (s.k. fallbacks) efter att de passerat dammen.

### Åtgärd K - Ytavledare (80 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot inlöpet kan anläggas enligt Figur 2. Denna anläggs då från ytan ned till minst runt 2 m djup med en låg vinkel mot huvudströmmen. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada (Figur 8). De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare (stora norrlandska älvar) pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.



Figur 8. Ytavledare vid Norrforsdammen i Umeälven (vänster) och kanadensiska Louver-element (höger).

---

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m., samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m. För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För verksamhet där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Nykvarn är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Om alternativ A och C genomförs enskilt eller som kompletterande åtgärder i ett senare skede bedöms dessa kunna hanteras inom ramen för anmälningsplikt under förutsättning att åtgärderna inte omfattar en bottenyta som överstiger 500 m<sup>2</sup>.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Åtgärd A ligger utanför Tekniska verkens fastighet och kräver således att ett nyttjanderättsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar.

Vid en eventuell framtida provning av fiskväg vid Nykvarn måste även gällande dom och driften av uppströms belägna kraftverk beaktas då regleringen av systemet hänger ihop.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer och klassificering av ekologisk och kemisk status för alla vattenförekomster presenteras i VISS "Vatten Informations System Sverige" (2014). Den vattenförekomst, i vilken Nykvarns kraftverk är belägen benämns: "Motala Ström" (EU\_CD: SE648714-148336). Vattenförekomsten har förändrats utifrån tidigare klassificering 2009, då den benämndes som "Motala Ström (Ljungsbro)", EU\_CD: SE648772-148267.

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som "Senaste klassning". Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013 och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om kvalitetsnormer 2014-12-22.

Den ekologiska statusen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig och den kemiska ytvattenstatusen (exklusive kvicksilver) till god. Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk status till 2015.

Vid klassificeringen saknades biologiska data, varför bedömningen enbart grundades på att det finns kraftverk i vattenförekomsten.

Kvalitetsfaktorerna näringsämnen och försurning har klassificerats till hög status.

För klassificering av kemisk status (exklusive kvicksilver) har någon påverkan på statusen till följd av miljögifter inte kunnat påvisas.

I princip samma bedömning och klassificering av ekologisk status görs enligt den senaste (preliminära)klassningen för 2015-2021, där enbart de hydromorfologiska kvalitetfaktorerna (konnektivitet i vattendrag, hydrologisk regim i vattendrag mm) varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig. Bedömningen baseras på en expertbedömning då biologiska data saknas. Näringsämnesklassningen visar på god status vilket tyder på att det inte finns något övergödningproblem. Konnektiviteten visar på dålig status och hydrologisk regim på måttlig så det finns en fysisk påverkan i förekomsten. I VISS (2014) anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Nykvarns kraftverk där åtgärden förväntas ge effekter i vattenförekomsten mellan Roxen och Ljungssjön.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god status i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Det bör dock betonas att biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska statusen. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga. Förutom att vattenförekomsten påverkas av vandringshindret vid Nykvarns kraftverk utgör den befintliga korttidsregleringen av vattensystemet sannolikt en negativ påverkan på strömvatteneologin i vattenförekomsten.

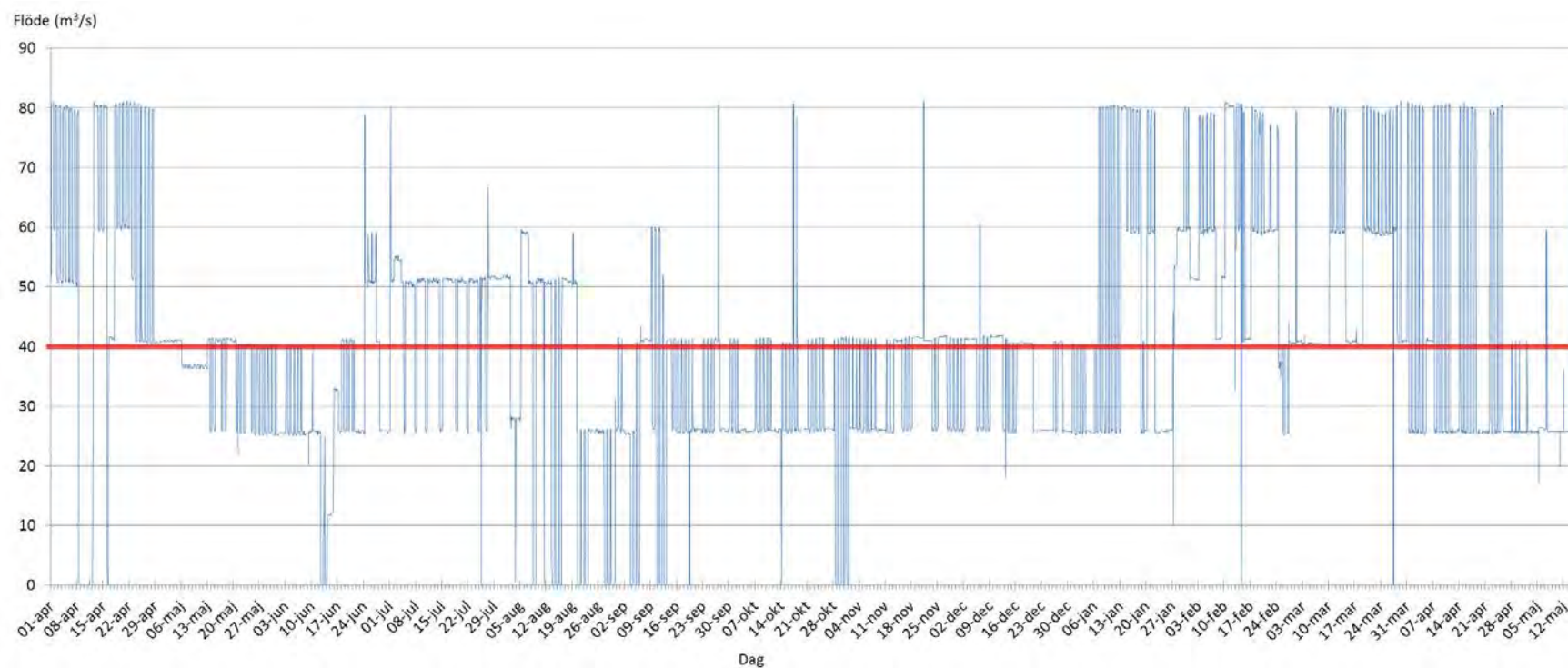
---

Enbart anläggande av en väl fungerande fiskväg kommer sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk status, i det fall mätningar av biologiska kvalitetsfaktorer visar på detta. Anpassningar av flödesregimen till mer naturliga förhållanden är sannolikt också nödvändiga.

### 1.13 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket. Naturvårdsverket ISBN 978-91-620-1270-0, Fiskeriverket ISBN 978-91-972770-4-4. 294 sidor. Tillgänglig 2014-06-06 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800022567/1348912824990/ekologisk-restaurering-av-vattendrag.pdf>
- Hushållningssällskapet i Östergötland. 2014. Ola Helmersson. Personlig kommunikation.
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Norconsult AB. 2014. Tekniska verken i Linköping AB. Malfors kraftverk – Förstudie införande av minimitappning i spillfåran. 2014-04-04. 42 sidor.
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.
- Näslund I, Degerman E, Calles O, Wickström H. 2013. Fiskvandring – arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum, en litteratursammanställning Havs- och vattenmyndighetens rapport. 44 sidor.
- Sjöstrand P & Lindvall P. 2011. Motala ströms gamla fåra vid Malfors, Ljungsbro -Förprojektering för tre fiskvägar uppströms Roxen. Jönköpings fiskeribiologi på uppdrag av Vreta kloster turism, Februari 2011. 53 sidor.
- SMHI. 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på:  
[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tekniska verken i Linköping AB. 2014. Björn Johansson. Personlig kommunikation.
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-08 på:  
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasure.aspx?measureEUID=VISSMEASURE0108220>
- Växjö Tingsrätt. 1989. Vattendomstolen, Deldom VA 55/1989.

# Bilaga 1



Medelturbinflöden på timbasis vid Malfors kraftverk närmast uppströms Nykvarn (spillflöde ej medräknat) där spill endast förekommer i undantagsfall under få timmar.

---

## ÄLVÅS KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### **Fiskvägar Motala ström**

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### **FÖRSTUDIE AV FISKVÄG VID ÄLVÅS KRAFTSTATION I MOTALA STRÖMMAR**



*Uppströmsvy mot kraftverksbyggnad i Älvås 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-07-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Älvås</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Älvås och potential av genomförande av åtgärd	5
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Älvås	9
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	10
1.7	Produktionsförlust	10
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	11
1.9	Uppskattning av totala kostnader	11
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	12
1.11	Juridiska aspekter	13
1.12	Miljö kvalitetsnormer	14
1.13	Referenser	15

# 1 Älvås

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23. I sammanhanget utfördes fältkarteringar av kraftverkets närområde vilka kombinerades med GIS-skattningar för att beskriva vattendragets karaktär för områden upp- och nedströms kraftverket. I syfte att utröna potentiell passage för nedströmsvandring av fisk nyttjades även specifik information inhämtad inom programmet Krafttag Äl (2014) av SLU Aqua och Karlstads Universitet.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Älvås (WGS84 58°32'46.5"N 15°57'33.3"E, fastighet Forsby 1:4) är beläget kring 8 km uppströms sjön Glan (33 km från havet) i Motalas strömmar och är det andra i uppströmsordning (efter Skärblacka) räknat från sjön (Figur 1). Kraftverket har sedan 1988 varit i drift i nuvarande form. Kraftverket ägs av Ljusfors Kraft AB och kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets vänstra sida sett i strömmens riktning (södra sidan) medan regleringsdammen finns på högra stranden. Vattendragets bredd vid anläggningen är kring 43 m och fallhöjden 2,5 m (se figur på försättsblad). Kraftverket har tre turbiner med ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 90 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Vattendragets medelvattenföring vid anläggningen är ca 86 m<sup>3</sup>/s och nivån ovan dammen varierar normalt med sjön Roxen, 5 km uppströms, från ca 0,2-1 m. Regleringsmönster kring kraftverket är styrt av olika domar (AD51/1946, VA 6/1985) och viss korttidsreglering förekommer beroende på naturlig vattenföring. Spilltappning förekommer årligen relaterat till bl.a. vårflod och höstregn. Intagen för de tre turbinerna har 7 m breda vågräta galler med 11 cm spaltvidd som är parallella med vattenytan (0°-lutning). Totalbredden är 21 m och djupet 5,5 m.



Figur 1. Översiktsskarta för Älvås kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-10.

Tabell 1. Information kring Älvås kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa av förkortningarna anges i texten ovan. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Älvås
Koordinater SWEREF99 TM	6489923, 555861
Turbintyp	Semikaplan
Antal aggregat	3
Effekt MW, Energi GWh/år	1,5; 6,9
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,02
Avstånd från hav (km)	33
Höjd över hav (m)	34
Fallhöjd m	2,5
MQ (m <sup>3</sup> /s)	87
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	90
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	153
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	35

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Vattendragets omgivande miljö på uppströmsträckan från Älvås till Roxen utgörs framförallt av jordbruksmark med inslag av samhällen och blandskog. Bredden varierar i princip mellan 30-130 m och merparten av sträckningen utgörs av svagt strömmande vatten med huvudsakligt inslag av lugnflytande och i marginell omfattning strömmande vatten. Sträckan nedströms kraftverket domineras av sjöliknande miljöer fram till Skärblacka kraftverk ca 5 km längre ner. Bottensubstratet kring Älvås bedöms bestå av framför allt finsediment med visst inslag av sten, block och klippor. Fiskfaunan inom området anges av Tibblin (2011) som relativt artrik och bl.a. asp (*Aspius aspius*), nors (*Osmerus eperlanus*), färna (*Squalius cephalus*) och vimma (*Vimba vimba*) förekommer tillsammans med ett flertal andra vanligare sötvattensarter.

## 1.3 Syftet med fiskpassage vid Älvås och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena uppströms Älvås kraftverk har inte kunnat utredas mer än översiktligt i denna utredning. Då fallhöjden mellan Roxen och Älvås är låg har det bedömts att vattendraget på sträckan har dominerats av mer eller mindre lugnflytande vatten. Enligt uppgifter i Gustafsson (2005) bedöms dock områden kring Älvås kunna utgöra viktiga lekplatser för asp. Sannolikt förekommer lek av andra icke strömvattenberoende fiskarter även på sträckan uppströms. Genom tillskapande av fiskväg vid kraftverket bedöms inte att några tydligt strömmande partier tillgängliggöras för uppströmsvandrande fisk fram till Roxen. Dock skapas vandringsmöjligheter till vattendrag som mynnar i sjön, bl.a. Svartån och Motala ström, vilka kan bidra med produktionsarealer för fisk. Vandringer till lugnare vatten för t.ex. övervintring kan samtidigt vara viktiga för fisk som förekommer i strömmen. För ål (*Anguilla anguilla*) som vandrar nedströms från Roxen är anläggandet av fiskvandringsväg central och inom KTÅ (2014) föreslås olika åtgärder för bl.a. Älvås.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Älvås bedöms i nuläget vara framförallt asp, ål, vimma, nors och färna, samt de historiskt förekommande arterna öring (*Salmo trutta*) och harr (*Thymallus thymallus*). Övriga fiskarter som t.ex. gös (*Sander lucioperca*), gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och lake (*Lota lota*) kan komma att gynnas av fiskvandringsvägar. Vissa av dessa arter är

relativt svaga simmare (t.ex. gös och lake) liksom unga och små individer av flertalet arter, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och ett naturligt bottensubstrat. Åtgärder för att underlätta nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera vandring för olika målarter och stadier av fisk vid Älvås (se Figur 3). Alternativ som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att åstadkomma har listats mot slutet av rapporten.

#### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Älvås föreslås att ett naturliknande omlöp med en slitsränna som ingångssektion anläggs vid vänstra sidan av älven, d.v.s. på kraftverksbyggnadens sida. (åtgärd A-C). Genom anläggandet av de tekniska delarna tillgodoses en fungerande fiskpassage för rådande flödes- och vattenståndsvariationer kring kraftverket, vilket ökar möjligheterna till att reglera flöden och vattenhastigheter för fiskens passerbarhet av fiskvägen. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller närmast turbinintaget (D) via flyktöppningar vid befintlig lucka. Åtgärderna för fiskvandringar vid Älvås är sammanställda i Figur 2.



Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassageåtgärder vid Älvås. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-07-10.

### Åtgärd A-C – Slitsränna med omlöp (total längd 125 m)

Åtgärden med omlöp i kombination av slitsränna (Figur 2-Figur 4) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket med ett flöde av 2-3 m<sup>3</sup>/s. Ingången förläggs ca 20 m nedan turbinutloppet där första delen utgörs av en ca 50 m lång teknisk slitsränna med bottensubstrat. Vinklade strukturer kan anläggas med vilopooler. Efter den tekniska delen ansluter 75 m omlöp, vilket ger en medellutning av 2 % för hela fiskvägen. För de vattenståndsvariationer som kan råda nedströms kraftverket rekommenderas att slitsrännans öppningar kan regleras mellan 0,4-0,8 m med ett djup av runt 1,5–2,5 m. Detta ger möjlighet till att optimera vattenhastigheten vid trappans ingång samtidigt som det tillåter en flödesanpassning vid trappans intag. För en fisklängd av 1 m bör poolerna vara kring 3 m långa. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur (exempel i Figur 4) för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare som t.ex. gös och ålängel. Den naturliga delen bör vara uppbyggd av varierande strömmiljöer och meandrande pooler av tillräckligt djup (upp till ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturlig del och teknisk sektion blir tillräckligt djupa. I omlöpet kan översvämningssplan skapas och konstgjorda trösklar kan anläggas för koncentrerings av strömmen. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg. Fiskvägens övre del förses vid utgången med reglerbara slitsar för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.



Figur 3. Exempel på ett omlöp med teknisk in- och utgång vid Oulujoki i Finland.

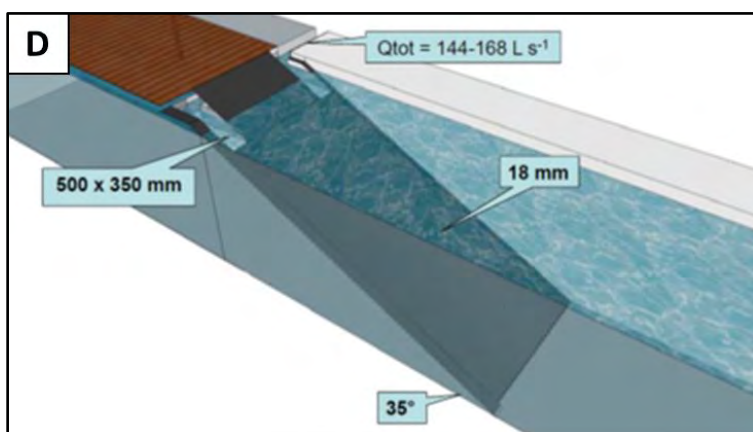


Figur 4. Exempel på en slitsränna med reglerbara slitsar och naturligt bottensubstrat i Nederländerna.

Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geotekniska förhållanden. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg kan leda till speciella anpassningar i form av erosionsskydd längs vattendragets sida. Detaljerade geotekniska studier, samt robusta lösningar för att förhindra läckage och erosion är därför rimligt att förvänta sig.

#### Åtgärd E-F – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 3 x 6,5 m, längder 10 m)

Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller (E) till flyktöppningar med uppsamlingsränna mynnande nedströms damm. Baserat på intagsdjup av runt 5,5 m för bör gallerlängderna vara runt 10 m vilket ger en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Fingaller med en spaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 5) föreslås. Vid en lösning med låglutande alfagaller förses varje av de tre turbinintagen med separata galler och flyktöppningar. Flyktöppningarna läggs ytnära och anpassas för medelflöden av runt  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  vilket ger ett sammanlagt flöde av runt  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  vilket förväntas ge en säker nedströmpassage för fisk. Åtgärden kräver en ny rensmaskin. Uppsamling av fisk sker till ränna eller tub som på lämplig plats passerar kraftverkets damm. Tuben kan beroende på bl.a. dammsäkerhetsaspekter och geotekniska förutsättningar även ledas till fiskvägen, vilket samtidigt ger en ökad flödesmängd för uppströmsvandring.



Figur 5. Exempelbild på alfagaller med flyktöppning som installerats vid Emån.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Älvås

Älvås är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Föreslagen åtgärd för uppströmsvandring innebär att en fiskväg byggs som ett naturligt omlöp med längden ca 75 m på vänster sida om dammen. Omlöpets ingång utgörs av en ca 50 m lång slitsränna placerad nedströms dammen på vänster sida. Omlöpet sträcker sig runt dammen och kraftstationen för att mynna i magasinet ca 50 m uppströms dammen. Vid mynningen placeras en lucka med reglerbara slitsar, 3 m långd. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte bli mindre med föreslagen åtgärd.

Den tänkta dragningen av fiskvandringens väg är brant och kommer att korsa en allmän väg som går över dammkrönet. Omlöpets ingång på nedströmssidan bör ej placeras för nära kraftverkets utlopp. Eftersom slänten är brant (Figur 6) kan den vara känslig för eventuella skred och hänsyn måste därför tas till detta vid anläggande av ingången. Ingången bör placeras nedströms av befintligt stängsel i slänten och även nedströms om energiomvandlaren för att minska erosionsrisk p.g.a. strömmande vatten från kraftstationens utlopp (se Figur 6).

Enligt åtgärdsförslaget skall omlöpet placeras en bit från dammens anslutning (runt 20 m) innan den mynnar uppströms. Detta är ur dammsäkerhetssynpunkt bra eftersom en placering av fiskväg i närhet av stationen skulle kunna innebära risker för t.ex. erosion i den branta slänten nedströms kraftverket och påverkan vid dammens anslutning till vänster strand. Dessutom finns idag en parkering i närhet av stationen som då inte skulle kunna användas.

Byggnadstekniskt ställer det en del krav på utförandet beroende på branta slänter och att fiskvägen skall passera en allmän väg. Bro över omlöp måste dimensioneras enligt Trafikverkets regler.

Idag finns anordning för rensning av drivgods vid intagen till turbinerna. Det måste säkerställas att planerat alfagaller (D) fungerar när rensning sker vid maskinstationen. Befintligt utskov är en tänkbar nedströmsrutt för fisk men det måste även fortsättningsvis finnas möjlighet att öppna lucka helt. Om tub förläggs till uppströmsfiskvägen krävs detaljerade geotekniska undersökningar.

Om ovanstående tas i beaktning innebär sannolikt inte föreslagna åtgärder någon risk för dammsäkerheten vid anläggningen.

Personsäkerheten vid föreslagen åtgärd med naturligt omlöp bedöms ej påverkas utöver vad som nämnts ovan då konstruktionen kan inhägnas.



Figur 6. Brant slänt nedströms dammen vid föreslaget läget för ingång till fiskväg.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala omgivningsförhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyriskan i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden som tillsammans med rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödom tillför extra kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### Åtgärd A-C – Omlöp med slitsränna (125 m)

Kostnader för ett omlöp med slitsränna förväntas bli runt 3-5 Mkr. Anläggandet av omlöp innebär schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten, där ingrepp i befintlig bergvägg nedströms kraftverket för anläggande av slitsränna kan medföra extra utgifter. Över fiskvägen krävs väg, vilket innebär antingen kulvetering eller anläggning av bro. Byggnationerna kan leda till en längre tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader varför en kostnad på 3-5 Mkr är att förvänta.

### Åtgärd D – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 3 x 6,5 m, längder 10 m)

Vid Älvås kan det anläggas alfagaller med en totalbredd av 21 m och en längd av 10 m. Installation av galler torde ge upphov till kostnader av storleksordningen 2-3 Mkr och därtill tillkommer kostnader som rör installation av ny rensmaskin samt dragning av tub till utskov eller fiskväg.

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 4 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 50 % vilket är lågt. Utifrån ålder, storlek och aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 81 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska data samt variationer i fallhöjd. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 2,5 m, ett maxflöde på 90 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedelflöden genom stationen. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,24 GWh/år, vilket motsvarar runt 3,5 % (0,24/6,9) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 0,15 GWh/år. Estimaten baseras på erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från nuvarande (110 mm) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har beaktats. Fallförlusten uppskattas till 0,022 m vilket ger en effektförlust på 17 kW vid maxflödet 90 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 2,2 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 83 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har tagits till minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den

10 (12)

uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 53 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra det bästa alternativet för god uppströmspassage för många arter och storlekar rekommenderas alternativen A-C. Kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 3-5 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd D. Kostnaden för detta förväntas uppgå till totalt till ca 2-3 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Älvås.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A-C	Medger uppvandring förbi damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning mot fiskvägen och tillåter flödesvariation. Omlöp ger nya strömhabitat.	Ökade kostnader: Kraftverk kablage. Kräver överfart av väg	3-5 Mkr
1	D	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar.	Driftkostnader för spill och rensmaskin.	2-3 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar provas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar

av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	1
<b>Kostnader, kr</b>		
Byggkostnad	4 000 000	1 500 000
Rensmaskin		250 000
Fallränna/tub		500 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000	
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>4 900 000</b>	<b>2 700 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>		
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	
Drift underhåll galler		150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	
Produktionsförlust	83 000	53 000
<b>Totalsumma</b>	<b>189 000</b>	<b>203 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd – Högra delen av vattendagat

Potentiellt kan en fiskväg förläggas på högerstranden ca 30 m nedströms luckorna vid spilldammen. Detta kan vara nödvändigt om långa perioder med höga spillmängder förväntas i framtiden. I dagsläget är dock spill relativt ovanligt varför alternativet att anlägga en fiskväg på denna sida har avfärdats. Sannolikt medför alternativet stora kostnader vid anläggandet. Med rådande flödesscenarier i åtanke, samt ur fiskbiologisk synvinkel, bedöms denna lösning inte vara det bästa alternativet för uppströmspassage vid Älvås.

### Åtgärd – Ytavledare (80-90 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot befintliga utskov kan anläggas tvärs över turbinintagen. Denna anläggs då från ytan ned till minst 2 m djup, med en låg vinkel mot huvudströmmen. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada (Figur 7). De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare (stora norrländska älvar) pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.



Figur 7. Ytavledare vid Norrforsdammen i Umeälven (vänster) och kanadensiska Louver-element (höger).

## 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

De planerade åtgärderna vid Älvås är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ligger delvis utanför fastigheter ägda av kraftverksbolaget och kräver då ett servitutsavtal eller motsvarande upprättas med berörda fastighetsägare innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Älvås kraftverk är belägen benämns: "Motala Ström (Roxen-Glan)" SE649265-150736.

I VISS (2014) redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer pågår, och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

Vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten vilket innebär att samma kvalitetskrav om ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte tillämpas. Istället finns krav på att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma vilken miljökvalitet som är rimlig är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska potentialen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk potential baseras endast på näringsämnesdata.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk potential har fastställts till god ekologisk potential med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning och beror på att det bedöms som tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk potential till 2015.

Vid klassificering av ekologisk potential enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 har förutom påverkan från övergödning även de hydromorfologiska kvalitetfaktorerna varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig ekologisk potential. I motiveringen anges att konnektivitet visar på dålig status och hydrologisk regim på måttlig, d.v.s. det finns problem med fysisk påverkan. Klassificeringen baseras på en expertbedömning då biologiska data saknas.

I VISS (2014) anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Älvås. Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden anges som en åtgärd. Förutom Älvås finns ytterligare fyra definitiva vandringshinder i vattenförekomsten.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen.

Det bör dock betonas att biologiska data för att bedöma den ekologiska potentialen i nuläget är bristfälliga. Förutom att underlätta för vandrande fisk kan vandringsvägar även underlätta spridningen av invasiva arter. Stor förekomst av vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) har konstaterats i Glan, och enstaka musslor har även hittats i Roxen. Länsstyrelsen i Östergötland har utfärdat förord för att hindra ytterligare spridning av musslan, vilket bland annat går ut på att båtar och övrig utrustning ska tvättas innan de flyttas mellan olika sjöar. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Enbart anläggande av en fungerande fiskväg vid Älvås kommer dock sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk potential. För att få avsedd effekt bör åtgärderna

sannolikt samordnas med åtgärder vid de fyra övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och minskar övergödningen.

### 1.13 Referenser

- Gustafsson P. 2005. Aspen inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner - Inventering och åtgärdsförslag. Natur i Linköping 2005:3. Linköpings kommun. Tillgänglig 2014-07-01 på: <http://www.linkoping.se/Global/Milj%C3%B6och%20h%C3%A4lsa/Natur/Informationsmaterial/05Aspinventeringmforord.pdf>
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på: <https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Krafttag Ål. 2014. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.elforsk.se/Programomraden/Vattenkraft/Krafttag-al/>
- SLU. 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P. 2011. Fiskevårdsplan Roxen. Fiskevårdsplan Roxen 2011. Länsstyrelsen Östergötland, rapport 2011:17. ISBN: 978-91-7488-284-1
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23, [www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se)

---

## SKÄRBLACKA KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID SKÄRBLACKA KRAFTSTATION I MOTALA STRÖMMAR



*Bilder över spilldamm (övre) och kraftverksintag (nedre) vid Skärblacka 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-09

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

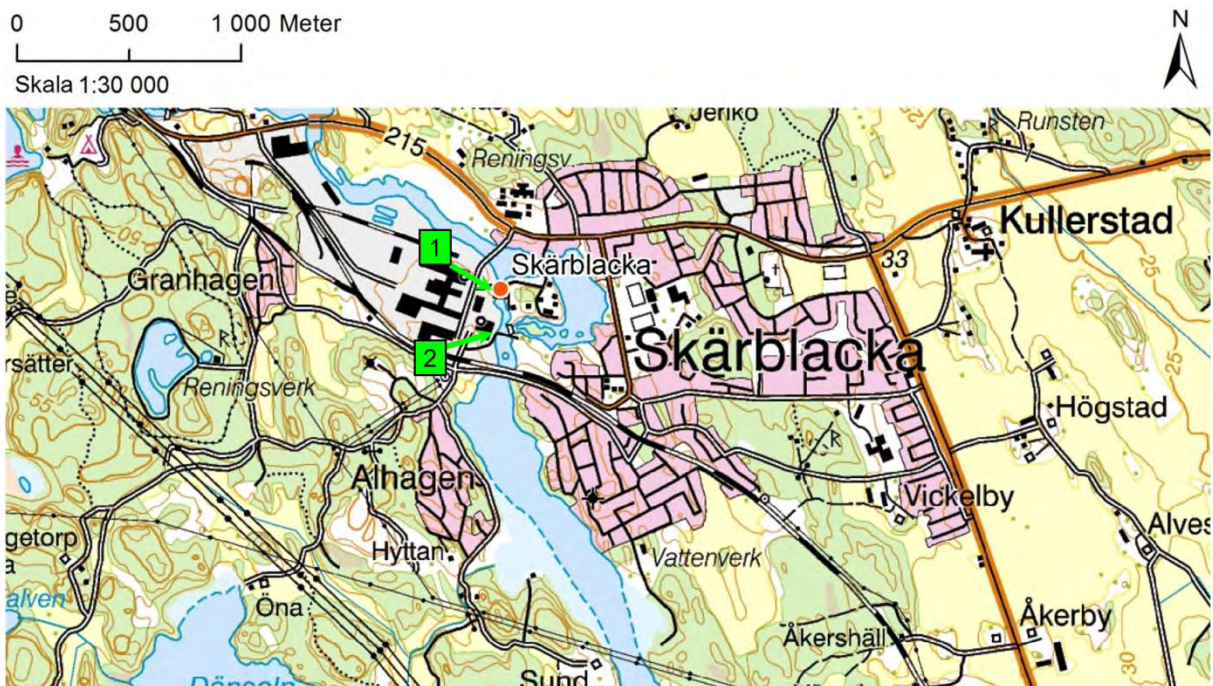
<b>1</b>	<b>Skärblacka</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Skärblacka och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Skärblacka	11
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	11
1.7	Produktionsförlust	12
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	13
1.9	Uppskattning av totala kostnader	14
1.10	Andra alternativ till fiskpassage	15
1.11	Juridiska aspekter	16
1.12	Miljö kvalitetsnormer	16
1.13	Referenser	17

# 1 Skärblacka

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält 2014-04-23, vidare gjordes under den veckan en summarisk biotopkartering längs sträckor upp- och nedströms området. I syfte att utröna potentiell passage för nedströmsvandring av fisk nyttjades även specifika uppgifter från programmet Krafttag Äl (KTÄ 2014) av SLU Aqua och Karlstads Universitet.

## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Skärblacka (WGS84 58°34'44.2"N 15°54'23.5"E, fastighet Ljusfors 3:3) är beläget 2,7 km uppströms sjön Glan i Motala strömmar och är det första i uppströmsordning räknat från sjön (Figur 1) och det tredje från havet som ligger runt 29 km nedströms. Kraftverket som ägs av Tekniska verken i Linköping AB har sedan ombyggnationer 1987 varit i drift i nuvarande form. Kraftverksbyggnaden (figur på försättsblad) återfinns i den vänstra (sett i nedströmsriktning) kanaliserade fåran medan en spilldamm som reglerar vattenflödet till den högra ursprungliga fåran ligger ca 160 m uppströms. Mellan dammen och kraftverkets turbinutlopp är den gamla fåran runt 0,8 km lång. Totalt sett har kraftverket en fallhöjd av 9 m med två turbiner och ett maximalt intagsflöde av sammanlagt 150 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Qmax i Tabell 1. Intagen för de två turbinerna är 8 m breda och djupet är ca 11 m där nuvarande galler är lodräta och har en spaltvidd av runt 11 cm. Medelflödet vid kraftverket har mellan åren 1999-2012 varit 88 m<sup>3</sup>/s, där olika domar (bl.a. AD 51/1946, DVA 12/1994 och VA 132/1983) inte medger korttidsreglering, samtidigt som de fastlägger att ett flöde av minimum 0,5 m<sup>3</sup>/s skall spillas i den gamla fåran. Övrig spilltappning kan ske under vårfloed och häftiga regn.



Figur 1. Översiktskarta för Skärblacka kraftstation med delområden 1) Kraftverk, 2) Regleringsdamm.  
©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, © Sweco 2014-08-02.

Tabell 1. Information kring Skärblacks kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Skärblacks
Koordinater SWEREF99 TM	6493484, 552720
Turbintyp	Kaplan
Antal aggregat	2
Effekt MW, Energi GWh/år	10; 50
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,07
Avstånd från hav (km)	29
Höjd över hav (m)	31
Fallhöjd m	9
MQ (m <sup>3</sup> /s)	88
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	150
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	166
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	24

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Närområde vid Skärblacks kraftverk utgörs av blandskog med inslag av exploaterad mark i form av jordbruk, tomter, byggnader och vägar. På vattendragets vänstra sida finns ett pappersbruk medan tätorten Skärblacks ligger på den högra sidan. Sträckorna nedströms kraftverket domineras av industriområden och jordbruksmark men stränderna närmast vattendraget har oftast en 5-20 m bred bård av träd. Uppströms dammen dominerar lugnflytande till svagt strömmande vatten med en typisk bredd av 100-200 m. Den närmaste sträckan nedströms kraftverket utgörs, med undantag av ett snabbströmmande vattent från turbinutloppet, av en selliknande miljö med en bredd av 50-100 m. Bottensubstratet inom närområdet domineras av block och sten med inslag av grovdetrus, grus och sand, med förekomst av finsediment. I den ursprungliga fåran återfinns runt 0,2 km av strömmande vatten med en bredd av 20-40 m där botten framförallt utgörs av block och sten av varierande storlek, men där även förekomst av grus, sand och finsediment noteras.

Den naturliga fiskfaunan inom delområdet utgörs idag av olika arter av vitfisk, men även gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Sander lucioperca*) är vanligt förekommande. Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då förekommande information inte har relaterats till specifika områden mellan kraftverken. Allmänna uppgifter gör dock kännande att asp (*Aspius aspius*) återfinns längs merparten av huvudfåran i Motalaström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*), siklöja (*Coregonus albula*) och nors (*Osmerus eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, speciellt i anslutning till sjöar och lugnvatten. I området finns även id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*) och lake (*Lota lota*). I dagsläget utplanterats öring (*Salmo trutta*) och regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*) regelbundet i den gamla fåran för sportfiskeändamål. Utifrån historiska källor görs bedömningen att öring och harr (*Thymallus thymallus*) har förekommit i större delen av vattensystemet och att havsöring har vandrat upp från Bråviken till Glan. Huruvida lax (*Salmo salar*) har vandrat upp fram till Skärblacks framgår dock inte (Nyblom 1940). Ål (*Anguilla anguilla*) har förekommit naturligt inom systemet och arten lever vidare genom bl.a. utsättningar från fångster i en ålyngeluppsamlare vid Havet/Bergsbron. Dessa ålar sätts enligt uppgifter från programmet KTÅ (2014) ut i sjöar uppströms Skärblacks. Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade fiskarter.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Skärblacka och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Skärblacka kraftverk har enbart utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock tidigare sannolikt utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft förekomst av bl.a. öring, harr och asp (Nyblom 1940). I SMHIs Förteckning över Sveriges vattenfall anges följande: "Fallet från Roxen till Glan är endast något över 10 m, vilka äro fördelade särskilt på Tångstadforsen, Kimstadkvarnforsen, Skärblackaforsen och Ljusforsen." Efter vattenkraftsutbyggnad återstår idag endast en bråkdel av de historiska strömvattenmiljöerna i området. Genom tillskapande av fiskvandring vid Skärblacka tillgängliggörs en sträcka av runt 5 km dominerad av sjöliknande miljöer innan Älvås kraftverk uppströms. Andelen gynnsamma habitat för strömvattenlevande fiskar längs dragningen förefaller relativt begränsad och skattas via fältkartering och GIS-analyser till runt 0,2 ha förekommande närmast Älvås. Nedströms Skärblacka uppskattas schematiskt att ytan av strömmande vatten vid nuvarande minimispill av 0,5 m<sup>3</sup>/s uppgår till runt 0,2 ha (kalkylerat för en längd av 200 m och en bredd av 10 m). Denna yta bedöms bli mer än dubblerad vid det spill av 4 m<sup>3</sup>/s som föreslås i denna utredning och i sammanhanget noteras att biotopvårdande åtgärder längs fåran skulle kunna öka ytan av strömmande miljöer ytterligare.

De prioriterade arterna för fiskvandring förbi Skärblacka föreslås vara öring, harr, asp, nors, färna, vimma och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av vandringsvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och utgörs av unga och små individer, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och naturlig botten. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar, dess avkomma, samt blankål. I Figur 2 redovisas åtgärder som prioriterats för att återetablera vandringar för olika målarter och stadier av fisk vid Skärblacka. Andra alternativ som i vissa fall bedömts vara mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att genomföra har listats mot slutet av rapporten.

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Skärblacka föreslås olika tänkbara lösningar som samtliga förutsätter att minimi-tappningen i den gamla fåran ökas från dagens 0,5 m<sup>3</sup>/s, till förslagsvis 3-4 m<sup>3</sup>/s baserat på "5 % - regeln" enligt huvudrapport. Vid spegeldammen i den nedersta delen av gamla fåran föreslås rekonstruktioner i form av att en fördjupning med slitsar anläggs närmast turbinutloppet medan resterande delen av spegeldammen (runt 90 m) skulle kunna höjas (Åtgärd Kraftverk B). Detta leder till att vattenströmmen koncentreras till ett område vilket torde kunna öka uppströmsanlockning av fisk till den gamla fåran. För den gamla fåran föreslås i övrigt generella biotopvårdsåtgärder med utläggning av natursten m.m. Närmast regleringsdammen kan olika lösningar tillämpas, där förutsättningarna för både omlöp och tekniska fiskpassager bör utredas närmare innan slutgiltig design fastställs. I denna utredning förespråkas dock en naturlig rutt enligt Åtgärd Dammen D. För nedströmsvandring kan fingaller med flyktöppningar och tub anläggas vid kraftverket (Åtgärd Kraftverk C). Om ovannämnda åtgärder inte är tillräckliga för att effektivt medge en uppströmspassage av fisk vid Skärblacka och det noteras att fiskar aggregeras vid turbinutloppet kan en vandringrutt anläggas till höger om kraftverket (Åtgärd Kraftverk A). Alternativet är dock relativt komplicerat och förutsätter utförliga geotekniska och dammsäkerhetstekniska utredningar, samt kan inbegripa hydraulisk modellering.

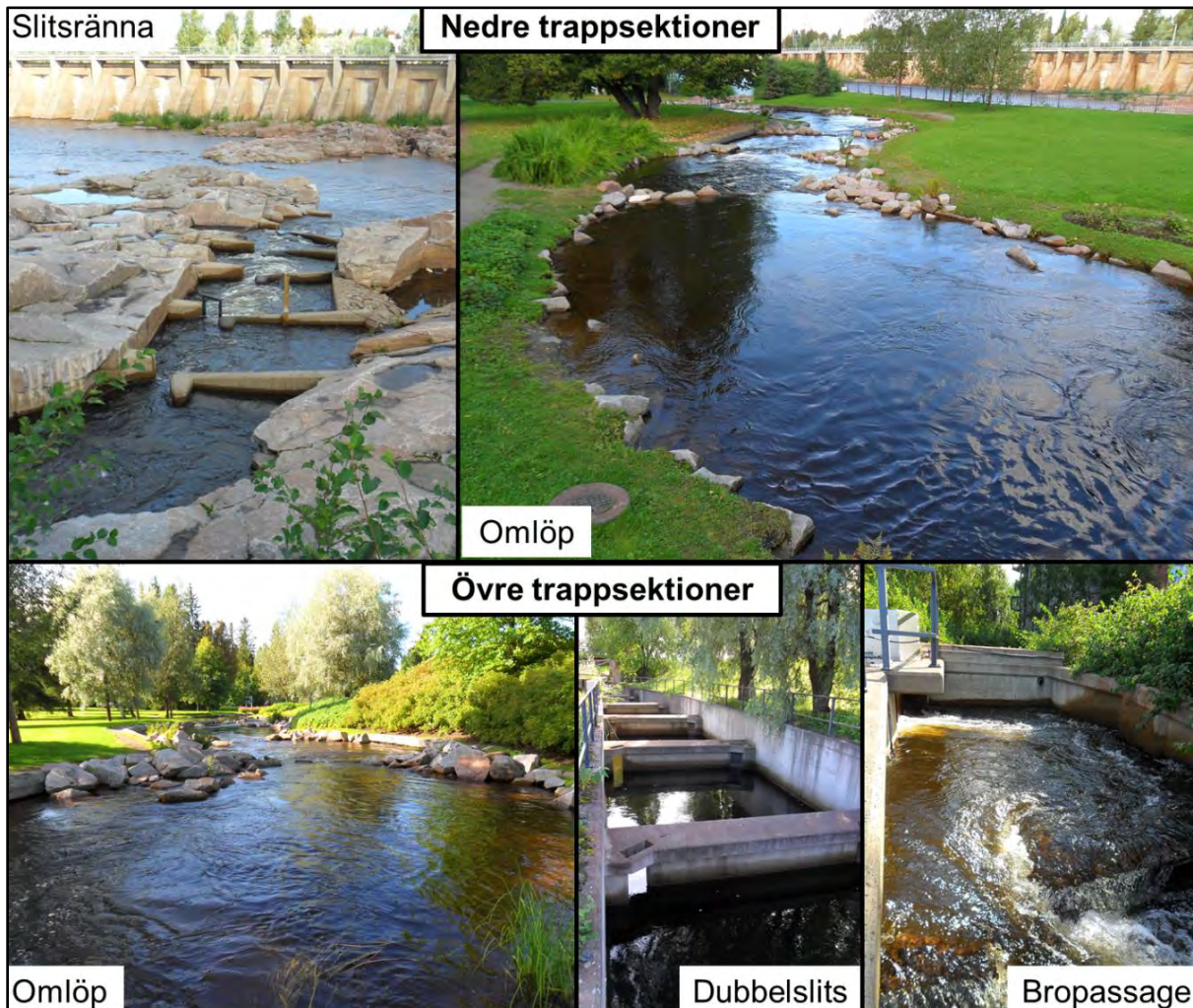


Figur 2. Potentiella fiskpassager vid Skärblacks kraftverk. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, © Sweco 2014-08-15.

### **Åtgärd Kraftverk A – Slitsränna (90 m) med Omlöp (130 m), totallängd 220 m**

En slitsränna i kombination med omlöp (Figur 2 och 3) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. För att rutten skall fungera vid varierande vattennivåer rekommenderas en teknisk in- och utgång till fiskvägen i form av en slitsränna. Till skillnad från en naturlig öppning medger slitsdesignen allmänt större skiftningar i vattennivåer och bättre möjligheter att koncentrera vattenströmmen vid fiskvägens ingång. Här föreslås att slitsrännan (90 m) dimensioneras för ett medelflöde av 2 m<sup>3</sup>/s (min-max 1-4 m<sup>3</sup>/s) och i relation till detta konstateras att Franska slitsrännor ofta är anpassade för 0,7–3 m<sup>3</sup>/s (Degerman 2008). Slitsrännor medger bra förutsättningar till att optimera vattenhastigheterna för fiskens uppströmsanlockning till fiskväg. För åtgärden krävs ingrepp vid slänten nära turbinutloppet samt vid dämmande konstruktion uppströms, vilket förutsätter att detaljutredningar av geotekniska och hydrauliska förhållanden, samt dammsäkerhet genomförs. Slitsarna bör vara reglerbara så att vattenhastigheterna kan optimeras för tänkta målarter. Grovt räknat torde bredden kunna varieras från runt 0,5–1 m med ett djup av runt 1,5–2,5 m, vilket ger möjlighet att justera både vattenhastigheten vid trappans ingång och inkommande vattenmängd vid dess övre del. För ett manöverutrymme som bör vara runt 3 gånger fiskens längd bör poolerna vara kring 3 m långa för en fisklängd av 1 m. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare. Den naturlika delen som motsvarar ca 130 m i längd byggs enligt etablerade metoder med varierande strömmiljöer och pooler av tillräckligt djup (upp till ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Sammanlagt bedöms fiskvägen bli kring 220 m lång vilket ger en medellutning av 4,0 % (räknat på en fallhöjd av 9 m). Lutningen för den tekniska delen blir brantare (ca 7,8 %) jämfört med den naturlika sträckan som får en lutning av 1,5 %. Utgången med teknisk del kan utgöras av två pooler med reglerbara slitsar med en längd av runt 5 m. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturlikdel och tekniska sektion blir tillräckligt djupa. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg vid minst två platser och här kan betongförstärkningar behövas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst, dock kan det beroende på geologin krävas betongförstärkning på fler delar. Fiskvägens övre del förses med en utgång i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.

Arbetet kommer att innebära omfattande schaktningar och kan medföra sprängningar, således krävs utförliga geotekniska undersökningar för att utröna byggbarheten av både denna åtgärd och de övriga som listas för Skärblacka. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste utredas i detalj och eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre åt höger än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geologi. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg, som hamnar relativt nära väg och dämmande delar, kräver speciella anpassningar och skyddsåtgärder. Högt ställda krav på robusta lösningar för att förhindra läckage och erosion är därför rimligt att förvänta sig. Närheten till befintlig väg erfordrar sannolikt staket eller liknande på sträckan som löper längsmed fiskvägen för att undvika incidenter.



Figur 3. Exempel på ett omlöp med teknisk in- och utgång vid Oulujoki i Finland.

### Åtgärd Kraftverk B – Slitsränna (Strömkoncentration 20 m)

Vid spegeldammen i den nedersta delen föreslås att en slitsränna (fördjupning) anläggs närmast turbinutloppet medan resterande delen av spegeldammen (runt 90 m) höjs. Detta leder till att vattenströmmen koncentreras till ett område vilket torde kunna öka uppströmsanlockning av fisk till den gamla fåran. Konstruktionen kan ur estetisk synvinkel anses ofördelaktig då stora delar av det tidigare överfallet av vatten vid spegeldammen skulle upphöra och omdirigeras till fiskvandningsrutten. Med hänsyn till fisk som på sin vandring söker sig uppströms rekommenderas dock alternativet och genom att anlägga slitsens botten med naturligt material åstadkoms en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter som kan gynna svaga simmare. För åtgärden krävs ingrepp vid slänten nära turbinutloppet samt vid dämmande konstruktion, vilket förutsätter detaljutredningar av geotekniska och hydrauliska förhållanden. För övriga fåran uppströms detta föreslås generella biotopvårdsåtgärder med utläggning av natursten m.m.

### Åtgärd Kraftverk C – Fingaller (bredd 16 m, längd 19 m)

Åtgärden (Figur 2) hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller med flyktöppning till ränna/tub. Baserat på intagsdjup av 11 m bör gallerlängden vara runt 19 m, vilket medför en gallerlutning av  $\alpha < 35^\circ$ . Två flyktöppningar med  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  anläggs på vardera sidan av intaget och en uppsamlingsränna med tub förläggs på högra stranden där den bör mynna nedströms turbinerna på lämpligt ställe. Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås vilket sannolikt innebär modifikation av befintlig rensmaskin.

### Åtgärd Dammen D – Omlöp med slitsränna (totallängd 190 m)

Åtgärden med omlöp i kombination av slitsränna (Figur 4 och exempel i Figur 3) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från området närmast regleringsdammen. För området kring dammen rekommenderas att fiskvägens första del utgörs av en slitsränna med en längd av 85 m där ingången förläggs ca 20 m nedströms dammluckorna. Fallhöjden på nära 3,5 m för denna del innebär att slitsdelen får en lutning av ca 4,0 % varefter 85 m omlöp med en avslutande slitsdel av ca 20 m följer. Medellutning för omlöpet och den sista delen med slits blir av ca 1,9 % för en fallhöjd av ca 2 m. Här föreslås att fiskvägen dimensioneras för ett medelflöde av  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  (min-max  $1\text{-}3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ). För allmänna detaljer kring designen hänvisas till texten ovan (Åtgärd Kraftverk A).



Figur 4. Potentiella fiskpassager vid regleringsdammen vid Skärblacka. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-08-15.

Arbetet kommer att innebära omfattande schaktningar och kan medföra sprängningar, således krävs utförliga geotekniska undersökningar för att utröna byggbarheten av både denna åtgärd och de övriga som listas för Skärblacka. Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och relateras till resultat från geotekniska undersökningar. Eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 4 beroende på närområdets geologi. Närheten till befintlig väg erfordrar sannolikt staket eller liknande på sträckan som löper längsmed fiskvägen för att undvika incidenter.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Skärblacka

Skärblacka är klassad som en konsekvensklass 2-anläggning enligt RIDAS. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte vid föreslagna åtgärder påverkas i någon större utsträckning.

### Åtgärd Kraftverk A – Slitsränna med Omlöp

Föreslagen åtgärd innebär att en fiskväg byggs som ett omlöp med slitsränna (A). Detta alternativ borde inte innebära något dammsäkerhetstekniskt problem under förutsättning att omlöpets ingång nedströms kraftstationen inte anläggs för nära utloppet från stationen samt att hänsyn tas till befintliga vägar och omgivning, infarten till maskinstation samt till befintliga tennisbanor. Arbetet kan innebära omfattande schaktningar vilka måste genomföras med stor varsamhet med hänsyn till närliggande dämmande delar vid kraftverkets intag.

### Åtgärd Kraftverk B – Slitsränna, Strömkoncentration

En fördjupning med reglerbara slitsar anläggs i den befintliga spegeldammen som i övrigt pågjøtes med betong. Alternativet innebär sannolikt ingen dammsäkerhetsrisk men det är viktigt att vattennivån upprätthålls uppströms överfallsdammen.

### Åtgärd Kraftverk C – Fingaller

Framför intaget föreslås att ett alfagaller placeras för att kunna leda fisk från turbiner till två flyktöppningar. En anläggning med tub för passage av fisk nedströms kraftverket föreslås. Det är osäkert hur detta alternativ skall utformas tekniskt och alternativet behöver således utredas ytterligare. Det måste även säkerställas att planerat alfagaller fungerar när rensning sker vid maskinstationen.

### Åtgärd Dammen D – Omlöp med slitsränna

Föreslagen åtgärd innebär en kombination av delar med slitsränna och omlöp anläggs till höger om regleringsdammen. Alternativet bedöms inte påverka dammsäkerheten på ett negativt sätt. Hänsyn måste dock tas till befintligt hus eftersom rännan är tänkt att dras i direkt närhet till detta. Arbetet kan innebära omfattande schaktningar vilka måste genomföras med varsamhet med hänsyn till närliggande dämmande delar.

Personsäkerheten vid föreslagna åtgärder bedöms ej påverkas utöver vad som nämnts ovan gällande risker vid anläggande av fiskväg.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs

sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden och att rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödömdom tillför ytterligare kostnaderna på slutsumman för åtgärder. I de fall då inlösen av mark från andra fastighetsägare krävs tillkommer extra kostnader.

#### **Åtgärd Kraftverk A – Slitsränna (90 m) med Omlöp (130 m), total längd 220 m**

En fiskväg för uppströmsvandring vid kraftverket förväntas kosta runt 12 Mkr där arbete med schaktningar, vägpassager och eventuella sprängningar med hänsyn till omgivningens beskaffenhet kan bli extra kostsamt. Kostnaderna för anläggandet av slitsrännans delar bedöms till runt 9 Mkr (kring 1 Mkr per fallhöjdsmeter) medan omlöpet beräknas kosta runt 3 Mkr (över 10 kkr per längdmeter). Byggnationerna leder säkerligen till perioder med produktionsbortfall och innebär merkostnader i form av geotekniska utredningar vilket bidrar till den skattade slutsumman. Förslaget att ta i anspråk området i anslutning till tennisbanan skulle kunna vara kontroversiellt och kan förväntas stå i konflikt med motstående intressen. Inlösen av mark eller krav på annan kompensation är rimligt att förvänta sig. Någon kostnad för detta har inte kunnat bedömas före mer konkreta avsikter formulerats runt detta, men bör vägas in i ett eventuellt fortsatt arbete.

#### **Åtgärd Kraftverk B – Slitsränna (Strömkoncentration 20 m)**

Kostnaden för anläggandet av en vandringsrutt (slitsränna) vid spegeldammen i nedre delen av den gamla fåran bedöms uppgå till runt 2 Mkr, men kan bli större om sprängningsarbeten krävs och arbetet leder till längre perioder med bortfall i kraftproduktionen.

#### **Åtgärd Kraftverk C – Fingaller (bredd 16 m, längd 19 m)**

Vid Skärblacka torde en installation av alfagaller kosta runt 3 Mkr plus produktionsbortfall vid arbetet. Därtill tillkommer kostnader som rör dragning av ränna/tub från flyktöppningen.

#### **Åtgärd Dammen D – Omlöp med slitsränna (total längd 190 m)**

En fiskväg för uppströmsvandring vid dammen förväntas kosta runt 4 Mkr där arbete med schaktningar, vägpassager och eventuella sprängningar med hänsyn till omgivningens beskaffenhet kan bli extra kostsamt.

## **1.7 Produktionsförlust**

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 4 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 78 % vilket är relativt lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 88 %. Skillnaden kan bero på dålig tillgänglighet på aggregaten, dålig produktionsoptimering och/eller osäkerhet i hydrologiska. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 9 m, ett maxflöde på 150 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedeltappningen genom stationen. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 2,24 GWh/år, vilket motsvarar runt 4,4 % (2,24/50,5) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,25 GWh.

Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 110 mm (nuvarande spaltbredd) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten

uppskattas till 0,022 m vilket ger en effektförlust på 29 kW vid maxflödet 150 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,5 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 782 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är årlig och inbegriper inte minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 88 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd Kraftverk B tillsammans med Åtgärd Dammen D (som dock kräver mer detaljerade utredningar för att granska byggbarheten). Kostnaden för dessa åtgärder estimeras till sammanlagt 8 Mkr.

**Prioritet 2:** Om ovan nämnda åtgärder inte är tillräckliga för att locka fisk till områden uppströms turbinutloppet föreslås Åtgärd Kraftverk A som dock kräver mer detaljerade utredningar för att granska byggbarheten.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, Åtgärd E. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 3,5 Mkr vilket inkluderar installation av rensmaskin och fallränna/tub.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskpassageslösningar vid Skärblacka.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	B	Medger uppvandring till gamla fåran.	Strömkoncentration underlättar fisk att hitta från turbinutloppet till gamla fåran. Slitsränna underlättar passage.	Kräver schaktning och ev. sprängning samt betonggjutning. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall.	2 Mkr
1	D	Medger uppvandring ovan dammen.	Skapar relativt låglutande vandringsrutt och nya habitat.	Kräver schaktning och ev. sprängning.	4 Mkr
2	A	Möjliggör passage för fisk från turbinutlopp.	Vandringsväg för fisk som samlas nedan turbinutloppet.	Kräver schaktning och vägpassager, samt ev. sprängning och betonggjutningar. Fodrar tekniska detaljstudier. Perioder med produktionsbortfall.	12 Mkr
1	C	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller, flyktöppningar och tub.	Driftskostnader för spill, rensmaskin och rensning.	3,5 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I Tabell 3 nedan sammanställs grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar, utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport. Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Uppströmspassage	Nedströmspassage
Prioritet	1	2	1
Kostnader, kr			
Byggkostnad	6 000 000	12 000 000	2 750 000
Rensmaskin			250 000
Fallränna/tub			500 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	500 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>6 900 000</b>	<b>13 150 000</b>	<b>4 000 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	
Produktionsförlust	700 000	700 000	56 000
<b>Totalsumma</b>	<b>806 000</b>	<b>806 000</b>	<b>206 000</b>

## 1.10 Andra alternativ till fiskpassage

### Åtgärd Kraftverk – Uppvandringsväg längs vänster strand

En fiskväg kan eventuellt anläggas på vänstra stranden (sett i nedströmsriktning) istället för Åtgärd A. Med hänsyn till det begränsade utrymmet till närliggande fastighet och dammsäkerhetsmässiga aspekter har dock detta alternativ förkastats, där större delen av fiskvägens sträckning skulle kräva kulvertering.

### Åtgärd Dammen – Uppvandringsväg längs vänstra stranden

Med hänsyn till dammsäkerhetsmässiga aspekter torde en fiskvägskonstruktion i detta område mellan dammen och kraftverkets intag vara komplicerad att anlägga varför alternativet inte har prioriterats.

### Åtgärd – Ytavledare (80 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot fiskväg för uppvandring kan anläggas från ytan ned till ett djup av minst 2 m. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteendeavledare av Louver-typ Exploits River i Kanada. De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.

15 (15)

## 1.11 Juridiska aspekter

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

De planerade åtgärderna vid Skärblacka är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ligger utanför fastigheter ägda av Tekniska Verken, och kräver således att ett servitutsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen. Förslaget att ta i anspråk området i anslutning till tennisbanan skulle kunna vara kontroversiellt och kan förväntas kunna stå i konflikt med motstående intressen. Inlösen av mark eller krav på annan kompensation är rimligt att förvänta sig.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Den vattenförekomst, i vilken Skärblacka kraftverk är belägen benämns: "Motala Ström (Roxen-Glan)" SE649265-150736.

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer pågår, och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

Vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten. Detta innebär att samma kvalitetskrav om ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte ska tillämpas. Istället är kravet att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma vilken miljökvalitet som är rimlig är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Den ekologiska potentialen har enligt vattendlegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Bedömningen av ekologisk potential baseras endast på näringsämnesdata.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk potential har fastställts till god ekologisk potential med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning, och beror på att det bedöms som tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk potential till 2015.

Vid klassificering av ekologisk potential enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021 har förutom påverkan från övergödning även de hydromorfologiska kvalitetfaktorerna varit utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificeras till måttlig ekologisk potential. I motiveringen anges att konnektivitet visar på dålig status och hydrologisk regim på måttlig, d.v.s. det finns problem med fysisk påverkan. Klassificeringen baseras på en expertbedömning, då biologiska data saknas.

I VISS (2014) anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för "Skärblacka sidofåran nedre, Damm". Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden anges som en åtgärd. Förutom Skärblacka finns ytterligare fyra definitiva vandringshinder i vattenförekomsten.

Swecos bedömning är att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten väsentligt kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströmspassage av kraftverksanläggningen.

Det bör dock betonas att biologiska undersökningar i nuläget saknas för att bedöma den ekologiska potentialen. Förutom att underlätta för vandrande fisk kan vandringsvägar även underlätta spridningen av invasiva arter. Stor förekomst av vandarmussla (*Dreissena polymorpha*) har konstaterats i Glan, och enstaka musslor har även hittats i Roxen. Länsstyrelsen i Östergötland har utfärdat rekommendationer för att hindra ytterligare spridning av vandarmussla, som bland annat går ut på att båtar och övrig utrustning ska tvättas innan de flyttas mellan olika sjöar. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Enbart anläggande av en fungerande fiskväg vid Skärblacka kommer dock sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk potential. För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de fyra övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och minskar övergödningen.

### 1.13 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket. Naturvårdsverket ISBN 978-91-620-1270-0, Fiskeriverket ISBN 978-91-972770-4-4. 294 sidor. Tillgänglig 2014-06-06 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800022567/1348912824990/ekologisk-restaurering-av-vattendrag.pdf>
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- Krafttag Ål. 2014. Tillgänglig 2014-05-23 på  
<http://www.elforsk.se/Programomraden/Vattenkraft/Krafttag-ål/>

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.

SLU. 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)

SMHI. 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)

Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).

VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23, [www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se)

---

## FISKEBY KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### **Fiskvägar Motala ström**

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### **FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID FISKEBY KRAFTSTATION I MOTALA STRÖM**



*Nedströmsvy mot turbinintagen vid Fiskeby kraftverk 2014-04-23.*

ORIGINAL

2014-09-11

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

**DAG CEDERBORG**  
**PETER RIVINOJA**  
**MATTIAS JENDER**  
**MARTIN STENQVIST**



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Fiskeby</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Fiskeby och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage vid Fiskeby	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter	11
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	12
1.7	Produktionsförlust vid Fiskeby	13
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	13
1.9	Uppskattning av totala kostnader	14
1.10	Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage	15
1.11	Juridiska aspekter	16
1.12	Miljö kvalitetsnormer	17
1.13	Referenser	18
<b>Bilaga 1</b>		<b>1</b>



Tabell 1. Information kring Fiskeby kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Vissa förklaringar till förkortningar anges i texten ovan. Flödesberäkningar från Sweco (2014).

Namn	Fiskeby
Koordinater SWEREF99 TM	6495332, 565094
Turbintyp	Semikaplan
Antal aggregat	5
Effekt MW, Energi GWh/år	3,5; 17
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,02
Avstånd från hav (km)	10
Höjd över hav (m)	22
Fallhöjd m	2,7
MQ (m <sup>3</sup> /s)	104
Turbin Qmax (m <sup>3</sup> /s)	170
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	190
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	41

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Närområde vid Fiskeby utgörs av blandskog med påtagliga inslag av exploaterad mark i form av jordbruk, byggnader och vägar. Längs vattendragets högra sida löper en järnväg utmed stora delar av sträckningen uppströms kraftverket. På kraftverkets vänstra sida finns ett pappersbruk och på den högra sidan är Norrköpings kommuns vattenverk förlagt. Sträckorna nedströms kraftverket domineras av rekreationsområden och bebyggelse, men stränderna närmast vattendraget har oftast en 5-20 m bred bård av träd. Uppströms dammen (älvsbredd av runt 80 m) dominerar svagt strömmande till lugnflytande vatten, där dock relativt höga vattenhastigheter har uppmätts i anslutning till intagen för Fiskeby kraftverk samt Norrköpings vatten (ca 0,8 m/s vid ett totalflöde av runt 60 m<sup>3</sup>/s enligt KTÅ 2014). Vattenhastigheterna sjunker något på uppströmsliggande sträcka, dock återfinns områden med strykande vatten vid holmar (bl.a. Ringstadholm) ca 650 m uppströms kraftverket. Den närmaste sträckan nedströms kraftverket utgörs av turbulent och strömmande-forsande partier (älvsbredd 50-70 m) beroende av flöde genom turbinerna. Bottensubstratet inom närområdet domineras generellt av grovdetritus, block, sten, grus och sand med inslag av med finsediment. Närmare Norrköping faller vattendraget svagt fram till Riksvägsbron och längs sträckan är vattnet av lugnflytande till svagströmmande karaktär med en botten dominerad av finare sediment med inslag av vattenvegetation som vass. Från Riksvägsbron till Holmens kraftverksintag ökar vattenhastigheten och klassas som strömmande med grövre bottensubstrat.

Fiskfaunan inom delområdet utgörs i nuläget av olika arter av vitfisk men även gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och gös (*Sander lucioperca*) är vanligt förekommande. Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då informationen inte har relaterats till specifika områden mellan kraftverken. Allmänna uppgifter gör dock kännande att asp (*Aspius aspius*) förekommer längs merparten av huvudfåran i Motalaström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*), siklöja (*Coregonus albula*) och nors (*Osmerus*

---

*eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, speciellt i anslutning till sjöar och lugnvatten. I området finns även id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*), sik (*Coregonus lavaretus*) och lake (*Lota lota*). I dagsläget planterats regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*) regelbundet ut på sträckan Fiskeby till Holmen och även sporadiskt i Glan. Utifrån historiska källor görs bedömningen att öring (*Salmo trutta*) och harr (*Thymallus thymallus*) har förekommit i större delen av vattensystemet och att havsöring har vandrat upp från Bråviken till Glan, huruvida lax (*Salmo salar*) vandrat upp från Bråviken framgår dock inte (Nyblom 1940). Ål (*Anguilla anguilla*) har förekommit naturligt inom systemet och arten lever vidare genom utsättningar från fångster i ålyngeluppsamlaren vid Havet/Bergsbron samt kompensationsutsättning av karantänhållna ålyngel. Dessa ålar sätts ut i sjöar uppströms Fiskeby och möjligheten till att förbättra nedströmspassage av ål förbi Fiskeby kraftverk har under senare tid studerats inom programmet Krafttag Ål (KTÅ 2014). Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade fiskarter.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Fiskeby och potential av genomförande av åtgärd

I SMHI (1943) som redovisar historiska uppgifter för Sveriges vattendrag anges följande citat: ”Nedanför Glan ligger en serie fall (Fiskebyfallet, Gryts- och Dragsfallen, Bergsbrofallet m.fl.), vilka tillsammans sänka Motalaström med över 20 m, d.v.s. ned till havets nivå”. Efter vattenkraftsutbyggnad återstår idag en bråkdel av de historiska strömvattenmiljöerna på sträckan. De historiska förekomsterna för olika fiskarter vid Fiskeby kraftverk har i denna utredning inte kunnat utredas mer än översiktligt (se ovan), dock framgår att strömsträckorna kring Fiskeby historiskt utgjort värdefulla strömvattenhabitat och haft en relativt riklig förekomst av strömvattenlevande fiskar som t.ex. havsöring (Nyblom 1940).

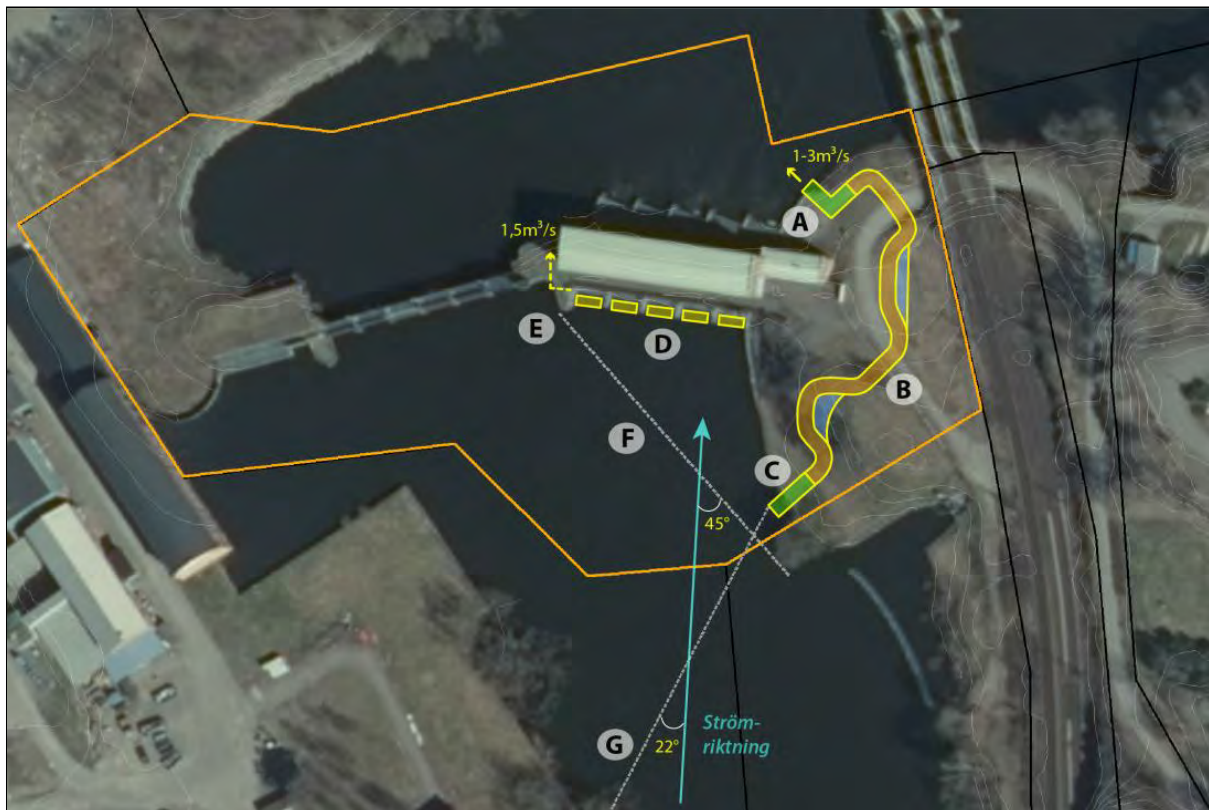
De prioriterade arterna för att återetablera fiskvandring vid Fiskeby föreslås vara öring, asp, vimma, nors, färna och ål, medan övriga arter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake sannolikt kommer att gynnas av fiskvandringvägar. Eventuellt kommer också flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*), harr och sik att vara aktuella målarter. Många av dessa arter, inkluderande deras juvenila stadier, utgörs av relativt svaga simmare (t.ex. gös), varför en passage för uppströmsvandring inte får ha för hög vattenhastighet. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att i första hand underlätta en säker passage av utlekt vuxenfisk och dess avkomma, samt blankål. Nedan redovisas olika åtgärder som prioriterats för att återetablera upp- och nedströmsvandring för nämnda målarter vid Fiskeby, där idéer som bedöms mindre funktionella eller praktiskt komplicerade att skapa har listats under rubrik 1.9.

Genom återskapandet av fiskuppvandring vid Fiskeby kraftverk bedöms att runt 3 km av vattendragssträcka erhålls innan sjön Glan som har yta av 7320 ha, medan ytterligare 2,4 km erhålls mellan Glan och Skärblacka som är det närmaste kraftverket uppströms Fiskeby. Den totala ytan av vattendrag motsvarar runt 50 ha där ungefär 15 ha bedöms utgöras av strömmande vattenbiotoper, därtill tillkommer dock även biflöden mynnande i Glan som kan utgöra potentiella reproduktionsområden för fiskarter som föredrar strömmande vatten. Uträkningarna ovan är baserade på översiktliga GIS-biotopkarteringar utförda inom projektet samt uppgifter från Tibblin m.fl. (2012).

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage vid Fiskeby

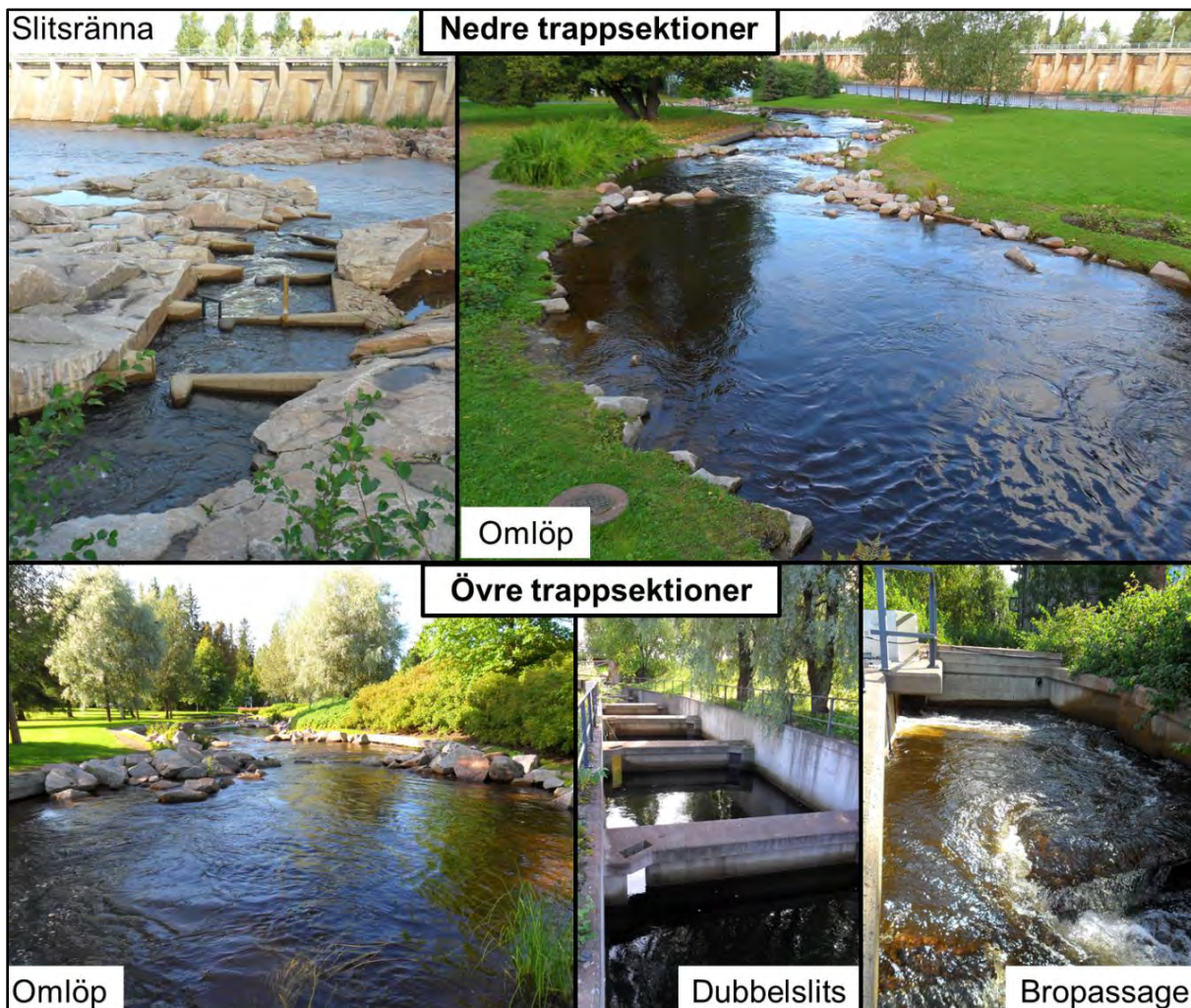
För fiskpassage vid Fiskeby föreslås att ett naturliknande omlöp med en slitsränna som in- och utgångssektioner anläggs vid högra sidan av älven mellan befintlig kraftverksbyggnad och järnväg (Åtgärd A-C). Genom anläggandet av de tekniska delarna tillgodoses en fungerande fiskpassage för

rådande flödes- och vattenståndsvariationer kring kraftverket, vilket ökar möjligheterna till att reglera flöden och vattenhastigheter för fiskens passerbarhet av fiskvägen. Nedströmsvandrande fiskar kan avledas med alfagaller närmast turbinintaget (D) och/eller betagaller (E-F) via flyktöppningar till lucka (G) eller via omlöpet. Slutliga lösningar för nedströmsvandring kommer att presenteras i samarbete med av krafttag ål (KTÅ 2014). Åtgärderna för fiskvandringar vid Fiskeby är sammanställda i Figur 2.



- A. Slitsränna (15 m).**  
Koncentrerat vattenflöde kan öka uppströms anlockning av fisk där vattenhastighet varieras med reglerbara slitsar. Utgörs av 5 pooler med djup av 1,5-2,5 m.
- B. Naturligt omlöp (130 m).**  
Fiskpassage med habitat och svämningsplan med en medellutning av ca 1,7 %.
- C. Utgång slitsränna (10 m).**  
Ingångsflödet varierbart med reglerbara slitsar. 3 pooler med djup av 1,5-2,5 m.
- D. Alfagaller (8 m bredd, 8 m längd x 5 galler).**  
Kan för 4,5 m djup anläggas med ca 8 m längd och 8 m bredd vilket ger  $\alpha < 35^\circ$  med en spaltvidd på 18 mm.
- E. Flyktöppning (lucka).**  
Reglerbar lucköppning.
- F. Betagaller (85 m).**  
Avleder fisk från turbiner via flyktöppning vid damm med ett gallerdjup av 3,3 m och med  $< 45^\circ$  vinkel mot huvudströmmens riktning.
- G. Betagaller (90 m).**  
Avleder fisk från turbiner via fiskväg med ett maximalt gallerdjup av 3,5 m och en  $22^\circ$  vinkel mot huvudströmmens riktning.

Figur 2. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Fiskeby. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-06-30.



Figur 3. Exempel på ett omlöp med teknisk in- och utgång vid Oulujoki i Finland.

### Åtgärd A-C – Omlöp med slitsränna (totalängd 155 m)

Åtgärden med omlöp i kombination av slitsränna (exempel i Figur 3) syftar till att tjänstgöra som en uppvandringssväg för fisk från turbinutloppet till området uppströms kraftverket. För de vattenståndsvariationer som råder vid kraftverket (ofta förekommande nivåskillnader på runt 0,8 m, Bilaga 1) rekommenderas en teknisk in- och utgång i fiskvägen i form av en slitsränna. Till skillnad mot en naturlig öppning medger slitsdesignen allmänt större skiftningar i vattennivåer och bättre möjligheter att koncentrera vattenströmmen vid trappans ingång. Här föreslås att slitsrännan dimensioneras för ett medelflöde av  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  (min-max  $1\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) och i relation till detta konstateras att Franska slitsrännor ofta är anpassade för  $0,7\text{--}3 \text{ m}^3/\text{s}$  (Degerman 2008). En slitsränna medger därmed bra förutsättningar till att optimera vattenhastigheterna för fiskens uppströmsanlockning till fiskvägen och leder sannolikt till en ökad uppströmsvandring av fisk. Åtgärden kräver ingrepp vid stenmur nedströms turbinutloppet samt nära dämmande konstruktion uppströms och för ändamålet krävs detaljutredning av geotekniska och hydrauliska förhållanden. Slitsarna bör vara reglerbara så att vattenhastigheterna kan optimeras för

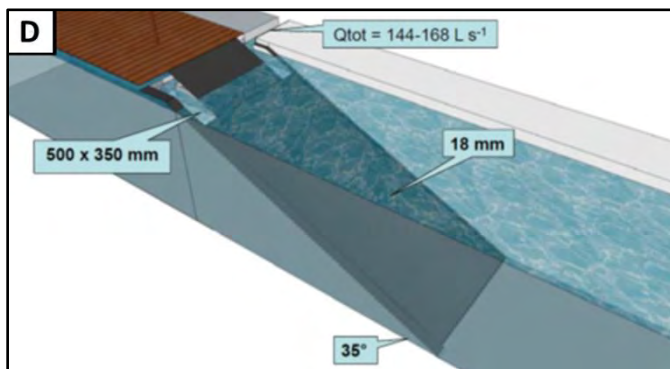
tänkta målarter. Grovt räknat torde bredden kunna varieras från runt 0,3-0,8 m med ett djup av runt 1,5–2,5 m, vilket ger möjlighet att justera både vattenhastigheten vid trappans ingång och inkommande vattenmängd vid dess övre del. För ett manöverutrymme som bör vara runt 3 gånger fiskens längd innebär det att poolerna bör vara kring 3 m långa för en fisklängd av 1 m. Förslagsvis anläggs trappans botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö med lägre vattenhastigheter längs botten där artificiell vegetation kan anläggas för att gynna svaga simmare. Den naturlika delen som motsvarar ca 130 m i längd byggs enligt etablerade metoder med blandade strömhabitat och översvämningssplan. Sammantaget bedöms fiskvägens längd bli kring 155 m vilket ger en medellutning av 1,7 %, räknat på en fallhöjd av 2,7 m. Utgången med teknisk del kan utgöras av tre pooler med reglerbara slitsar med en längd av runt 10 m. Den naturlika delen bör vara uppbyggd av varierande strömmiljöer och meandrande pooler av tillräckligt djup (upp till ca 2 m), för att tillåta både vandring av stor fisk samt övervintringsområden för mindre fiskar i systemet. Speciellt viktigt är att övergång mellan naturlig del och tekniska sektion blir tillräckligt djupa. I omlöpet bör översvämningssplan skapas och konstgjorda trösklar kan anläggas för koncentrerings av strömmen. Bro med gjutna valv anpassade för tunga transporter, alternativt kulvertering, av fiskvägen krävs för överfart av bilväg vid minst två platser och här kan betongförstärkningar av omlöpet behövas. Exempel på andra förstärkta områden kan vara vid omlöpets krökar där vattentrycket vanligtvis är som högst, dock kan det om berget är svagt krävas betongförstärkning på fler delar. Grovmaskigt metallnät krävs sannolikt som förstärkning (erosionsskydd) av vissa strandpartier. Fiskvägens övre del förses med en utgång i form av en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras.

Lokaliseringen av fiskvägens ingång i relation till dammtekniska aspekter måste beaktas och relateras till resultat från geotekniska undersökningar. Eventuellt kan ingångsdelen behöva förläggas något längre nedström än vad som visas i Figur 2 beroende på närområdets geologi. Byggnationer inom området leder även till att nedgrävda ledningar måste beaktas, samtidigt som föreslagen fiskväg, som hamnar relativt nära järnvägen, sannolikt kan kräva speciella anpassningar och skyddsåtgärder. Det är därför viktigt att säkerställa och redovisa att lokalisering och konstruktion av fiskvägen kan göras på ett sådant sätt att inte ökade risker för påverkan av banvallen och andra element kan uppkomma. Högt ställda krav på geotekniska undersökningar och robusta lösningar för att förhindra läckage och erosion är därför rimligt att förvänta sig. En viktig samrådspart i frågan om fiskvägens detaljplanerande kommer därför att vara Trafikverket.

Vid anläggande av fiskväg måste också befintlig gång- och cykelväg beaktas. Troligtvis erfordras staket eller liknande anordning på sträckan som löper längsmed fiskvägen för att undvika incidenter.

#### **Åtgärd D-E – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 40 m, längd 8 m)**

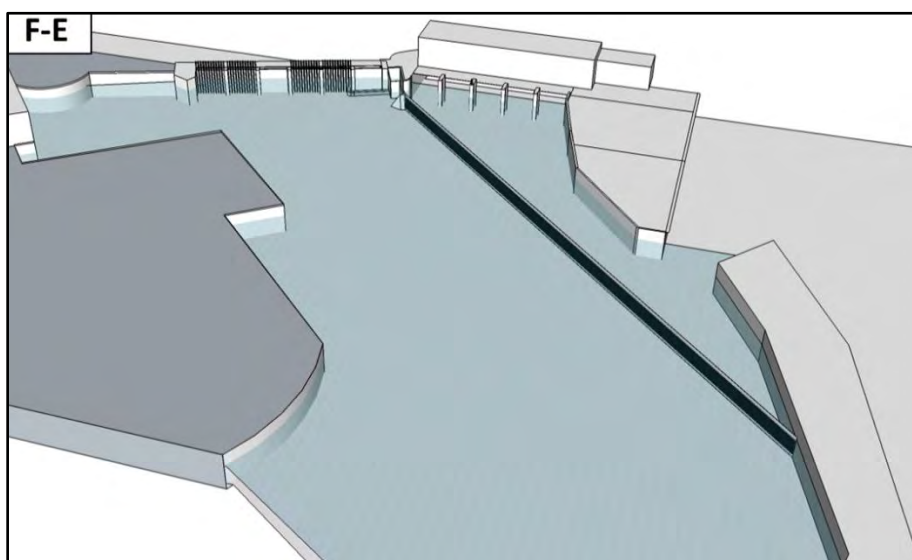
Åtgärden hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller (D) till flyktöppningar med uppsamlingsränna mynnande vid G. Baserat på information som redovisats av KTÅ (2014) medför turbinernas intagsdjup av runt 4,5 m att en galleryta för intagsbredden 8,0 m ger en gallerlängd av runt 8 m. Detta medför en gallerlutning av runt  $\alpha=32^\circ$  med en föreslagen gallerpaltvidd av 18 mm (illustrerat i Figur 4). Vid en lösning med låglutande alfagaller förses varje av de fem turbinintagen med separata galler och flyktöppningar där uppsamling av fisk sker till ränna eller tub som på läglig plats passerar nedströms kraftverket. Flyktöppningarna läggs yt nära och dimensioneras för medelflöden av runt  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  vilket ger ett sammanlagt flöde av  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  för nedströmmande fisk som förväntas utgöra en säker passage för nedströmmande fisk. Åtgärden kräver sannolikt en modifikation av befintlig rensmaskin.



Figur 4. Exempelbild på alfagaller med flyktöppning som installerats vid Emån.

### Åtgärd F-E – Betagaller med flyktöppning (85 m)

Vid en lösning med ett låglutande betagaller täcks inloppet till turbinerna med ett enda långt galler. Med intagets dimensioner i beaktande, är en lämplig gallerhöjd 3,3 m, vilket ger en gallerlängd av runt 85 m. En stor flyktöppning placeras ytligt i gallrets slut närmast till vänster om turbinintag (Figur 5). Tillämpat för det 44 m breda intaget, motsvarar detta en lutning på kring 30°, vilket uppfyller krav på låg lutning och stor galleryta. Föreslagen spaltvidd på 18 mm är lämplig i enlighet med tidigare erfarenheter kring nedströmsvandrande blankål men samtidigt kan en minskad spaltvidd vara erforderlig för andra arter och livsstadier än blankål (referenser i KTÅ 2014). Gallerelementen kan antingen orienteras vertikalt eller horisontellt, men det är fortfarande oklart vilka för- respektive nackdelar som kan förväntas med de två varianterna. Trots att gallret är långt, vilket normalt betyder anläggandet av flera flyktöppningar, rekommenderas en lösning med en väl tilltagen öppning i slutet av gallret då nedströmsvandrande fiskar förväntas vandra mot den punkten. En flyktöppning med en dimension av runt 1 x 1 m med ett flöde av ca 2 m<sup>3</sup>/s bör vara tillräcklig och anläggs då ytligt mot en uppsamlingsränna som leder fisk till turbinutloppet.



Figur 5. Exempelbild på betagaller för Fiskeby (från KTÅ 2014).

### Åtgärd G-E–Betagaller med avledning till fiskväg (90 m)

Som ett alternativ för lokaliseringen av ovan nämnda betagaller kan en liknande struktur placeras strax uppströms i vattendraget för att leda fisk mot föreslagen fiskväg. Dessa galler anläggs som beskrivits ovan, där längden av 90 m med ett maximalt gallerdjup av 3,5 m ger en 22° vinkel mot huvudströmmens riktning. För detta ändamål bedöms uppströms fiskvägen utgöra en passabel nedvandringstrutt.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter

Fiskeby är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS. Föreslagen åtgärd innebär att en fiskväg byggs som ett naturligt omlöp med längden ca 130 m. Omlöpets ingång på nedströmssidan utgörs av en slitsränna, ca 15 m lång, och är placerad på höger anslutningsdamm ca 15 m nedströms om kraftverkets turbinutlopp. Omlöpet sträcker sig åt uppströmshållet delvis parallellt med järnvägsspåret och viker därefter av för att mynna i magasinet ca 60 m uppströms om intaget. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms inte påverkas vid föreslagen åtgärd.

Den tänkta fiskvandringssvägen är brant och kommer korsa infarten till maskinstationen samt även en bilväg som leder upp till området på uppströmssidan. Byggnadstekniskt ställer det en del krav på utförandet och med avseende på att ledningar till maskinstationen kommer att korsas måste detta lösas utan att påverka stationens funktion. Broar över slitsränna och omlöp måste klara av belastning från tunga transporter till och från kraftstationen. Omlöpets ingång på nedströmssidan bör ej placeras för nära kraftverkets turbinutlopp. Eftersom slänten är brant kan den vara känslig för eventuella skred och hänsyn måste därför tas till detta vid anläggande av ingången. Om möjligt föreslås att ingången placeras längre nedströms för att minska erosionsrisken från strömmande vatten från turbinutloppet.

Till höger om anläggningen finns en järnväg och en järnvägsbro. Vid utförande av omlöp behöver hänsyn tas till detta. Järnvägsbrons anslutning är grundlagd mot en slänt bakom det tänkta omlöpet. För att inte äventyra brons anslutning och järnvägen bör omlöpet inte placeras för nära järnvägen. Schakt i slänten kan orsaka stabilitetsproblem och erosion vilket kan leda till att rälsen sätter sig.

Idag finns rensmaskin vid turbinernas intag, dock måste med största sannolikhet denna modifieras för rensning av planerade alfagaller (D). Befintligt utskov i direkt närhet till maskinstationen är tänkt att användas som flyktöppning med ett kontinuerligt flöde på sammantaget maximalt 1,5 m<sup>3</sup>/s. Det måste även fortsättningsvis finnas möjlighet att öppna denna lucka helt. Om ovanstående tas i beaktning innebär sannolikt inte åtgärden någon risk för dammsäkerheten vid anläggningen.

Det finns ytterligare förslag för att avleda fisk från turbiner med betagaller, antingen via flyktöppning vid damm (F) eller via fiskväg (G). En tänkbar risk med dessa förslag är att större drivgods och is fastnar i gallret som då kan skadas.

Personsäkerheten vid föreslagen åtgärd med naturligt omlöp bedöms ej påverkas utöver vad som nämnts ovan. Detta gällande risker för bl.a. järnvägens grundläggning, vilket skulle kunna påverka personsäkerheten för de som färdas på järnvägen, samt för de som vistas närmast fiskvägen. Delar av riskerna kan elimineras genom att anlägga staket längsmed fiskvägen.

---

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala omgivningsförhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fisktrappor till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven ("Halfway Ice Harbor Fishway type"), invigd 2012, torde kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Därtill tillkommer kostnader för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring t.ex. geotekniska förhållanden som tillsammans med rådande tillstånd- och prövningsverksamhet med miljökonsekvensbeskrivning och miljödömdom tillför extra kostnaderna på slutsumman för åtgärder.

### **Åtgärd A-C – Omlöp med slitsränna (155 m)**

Kostnader för ett omlöp med slitsränna i nedre och övre delar förväntas bli runt 3-5 Mkr. Anläggandet av omlöp innebär schaktningar och eventuellt sprängningsarbeten, där ev. sprängningsarbeten och ingrepp i befintlig stenmur nedströms och dämmande konstruktioner uppströms medföra extra utgifter. För att trafik skall få tillgång till kraftverket krävs väg, vilket skulle resultera i att minst två delar av fiskvägen behöver kulveteras eller anläggs med bro. Närheten till järnväg kan leda till ökade kostnader i samband med olika säkerhetsaspekter. I fall berget är poröst kan gjutningsarbeten erfordras på en längre sträcka vilket innebär ökade kostnader. Om omfattande fördrande sprängningar krävs kan fiskvägens naturliga dragning förenklas och samtidigt kan vissa av översvämningstorna uteslutas. Byggnationerna kan leda till en längre tid av produktionsbortfall och eventuella merkostnader varför en minimumkostnad på 3 Mkr är att förvänta.

### **Åtgärd D-E – Alfagaller med flyktöppningar (totalbredd 40 m, längd 8 m)**

Vid Fiskeby kan det anläggas alfagaller av liknande typ som de installerade vid Ätrafors i Ätran. Kostnaden för dessa beräknas i Fiskeby uppgå till runt 2-3 Mkr plus produktionsbortfall och kostnader som tillkommer en eventuell modifikation av rensmaskin.

### **Åtgärd F-E – Betagaller med flyktöppning (85 m)**

Betagaller för Fiskeby kan efterlika den struktur som installerats vid Herting i Ätran, som där kostat närmare 4 Mkr med modifierad rensmaskin. Här tillkommer även kostnader för produktionsbortfall under installationen, samt för eventuella behov av förändringar i framtida regleringsmönster i form av minskad fallhöjd och turbinkörningsschema, vilket noteras i Ätran.

### **Åtgärd G-E – Betagaller med avledning till fiskväg (90 m)**

Som ett alternativ för lokaliseringen av ovan nämnda betagaller kan en liknande struktur placeras strax uppströms i vattendraget för att leda fisk mot föreslagen fiskväg. Dessa galler anläggs som beskrivits ovan, där längden av 90 m med ett maximalt gallerdjup av 3,5 m ger en 22° vinkel mot huvudströmmens riktning. För detta ändamål bedöms fiskvägen utgöra en godtagbar nedvandringsrutt.

## 1.7 Produktionsförlust vid Fiskeby

För Fiskeby beräknas produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 4 m<sup>3</sup>/s som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 74 % vilket är relativt lågt. Utifrån ålder, storlek och typ av aggregat borde stationsverkningsgraden vara ca 83 %. Skillnaden beror troligen till stor del på variationer i fallhöjden. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 2,5 m, ett maxflöde på 170 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedeltappningen från Glan. Produktionsförlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 0,58 GWh/år, vilket motsvarar runt 4 % (0,58/14,5) av den årliga elkraftproduktionen.

Produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms att vara 0,26 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 110 mm (nuvarande spaltbredd) till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,022 m vilket ger en effektförlust på 33 kW vid maxflödet 170 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 1,8 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av det låglutande fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 203 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till låglutande fingaller bedöms vara 91 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

I Tabell 2, nedan, sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra det bästa alternativet för god uppströmspassage för många arter och storlekar rekommenderas i första hand alternativen A-C. Kostnaden för dessa åtgärder bedöms till totalt 3-5 Mkr.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med beprövade alfagaller, åtgärd D-E. Kostnaden för detta förväntas uppgå till totalt till ca 2-3 Mkr.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskvägslösningar vid Fiskeby.

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A-C	Medger uppvandring förbi damm.	Möjliggör passage för fisk som lockas mot turbinutloppet. Slitsdelar ger god anlockning mot fiskvägen och tillåter flödesvariation. Omlöp ger nya strömhabitat.	Ökade kostnader: Järnväg, Vattenverk, Kraftverk kablage. Kräver överfart av väg	3-5 Mkr
1	D-E	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med alfagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	2-3 Mkr
2	F-E	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS 2013:19. Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med betagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	3-5 Mkr
2	G-E	Krav på nedströmspassage enligt HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med betagaller och flyktöppningar.	Driftskostnader för spill och rensmaskin.	3-5 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bl.a. på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar (utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport). Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid av 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar provas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Nedströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	1	2
<b>Kostnader, kr</b>			
Byggkostnad	4 000 000	2 500 000	4 000 000
Rensmaskin		100 000	ingår i summa ovan
Fallränna/tub		500 000	500 000
Fiskräknare inkl. installation mm	400 000		
Detaljprojektering inkl. geoteknik mm	250 000	250 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>4 900 000</b>	<b>3 600 000</b>	<b>5 000 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000		
Drift underhåll galler		150 000	150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000		
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000		
Produktionsförlust	203 000	91 000	91 000
<b>Totalsumma</b>	<b>309 000</b>	<b>241 000</b>	<b>241 000</b>

## 1.10 Mindre lämpliga alternativ till fiskpassage

### Åtgärd - Vänstra delen av vattendagat

Potentiellt kan en ingång till en fiskväg förläggas på vänster strand ca 30 m nedströms luckorna vid spilldammen. Denna lösning kan vara nödvändig om det förekommer höga spillflöden i framtiden. Att anlägga en fiskväg på spilllets sida kan dock vara komplicerat med hänsyn till nuvarande industriområde. Sammantaget bedöms denna älvstrand inte utgöra ett rekommenderat alternativ för fiskväg då det bedöms medföra stora kostnader vid anläggandet och med rådande flödesscenarier och ur fiskens synvinkel knappast vara det bästa alternativet för uppströmspassage vid Fiskeby.

### Åtgärd - Ytavledare (80-90 m)

En avledare som syftar till att styra nedströmsvandrande fisk mot inlöpet kan anläggas enligt dragning av alternativ D. Denna anläggs då från ytan ned till minst runt 2 m djup med en låg vinkel mot huvudströmmen. Konstruktionen kan vara en ytavledare typ Norrfors i Umeälven eller en beteende avledare av Louver-typ Exploits River i Kanada (Figur 9). De resultat som hittills nåtts i Sverige med ytavledare (stora norrlandska älvar) pekar dock på att avledningsförmågan för fisk varit låg. Tänkbara risker med denna typ av avledare är att drivgods eller is fastnar i ledarmen som då kan skadas och i värsta fall gå av. Nedströmsavledare kan vara invecklade att anlägga och i nuläget förkastas detta förslag.



Figur 9. Ytavledare vid Norrforsdammen i Umeälven (vänster) och kanadensiska Louver-element (höger).

### 1.11 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna kring detta återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m., samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För viss mindre omfattande verksamhet räcker en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Fiskeby är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller mot alla och envar. Föreslagna åtgärder ligger helt inom fastigheter ägda av Tekniska verken i Linköping AB och innebär att kravet på rådighet är uppfyllt.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

Kraftstationen ligger inom vattenskyddsområde för Glans ytvattentäkt och nära järnväg. Viktiga samrådsparter i samband med beslut om tillstånd och utformning kommer därför att vara Länsstyrelsen i Östergötland och Trafikverket.

## 1.12 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer och klassificering av ekologisk och kemisk status för alla vattenförekomster presenteras i "Vatten Informations System Sverige" VISS (2014). Den vattenförekomst, i vilken Fiskeby kraftstation är belägen benämns: " Motala Ström (Glan-Bråviken)", SE649609-152033.

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten- detta innebär att samma kvalitetskrav om ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte ska tillämpas. Istället är kravet att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma vilken miljökvalitet som är rimlig är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart.

Den ekologiska potentialen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig.

Utöver problem med vandringshinder i form av vattenkraftsanläggningar finns det problem med övergödning, vilket också är utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificerats till måttlig status.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk potential med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning och morfologiska förändringar och beror på att det bedöms som ekonomiskt orimligt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015. För att avgöra vilka åtgärder som krävs för att skapa hydromorfologiska förutsättningar för att uppnå god ekologisk status krävs ytterligare utredning.

En liknande bedömning och klassificering av ekologisk potential görs enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021. Där identifieras påverkan från övergödning och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet, hydrologisk regim mm) som utslagsgivande. Konnektiviteten är klassad till dålig status, hydrologisk regim till måttlig och statusen är otillfredsställande för det morfologiska förhållandet. Förekomsten bedöms därmed ha ett problem med fysisk påverkan.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra potentialen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder" för Fiskeby. Åtgärden anges ha effekt i den aktuella vattenförekomsten, och i den uppströms belägna Glan (SE649686-151617). Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden anges so en möjlig åtgärd.

Det bör betonas att bedömningen enligt hydromorfologiska faktorer inte stöder sig på några biologiska undersökningar i nuläget. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

---

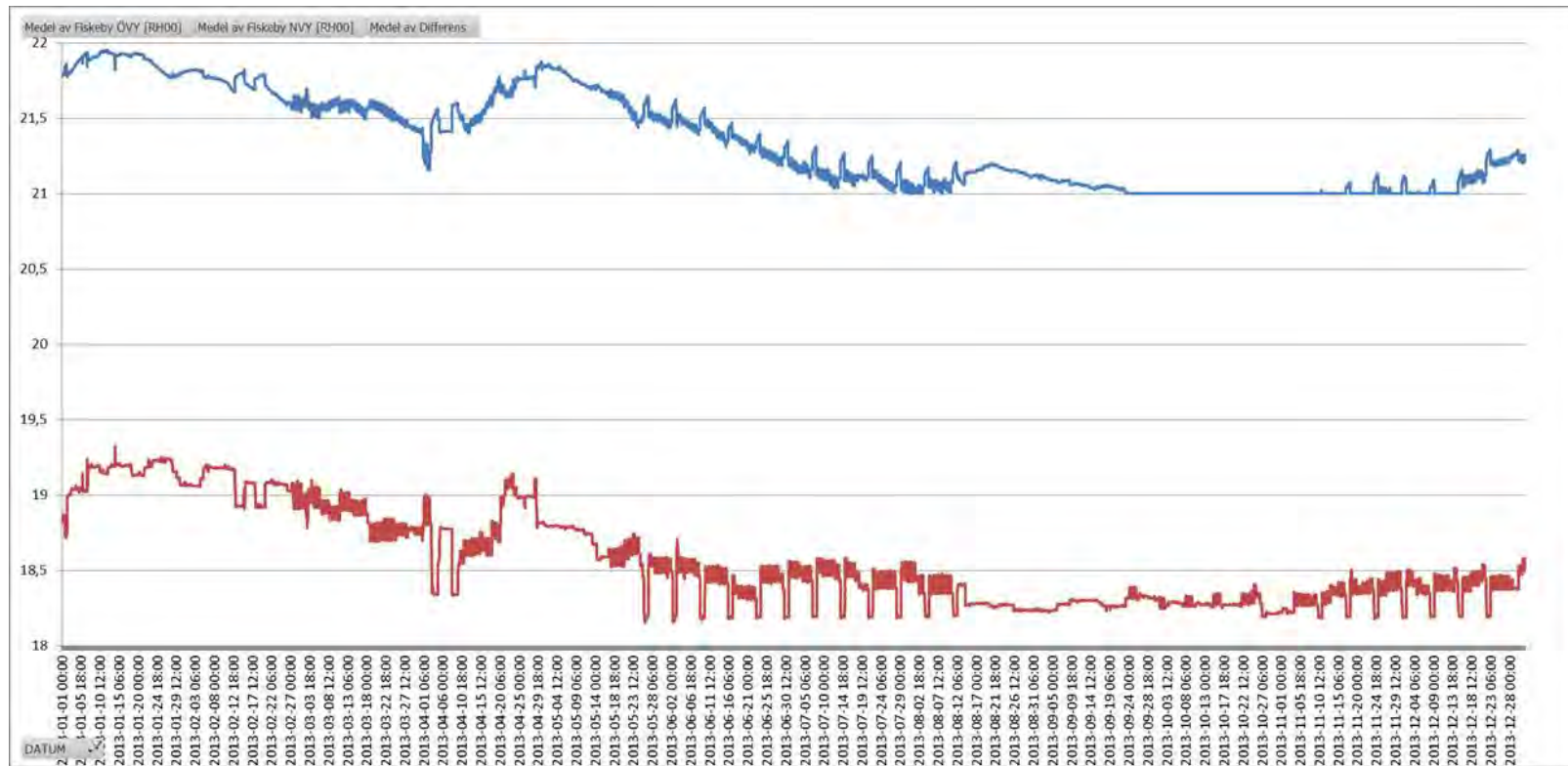
Swecos bedömning är ändå att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Enbart anläggande av en fungerande fiskväg vid Fiskeby kommer dock sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk potential. För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de fyra övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och minskar övergödningen.

Väsentlig negativ påverkan på verksamheten bedöms vara åtgärder som leder till försämrad förmåga att tillföra reglerkraft. Detta hänvisar också till påverkan på miljön i stort och då särskilt till klimatpåverkan. Vid avvägning mellan att uppnå god ekologisk status och väsentlig negativ påverkan på samhällsnyttig verksamhet bedöms maximal ekologisk status vara bibehållen ekologisk status samt eventuella åtgärder inom genomförandet av åldirektivet och habitatdirektivet.

### 1.13 Referenser

- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket. Naturvårdsverket ISBN 978-91-620-1270-0, Fiskeriverket ISBN 978-91-972770-4-4. 294 sidor. Tillgänglig 2014-06-06 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800022567/1348912824990/ekologisk-restaurering-av-vattendrag.pdf>
- HVMFS. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19. Tillgänglig 2014-07-07 på:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.2cf45b7613f6ca957cc61ed/1372951605894/HVMFS+2013-19-ev.pdf>
- KTÅ. Krafttag Ål. 2014. Tillgänglig 2014-05-23 på  
<http://www.elforsk.se/Programomraden/Vattenkraft/Krafttag-al/>
- Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer AB. Stockholm 1940.
- SLU. 2014. Artdatabanken, Artportalen. Tillgänglig 2014-06-30 på: [www.artportalen.se](http://www.artportalen.se)
- SMHI. 1943. Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström. Tillgänglig 2014-05-20 på:  
[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.34809!14740339.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.34809!14740339.pdf)
- Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).
- Tibblin P, Larson P-E, Gezelius L, Hjalte U, Holmstrand L & Ibbe M. 2012. Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. ISBN/ISSN-nr: 978-91-7488-308-4. 201 sidor. Tillgänglig 2014-02-02 på:  
<http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/Sv/publikationer/2012/Pages/plan-for-restaurering-av-vardefulla-sotvattenmiljoer-i-ostergotland.aspx>
- VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23, [www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se)

## Bilaga 1



Nivåvariation på timbasis vid Fiskeby kraftverk närmast uppströms (blå linje) och nedströms (röd linje).

1 (1)

FISKEBY KRAFTSTATION  
2014-09-11  
ORIGINAL  
FISKVÅGAR MOTALA STRÖM

---

## HOLMEN KRAFTSTATION

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET I ÖSTERGÖTLAND

### Fiskvägar Motala ström

UPPDRAGSNUMMER 1331399000

### FÖRSTUDIE AV FISKVÄGAR VID HOLMEN KRAFTSTATION I MOTALA STRÖMMAR



*Vy över olika dammar, kraftverksbyggnad och turbinutlopp vid Holmen.*

ORIGINAL  
2014-09-10

KARLSTAD MILJÖ

Sweco Environment AB

DAG CEDERBORG  
PETER RIVINOJA  
MATTIAS JENDER  
MARTIN STENQVIST



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Holmen</b>	<b>4</b>
1.1	Tekniska och rättsliga förhållanden	4
1.2	Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna	5
1.3	Syftet med fiskpassage vid Holmen och potential av genomförande av åtgärd	6
1.4	Prioriterade lösningar för fiskpassage	6
1.5	Dammsäkerhetstekniska aspekter – Holmen	11
1.6	Kostnader för installation av fiskväg	12
1.7	Produktionsförlust	12
1.8	Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer	13
1.9	Uppskattning av totala kostnader	14
1.10	Juridiska aspekter	15
1.11	Miljö kvalitetsnormer	16
1.12	Referenser	17

# 1 Holmen

Förutsättningarna för att etablera fiskpassager vid kraftverket bedömdes i fält mellan 2014-04-22 och 2014-04-24 samtidigt som en översiktlig biotopkartering av sträckor upp- och nedströms kraftverket genomfördes. I syfte att ge konkreta förslag på utformningen av potentiella fiskpassager nyttjades även specifika studier inom området omfattande bl.a. av skattning av tillgängliga reproduktionsytor för lax och öring, samt möjliga vandringsförbättrande åtgärder, redovisad av Fiskevårdsteknik AB (2000).

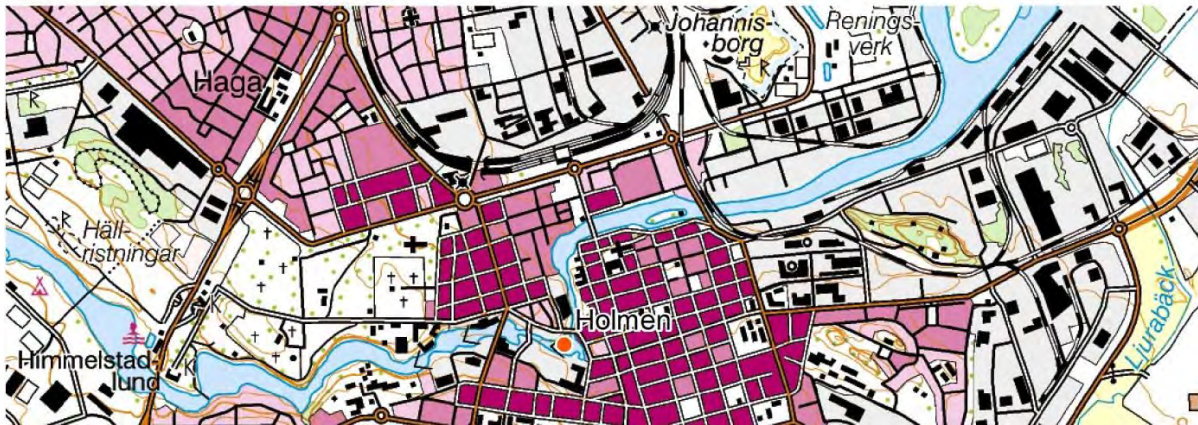
## 1.1 Tekniska och rättsliga förhållanden

Kraftverket Holmen (WGS84 58°35'23.1"N 16°10'27.7"E, fastighet Nordantill 1:1, Berget 1:1) är beläget 6,1 km uppströms Motala ströms mynning i havet och är det första i uppströmsordningen därifrån räknat (Figur 1). Kraftverket ägs av Holmen Energi AB och har sedan ombyggnationer 1991 varit i drift i nuvarande form. Kraftverksbyggnaden ligger på vattendragets vänstra sida sett i nedströmsriktning (norra sidan) medan dess intag och den längst uppströms belägna dammen återfinns ca 0,4 km, respektive 0,3 km längre upp. I närområdet återfinns alltså slutet av 1800-talet olika dammar, (se figur på försätsblad och Figur 2). Vid Grytdammen som är den översta av dem sker den huvudsakliga regleringen av intagsflödet till kraftverket som har en fallhöjd på 18 m och en Kaplan-turbin med ett maximalt intagsflöde av 165 m<sup>3</sup>/s, uttryckt som Turbin Q<sub>max</sub> i Tabell 1. Vattendragets medelflöde vid anläggningen beräknat för åren 1999-2012 har varit kring 104 m<sup>3</sup>/s där regleringsmönstret kring kraftverket är styrt av olika domar (bl.a. VA 49/1980, med deldomar och DVA 38/1991). Spilltappning sker vanligtvis under vårfloed och häftiga regn.

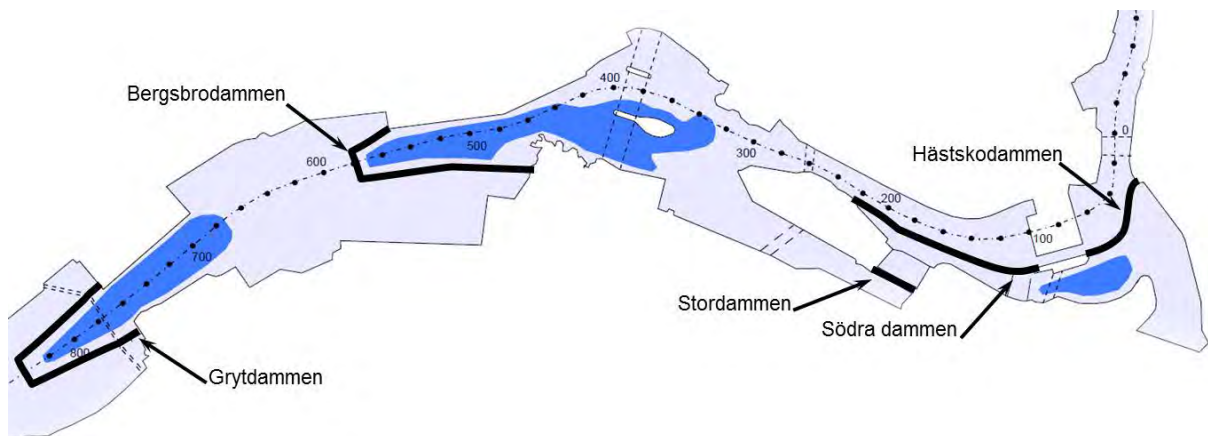
Tabell 1. Information kring Holmen kraftverk. Produktionsekvivalent avser kvoten mellan elproduktion och turbinflöde. Förklaringar till vissa förkortningar anges i texten ovan. Flödesdata från Sweco (2014).

Namn	Holmen
Koordinater SWEREF99 TM	6494968, 568268
Turbintyp	Kaplan
Antal aggregat	1
Effekt MW, Energi GWh/år	24; 112
Produktionsekvivalent MWh/TE	0,16
Avstånd från hav (km)	6,1
Höjd över hav (m)	19
Fallhöjd m	18,4
MQ (m <sup>3</sup> /s)	104
Turbin Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)	165
MHQ (m <sup>3</sup> /s)	198
MLQ (m <sup>3</sup> /s)	20

0 500 1 000 Meter  
Skala 1:30 000



Figur 1. Översiktskarta för Holmen kraftstation. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-08-02.



Figur 2. Karta över dammar vid Holmen kraftstation med nuvarande potentiella lekrområden för laxfisk (blå yta), samt avstånd från Järnbrogatan indikerade (svart linje). Figur modifierad från Fiskevårdsteknik AB (2000).

## 1.2 Beskrivning av kraftverkets närområde och dess fiskfauna

Motala ströms vatten har under lång tid nyttjats för att utvinna energi vilket kan skönjas av dess omgivning i Norrköping där kraftverket Holmen är centralt beläget. Numera återfinns i närmiljön fem dammar vilka i ordningsföljd från havet räknat är; Hästskodammen, Södra dammen, Stordammen, Bergsbrodammen och Grytdammen (Figur 2). Nära Stordammen finns också det mindre kraftverket Bergsbron-Havet som varit i drift sedan 1923. Kraftverket påverkar inte de föreslagna fiskvandringvägar som redovisas i denna rapport, dock influerar det flödesregleringen inom området.

Fram till Fiskeby kraftverk, närmast uppströms Holmen, utgörs sträckan i huvudsak av lugnflytande vatten där omgivningen domineras av rekreationsområden och bebyggelse, där stränderna närmast vattendraget oftast har en 5-20 m bred bård av träd. Strandmiljöerna nedströms kraftverket är påtagligt influerade av mänsklig aktivitet där kanaliserade sektioner med 50-150 m bredd dominerar. Sträckan ner till havet uppvisar stora variationer i strömmiljön där kortare sektioner av strömmande vatten avlöses av längre sträckor med lugnflytande och svagströmmande partier. Längs denna del bedöms att inga optimala reproduktionsområden för strömvattenlevande laxfiskar förekommer. Historiskt återfanns vitala lekogränder för laxfisk vid flera av strömsträckorna i Norrköping. Baserat på genomförda fältkarteringar och GIS-analyser bedöms att det numera återstår sammantaget runt 1 ha av potentiella reproduktionsytor i området, där data harmoniserar med uppgifter i Fiskevårdsteknik AB (2000) enligt Figur 2. En fiskväg installerades förra året (2013) mellan turbinutloppet från Holmen kraftverk till området uppströms Hästskodammen och sedan dess har uppströmsvandring av olika fiskarter i denna noterats.

Nuvarande data på artförekomst är i likhet med historiska uppgifter svåra att knyta till delsträckor mellan kraftverk då data inte kan relateras till specifika områden mellan dessa. Allmän information pekar dock på att asp (*Aspius aspius*) förekommer längs merparten av huvudfåran i Motalaström, samt att färna (*Squalius cephalus*), vimma (*Vimba vimba*) och nors (*Osmerus eperlanus*) sannolikt förekommer inom hela systemet, ofta i anslutning till sjöar och lugnvatten. Utifrån historiska källor framgår att havsvandrande bestånd av lax (*Salmo salar*), öring (*Salmo trutta*), sik (*Coregonus sp.*) och flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*) förekommit i området kring Norrköping. I övrigt noteras numera ett flertal arter bl.a. abborre (*Perca fluviatilis*), gädda (*Esox lucius*), gös (*Sander lucioperca*), id (*Leuciscus idus*), braxen (*Abramis brama*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*), lake (*Lota lota*), simpå (*Cottus gobio*), löja (*Alburnus alburnus*), mört (*Rutilus rutilus*) och ål (*Anguilla anguilla*). Enligt SLU (2014) är bl.a. ål, asp och vimma listade som hotade arter där ålen lever vidare genom utsättningar.

### 1.3 Syftet med fiskpassage vid Holmen och potential av genomförande av åtgärd

De historiska förhållandena vid Holmen kraftverk har enbart utretts översiktligt i denna studie. Strömsträckorna har dock tidigare utgjort biologiskt värdefulla strömvattenhabitat och haft förekomst av havsvandrande fisk som bl.a. lax och öring (Nyblom 1940). I SMHIs Förteckning över Sveriges vattenfall anges följande: ”Nedanför Glan ligger en serie fall (Fiskebyfallet, Gryts- och Dragsfallen, Bergsbrofallet m. fl.), vilka tillsammans sänka Motalaström med över 20 m, d. v. s. ned till havets nivå.” Efter vattenkraftsutbyggnaden återstår idag endast en bråkdel av de historiska strömvattenmiljöerna på sträckan. Genom tillskapande av fiskvandringar vid Holmen bedöms, förutom att de nuvarande potentiella reproduktionsytorna av 1 ha vid Norrköping tillgängliggörs, att det återfinns ytterligare kring 2 ha av strömmande vatten närmast Fiskeby.

De prioriterade arterna för fiskvandring vid Holmen föreslås vara öring, lax, asp, nors, färna, vimma, sik flodnejonöga och ål, medan övriga fiskarter som t.ex. gös, gädda, abborre och lake kan komma att gynnas av vandringsvägar. Vissa av dessa arter är relativt svaga simmare och utgörs av unga och små individer, varför en fiskväg för uppströmspassage bör ha låg lutning och naturlig botten. Åtgärder för nedströmsvandring syftar till att på ett säkert sätt tillåta passage av såväl utlekta vuxna fiskar, dess avkomma, samt blankål. I Figur 3 redovisas åtgärder som prioriterats för att återetablera vandringar för olika målarter och stadier av fisk vid Holmen. Andra alternativ som i vissa fall bedömts vara mindre funktionella eller mer komplicerade att genomföra har listats mot slutet av rapporten (rubrik 1.10).

### 1.4 Prioriterade lösningar för fiskpassage

För fiskpassage vid Holmen kan flera tänkbara lösningar nyttjas där alternativen som listas här förutsätter en minimitappning av 4 m<sup>3</sup>/s förbi kraftverket. Vid de två nedersta hindren i denna fåra

(Södra dammen och Stordammen) föreslås att det vid endera, eller båda, av dessa dammar anläggs en slitsränna (Åtgärd A eller B). Med hänsyn till rådande fallhöjder åstadkoms genom en sicksackande dragning av dessa en relativt sett låg medellutning för fiskpassage. För Bergsbrodammen vid den mellersta delen av den gamla åfåran föreslås att en slitsränna, alternativ en ramp konstrueras, och en liknande lösning förespråkas även vid den översta Grytdammen. För åfåran som helhet föreslås traditionella biotopvårdsåtgärder med avlägsnande av betong längs botten och utläggning av natursten m.m. För nedströmsvandring kan fingaller med flyktöppningar anläggas vid kraftverksintaget. Sammantaget förespråkas Åtgärd B, C, D och F, vilka tillsammans på sikt kan medföra en återetablering av förlorade fiskarter inom systemet.

Ambitionen i den här förstudien har varit att föreslå åtgärder som medger lösningar för vandring av samtliga förekommande arter och små individer. Utifrån de praktiska förutsättningarna vid Holmen bedöms dock detta vara svårt att realisera fullt ut. Föreslagna fiskvägar kan sannolikt stå i konflikt med motstående intressen som är relaterade till kulturmiljövärden, statsbild m.m., å andra sidan kan fiskvägar tillskapa positiva miljöprofilsvärden sett både nationellt och internationellt. Då reproduktionslokaler för laxfiskar samtidigt återskapas kan en ökad fiskreproduktion potentiellt ge nya stimulanser för det relativt välkända sportfisket som förekommer i Motala strömmar. Förutom de åtgärder som redovisas i denna förstudie hänvisas till Fiskevårdsteknik AB (2000) som listar några alternativa förslag till fiskpassager vid Holmen och där det bl.a. skrivs " På sikt bör även en mera fullständig utrivning av Bergsbrodammen, Södra dammen, Hästskodammen och Bergsbro-Havets kraftverk samt återställning av berörda partier av åfåran övervägas." I detta uppdrag har dock utrivning av kraftverk eller dammar inte betraktats som alternativ.

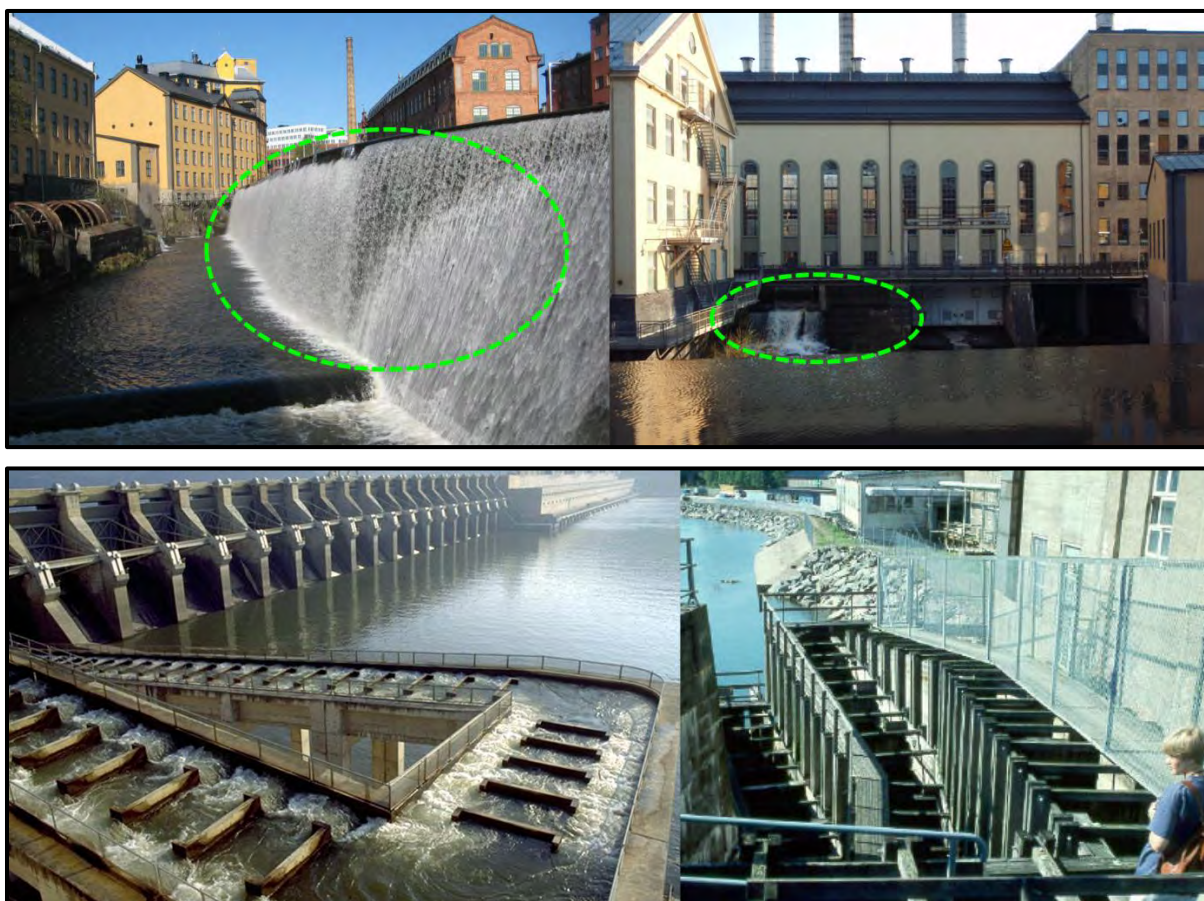


- A. Slitsränna (120 m).**  
För en fallhöjd av 8,3 m erhålls en medellutning av 6,9 %.
- B. Slitsränna (85 m).**  
För en fallhöjd av 7 m erhålls en medellutning av 8,2 %.
- C. Slitsränna eller ramp (50 m).**  
För en fallhöjd av 3,4 m erhålls en medellutning av 6,8 %.
- D. Slitsränna eller ramp (50 m).**  
För en fallhöjd av 3,0 m erhålls en medellutning av 6,0 %.
- E. Slitsränna eller ramp (40 m).**  
För en fallhöjd av 3,0 m erhålls en medellutning av 7,5 %.

Figur 3. Sammanställning över potentiella fiskpassager vid Holmen. ©Lantmäteriet S2014-02-27\_02, ©Sweco 2014-08-15.

### Åtgärd A Södra dammen – Slitsränna (120 m)

I denna åtgärd (Figur 3) föreslås att en teknisk slitsränna av sicksackande karaktär anläggs i syfte att minska dess medellutning för uppströmsvandrande fisk (se exempel i Figur 4). För en fallhöjd av 8,3 m erhålls med en 120 m lång fiskväg med en medellutning av 6,9 %. För dragningen krävs ett antal vinklingar vilka kan konstrueras i form av vilopooler i hörnen. Här föreslås att slitsrännan dimensioneras för ett basflöde av 2 m<sup>3</sup>/s (min-max 1-3 m<sup>3</sup>/s), men med möjligheter till ökade flöden, där slitsarna bör vara reglerbara så att vattenhastigheterna kan optimeras för tänkta målarter. Fiskvägen kan konstrueras med flera (multipla) ingångar för att fiskens anlockning till rutten skall fungera vid varierande flöden. Grovt räknat torde bredden på de reglerbara slitsarna kunna varieras från runt 0,3-0,8 m med ett djup av runt 1,5–2,5 m, vilket ger möjlighet att justera både vattenhastigheten vid fiskvägens ingång och inkommande vattenmängd vid dess övre del. Poolerna bör vara kring 3 m långa för en fisklängd av 1 m och förslagsvis anläggs fiskvägens botten med en naturlig struktur för att åstadkomma en heterogen miljö. För att gynna svaga simmare kan även artificiell vegetation anläggas vilket medför lägre vattenhastigheter längs botten. Fiskvägens övre del förses vid utgången med en reglerbar lucka för vattenintag och här kan även fiskräknare installeras, även om placeringen ute i vattnet innebär behov av konstruktioner för att denna ska vara tillgänglig för skötsel och drift, t.ex. genom en lejdare med skyddsräcken. Alternativet är ur byggnadsteknisk synvinkel utmanande och kan eventuellt ifrågasättas ifrån kulturella och estetiska perspektiv (se exempel i Figur 4). Tänkta dragning innebär samtidigt att fiskvägen hamnar nära dammkroppen vilket måste beaktas i relation till dammtekniska aspekter för att utröna byggbarheten av denna åtgärd.



Figur 4. Förslag till områden för fiskpassage vid Södra dammen (övre vänstra) och Stordammen i Norrköping, samt exempel på två fiskvägar (nedre bilderna) av olika storlek som har en sicksackand dragning (Bilder från Columbia floden och Åtran).

### Åtgärd B Stordammen – Slitsränna (85 m)

En 85 m lång slitsränna kan dras i detta område, vilket för en fallhöjd av 7 m ger en medellutning av 8,2 %. Alternativet innebär att fiskvägen hamnar nära reglerluckorna av befintlig damm vilket medför att särskilda krav i form av dammtekniska aspekter måste beaktas för att utröna åtgärdens praktiska byggbarhet. Se Åtgärd A för detaljutformning av åtgärden och övriga potentiellt inbegripna aspekter.

### Åtgärd C Bergsbrodammen – Slitsränna eller ramp (50 m)

En fiskväg kan anläggas vid Bergsbrodammen (som i dagsläget tjänstgör som en spegeldamm) på fårans högra sida (sett i nedströmsriktning). Alternativet kan omfatta såväl en slitsränna, en artificiell ramp, eller en av stenar upptrösklad ramp (för de två senare varianterna se Figur 5 och 6). Då merparten av vandrande fiskar orienterar sig längs med strandzonen bör fiskvägens ingång läggas nära land. Med en längd av 50 m för passagen erhålls en medellutning av 6,8 % för fallhöjden 3,4 m.

### Åtgärd D & E Grytdammen – Slitsränna eller ramp (50 m)

I likhet med Åtgärd C kan en fiskväg anläggas på endera sidan av Grytdammen, där en fallhöjd av 3 m ger en medellutning av 6,0 % för föreslagen rutt.



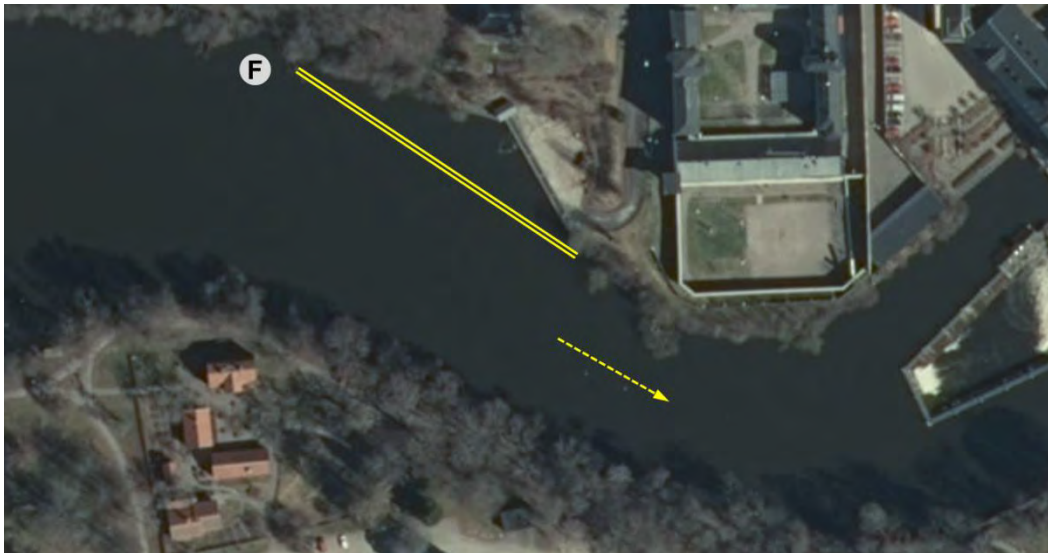
Figur 5. Exempel på tre rampkonstruktioner (Bilder från Finland, Frankrike och USA).



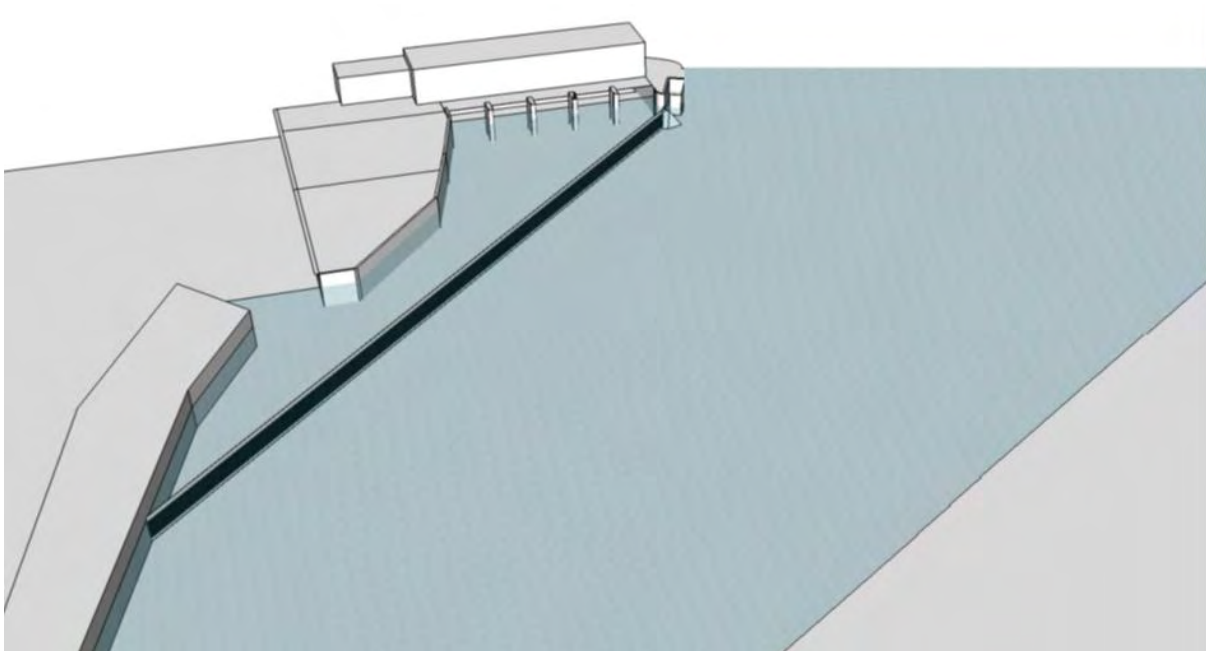
Figur 6. Exempel på två rampkonstruktioner (Bilder från Italien och Sverige).

### Åtgärd F Kraftverkets intag – Fingaller (Betagaller 100 m)

Åtgärden (Figur 7 och 8) hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller eller betagaller med flyktöppning till ränna/tub. Med tanke på kraftverksintagets utformning förefaller betagaller vara lämpliga vid Holmen. Gallren förläggs från ytan till botten (djup av runt 4 m) med en vinkel ( $\beta$ ) som är mindre än  $35^\circ$  mot huvudströmmens riktning. En öppning (slits) för  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  med uppsamlingsränna läggs på högra sidan om intaget där fisk och skräp kan avledas bort från intaget mot spillfårans sträckning. Fingaller med en spaltvidd av 18 mm föreslås vilket innebär nyinstallation av rensmaskin.



Figur 7. Potentiell nedströmsavledning med betagaller vid Holmen.



Figur 8. Åtgärd med betagaller vid Holmen. Bild från KTÅ 2014.

## 1.5 Dammsäkerhetstekniska aspekter – Holmen

Nedan följer dammsäkerhetstekniska aspekter för föreslagna åtgärder för fiskvandring förbi Holmens anläggningar i Norrköping.

Holmens anläggning är klassad som en konsekvensklass 3-anläggning enligt RIDAS för samtliga ingående dammar: Grytdammen, Bergsbrodammen Stordammen, samt Södra dammen.

### Åtgärd A Södra dammen – Slitsränna (120 m).

Förslag A innebär att en slitsränna anläggs på nedströmssidan av den befintliga överfallsdammen med längden 120 m. Rännan placeras sicksack för att minska dess medellutning. Åtgärden innebär ett ingrepp på befintlig överfallsdamm som kommer påverka vattnets strömning över dammen. Rent byggnadstekniskt innebär också alternativet en teknisk utmaning med sannolikt en hög kostnad att utföra. Dragningen betyder att fiskvägen placeras nära den dämmande dammkroppen, vilket ställer stora krav på försiktighet vid byggandet. Sett ur ett dammsäkerhetsperspektiv innebär det en risk eftersom arbete kommer ske i befintlig dämmande konstruktion. Åtgärden kräver en noggrann utredning gällande befintlig dämmande konstruktion och hur denna skulle påverkas av slitsrännan

### Åtgärd B Stordammen – Slitsränna (85 m)

Förslag B innebär att en slitsränna dras i området nedströms reglerluckor vid befintlig damm. Nedströms om denna anläggs en slitsränna med längden 85 m. Åtgärden innebär ett ingrepp i befintlig dammkonstruktion. Slitsrännan hamnar i direkt närhet till befintliga luckor vid den befintliga dammen. Rännans placering är inte bra sett ur ett dammsäkerhetsperspektiv. Slitsrännan riskerar att påverkas vid avbördning genom utskoven. Vatten (och även is vintertid) kommer att slå mot rännan och strömningen åt nedströmshållet kommer att påverkas. Åtgärden är dessutom tekniskt komplicerad att anlägga vilket gör att kostnaden blir hög. Eventuellt kan fångdamm krävas för att utföra slitsrännan och gjutning av denna och det är dessutom ont om plats vilket försvårar arbetet ytterligare. Vidare påverkas avbördningskapaciteten. Alternativet är därför mindre lämpligt och rekommenderas inte i första hand.

### Åtgärd C Bergsbrodammen – Slitsränna eller ramp (50 m)

Föreslagen åtgärd vid Bergsbrodammen innebär att en slitsränna eller ramp anläggs över överfallsdammens vänstra sida. Åtgärden innebär sannolikt ingen dammsäkerhetsrisk under förutsättning att hänsyn tas till befintliga byggnader i närhet där slitsrännan ska anläggas. Anläggningens avbördningskapacitet bedöms endast i mindre omfattning påverkas vid föreslagen åtgärd.

### Åtgärd D & E Grytdammen – Slitsränna eller ramp (50 m)

För fiskvandring vid Grytdammen finns två förslag, D och E. Antingen placeras en slitsränna på vänster sida av utskovspartiet (D) eller på höger sida (E). Båda förslagen innebär att rännan ansluts till befintlig lucka så långt som möjligt åt nedströmshållet. Förslagen är genomförbara och innebär troligen ingen dammsäkerhetsrisk förutsatt att hänsyn tas till intilliggande byggnader. Dessutom behöver befintliga luckor anpassas till anslutande slitsränna och fortsatt kunna ha möjlighet till reglering.

### Åtgärd F Grytdammen – Slitsränna eller ramp (50 m)

Åtgärden som hindrar fisk från att vandra in i turbinerna via styrning med alfagaller eller betagaller bedöms inte påverka dammsäkerheten så länge en effektiv resning av kraftverkets intag kan ske.

Personsäkerheten vid föreslagna åtgärder bedöms ej påverkas då risker med att människor vistas i fiskvägarnas närhet kan elimineras med anläggandet av staket längsmed fiskvägarna.

## 1.6 Kostnader för installation av fiskväg

Kostnader för att installera fiskvägar varierar stort beroende på målarter och lokala förhållanden. Beroende på olika lösningar relaterat till bl.a. fiskvägens fallhöjd och längd kan man utifrån schabloner ange kostnader av tekniska fiskvägar till runt 0,5 Mkr per fallhöjdsmeter, medan omlöp anses kosta runt 10 kkr per meter (värden baserade på bl.a. från VISS 2014). Vid tillfällen där det t.ex. krävs sprängningsarbeten, torrläggningar, tillfälliga byggnadskonstruktioner och driftstopp i kraftproduktion, kan dock kostnaderna skjuta i höjden. Som exempel kan nämnas att fiskvägen vid Strömparken i centrala Norrköping kostat runt 10 Mkr. Fiskvägen är uppbyggd som en kombination med slitsränna vid in- och utgång där större delen av sträckningen utgörs av ett omlöp. I jämförelse noteras att den relativt komplexa fiskvägen vid Fyrisån i centrala Uppsala, kostat ca 5 Mkr för en fallhöjd på runt 2 m och att den avancerade fisktrappan i Ume/Vindelälven (Half-way Ice Harbor Fishway type), invigd 2012, kostat kring 200 Mkr för en fallhöjd på 25 m, vilket motsvarar mer än 8 Mkr per fallhöjdsmeter. Kostnader som tillkommer omfattar vanligen utgifter för justering av fiskvägarnas funktionalitet och eventuella uppföljningar av deras passerbarhet för olika fiskarter. Vid anläggandet kan det dessutom krävas omfattande utredningar kring dammsäkerhet, kulturmiljö mm.

Sammantaget bedöms att byggnationer inom området enligt Åtgärd A till F kommer att vara relativt komplexa att utföra och sannolikt medföra speciella anpassningar. Då lösningar för fiskvägar sannolikt kan vara i konflikt med olika perspektiv på upplevelse av statsmiljön, estetiska aspekter och kulturmiljöintressen, kan det förväntas att omfattande samrådsprocesser och många olika aspekter på utformningen är att förvänta sig.

Kostnaderna för detta är därför mycket svåra att uppskatta, men kostnaderna för att realisera föreslagna lösningar, eller eventuella alternativ bedöms kunna bli höga.

## 1.7 Produktionsförlust

Produktionsförlusten av ett kontinuerligt spill på 4 m<sup>3</sup>/s har beräknats som ett medelvärde relaterat till stationens verkningsgrad. Utifrån angiven årsproduktion har verkningsgraden skattats till 85 % vilket stämmer bra överens med den, utifrån ålder, storlek och typ av aggregat, förväntade verkningsgraden. Beräkning av produktionsförlust är gjord utifrån fallhöjden 18 m, ett maxflöde på 165 m<sup>3</sup>/s genom turbinerna samt uppgifter på dygnsmedeltappningen från Glan. Förlusten till följd av fiskvägen beräknas bli 4,8 GWh/år, vilket motsvarar runt 4 % (4,8/122) av årlig elkraftproduktion.

Produktionsförlusten på grund av byte till fingaller bedöms att vara 0,25 GWh. Uppskattningen är gjord utifrån erfarenhetsmässiga uppskattningar samt en enklare beräkning av den ökade fallförlusten över intagsgrinden där spaltbredden minskar från 100 mm till 18 mm. Även fallförluster p.g.a. mer skräp framför intagsgrinden har tagits i beaktande. Fallförlusten uppskattas till 0,02 m vilket ger en effektförlust på 29 kW vid maxflödet 165 m<sup>3</sup>/s. Det ger en ungefärlig produktionsförlust på 0,2 %.

Kostnaden till följd av ökat behov av rensning av fingallret är svåruppskattat. Med antagandena att antalet rensningar är 100 fler varje år, med en personalkostnad på 500 kr/h och att en extra rensning totalt tar 2-4 h, blir storleksordningen på kostnaden 100-200 kkr/år.

Kostnaden till följd av produktionsförlusten på grund av spillet beräknas till 1689 kkr/år. Elpriset har antagits vara 350 kr/MWh. Ingen hänsyn har tagits till eventuella renoveringar som skulle kunna ge ytterligare intäkter från elcertifikat och därmed ökade förluster på grund av spill. Förlusten är en årlig förlust och ingen hänsyn har därmed tagits till att minskade intäkter som innebär minskade ränteintäkter framåt. Kostnaden till följd den uppskattade produktionsförlusten på grund av byte till

lågglutande fingaller bedöms vara 88 kkr/år. Samma antagande vad gäller elpris och minskade ränteintäkter är gjorda som ovan.

## 1.8 Sammanfattning över olika alternativ samt rekommendationer

Nedan sammanfattas kort för- och nackdelar för de olika fiskvägsförslagen redovisade ovan, se även Tabell 2. Detta inbegriper fiskbiologiska aspekter, dammsäkerhet, beräknade/bedömda kostnader för installation av fiskvägarna, samt produktionsbortfall. Sammantaget rekommenderas följande prioritetordning för upp- respektive nedströmspassage:

### Uppströmspassage

**Prioritet 1:** För att möjliggöra de bästa förutsättningar för god uppströmspassage för många arter och storlekar av fisk rekommenderas Åtgärd A, C och D. Anläggningskostnaderna uppskattas grovt till ca 18 Mkr.

**Prioritet 2:** Åtgärd B eller E kan vara alternativ om ovanstående åtgärder inte går att realisera. Samtliga alternativ dock kräver mer detaljerade utredningar för att granska byggbarhet. Kostnaderna för dessa alternativa lösningar blir uppskattningsvis likartade som ovan.

### Nedströmspassage

**Prioritet 1:** Åtgärd för nedströmspassage bör genomföras i första hand med betagaller, Åtgärd F. Kostnaden för detta förväntas uppgå till runt 4 Mkr vilket inkluderar installation av rensmaskin.

Tabell 2. Sammanfattning av bedömda behov och kostnader med för- och nackdelar vid anläggande av fiskpassageslösningar vid Holmen

Prioritet	Åtgärd	Behov	Funktion och fördel	Nackdelar	Kostnad
1	A Södra dammen	Medger uppvandring till gamla fåran.	Strömkoncentration underlättar fisk att hitta från turbinutloppet till gamla fåran. Tröskling underlättar passage.	Tekniskt komplicerad lösning. Kräver vidare detaljstudier.	15 Mkr
2	B Stor-dammen	Underlättar vandring i gamla fåran.	Möjliggör passage för fisk vid befintlig betonggjutning.	Tekniskt komplicerad lösning. Kräver vidare detaljstudier. Dammsäkerhetstekniska aspekter behöver utredas vidare.	15 Mkr
1	C Bergsbro-dammen	Möjliggör passage för fisk ovan dammen.	Medger uppvandring till området ovan damm.	Ev. minskat överfall vid spegeldamm. Kräver optimering av drift för upprätthållanden av flöde/överfall.	1 Mkr
1	D Gryt-dammen	Möjliggör passage för fisk ovan dammen.	Medger uppvandring till området ovan damm.	Ev. minskat överfall vid spegeldamm. Kräver optimering av drift för upprätthållanden av flöde/överfall.	2 Mkr
2	E	Möjliggör passage för fisk ovan dammen.	Medger uppvandring till området ovan damm.	Ev. minskat överfall vid spegeldamm. Kräver optimering av drift för upprätthållanden av flöde/överfall.	2 Mkr
1	F Fin-galler	Krav på nedströmspassage av HVMFS (2013). Minskad dödlighet för nedströmsvandring.	Lösning för ökad överlevnad vid nedströmsvandring med betagaller, flyktöppningar och tub till omlöp.	Driftskostnader för rensmaskin och rensning.	4 Mkr

## 1.9 Uppskattning av totala kostnader

I sammanställningen nedan (Tabell 3) presenteras grovt uppskattade kostnader för investering och årliga kostnader för produktionsbortfall, drift och underhåll. Uppskattningarna grundar sig bla på schablonvärden från VISS (2014) samt kännedom om kostnader för andra jämförbara svenska lösningar, utifrån vad som tidigare angivits i denna rapport. Schablonkostnader för drift och underhåll baseras på en arbetstid om 1 timme/vecka á 500 kr. Kostnader för fiskräknare och modifikation eller byte av rensmaskin har undersökts med entreprenörer och försäljare av utrustning. Observera att en mer fördjupad studie och/eller detaljprojektering är nödvändig för att kunna bedöma kostnaderna med större säkerhet. Kostnaderna för t.ex. tillstånd och MKB kan bli billigare om samordning för upp- och nedströmslösning görs, samt om flera anläggningar prövas samtidigt. Fiskräknare innebär en relativt stor kostnad. En fiskräknare innebär dock betydligt förbättrade förutsättningar att utvärdera fiskvägars funktion och därmed bättre möjligheter till att få fram underlag för att göra eventuella efterjusteringar av fiskvägen och/eller beslutsunderlag för genomförande av andra åtgärder för att gynna fiskfaunan. Vi har därför valt att inkludera denna kostnad. Det finns inga formella krav på fiskräknare varför kostnaden kan uteslutas. Övriga kostnader, för t.ex. ökad administration, upphandlingar och ev. efterjustering av fiskvägens funktion mm är inte medräknade, liksom kostnader för inlösen av mark eller nyttjanderättsavtal eftersom detta är mycket svårt att uppskatta och därmed blir mycket spekulativt i detta skede. De totala kostnaderna kan naturligtvis därför bli mindre, och betydligt större.

14 (14)

Tabell 3. Grovt skattade kostnader (medel av bedömt intervall) för anläggning och årliga kostnader för föreslagna alternativ.

Kostnader anläggning	Uppströmspassage	Uppströmspassage	Nedströmspassage
<b>Prioritet</b>	1	2	1
<b>Kostnader, kr</b>			
Byggkostnad	18 000 000	18 000 000	4 000 000
Rensmaskin			250 000
Fiskräknare inkl installation mm	400 000	400 000	
Detaljprojektering inkl geoteknik mm	750 000	750 000	250 000
Tillstånd, MKB, teknisk beskrivning	250 000	250 000	250 000
<b>Totalsumma</b>	<b>19 400 000</b>	<b>19 400 000</b>	<b>4 750 000</b>
<b>Årliga kostnader</b>			
Drift/Underhåll fiskväg	26 000	26 000	26 000
Drift underhåll galler			150 000
Dataanalyser fiskräknare	20 000	20 000	20 000
Skötsel underhåll fiskräknare	60 000	60 000	60 000
Produktionsförlust	1 689 000	1 689 000	88 000
<b>Totalsumma</b>	<b>1 795 000</b>	<b>1 795 000</b>	<b>344 000</b>

## 1.10 Juridiska aspekter

I stort sett allt arbete och byggande i vattenområde utgör vattenverksamhet. Bestämmelserna om vattenverksamhet återfinns i 11 kapitlet miljöbalken (MB), lag (1998:812) om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet m.m. samt förordningen (1998:1388) om vattenverksamheter m.m.

För vattenverksamhet krävs generellt tillstånd från mark- och miljödomstolen. För vissa mindre omfattande vattenverksamheter räcker det med en anmälan till Länsstyrelsen. Åtgärder som omfattas av anmälningsplikt framgår av förordningen. För vattenverksamheter där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen påverkas negativt krävs varken anmälan eller tillstånd (vanligtvis mycket små åtgärder). Beviskravet att inga intressen påverkas ligger på den som vill bedriva vattenverksamheten.

Åtgärderna vid Holmens kraftstation är av sådan art och omfattning att de sammantaget kräver tillstånd enligt 11 kapitlet miljöbalken. Eventuellt kan, beroende på åtgärdernas art och omfattning, även tillstånd till regleringar uppströms komma att påverkas. Det är därför viktigt att göra en noggrann utredning av gällande villkor i hela vattensystemet.

För att få bedriva en vattenverksamhet måste man ha rådighet över det vatten- och landområde där verksamheten ska bedrivas. Rådighet har man genom ägandet av fastigheten eller genom nyttjanderättsavtal med den som äger fastigheten. Rådigheten är en processförutsättning för en tillståndsprövning i mark- och miljödomstolen eftersom att domen eller beslutet har rättskraft och gäller

mot alla och envar. I det fall redovisade förslag till åtgärder ligger utanför verksamhetsutövarens fastighet (se fig.) krävs således att ett servitutsavtal eller motsvarande upprättas med fastighetsägaren innan en ansökan kan lämnas in till mark- och miljödomstolen.

Den som äger en vattenanläggning är skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada på allmänna eller enskilda intressen genom ändringar i vattenförhållandena. Underhållsskyldigheten gäller alla vattenanläggningar, oavsett om det finns tillstånd eller inte.

## 1.11 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer och klassificering av ekologisk och kemisk status för alla vattenförekomster presenteras i VISS. Den vattenförekomst, i vilken Holmens kraftstation är belägen benämns: "Motala Ström (Glan-Bråviken)", SE649609-152033.

I VISS redovisas de miljökvalitetsnormer och statusklassificeringar som gäller från 2009 fram t.o.m. 2015 (beslutades 2009). Klassificering av status inför nästa beslut om miljökvalitetsnormer, 2015-12-22 pågår och benämns i VISS som arbetsmaterial. Innan beslut om klassificering av ekologisk och kemisk status kommer förslaget enligt den senaste klassningen att remitteras, bl.a. till vattenråd och myndigheter.

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna skiljer sig åt mellan vad som beslutats 2009 och klassificeringen inför nästa förvaltningscykel (2015-2021). Nya bedömningsgrunder utkom 2013, och har en betydelse för pågående statusklassificering inför nytt beslut om miljökvalitetsnormer.

Vattenförekomsten är utpekad som ett kraftigt modifierat vatten- detta innebär att samma kvalitetskrav om ekologisk status som för "naturliga" vattenförekomster inte ska tillämpas. Istället är kravet att uppnå god ekologisk potential. Miljökvalitetsnormen god ekologisk potential fastställs till en ekologisk status som motsvarar det tillstånd då samtliga åtgärder inom maximal ekologisk potential som bedöms som rimliga och kostnadseffektiva har genomförts. Vilka riktlinjer som ska gälla för att bedöma vilken miljökvalitet som är rimlig är dock enligt vad Sweco erfar ännu så länge oklart.

Den ekologiska potentialen har enligt vattendelegationens beslut (2009) klassificerats till måttlig. Utöver problem med vandringshinder i form av vattenkraftsanläggningar finns det problem med övergödning, vilket också är utslagsgivande för att vattenförekomsten klassificerats till måttlig status.

Miljökvalitetsnormen för ekologisk status har fastställts till god ekologisk potential med tidsfrist till 2021. Tidsfristen avser övergödning och morfologiska förändringar och beror på att det bedöms som ekonomiskt orimligt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status 2015. För att avgöra vilka åtgärder som krävs för att skapa hydromorfologiska förutsättningar för att uppnå god ekologisk status krävs ytterligare utredning.

En liknande bedömning och klassificering av ekologisk potential görs enligt den senaste (preliminära) klassningen för 2015-2021. Där identifieras påverkan från övergödning och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna (konnektivitet, hydrologisk regim mm) som utslagsgivande. Konnektiviteten är klassad till dålig status, hydrologisk regim till måttlig och statusen är otillfredsställande för det morfologiska förhållandet. Förekomsten bedöms därmed ha ett problem med fysisk påverkan.

I VISS anges åtgärder som Länsstyrelsen i Östergötland anser vara relevanta för att förbättra potentialen. En åtgärd som anges är "Fiskväg eller utrivning av vandringshinder. Åtgärden anges ha effekt i den aktuella vattenförekomsten, och i den uppströms belägna Glan (SE649686-151617). Även hydrologisk restaurering i form av miljöanpassade flöden anges som en möjlig åtgärd.

Det bör betonas att bedömningen enligt hydromorfologiska faktorer inte stöder sig på några biologiska undersökningar i nuläget. De positiva effekterna på ekologin i vattendraget vid genomförande av åtgärder, jämfört med situationen idag, är därför svåra att förutsäga.

Swecos bedömning är ändå att förutsättningarna för att uppnå god ekologisk potential (med avseende på de kvalitetsfaktorer som påverkas av vattenkraften) i vattenförekomsten kan förbättras genom att anlägga fiskvägar för upp- och nedströms passage av kraftverksanläggningen. Enbart anläggande av en fungerande fiskväg vid Holmens kraftverk kommer dock sannolikt inte att räcka till för att vattenförekomsten skall uppnå god ekologisk potential. För att få avsedd effekt bör åtgärderna sannolikt samordnas med åtgärder vid de övriga vandringshindren i vattenförekomsten, samt åtgärder som förbättrar flödesregimen och minskar övergödningen.

Väsentlig negativ påverkan på verksamheten bedöms vara åtgärder som leder till försämrad förmåga att tillföra reglerkraft. Detta hänvisar också till påverkan på miljön i stort och då särskilt till klimatpåverkan. Vid avvägning mellan att uppnå god ekologisk status och väsentlig negativ påverkan på samhällsnyttig verksamhet bedöms maximal ekologisk status vara bibehållen ekologisk status samt eventuella åtgärder inom genomförandet av åldirektivet och habitatdirektivet.

## 1.12 Referenser

Fiskevårdsteknik AB. 2000. Norrköpings Kommun Motala ström – Förslag till åtgärder för reproduktion av lax och öring. Rapport 99061401, Dalby 2000-02-07

KTÅ. 2014. Krafttag Ål. Tillgänglig 2014-05-23 på <http://www.elforsk.se/Programomraden/Vattenkraft/Krafttag-ål/>

Nyblom S. 1940. Sportfiske i Sverige. Forna tiders flugfiske i Östergötland. Bokförlaget Mimer A.B. Stockholm 1940.

SLU 2014. Artdatabanken. Rödlistade arter i Sverige. Tillgänglig 2014-06-30 på: <http://www.artfakta.se/>

Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt. 1943. Förteckning över Sveriges vattenfall. 67. Vättern-Motalaström.

Sweco. 2014. Studie av flödesregimen i Motala ström och Svartån. Rapport Sweco, uppdragsnummer 1331399, 2014-06-02 (Av B Sennerfors).

VISS. 2014. Vattenmyndigheterna. Vatten Informations System Sverige. Tillgänglig 2014-05-23 på: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

---

RAPPORT REV 1 (Ersätter rapport daterad 2014-10-15)

---

HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET ÖSTERGÖTLAND

**Potentiell produktionsökning Motala ström/Svartån**

UPPDRAGSNUMMER 5470101000



2014-11-03

**Sweco Energuide  
Vattenturbinteknik**

**Jennie Molin**

**Anders Bard**

## Sammanfattning

På uppdrag av Hushållningssällskaper Östergötland har Jennie Molin och Anders Bard, Sweco Energuide utrett potentialen för en produktionsökning i 14 vattenkraftverk i Motala ström och Svartån i Östergötland. Bedömningen och den här rapporten är ett komplement till *Förstudie kring fria vandringsvägar vid 14 vattenkraftverk i Motala ström och Svartån*, som genomförts av Sweco Environment under 2014.

Enligt beräkningarna i förstudien blir förlusterna, på grund av införandet av fiskvägar i de utredda kraftverken, 20 GWh.

Genom optimering av driften bedöms 4 GWh av förlusten kunna hämtas igen.

Vid byte av turbiner och generatorer finns det en teknisk potential att hämta igen allt som förloras i fiskvägarna plus lite till. Kostnaderna för dessa projekt har inte beräknats men utifrån liknande projekt har en gruppering i kategorier kunnat göras och därmed en lönsamhetsbedömning. Den visar att den ekonomiska potentialen är minst 10, och högst 19 GWh.

Vid Linkelösa finns en fors där en tidigare kvarndamm funnits. Ett pilotprojekt skulle kunna skapas under ledning av en styrgrupp med vattenråd och kraftbolag och övriga intressenter. Det möjliggör då utformning av väl utformade fiskvägar, fiskvänliga skruvturbiner och minskad iskravning som ger högre produktion i Odensfors. Projektet skulle kunna bli ett nationellt mönsterprojekt.

En omfördelning av korttidsreglering från sträckan Vättern-Roxen till Roxen-Havet har även studerats. Det finns hinder i form av turbinkapacitet och/eller fjärrstyrning av utskovsluckor i Älvås samt utformning av nuvarande vattendomar på sträckan Glan-Havet.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>2</b>
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	2
<b>2</b>	<b>Genomförande</b>	<b>2</b>
2.1	Verkningsgrad	2
2.2	Drift	2
2.3	Produktionsökning genom optimering av driften	3
2.4	Produktionsökning genom byte av aggregat	3
<b>3</b>	<b>Potentiell produktionsökning</b>	<b>4</b>
3.1	Motala	4
3.2	Borensberg	5
3.3	Malfors	6
3.4	Nykvarn	7
3.5	Älvås	8
3.6	Skärblacka	9
3.7	Fiskeby	10
3.8	Holmen	11
3.9	Mjölby	12
3.10	Knutsbro	13
3.11	Öjebro	14
3.12	Vågforsen	15
3.13	Odensfors	16
3.14	Svartåfors	18
3.15	Linkelösa	19
3.16	Korttidsreglering	19
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Slutsats</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Prioritetsordning och rekommendation</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Investeringsstak</b>	<b>25</b>

## Bilagor

Bilaga 1: Tabell över produktionen i stationerna, för olika förutsättningar.

---

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Sweco Environment har i uppdrag av Hushållningssällskapet Östergötland genomfört studien; *Förstudie kring fria vandringsvägar vid 14 vattenkraftverk i Motala ström och Svartån* (hädanefter benämnd som förstudien), med syftet att beskriva troliga effekter och konsekvenser av att återskapa fria vandringsvägar för naturligt förekommande fiskarter. Den här rapporten är ett komplement som översiktligt utreder potentialen för produktionsökning i de utredda kraftverken.

## 1.2 Syfte

I ovan nämnda förstudie beräknades väntad produktionsförlust till följd av installation av vandringsväg. Beräkningen visade på oväntat låga årsmedelverkningsgrader och syftet med den här studien är att utreda dessa. Utredningen inkluderar både kontroll av, om de låga verkningsgraderna är en följd av bristfälliga uppgifter vid beräkningen eller om det beror på driftsätt och drifförhållanden samt om dessa kan åtgärdas med en högre produktion som följd.

### 1.2.1 Avgränsning

Inga hänsyn har i denna utvärdering tagits till ekonomiska eller juridiska (kostnader, tillstånd etc.) möjligheter att genomföra projekten.

## 2 Genomförande

Undersökningen har utgått ifrån resultatet från förstudien. Antagandena för beräknad verkningsgrad och produktionsökning/produktionsförlust beskrivs för varje station i kapitel 3.

### 2.1 Verkningsgrad

Information har inhämtats från kraftverksägarna om antal aggregat på varje station samt deras typ och ålder. Utifrån dessa uppgifter har den förväntade årsmedelverkningsgraden justerats. Turbinverkningsgraden vid högsta tillåtna kontinuerliga flödet enligt garantierna samt motsvarande värden för generator och vattenvägsverkningsgrad har fått representera förväntad årsmedelverkningsgrad.

Uppgifter från förstudien om stationernas produktion har kontrollerats och justerats. Beräkningarna har också justerats så att flödesdata och medelårsproduktion gäller för samma tidperioder. Viss flödesdata har också ändrats. Vilka flödesdata som har använts samt tidperiod preciseras i kapitel 3.

### 2.2 Drift

Information har också inhämtats om förekomsten av driftproblem i form av iskravning, problem med skräp framför intagen samt övriga driftproblem som åska m.m.

---

2 (25)

RAPPORT REV 1 (ERSÄTTER RAPPORT DATERAD 2014-10-15)  
2014-11-03

POTENTIELL PRODUKTIONSÖKNING MOTALA  
STRÖM/SVARTÅN

BA p:\5451\5470101\_prod.ökning\_motala\_svartån\000\_prod.ökning\_motala\_svartån\6\_arbmrtr\potentiell prod ökn\rapport potentiell produktionsökning motala ström och svartånrev1\_3nov14.docx

Samtal har förts med Björn Johansson, Tekniska Verken, om hur dygnsregleringen genomförs i övre delen av Motala ström och vilka hinder som finns för korttidsreglering i nedre delen av Motala ström. I denna fråga har vi även rådgjort med Jan Lidström, Holmen Energi.

### **2.3 Produktionsökning genom optimering av driften**

Utifrån uppgifter om driften och erfarenhetsmässiga bedömningar av vilken ökning som kan fås utifrån förbättrad kombinerad och flödesfördelning mellan aggregaten, har en bedömning gjorts hur mycket årsmedelverkningsgraden kan förbättras med befintlig utrustning. Möjlig produktionsökning har sedan beräknats baserat på produktionen efter införandet av fiskvägar.

### **2.4 Produktionsökning genom byte av aggregat**

En bedömning har gjorts av vilka aggregat som kan vara rimliga att byta ut mot nya med utgångspunkt från utrustningens ålder och möjlighet att få elcertifikat. I något fall har endast byte av löphjul och omlindning av generator bedömts vara rimligt. Möjlig produktionsökning har sedan beräknats baserat på produktionen efter införandet av fiskvägar.

---

### 3 Potentiell produktionsökning

I förstudien beräknades årsmedelverkningsgraden för de olika kraftverken. När nu beräkningarna justerats så att årsmedelproduktionen matchar dygnsmedelflödet för motsvarande tidsperiod blir medelverkningsgraderna noggrannare.

#### 3.1 Motala

##### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Dubbelfrancis (3)
Byggår:	1919-1921 (Dubbelfrancis (2)) 1931 (Dubbelfrancis (1))
Slukförmåga:	109 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	15,3 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 78 %.

##### 3.1.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 79 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 44,8 GWh och av Tekniska verken tillhandahållen uppgift på dygnsmedeltappningen under samma tidsperiod.

##### 3.1.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

##### 3.1.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

##### 3.1.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

##### 3.1.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

##### 3.1.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande tre dubbelfrancisaggregat byts ut mot kaplanaggregat med oförändrad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 2 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas då bli 84 %.

## 3.2 Borensberg

### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Semikaplan (2)
Byggår:	1987
Slukförmåga:	94 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	6,8 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 83 %.

#### 3.2.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 81 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 20,5 GWh och av och av dygnsmedeltappningen i Motala justerat för avrinningsområdet till Borensberg.

#### 3.2.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.2.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.2.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.2.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.2.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Kraftstationen är relativt ny och vilket innebär att byte av turbiner och generatorer skulle ge orimligt låg verkningsgradshöjning.

---

### 3.3 Malfors

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Francis (2)
Byggår:	1931-1936
Slukförmåga:	90 m <sup>3</sup> /s (totalt enligt turbinkontrakt och turbinprovning)
Fallhöjd:	28 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 83 %.

#### 3.3.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 84 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 90,4 GWh och av dygnsmedeltappningen i Motala justerat för avrinningsområdet till Malfors.

#### 3.3.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.3.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.3.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.3.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.3.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Enligt tidigare undersökningar som Sweco har genomfört åt Tekniska Verken finns det möjligheter att öka produktionen i Malfors genom byte av löphjul och generatorstator.

### 3.4 Nykvarn

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Kaplan (1), Semikaplan (1)
Byggår:	Stationen byggdes 1904
Slukförmåga:	42 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	4 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 77 %.

#### 3.4.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 52 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2008-2013 som var 6,5 GWh och av dygnsmedeltappningen i Motala justerat för avrinningsområdet till Nykvarn.

#### 3.4.2 Driftsätt

En del av anledningarna till den låga beräknade årsmedelverkningsgraden kan vara att aggregaten körs långt över nominell effekt, vilket i vissa fall försämrar verkningsgraden avsevärt och i värsta fall ge lägre effekt

#### 3.4.3 Driftstörningar

Den låga beräknade verkningsgraden i Nykvarn kan till viss del bero på fel i aggregaten.

#### 3.4.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden är låg i förhållande till Malfors. Det skulle därför vara rimligt att bygga ut Nykvarn till 90 m<sup>3</sup>/s som är slukförmågan i Malfors.

#### 3.4.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Förutom det som tidigare nämnts under stycke 3.4.2 finns det med befintlig utrustning en liten potential till produktionsökning i att kombinera aggregaten.

#### 3.4.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande aggregat byts ut mot kaplanaggregat med den totala slukförmågan 90 m<sup>3</sup>/s, vilket motsvara slukförmågan i Malfors. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 2 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas vara 82 %.

---

## 3.5 Älvås

### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Bulbturbin (3)
Byggår:	1988
Slukförmåga:	90 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	2,3 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 81 %.

#### 3.5.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 56 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 7,8 GWh och av dygnsmedeltappningen i Skärblacka.

#### 3.5.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.5.3 Driftstörningar

Iskravning är ett känt fenomen i Älvås och är en av orsakerna till den lågt beräknade årsmedelverkningsgraden. En annan förklaring är att det är en "experimentanläggning" som inte har optimala tekniska lösningar.

#### 3.5.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden är låg i förhållande till Skärblacka. Det skulle därför vara rimligt att bygga ut Älvås upp till 150 m<sup>3</sup>/s som är slukförmågan i Skärblacka.

#### 3.5.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Med befintlig utrustning finns en liten potential till produktionsökning i att kombinera aggregaten.

#### 3.5.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande tre bulbturbiner byts ut mot kaplanaggregat med den totala slukförmågan 150 m<sup>3</sup>/s för att matcha slukförmågan i Skärblacka. Det kräver en ny kraftstationsbyggnad för de extra aggregat som krävs för att uppnå önskad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att, det fiskflöde på 4 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien, ger ett minskat flöde för produktion. Stationens årsmedelverkningsgrad antas vara 84 %. Det ska poängteras att detta inte motverkar iskravningen men kan däremot möjliggöra korttidsreglering vid Älvås/Skärblacka.

### 3.6 Skärblacka

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Bulbturbin (2)
Byggår:	1987
Slukförmåga:	150 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	9 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 87 %.

#### 3.6.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 87 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 50,5 GWh och av Tekniska verken tillhandahållen uppgift på dygnsmedeltappningen under samma tidsperiod.

#### 3.6.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.6.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.6.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.6.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.6.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Kraftstationen är relativt ny och vilket innebär att byte av turbiner och generatorer skulle ge orimligt låg verkningsgradshöjning.

---

### 3.7 Fiskeby

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal): Semikaplan (2), Propeller (3)

Byggår: 1990

Slukförmåga: 170 m<sup>3</sup>/s (totalt)

Fallhöjd: 2,5 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 83 %.

#### 3.7.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 79 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 16,0 GWh och av Tekniska verken tillhandahållen uppgift på dygnsmedelflödet under samma tidsperiod.

#### 3.7.2 Driftsätt

Olämplig flödesfördelning mellan aggregaten samt körning på olämpliga driftpunkter kan vara en anledning till att den beräknade verkningsgraden är något lägre än den förväntade.

#### 3.7.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.7.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.7.5 Produktionsökning genom optimerad drift

En översyn av flödesfördelningen och en kontroll av propellerturbinernas bästa verkningsgrad skulle kunna ge en viss produktionsökning.

#### 3.7.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Kraftstationen är relativt ny och vilket innebär att byte av turbiner och generatorer skulle ge orimligt låg verkningsgradshöjning.

### 3.8 Holmen

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Kaplan
Byggår:	1990
Slukförmåga:	165 m <sup>3</sup> /s
Fallhöjd:	18 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 86 %.

#### 3.8.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 79 %. Men i dessa beräkningar har det inte inkluderats att tappningen från Glan även går genom Bergsbron-Havets kraftverk. Om hänsyn tas till detta blir den beräknade verkningsgraden ca 87 % för Holmens kraftverk, vilket är i linje med den uppskattade verkningsgraden. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen på Holmen och Bergsbron-Havet samt dygnsmedeltappningen från Glan under åren 2003-2013. Medelårsproduktionen för Holmen var 120,8 GWh under samma tidsperiod och för Bergsbron-Havet 7,4 GWh.

#### 3.8.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.8.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.8.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.8.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.8.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Kraftstationen är relativt ny och vilket innebär att byte av turbiner och generatorer skulle ge orimligt låg verkningsgradshöjning.

---

### 3.9 Mjölby

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Dubbelfrancis (3)
Byggår:	1927 (2)
	1963 (1)
Slukförmåga:	9+9+12=30 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	8 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 78 %.

#### 3.9.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 74 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2000-2012 som var 8,2 GWh och stationskorrigerad dygnsmedelvattenföring från SMHI.

#### 3.9.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.9.3 Driftstörningar

Tidvis förekommer iskravning som kan förklara att produktionen är lägre än förväntat.

#### 3.9.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.9.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.9.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande tre dubbelfrancisaggregat byts ut mot kaplanaggregat med oförändrad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 1 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas bli 84 %.

### 3.10 Knutsbro

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Kaplan
Byggår:	1957
Slukförmåga:	32 (35) m <sup>3</sup> /s
Fallhöjd:	6,8 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 81 %.

#### 3.10.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 79 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2000-2012 som var 7,3 GWh och stationskorrigerad dygnsmedelvattenföring från SMHI.

#### 3.10.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.10.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.10.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.10.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.10.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

Kraftstationen har en relativt modern utformning vilket innebär att vi inte räknat byte av turbin och generator som ett realistiskt alternativ. Möjligen kan miljöaspekter och underhållskostnader motivera ett byte.

---

### 3.11 Öjebro

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Dubbelfrancis (3)
Byggår:	1910 (2) (Förnyade=certifikat) 1923 (1)
Slukförmåga:	31 (35) m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	16,3 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 78 %.

#### 3.11.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 70 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2000-2012 som var 15,3 GWh och stationskorrigerad dygnsmedelvattenföring från SMHI.

#### 3.11.2 Driftsätt

Inga möjliga förbättringar i driftsättet har identifierats.

#### 3.11.3 Driftstörningar

Under den tidsperiod på vilken verkningsgraden har beräknats har förnyelseprojekt genomförts i stationen. Det har gjorts på ett aggregat i taget men kan eventuellt ha lett till lite lägre produktion och därmed lägre beräknad verkningsgrad.

Iskravning förekommer i Öjebro vilket till viss del kan förklara skillnaden mellan beräknad och förväntad verkningsgrad.

#### 3.11.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.11.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.11.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande tre dubbelfrancisaggregat byts ut mot kaplanaggregat med oförändrad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 0,8 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas vara 84 %.

### 3.12 Vågforsen

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal): Dubbel Francis (2), Semikaplan (1)

Byggår: 1921 (Dubbel Francis)

1981 (Semikaplan)

Slukförmåga:  $11+11+9=31 \text{ m}^3/\text{s}$  (totalt)

Fallhöjd: 4,2 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 81 %.

#### 3.12.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 78 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2000-2012 som var 4,8 GWh och stationskorrigerad dygnsmedelvattenföring från SMHI.

#### 3.12.2 Driftsätt

Kortidsreglering uppströms medför spill vissa tider.

#### 3.12.3 Driftstörningar

Inga regelbundna driftstörningar har identifierats.

#### 3.12.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden är aningen låg i förhållande till de kortidsreglerade stationerna Knutsbro och Öjebro.

#### 3.12.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionsökning med befintlig utrustning anses ej möjlig.

#### 3.12.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande två dubbel Francisaggregat byts ut mot kaplanaggregat och stationens totala slukförmåga ökas något. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas bli 84 %.

---

### 3.13 Odensfors

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal): Dubbel Francis (2), Kaplan (1)

Byggår: 1914 (Dubbel Francis)

1949 (Kaplan)

Slukförmåga: 39 m<sup>3</sup>/s (totalt)

Fallhöjd: 12,5 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 79 %.

#### 3.13.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 65 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2012 som var 14,1 GWh och av Tekniska verken tillhandahållen uppgift på dygnsmedelflödet under samma tidsperiod.

#### 3.13.2 Driftsätt

Prioritering av francisaggregaten framför kaplanaggregaten, på grund av certifikatreglerna, är en orsak som kan leda till lägre produktion och därmed lägre beräknad verkningsgrad. Även dålig kombineringsgrad på kaplanaggregatet kan vara en anledning.

#### 3.13.3 Driftstörningar

I Odensfors är iskravning och även skräp bland annat i form av vass ett relativt stort problem. Eventuellt kan också ett renoveringsprojekt vara en bidragande orsak till den lågt beräknade verkningsgraden. Enligt ägarens egen utsago ska renoveringsprojektet dock inte ha påverkat produktionen nämnvärt.

#### 3.13.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.13.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Produktionen bedöms kunna ökas något med befintlig utrustning med hjälp av bättre fördelning av flödet mellan aggregaten samt kombineringsgrad av kaplanaggregatet. Den stora delen beror dock förmodligen på iskravningen och vassen. För att lösa dessa problem krävs att hastigheten uppströms kan minskas. Det skulle kräva att dämningen togs upp i det uppströms belägna Linkelösafallet. (se avsnitt 3.15).

### 3.13.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse antas att nuvarande två dubbelfrancisaggregat byts ut mot kaplanaggregat med oförändrad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 0,8 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregaten. Stationens årsmedelverkningsgrad antas vara 84 %.

Vad som sägs om iskravningen i avsnitt 3.13.5 gäller även för en förnyelse.

---

### 3.14 Svartåfors

#### Bakgrundsinformation kraftstation

Aggregattyp (antal):	Dubbelfrancis (1), Kaplan (2)
Byggår:	1919 (Dubbelfrancis), 1948, 1950 (Kaplan)
Slukförmåga:	57 m <sup>3</sup> /s (totalt)
Fallhöjd:	12,5 m

Utifrån ovanstående uppgifter bedöms att stationens årsmedelverkningsgrad bör vara 80 %.

#### 3.14.1 Beräknad verkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden har beräknats till 74 %. Beräkningarna är gjorda utifrån årsmedelproduktionen mellan åren 2003-2013 som var 17,0 GWh och av Tekniska verken tillhandahållen uppgift på dygnsmedelflödet under samma tidsperiod.

#### 3.14.2 Driftsätt

Dålig kombinerings på kaplanaggregaten samt prioritering av körning på dubbelfrancisaggregatet framför kaplanaggregaten är två möjliga anledningar till att beräknad verkningsgrad är lägre än förväntad.

#### 3.14.3 Driftstörningar

En annan anledning till lägre beräknad verkningsgrad än förväntat kan vara att ett renoveringsprojekt har genomförts. Om årsmedelverkningsgraden beräknas för 2003-2010 så att perioden för renoveringen utesluts så bli verkningsgraden istället 75 % vilket är att betrakta som inom felmarginalen för de tidigare beräknade 75 %.

#### 3.14.4 Utbyggnadsgrad

Utbyggnadsgraden anses vara rimlig.

#### 3.14.5 Produktionsökning genom optimerad drift

Precis som i Odensfors bedöms produktionen kunna ökas något med befintlig utrustning med hjälp av bättre fördelning av flödet mellan aggregaten samt kombinerings av kaplanaggregaten.

#### 3.14.6 Produktionsökning genom aggregatbyte

I en förnyelse i Svartåfors antas att nuvarande dubbelfrancisaggregat byts ut mot kaplanaggregat med oförändrad slukförmåga. I beräkningen av den nya produktionen förutsätts att det fiskflöde på 2 m<sup>3</sup>/s som antagits i förstudien ger ett minskat flöde till aggregatet. Stationens årsmedelverkningsgrad antas kunna bli 84 %.

### 3.15 Linkelösa

Mellan Vågforsen och Odensfors finns en numera icke uppdämd åsträcka där det tidigare har legat en kvarn. Om en del av denna fallhöjd åter dämades upp skulle det kunna ge en ökad elproduktion i vattendraget.

Slukförmåga 30 m<sup>3</sup>/s

Fallhöjd: 3,4 m

Årsproduktionen beräknad på samma dygnsmedeltappning som Vågforsen (2000-2012) justerat för tillrinningsområdet ger en årsmedelproduktion på 4,0 GWh. Flödet har minskat med 1 m<sup>3</sup>/s för flöde till fiskvägar vilket är samma flöde som antas till fiskvägar i Vågforsen i förstudien. Förutom produktionen i Linkelösa kommer detta även att motverka kravningen i Odensfors vilken medför ökad produktion även där.

#### 3.15.1 Pilotprojekt

Idén är att byggandet av Linkelösa-anläggningen skulle vara ett pilotprojekt där samtliga intressenter samarbetar. Hänsyn tas till omgivningen, naturen och djurlivet. Där man direkt bygger vandringsvägar,  $\alpha$ - eller  $\beta$ -galler och fiskvänliga turbiner av typen skruvturbin.

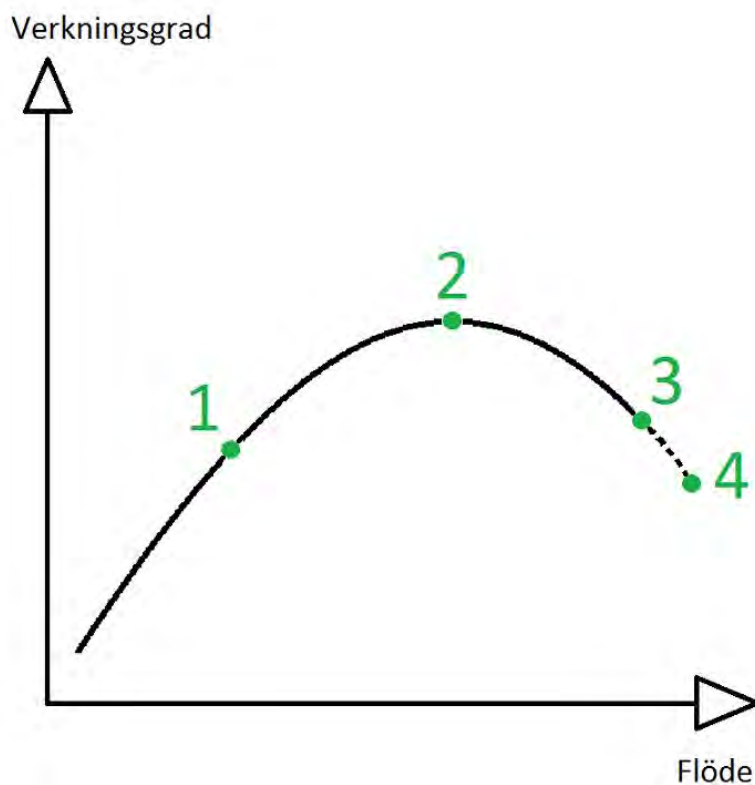
### 3.16 Korttidsreglering

Nu korttidsregleras sträckan Motala-Borensberg-Malfors-Nykvarn. Den hårda korttidsregleringen med nolltappning som tillämpas är ett problem för fisken. En lösning skulle vara att ha en mindre hård korttidsreglering på den sträckan och istället korttidsreglera sträckan Älvås-Skärblacka-Fiskeby-Holmen. Hinder för det idag är, som framgår ovan, att Älvås har en betydligt lägre utbyggnadsgrad än Skärblacka. Samtidigt kan luckorna i Älvås inte köras på fjärr. I Holmen-Fiskeby begränsar vattendomen hur mycket korttidsreglering som kan genomföras.

### 3.16.1 Driftsätt i samband med korttidsreglering

Förenklat finns det fyra möjliga driftsätt där man ligger på fyra olika ställen på aggregatets verkningsgradskurva (se figur 1).

1. Vattennivåreglering. Körningen av aggregatet följer tillrinningen och kommer därmed under perioder ligga långt till vänster på verkningsgradskurvan och därmed köras på låg verkningsgrad.
2. Energoptimerad dygnsreglering. Vattnet sparas i magasinet och aggregatet körs så mycket som möjligt på bästa verkningsgrad
3. Intäktsoptimerad dygnsreglering. Vattnet sparas även här i magasinet och körs sedan efter elpriset. Det innebär att man kör mycket på nominell effekt.
4. Hård dygnsreglering. Precis som för 3:an så spar man vatten och kör efter elpriser men kör även på överlast vilket kan innebära att man tappar väldigt mycket verkningsgrad (betydligt mer än illustrationen i figur 1 visar).



Figur 1 Principskiss över verkningsgradskurva.

## 4 Resultat

Nuvarande produktion och differensen mellan produktionen vid olika förutsättningar presenteras i tabell 1, kraftstationer i Motala ström och tabell 2, kraftstationer i Svartån. Utförligare tabell finns i bilaga 1.

**Tabell 1:** Produktionen anges i GWh.

- 1) Nuvarande produktion enligt uppgifter från ägare.
- 2) Produktionsminskning på grund av fiskvägar.
- 3) Produktionsökning med befintliga turbiner och generatorer på grund av optimerad drift som beskrivs i kapitel 3 "Möjlig produktionsökning".
- 4) Produktionsökning vid byte av turbiner och generatorer som beskrivs i kapitel 3 "Förnyelse".

Kraftstation Motala ström	1) Nuvarande produktion	2) Skillnad: <i>Prod m fiskflöde minus nuvarande prod.</i>	3) Skillnad: <i>Prod efter förbättring minus prod. m fiskflöde</i>	4) Skillnad: <i>Prod. efter förnyelse minus prod. m fiskflöde</i>
Motala	44,8	-2,0	-	+2,7
Borensberg	20,5	-0,9	-	-
Malfors	90,4		-	+4,1
Nykvarn	6,5	-3,9	+0,5	+3,8
Älvås	7,8	-0,2	+1,1	+5,6
Skärblacka	53,2	-0,2	-	-
Fiskeby	16,0	-2,7	+0,5	+0,5
Holmen	120,8	-0,7	-	-

**Tabell 2:** Produktionen anges i GWh.

- 4) Produktionsökning vid byte av turbiner och generatorer som beskrivs i kapitel 3 "Förnyelse".  
I Linkelösa är 4,0 GWh från den nya stationen och 2,1 GWh för minskad iskravning i Odensfors.

Kraftstation Svartån	1) Nuvarande produktion	2) Skillnad: <i>Prod m fiskflöde minus nuvarande prod.</i>	3) Skillnad: <i>Prod efter förbättring minus prod. m fiskflöde</i>	4) Skillnad: <i>Prod. efter förnyelse minus prod. m fiskflöde</i>
Mjölby	8,2	-0,5	-	+1,5
Knutsbro	7,3	-0,4	-	-
Öjebro	15,3	-0,9	-	+1,7
Vågforsen	4,8	-0,3	-	+0,4
<i>Linkelösa</i>	-	-	-	4,0+2,1=+6,1
Odensfors	14,1	-0,6	+0,9	+1,9
Svartåfors	17,0	-1,1	+0,9	+2,5

## 5 Slutsats

Enligt beräkningarna i denna rapport blir förlusterna på grund av införandet av fiskvägar i de utredda kraftverken 19,8 GWh. Totalt bedöms produktionen i kraftverken kunna ökas med 4,2 GWh genom enklare åtgärder jämfört med den produktion som beräknats efter ett införande av fiskvägar (ett netto på -15,6 GWh). Om förnyelse för de stationer där detta ansetts rimligt och utbyggnadsgraden höjs där de ansetts möjligt inkluderas så bedöms produktionen kunna öka med 22,6 GWh efter införandet av fiskvägar (ett netto på +2,8 GWh). Om Linkelösaprojektet realiserats blir ökningen istället 28,7 GWh (netto +12,1 GWh).

---

## 6 Prioritetsordning och rekommendation

Nedan följer en kategorisering och prioritetsordning för vidare utredning i första hand i form av ekonomisk analys.

1. Optimering
  - a. Fiskeby
2. Ny slukförmåga i befintlig station – Ger elcertifikat på hela produktionen.
  - a. Nykvarn
3. Samtliga aggregat med dubbelfrancis byts till Kaplan - Ger elcertifikat på hela produktionen.
  - a. Mjölby
4. Ett eller två dubbelfrancisaggregat som byts till kaplan – Ger elcertifikat på hela produktionen.
  - a. Vågforsen
  - b. Svartåfors
  - c. Odensfors
5. Nya löphjul och ny generatorstator – Ökad produktion ger elcertifikat
  - a. Malfors
6. Samtliga aggregat typ dubbelfrancis byts ut till kaplan – Ökad produktion ger elcertifikat
  - a. Motala
  - b. Öjebro (Agg 1 och 2 har redan elcert)
7. Ny slukförmåga i ny kraftstation – Ger elcertifikat på hela produktionen.
  - a. Älvås
8. Ny station och återdämning – Ger elcertifikat på hela produktionen.
  - a. Linkelösa

Baserat på tidigare erfarenheter bör förnyelserna i kategori 1-4 vara lönsamma. Förnyelsen i kategori 5-6 är tveksam och förnyelsen i kategori 7 är troligen inte lönsam. Vad det gäller kategori 8, Linkelösa, så förutsätts det att detta är något som skulle vara ett pilotprojekt som genom delvis bidragsfinansiering blir lönsamt.

**Tabell 3:** Summan av möjlig produktionsökning efter förnyelse jämfört med produktion efter införandet av fiskvägar, för varje kategori.

Kategori	Möjlig produktionsökning [GWh]	Kategorisummor [GWh]
1	+0,5	
2	+3,8	
3	+1,5	
4	+4,8	Lönsamt 10,6 GWh
5	+4,1	
6	+4,4	Tveksamt 8,5 GWh
7	+5,6	Olönsamt 5,6 GWh
8	+6,1	Bidragsfinansierat 6,1 GWh

## 7 Investeringstak

Att räkna investeringstak för de olika projekten är inte helt lätt beroende på blandningen av produktionsvärde för elenergi och elcertifikat, i synnerhet då inte alla, utan bara vissa aggregat, byts. Den omfördelning av produktionen mellan aggregaten som det medför försvårar kalkylen ytterligare. För att ändå ge en uppfattning om storleksordningen på investeringstaket ges nedanstående siffror som dock måste användas med försiktighet. Ett reallt avkastningskrav på 4 % antas samt elpris och avskrivningstid enligt nedan:

- Elpris: 350 kr/MWh
- Avskrivningstid: 40 år
- Investeringstak 7 MSEK/GWh den tillkommande produktionen.

För projekt som berättigar till elcertifikat utökas investeringstaket enligt nedan:

- Certifikat: 150 kr/MWh
- Certifikattid: 15 år
- Investeringstak 1,6 MSEK/GWh för den totala produktionen för aggregat under 1,5 MW och för den tillkommande produktionen för aggregat >1,5 MW.



Bilaga 1

Tabell 3

Kraftstationer i Motala Ström	Uppskattade verkningsgrader	Beräknade verkningsgrader	Diff	Nuvarande	Med uppskattad η	Diff	Med fiskflöden	Diff Nuvarande vs fisk (fiskflöden)	Förbättrad prod inkl fisk	Diff förbättrad vs fisk	Prod nytt aggr inkl fisk	Diff nytt vs fisk
				GWh	GWh			GWh				
Motala	78%	79%	1%	44,8	44,3	0,5	42,8	2,0			45,5	2,7
Borensberg	83%	81%	-2%	20,5	21	-0,5	19,6	0,9				
Malfors	83%	84%	1%	90,4	93,3	-2,9	86,5	3,9				2
Nykvarn	77%	52%	-25%	6,5	9,8	-3,3	6,3	0,2	6,9	0,6	10,1	3,8
Älvås	81%	56%	-25%	7,8	11,3	-3,5	7,6	0,2	8,9	1,3	13,2	5,6
Skärblacka	87%	87%	0%	53,2	53,2	0	50,5	2,7				
Fiskeby	83%	79%	-4%	16	16,8	-0,8	15,3	0,7	15,8	0,5		0,5
Holmen	86%	87%	1%	120,8	-		115,4	5,4				
<b>Kraftstationer i Svartån</b>												
Mjölby	76%	75%	-1%	8,2	8,3	-0,1	7,7	0,5			9,2	1,5
Knutsbro	81%	79%	-2%	7,3	7,5	-0,2	6,9	0,4				
Öjebro	76%	70%	-6%	15,3	16,7	-1,4	14,4	0,9			16,1	1,7
Vågforsen	80%	78%	-2%	4,8	4,9	-0,1	4,5	0,3			4,9	0,4
Linkelösa											6,1	6,1
Odensfors	79%	65%	-14%	14,1	17,3	-3,2	13,5	0,6	14,4	0,9	15,4	1,9
Svartåfors	80%	74%	-6%	17	18,4	-1,4	15,9	1,1	16,8	0,9	18,4	2,5
							-16,9		19,8		4,2	28,7

# Svartån och Motala ström uppströms Roxen

Historiska förhållanden, naturvärden och åtgärdsförslag



Europeiska jordbruksfonden för  
landsbygdsutveckling: Europa  
investerar i landsbygdsområden

## Sammanfattning

Rapporten beskriver Motala ström och Svartån ur ett limniskt naturvårdsperspektiv. Vilka naturvärden fanns före utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften? Vilka fysiska förändringar skedde i vattendragen när kraftverken byggdes? Hur påverkade utbyggnaden vattendragens växter och djur? Och hur påverkades Roxen? Hur stora är dagens naturvärden och vad grundar de sig på? Hur ser restaureringspotentialen ut och vilka åtgärder måste genomföras för att komma dit?

Utredningen omfattar Svartåns nedre 4,5 kilometer, från Roxen upp till utloppet ur Mjölorpesjön vid Svartåfors kraftstation. I Motala ström omfattar utredningen den 6,0 kilometer långa sträckan från Roxen upp till Ljungsjöns utlopp vid Malfors spilldamm.

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Hushållningssällskapet Östergötland och finansierats via projektstöd från EU inom ramen för Leader Folkungaland. Utredningen är en del av projektet heter *Förstudie kring fria fiskvandringar i Motala ströms vattensystem*, vilket har initierats av vattenråden i området. Rapporten har skrivits av Jonas Edlund, *Litoralís naturvårdskonsult*. Arbetet har skett i nära samarbete med Peter Gustafsson, *Ekologi.nu water conservation and engineering*, som fungerat som bollplank och bidragit med underlag och värdefulla synpunkter.

Innan industrialiseringen och utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften utgjorde Motala ström och Svartån utomordentligt variationsrika och värdefulla naturmiljöer. Detta gäller speciellt Motala ström där det kalkrika, klara och rena vatten tillsammans med de långa fallsträckorna, sjömiljöerna och avsaknaden av naturliga vandringshinder skapade förutsättningar som är svåra att hitta på andra håll i landet. Utifrån historiska uppgifter har bland annat detta konstateras:

- Det fanns långa sammanhängande strömvattenmiljöer i båda vattendragen, speciellt i Motala ström. Fram till 1904 var sträckan från Norrbysjön till Roxen en lång sammanhängande vattendragmiljö utan vandringshinder eller indämda partier. Sträckan var nästan en mil lång och bestod av långa strömmar och mellanliggande flackare partier.
- I Roxen och vattendragen fanns art- och individrika fisksamhällen med bland annat öring, harr, asp, ål, vimma, färna och nors. Fisksamhället karaktäriserades av omfattande vandrings mellan vattendrags- och sjömiljöer, bland annat för reproduktion och födosök.
- Fisket i Roxen och vattendragen var en mycket viktig resurs. Öring, ål och asp hörde till de viktigaste arterna i vattendragen medan gädda, abborre och braxen dominerade fångsterna i Roxen, åtminstone i början av 1900-talet. Harrfisket i nedre Svartån har beskrivits som ett av landets bästa.
- Motala ströms ursprungliga havsöringsbestånd var sannolikt begränsat till sträckan nedströms Glan, åtminstone sedan mitten av 1800-talet. Beståndet minskade under slutet av 1800-talet och slogs med stor säkerhet ut någon gång mellan 1910 och 1923. Om det även fanns lax i Motala ström, vilket är oklart, har den inte förekommit längre upp än havsöringen.

- Den nedströmslekande vätternöringen förekom sannolikt bara uppströms Boren. Förutsättningarna för öringen försvann i samband med att Motala kraftstation byggdes 1918 till 1922.
- Insjööring har sannolikt funnits i en eller flera av sjöarna som Motala ström genomflyter. Öring fångades kontinuerligt i Roxens yrkesfiske i början av 1900-talet, men arten stod bara för 0,3 procent av totalfångsten. Muntliga uppgifter om fångster av "lax" och "blanklax" under 1900-talets första hälft finns från både Roxen och Motala ström vid Ljung, Jakobslund och Malfors.

Vattenmiljön i Svartån och Motala ström har påverkats av många faktorer genom tiderna. Utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften är en av de viktigaste och har kraftigt förändrat vattendragen. När kraftstationerna vid Svartåfors, Nykvarn och Malfors byggdes i början av 1900-talet innebar det en påtaglig påverkan på vattendragen och en genomgripande förändring av förutsättningarna för många arter. De viktigaste anledningarna till detta var förlusten av strömvattenmiljöer, tillkomsten av vandringshinder samt den hårda regleringen av flödet.

När Nykvarn och Malfors byggdes togs i princip hela fallhöjden mellan Norrbysjön och Roxen i anspråk för kraftproduktion. Merparten av strömvattenmiljöerna dämades in, medan andra torrlades eller rensades och sänktes. När Svartåfors byggdes dämades omkring 2,4 kilometer av Svartåns strömvattenmiljöer in och ytterligare 0,8 kilometer torrlades.

Vattenkraften innebär fortfarande en påtaglig påverkan på vattenmiljöerna, vilket bland annat botten i regleringsmönstret. Stora och snabba flödesvariationer till följd av regleringen förekommer löpande i båda vattendragen och nolltappning är inte ovanligt. Flödesregimen över året påverkas också, bland annat genom att vårfloden hålls inne i Sommen. Men trots påverkan finns fortfarande mycket höga naturvärden kvar!

Svartåns nuvarande naturvärden har sin grund i de värdefulla vattendragmiljöerna med sin höga mångformighet och naturlighet, sitt rika växt- och djurliv och sin stora betydelse för rödlistade arter och lokala fiskpopulationer. Värdet grundar sig även på de geologiskt värdefulla bildningarna, speciellt det deltaliknande kvillområdet vid Kaga, samt vattendragets omgivande strandängsmiljöer. Kommunen pekar ut området som nationellt värdefullt för naturvärden, det ingår i ramsarområdet Västra Roxen och är klassat som riksintressant för naturvärden. Det är även klassat som nationellt särskilt värdefullt vatten ur fisk- och naturvårdssynpunkt. Dessutom ingår de nedersta 300 metrarna i Svartåmynnings naturreservat och EU:s nätverk av värdefulla naturområden, Natura 2000.

Motala ströms nuvarande naturvärden grundas i de värdefulla vattendragmiljöerna med sitt kalkrika och klara vatten och rika växt- och djurliv, de omgivande strand- och ravinskogarna med sina höga skogliga värden samt den geologiskt värdefulla ravinbildningen. Vattendraget är klassat som nationellt särskilt värdefullt ur fisksynpunkt och nationellt värdefullt ur naturvårdssynpunkt. Torrfåran vid Ljungsbro pekas ut som nationellt värdefullt för naturvärden i kommunens naturvårdsprogram. Och de nedre delarna, från Nykvarns kraftstation till utloppet i Roxen, ingår i ramsarområdet Västra Roxen och är klassat som riksintressant för naturvärden. Dessutom ingår de nedersta 350 metrarna i Kungsbro naturreservat och EU:s nätverk av värdefulla naturområden, Natura 2000.

Båda vattendragen har mycket stor restaureringspotential med goda förutsättningar att återskapa delar av tidigare värden och kompensera för en del av de strömvattenmiljöer som förlorades vid utbyggnaden av vattenkraften.

I rapporten finns förslag på restaureringsstrategier med prioriterade åtgärdsförslag för båda vattendragen. Förslagen fokuserar på naturvårdsnyttan i Roxen och de aktuella vattendragssträckorna. Utgångspunkten har varit att i första hand stärka befintliga värdekärnor med strömvattenmiljöer, i andra hand utöka den sammanhängande strömvattenarealen och i tredje hand åstadkomma upp- och nedströmspassage förbi Svartåfors och Malfors. Exempel på viktiga åtgärdsförslag är miljöanpassning av regleringsmönstret och restaurering av torrfårorna, vilket inkluderar påsläpp av kontinuerligt flöde. Utredningen föreslår även faunapassager förbi Svartåfors och Malfors. Faunapassagerna ska utöver god passagemöjlighet även optimeras för habitatfunktion, vilket bland annat innebär att de anläggs flackt och naturliknande med stor variation.

Åtgärderna förväntas påtagligt gynna strömvattenlevande organismer som asp, nors, kungsfiskare och utter och skapa goda förutsättningarna för återintroduktion av utdöda arter som öring, harr och stormusslor. Positiva effekter förväntas även i Roxen, bland annat kopplat till fisksamhället.

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>1</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>4</b>
UPPDRAGET .....	4
<b>SVARTÅN</b> .....	<b>5</b>
HISTORISKA FÖRHÅLLANDEN .....	5
NATURVÄRDEN.....	8
RESTAURERINGSPOTENTIAL OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG.....	15
<b>MOTALA STRÖM</b> .....	<b>17</b>
HISTORISKA FÖRHÅLLANDEN .....	17
NATURVÄRDEN .....	27
RESTAURERINGSPOTENTIAL OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG.....	31
<b>VATTENKRAFTENS PÅVERKAN PÅ SVARTÅN, MOTALA STRÖM OCH ROXEN</b> .....	<b>33</b>
ASP .....	35
NORS.....	35
ÅL.....	36
HARR.....	37
ÖRING .....	38
<b>REFERENSER</b> .....	<b>38</b>

## Inledning

I boken *Sportfiske i Sverige* från 1940 finns ett kapitel som heter *Forna tiders flugfiske i Östergötland* av Simon Nyblom. Där berättar Nyblom om ett lysande fiske efter öring, harr och asp i Svartån och Motala ström kring förra sekelskiftet. Men han berättar även tiden då fisket upphörde. Så här skriver han:

*» På 1920-talet började så de stora kraftverksanläggningarna, som efterhand gjorde slut på flugfisket i de större vattendragen. Omkring 1921 tillkom den stora kraftstationen i Motala, och sedan följde bland annat Svartåfors kraftverk vid Bränninge i Svartån och det stora Malforsbygget i Motala ström. Det var inte bara det, att de vackra forsarna fullständigt ändrade karaktär eller försvunno. Det var också den av kraftverksdriften åtföljande vattenregleringen, som förstörde livsvillkoren för laxfisken. På en del håll blevo forsarna nu och då fullständigt torrlagda, fisken blev ett lättfångat byte för djur och människor, och insektslivet dog mer eller mindre ut. Väl är det troligt, att det ännu kan stå någon enstaka öring eller harr i bakvattnet nedanför kraftstationerna, men med flugfisket är det slut. «*

Texten väcker frågor om hur vattendragen en gång såg ut, hur vattenkraftutbyggnaden påverkade vattenmiljön, vilka värden som återstår idag och vad vi kan göra för att restaurera strömmarna.

## UPPDRAGET

Utredningen omfattar Svartåns nedre 4,5 kilometer, från Roxen upp till utloppet ur Mjölörpesjön vid Svartåfors kraftstation. I Motala ström omfattar utredningen den 6,0 kilometer långa sträckan från Roxen upp till Ljungsjöns utlopp vid Malfors spilldamm. Arbetet innefattar dessa delar:

- Sammanställning av kunskap om förhållanden i vattendragen innan den storskaliga vattenkraftutbyggnaden.
- Sammanställning av kunskap om nuvarande biologiska värden i vattendragen.
- Bedömning av vattenkraftens påverkan på växt- och djurlivet i vattendragen samt dess koppling till förhållandena i Roxen.
- Förslag på restaureringsåtgärder, prioriteringar mellan dessa samt bedömning av ekologiska effekter och eventuella effekter ur sportfiskesympunkt.

Rapporten har skrivits av Jonas Edlund, *Litoral*s naturvårdskonsult. Arbetet har skett i nära samarbete med Peter Gustafsson, *Ekologi.nu water conservation and engineering*, som fungerat som bollplank och bidragit med underlag och värdefulla synpunkter.

Uppdragsgivare var *Hushållningssällskapet Östergötland* och arbetet finansierades via projektstöd från EU inom ramen för *Leader Folkungaland*. Utredningen ingår i projektet *Förstudie kring fria fiskvandringsvägar i Motala ströms vattensystem*, vilket har initierats av vattenråden i området.

## Svartån

Svartån är Motala ströms största biflöde och avvattnar ett 3 430 kvadratkilometer stort område. Vattendraget har sina källflöden i skogslandskapet mellan Nässjö och Eksjö. Härifrån rinner ån norrut förbi Aneby och Tranås innan den mynnar i Sommen. Östgötadelen av Svartån sträcker sig från Sommen till Roxen. Sträckan är 75 kilometer lång och har cirka 113 meters fallhöjd. Medelflödet vid utloppet ur Sommen är 12,7 kubikmeter per sekund och 20,2 vid utflödet i Roxen (SMHI 2014).

Den fortsatta beskrivningen avser i första hand Svartåns nedre 4,5 kilometer, från Svartåfors kraftstation vid Mjölörpesjöns utlopp till utflödet i Roxen.

## HISTORISKA FÖRHÅLLANDEN

Innan industrialiseringen och utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften utgjorde Svartån en utomordentligt variationsrik och värdefull naturmiljö.

1755 publicerades en beskrivning av fisket i Vreta klostrets socken. Boken skrevs av Tiburtz Tiburtius, präst i Vreta kloster. Så här beskrev han sockens del av Svartån, vilken sträcker sig upp till Lillåns inlopp något uppströms Odensfors (ur Björk 1992):

*» I Mølby- eller Nybroströmmen är först på våren uti islossningen, ett tämmeligt fördelaktigt aspfiske, som idkas och försvaras av de närliggande Härna och Alguvi byar. Aspen fångas med not utan kil, den de ro i strömmen, och upptaga, när det märkes någon fisk stöta på noten. «*

*» I januarii och halfva februarii fick jag tämmeligen vackra lakar, till eget behov tillräckligt. I de andra månader till midsommaren fick jag allehanda fisk som vimbor<sup>1)</sup>, id<sup>2)</sup>, abbor, gädda, braxen till ett godt kok om dagen. Men vid midsommartiden började bjärken<sup>3)</sup>, som tämmeligen liknar små braxen, fast något tjockare i ryggen, samt små röda fenor som sarven, att ansenligen stiga upp i strömmynningen, och gå i ryssjorna, till några lispund<sup>4)</sup> i vittjandet. Men besynnerligt var det att allenast mjölkbjärken steg upp i strömmynningen, och romfisken hölt sig ett stycke nedanför i vassen vid sjölandet, och fångades där i myckenhet. «*

*» Kräfter hafver man tillförene ymnigt fångat i denna ström, men nu synas de icke. Berättelsen är att man tillförene i denna ström tagit pärlemulor<sup>5)</sup>, men nu förtiden ser ingen därefter. «*

**Anmärkingar.** 1) vimma, 2) sannolikt färna, 3) björkna, 4) gammal måttenhet, ca 8,5 kg, 5) flodpärlmussla.



**Bild 1.** Vadande soldater i Svartån vid Odensfors 1901, innan strömmarna dämdes in. Från Östergötlands museums fotosamlingar, fotograf Lars Fredrik Lovén.



**Bild 2.** Odaterat foto på Svartån från Östergötlands museums fotosamlingar. Fotografiet är sannolikt tagen omkring 600 meter nedströms Kaga kyrka, vars torn syns på bilden. Okänd fotograf.

1935 beskrevs Svartåns nedre delar, nedströms den nuvarande passagen under E4:an mellan Mjölby och Mantorp, så här i skriften *Förteckning över Sveriges vattenfall* (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1935):

*» Nedanför Öjebro bli dalsidorna allt mindre branta. Ån är nu nere på Östgötaslätten och flyter fram i en i leran nedskuren dalgång. Åfåran är i stor utsträckning igenvuxen och vattnet går vid lågvatten fram i rännilar mellan vassarna. Vid Tolebro och Linkelösa bildas fall. Kort före utloppet i Roxen bildas Odensfors och Svartåfors över berggrund av kambrisk sandsten. «*

Mellan Sommen och Roxen förekom kungsådra enligt kungörelse från 1923 (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1935). Kungsådran var en inskränkning i vattenägarens rätt och innebar att vattendraget inte fick stängas eller överbyggas, ofta utifrån hänsyn till fisket. Allmän farled och flottningsled saknades (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1935), men vattendraget nyttjades för flottning, åtminstone mellan Sommen och Boxholm (Ahlbäck & Albertsson 2006).

1940 gavs boken *Sportfiske i Sverige* ut. I kapitlet *Forna tiders flugfiske i Östergötland* skrivet av Simon Nyblom finns denna text om Svartån:

*» Ur sportfiskesynpunkt stod Svartån med sitt kristallklara vatten från Sommen inte Motala ström långt efter. Vid Bränninge, inte långt från utflödet i Roxen, var på den tiden ett av Sveriges bästa harrvatten beläget. Den långsträckta forsen med sina otaliga stenar innehades av dåvarande trafikchefen Henning Ekman i Linköping, vilken själv var en mästare i konsten att placera en fluga på det rätta stället. Under ett av mina besök hos honom hösten 1916 tog jag på en förmiddag fyrtio harrar och en öring. Men så sades det också, att det stod en harr bakom varje sten. Och det fanns som sagt gott om sten i Svartån. Öringen förekom visserligen inte så talrikt, men den kunde bli stor, och Ekman tog en öring på omkring 4,5 på fluga. Själv fick jag dock aldrig någon större än på halvtannat kilo. Harren var i regel inte så stor, i regel nådde de inte mer än fem, sex hekto. «*



**Bild 3.** Fiske i Svartån. Fotografiet är taget av Simon Nyblom och fiskaren är Henning Ekman. Platsen är sannolikt Skvalet som strömmarna vid Krokbränninge kallas lokalt. Nyblom kallade platsen för Bränningeströmmen. Från Nyblom (1940).

I mitten av 1800-talet började den storskaliga vattenkraften i Svartån byggas ut, vilket skedde genom att huvudfåran vid Mjölby och Boxholm reglerades. Flertalet av vattendragets kraftverk byggdes dock under 1900-talets första årtionden (Essvik 2003). Idag finns 8 kraftverk nedströms Sommen. Dessa dämmer sammanlagt in 90 fallhöjdsmeter, vilket motsvarar ungefär 80 procent av fallhöjden mellan Sommen och Roxen.

1914 togs Odensfors kraftstation i drift. Stationen ligger två kilometer uppströms Svartåfors och har 12,5 meters fallhöjd (Essvik 2003).



**Bild 4.** Svartån i samband med byggnationen av Svartåfors kraftstation.

1919 togs Svartåfors kraftstation med sina 12,5 meters fallhöjd i drift (Essvik 2003). Dammen dämde in omkring 1,6 kilometer strömvattenmiljöer och bildade Mjölörpesjön. Dammen blev även det nedersta definitiva vandringshindret i Svartån. Nedströms anlades en 0,8 kilometer lång utloppskanal parallellt med den gamla naturfåran. Huvuddelen av flödet gick genom utloppskanalen medan naturfåran nyttjades som spillfåra. De gamla byggnadsdomarna anger att en fiskväg skulle inrättas vid Svartåfors (Essvik 2003). Essvik har inte hittat någon dom som upphäver kravet, men kan inte utesluta att befrielse skett.

## NATURVÄRDEN

I kommunens naturvårdsprogram (Linköpings kommun 2013) pekas Svartåns sträckning från Svartåfors kraftstation till utloppet i Roxen ut som nationellt värdefullt för naturvården (naturvärdesklass 1). Vattenområdet ingår i ramsarområdet *Västra Roxen* och är klassat som riksintressant för naturvården (Naturvårdsverket 2014). Det är dessutom klassat som nationellt särskilt värdefullt vatten ur fisk- och naturvårdssynpunkt (Havs- och vattenmyndigheten 2014). De nedersta 300 metrarna ingår i *Svartåmynnings naturreservat*. Dessa delar ingår i EU:s nätverk av värdefulla naturområden, Natura 2000 (Naturvårdsverket 2014).

Områdets mycket höga naturvärden har sin grund i de värdefulla vattendragsmiljöerna med sin höga mångformighet och naturlighet, sitt rika växt- och djurliv och sin stora betydelse för rödlistade arter och lokala fiskpopulationer. Värdet grundar sig även på de geologiskt värdefulla bildningarna, speciellt det deltaliknande kvillområdet vid Kaga, samt vattendragets omgivande strandängsmiljöer. Naturvärdet stärks av områdets stora restaureringspotential.

### Geologiskt värdefulla bildningar

Nedströms Svartåfors kraftstation har Svartån skurit sig ner jordlagren och bildat en ravin med några anslutande sidoraviner. De djupaste delarna finns närmast Svartåfors kraftstation, men har delvis påverkats av utfyllnader som utförts i samband med kraftverksbygget.

I höjd med Kaga kyrka finns ett deltaliknande kvillområde. Området utgör en geologiskt värdefull bildning som saknar motsvarigheter i länet. Kvillområdet har genomgått stora förändringar under senare tid. Öarna har blivit större och vattenområden har vuxit igen, vilket innebär kvillfårorna och andra öppna vattenytor minskat i utbredning (hänvisning till kartbilderna). De plana öarna har tidigare betats (Linköpings kommun 2013) och både kvillfåror som landmiljöer har börjat växa igen. Förändringarna beror förmodligen på flera samverkande processer, främst avsaknaden av bete, övergödningen av Svartåns vatten och vattenkraftens påverkan på flödesregimen.



**Bild 5-8.** Kvillområdet vid Kaga kyrka. Överst till vänster storskiftekartan från 1768. Överst till höger häradsekonomiska kartan från 1868-77. Nederst till vänster den flygbildsbaserade ekonomiska kartan från 1948 (Lantmäteriet 2014 a). Nederst till höger ett modernt ortofoto (Lantmäteriet 2014 b).

Utloppsområdet kring Svartåns mynning i Roxen utgör också en geologisk värdefull bildning. Den avtagande vattenhastigheten innebär att partiklar sedimenterar och bygger upp bankar av finmaterial. Tillsammans med variationer i Svartåns vattenföring och Roxens vattenstånd skapar detta en dynamik som sakta omvandlar området och skapar allt större grundområden. Det är denna process som skapat Röudden, den stora udden mellan Härnaviken och Sättunaviken. På udden finns tydliga spår av Svartåns tidigare sträckningar, vilket åskådliggör deltabildningens dynamik. Processen är en grundläggande förutsättning för de förhållanden som råder i Svartånmynningen. Deltabildningen har påverkats av utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften i systemet, exempelvis genom att kraftverksdammarna minskar nedströmstransporten av sediment till utloppsområdet.



**Bild 9.** Röudden vid Svartåns mynning i Roxen. Längst till höger syns åns mynning och den ringlande fåran upp mot Kaga kyrka. De gamla fårorna över deltalandet blir tydliga av Roxens högvatten. Foto Göran Billesson.

### Strandängsmiljöer

Längs vattendragets södra strand finns två strandängar med höga naturvärden. Den ena ligger vid Pilgården uppströms Kaga kyrka och den andra, som heter Velerna, ligger en halv kilometer nedströms kyrkan. Båda betades vid inventeringar 1989-90 (Linköpings kommun 2013), men 2002 var enbart det övre området hävdat (Jordbruksverket 2014).

### Särskilt värdefulla vattendragssträckor

Nedströms Svartåfors kraftstation rinner Svartån i två parallella fåror längs en drygt 800 meter lång sträcka. Sammanflödet sker cirka 80 meter nedströms riksväg 34. Den norra fåran är en anlagd utloppskanal från kraftverket. Den södra fungerar som spillfåra och utgörs av den ursprungliga naturfåran. Spilltappning sker under mindre än 1 procent av tiden (Cederborg m fl 2014), vilket innebär att vattenföringen normalt utgörs av lokal tillrinning och eventuellt läckvatten från dammen. 2014-09-26 var vattenföringen cirka 150 liter per sekund (Gustafsson 2014).

Torråran har höga naturvärden, men är kraftigt påverkad av den låga vattenföringen. Utöver bristen på vatten har sträckan en relativt naturlig karaktär med förhållandevis få spår av fysiska ingrepp. Den rinner fram i en lövskogsbevuxen ravin med god tillgång på död ved. Vattenmiljön är omväxlande med såväl strömsträckor som lugnare partier och botten består till stor del av grus, sten och block (Gustafsson 2014). Sträckan har en mycket hög restaureringspotential.



**Bild 10.** Torråran 2014-09-25. Foto Peter Gustafsson.

Direkt nedströms torrårans och kraftverkskanalens sammanflöde finns ett område med mycket höga naturvärden. Sträckan är 1,6 kilometer lång och utgör en limniskt nyckelbiotop. Här finns en mångformig vattendragsmiljö med stort inslag av svagt strömmande till strömmande vatten och grövre bottenmaterial, främst grus, sten och block. Området är mycket naturligt och bär få spår av fysiska ingrepp i vattenmiljön (Gustafsson 2006 a). På flera platser grenar åfåran upp sig och bildar värdefulla kvillområden. Det största är en 900 meter lång och 400 meter bred deltaliknande bildning i områdets nedre delar.



**Bild 11.** Ortofoto över de värdefullaste delarna av vattenområdet, strömmarna och kvillarna mellan riksväg 34 och Kaga (Lantmäteriet 2014 b).



**Bild 12.** Kvillområdet vid Kaga. Foto Peter Gustafsson.



**Bild 13.** Strömmarna uppströms kvillområdet 2014-11-11. Foto Jonas Edlund.

Nedströms strömmarna och kvillområdet avtar vattenhastigheten och de återstående två kilometrarna ner till Roxen är lugnflytande. Mynningsområdet utgör en limnisk nyckelbiotop. Området är en övergångszon mellan Svartåns vattendragsmiljö och Roxens sjömiljö och utgör en värdefull och produktiv plats för exempelvis fågel och fisk. Flertalet av Roxens fiskarter förekommer i mynningsområdet under någon del av sin livscykel, när de vandrar mellan vattendraget och sjön eller nyttjar det produktiva och mångformiga området för lek, uppväxt eller födosök. Historiskt sett har området sannolikt haft en avgörande betydelse för fiskarter knutna till näringsfattigare och svalare vatten, exempelvis harr, nors och siklöja. Bertil Pettersson, född och uppvuxen vid nedre Svartån, berättade 2014-11-13 att området var en viktig lekplats för siklöja, främst kring Stenholmen.



**Bild 14.** Svartåns utlopp i Roxen sett från fågeltornet 2014-07-04. Foto Jonas Edlund

### Vattenvegetation

Den mångformiga och naturliga vattendragsmiljön, den stora utbredningen av grunda bottnar samt läget långt ner i ett stort vattendrag innebär att vattendraget har mycket goda förutsättningar att hysa en artrik vattenvegetation. Inga systematiska vattenvegetationsinventeringar har dock gjorts i området. I torrfåran och strömmarna ner mot Kaga kyrka har undervattensväxterna rostnate, trubbnate, gräsnate, ålnate, krusnate, kransslinga, axslinga, möja, lånke, rödalgen strömtråd samt näckmossa noterats (Gustafsson 2008 b & 2014 b). Här förekommer även säv, blomvass och de främmande arterna jättegröe och kalmus. Uddnate (NT) förekommer längre upp i vattendraget (Gustafsson 2014 b).

Sannolikt hyser även mynningsområdet och deltalandskapet en artrik vattenvegetation. 1917 påträffades småsvalting (EN) i området (Jacobson 2005), men moderna fynd saknas. Nyare inventeringar visar dock att området bland annat hyser sällsynta ettåriga natearter (Gustafsson 2010).

### Bottenfauna

Vattendragets bottenfauna har provtagits på två lokaler i höjd med Kaga kyrka. Resultatet visade att vattenområdet hyser en artrik och krävande bottenfauna med förekomst av flera ovanliga arter. Utifrån bottenfaunans sammansättning bedömdes vattenområdet ha ett mycket högt naturvärde (Meissner 2008). Tidigare bottenfaunainventeringar har också visat på ovanligt artrika förhållanden (Elf 2002).

Vid Kaga har de allmänna stormusselarterna spetsig målarmussla och vanlig dammussla hittats (Bergengren m fl 2014). I Artportalen (Artdatabanken 2014) finns dessutom en uppgift från 1989 om skal från äkta målarmussla (NT) från samma område. Det finns också ett äldre fynd av tjockskalig målarmussla (EN) från Svartåns nedre delar, närmare utloppet. Levande individer av tjockskalig målarmussla (EN), flodpärlmussla (EN) och flat dammussla (NT) har hittats längre upp i Svartån, men bestånden bedöms inte vara reproducerande (Bergengren m fl 2014).

## Fisk

Nedre Svartån hyser en värdefull fiskfauna med hög artrikedom, flera rödlistade arter och ovanligt storvuxna bestånd av bland annat färna och sarv. På sträckan mellan Sommen och Roxen har omkring 20 arter påträffats, vilket gör vattendraget till ett av länets artrikaste. Här förekommer bland annat ål (CR), vimma (NT), lake (NT), nissöga, nors samt den kommunala ansvarsarten asp (NT) (Tibblin & Rockler 2008). Sannolikt förekommer flertalet av dessa arter nedströms Mjölörpesjön.

Sträckan nedströms Svartåfors kraftstation nyttjas både av stationära och vandrande arter och har en stor betydelse för lokala fiskpopulationer. Området fungerar som både lek-, uppväxt- och födosökslokal och betydande fiskvandringar sker mellan Svartån och Roxen. De viktigaste områdena i ån är sannolikt strömmarna vid Kaga och utloppsområdet i Roxen. Strömmarna vid Kaga bedöms vara den viktigaste leklokalen för Roxens asp (Gustafsson 2008 b). Under förutsättning att vattenföringen är tillräcklig bedöms större delen av detta vattenområde som optimal för asplek (Gustafsson 2006 a). Sträckan utgör sannolikt kärnområde för flertalet av de fiskarter som förekommer i vattenområdet och har en nyckelroll för sjölevande arter som nyttjar Svartån som reproduktionslokal.

Bland Roxens fiskarter har asp, flodnejonöga, färna, gös, vimma och ål det största kontinuitetsbehovet och är beroende av fria vandringsmöjligheter för att kunna genomföra hela sin livscykel. Detsamma gäller harr och öring som inte längre finns kvar i vattenområdet. Abborre, benlöja, braxen, gädda, lake, mört, nors och sutare kan vara stationära om det förekommer naturliga barriärer, men vandrar och gynnas om det finns fria vandringsvägar (Näslund m fl 2013). Det är rimligt att anta att Svartån har en stor betydelse för flertalet av dessa arter.

## Fågel

Sträckan mellan Roxen och Svartåfors är ett viktigt födosöksområde för den rödlistade kungsfiskaren (VU), som ofta observeras i området. Svartån är tillsammans med Motala Ström kommunens viktigaste häckningsområde för arten, men häckningsplatserna ligger uppström Svartåfors kraftstation (Linköpings kommun 2014, Vuorinen 2014). Kungsfiskaren är en kommunal ansvarsart. Forsärla häckar vid Svartåfors kraftstation (Vuorinen 2014).

I det värdefulla området mellan riksväg 34 och Kaga kyrka häckar bland annat årta (VU), skedand och rörhöna medan brun kärrhöök, sparvhök, duvhök, lärkfalk, tornfalk och fiskgjuse nyttjar området för födosök (Elf 2002). Vintertid nyttjas området av arter som strömstare, sångsvan och smådopping. I området kring Kaga kyrka förekommer nattsångare som vaktel (NT), gräshoppsångare (NT) och kärrsångare. Här har även flodsångare (NT) och kornknarr (NT) hörts (Linköpings fågelklubb 2014).

Mynningsområdet har ett rikt fågelliv och är en viktig häcknings- och födosökslokal för många arter. Området ingår i Svartåmynnings naturreservat, vilket är en av länets absolut bästa fågellokaler.

## Däggdjur

Utter (VU) förekommer i vattenområdet och har noterats vid flera tillfällen (Bisther 2000 & 2011).

## RESTAURERINGSPOTENTIAL OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Sträckan mellan Svartåfors och Roxen har en mycket stor restaureringspotential. Här finns goda möjligheter att gynna strömvattenlevande organismer och stärka områdets ekologiska funktion. Exempel på arter som kan gynnas är asp, nors och vimma. Förutsättningarna för återintroduktion av lokalt utdöda arter stärks också. Nedan redovisas ett förslag till restaureringsstrategi med ingående åtgärder i prioriteringsordning:

1. *Miljöanpassad reglering*. En miljöanpassning av regleringen kan åstadkommas genom att undvika nollflöden och snabba flödesvariationer samt att efterlikna naturliga flödesvariationer över året (Malm-Renöfält & Ahonen 2013). Den enskilt viktigaste åtgärden är att säkerställa ett tillräckligt minimiflöde. Idag finns en frivillig överenskommelse om att undvika nolltappning från Svartåfors kraftverk under perioden 1 april till 15 juni (Cederborg m fl 2014). En mer långtgående miljöanpassning av flödet skulle ha en mycket gynnsam effekt på vattendragets växt- och djurliv och skapa bättre förutsättningar för flertalet av Roxens vandrande fiskarter, exempelvis asp, vimma och nors. Det skulle även gynna fågellivet och vattenknutna arter som utter. Miljöanpassningen av regleringen är den högst prioriterade enskilda åtgärden, men är inte en förutsättning för övriga åtgärder.
2. *Restaurering av kvillområdet*. Området har genomgått betydande förändringar under senare tid och har en stor restaureringspotential. Restaureringen är dock komplex och bör utredas närmare. Syftet bör vara att återskapa större vattenarealer i området, exempelvis genom att skapa flöde genom igenvuxna kvillfåror. Återupptagen hävd är sannolikt positivt. Restaureringen är inte en förutsättning för övriga åtgärder.
3. *Kontinuerligt flöde i torrfåran*. Ett kontinuerligt flöde i torrfåran skulle ge en omedelbart positiv effekt och gynna strömvattenlevande arter. Vid val av teknisk lösning bör målsättningen vara att flödet mynnar i torrfårans övre del samt att det går att reglera för att efterlikna naturliga flödesvariationer. En provisorisk lösning kan väljas om omlöpet (punkt 5 nedan) avses att anläggas inom en kortare tid.
4. *Restaurering av torrfåran*. Ett kontinuerligt flöde i torrfåran bör kombineras med restaureringsåtgärder, exempelvis återställning av rensades partier genom att lägga tillbaka borttagna stenar och block.
5. *Faunapassage från torrfåran till Mjölörpesjön*. Omlöpet utformas för att ge god passage- och habitatfunktion åt flertalet av vattendragets vattenknutna arter och kompensera för en del av de strömvattenmiljöer som förlorades vid kraftverksbygget. Omlöpet anläggs med en till två procents lutning, vilket innebär att fiskvägen blir minst 5-600 meter lång. För att skapa ett så stort och sammanhängande strömvattenområde som möjligt anläggs omlöpet med ingången i torrfårans övre del. Förslag på en liknande, men något brantare lösningar finns i Cederborg m fl (2014). Lösningen innebär att eventuella konstruktioner enligt punkt 3 kan tas bort.

Förslaget innebär att omlöpet knyts ihop med den restaurerade torrfåran och bildar en sammanhängande strömvattenmiljö med höga naturvärden. Vattnet som tappas i fiskvägen fortsätter genom hela torrfåran och skapar därmed mer naturvårdsnytta än om det hade mynnat i exempelvis utloppskanalen.

En flack lutning, helst omkring en procent, ger goda möjligheter att skapa en naturlig och heterogen vattendragsmiljö med större variation i djup, bredd, strömförhållanden och bottenmaterial, goda förutsättningar att arbeta med död ved i åfåran och bra förutsättningar att skapa ekologiskt funktionella strandzoner med exempelvis översvämningszoner (Calles m fl 2012).

6. *Anpassningar för att styra uppströmsvandring till torrfåran.* Ovanstående lösning kan innebära att uppströmsvandrande fisk går upp i utloppskanalen istället för torrfåran. Om omfattningen av detta blir så stor att det bedöms utgöra ett problem bör anpassningar vidtas för att styra fiskvandringen till torrfåran. En möjlig lösning beskrivs i Cederborg m fl (2014).
7. *Anordningar för nedströmspassage.* Förslag på lösning beskrivs i Cederborg m fl (2014).
8. *Faunapassage förbi Odensfors.* Genom att även bygga ett omlöp förbi Odensfors kraftstation, cirka två kilometer uppströms Svartåfors, öppnas vandringsmöjligheter inom stora delar av nedre Svartåns vattensystem inklusive Lillån och Kapellån. Förslag på lösning beskrivs i Cederborg m fl (2014).

Parallellt med restaureringsåtgärderna bör förutsättningarna för områdesskydd utredas. Försök med återetablering av försvunna arter kan också övervägas, exempelvis stormusslor, öring och harr. Utsättning av nors bör också övervägas.

Förutsättningarna att åstadkomma ett reproducerande bestånd med öring bedöms vara goda om åtgärd 3, 4 och 5 genomförs. Förutsättningarna stärks om även åtgärd 1 och 2 genomförs. En återintroduktion kan eventuellt utgöra underlag för ett framtida sportfiske. Strömmade fiskevatten med självreproducerande öring är en bristvara i Östergötland.

## Motala ström

Motala Ström rinner från Vättern till Bråviken och passerar flera sjöar längs vägen, bland annat Boren, Roxen och Glan. Vattendraget avvattnar ett 15 479 kvadratkilometer stort område och är därmed Sveriges elfte största avrinningsområde. Större delen ligger i Östergötlands län, vattendraget avvattnar även delar av Skaraborg, Jönköping, Örebro och Kalmar län. Medelflödet vid utloppet ur Vättern är 42,1 kubikmeter per sekund. Vid utflödet i Roxen har det ökat till 43,6 och vid utflödet i Bråviken är det 96,8 (SMHI 2014).

Den fortsatta beskrivningen avser i första hand Motala ströms 6,0 kilometer långa sträcka från utloppet ur Ljungsjön till utflödet i Roxen.

### HISTORISKA FÖRHÅLLANDEN

Innan industrialiseringen och utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften var Motala ström en utomordentligt variationsrik och värdefull naturmiljö, kanske ett av landets artrikaste vattendrag. Vattendraget var stort, rikt på långa fallsträckor och rann genom flera artrika sjömiljöer. Vattnet var kalkrikt, klart och rent och vandringshinder saknades på hela sträckan mellan Vättern och Bråviken. Sammantaget skapade detta förutsättningar som är svåra att hitta på andra håll i landet.



**Bild 15.** Odaterat foto från Malfors av Karl Johan Stenhardt. Från Östergötlands museums fotosamlingar.

Sträckan från Norrbysjön till Roxen var en sammanhängande vattendragsmiljö, nästan en mil lång. 1930 beskrevs sträckan så här i skriften *Förteckning över Sveriges vattenfall* (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1930):

*» Sträckan från Norrbysjön fram till Roxen är nästan en enda sammanhängande serie av forsar och fall. De mera framträdande finnas vid Råby, Ljung, Jakobslund, Malfors och Nykvarn. Stränderna stå här ofta höga och branta, och påminna om de norrländska älvarnas nipstränder. Berg går sällan i dagen utmed denna sträcka, som nedåt är bevuxen med täta lövskogar. «*

Carstensson m fl (1992) har beskrivit att sträckan bestod av fem fallsträckor med mellanliggande flackare partier. De flackare partierna hade sammanlagt 1,7 meters fallhöjd. Strömmarnas längd och fallhöjd framgår nedan:

- **Råby**. Längd 1 050 meter, fallhöjd 6,3 meter.
- **Ljung**. Längd 550 meter, fallhöjd 6,3 meter.
- **Jakobslund**. Längd 800 meter, fallhöjd 8,3 meter.
- **Malfors**. Längd 300 meter, fallhöjd 5,1 meter.
- **Nykvarn**. Längd 150 meter, fallhöjd 4,3 meter.

### Fisk och fiske

Fisket i Motala ström spelade en betydande roll för det lokala näringslivet och skedde både i fasta fisken och genom notdragning, nätfiske, ljusterfiske och spånghåvsfiske (Carstensson m fl 1992). Fisket vid Norrköping och Motala var särskilt värdefullt och är väl dokumenterat, medan de mellanliggande delarna är mer sparsamt beskrivna.

1755 publicerades en beskrivning av fisket i Vreta klostrets socken. Boken skrevs av Tiburtz Tiburtius, präst i Vreta kloster. Så här beskrev han sockens del av Motala ström, vilken sträcker sig upp till Malfors (ur Björk 1992):

*» I Motala älv fångas lax<sup>1)</sup>, både krok-lax, blank-lax och laxöring, ibland till en stor myckenhet, dels med mete, dels med ljuster, dels i laxkaren. Foreller var da här och ymnigt metade. Örvalar<sup>2)</sup> till några markers<sup>3)</sup> vikt fångas här med mete. Ål fås uti ålkistorna, fast ej till stor myckenhet, ty de verk som ligga ovanföre, veta så väl dämningkonsten, att icke alltför många tränga sig igenom. «*

*» Iden<sup>4)</sup> går ock upp i denna ström till myckenhet, och en tämmeligen storlek. Han börjar stiga i maj månads slut, och fortfar mest hela sommaren, och fångas stundom i garnmjärdar, dock mest metas han med kräftstjärtar eller gräshoppor. Abbor stiger om vårtiden till gruvelig myckenhet upp i denna ström, att göra sig qvitt sin rom och mjölke, och fångas då ansenligt med mjärdar bundna av hampegarn, vilka utsättas i vårkar av granris egenteligen därtill byggda. Han börjar stiga vid april månads slut, eller maj månads början, alt som vintern och våren varit till, och håller i 14 dagar, a 3 veckor. «*

*» Löjor fångas lasstals i strömmen, då de leka, med fina garnmjärdar, ty då gå de lika som i en sträng ända ifrån sjön, snart till ¼ mil upp i strömmen. Löjan går här tre gånger om sommaren, men första leken, medio junii, är gerna den starkaste. Jag har aldrig sett den större och välsmakligare, än här på orten. Nors öses här först på våren till en gruvelig myckenhet. Torpare och fattigt folk lega sig rum eller ställen vid strömstranden, där de om nätterna stå och ösa nors med hov. Han går här mest till lek i marti månads slut. Ju värre väder, ju starkare stiger norsen, därför kallar man stormiligt och fult väder, här på orten, norsilingar. Kräftor visa sig i denna älv, dock icke i någon myckenhet, äro bleka till färgen, och icke särdeles köttfulle eller fete. «*

**Anmärkningsar.** 1) kan avse både öring och lax, 2) lax- eller öringunge, 3) viktenhet, ca 2 hg, 4) sannolikt färna.

1878 skrev fiskeriintendent Hjalmar Widegren *Om vården af fiskena inom Östergötlands län i Kongliga Lantbruks-Akademiens handlingar och tidskrift*. Han nämner att fisketillsyn och utsättning av odlad fisk vid Norrköping påbörjades 1868 och skrev även följande:

» Särskildt förtjenar framhållas att den olofliga ljustring av lax under lektiden, som för några år tillbaka allmänneligen brukades vid Motala ström både inom Östersjölaxens<sup>1)</sup> vandringsgebit, mellan Glan och Bråviken och inom Vetterslaxens<sup>2)</sup> område, mellan Boren och Vettern, numera i väsendtlig mån aftagit. «

**Anmärkning.** 1) kan avse både öring och lax, 2) avser Vätterns nedströmslekande öring.

1899 gavs *Om Svenska insjöfiskarnas utbredning* ut. Boken skrevs av Rudolf Lundberg och innehåller detaljerade utbredningsuppgifter, bland annat att siklöja förekommer i Boren, Roxen och Glan, att samt att id inte förekommer i Vättern. Han skriver även att:

» [Färna förekommer i ...] Motala ström vid Norrköping, i Glan och i strömmen åtminstone upp till Norsholm. «

» Sydgränsen för harrens allmännare utbredning hos oss är Dalelven. Söder om denna förekommer han blott spridd, i Vettern och Motala ströms vattendrag till Norrköping, i Klarelven samt i Lagaån till Ljungby. «

» [Hafslaxen<sup>1)</sup> vandrar...] utan naturhinder hela elfven, men hindrad av dammbyggnader. Lax<sup>2)</sup> går från Vettern nedför elfven vid Motala för att leka samt från Boren upp för strömmarna. «

**Anmärkning.** 1) kan avse både öring och lax, 2) avser sjövandrande öring. Uppgifterna om lax och öring refererar till en publikation från 1888.



**Bild 16.** Delar av fallsträckan vid Jakobslund i den nuvarande torrfåran. Från Carstenson m fl (1992).

1910 gavs *Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag - Motala ström* ut. Författarna var Thorsten Ekman och Carl Schmidt. Boken är bara 15 sidor tjock, men innehåller förhållandevis detaljerad information om bland annat havsöringens lekområden och vandringsförhållanden. De skriver bland annat:

» *Då emellertid laxfisket vid Holmen undan för undan aftagit, så att det numera ej lämnar mer än "några hundra kronor" mot på 1890-talet bortåt 2,000 kr. (enligt brukets egna gamla uppgifter år 1897 kr. 2,011; 1898 kr. 1,818; 1899 kr. 1,630; 1900 kr. 2,088; 1901 kr. 1,134; 1902 kr. 918; 1903 kr. 1,579; 1904 kr. 827) och längre tillbaka i tiden ända till 13,000 kr. per år, så kan det ju hända, att det ej skulle möta oöfverstigliga hinder att få lämpliga åtgärder vidtagna för laxens gång förbi Holmens dammbyggnader. «*

» *Sedemera har all fångst af eller fiske efter lax eller laxöring i Motala ström mellan Glan och Bråviken samt i innersta delen af Bråviken förbjudits t. o. m. år 1914. «*

» *Den enda öfverbyggnaden nedanför Vättern<sup>1)</sup> är därefter Näs. Där lär finnas en gammal dom från 1700-talet, som medgifver total öfverbyggnad, dock så att luckor skola vara öppna, för ålens nedgång, under maj – augusti månader från solens nedgång till dess uppgång. Dammarna äro så otäta, att åluynge utan svårighet kan passera genom dem. Laxöringen torde endast undantagsvis kunna passera. «*

» *Nedifrån räknat ligga de första nämnvärda [lekplatser för lax och laxöring] vid Himmestälund ofvan Kneippbaden; nedanför Fiskeby torde några finnas, men ej många och troligen ej särdeles bra på grund af föroreningar från bruket. Straxt ofvanför Fiskeby ligga platser, där lax förr lär hafva lekt i ganska stor mängd. «*

» *Nedanför Ljusfors hafva funnits utmärkta lekplatser för gös; dessa äro till stor del förstörda eller försämrade. Vid och ofvan Ljusfors lekte äfven asp; numera torde aspleken nedgått betydligt i storlek. Ofvan Ljusfors träffar man ej lekplatser [för lax och laxöring] förr än vid Skärblacka. Omedelbart nedanför och bredvid nedre dammen hafva funnits de utmärkaste sådana, särskildt för laxöring. Nästa lekplats af större värde ligga mellan Kimstad och Tångstad, omkr. 200 à 300 meter i längd, präktiga strykor! De bästa mellan Roxen och Glan. Här torde böra anmärkas, att dessa kunna blifva förstörda, om vattnet uppdämmas vid Kimstad, som åtminstone varit ifrågasatt. Nedanför Norsholm finns afven goda lekplatser på 300 à 400 meter i längd; de ligga dock hufvudsakligen på djupare vatten i branterna och äro af mindre sammanhängande utsträckning samt sedan gammalt besökta af asp och harr, af hvilka sålunda den senare säkerligen skattar laxfiskarnas rom och yngel. «*

» *Mellan Roxen och Nykvarn, sannolikt går icke hafslaxen så långt upp, åtminstone icke numera; jag har icke hört, att verklig lax tagits därstädes, men väl smärre fiskar, som torde varit laxöringar, finnas visserligen platser (å djupt vatten), som kunde duga till lekplatser, men som ej torde användas härtill. Sådana platser finnas för öfvrigt flerstädes ända upp till Boren och omnämnes icke särskildt. Vid Nykvarn är något bättre, och osannolikt är icke, att någon lek kan ske därstädes. Vid Jakobslund finns utmärkta lekplatser, som dock, om kraftstation bygges där, torde till största delen gå förlorade. «*

» Mellan Boren och Vättern finnas lekplatser mer eller mindre goda, nästan öfverallt; de bästa emellertid mellan Holm och Charlottenberg, där hufvudsakligen tidigt lekande från Vättern nedgående "lax" (senare delen af september) har sina platser, samt mellan landsvägsbron och Kungskvarn (Kungsfisket), där sent lekande och en del tidigt lekande lägger sin rom. «

**Anmärkning.** Det är oklart vad som avses med lax och laxöring. I texten om vätternöringens lekplatser skrivs dock lax inom citationstecken, vilket indikerar att författarna skiljde på lax och öring, 1) avser sträckan uppströms Nykvarns kraftverk

1929 gavs *Undersökningar över laxöringen i Vättern och Övre Motala ström*. Författaren var Gunnar Alm.

» För sin lek nedvandrar den<sup>1)</sup> i Motala ström och gick tidigare ända ned till sjön Boren. «

» För att förhindra en dylik redan från början befarad nedgång i laxöringsfisket<sup>2)</sup> har vid Borenhults fiskodlingsanstalt alltsedan 1918 utkläckts och i strömmen utsatts laxöringsyngel, på senare år även ensomriga och äldre ungar, till ett antal av 200-400 000 årligen. »

» Möjligen har i äldre tider havslax<sup>3)</sup> uppvandrat genom Motala ström ända upp i Vättern. Såsom Arvidsson framhållit ha emellertid tidigare förefintliga fasta laxfisken i Motala ström mellan Vättern och sjön Boren varit byggda för fångst av den från Vättern nedgående, ej för uppgående lax, vilket visar att någon från strömmens nedre del uppgående lax, alltså havslax, säkerligen ej förekommit på långa tider. Vätternöringen är sålunda inhemsk i Vättern och är numera den enda form som mera allmänt förekommer därstädes. I ett flertal på sjöns västsida utfallande smärre bäckar finnes emellertid även en större laxöringform, som ehuru ej så vanlig även uppträder i själva Vättern. I Motala ström finnes därjämte en medelstor laxöringform, här nedan kallad strömöring, som blott sällan utvandrar till Vättern utan oftast hela sitt liv uppehåller sig i strömmen. «

**Anmärkning.** 1) avser den nedströmsvandrande vätternöringen, 2) på grund av byggandet av Motala kraftverk, 3) oklart om det avser lax eller havsvandrande öring.



**Bild 17.** Bron över Motala ström vid Malfors norra kvarn 1930. Från Östergötlands museums fotosamlingar, fotograf F Willén.

1940 gavs boken *Sportfiske i Sverige* ut. I kapitlet *Forna tiders flugfiske i Östergötland* skrivet av Simon Nyblom finns denna text om Motala ström:

» I främsta rummet bjöd Motala ström mellan Vättern och utflödet i Bråviken på ett förhållandevis mycket gott fiske. Dess vatten var kristallklart och utgjorde med sina många forsar ett utmärkt tillhåll för fiskvärdens högdjur. I strömmen vid Motala gick den präktiga vätterlaxen<sup>1)</sup> ned på höstarna. Den kunde nå en vikt av omkring tjugo kilo, men den intresserade sig mer för sina lekbestyär än för våra flugor, och det var endast den i strömmen mera bofasta öringen och harren, som blev föremål för sportfiske. Vätterlaxen togo yrkesfiskarena hand om. Andra goda fiskeplatser lågo vid Borensberg, Nääs, Malfors och Nykvarn, samtliga belägna mellan sjöarna Boren och Roxen, Norsholm, Kimstad och Skärblacka mellan Roxen och Glan samt Fiskeby och Norrköping mellan sistnämnda sjö och Bråviken. På de båda sista platserna gick på den tiden havslaxöringen talrikt upp och blev föremål för både sportfiske och yrkesfiske, men naturligtvis främst det senare. «

» En av innehavarna till Norsholmsvattnet var tandläkare Gustaf Hydén i Norrköping, och i hans fiskedagbok, som går tillbaka ända till 1894, kan man se vad detta vatten på den tiden kunde bjuda på. Det var ofta vacker fisk, och vid sidan av öring och harr finner man aspar på mellan två och fem kilo, vilka togs medelst spinnning. Då klubben sedermera övertog rätten till detta vatten, gjorde jag själv många minnesrika färder dit. Det var ett sällsynt vackert vatten och lätt att komma till. På grund av djupförhållandena skedde fisket huvudsakligen från båt. Det fanns tämligen gott om laxöring, och den största, som jag fick göra personlig bekantskap med, hade den vackra vikten av 1,6 kilo. Där fanns också rätt stor harr, som många gånger nådde upp emot kilot. «

**Anmärkning.** 1) avser Vätterns nedströmslekande öring.

I Pettersson & Sjöstrand (1991) återges berättelser från lokalt boende om storvuxen öring i strömmarna kring Malfors, fisk i tiokilosklassen eller större samt fångst av "lax" i Roxen in på 1940-talet. Fångsten från 1940-talet bekräftades av Anders Nilsson, yrkesfiskare i Roxen 2014-11-13.

Lennart Blom, född 1919 i Ljung, berättade 2014-11-16 för sin son Conny Blom (muntligen 2014-11-18) att han som ung flugfiskade och metade mycket i strömmarna vid Ljung. Metet skedde ofta på nejonögon och småål som han fångade i strömmen. Han fick många olika arter, bland annat asp, harr, lake och öring, men aldrig nors. Det var gott om öring, vilka ofta vägde mellan 6 hekto och ett kilo. Ofta fiskade han vid den så kallade *vattenloggen*, där vatten leddes in till ett vattenhjul som drev en såg. Platsen låg på södra stranden av vattendraget, omkring 100 meter uppströms den nuvarande vägbron vid Ljung. Här brukade han även få "blanklax", vilka var större och blankare än den vanliga öringen. Där vattnet blev lite lugnare, på uppströmssidan om Ljung, brukade två män fiska "blanklax" och asp med not. Fångsterna såldes i Ljungsbro. I höjd med slottet fanns även ett fast ålfiske. Den sista öringen Lennart fick tog han i torrfåran nedströms Ljungs tegelbruk på 1950-talet.

De äldre uppgifterna är fragmentariska och delvis motsägande. De är dessutom beskrivningar från vitt skilda tider, från mitten av 1700-talet till mitten av 1900-talet. Trots detta går det att dra flera viktiga slutsatser om fiskbestånden och dess förändringar över tiden:

- *Havsvandrande öring* förekom tidigare i Motala ström. Arten var sannolikt begränsad till området nedströms Glan, åtminstone sedan mitten av 1800-talet. Ekman & Schmidt (1910) beskriver en successiv minskning av beståndet under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet och att fisken fredades från allt fiske under åren 1910 till 1914. Kartmaterial från 1858, 1879 och 1905 (Norrköpings kommun 2014) visar att dammarna under denna period byggs allt längre ut strömmen och att kungsådrans bredd minskade. 1885 färdigställdes en *prydlig och solid stendamm öfver hela strömmen* (Statistiska centralbyrån 1886). 1910 fanns *kungsådreöppningar* förbi dammarna i Norrköping, men funktionen var bristfällig. Fiskebydammen var passerbar 1910, medan Ljusfors kungsådreöppning bedömdes vara svårpasserad. Vid Skärblackadamman fanns laxtrappa och vid Kimstad kvarn en öppen passage (Ekman & Schmidt 1910). Om inte tidigare så försvann Motala ströms havsöring 1923 då Hästskodammen och kraftstationen Bergsbron-Havet byggdes.
- *Lax* fanns eventuellt inom den havsvandrande öringens utbredningsområde, men entydiga uppgifter saknas. Nyblom (1940) nämner inte lax i sin beskrivning av fisket i vattendraget. I Naturhistoriska riksmuseets samlingar finns dock 25 – 30 smålaxar från Norrköpingsområdet. De sista samlades in 1864 (Delling 2014), vilket var fyra år innan fiskeriintendent Widegrens (1878) utsättningar i Norrköping inleddes. Tidigare utsättningar kan dock inte uteslutas. Texterna i Ekman & Schmidt (1910) indikerar att det fanns både lax och havsöring.
- *Nedströmslekande vätternöring* förekom i vattendragets övre delar, dit de vandrade från för att leka. Beståndet var sannolikt begränsat till sträckan mellan Vättern och Boren. Stammen var mycket storvuxen och flera fångster väl överstigande svenska sportfiskerekorden för havs- och insjööring finns beskrivna av Erik Degerman i Åkerberg (2010). Den största öringen uppges ha vägt 23 kilo och flera andra mellan 16 och 19 kilo. Förutsättningarna för öringen försvann i samband med att Motala kraftstation byggdes 1918 – 1922, men enstaka storvuxna öringar fångades in på 1950-talet.

- *Stationär öring* har beskrivits från strömmarna vid Motala (Alm 1929), Malfors (Tiburtius 1755 i Björk 1992) och Norsholm (Nyblom 1940), men förekom med stor sannolikhet på lämpliga strömvattenlokaler inom hela vattendraget.
- *Insjööring* fanns sannolikt i en eller flera av sjöarna som Motala ström genomflyter, men uppgifter om förekomst är mycket knapphändiga. Om det fanns insjööring i Boren, Norrbysjön, Roxen eller Glan bör den goda tillgången på nors och annan bytesfisk innebära att insjööringen varit mer storvuxen än den stationära öringen, i synnerhet om den var nedströmslekande. Storvuxen insjööring kan lätt misstas för exempelvis havsöring, vilket innebär att gamla uppgifter om *lax* även kan avse insjövandrande öring. Vattnet i exempelvis Roxen var klarare och sannolikt något kallare än idag, vilket också innebär bättre betingelser för öring.

Lundberg (1899) skriver om uppströmslekande insjööring i Boren, men detta motsägs delvis av Alm (1929). Ekman & Schmidt (1910) skriver att fiskvägen som fanns vid Nykvarns kraftstation huvudsakligen var avsedd för mindre "laxöring". Statistik från Roxens yrkesfiske visar att det årligen fångades 84 till 184 kilo öring i sjön under perioden 1914 till 1923, vilket motsvarade 0,3 procent av fångsterna (Björk 1992). Lokalt boende berättar dessutom om "lax" och "blanklax" i Roxen och strömmarna vid Ljung, Jakobslund och Malfors under första hälften av 1900-talet. Det kan mycket väl ha funnits insjööring i Roxen, men det går inte utesluta att fångsterna helt eller delvis utgjordes av odlad fisk, vilket fanns tillgängligt vid flera fiskodlingar i närområdet. Förutsättningarna bör dock varit relativt goda för insjööring, med bra tillgång bytesfisk, ett klarare vatten än idag och goda lek- och uppväxtmiljöer i strömmarna. En annan möjlighet är att den storvuxna fisken i strömmarna vid Ljung, Jakobslund och Malfors var nedströmslekande insjööring från Norrbysjön.

## Vattenkraften

Vattenkraften har nyttjats sedan medeltiden, först i form av små kvarnar, senare även av mindre industrier som med tiden växte i omfattning (Carstenson m fl 1992). Eftersom anläggningarna inte stängde av åfåran eller påverkade vattenföringen var påverkan på vattenmiljön betydligt mindre och mer lokal än idag.

Mellan Vättern och Roxen förekom kungsådra enligt kungörelse från 1923 (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1930). Kungsådran var en inskränkning i vattenägarens rätt och innebar att vattendraget inte fick stängas eller överbyggas, ofta utifrån hänsyn till fisket. Med undantag av Göta kanals passage genom Boren saknades allmän farled. Allmän flottningsled saknades (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1930), men flottning av kontinuerlig karaktär förekom (Ahlbäck & Albertsson 2006).

1904 togs Nykvarns kraftverk i drift 1904 och dämde in Nykvarnströmmens fallhöjd. Vid kraftverket byggdes även en fisktrappa och en ålyngelledare, men dessa togs senare bort. Kraftverket togs ur drift under 1990 (Carstenson m fl 1992), men är åter i drift sedan 2008 (Cederborg m fl 2014).



**Bild 18.** Nykvarns kraftstation fotograferat från norra stranden. Byggnaden till vänster är kraftverket där turbinerna är placerade och konstruktionerna i förgrunden är spilldammen. På fotografiet syns även fiskvägen som tidigare fanns vid kraftstationen. Från Carstensson m fl (1992).

1936 togs det nuvarande kraftverket vid Malfors i drift och dämde in 28 meters fallhöjd (Carstensson m fl 1992). Delar av fallhöjden hade tidigare nyttjats av flera mindre anläggningar, bland annat Svenska chokladfabriksaktiebolagets kraftverk vid Malfors och kraftverket vid Ljungs tegelbruk, vilka båda togs i bruk 1902 (Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalts 1930).



**Bild 19.** Fotografiet visar Malfors norra kvarn. Anläggningen låg vid norra stranden, ungefär där Malfors nuvarande kraftverk ligger. Strömsträckan i förgrunden avsnäcktes i samband med att det nya kraftverket byggdes och fungerar numera som utloppskanal. Från Östergötlands museums fotosamlingar, fotograf Karl Johan Stenhardt.



**Bild 20.** Svenska chokladfabriksaktiebolagets kraftverk vid Malfors. Anläggningen låg på södra stranden i höjd med Malfors norra kvarn och revs 1934. Strömsträckan till höger i bilden försvann när Malfors nuvarande kraftverk byggdes och utgörs numera av en betongskodd brant i torrårans nedersta del. Från Carstensson m fl (1992).

Det nuvarande kraftverket vid Malfors byggdes genom att en stor damm uppfördes vid Ljungs tegelbruk. Dammen dämde in strömvattenmiljöerna upp till Norrbysjön och skapade Ljungsjön. För att skydda lågt liggande markområden byggdes även pumpstationer och invallningsdammar vid Ljungs säteri, Ljungs tegelbruk och Kungs Norrby (Carstensson m fl 1992). Från den stora dammen byggdes ett spillutskov till den gamla naturfåran, men huvuddelen av vattnet leddes genom en lång intagskanal till kraftverket två kilometer nedströms spillutskovet.



**Bild 21.** Flygbild från 1934 över området vid Ljungs tegelbruk när den stora jorddammen till Malfors kraftstation höll på att byggas. Vattnet rinner genom det nuvarande spillutskovet och området uppströms dammen har ännu inte dämmts in. Från Carstensson m fl (1992).

Nedströms kraftverket rensades och sänktes stora delar av sträckan ner mot Nykvarns kraftverk så att den återstående fallhöjden mellan kraftverken kunde nyttjas i Malfors. Sänkningen fick som följd att ett tre meter högt fall bildades där torrfåran rinner samman med kraftverkets utgående vatten (Carstensson m fl 1992). Kraftverkets konstruktion innebar att det inte kunde köras på under 25 kubikmeter per sekund, vilket är en av orsakerna till att flödet kom att korttidsregleras (Gustafsson 2007).

## NATURVÄRDEN

I kommunens naturvårdsprogram (Linköpings kommun 2013) pekas Motala Ströms naturfåra från Malfors spilldamm till utloppet i Roxen ut som nationellt värdefullt för naturvärden (naturvärdesklass 1). Sträckan är klassad som nationellt särskilt värdefull ur fisksynpunkt och nationellt värdefull ur naturvårdssynpunkt (Havs- och vattenmyndigheten 2014). De nedre delarna, från Nykvarns kraftstation till utloppet i Roxen, ingår i ramsarområdet *Västra Roxen* och är klassat som riksintressant för naturvärden (Naturvårdsverket 2014). De nedersta 350 metrarna ingår dessutom i *Kungsbro naturreservat*. Dessa delar ingår i EU:s nätverk av värdefulla naturområden, Natura 2000 (Naturvårdsverket 2014). Områdets mycket höga naturvärden har sin grund i de värdefulla vattendragsmiljöerna med sitt kalkrika och klara vatten och rika växt- och djurliv, de omgivande strand- och ravinskogarna med sina höga skogliga värden samt den geologiskt värdefulla ravinbildningen. Värdet stärks av områdets stora restaureringspotential.

### Geologiska naturvärden

Vattendraget har skurit sig ner i dalgångens sediment och bildat en mäktig ravinbildning med höga geologiska naturvärden. Ravinen är upp till 15 meter djup och har branta släntlutningar ner mot ravinbotten. De djupaste delarna finns i torrfåran uppströms Malfors kraftstation. Längs ravinen ansluter fem större sidoraviner, varav de största är upp till 10 meter djupa. Dessutom finns flera mindre sidoraviner (Linköpings kommun 2013). Spår av pågående erosionsprocesser finns på flera platser längs vattendraget, bland annat brinkbildningar med blottlagd mineraljord.

### Skogliga värden

Längs Motala Ströms naturfåra finns lövdominerade ravin- och strandskogar med höga naturvärden. Högst värden finns mellan Malfors spilldamm och Nykvarns kraftstation där hela området är klassat som skoglig nyckelbiotop. Nedströms Nykvarn finns ytterligare några nyckelbiotoper, men dessa täcker mindre ytor (Naturvårdsverket 2014). Ravinen uppströms Malfors kraftstation karaktäriseras av lövdominerad ravinskog med stort inslag av grova lövträd, död ved, källpåverkade områden och rik markflora. I högre lägen finns ett femtiotal grova ekar. Ekarna hyser flera ovanliga kryptogamer och insekter, bland annat skuggorangelav (NT), gul dropplav (NT), blyertslav (NT), grå skärelav (NT) och bleckticka (NT), (Linköpings kommun 2013). I ravinen har även svamparna grentaggsvamp (NT), oxtungssvamp (NT), svartöra (NT) och koralltaggsvamp (NT) samt fjärlarna gulryggig fältmätare (VU), nätådrig parkmätare (VU), rödlätt lövmätare (NT) och humlerotfjäril (NT) påträffats (Artdatabanken 2014). Almsprängticka (VU) har påträffats nära Nykvarns kraftstation (Artdatabanken 2014).

### Särskilt värdefulla vattendragssträckor

Nedströms Malfors spilldamm rinner Motala ström i två parallella fåror. Den norra är anlagd och fungerar som intagskanal till Malfors kraftverk. Den södra fungerar som spillfåra och utgörs av den ursprungliga naturfåran. Spilltappning till naturfåran sker vid större höglöden (Cederborg m fl 2014), vilket innebär att vattenföringen normalt utgörs av lokal tillrinning och eventuellt läckvatten från dammen.



**Bild 22.** Torrfåran i höjd med Jakobslund 2014-10-15. Foto Jonas Edlund.

Den 2,5 kilometer långa torrfåran har höga naturvärden, men är kraftigt påverkad av den låga vattenföringen. Utöver bristen på vatten har sträckan en relativt naturlig karaktär, men spår av fysiska ingrepp finns på flera platser. Vattenmiljön är omväxlande med såväl strömsträckor som lugnare partier. Botten består till stor del av grövre bottenmaterial, men delar av den gamla åbotten är idag överväxt. I området finns två trösklar som fungerar som vandringshinder och dämmer in delar av vattendraget. Sträckan har en mycket hög restaureringspotential.

Nedströms spillvattenutskovet vid Nykvarns kraftstation finns en värdefull fallsträcka med grovt bottenmaterial. Sträckan är cirka 200 meter lång, men hårt påverkad av regleringen. Under perioden när kraftverket inte var i drift, från 1990 till 2008, tappades all vattenföringen via spilldammen och strömfåran. Detta innebar att strömsträckan var vattenförande under samma tid som Malfors kraftstation släppte vatten. Sedan 2008 går vattenföringen huvudsakligen genom kraftverkets två turbiner. Spill är dock vanligt, vilket beror på att flödet från Malfors kraftstation ofta överstiger 40 kubikmeter per sekund, vilket är turbinernas maximala intagsflöde (Cederborg m fl 2014).

Nedströms fallsträckan återstår cirka två kilometer ner till utloppet i Roxen. Sträckan är svagt strömmande och utgör en värdefull naturmiljö. Vattendraget rinner inledningsvis i en ravin, men närmast Roxen är terrängen mer öppen och övergår till flacka strandängar. Delar av sträckan kantas av upp till 200 meter breda svämplan. Utöver den hårt reglerade vattenföringen är sträckan relativt naturlig med få spår av fysiska ingrepp.



**Bild 23.** Fallsträckan vid Nykvarns kraftstation. Foto Peter Gustafsson.

Mynningsområdet utgör en limnisk nyckelbiotop. Området är en övergångszon mellan Motala ströms vattendragsmiljö och Roxens sjömiljö och utgör en värdefull och produktiv plats för exempelvis fågel och fisk. Flertalet av Roxens fiskarter förekommer i mynningsområdet under någon del av sin livscykel, när de vandrar mellan vattendraget och sjön eller nyttjar det produktiva och mångformiga området för lek, uppväxt eller födosök. Historiskt sett har området sannolikt haft en avgörande betydelse för fiskarter knutna till näringsfattigare och svalare vatten, exempelvis harr, nors och siklöja. Anders Nilsson, yrkesfiskare i Roxen, berättade 2014-11-13 att området kring mynningen tidigare var en viktig lekplats för siklöja.



**Bild 24.** Motala ströms utlopp i Roxen vid Kungsbro naturreservat. Foto Göran Billesson.

## Vattenvegetation

Bandnate (NT) har hittats i de övre delarna av torrfåran uppströms Malfors kraftstation (Gustafsson 2008 a). Vattendraget har mycket goda förutsättningar att hysa fler sällsynta vattenväxter, men är inte systematiskt inventerat. Vattenområdet uppströms är betydligt bättre studerat. Här finns värdefulla växtsamhällen med förekomst av bland annat styvnate (EN), både i Motala ström och sjöar som genomflyts av vattendraget (Gustafsson 2006 b och 2008).

## Bottenfauna

Bottenfaunan i torrfåran har provtagits på två lokaler i närheten av Jakobslund. Resultatet visade att vattenområdet hyser en artrik och krävande bottenfauna med förekomst av flera ovanliga arter, bland annat sötvattensnäckan sumpkamgälsnäcka (NT). Utifrån bottenfaunans sammansättning bedömdes den värdefullaste lokalen ha ett mycket högt naturvärde (Boström 2009).

Tjockskalig målarmussla (EN) fanns på flera lokaler mellan Boren och Roxen på 1800-talet, med nyare uppgifter saknas (Lundberg m fl 2006). Längre upp i Motala ström, vid Norrbysjöns utlopp, har äkta målarmussla (NT) och vanlig dammussla hittats. På samma plats hittades även skal från spetsig målarmussla (Bergengren m fl 2014).

## Fisk

Den kommunala ansvarsarten asp (NT) har tidigare nyttjat vattenområdet för lek och fiskades med not nedströms Nykvarns kraftverk fram till 1960-talet (yrkesfiskaren Hans Nilsson i Gustafsson 2006 a). Enstaka inventeringar av lekfisk har skett utan fynd och det är idag okänt om aspen fortfarande leker i vattendraget (Gustafsson 2006 a).

Bland Roxens fiskarter har asp, flodnejonöga, gös, färna, vimma och ål det största kontinuitetsbehovet och är beroende av fria vandringsmöjligheter för att kunna genomföra hela sin livscykel. Detsamma gäller harr och öring som inte längre finns kvar i vattenområdet. Abborre, benlöja, braxen, gädda, lake, mört, nors och sutare kan vara stationära om det förekommer naturliga barriärer, men vandrar om det finns fria vandringsvägar (Näslund m fl 2013). Det är rimligt att anta att sträckan upp till Nykvarns kraftstation har en stor betydelse för flertalet av dessa arter. 1989 bedömde Fiskeristyrelsens utredningskontor att hela sträckan mellan Kungsbro och Nykvarns kraftstation nyttjades för norslek.

1990 genomfördes ett elfiske vid Jakobslund i torrfåran uppströms Malfors kraftstation. Fångsten bestod i fallande ordning av elritsa, stensimpa, ål (CR), björkna och gädda (Sers 2014).

## Fågel

Mynningsområdet har ett rikt fågelliv och är en viktig födosökslokal för många arter. Området ingår i Kungsbro naturreservat, vilket är en av kommunens bästa fågellokaler. Vattnet är ofta vinteröppet, vilket har stor betydelse för övervintrande och rastande fåglar (Linköpings fågelklubb 2014).

Kungsfiskare (VU) häckar på flera platser längs vattendraget. Motala Ström är tillsammans med Svartån kommunens viktigaste häckningsområde för arten. Kungsfiskaren är en kommunal ansvarsart (Linköpings kommun 2014). Forsärla häckar på flera platser mellan Malfors spilldamm och Nykvarns kraftstation och strömstare nyttjar vattenområdet som övervintringslokal (Vuorinen 2014). Andra arter som förekommer i ravin- och strandskogarna längs vattendraget är mindre hackspett (NT), skogsduva, stenkäck och gröngöling (Linköpings kommun 2013, Linköpings fågelklubb 2014).

## Däggdjur

Utter (VU) förekommer i vattenområdet (Bisther 2000 & 2011). Bäver förekommer åtminstone tidvis (Linköpings kommun 2013).

## RESTAURERINGSPOTENTIAL OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Sträckan mellan Malfors spilldamm och Roxen har en mycket stor restaureringspotential. Här finns goda möjligheter att gynna strömvattenlevande organismer och stärka områdets ekologiska funktion. Exempel på arter som kan gynnas är asp, nors och vimma. Förutsättningarna för återintroduktion av harr och öring stärks också. Nedan redovisas ett förslag till restaureringsstrategi med ingående åtgärder i prioriteringsordning:

1. *Miljöanpassad reglering*. En miljöanpassning av regleringen kan åstadkommas genom att undvika nollflöden och snabba flödesvariationer samt att efterlikna naturliga flödesvariationer över året (Malm-Renöfält & Ahonen 2013). Den enskilt viktigaste åtgärden är att säkerställa ett tillräckligt minimiflöde. Idag finns en frivillig överenskommelse som innebär att det rinner minst 26 m<sup>3</sup>/sekund från Malfors och Nykvarns kraftstationer under perioden 1 april till 15 juni (Cederborg m fl 2014). En mer långtgående miljöanpassning av flödet skulle ha mycket gynnsam effekt på vattendragets växt- och djurliv, speciellt om nolltappning och den hårda korttidsregleringen upphör. Det skulle även gynna fågellivet och vattenknutna arter som utter. Miljöanpassningen av regleringen är den högst prioriterade enskilda åtgärden, men är inte en förutsättning för övriga åtgärder.
2. *Kontinuerligt flöde i torrfåran*. Ett kontinuerligt flöde i torrfåran vid Malfors skulle ge en omedelbart positiv effekt och gynna strömvattenlevande arter. Vid val av teknisk lösning bör målsättningen vara att flödet mynnar i torrfårans övre del samt att det går att reglera för att efterlikna naturliga flödesvariationer. En provisorisk lösning kan väljas om omlöpet enligt 6 nedan avses att anläggas inom en kortare tid.
3. *Restaurering av torrfåran*. Ett kontinuerligt flöde i torrfåran bör kombineras med restaureringsåtgärder, exempelvis anpassningar av de anlagda trösklarna (se Sjöstrand & Lindvall 2011) för att gynna passage och återställa indämda strömvattenhabitat.
4. *Åtgärder för att gynna naturbesök*. Införandet av ett kontinuerligt flöde bör också kombineras med åtgärder för att främja naturbesök i ravinen. En vandringsled med rastplats kan vara en lämplig inledande ambitionsnivå. Vid planeringen av hur åtgärderna ska utformas måste stor hänsyn tas till att torrfåran fungerar som spillfåra.

5. *Fri vandringsväg mellan torrfåran och Roxen*. På sträckan finns två vandringshinder, Nykvarns kraftstation och det branta och erosionssäkrade fallet vid Malfors kraftstation. Förslag på fiskvägslösningar finns i Sjöstrand & Lindvall (2011) och Cederborg m fl (2014).
6. *Faunapassage från torrfåran*. Omlöpet utformas för att ge god passage- och habitatfunktion åt flertalet av vattendragets vattenknutna arter och kompensera för en del av de strömvattenmiljöer som förlorades vid kraftverksbygget. Det anläggs med en till två procents lutning, vilket innebär att fiskvägen blir minst 750 meter lång. För att skapa ett så stort och sammanhängande strömvattenområde som möjligt anläggs omlöpet med ingången i torrfårans övre del. Lösningen innebär att eventuella konstruktioner enligt punkt 2 kan tas bort. Förslag på en liknande, men något brantare lösningar finns i Cederborg m fl (2014).

Förslaget innebär att omlöpet knyts ihop med den restaurerade torrfåran och bildar en sammanhängande strömvattenmiljö med höga naturvärden. Vattnet som tappas i fiskvägen fortsätter genom hela torrfåran och skapar därmed mer naturvårdsnytta än om det hade mynnat i utloppskanalen. En flack lutning, helst omkring en procent, ger goda möjligheter att skapa en naturlig och heterogen vattendragmiljö med större variation i djup, bredd, strömförhållanden och bottenmaterial, goda förutsättningar att arbeta med död ved i åfåran och bra förutsättningar att skapa ekologiskt funktionella strandzoner med exempelvis översvämningzoner (Calles m fl 2012).

7. *Anordningar för nedströmpassage*. Förslag på lösning beskrivs i Cederborg m fl (2014).

Parallellt med restaureringsåtgärderna bör förutsättningarna för områdesskydd utredas. Försök med återetablering av försvunna arter kan också övervägas, exempelvis stormusslor, öring och harr. Utsättning av nors bör också övervägas.

Förutsättningarna att åstadkomma ett reproducerande bestånd med öring bedöms vara goda om åtgärd 2, 3 och 6 genomförs. Om även åtgärd 5 genomförs kan beståndet eventuellt bli sjövandrande. En återintroduktion kan eventuellt utgöra underlag för ett framtida sportfiske. Strömmade fiskevatten med självreproducerande öring är en bristvara i Östergötland.

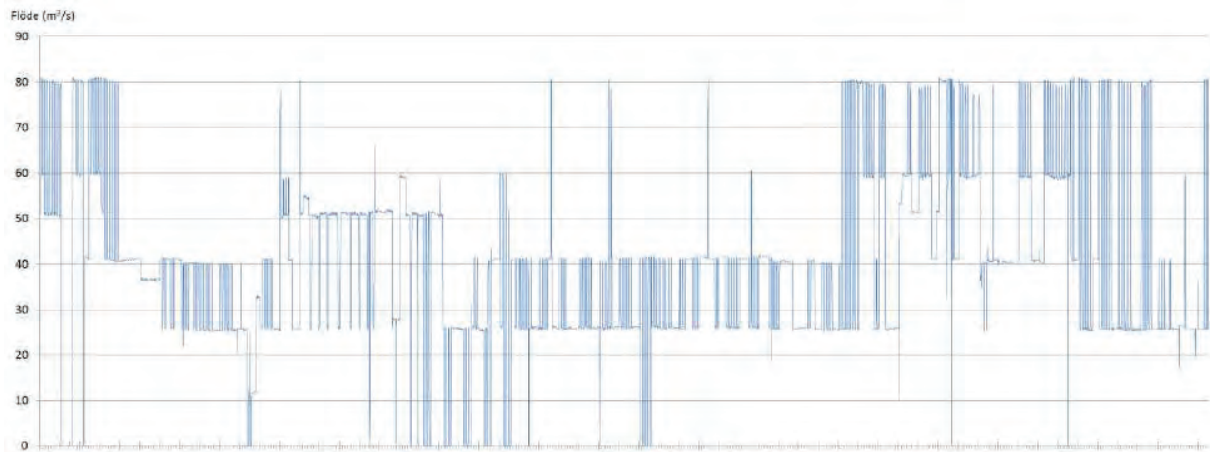
## Vattenkraftens påverkan på Svartån, Motala ström och Roxen

Utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften i Svartån och Motala ström har kraftigt förändrat vattendragen. När kraftstationerna vid Svartåfors, Nykvarn och Malfors byggdes innebar det en påtaglig påverkan på vattendragen och en genomgripande förändring av förutsättningarna för många arter. De viktigaste bakomliggande faktorerna var följande:

- **Förlusten av strömvattenmiljöer.** Tillkomsten av kraftverken innebar en betydande habitatförlust och en omvandling från mångformiga och naturliga strömvattenmiljöer till mer homogena, lugnflytande miljöer. När Nykvarn och Malfors byggdes togs i princip hela fallhöjden mellan Norrbysjön och Roxen i anspråk för kraftproduktion. Merparten av strömvattenmiljöerna dämades in, medan andra torrlades eller rensades och sänktes. När Svartåfors byggdes dämades omkring 2,4 kilometer av Svartåns strömvattenmiljöer in och ytterligare 0,8 kilometer torrlades.
- **Tillkomsten av vandringshinder.** De tre kraftverken utgör definitiva vandringshinder och fungerar som barriärer för exempelvis fisk och bottenfauna.
- **Den hårda regleringen av flödet.** Stora och snabba flödesvariationer till följd av regleringen förekommer löpande i båda vattendragen och nolltappning är inte ovanligt (Cederborg m fl 2014). Flödesregimen över året påverkas också, bland annat genom att vårfloden hålls inne i Sommen (Tekniska verken 2014). Den befintliga regleringen har en påtaglig negativ påverkan på båda vattendragens växt- och djurliv.



**Bild 25.** Malfors kraftstation och den fördjupade utloppskanalen 2014-11-11. Vid fototillfället var vattnet avsänkt för underhåll av Nykvarnsdammen. Fotografiet är taget på ungefär samma plats som bild 19. Foto Jonas Edlund.



**Figur 1.** Flöde på timbasis från Malfors kraftstation under perioden april 2013 till maj 2014. Spillflöde ingår inte, men förekommer enbart i mycket liten omfattning. Från Cederborg m fl (2014).

När kraftverken byggdes hindrades även den naturliga nedtransporten av sediment och organiskt material i vattendragen. Detta påverkade även Roxen, till exempel genom att deltabildningsprocesserna vid Svartåmyningen och Kungsbro förändrades. Även interaktionerna mellan strandmiljön och vattendraget påverkades, exempelvis genom förändrade erosions- och sedimentationsprocesser, översvämningar och utbytet mellan yt- och grundvatten. Dessutom påverkades även vattenkemin och temperaturregimen.

Vattenkraftens effekter på enskilda arter är ofta svår att belägga. Äldre uppgifter om vattenmiljöerna och dess växt- och djurliv är bristfälliga och mer detaljerade uppgifter om arternas utbredning och beståndens utveckling över tiden saknas i princip. Vattenmiljöerna har också påverkats av många andra faktorer än vattenkraften, både i närtid och i ett längre perspektiv. I det riktigt långa perspektivet har landhöjning och variationer i klimatet utgjort viktiga förutsättningar. Fisket har sannolikt utgjort en tydlig påverkan under många hundra års tid. Detta gäller inte minst öring och ål, som fångades i fasta fisken i exempelvis Norrköping och Motala och hade en mycket stor betydelse för dåtida ekonomier.

Parallellt med fisket har nyttjandet av vattenkraften gradvis förändrats från småskalig och lokal påverkan till allt större anläggningar. Påverkan var dock relativt lokal så länge kungsådran hölls öppen, vilket i allmänhet var fallet fram till 1900-talets första årtionden. Övergödningsutvecklingen har också haft en betydande påverkan på vattenmiljöerna, bland annat fiskesamhällets produktion, artsammansättning och storleksfördelning i Roxen. Under 1960-talet beräknade Roxen årligen producera drygt 100 kilo fisk per hektar, en följd av dåtidens höga näringsnivåer (Tibblin 2011). Idag bedöms produktionen vara i storleksordningen 30 kilo per hektar och år (Boström & Öhman 2014). I de provfisken som utförts i Roxen sedan 1990 kan man se en tydlig minskning av stora, fiskätande rovfiskar medan plankton- och bottendjursätande individer ökat (Boström & Öhman 2014). Omfattande utsättningar av fisk har också skett sedan 1800-talet, av vilka åtminstone gös bildat reproducerande bestånd. Ytterligare en faktor som påverkat Roxen är etableringen av mellanskarv 1992. Dessutom börjar klimatförändringarna påverka våra vattenmiljöer.

Trots bristfälliga historiska uppgifter och samtidig påverkan av andra faktorer kan man konstatera att vattenkraftutbyggnaderna haft en betydande påverkan på vattenområdets växt- och djurliv. Flera arter har dött ut som en direkt följd av vattenkraftutbyggnaden och ett betydande antal har missgynnats. Arter som är beroende av naturliga vattendragmiljöer, både sådana som lever hela sitt liv i vattendrag och sådana som vandrar mellan vattendrag och sjömiljöer, är de som drabbats hårdast. Nedan beskrivs kunskapsläget för några av de tydligast påverkade arterna.

## ASP

Asp är en rolevande karpfisk som livnär sig på arter som nors, löja och småmört och kan bli mer än en meter lång. Den lever huvudsakligen pelagiskt i sjöar, men kan också förekomma i större vattendrag. Den har ett utpräglat vandringsbeteende och stort kontinuitetsbehov. Leken sker i strömmande vatten i slutet av april. Enstaka lekplatser i sjömiljöer är kända (Kullander m fl 2012), men inte i Roxen. Arten har sannolikt ett utpräglat homingbeteende. Detta innebär att lekmogen fisk återvänder till samma område där den en gång föddes, vilket i sin tur innebär att olika lekbestånd bör betraktas som genetiskt skilda populationer.

De forna aspbestånden är svåra att skatta, men både Tiburtius (1755 i Björk 1992) och Nyblom (1940) berättar om tidigare fisken i Svartån och Motala ström. Lokalt boende har berättat att man fiskade asp med not i både Motala ström vid Nykvarn och Svartån vid Kaga in på 1960-talet (Gustafsson 2008 b). Statistik från Roxens yrkesfiske från perioden 1914 till 1923 visar att det årligen fångades mellan 613 och 1 198 kilo asp, vilket motsvarade 2,6 procent av den totala fångsten i sjön (Björk 1992). Under perioden 1983 till 1993 understeg fångsterna vanligtvis 20 kilo per år och från 1994 till 2007 var fångsterna oftast i storleksordningen 30 till 50 kilo per år (Gustafsson 2008 b).

Strömmarna vid Kaga bedöms vara den viktigaste leklokalen för Roxens asp (Gustafsson 2008 b), men lek förekommer i ytterligare några vattendrag. Statusen för leklokalen vid Nykvarn i Motala ström är okänd.

Utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften påverkade med stor säkerhet aspen i Motala ström, Svartån och Roxens redan vid utbyggnaden. Anläggningarna hindrade vandring, innebar omfattande förlust av naturliga strömvattenmiljöer, påverkade flödesförhållanden och fragmenterade artens livsmiljöer. Jämfört med de flesta andra fiskarter blir aspen könsmogen sent och uppnår en hög ålder. Detta innebär att det kan ta förhållandevis lång tid innan bestånden svarar på förändringar i livsmiljön. Att notfisket efter lekande asp upphörde på 1960-talet indikerar att tillgången på asp då minskat så mycket att fisket inte längre var motiverat.

## NORS

Nors har tidigare varit mycket vanlig i Roxen och utgjort en viktig födoresurs för fiskätande rovfisk, exempelvis gös och abborre. Fisket efter lekande nors har också varit en viktig resurs för människorna runt sjön. Norsen har lekt i Motala ström, Svartån och eventuellt även Stångån (Gustafsson 2007). Norsen är pelagiskt levande kallvattenart och kan påtagligt missgynnas av höga sommartemperaturer. Detta leder till att bestånd i grunda och varma sjöar har mer fluktuerande populationer än kallvattenlevande bestånd (Nellbring i Gustafsson 2007).

Leken sker på grunda sten- eller sandbotten efter islossningen, ofta nattetid. I allmänhet sker den i rinnande vatten, men insjölevande populationer kan även leka längs sjöstränder (Kullander m fl 2010). Inga uppgifter om sjölekande nors i Roxen har dock påträffats. Arten har sannolikt ett utpräglat homingbeteende (Degerman i Gustafsson 2007). Detta innebär att lekmogen fisk återvänder till samma område där den en gång föddes, vilket i sin tur innebär att olika lekbestånd bör betraktas som genetiskt skilda populationer.

Roxens goda norsbestånd fanns kvar till någon gång mellan mitten av 1980-talet och början av 1990-talet, men därefter kom en markant nedgång (Gustafsson 2007, Boström & Öhman 2014). Trenden återspeglas även tydligt i de fyra provfisken som utförts sedan 1990. Uppgifter från lokalt boende i Gustafsson (2007) indikerar att nedgången kom tidigare i Svartån än i Motala ström.

Vattenkraften påverkade med stor säkerhet Roxens nors redan vid utbyggnaden, men goda bestånd fanns kvar mer än 50 år efter kraftverken byggdes. Nedgången för cirka 25 år sedan berodde sannolikt på flera samverkande faktorer. Roxen är ingen optimal miljö för en pelagisk kallvattensart som norsen och små förändringar i livsmiljön kan få stora konsekvenser för bestånden (Dahlberg & Engström 2001). Vattenkraften var med stor säkerhet en viktig påverkansfaktor, framför allt korttidsregleringen och återkommande nollflöden under lektid. Norsen kan också missgynnats av ett varmare klimat. Norsen är en utpräglad kallvattenart och kan påtagligt missgynnats av höga sommartemperaturer, vilket leder till att bestånd i grunda och varma sjöar har mer fluktuerande populationer än kallvattenlevande bestånd (Nellbring i Gustafsson 2007). Kallvattengynnade fiskarter i södra delarna av landet tycks dessutom höra till de fiskbestånd som påverkas mest av klimatförändringarna, särskilt i sjöar som saknas djupare områden med kallt vatten (Karlsson 2012). Roxen saknar djupområden, men Motala ström och dess utloppsområde kan sannolikt fungera som kallvattensrefug under perioder med varmt vatten i Roxen. Nedgången sammanfaller dessutom med etableringen av mellanskarv i Roxen. Norsen och andra stimelevande arter är känsliga för predation från mellanskarv och andra fågelarter som födosöker i flock (Boström & Öhman 2014). Andra möjliga påverkansfaktorer är den minskade tillgången på fiskätande rovfisk, den förbättrade vattenkvalitén och den minskade fiskproduktionen, men detta bör inte missgynnat norsen.

## ÅL

Ål har tidigare varit vanlig i hela vattensystemet och utgjort en viktig resurs i tidigare ekonomier. Liksom för öringen var fasta fisken vanliga och fanns bland annat i Norrköping, Kimstad och Motala. Här fångades den utvandrande blankålen på sin lekvandring mot Sargassohavet. Invandringen av glasål till Sveriges kuster har minskat dramatiskt. I början av 2000-talet beräknades mängden invandrande glasål utgöra 1 procent av de glasålar som vandrade in 25 år tidigare (Wickström 2005).

Ekman & Schmidt beskriver 1910 att ålen fortfarande kunde vandra förbi Norrköping och Fiskeby upp till Glan, men att Ljusforsdammen uppströms Glan var svårpasserad. I Motala ström försvann troligtvis ålens naturliga möjlighet att vandra upp från havet i samband med att Hästskodammen och Bergsbron-havets kraftstation byggdes 1923. Sedan dess har vattensystemets ålbestånd varit beroende av utsättningar. Antalet blankålar som årligen vandrar ut från Roxen skattas idag till omkring 2 000 individer (Calles & Christiansson 2012).



**Bild 26.** Lanfisket vid Kimstad kvarn där nedströmsvandrande blankål fångades. På platsen byggdes senare Älvås kraftstation. Från Kimstad hembygdsförening, publicerad på [www.bygdeband.se](http://www.bygdeband.se).

Utbyggnaden av den storskaliga vattenkraften är en av flera faktorer som påverkat ålen. Vattenkraften påverkar i första hand genom att dammarna utgör vandringshinder för uppvandrande fisk och att utvandrande fisk dör i kraftverksturbinerna. Modellberäkningar visar att 61 procent av Motala ströms utvandrande ål dör när den passerar kraftverken (Calles & Christiansson 2012), men senare fältstudier indikerar en lägre dödlighet (Östergren m fl 2014).

Under 2011 till 2014 pågick projektet *Krafttag ål*, ett samarbete mellan Havs- och vattenmyndigheten och sju stora vattenkraftbolag som syftade till att öka den nedströmsvandrande ålens överlevnad i reglerade vattendrag. Motala ström är ett av vattendragen som ingick i projektet och flera studier om ålens vandringsbeteende har genomförts. Dessutom har utvandringsfärdig blankål fångats i Roxen och Glan och transporteras förbi kraftverken.

## HARR

Harr förekom sannolikt på lämpliga lokaler inom hela Motala ström och delar av Svartån. Nyblom (1940) uppger att den var mycket vanlig i nedre delarna, men saknades närmare Sommen. Harren är en kallvattengynnad vårlekande laxfisk med utpräglat vandringsbeteende och stort kontinuitetsbehov. Den är i första hand knuten till större strömvattenmiljöer, men förekommer även i sjöar. Detta innebär att den även kan ha funnits i Roxen och de andra sjöarna som genomflyts av Motala ström. Inga historiska data som styrker detta har påträffats, men det är troligt att arten åtminstone tidvis nyttjade sjöarnas in- och utloppsområden.

Arten är numera försvunnen från både Svartån och Motala ström, men finns kvar i Vättern. Harren försvann med stor säkerhet på grund av utbyggnaden av vattenkraften.

## ÖRING

Öring är en kallvattengynnad, höstlekande laxfisk med utpräglad vandringsbeteende och stort kontinuitetsbehov. Den uppvisar en stor variation i vandringsmönster och lokala anpassningar.

Arten fanns tidigare på lämpliga lokaler inom hela Motala ström och Svartån. Nedströms Glan fanns havsöring och uppströms Boren fanns nedströmslekande vätternöring. I Svartåns övre delar fanns nedströmslekande insjööring från Sommen. Stationär öring fanns med stor säkerhet på samtliga strömvattensträckor. Dessutom fanns troligtvis ett eller flera bestånd med insjööring, exempelvis i Roxen. Öringen har varit en mycket viktig resurs för människorna längs vattendragen, framför allt bestånden med storvuxen havsöring och nedströmslekande vätternöring. De ursprungliga öringstammarna är numera försvunna från Motala ström och Svartåns nedre delar, men svaga och isolerade bestånd finns på några platser längre upp efter Svartån. Öringen försvann med stor säkerhet på grund av utbyggnaden av vattenkraften.

## Referenser

**Ahlbäck, A. & Albertsson, R. 2006:** Flottning och flottleder i södra Sverige.

**Alm, G. 1929:** Undersökningar över laxöringen i Vättern och Övre Motala ström. Meddelande från Kungliga Lantbruksstyrelsen. Nr 276.

**Artdatabanken. 2014:** Artportalen. <http://www.artportalen.se/> ArtDatabanken. Nedladdad 2014-10-24.

**Bengtsson, O. & Eriksson, M. 2006:** Skötselplan för naturreservatet Svartåmyningen.

**Bergengren, J. Årnfelt, E. m. fl. 2007:** Stormusslor i Östergötland. Resultat från inventeringar 1999-2014. Arbetsmaterial 2014-10-29.

**Bisther, M. 2011:** Utter i Östergötland. Inventering och övervakning 2009/2010. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2011: 13.

**Bisther, M. 2011:** Utterinventering i Östergötland 1999. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2000:1.

**Björk, R. 1992:** Fisk i Roxen och Glan 1990. Sammanställt av Roxen/Glan-projektets arbetsgrupp genom Roger Björk, Miljökontoret, Linköpings kommun.

**Boström, A. 2009:** Bottenfauna i Östergötlands län 2008. En undersökning av bottenfaunan på 20 lokaler i rinnande vatten. Medins biologi AB.

**Boström, M. & Öhman, K. 2014:** Mellanskarven i Roxen. Förändringar i fisksamhället och mellanskarvens (*Phalacrocorax carbo sinensis*) föda. Sveriges lantbruksuniversitet. Aqua reports 2014:10.

**Calles, O. & Christiansson, J. 2012:** Ålens möjlighet till passage av kraftverk. En kunskapssammanställning för vattendrag prioriterade i den svenska ålförvaltningsplanen samt exempel från litteraturen. Elforsk rapport 12:37.

**Calles, O. Degerman, E. m fl. 2013:** Anpassningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2013:14.

**Calles, O. Gustafsson, S. & Österling, M. 2012:** Naturlika fiskvägar i dag och i morgon. Karlstads universitet. Karlstad University Studies 2012:20.

**Carstensson, R. Hillmo, T. & Kolsgård, S. 1992:** Kraften ur Motala Ström.

**Cederborg, D. Rivinoja, P. Jender, M. & Stenqvist, M. 2014:** Förstudie kring fria vandringsvägar vid 14 vattenkraftverk i Motala Ström och Svartån. Hushållningssällskapet i Östergötland.

**Dahlberg, M. & Engström, H. 2001:** Roxen och Glan. Utvärdering av standardiserade provfisken sommaren 2001. Norrköpings kommun. Natur i Norrköping 2:04.

**Degerman, E. (redaktör). 2008:** Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket och Fiskeriverket.

**Delling, B. 2006:** Artfaktablad om vimma. SLU, Artdatabanken.

**Delling, B. 2014:** Mejl om historiska fiskuppgifter 2014-11-12.

**Ekman, T. & Schmidt, C. 1910:** Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. Motala ström.

**Elf, A. 2002:** Naturinventering av Svartån med tillflöden. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2002:4.

**Essvik, B. 2003:** Svartån i Östergötlands län. Genomgång av vattendomar för omprövning av fiskebestämmelser. Utredning 2003-09-04.

**Gustafsson, P. 2006 a:** Asp (*Aspius aspius*) i sjöar och vattendrag inom Finspångs, Linköpings och Norrköpings kommuner. Norrköpings kommun. Natur i Norrköping 1:06.

**Gustafsson, P. 2006 b:** Makrofyter i Boren år 2006. Ekologi.Nu

**Gustafsson, P. 2007:** PM rörande Motala ströms reglering samt norsen i Roxen. Ekologi.Nu

**Gustafsson, P. 2008 a:** Bandnate och uddnate (*Potamogeton compressus*, *P. friesii*) i Östergötland år 2008. Ekologi.Nu

**Gustafsson, P. 2008 b:** Sammanställning av information om nedre Svartån. Utkast.

**Gustafsson, P. 2010:** Vattenvegetation i Roxen. Arbetsmaterial.

**Gustafsson, P. 2014 a:** Fältanteckningar Svartåns torrfåra, Svartåfors, 2014-09-26.

**Gustafsson, P. 2014 b:** Makrofytdatabas. Ekologi.Nu

**Havs- och vattenmyndigheten. 2014:** Webbkarta. <https://karthavet.havochvatten.se/geoexplorer/composer/>. Nedladdad 2014-10-24.

- Jacobson, A. 2005:** Åtgärdsprogram för bevarande av småsvalting (*Alisma wahlenbergii*). Naturvårdsverket. Rapport 5499.
- Jordbruksverket. 2014:** Databasen Tuva. <https://etjanst.sjv.se/tuvaut/site/index.htm>. Nedladdad 2014-10-24.
- Karlsson, M. (redaktör). 2012:** Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs- och miljööversikt 2012. Havs- och vattenmyndigheten.
- Kullander, S.O., Nyman, L. m fl. 2012:** Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Sveriges lantbruksuniversitet. Artdatabanken.
- Lantmäteriet. 2014 a:** Karttjänsten Historiska kartor. <http://www.lantmateriet.se/Kartor-och-geografisk-information/Historiska-kartor/>. Nedladdad 2014-10-26.
- Lantmäteriet. 2014 b:** Karttjänsten Kartsök och ortnamn. <http://kso.lantmateriet.se/>. Nedladdad 2014-10-26.
- Linköpings fågelklubb. 2014:** Fågellokaler i Linköpings kommun. Förenklad webbversion. <http://www.linkopingsfagelklubb.se/>. Nedladdad 2014-10-24.
- Linköpings kommun. 2013:** Naturvårdsprogram.
- Linköpings kommun. 2014:** Fakta om ansvarsarter i Linköpings kommun. <http://www.linkoping.se/Global/Milj%C3%B6och%20h%C3%A4lsa/Natur/Informationsmaterial/Fakta%20om%20ansvarsarter%20i%20Link%C3%B6pings%20kommun.pdf?epslanguage=sv>. Nedladdad 2014-10-24.
- Lundberg, R. 1899:** Om Svenska insjöfiskarnas utbredning ut. Meddelande från Kungl Lantbruksstyrelsen. Nr 58.
- Lundberg, S. Bergengren, J. & Proschwitz, T. 2006:** Åtgärdsprogram för bevarande av tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*). Naturvårdsverket. Rapport 5658.
- Malm Renöfält, B. & Ahonen, J. 2013:** Ekologiska flöden och ekologiskt anpassad vattenreglering. Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2013:12.
- Meissner, Y. 2008:** Bottenfauna i Östergötlands län 2007. Medins Biologi AB.
- Naturvårdsverket. 2014:** Kartverket skyddad natur. <http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> Nedladdad 2014-10-24.
- Norrköpings kommun. 2014:** Norrköpings stadsutveckling under 1640 – 1979 skildrad i samtida kartor. <http://www.norrkoping.se/organisation/kommunen/kommunstyrelsen/kskontor/kommunservice/stadsarkiv/forskning/kartor/>. Nedladdad 2014-10-29.
- Nyblom S. 1940:** Forna tiders flugfiske i Östergötland. Kapitel i boken Sportfiske i Sverige.

**Näslund, I. Degerman, E. Calles, O. & Wickström, H. 2013:** Fiskvandring. Arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum. Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2013:11.

**Näslund, I. Kling, J. & Bergengren, J. 2013:** Vattenkraftens påverkan på akvatiska ekosystem. En litteratursammanställning. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2013:10.

**Persson, K. 2007:** Rödlistade sötvattensfiskar i Östergötland. Länsstyrelsen Östergötland. Broschyr.

**Pettersson, L. & Sjöstrand, P. 1991:** Motala ströms gamla fåra vid Malfors. Förutsättningar som öringlokal. Fiskeristyrelsens utredningskontor Jönköping.

**Sers, B. (red). 2014:** Svenskt elfiskeregister. SLU, Institutionen för akvatiska resurser. <http://www.slu.se/elfiskeregistret>. Nedladdad 2014-10-24

**Sjöstrand, P. & Lindvall, P. 2011:** Motala ströms gamla fåra vid Malfors, Ljungsbro. Förprojektering för tre fiskvägar uppströms Roxen.

**SMHI 2014:** SMHI Vattenwebb. <http://vattenwebb.smhi.se/>. Nedladdad 2014-10-26.

**Statistiska centralbyrån. 1886:** Bidrag till Sveriges officiella statistik (BiSOS). Åren 1881-1885. Östergötlands län.

**Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalt. 1930:** Förteckning över Sveriges vattenfall. Motalaström mellan Vättern och utloppet i havet.

**Sveriges meteorologisk hydrografiska anstalt. 1935:** Förteckning över Sveriges vattenfall. Svartån mellan Sommen och mynningen i Roxen.

**Tekniska verken. 2014:** Information om vattenreglering och vattennivåer. <http://www.tekniskaverken.se/matvarden/vattenreglering/>. Nedladdad 2014-11-15.

**Tibblin, P. & Rockler, A. 2008:** Fiskevårdsplan för nedre Svartån, Östergötland. En utvecklingsplan för fisk och fiske. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2008:18.

**Tibblin, P. 2011:** Fiskevårdsplan Roxen 2011. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2011:17.

**Tibblin, P. Larson, P-E. Gezelius, L. m fl 2012:** Plan för restaurering av värdefulla sötvattenmiljöer i Östergötland. Länsstyrelsen Östergötland. Rapport 2012:14.

**Wickström, H. 2005:** Artfaktablad för ål. Sveriges lantbruksuniversitet. ArtDatabanken.

**Widegrens, H. 1878:** Om vården af fiskena inom Östergötlands län. Kongliga Lantbruks-Akademiens handlingar och tidskrift. Nr 6.

**Vuorinen, J. 2014:** Muntligen 2014-10-26.

**Åkerberg, A. 2010:** Vättern. Öar, båtar, fiske.

**Östergren, J. Karlsson, S. Leonardsson, K. m. fl. 2014:** Radiotelemetriundersökning av ålens passage av vattenkraftverk i Motala ström. Slutrapport. Elforsk. Rapport 14:34.