

Fisk som fastnar på intagsgaller

*Hur mycket fisk fastnar egentligen på
intagsgaller vid vattenkraftverken i Sverige?*

*Denna fråga, och ett antal tänkbara parametrar
till detta utreds nedan med syftet att ta fram ett
underlag för att kunna svara på frågan.*



Uppdrag	SVAF
Uppdragsnummer	30008151
Kund	Svensk Vattenkraftförening (svaf)
Datum	2021-10-07
Upprättad av	Embla Wihk
Ny layout	Jennie Molin, 2022-04-04

Sammanfattning

Till omprövningarna inför Mark- och miljödomstolen som snart är igång, skulle det vara en fördel för verksamhetsutövarna att kunna presentera dokumentation över i vilken utsträckning fisk fastnar på galler. I denna rapport föreslås ett sätt att skapa ett sådant underlag i form av ett formulär där verksamhetsutövaren fyller i dels stationsspecifika data om vattenkraftverket i fråga, och delvis för logg på de rekommenderade parametrarna vid observationer av fisk. Formulärets huvudfokus är att strukturerat ta reda på hur mycket fisk som fastnar på intagsgaller till vattenkraftverk och parametrarna syftar till att undersöka eventuella samband mellan mängden fisk som fastnar och andra faktorer.

Formuläret testades i en fältstudie på 15 vattenkraftverk i Alsterån. Där samlades statistik in samtidigt som utförbarheten för föreslagna parametrar testades. Resultatet visade att det i Alsterån är mycket små mängder fisk som har fastnat på intagsgallren, i medeltal 2 fiskar per år med en spridning mellan 0,1-15 fiskar per år (baserat på svar från 10 vattenkraftverk). Arterna som observerades var främst arter som inte har behov av att vandra för sin lek. Att mäta de olika parametrarna gick bra och de flesta var fullt utförbara med enkla medel. Det som var svårt att mäta var full effekt, eftersom tillrinningen var låg vid besöken. Mätning av vattenhastighet var besvärlig vid låga vattenhastigheter eftersom mätinstrumentet då hade sämre noggrannhet. I vissa fall var det även svårt att nå intaget.

Med det sagt tros formuläret vara ett bra tillvägagångssätt för att skapa ett större underlag för verksamhetsutövare och kunna dra mer välgrundade slutsatser om samband mellan fisk som fastnar på intagsgaller och tänkbara faktorer.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte	7
1.3	Avgränsning.....	7
2	Metod.....	7
2.1	Formuläret och de valda parametrarna	7
2.1.1	Formulärets stationära data	8
2.1.2	Formulärets loggboksdata.....	12
2.2	Besök vid Alsterån.....	13
2.2.1	Vattenkraftverken i fråga & deras utformning.....	13
2.2.2	Intervjuer.....	14
2.2.3	Egna mätningar vid anläggningarna	15
3	Resultat	15
3.1	Mätningar.....	15
3.2	Intervjuer och mejl	17
4	Diskussion och utvärdering	19
4.1	Alsteråbesöket.....	19
4.1.1	Fisk som fastnar på intagsgaller.....	19
4.1.2	Ålen i Alsterån	20
4.1.3	Fiskpassage	20
4.2	Formuläret	20
4.2.1	Användningen av formuläret	20
4.2.2	Vattenhastigheten och beräkningsmetodernas tillförlitlighet	21
4.2.3	Användningen av loggbok	21
4.2.4	Större underlag – bättre analyser.....	22
4.2.5	Implementering av formuläret.....	22
5	Slutsats.....	22
6	Referenser.....	23
7	Bilagor	24

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det som ligger till grund för detta uppdrag är att omprövningarna enligt den nationella planen för moderna miljövillkor för vattenkraften snart ska inledas. Uppdraget är tänkt att skapa möjligheter för verksamhetsutövarna att presentera ett bättre underlag vid omprövningarna. Anledningen till att uppdraget fokuserar på Alsterån, är att ett pilotprojekt genomfördes vid ån 2020. Informationen från pilotprojektet sammanställdes i en rapport av WSP (WSP, 2020) och har använts under uppdragets gång, både för att öka förståelsen för hur WSP har tänkt kring sina lösningar och för att komplettera med information om vattenkraftverken som inte tillhandahölls vid besöken.

Att fisk fastnar på intagsgaller en indikation på att fisklivet störs av kraftverken. De arter som främst tar skada av vandringshinder är ål, lax och havsvandrande öring, eftersom de har ett naturligt vandringsbehov för sin arts överlevnad. Men även andra arter som havsvandrande sik, flodnejonöga, id och vimma kan ha behov av att vandra upp- och nedströms i åar. Dessutom kan fisken av andra skäl än av den naturliga livscykeln finna behov i att förflytta sig i ån, vilket leder till att den söker sig nedströms och kan fastna på gallret. Dessa arter kan ha ett behov av större habitat eller en permanent flytt (WSP, 2020).

Oavsett vilken av dessa orsaker är, lär det vara någon av dem som gör fisken benägen att närma sig intaget till vattenkraftverket. Väl vid gallret har fisken ett antal möjligheter: 1) den kan vända och simma till en säker plats, 2) den kan ta sig igenom gallret och genom turbinen, eller 3) simma in i en flyktväg, om sådan finns i närheten. Misslyckas fisken med samtliga alternativ, så fastnar den på gallret där den senare dör.

Den fisk som enligt alternativ 2 passerar genom turbinen utsätts för stora påfrestningar, där stora fiskar är särskilt utsatta. Ett antal studier om mortalitet vid olika turbiner har kommit fram till att 0% överlever en Peltonturbin, 88% av laxsmolt överlever stora Francis- och Kaplan-turbiner samt att små Francis- och Kaplan-turbiner har en varierande mortalitet på 0 till 60% respektive 11 till 14%. Mortaliteten är alltså större för små turbiner med trånga passager. (Havs- och vattenmyndigheten, 2013, ss. 24-25).

Den relativt höga mortaliteten kopplad till turbinpassage innebär att detta alternativ gärna undviks, i synnerhet för kraftverk med små turbiner, och ersätts av ett av de två andra alternativen. HaV föreslår tre steg för implementering av flyktvägar, 1) se över eller införa fysisk/ beteendemässig barriär som hindrar fisk att ta sig in i riskområden, t.ex. turbiner, 2) koncentrera fisken till en samlingsplats och 3) locka eller leda fisk till flyktväg som leder fisken förbi vandringshindret. I de fall då barriärerna i punkt 1 syftar på galler menar HaV att flyktvägen måste vara enkel att hitta och att hastigheten måste hållas låg vid gallret, för att fisken inte ska klämmas fast mot gallret. Vid försöken användes fingaller, dvs. galler med en spaltvidd som är mindre än 18 mm (Havs- och vattenmyndigheten, 2013, ss. 18, 31).

Vidare, så kvarstår flera frågor så som "hur varierar antalet fiskar som fastnar på gallren?" och "finns det andra parametrar vars signifikans för att fisken inte ska fastna är lika stor som för spaltvidden och vattenhastigheten?", och ett större underlag i dessa frågor är därför relevant.

För att få svar på hur många fiskar som fastnar, har ett formulär tagits fram med syftet att hjälpa verksamhetsutövaren att kunna presentera dokumentation till omprövningen. I formuläret finns ett antal parametrar angivna (se Bilaga 1) och en loggbok där fisk på intagsgaller kan bokföras (se Bilaga 2). Tanken är då att ju mer statistik som kan samlas in, desto bättre går det att se vilka parametrar som har störst påverkan på fisken, varefter domstolen kan ta beslut om åtgärder som gör mest nytta.

1.2 Syfte

Syftet med detta uppdrag är att samla in information om fisk som fastnar vid intagsgaller och kartlägga vilka parametrar som påverkar detta. Till det hör att testa och förbättra formuläret som skapats, samt att få en bild av läget utifrån information från intervjuer med verksamhetsutövare.

1.3 Avgränsning

Studiet av fisk som fastnar på galler är en avgränsning i sig, då fisken som tar sig förbi, eller försöker ta sig förbi vattenkraftverk kan skadas och dö även utan att den fastnar på gallren och således inte kan observeras. Detta kan till exempel vara fisk som tar sig igenom turbinen men dör, eller fisk som tar spill- eller naturfåran och fastnar eller skadas på vägen.

De valda parametrarna i formuläret utgör också en begränsning, då allt för många parametrar blir kontraproduktivt. Rapporten syftar ju till att värdera och välja ut de parametrar som bedöms ha störst betydelse.

I och med att den huvudsakliga testgruppen är vattenkraftverk i Alsterån, gäller resultaten endast för småskaliga vattenkraftverk upp till 1,5 MW (Hornsö är något större: 2,5 MW) och för de fiskarter som förekommer i Alsterån. Förmodligen är metoderna och resultaten tillämpningsbara även för större kraftverk.

2 Metod

2.1 Formuläret och de valda parametrarna

Ett formulär togs fram (se Bilaga 1) och för att få med de viktiga parametrarna har flera privatpersoner, konsulter, verksamhetsutövare och biologer kontaktats, som har förklarat hur de tänker. Parametrarna har valts ut efter relevans, begriplighet och utförbarhet.

En relevant parameter innebär att informationen som samlas in är användbar och kan användas för att undersöka och stärka tidigare studier och hypoteser kring vad som påverkar antalet fiskar som fastnar på galler. En begriplig parameter är entydig och ska inte behöva tolkas. Det ska alltså vara lätt att förstå vilken information och vilka mätningar som krävs för att fylla i uppgifter om parametern. En parameter ska också vara möjlig att mäta utan större besvär eller risker och med lättåtkomlig utrustning. Det innebär att sådan information som kan vara intressant, men är svår att ta reda på eller kräver dyr utrustning, utesluts. Till exempel är det orimligt att förvänta sig att varje intag ska ha en fiskkamera, eller att mätinstrument som vattenhastighetsmätare finns att tillgå. Om intresset finns kan ytterligare parametrar som inte tagits med gå att lägga till om intresset finns. Men för många parametrar kan också hindra utförligheten, då det blir alldeles för tidskrävande.

Tanken är att verksamhetsutövare kan använda formuläret, fylla i stationsspecifika data och sedan notera varje gallerrensning vid vilken en fisk hittas. På plats i Alsterån var formuläret utgångspunkten.

2.1.1 Formulärets stationära data

Stationsdata – vattenkraftverket

Vanliga fiskarter avser de fiskarter som registrerats i anslutning till kraftverket eller på andra platser i vattendraget. Parametern syftar till att kartlägga hur vanliga vandringsbenägna fiskar är i området och även jämföra fiskarterna med de arter som hittas vid gallren. Informationen fås genom att söka på internet eller vid kontakt med någon med god kunskap om fisklivet i området.

Avstånd från mynningen i havet avser ett ungefärligt värde på vattendragets sträcka till havet och kan till exempel fås genom Lantmäteriets och VISS karta (Lantmäteriet & VISS, 2020). Parametern syftar till att kartlägga hur långt havsvandrande fisk måste simma för att ta sig till och förbi vattenkraftverket.

Bruttofallhöjd avser den fallhöjd som vattnet faller genom vattenkraftverket när den är som störst. Parametern används tillsammans med effekt och verkningsgrad för att beräkna den maximala medelhastigheten hos vattnet vid intaget utan att mätinstrument behöver användas. Informationen bör vara känd för verksamhetsutövaren.



Figur 1 Exempel på sjöliknande uppströms. Sett från dammen vid Alsterbro nedre vattenkraftsstation

Sjö/sjöliknande uppströms avser i vilket tillstånd vattnet är före intag, där sjö eller sjöliknande innebär att vattnet är relativt stilla – som i en sjö eller damm. Parametern är relevant för att förstå fiskens möjlighet att avledas av andra eventuella strömmande vattendrag, som en naturfåra eller ett omlöp, eftersom vandringsbenägen fisk dras mot strömmande vatten. Informationen fås genom att besöka anläggningen och göra en egen bedömning. Se Figur 1 för ett exempel.

Sjö/sjöliknande nedströms innebär detsamma som uppströms, förutom att denna parameter istället avser vattentillståndet vid vattenkraftverkets utskov.

Strömkraftverk svarar på frågan om vattenkraftverket tillämpar dygnsreglering eller alltid kör på tillrinning, vilket är intressant information.

Medelvattenföring avser det framströmmande vattnet under lång tid, dividerat med tiden. Parametern är intressant då den ger en uppfattning om anläggningens storlek. Informationen finns antingen vid anläggningen eller på t.ex. SMHI:s vattenwebb.

Maximal medelhastighet för vatten avser medelvärde på vattenhastigheten vid intaget när vattenkraftverket går på full effekt. Det är alltså den hastighet vattnet skulle ha om det var ett helt homogent flöde strax före intagsgallren (i verkligheten är hastigheten långsammare i kanterna och högst i mitten). Parametern ger information om hur stor hastighet fisken måste klara av att simma emot. Dessutom kan den användas för att räkna ut vattenhastigheten vid tillfällen då fisk hittas på gallren. Parametern räknas ut via Excel utifrån två olika ekvationer (läs under rubriken "metod - egna mätningar").

Aggregatsdata – Aggregat

Aggregat avser samtliga aggregat vid vattenkraftverket. Parametern syftar till att hålla isär information om de olika aggregaten.

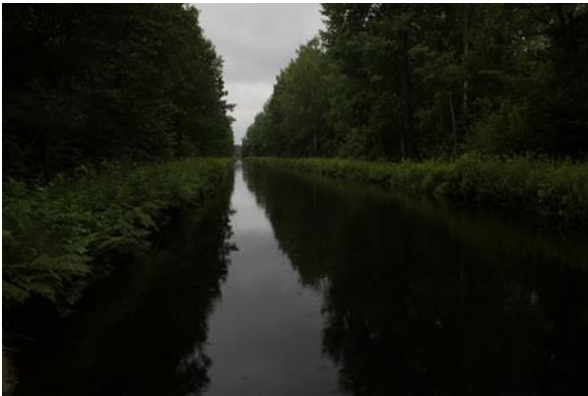
Turbintyp är till exempel Kaplan, Semikaplan, Francis och Lawaczeck m.fl. Parametern gör att informationen i formuläret går att koppla till känd kunskap kring de olika turbintyperna. Dessutom kan den användas för att jämföra utfallet mellan anläggningar med olika turbintyper. Informationen bör vara känd för verksamhetsutövaren.

Byggår avser det år då turbinen i aggregatet är byggt och syftar till att komplettera informationen om aggregatet. Parametern säger mycket om kraftverkets utformning. Informationen bör vara känd för verksamhetsutövaren.

Senaste renovering avser det år då turbinen senast renoverades och ger tillsammans med byggnadsåret en bild av i vilket skick aggregaten befinner sig, samt vilka regelverk och turbintypsutvecklingar de har inrättats efter. Även denna information bör vara känd för verksamhetsutövaren. I en fritext bör det finnas möjlighet att beskriva vad renoveringen omfattade.

Maximal effekt avser högsta möjliga effekt vid varje aggregat. Parametern används för att beräkna den maximala medelvattenhastigheten och bör vara känd för verksamhetsutövaren.

Maximalt turbinflöde avser den maximala kapacitet som turbinerna har, vid maximal effekt. Parametern används för att räkna ut den maximala medelvattenhastigheten och räknas antingen ut utifrån maximal effekt och fallhöjd, samt ett tal som baseras på aggregatets verkningsgrad, eller så finns informationen att tillgå vid vattenkraftverket. Om båda alternativ är möjliga ökar det säkerheten för den beräknade vattenhastigheten.



Figur 2 Exempel på en längre intagskanal (ca 300 m lång). Bilden är tagen vid Sandslätt vattenkraftstation.

Aggregatdata – intag

Längd intagskanal avser avståndet från dammen till intagsgallret (se Figur 2). Parametern ger information om hur stora möjligheter fisken har att simma tillbaka till dammen eller hitta en annan väg på denna sträcka. Avståndet mäts förslagsvis med måttband. Om det rör sig om långa kanaler lär informationen finnas till hands eller kunna uppskattas med hjälp av lantmäteriets "min karta" (Lantmäteriet & VISS, 2020).

Bredd intag avser det vågräta avståndet från gallerkant till gallerkant vid intaget. Parametern används för att beräkna intagsarean som i sin tur används för att beräkna den maximala medelhastigheten tillsammans med parametern maximalt turbinflöde. Bredden mäts förslagsvis med måttband.

Vattendjup intag avser det lodrätta djupet från vattenytan till botten framför intagsgallret. Parametern används tillsammans med bredd intag till att beräkna arean. Djupet kan mätas med en stång vars våta längd sedan mäts med måttband. Är det svårt att sänka stangen lodrätt går det också att mäta genom att mäta gallrets längd från botten till vattenytan och gallervinkeln relativt botten, alternativt mäts avståndet mellan gallrets förankring i botten och själva intaget. Därefter används trigonometri (om vinkel) eller Pythagoras sats (om förankring-intagsavstånd) för att få fram vattendjupet. Eftersom vattennivån förändras kan flera mätningar göras för att sedan välja ett medel- eller medianvärde.

Area vid intag avser den maximala ytan vid intaget och används för att räkna ut den maximala medelvattenhastigheten.

Aggregatdata – galler

Gallerlutning avser gallervinkeln relativt botten. Parametern är intressant i analysen av data: för att kunna studera ett eventuellt samband mellan antalet fiskar som fastnar och gallerlutningen. Den kan också användas för att räkna ut vattendjupet. Informationen finns antingen vid anläggningen eller så kan den räknas ut genom trigonometri med information om vattendjup, gallrets längd och/ eller avståndet mellan gallrets fastankring i botten och intagets början.

Spaltvidd avser avståndet mellan två gallerjärn, från slutet på ena till början på nästa. Parametern är intressant i analysen av data: för att kunna studera hur stora eller små fiskarna som fastnar på gallret är, om de egentligen är tillräckligt smala för att kunna passera osv. Avståndet mäts förslagsvis med måttband.

Gallermaterial avser det material "järnen" i intagsgallret är gjorda av, exempelvis stål och aluminium. Parametern kompletterar övrig information om galler och kan användas för att studera eller utesluta samband mellan fisk som fastnar och gallermaterialet. Informationen bör vara känd för verksamhetsutövaren.

Fiskpassager

Nedströmspassage ställer frågan om en fiskväg för nedströms vandrande fisk finns i anslutning till anläggningen. Även uppströmspassager kan räknas, om det är möjligt för fisken att hitta och nyttja den för nedströms passage. Informationen är intressant för att förstå fiskens möjlighet att passera anläggningen och bör vara känd av verksamhetsutövaren.



Figur 3 Exempel på flyktväg (trästrukturen, nedströmspassage) som rinner ut i naturfåra, bild tagen vid Skälleryd vattenkraftstation.

Passagetyp nedströms är exempelvis en flyktväg, hiss, eller en uppströmspassage som även är anpassad för nedströms vandring, se Figur 3 för exempel på en flyktväg.

Uppströmspassage ställer frågan om en fiskväg för uppströms vandrande fisk finns i anslutning till anläggningen. Informationen är intressant för att förstå fiskens möjlighet att passera anläggningen och bör vara känd av verksamhetsutövaren.



Figur 4 Exempel på denilränna (uppströmspassage) som rinner ut i naturfåra. Bilden är tagen vid Torsrum vattenkraftstation.

Passagetypp uppströms är till exempel omlöp, inlöp, olika typer av tekniska fiskvägar och ålledare. Se Figur 4 för exempel på en teknisk fiskväg.

2.1.2 Formulärets loggboksdata

Senaste tillsyn/rensning

Datum avser det datum då gallret rensades eller sågs över och används för att kartlägga hur ofta fisk fastnar på galler. Datum fylls endast i vid tillfällen då minst en fisk upphittas.

Aggregat avser det aggregat där en tillsyn genomförts.

Dagar sedan senaste rensning finns för att kartlägga hur lång tid fisken kan ha legat på gallret, och används istället för att varje tillsynstillfälle ska nedtecknas även om ingen fisk hittas vid tillfället.

Om fisk funnen – fiskspecifik data

Fisknummer ger varje hittad fisk ett nummer, oberoende av fyndtillfälle. Fr.o.m. att formuläret börjar användas ges första funna fisk en 1:a, andra funna fisk en 2:a osv.

Fotonummer avser det eller de nummer som foton på den funna fisken har. Att fotografera fisken ger mycket information om till exempel skador på fisken och fiskens storlek. Se Figur 5 för ett exempel på en bild på en fisk som har hittats.



Figur 5 Exempel på ett foto som tilldelas ett nummer som fylls i "fotonummer". Bilden är tagen av Magnus Böhn.

Art på fisk syftar till att kartlägga vilka arter som har en tendens att fastna på intagsgallret. Parametern används också för att beräkna fiskens bredd, då vanliga arters bredd är 10% av längden, medan ålens bredd är 3% av dess längd (Havs- och vattenmyndigheten, 2013).

Tillstånd frågar om fisken är död eller levande. Informationen kan användas för att svara på frågor som "fastnar endast fisk som har dött tidigare" och "kan levande fisk självantänt ta sig bort från gallret när de väl hamnat mot det".

Längd på fisk avser avståndet från mun till och med stjärtfena och används för att beräkna bredden. Längden mäts med måttband som i Figur 5.

Bredd på fisk avser fiskens ungefärliga bredd och räknas ut enligt antagandet att bredden är 10% av längden, med undantag för ålen vars bredd är 3% av längden. Parametern beräknas och används för att jämföra fiskens bredd med spaltvidden.

Fiskbredd relativt spaltvidd jämför den beräknade fiskbredden med avståndet mellan gallerstängerna, för att se om fisken teoretiskt sett har haft möjlighet att ta sig igenom gallret eller ej.

Om fisk funnen – data vattenkraftverket

Effekt vid fyndtillfället avser den effekt som det aggregat där fisken hittats går på, vid det datum som registreras i loggboken. Parametern används för att beräkna vattenhastigheten vid fyndtillfället. Informationen avläses vid anläggningen.

Vattentemperatur avser temperaturen på vattnet i anslutning till intaget. Parametern är intressant då lägre temperatur gör att fisken blir svagare. Informationen kan således användas för att studera eventuella samband mellan variation i temperatur och antalet fisk som fastnar. Temperaturen kan även användas för att räkna ut nedbrytningsstakten och uppskatta tiden fisken legat på gallret. Informationen finns på SMHIs vattenwebb (SMHI, 2021).

Vattenhastighet avser medelvärde på vattenhastigheten vid intaget, vid fyndtillfället. Parametern är intressant då högre hastigheter gör det svårt för fisken och sådana samband är intressanta att studera. Hastigheten räknas ut utifrån den uppmätta effekten och stationära data.

2.2 Besök vid Alsterån

2.2.1 Vattenkraftverken i fråga & deras utformning

Ett platsbesök utfördes vid Alsterån, där 15 vattenkraftverk besöktes. Dessutom besöktes Nykvarn kraftverk och omlöp i Linköping och Tranås ombyggda kraftverk i Svartån (se Tabell 1) På plats kontaktades verkamhetsutövare eller någon med god anknytning till personen, som berättade om sitt/ sina vattenkraftverk och gav en rundtur (med undantag för Fröseke och Uvafors). Vid rundturen registrerades kolumnerna "sjö/ sjöliknande uppströms och nedströms", "nedströmspassage" och "uppströmspassage" (i Bilaga 1). Intressanta saker fotograferades och om inget annat anges är foton i denna rapport tagna av Embla Wihk, SWECO.

Tabell 1 Besökta vattenkraftverk, information om företag och verksamhetsutövare är tagen ifrån Alsteråns Kraftverksförening Medlemsförteckning. Listan är ordnad efter avstånd till havet, där översta vattenkraftverket i tabellen ligger närmast mynningen och Rydefors ligger längst upp i systemet. Nykvarn och Svartån ligger i andra avrinningsområden.

Vattenkraftverk	Företag	Verksamhetsutövare
Torsrum	Strömsrum AB	Thomas Rappe
Skälleryd	Ålem Energi Kraft AB	Johanna Stensson
Blomsterström	Ålem Energi Kraft AB	Johanna Stensson
Duveström	Skäppentorn Kraftverk AB	Fabian Rappe
Hornsö	Uniper	Maria Johansson
Högeström	Elektroinstallationer AB	Magnus Edvinsson
Knivingaryd	Elektroinstallationer AB	Magnus Edvinsson
Sandslätt	Alsterkraft AB	Jörgen Antonsson
Alsterbro nedre	Alsterkraft AB	Thomas Sandberg
Alsterbro övre	Alsterkraft AB	Thomas Sandberg
Uvafors	Uvafors Energi AB	Nicklas Fredriksson
Fröseke nedre	GW Kraft AB	Göran Widing
Fröseke övre	GW Kraft AB	Göran Widing
Fagraskog/ Skälvandeström	RH-Kraft AB	Gunder Holm
Rydefors	Rydefors Energi AB	Staffan Meijer
Nykvarn	Tekniska verken	
Tranås/ Svartån	Tranås Energi AV	

2.2.2 Intervjuer

Ett antal frågor ställdes till verksamhetsutövarna, om vad de observerat beträffande fiskar som fastnat på gallren under de senaste åren. Information inhämtades om anläggningen, såsom "fallhöjd", "strömkraftverk", "gallermaterial" och "aggregat" (se Bilaga 1). Information om hur många fiskar som verksamhetsutövarna har hittat vid intagsgallren varje år (Bilaga 3) tillhandahölls, antingen muntligt eller via nedtecknad information som fanns på plats. Vid de kraftverk där detta inte var möjligt kompletterades informationen över mail, från tabellvärden i WSP-rapporten (2020) eller så utelämnades den.

2.2.3 Egna mätningar vid anläggningarna

Egna mätningar utfördes i den utsträckning det var möjligt. Gallrens spaltvidd och lutning, intagets bredd, vattendjup och intagskanalens längd, samt vattenhastigheten mättes. Vid mätningen av vattenhastigheten höjdes effekten på kraftverket så högt det gick. Därefter uppmättes hastigheten med hjälp av mätinstrumentet, en så kallad flygel (propeller som sitter på en stav och sänks ned i vattnet, varpå den börjar snurra) på flera ställen vid intaget. Utslagen slogs ihop till ett medelvärde.

Med hjälp av mätningarna kunde vattenhastigheten vid maximal effekt räknas ut genom att skala upp den uppmätta vattenhastigheten till maxeffekt.

$$V_{max} = V_{uppmätt} * P_{max} / P_{uppmätt}$$

Där $V_{uppmätt}$ och $P_{uppmätt}$ är de på plats uppmätta värdena.

V_{max} kunde även beräknas ur data på maxeffekt, fallhöjd och intagsarea.

$$V_{max} = Q / A$$

Där V_{max} är den maximala medelvattenhastigheten, A är arean, dvs. bredd*vattendjup och Q är turbinens maximala flödeskapacitet som fås genom $P_{max} / (fallhöjd \cdot 7,4)$ där 7,4 är ett tal baserat på verkningsgraden.

Värden på "medelvattenföring" och "vanliga fiskarter" (i Bilaga 1) hämtades från WSP:s pilotprojektrapport (WSP, 2020). "Avstånd från mynningen i havet" hämtades från VISS vattenkarta från 2020.

3 Resultat

3.1 Mätningar

De två metoderna för att beräkna vattenhastigheten gav något skilda resultat. Vid de 7 vattenkraftverk där båda metoderna kunde appliceras (se Tabell 2) ligger avvikelens medianvärde på 0,17 m/s. Den största procentuella skillnaden mellan mätmetoderna var 40%, vid Alsterbro övre.

Vattenhastigheterna var allmänt låga vid vattenkraftverken i Alsterån, med den lägsta uppmätta hastigheten på 0,18 m/s. En anläggning stack dock ut med 1,32 m/s vilket berodde på byte av turbiner, se Tabell 2. Ingen maximal medelvattenhastighet översteg 1,5 m/s, men ett antal (3 enl. $V_{max} = V_{uppmätt} * P_{max} / P_{uppmätt}$ och 1 enl. $V_{max} = Q / A$) översteg 1 m/s (baserat Bilaga 6, vilken innehåller samtliga uppmätta hastigheter, till skillnad från). Medianvärdet för hastigheterna i Bilaga 6 är 0,665 respektive 0,52 m/s.

Tabell 2 Beräknad maximal vattenhastighet utifrån 1) uppmätt vattenhastighet och effekt och 2) beräknad area och beräknat maximalt turbinflöde.

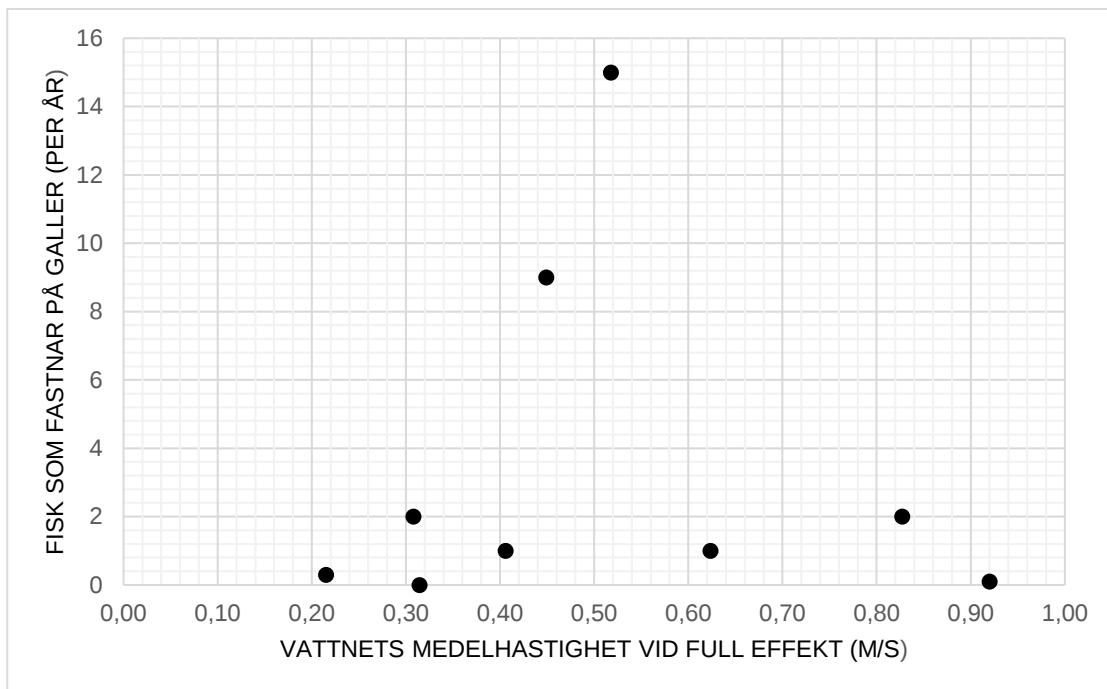
Namn	Maximal medelvattenhastighet utifrån uppmätt vattenhastighet och effekt	Maximal medelvattenhastighet utifrån maxeffekt, fallhöjd, verkningsgrad och intagsarea
	m/s ($V_u \cdot P_{\max} / P_u$)	m/s (Q/A)
Torsrum	0,54	0,52
Blomsterström	1,25	1,32
Högeström	1,00	0,83
Knivingaryd	0,42	0,31
Alsterbro nedre	0,67	0,41
Alsterbro övre	1,04	0,62
Rydefors	0,18	0,31

Det var möjligt att beräkna vattenhastigheten utifrån area och turbinflöde vid fler anläggningar än det var med mätinstrument, därför används dessa värden i Figur 6.

Svarsfrekvensen angående antalet fiskar som hittats på intagsgallren var ungefär 60% (se Tabell 3). I Figur 6 illustreras relationen mellan antalet fiskar som fastnar på galler och vilken maximal medelvattenhastighet som kan uppnås. Det går inte att se något tydligt samband. Två mätpunkter sticker ut, den för Torsrum och den för Uvafors, utöver det är antalet fiskar lågt oavsett hastighet.

De uppmätta vattenhastigheterna är vanligtvis högre än de som beräknats ur nominella data. En förklaring är att strömningshastigheten är ojämnt fördelad; den är låg vid botten och sidor vilket gör att den blir högre där man brukar mäta.

Det bör noteras att samtliga hastigheter är under 1,5 m/s, vilket anses vara tillräckligt lågt för att till och med svagsimmande fisk ska kunna simma motströms. Vattenhastigheten vid själva fyndtillfället är också okänd, vilket kan innebära att hastigheten vid fyndtillfällena kan ha varit betydligt lägre än den maximala.



Figur 6 Fisk som fastnar på galler (Tabell 3) beroende av vilken medelhastighet vattnet uppnår vid full effekt vid vattenkraftverken (Tabell 2).

3.2 Intervjuer och mejl

Antalet fiskar som verksamhetsutövarna angav fastnade under ett år varierade stort, från 0,1 till 15, men det vanligast som uppgavs var mellan 1 och 2 fiskar om året. Av de arter som fastnade var braxen var vanligast (5 av 8 kraftverk), därefter abborre vid 3 av 8 kraftverk, id och mört vid 1 av 8 kraftverk. Utöver det hittades gös vid 2 kraftverk under ett enstaka tillfälle och en gädda en gång. Sedan påpekade några att det ibland inte gick att identifiera arten pga. det dåliga skick fisken befann sig i (se Bilaga 3). I Tabell 3 redovisas frekvensen av funnen fisk vid de vattenkraftverk där fisk hittats de senaste åren enligt svaren i Bilaga 3.

Sammanfattat kan det sägas att ytterst små mängder fisk har hittats vid intagsgallren och att dödligheten vid intagsgallren är låg men inte obefintlig.

Tabell 3 Årssnitt av fisk som fastnat på gallren, baserat på intervjuer med verksamhetsutövare.

Namn	fisk på galler
	antal per år
Torsrum	15
Hornsö	0,1
Högeström	2
Knivingaryd	2
Sandslätt	2
Alsterbro nedre	1
Alsterbro övre	1
Uvafors	9
Fagraskog/ Skälvandeström	0,3
Rydefors	0

I flera av intervjuerna, vilka redovisas i Bilaga 3, framkom det att ål har förekommit i Alsterån, och att flera typer av insatser har gjorts för att underlätta deras vandring. Några verksamhetsutövare uppgav att de funnit ål som fastnat vid gallren, men att det var flera år sedan. Vilken tidsperiod det rör sig om är dock oklart.

Fram till 1960-talet fanns det ett krav på att ha ålyngelledningar (se Figur 7 för exempel på ålyngelledare) vid samtliga vattenkraftverk i Alsterån (se Bilaga 3). Effektiviteten hos dessa är okänd men under 60-talet ersattes ålyngelledarna av ett T&T-liknande program (T&T står för trap and transport och är ett ålräddarprogram som infördes ca år 2007). Ålprogrammet innebar att ålyngel samlades upp nedströms för att fraktas uppströms där de släpptes ut. Således underlättades deras uppströmsmigration. Till skillnad från T&T så infördes dock inga åtgärder för att fånga upp vuxen ål i sjöar för att släppa ut den i haven. Ålprogrammet i Alsterån lades ned efter en tid, då antalet ålyngel som fångades vid uppsamlingsplatsen inte längre var tillräckligt stor. Rester från ålledare finns vid de flesta vattenkraftverken i Alsterån, och vid Skälleryd finns det fortfarande en. En orsak till att ålledare tagits bort uppgavs vara på grund av underhållskostnaderna samt att kravet på ålledare försvann (se Bilaga 3).



Figur 7 Exempel på ålyngelledare. Bild tagen vid Skälleryd vattenkraftstation

4 Diskussion och utvärdering

4.1 Alsteråbesöket

4.1.1 Fisk som fastnar på intagsgaller

Besöket vid Alsterån visade att fisk fastnar på intagsgaller i ytterst liten utsträckning (se Tabell 3). Vidare är mortaliteten låg, men inte obefintlig då endast ett vattenkraftverk uppgav noll hittade fiskar. Men vad detta resultat beror på går inte att säga i nuläget, för att kunna besvara eventuella hypoteser krävs ett större underlag. Några orsaker som skulle kunna påverka resultatet är att den maximala medelvattenhastigheten utmed hela Alsterån är mycket låg och att fisken därför inte sugts fast mot gallret. En annan orsak skulle kunna vara att all mindre fisk tar sig igenom gallren medan den stora fisken i stort sett aldrig närmar sig dem (t.ex. för att vattenhastigheten är så låg). En tredje orsak skulle kunna vara att det helt enkelt inte finns särskilt mycket fisk kvar i Alsterån, och då särskilt de vandringsbenägna arterna som lax, öring och ål (WSP uppger att 27 fiskarter finns, men inte hur stora populationerna är, (2020)). Levnadsförhållandena för fisk har inte varit optimala historiskt, då i stort sett alla vattenkraftverk användes för att förse fabriker med el, och samma fabriker även släppte ut föroreningar i ån vilket skadade fisken (se Fröseke övre, Bilaga 3). Detta kan ha påverkat fiskbeståndens storlek, även om utsläppen minskat sedan 60-talet. Slutligen skulle en orsak till varför lite fisk fastnar kunna ha att göra med i vilket skick fisken befinner sig, några intervjuade personer uppgav t.ex. att det var nylekt och trött fisk som fastnade, medan andra menade att den var i mycket dåligt skick och alltså kan ha varit skadad eller död när den fastnat, och att dessa företeelser i närheten av intagsgallren är ovanliga.

Några resultat stack ut, Torsrum och Uvafors åt det större hållet, och Hornsö, Skälvandeström och Rydefors åt det mindre. Även de registrerade fiskarna från protokollet i Bilaga 4 sticker ut i sammas storleksordning som Torsrum och Uvafors. Att det fastnar så många fiskar vid dessa vattenkraftverk skulle, utöver vad som nämns i stycket ovan, kunna bero på att anläggningen ligger nära havet, som i Torsrums fall. Vid de kraftverk där lite fisk har fastnat, är det troligt att antalet egentligen är en underskattning. Eftersom det oavsett orsak rör sig

om mycket små mängder, och att inget protokoll har förts på fisk som fastnat, kan verksamhetsutövarna ha fått ett intryck att det fastnat mindre fisk än det egentligen har. Detta är särskilt troligt då det som strävas efter är att så lite fisk som möjligt ska fastna, vilket gör tendensen att underskatta antalet mer sannolik.

4.1.2 Ålen i Alsterån

Hur mycket ål som finns kvar i Alsterån idag är oklart, om det ens finns någon överhuvudtaget. De beprövade insatserna, ålledare och uppsamling av ålyngel, i Alsterån har uppenbarligen inte visat sig tillräckligt effektiva då båda lagts ned. Men förutsättningarna för att skapa fungerande ålpassager är idag bättre än i mitten av förra århundradet och genom att kombinera ny kunskap med tidigare insatser skulle ålbestånden i Alsterån kanske kunna återställas. Formuläret kan även nyttjas för att få ut mer information om ålens nuvarande status i Alsterån, vilket också gäller för andra vattendrag i Sverige.

4.1.3 Fiskpassage

Gällande fiskpassager för mer utpräglat sjölevande fiskarter, så verkar behovet vara blandat. Å ena sidan fastnar få fiskar på gallren, och bland den fisk som hittats så rapporterade ingen av verksamhetsutövarna att en typiskt sett vandringsbenägen fisk fastnat, förutom en id vid Torsrum. Å andra sidan kan detta vara ett tecken på att bestånden av t.ex. lax och öring är mycket hotade i Alsterån och att det tvärtom är viktigt att snabbt förbättra konnektiviteten. Om uppströmspassager inrättas och det leder till att havsvandrande fisk kan leka kommer behovet av säker nedströmspassage bli större. I WSP:s pilotprojekt är till exempel prioriteringen på kraftverk närmare havet, medan det är färre vattenkraftverk längre uppströms där de rekommenderar förbättringsåtgärder (WSP, 2020).

4.2 Formuläret

4.2.1 Användningen av formuläret

För varje vattenkraftverk som besöktes fylldes så många parametrar i som möjligt. Denna process gick bra då det endast var ett fåtal anläggningar där det inte gick komma åt intagsgallren för att göra mätningar. Parametrarna fylldes i utifrån tillvägagångssätten beskrivna under "2.1 Formuläret och de valda parametrarna", och med hjälp av WSP-rapporten (WSP, 2020) och verksamhetsutövarna för att komplettera det som inte gick att mäta. Verksamhetsutövarna kunde svara på det mesta, och annars hade de informationen nedskriven någonstans, vilken kunde läsas på plats eller skickades i efterhand. Eftersom mätningarna endast krävde ett måttband och sådant som fanns på plats gick det snabbt och enkelt, med undantag för uppmätning av effekt och vattenhastighet.

Effekten gick inte att mäta på alla vattenkraftverk, eftersom det inte var möjligt att köra igång dem, på grund av låg tillrinning. På de som kunde startas kunde det ta tid att komma upp i effekt.

Den maximala medelvattenhastigheten vid full effekt på vattenkraftverket var den svåraste parametern att mäta. Mätinstrumentet fanns till hands, men vattennivån i ån kunde vara låg, vilket gjorde att tiden vattenkraftverket kunde köra på full effekt var begränsad eller att det inte gick överhuvudtaget. Att

komma åt att mäta vattenströmmen framför intaget var inte alltid enkelt och svårt att göra på ett säkert sätt.

4.2.2 Vattenhastigheten och beräkningsmetodernas tillförlitlighet

Svårigheterna med att mäta vattenhastigheten är orsaken till att formuläret föreslår en beräkningsmetod som istället baserar sig på stationens nominella effekt, fallhöjd och intagsarea samt bedömd verkningsgrad, mått som är betydligt lättare att ta fram. Resultatet visade att båda mätmetoderna gav relativt närliggande hastigheter, med en medianavvikelse på 0,17 m/s. Dock var hastigheterna låga i båda fall, vilket innebär att avvikelsen i procent ligger på mellan 13 och 94% av den uppmätta hastigheten. En faktor i detta är att talet 7,4 i ekvationen för vattenhastighet baserad på turbinflödet är baserad på verkningsgraden för turbin, generator och vattenväg. Men verkningsgraden varierar beroende på turbintyp och storlek på vattenkraftverket, och 7,4 är därför oprecist. Genom att anpassa detta tal för varje vattenkraftverk blir beräkningsmetoden $V_{max} = Q/A$ mer tillförlitlig, i finns ett antal sådana koefficienter som är mer precisa, baserat på vattenkraftverkets utformning.

4.2.3 Användningen av loggbok

Det var ej möjligt att föra logg över varje fisk som hittas vid gallren vid besöket vid Alsterån, pga. den korta besökstiden, men av intervjuerna framkom det att vissa verksamhetsutövare redan ägnade sig åt att notera all fisk som hittats. Ett exempel är Bilaga 4 som kommer ifrån en av verksamhetsutövarna i Alsterån. Noteringarna i Bilaga 4 är utförda på ett sätt som liknar detta formulärs utformning, vilket är en indikation på att formulärets loggbok borde vara tämligen enkel att fylla i. Även Hörle Bruk, med två kraftverk i Lagan, har fört logg under drygt ett år vilket ska ha fungerat bra.

Ett problem med loggföringen är att många anläggningar har automatisk rensning vilket innebär färre besök vid anläggningarna, och därmed en svårighet att göra observationer och noteringar i formuläret. Automatiska gallerrensare är vanliga för kraftverk i storleksordningen 125 kW till 10 MW. För större anläggningar är gallerrensare ovanliga därför att de oftast är belägna i norra Sverige där färre löv faller på hösten. De minsta anläggningarna rensas vanligtvis manuellt.

Den automatiska rensningen är viktigast i södra Sverige, särskilt under september månad, då det hamnar mycket löv i åarna som fastnar på gallren. Under vissa perioder kan rensningen behöva ske flera gånger om dagen för att gallret inte ska sättas igen. Längre norrut är problemet inte lika stort – i kombination med att kraftverken är större vilket gör att mer kommer igenom gallren. Även under våren behöver gallren rensas, då vass kan driva med isen. Det som blir problematiskt vid kraftverken där automatisk rensning har inrättats, är att fisken kan försvinna under allt rens och att den hinner ruttna mellan besöken eller att djur (t.ex. minkar) äter upp fisken. Då faller fisk bort från noteringarna och bara konstaterandet att dessa bortfall kan existera gör att bilden som skapas vid observationer vid denna typ av kraftverk blir mer osäkra (Nilsson, 2021). Problemet finns på hösten under lövfällningen och under våren vid islossningen. Övrig tid under året kan observationerna göras utan samma risk för fel.

4.2.4 Större underlag – bättre analyser

Efter skapandet och testandet av formuläret återstår nu att sprida det så att analyser kan göras på ett större underlag. Exempel på vilka analyser som är intressanta att göra på framtida underlag tas upp under "2.1 Formuläret och de valda parametrarna": att undersöka samband mellan fisk som fastnar på intagsgaller och de parametrar som anges i formuläret. Ett exempel är hur bred fisken som fastnar är i relation till spaltvidden. I Uvafors hade till exempel fiskar med en ungefärlig längd på 25 cm (se Bilaga 3), dvs en bredd på 25 mm, hittats på gallren vars spaltvidd är 25 mm (Bilaga 5). Det är alltså ett gränsfall för om fisken teoretiskt sett kan ta sig förbi intagsgallret eller inte. Och med mer statistiskt underlag går det att besvara denna frågeställning. Även kortare fiskar kan tänkas fastna om de kommer lite snett mot gallret.

4.2.5 Implementering av formuläret

För att formuläret ska nå verksamhetsutövare kommer SVAF att kontaktas, som i sin tur kan informera sina medlemmar via medlemsbrev. Själva enkäten skickas antingen ut som bilaga i mailet/ utskrivna kopia för dem som får brevet i pappersform eller så läggs det upp på hemsidan så att det kan laddas ned därifrån – eller en kombination av båda alternativen. Även ett informationsmöte med medlemmar från SVAF planeras att hållas. På detta möte kommer även de regionala föreningarna att få tillfälle att närvara. Någon eller några få i varje regional förening kan sedan hålla huvudansvaret för sitt område i att samla informationen som fås av medlemmarna, så att den senare kan sammanställas.

Hur större vattenkraftsverks verksamhetsutövare ska nås diskuteras fortfarande. En idé är att SWECO kontakter större bolag, företrädesvis de kommunalt ägda, för att presentera projektet. De kommunalt ägda vattenkraftverken är ofta i storleksordningen 125 kW till 10 MW, och har alltså ofta automatisk gallerrensning. Därför är det viktigt att valet av kraftverk är genomtänkt, för att loggföringen inte ska bli allt för krävande. När idén har introducerats till de kommunala bolagen kan ett fåtal vattenkraftverk i större skala väljas ut, där antingen kameror installeras – vilket ersätter extra insatta besök men också innebär en viss kostnad och en begränsning i observationer – eller att någon besöker dessa anläggningar lite oftare för att göra observationer som noteras i formuläret.

Beroende på hur det går med genomförandet av ovanstående punkter, skulle det också vara intressant att få med några storskaliga vattenkraftverk, med en effekt på mer än 10 MW. För att lyckas med detta kontakter SWECO något av företagen Vattenfall AB, Uniper eller Fortum Energi. Eftersom gallerrensningen ofta sker manuellt på så stora anläggningar borde det inte krävas särskilt mycket mer för att implementera formuläret. För storskaliga anläggningar är spaltvidden ofta över 100 mm vilket innebär att en meter långa fiskar kan ta sig igenom gallren, men om de kommer snett mot gallret fastnar även kortare fiskar.

5 Slutsats

Mängden fisk som fastnar på galler i Alsterån är mycket liten och vattenhastigheten vid intagen är mycket låg.

Att använda formuläret fungerade bra och de parametrar som valts ut är relevanta och tillräckliga. Vidare så gäller det att nå ut med formuläret till flera

verksamhetsutövare, varefter den tillhandahållna informationen kan användas för att förtydliga hur läget ser ut gällande fisk som fastnar på intagsgaller.

6 Referenser

Havs- och vattenmyndigheten. (2013). Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar: underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft.

Lantmäteriet & VISS. (den 9 7 2020). Geoportal länsstyrelsen. Hämtat från Vattenkartan: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>

Nilsson, K.-Å. (den 26 08 2021). (A. Bard, & E. Wihk, Intervjuare)

SMHI. (den 26 08 2021). Modelldata. Hämtat från Vattenwebb: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

WSP. (2020). Pilotprojekt för genomförande av nationell plan för omprövning av vattenkraft: Alsterån och Badebodaån. WSP.

7 Bilagor

Bilaga 1

Formulär för stationsspecifika data

Stationsdata	Vattenkraftverket	Namn	
		Bruttofallhöjd	m
		Avstånd från mynningen i havet	km
		Vanliga fiskarter	I storleksordning
		Sjö/Sjöliknande uppströms?	Ja/Nej
		Sjö/sjöliknande nedströms?	Ja/Nej
		Kortidsreglering?	Ja/Nej
		Medelvattenföring	m ³ /s
		Maximal medelvattenhastighet $P_{\max}/(H \cdot A \cdot 7,4)$	m/s
Aggregatsdata	Aggregat	Aggregat	nr
		Turbintyp	kaplan/francis
		Byggår	år
		Maximal effekt per aggregat	kW
		Max turbinflöde	m ³ /s
	Intag	Längd intagskanal	m
		Bredd intag	m
		Vattendjup intag	m
		Area vid intag	m ² (Bredd*Höjd)
	Galler	Gallerlutning	grader
		Spaltvidd	mm
		Gallermaterial	
Fiskpassager	Fiskpassage	Nedströmspassage	typ/ nej
		Uppströmspassage	typ/ nej
		Uppmätt vattenhastighet	m/s
		Fisk på galler	antal per år

Bilaga 2

Loggboksdata i formuläret som fylls i varje gång en fisk hittas vid en gallerrensning.

Senaste tillsyn/ rensning		Datum	
		Aggregat	nr
		Dagar sedan senaste rensning	antal
Om fisk funnen	Fiskspecifik data	Fisknummer	
		Fotonr	
		Art på fisk	
		Tillstånd	död/ levande
		Längd på fisk	cm
		Bredd på fisk	mm (exkl. ål)
		Fiskbredd relativt spaltvidd	bredare/ smalare
	Data vattenkraftverket	Effekt vid fyndtillfället	kW
		Vattentemperatur	grader Celsius
		Vattenhastighet (uppmätt, om möjligt)	m/s

Bilaga 3

Intervjusvar från VU om fisk som fastnar på galler.

Tekniska verken/ Nykvarn Linköping – kommunen

Fisk på galler

– En fiskkamera är installerad och har fram till juli 2021 registrerat ca 650 fiskar av varierande art, samt en utter.

Övriga noteringar av VU och oss

– Då kraftverket och uppdämningen ligger i centrala Linköping bidrar omlöpet till parkmiljön, vilken uppskattas av människorna. Dessutom ger uppdämningen mycket för staden och en utrivning skulle förändra hela centrum, som till stor del är byggt kring uppdämningens stränder. Det fanns ett problem med gallret i början, då ålen fastnade. Men då installerades en plåt högst upp på gallret där vattenhastigheten upphörde, vilket möjliggjorde för ålen att simma därifrån och hitta fiskvägen.



Figur 1: Bild på omlöpet vid Nykvarn, Linköping.

Omlöpet byggdes för 20 miljoner kronor, och tillsammans med kringkostnader uppgick summan till 40 miljoner. Projektet finansierades av kommunen.

Torsrum – Thomas Rappe

Fisk på galler

– Kring 15 fisk om året hittas vid gallren, de flesta är svagsimmande, till exempel Abborre, men vi har även hittat några stora Braxen. En Id fastnade i fiskvägen vid ett tillfälle. Fisken i fråga är rätt jämnt utspridd över året men ligger stabilt kring 15 stycken.

Övriga noteringar av VU och oss

En del skräp fastnar vid ytan av fiskvägen men det borde gå att ta sig förbi under vattenytan som verkar tämligen djup. Även en del grenar, alltså behöver utsteget rensas. Oklart hur väl den fungerar, och om platsen är bra eller dåligt placerad. Kraftig virvel vid utloppet (se Figur 4).

Ett fiskstim av yngel återfanns precis vid intaget till kraftverket, dessa lär troligtvis åka igenom turbinen efter en viss tid, men kanske klara sig pga. sin lilla storlek. Några medelstora fiskar, kanske sik, fanns vid början på intagskanalen, gissningsvis för att det var en strategisk plats för att samla in föda som kommer flytande.

Skälleryd – Ålem Energi Kraft AB

Övriga noteringar av VU och oss

Flyktväg finns vid intaget, även ett låglutande galler är installerat. Dock finns en sväng i flyktvägskonstruktionen, som är byggd i trä, där vattnet svänger vilket skapar stora krafter, gör fisken omtumlad. Frågan är hur skonsamt detta är för fisken. Flyktvägen rinner ut i naturfåran (se Figur 3).

Ålyngelledare finns också, dit ålyngel som befinner sig nära utloppet från vattenkraftverket kan ta sig upp och släppas ut en bit ifrån intaget (se Figur 7)

Blomsterström – Ålem Energi Kraft AB, Johanna Stensson

Övriga noteringar av VU och oss

En lucka vid intaget som skulle kunna vara en flyktväg fanns, men uttrinningen hade ett högt fall på 2 till 3 meter. Dessutom var luckan stängd. Dess huvudsyfte tros vara att bli av med bråte, men det skulle kunna fungera som flyktväg.

Duveström – Fabian Rappe

Övriga noteringar av VU och oss

Precis som vid Blomsterström finns här en lucka, vid den tredje turbinen, som leder ut till utloppet. Dock är fallhöjden hög och luckan stängd.

Till det nybyggda aggregatet leder en lång intagskanal med betong på sidorna. Här finns goda möjligheter att byta ut gallret mot ett låglutande fingaller, både alfa och beta bedöms möjligt. Att torrlägga skulle bli enkelt eftersom igendämningen sker högre upp. Luckan vid intaget skulle kunna byggas om till en fungerande flyktväg.

Hornsö – Uniper, Maria Johansson

Fisk på galler

– Det skulle kunna vara så att Hornsö har varit ett naturligt vandringshinder för fisk, särskilt för öring och lax, medan det är mindre troligt för ål. Det kommer i princip ingen fisk alls som fastnar på gallret i Hornsö. Det rör sig om ungefär en fisk på 10 år, eller i den storleksordningen. Det kan dock hända att viss fisk passerar genom gallret, eftersom avståndet mellan "pinnarna" ju är ganska stort (eller genom luckorna när de är öppna) – men det har vi ingen statistik på.

Övriga noteringar av VU och oss

– För att bygga en fiskväg skulle det troligtvis behöva sprängas berg i området, vilket är både dyrt och omständligt. Det är också kraftig vegetation i området vilket gör arbete otympligt. Flera andra markägare i området har dessutom sina egna intressen som kolliderar med vattenkraftens. Det skulle kunna vara så att Hornsö har varit ett naturligt vandringshinder för fisk, särskilt havsvandrande öring och lax, då höjdskillnaden är så pass stor.

I omgivningen är klippornas ytskikt släta, vilket tyder på att Alsterån troligtvis varit mycket bred. Fallhöjden vid Hornsö kraftverk, på 15,5 meter, är inte det största fallet i själva ån. Det största fallet är snarare runt 8 meter, men beroende på hur ån flödade förr kan det maximala fallet ha varit ännu mindre, så pass litet att Hornsö inte skulle vara ett naturligt vandringshinder.



Figur 2: Bild på spillfåra och naturfåra vid Hornsö vattenkraftstation.

Högeström – Magnus Edvinsson

Fisk på galler

– En abborre har hittats i år, vilket är jämförbart med hur mycket fisk som hittas varje år, dvs. ett par stycken. Ofta abborre.

Knivingaryd – Magnus Edvinsson

Fisk på galler

– En mört har hittats i år. Det brukar hittas ett par mört eller abborre om året, vid enstaka tillfällen har även gädda hittats. Ett år var det mycket gös, en fiskart som är inplanterad i sjön.

Sandslätt – Jörgen Antonsson

Fisk på galler

– Ett par fiskar hittas årligen, dessa är ofta ruttna vilket kommer till följd av att gallret rensas rätt sällan. En gång hittades två ålar vars huvuden var skadade, orsaken var en skada på gallret som sedan lagades. Utöver det har ål inte hittats. Oklart om det är för att den tar sig förbi utan problem eller att den inte gör det överhuvudtaget.

Alsterbro nedre – Thomas Sandberg/ Roddy Dahl

Fisk på galler

– Ett par braxen om året hittas vid detta kraftverk, tillsammans med Alsterbro övre och Sandslätt. Ofta är de skadade, kanske angripna av andra djur tidigare, men de kan också ha skadats på gallret, även om skadorna inte verkar typiska för vad gallret kan åstadkomma. Från och med några år tillbaka har en del gös som nyss har lekt hamnat på gallret, troligtvis för att den har blivit svag efter lek.

Övriga noteringar av VU och oss

– Förr – under 50- och 60-talen – hittade Thomas en hel del öring mellan Alsterbro övre och nedre. Det var troligtvis stationär och inte vandrande öring, men ändå ett bevis på att det fanns i Alsterån så högt upp. Idag är det oklart om öring finns kvar, det kan bero på förurning eller överfiske eller att bestånden inte klarat vandringshindren så länge.

Vi såg en signalkräfta nedströms. Figur 10 visar omgivningen uppströms Alsterbro nedre.

Alsterbro övre – Thomas Sandberg

Fisk på galler

– Tillsammans med Alsterbro nedre och Sandslätt hittas ett par fiskar om året, ofta braxen.

Övriga noteringar av VU och oss



Figur 3: Bild på intagsluckor och intagsgaller vid Alsterbro övre vattenkraftstation, samt Thomas Sandbergs gula bostadshus i bakgrunden.

– Det är svårt att bygga en fiskväg då kraftverket ligger så centralt i bygden, i stort sett på tomten. Utrymmet för en eventuell fiskväg är en bristvara helt enkelt. På andra sidan sjön finns en annan markägare som inte är intresserad av att ha en fiskväg.

Uvafors - Uvafors Energi AB, Nicklas Fredriksson

Fisk på galler

– Senaste åren hittas ca 8–10 fiskar. Det rör sig nästan alltid om braxen, i storleksordning 25 cm. De hittas alltid antingen under tidig vår eller sen höst. Det tenderar att bero på flödets styrka under denna period, dvs. vår och höst.¹

Fröseke nedre – Göran Widing

Information saknas.

Fröseke övre – vän till Göran Widing

Fisk på galler

– Fisk kan komma på våren. Förr var det relativt vanligt att ål låg på gallren, men senast det hände var 80- eller 90-talet, med undantag för 2005 då en ål hittades. Ål har kommit tillbaka i någon form, och den som fångas släpps i Oskarshamn.

Övriga noteringar av VU och oss

– Det har hänt att barn har kommit o fångat öring i intagskanalen. Ån är igenvuxen och många stockar flyter i ån. Fabriken släppte upp mycket gifter fram till ca 60-talet, främst arsenik och kvicksilver, vilket skadade livet i ån allvarligt.

Fagraskog/ Skälvandeström – Gunder Holm

Fisk på galler

– En braxen hittas på gallret vart tredje år.

Övriga noteringar av VU och oss

– Det finns en vajer över sjön som skyddar intagen mot grästuvor som kommer och flyter, de har varit upp emot 3 gånger 15 meter stora.

Vi hittade två stora öringar på ca 50 cm, som troligen hoppat över dammluckorna och ned i naturfåran. Vi kunde rädda en och släppa ut den i utloppskanalen. Det fanns en odling högre upp där de sannolikt kommer ifrån.

Rydefors – Staffan Meijer

Fisk på galler

– Ingen fisk har hittats på gallren alls de senaste åren. En stor ål fastnade en gång för många år sedan, förmodligen på 80-talet.

Övriga noteringar av VU och oss

– Ålyngelledare fanns till 1960 då ynglen började samlas ihop istället. Det görs inte längre. Underhållskostnader var ett problem.

Tranås Energi

Övriga noteringar av VU och oss

Ombyggt vid fyra ställen där en miljö har återställts till fiskarnas fördel. Ett antal arter, däribland vandrandesjölevande öring från Sommen, återfinns i vattendragen. Ombygget har haft ett helhetsperspektiv, där omlöp har kombinerats med återskapande av forsmiljö, så den uppvandrande fisken sedan får tillräckliga lekhabitat.

Vissa delar verkade däremot mindre genomtänkta, som denitrännen längst nedström vid Tranås kvarn. Där var lamellerna på sidorna, vars syfte är att minska vattnets hastighet och få det att svänga, satt för tätt så att vattnet inte hann åka emellan dem och dämpa energin. Istället blev vattenhastigheten mycket hög och själva vattenvägen mycket smal.

Bilaga 4

Protokoll över fisk som fastnat på intagsgaller vid en kraftstation i Oskarshamns kommun.

Fisk som fastnat på intagsgaller vid kraftstation 1.						
Höjd 2,8 m bredd 2,07 m spaltavstånd 15 mm lutning 60 grader.				Fallhöjd 8,2 m.		
Datum	Antal	Art	Skadad	Längd cm	Effekt kW	Flöde, ca
2020-01-09	1	Abborre		10	75	1,3
2020-01-09	1	Abborre		12	75	1,3
2020-03-02	1	Abborre		7	154	2,6
2020-03-15	1	Gädda		32	175	3
18	1	Abborre		11	175	3
23	2	Mört		10	175	3
30	1	Mört		9	175	3
14-apr	1	Sutare		27	123	2,1
2020-05-05	1	Mört		14	37	0,6
Tot. 2020	10					
2021-01-09	1	Gädda		27	70	1,2
2021-01-09	1	Abborre	Räddad	11	70	1,2
2021-01-18	5	Abborre		7 till 12	70	1,2
2021-01-18	2	Mört		8	70	1,2
2021-01-25	1	Mört		13	110	1,9
2021-01-25	3	Abborre		8 till 14	110	1,9
2021-02-15	1	Mört		9	105	1,8
2021-03-09	2	Mört		7 + 12	175	3
2021-03-15	1	Mört		11	175	3
2021-04-07	1	Abborre		12	105	1,8
2021-05-24	1	Abborre		13	50	0,9
Tot. 2021	19					

Bilaga 5

Uppmätt bredd, höjd, bruttofallhöjd, maximal effekt och spaltvidd samt beräknad area och maximalt turbinflöde vid de besökta vattenkraftverken i Alsterån.

Namn	Bredd intag	Höjd intag	Area intag	Bruttofallhöjd	Maximal effekt per aggregat	Max turbinflöde (uträknad)	Spaltvidd
	m	m	m ² (Bredd*Höjd)	m	kW	m ³ /s (Pmax/(fallhöjd*7,4))	mm
Torsrum	4,6	2,2	10,12	4,9	190	5,24	
Skälleryd	-	-	-	6	1200	25,32	
Blomsterström	3,3	2,42	7,99	3,2	250	10,56	
Duveström 1	2	2,88	5,76	7,6	175	3,11	
Duveström 2	2	2,88	5,76	7,6	150	2,67	
Hornsö	4,53	4,9	22,20	15,5	2500	20,42	68
Högeström	4,27	2,2	9,39	4	230	7,77	32
Knivingaryd	4,6	3,7	17,02	4,9	190	5,24	
Sandslätt	-	-	-	4,95	150	4,10	
Alsterbro nedre	3,8	2,55	9,69	1,65	48	3,93	
Alsterbro övre	4,08	1,5	6,12	1,7	48	3,82	35
Uvafors 1	2,8	2,56	7,17	4,2	100	3,22	25
Uvafors 2	2,8	3,04	8,51	4,2	200	6,44	25
Fröseke nedre	2,5	2,77	6,93	6,7	220	4,44	40
Fröseke övre 1	1,98	3,23	6,40	6,6	210	4,30	40
Fröseke övre 2	1,96	3,25	6,37	6,6	110	2,25	36
Skälvandeström 1	2,5	2,9	7,25	3,9	45	1,56	20
Skälvandeström 2	2,5	2,9	7,25	3,9	100	3,47	20
Rydefors	2,9	2,6	7,54	4,85	85	2,37	25

Bilaga 6

Samtliga maximala medelvattenhastigheter som kunde beräknas med en eller båda beräkningsmetoderna, alltså, utifrån uppmätta värden på vattenhastighet och effekt respektive värden på turbinflöde och uppmätt area. Vissa kraftverk har två värden då båda metoderna gick att applicera, medan andra saknar ett eller båda värdena för att informationen inte kunde tillhandahållas.

Namn	Maximal medelvattenhastighet beräknad ur uppmätt vattenhastighet uppskalad till max effekt	Maximal medelvattenhastighet beräknad ur nominell effekt och fallhöjd och area
	m/s ($v_u \cdot P_{\max} / P_u$)	m/s ($P_{\max} / H / 7,4 / A$)
Torsrum	0,54	0,52
Skälleryd	-	-
Blomsterström	1,25	1,32
Duveström	-	0,54
	-	0,46
Hornsö	-	0,92
Högeström	1,00	0,83
Knivingaryd	0,42	0,31
Sandslätt	0,66	-
Alsterbro nedre	0,67	0,41
Alsterbro övre	1,04	0,62
Uvafors	-	0,45
	-	0,76
Fröseke nedre	-	0,64
Fröseke övre	-	0,67
	-	0,35
Skälvandeström	-	0,22
	-	0,48
Rydefors	0,18	0,31

Bilaga 7

Typiska verkningsgrader för nya (övre) och gamla (nedre) aggregat vid varierande nominell maxlast. Skapad av Anders Bard.

Typiska verkningsgrader

Nya agg	Verkningsgrader vid nominell maxlast			
	100 MW	10 MW	1,5 MW	0,125 MW
Vattenväg	0,965	0,965	0,965	0,965
Turbin	0,93	0,92	0,91	0,9
Generator	0,98	0,97	0,95	0,91
Transformator	0,99	0,98	0,97	0,95
Tyngdacceleration	9,82	9,82	9,82	9,82
Effektkoefficient	8,6	8,3	7,9	7,4

Gamla agg	Verkningsgrader vid nominell maxlast			
		10 MW	1,5 MW	0,125 MW
Vattenväg		0,96	0,93	0,9
Turbin		0,85	0,82	0,77
Generator		0,96	0,94	0,88
Transformator		0,97	0,96	0,94
Tyngdacceleration		9,82	9,82	9,82
Effektkoefficient		7,5	6,8	5,6