



# Examensarbete

Byggingenjör 15 hp

Byggandet av fiskvägar och möjligheten för samordning  
med betongunderhåll

Halmstad 2022-05-13

Lucas Johansson



HÖGSKOLAN  
I HALMSTAD

## Sammanfattning

Många av Sveriges vattenkraftverk drivs med gamla tillstånd. Detta har lett till att regeringen tvingat fram en omprövning av alla elproducerande vattenkraftverk mot miljöbalken och moderna miljövillkor. En av de stora åtgärderna som kommer behöva utföras vid många av anläggningarna för att anpassa kraftverket till moderna miljövillkor är byggnation av fiskvägar. Detta medför en betydande kostnad för verksamhetsutövaren och det blir därför viktigt att hitta lösningar för att hålla ned dessa kostnader så mycket som möjligt. Ett sätt att spara pengar är genom samordning mellan byggandet av fiskväg med det återkommande betongunderhållet. Denna rapport undersöker möjligheterna för denna samordning med fokus på tiden för utförande och hur stor kostnadsökningarna faktiskt blir för verksamhetsutövaren. Det visar sig att över majoriteten av kraftverken har åtgärdsbehov i form av betongrenoveringar som ligger väl i tiden för att samordnas med byggandet av eventuella fisktrappor. Att upphandla båda åtgärderna under samma upphandling visar sig ha goda chanser för kostnadsbesparing.

Nyckelord: Vattenkraftverk, fisktrappa, fiskväg, kostnad, nationell plan för omprövning.

## Abstract

Many of Swedens hydropower constructions operates on old permissions. This have led to a national reconsideration for every hydropower station whether or not they operates with modern environmental conditions or not. Interviews suggest that the main action that will be required probably is to build fish-ladders. This will be a large cost for the operator and therefore it is important to keep the cost as low as possible. One way of saving money is to bundle different projects to reduce costs. This paper investigates whether or not bundling between building of fish-ladders and the recurring concrete maintenance would be economically advantageous and preferable for the owner. The focus is to examine the possibility of bundling in terms of the time-frame of both the construction of the fish-ladder and the concrete maintenance and check the difference in cost between these two actions. The results suggests that a majority of the examined hydropower-stations have renovation measures to deal with within the same time-frame as the intended construction of fish-ladders. To bundle the two operations also seems like an economically preferable choice.

Keywords: Hydropower, fish-ladder, concrete maintenance, bundling, cost.

## Förord

Jag vill börja med att rikta ett stort tack till Robert Ågren som varit min handledare och varit väldigt hjälpsam och gett goda råd under hela projektets gång.

Jag vill även tacka alla de vattenkraftverksägarna som ställde upp och svarade på enkätundersökningen.

Sist men inte minst vill jag även tacka de respondenter som tog sig tid och ställde upp på intervjuer.

Halmstad, maj 2022

*Lucas Johansson*

# Innehållsförteckning

1. Inledning .....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.1.1 Historia.....	1
1.1.2 Tillståndet på de svenska vattenkraftverken .....	1
1.1.3 Miljö.....	2
1.1.4 Samordning av projekt.....	2
1.2 Problembeskrivning.....	3
1.3 Syfte och mål.....	4
1.4 Frågeställning .....	4
1.5 Avgränsningar .....	4
1.6 Metod.....	4
2. Teoretisk referensram.....	6
2.3 Fördelar med samordning.....	6
2.1 Vanliga betongskador och underhåll .....	8
2.2 Omprovning av miljötillstånd .....	10
3. Metod .....	13
3.1 Intervjuer .....	13
3.2 Enkätundersökning .....	14
3.3 Reliabilitet .....	14
3.4 Validitet .....	15
4. Resultat / Analys .....	16
4.1 Information om de intervjuade .....	16
4.2 Förutsättningar för samordning med avseende på tiden för utförande .....	16
4.3 Förväntade kostnadsökningar på grund av omprovning av miljötillstånd jämfört normala betongunderhållskostnader.....	19
5. Diskussion.....	21
5.1 Förutsättningarna för samordning med avseende på tiden för utförande .....	21
5.3 Förväntade kostnader för omprovningen .....	22
5.4 Metoddiskussion.....	23
6. Slutsatser .....	25
6.1 Fortsatta studier .....	25

7. Referenser .....	27
8. Bilagor.....	29
Bilaga 1 Intervjuformulär .....	29
Bilaga 2 Intervjuresultat .....	30
Bilaga 3 Enkät .....	33

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Historia

Länge har människan utnyttjat kraften som finns i det strömmande vattnet. Först för att driva kvarnar, frakta virke och driva pumpar. Senare kom de tekniska framstegen och man lärde sig omvandla energin i det forsande vattnet till elektricitet. Tekniken bakom energiutvinningen är likadan i alla vattenkraftverk men anläggningarna kan se väldigt olika ut beroende på storlek, hur vattnet dämms och ålder men huvudprincipen är alltid densamma. Det är fallhöjden och flödesmängden som anger den maximala energin som kan alstras, sedan är det turbinen och generatorns verkningsgrad som avgör hur mycket som faktiskt tas tillvara (Vattenmyndigheterna 2013).

När människan lärt sig utvinna elektricitet av fallet på vattendragen kom den storskaliga utbyggnaden av vattenkraftverksanläggningar i Sverige för att förse det växande landet med elektricitet. I takt med att samhället utvecklades, krävdes allt fler och större anläggningar för att möta behovet. Idag står vattenkraften för strax över 41 % av Sveriges totala elförbrukning (Statens energimyndighet 2022). I Sverige finns det cirka 2100 vattenkraftverksanläggningar (Statens offentliga utredningar 2013). Flera av dessa anläggningar byggdes redan på slutet av 1800 talet, den stora utbyggnaden kom dock mellan mitten på 40 och 70 talet. De allra flesta är småskaliga och finns i små vattendrag runt om i hela Sverige. Endast drygt 200st har en effekt som uppgår till 10 MW eller mer. Av de resterande kraftverksanläggningarna räknas 1900 som småskaliga, alltså med en effekt på under 10 MW. Dessa genererar sammanlagt cirka 6,5 procent av vattenkraftsproduktionen i Sverige (SOU 2013).

### 1.1.2 Tillståndet på de svenska vattenkraftverken

Ett vattenkraftverk har olika delar som kan byggas på olika sätt. Dammen byggs antingen som en fyllningsdamm eller betongdamm. Oavsett så är många av de andra delarna också konstruerade i betong. Betong är ett beständigt material, särskilt i vattenmiljöer. Med tanke på kraftverkens livslängd så slits dock även betongen av den hårda miljön. Bernstone (2006) hävdar att medelåldern på dammarna i Sverige är 69 år. Detta är år 2006 och i samma artikel framgår det även att i stort sett inga nya dammar byggts sedan mitten på 90-talet. I skrivande stund (2022) kan alltså minst 10 år adderas på medelåldern, med antagandet att inga dammar rivits ut. Ständig nötning av rinnande vatten i kombination med flytande partiklar (sand och grus), frostsprängningar i vattenlinjen och urlakning är några vanliga orsaker till att skador uppstår på konstruktionen (Müller et al. 2013). På kort sikt är detta inget problem men det leder till ett återkommande underhåll av

betongen för att bibehålla dammsäkerheten samt säkra en effektiv energiproduktion.

### 1.1.3 Miljö

I takt med att resterande delar av samhället bryr sig mer och mer om miljö och klimat så gör även energibranschen det. Vattenkraft är en förnybar energikälla och en viktig hörnsten som reglerkraft för sol och vind som är mer väderberoende. Hur som helst så finns det, trots fördelarna, även nackdelar med vattenkraften och uppdamning av vattendrag. I (SOU 2013) beskrivs anläggningens påverkan enligt följande ”dammar, torrläggning, överdämning och kanalisering innebär fysiska förändringar av vattendrag och reglerade sjöar. Barriäreffekter innebär att djurs rörelsemönster hindras både upp- och nedströms i systemet. Totalt sett leder detta till konsekvenser lokalt i anslutning till anläggningarna, men också på vattensystemnivå, där mer storskaliga processer förändras”. I ett regeringsbeslut 2020 fastslår regeringen den nationella provningsplanen för moderna miljövillkor. Detta beslut innebär att all vattenverksamhet vars syfte är att producera el och som har ett tillstånd äldre än utgången av 1998 måste omprövas mot nya moderna miljövillkor enligt 11 kap. 27 § MB. Enligt en sammanställning Länsstyrelsen i Värmland har gjort (2012) finns det i Sverige idag cirka 3700 tillståndsgivna vattenkraftverk / dammar. Observera att statistiken inkluderar dammar i andra syften än elproduktion, vilket avgränsas bort i detta arbete. Hur som helst är statistiken ändå relevant. 90 av dessa anläggningar har tidigare omprövats mot moderna miljövillkor och 29 av dessa har ålagts att anlägga en fungerande fiskväg. Kostnaden för byggnation av fiskväg är dyr och presenteras mer ingående i 2 kap. Verksamhetsutövaren kommer, om verksamheten är anmäld till den nationella planen för omprövning, behöva stå för 20 % av kostnaden på egen hand. Med tanke på vilka höga kostnader som uppstår så är det fortfarande en betydande summa för den enskilda ägaren.

### 1.1.4 Samordning av projekt

Det finns mycket teori kring huruvida det är ekonomiskt lönsamt att samordna flera mindre projekt till en större upphandling. Resultaten av dessa verkar vara att det beror på vad det är för typ av projekt hur stor omfattningen är. Som nämnts tidigare kommer sannolikt många fiskvägar byggas vid de svenska vattenkraftverken de närmsta 20 åren. Kraftverk som under flera decennier utsatts för en hård och slitsam miljö och därför i många fall är i behov av ett relativt återkommande underhållsarbete. Kostnaderna för dessa fiskvägar förklaras närmre i kapitel 2.2 och kontentan där är att kostnaden för den verksamhetsutövaren blir omfattande. Det är därför relevant att undersöka om samma möjlighet till effektivisering och kostnadsbesparingar genom utnyttjande av stordriftsfördelar finns om fiskvägarna upphandlas tillsammans med dammsäkerhetshöjande betongunderhåll. Mohammed et al (2019) undersöker huruvida det lönar sig



för en transportmyndighet att samordna och bunta ihop brorenoveringar i större upphandlingspaket i stället för att upphandla dem var för sig. Det visar sig att det, i scenariot med brorenovering, finns många fördelar med att bunta ihop projekten. Ur beställarens perspektiv sparar det tid eftersom en upphandling sker i stället för flera. Detta i kombination med den så kallade stordriftsfördelen kan hjälpa till att hålla nere kostnaden för projektet. Mohammed (2019) påpekar också fördelen med att ha en entreprenör i stället för flera ur ett samordningsperspektiv och att det ofta kan vara ett tidskrävande arbete som också kan skapa problem vid brister i kommunikationen. De främsta anledningarna till kostnadsreducering när man slår ihop olika projekt är stordriftsfördelarna samt lägre total projekttid. Att ha samma entreprenör på flera projekt bidrar även till en högre effektivitet eftersom resurser enkelt kan placeras om inom de olika projekten vid ett eventuellt avbrott i produktionen (Qiao et al 2019). Mohammed et al (2019) pratar även i sin rapport om nackdelar med att bunta ihop upphandlingar. Ekonomiskt kan det absolut vara en fördel att i stället för att bunta ihop upphandlingar, dela dem ännu mer. På så sätt konkurrensätts entreprenörerna mer vilket teoretiskt bör leda till ett lägre pris. Det finns en generell avvägning mellan stordriftsfördelarna och konkurrensättning (Estache och Iimi 2010). Stora upphandlingar får fördelar genom stordrift men måste kompromissa med en lägre konkurrens och färre anbudsgivare. Att dela upp entreprenader kan främja konkurrens men saknar i stället fördelarna med stordrift. Estache och Iimi (2010) undersöker huruvida beställare bör bunta ihop upphandlingar eller inte. Utgångspunkten i artikeln är beställare i utvecklingsländer och de projekten som undersöks är byggnation av reningsverk samt installation av tillhörande vattennätverk. I artikeln kommer de fram till att stordriftsfördelarna med dessa projekt inte väger upp för nackdelen med den minskade konkurrensen. Huruvida det är lönsamt eller ej för en beställare att bunta ihop mindre projekt till en större upphandling är omdebatterat. Det tycks dock vara olika från projekt till projekt. I fallet med brorenoveringar tycks det lämpligt medan byggnation av reningsverk i utvecklingsländer mer fördelaktigt delar upphandlingen för att öka konkurrensen. I fallet med underhållsarbeten på kraftverk samt byggnation av fiskväg är det svårt att dra slutsatser endast baserad på den teori som presenteras i 2 kap. Kraftverken har som tidigare nämnts olika förutsättningar i form av renoveringsbehov men också huruvida det är aktuellt med byggnation av fiskväg eller inte.

## 1.2 Problembeskrivning

Ingen vet med säkerhet vad en omprövning mot moderna miljövillkor innebär i praktiken. Alldeles för få fall har varit uppe för prövning i skrivande stund. Vad som kan utläsas i litteraturen och genom intervjuer av

miljöhandläggare på LS är dock att ett stort antal faunapassager kommer på ett eller annat sätt bli kravställda och utsätta verksamhetsutövaren för både stora investeringskostnader och intäktsbortfall. Vad som också är känt sedan tidigare är det återkommande behovet av renovering av anläggningarna och i synnerhet betongrenoveringar. I 3 kap. presenteras tidigare studier som visar på kostnadsbesparingar för beställaren genom samordning av olika projekt till en och samma entreprenör. Denna rapport syftar till att undersöka möjligheten för liknande kostnadsbesparingar för samordning av betongunderhållsarbeten och byggnation av fiskvägar.

### 1.3 Syfte och mål

Målet med examensarbetet är att undersöka möjligheten att samordna betongunderhållsåtgärder med de eventuellt kravställda byggnationerna av fiskvägar med avseende på tiden för utförande samt presentera en samlad bild över verksamhetsutövarnas inställning till omprövningarna. Undersökningen utreder också hur stora kostnadsökningarna blir för ägarna. Syftet är att belysa eventuella kostnadsbesparingar för verksamhetsutövaren om möjlighet för samordning finns och det visar sig vara ekonomiskt fördelaktigt.

### 1.4 Frågeställning

- Hur stora blir de förväntade kostnadsökningarna för dammägare med den nya omprövningen av miljötillstånd jämfört med normala betongunderhållskostnader?
- Hur ser förutsättningarna för samordning ut med avseende på tiden för utförande?

### 1.5 Avgränsningar

Examensarbetet berör inte anläggningar som i huvudsak är uppbyggda i andra material än betong. Det behandlar inte heller åtgärds och renoveringsbehov i form av effektivisering som till exempel byte av turbiner. Fokus ligger också på själva anläggningen och inte på kringliggande åtgärder som markförstärkningar eller dylikt. Det är endast dammar och anläggningar söder om västra och östra Götalands län som undersöks. Med dammar avses endast vattenkraftverksdammar som producerar elektricitet.

### 1.6 Metod

I studien utfördes tre intervjuer. Syftet med dessa intervjuer var att ta fram en enkät som grundas både på tidigare litteratur och erfarna personer inom branschen men också för att svara på frågeställningarna och bistå enkätundersökningen med ett bredare perspektiv. Personerna som blev intervjuade var dammsäkerhetssakkunnig på ett internationellt energiföretag med mångårig erfarenhet inom vattenkraft, miljöhandläggare på LS samt Teamchef Vattenbyggnad på ett internationellt konsultbolag. Intervjuerna

var semistrukturerade för att kunna få svar på ett antal på förhand utskickade frågor men samtidigt hålla en öppen diskussion kring ämnet.

Vidare användes delar av resultatet från intervjuerna i kombination med litteraturstudien för att utforma en enkät. Enkäten skickades till samtliga registrerade vattenkraftsanläggningar inom det geografiska området.

Enkäten syftade till att samla information om det fanns några kända skador på betongkonstruktionen samt när i tiden de planerades att åtgärdas samt inom vilket tidsintervall en eventuell fiskväg skulle bli aktuell. Målet var att analysera detta för att svara på frågeställningen om möjligheterna fanns för samordning av betongunderhållsåtgärder och byggnation av fiskväg med avseende på tiden för utförande. Enkäten samlade också information om anläggningens fallhöjd samt den årliga kostnaden för betongunderhåll.

## 2. Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras den empiri som enkäten delvis baseras på. Teori presenteras också kring kostnader för omprövning av miljötillståndet och varför dessa åtgärder bör samordnas med det återkommande betongunderhållet.

### 2.3 Fördelar med samordning

Vattenkraftverk är komplexa anläggningar att både bygga och underhålla. Inte minst för att de byggs mitt i ett rinnande vattendrag, vilket säger sig själv bidrar till en oerhörd komplexitet oavsett storlek. Byggarbetsplatser är vid alla typer av entreprenader komplexa och olycksdrabbade. Enligt Seong Woong et al. (2021) är byggsektorn den bransch som årligen orsakar flest dödsolyckor världen över. Komplexa arbetsuppgifter, pressad tidplan, stökiga arbetsplatser, tunga maskiner och verktyg och höga höjder är bara några av anledningarna till den dåliga statistiken. Byggnation av- eller renovering av vattenkraftverk är definitivt inget undantag utan (Jiang et al. 2014) menar att detta är en särskilt utsatt del inom byggsektorn. Säkerhetshandlingen och planeringen av arbetet är betydligt svårare än vid exempelvis byggnation av vanliga bostadsbyggnader. Att arbete vid- och in på vattenkraftverk medför en särskild risk är också något Wikström (2004) konstaterar i sitt examensarbete. Intervjuad byggentreprenör menar i den rapporten att renoveringsarbeten på vattenkraftverk har en specifik nisch och medför specifika risker jämfört med andra byggentreprenader. Exempel som tas upp är arbete i och invid vattenväg samt ofta med höga fallhöjder. Komplexitet och svårigheter som tagits upp medför också höga kostnader för både planering och eventuell säkerhetsutrustning. En hög kostnad för arbetsplatsen är något som kan sänkas vid samordning genom stordriftsfördelar.

Upphandlingar är ett komplext ämne och kan ske på många olika sätt. Mycket teori finns kring hur man på bästa sätt handlar upp en entreprenad och nedan presenteras ett sätt där flera projekt samlas under samma upphandling, vilket i många fall leder till kostnadsbesparingar. Problemet är att det inte finns något enkelt svar på när detta lämpar sig utan det är väldigt mycket som skiljer sig från fall till fall. Mohamed et al (2019) undersöker för och nackdelar för den amerikanska versionen av Trafikverket huruvida det lönar sig för dem att samordna och bunta ihop brorenoveringar i större upphandlingspaket i stället för att upphandla dem var för sig. Det visar sig att det, i scenariot med brorenovering, finns många fördelar med att bunta ihop projekten. Ur beställarens perspektiv sparar det tid eftersom en upphandling sker i stället för flera. Detta i kombination med den så kallade stordriftsfördelen kan hjälpa till att hålla nere kostnaden för projektet. Mohammed (2019) påpekar också fördelen med att ha en entreprenör i stället för flera ur ett samordningsperspektiv och att det ofta kan vara ett

tidskrävande arbete som också kan skapa problem vid brister i kommunikationen. Mohammed (2019) tar även upp nackdelar med att bunta ihop upphandlingar. Ekonomiskt kan det absolut vara en fördel att i stället för att bunta ihop upphandlingar, dela dem ännu mer. På så sätt konkurrensätts entreprenörerna mer vilket teoretiskt bör leda till ett lägre pris. Det finns en generell avvägning mellan stordriftsfördelarna och konkurrensättning (Estache och Iimi 2010). Stora upphandlingar får fördelar genom stordrift men måste kompromissa med en lägre konkurrens och färre anbudsgivare. Att dela upp entreprenader kan främja konkurrens men saknar i stället fördelarna med stordrift. Antonio (2010) undersöker huruvida beställare bör bunta ihop upphandlingar eller inte. Utgångspunkten i artikeln är beställare i utvecklingsländer och de projekten som undersöks är byggnation av reningsverk samt installation av tillhörande vattennätverk. I artikeln kommer Antonio (2010) fram till att stordriftsfördelarna med dessa projekt inte väger upp för nackdelen med den minskade konkurrensen.

Transportindustrin och det som i Sverige heter Trafikverket har dock uppfattningen att stordriftsfördelarna avsevärt påverkar kostnaderna för ett projekt. Baserat på tidigare forskning av Estache och Iimi (2008, 2011) kan ihopbuntning av projekt minska kostnaderna för Trafikverket med upp till en tredjedel tack vare de ekonomiska fördelarna med upphandlingsprocessens omfattning och minskade administrativa kostnader. Denna ståndpunkt understryker Federal highway administration i en rapport från 2019. Att samla mindre projekt under samma upphandling ger en omfattande och snabbare leverans av de önskade tjänsterna. Det effektiviserar design, upphandling och byggande, ger beställaren möjlighet att utnyttja stordriftsfördelar för att öka effektiviteten samt ger ett ökat samarbete under projektets gång. Qiao et al (2019) har undersökt de ekonomiska för- och nackdelarna med att samla projekt under en och samma upphandling. Den generella slutsatsen som dras är att ju fler projekt under samma upphandling, desto lägre blir de totala kostnaderna. Detta gäller dock till en viss gräns. Om den gränsen överskrids kommer konkurrensen bli för låg och kostnaden för minskad konkurrens överstiger kostnadsbesparingarna för stordriftsfördelarna. De främsta anledningarna till kostnadsreducering när man slår ihop olika projekt är stordriftsfördelarna samt lägre total projekttid. Att tiden för projektet kortas kan förklaras på flera sätt men en viktig anledning är att samma entreprenör fogar över flera projekt och kan prioritera arbeten med större överseende. Det blir således ett bättre samarbete kring tidsplaneringen mellan entreprenör och beställare. Att ha samma entreprenör på flera projekt bidrar även till en högre effektivitet eftersom resurser enkelt kan placeras om inom de olika projekten vid ett eventuellt avbrott i produktionen. De nämner dock vissa premisser och undantag. Bland annat måste projekten ha en teknisk likhet för att kunna nyttja fördelarna med en och samma entreprenör. Om så är

fallet är det bättre att separera projekten för att få rätt expertis på rätt plats. Det krävs också att en grundlig analys görs på eventuella anbudsgivare. Ett tillfälle då separering är att föredra är enligt Estache och Iimi (2008, 2011) när det finns en heterogenitet bland de potentiella anbudsgivarna.

Exempelvis om det finns få stora aktörer i området när ett stort projekt ska genomföras kan det vara bra att splitta projektet i mindre delar för att ge de mindre aktörerna en chans och på så vis höja konkurrensen. Det är alltså ingen självklarhet hur en perfekt upphandling ska se ut men i många fall lönar det sig att samla flera mindre projekt under samma upphandling och den möjligheten kan även finnas bland vattenkraftverkens komplexa renoveringar och utbyggnationer.

## 2.1 Vanliga betongskador och underhåll

Samordning av projekt under samma upphandling kan i många fall även vara fördelaktigt för underhållsarbeten. För att en sådan samordning ska vara möjlig i praktiken måste det först och främst finnas ett underhållsbehov samt ligga rätt i tiden för åtgärd. I detta kapitel presenteras därför teori kring vilka betongskador som är vanligast på vattenkraftverk i kallare klimat, varför de uppkommer och hur de åtgärdas.

Betong är ett beständigt material som har väldigt lång livslängd i de allra flesta miljöerna. Vatten i rörelse är dock väldigt slitsamt över tid, även på betongen. Detta gör byggandet av konstruktioner i vatten mycket komplext och människan har i årtionden kämpat med att vinna över vattnets nötning. Särskilt svåra blir problemen i kallare klimat som Sverige där frostattacker i kombination med hög vattenmättnad i betongen kan leda till flera olika nedbrytningsmekanismer (Müller et al 2013). Utöver frostsador så slits betongen mycket av det rinnande vattnet. Precis av samma anledning som att alla stenar i en bäck är runda eller ovala så påverkas betongen av vattnets nötning. Liu et al. (2005) Menar att det framför allt är partiklar som åker med vattnet och träffar betongens yta som står för nedbrytningen. Det kan vara allt från små partiklar som sand, silt och grus till grenar och is. När ett sandkorn träffar betongytan händer inte mycket men när det sker kontinuerligt år efter år så gör det stor skada efter ett antal årtionden. Många olika typer av skador uppstår med tiden i betong när den är utsatt för strömmande vatten och andra nedbrytningsmekanismer. Nedan listas och förklaras de vanligaste skadorna enligt Jacobsson (2016). Skadetyperna verifieras också av olika forskare i olika rapporter.

**Sprickor** – Sprickbildning är något som alltid uppstår i betongkonstruktioner. Att det inte går att undvika är allmänt vedertaget men det går att i konstruktionsskedet påverka mängden och hur allvarliga konsekvenserna blir. Det går även att laga med cementinjektering vid behov.

**Läckage** – Vatten som läcker genom konstruktionen kan ge upphov till flera olika skador. Bland annat armeringskorrosion, urlakning, vittring och avskalning. Läckage sker antingen på grund av att betongen inte är tillräckligt tät och att vattentrycket från dammen är väldigt stort eller på grund av sprickbildning i konstruktionen. Om läckaget beror på sprickbildning går det att laga med cementinjektering.

**Armeringskorrosion** – Att armeringen korroderar beror på flera anledningar. Rosenqvist et al (2016) Skriver att armeringskorrosion i vattenkraftverk kan vara en konsekvens av ständig nedbrytning under längre tid. Skavande is, nötning från det forsande vattnet och frostangrepp är typiska orsaker att ytskiktet bryts ner. Allt eftersom ytskiktet bryts ner exponeras armeringen mot syret i luften och korroderar. Korrosion kan uppstå även utan nedbrytningen av ytskiktet. Karbonatisering sker i alla betongkonstruktioner inklusive vattenkraften och sänker det annars höga pH-värdet som skyddar armeringen. Även urlakning påverkar pH-värdet negativt när vattnet för bort kalken från betongen. Vanligtvis utförs inga åtgärder på ytangrepp förrän armeringen är synlig. Då är standardutförandet att bila bort det skadade området, korrigera armeringen och sedan göra en pågjutning.

**Frostangrepp** – Sker på grund av porositeten i betongen. Vatten samlas i betongens porer och när det sedan blir kallt och fryser expanderar vattnet och spränger bort små bitar av ytskiktet. Problemet blir som störst i kallare klimat där temperaturen pendlar mellan plus- och minusgrader. Skadorna uppstår nästan enbart vid vattenlinjen eller områden där vattnet fryser.

**Eroderade ytor** - Erosion förekommer nästan överallt på betongkonstruktioner i vatten. Antingen är det strömmande vatten eller skavande is som orsakar skadan. I fallet med vattenkraftverk kan det vara både och. Liu et al. (2005) menar att vattnet ständigt bär med sig små partiklar av sand, silt och andra partiklar. I kallare klimat kan det även förekomma att isflak flyter med vattnet. När dessa träffar betongens yta kommer små skikt av betong att avlägsnas. Detta leder i längden till avskalning av betongen, ytfrakturer och slutligen blottning och korrosion av armeringen. I en utredning från slutet av 90-talet drog Björkenstam (1999) slutsatsen att 32 % av alla skador som repareras på ett kraftverk är eller har uppkommit på grund av erosions-skador. Vanligtvis görs inga åtgärder på skadade ytor så länge armeringen inte hotas.

Som konstaterats ovan slits betong särskilt mycket i den hårda vattenmiljön varför ett underhållsbehov bör föreligga i de flesta fallen. Om tiden för utförandet av underhållsåtgärderna korrelerar med andra tekniskt lika åtgärder på vattenkraftverken finns det alltså en möjlighet för kostnadsbesparingar vid en samlad upphandling.

## 2.2 Omprövning av miljö tillstånd

Vilka projekt som bör samlas under samma upphandling är inte givet. Det beror på vilka åtgärder som förväntas bli aktuella i framtiden. En sak som troligtvis kommer leda till åtgärder är den nya omprövningen av verksamheternas miljö tillstånd.

Exakt vad en omprövning av verksamheten mot MB innebär vet ingen med säkerhet eftersom de första fallen som lämnats till domstol ännu inte fått sin dom. Fisktrappor, minimitappning och andra biotopvårdande åtgärder är enligt SOU (2013) troliga åtgärder. För krav på byggnation av fiskväg finns emellertid vissa premisser. Exempelvis kan det inte ställas några krav på fri fiskvandring om fallhöjden redan innan kraftverkets byggnation medfört ett naturligt vandringshinder. Efter att LS beslutat att verksamheten ska omprövas tillkommer flera kostnader för verksamhetsutövaren. I en konsultrapport beställd av energimyndigheten (2012) kommer de fram till att kostnaden för ett nytt tillstånd uppgår till någonstans mellan 200 000 och 400 000 kr. Observera att inga kostnader i kapitlet är inflationsjusterade. Här inkluderas ombudskostnader, administrativa kostnader samt framtagning av en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Utöver detta tillkommer eventuella åtgärder för att klara miljökraven både i form av drift och utformning. Driften kan påverkas i den mening att vissa krav ställs på minimitappning. I propositionen Miljöbalk (proposition 1997/98:45) framgår det att minimitappningen inte bör vara lägre än det naturliga lågvattenflödet. Eventuella förluster i produktion på grund av detta kommer inte heller ersättas. Några exakta siffror på vad den nya omprövningen kommer kosta är väldigt svårt att sätta om eftersom vilka åtgärder som blir aktuella för kraftverken kommer avgöras av prövningsmyndigheten i enskilda fall. Däremot har Vattenfall AB (2011) gjort egna utredningar på vad en anpassning till moderna miljövillkor i form av fisktrappor och produktionsbortfall skulle kosta dem. I utredningen utgår de från att kostnaden för en fiskvandringssväg beror på antal fallhöjdsmeter. De kommer också fram till att kostnaden bör ligga på mellan 0,5 – 2 miljoner kr per fallhöjdsmeter. Detta skulle innebära att ett kraftverk likt det i Traryd, Lagan med en fallhöjd på cirka 16 meter, en effekt på strax över 14 MW och en medelkostnad på 1,25 miljoner per fallhöjdsmeter skulle få en kostnad på 20 miljoner kronor. Återigen viktigt att inse att detta är kostnader från 2011 och mycket har hänt under tio år.

Det är inte bara kostnaden för byggnation av fiskvandringssväg som är relevant. För att denna konstruktion ska fungera korrekt krävs att vatten, som annars skulle rinna genom turbinerna i kraftverket och producera ström, rinner genom fisktrappan. Detta leder till ett produktionsbortfall och minskade intäkter. Vattenfall AB har i samma utredning använt sig av ett värde på 1-3 m<sup>3</sup> / s för vattnet som rinner genom fisktrappan. Utöver detta måste en del vatten i form av lockvatten gå genom fisktrappan. I kalkylen



har Vattenfall använt ett värde på  $20 \text{ m}^3 / \text{s}$  dock enbart under Maj – Oktober. Hur mycket intäktsförluster detta skapar beror på flera faktorer, bland annat antal fallmeter och vilken utrustning man har på kraftverket. Vattenfall tar i sin rapport upp ett exempel på en vattenkraftsanläggning med en fallhöjd på 7 meter. Här skulle kostnaden för byggnation av fiskvandring väg kosta någonstans mellan 4 och 14 miljoner kr. Kraftverket skulle sedan ha ett årligt intäktsbortfall på cirka 8 miljoner kr inklusive driftkostnader vid ett elpris på 50 öre / kWh.

Som sagts tidigare finns det väldigt många mindre kraftverk som tillhör den småskaliga vattenkraften med en effekt under 10 MW. Vattenfalls rapport och beräkningar på kostnader är inte nödvändigtvis tillämpliga på dessa. Enligt uppgifter från åtgärdsdatabasen, framtagna av länsstyrelsen i Jönköping, Naturvårdsverket, Fiskeriverket och Riksantikvarieämbetet kan ett medianpris per fallhöjdsmeter för byggnation av fiskvägar vid småskalig vattenkraft ligga på 178 000 kr / fallhöjdsmeter. SOU (2012) redovisar även exempel på kostnader tagna från tidigare uppförda fiskvägar i Skåne på mellan 168 000 och 678 000 kr per fallhöjdsmeter. Hur som helst konstateras det att en generell uppskattning är svår att göra.

I en mer aktuell rapport undersöker Venus et al. 2020 kostnaderna för byggnation av fiskpassager. Här diskuteras både kostnaderna för anläggning av naturliga fiskpassager med omlöp och tekniska lösningar i form av betonggjutningar. Här poängteras också att rapporten tar utgångspunkt ur ett europeiskt perspektiv, vilket kan skilja sig från det annars vanliga amerikanska perspektivet i form av lagar och liknande. Kostnaden är komplex att räkna på, förekommer i många olika former och är väldigt platsspecifik. Rapporten baseras på 327 fallstudier från länder som Tyskland, Österrike, Frankrike, Sverige och Schweiz. Kostnaden för varje enskilt fall i undersökningen är justerad för inflation fram till och med 2019. Här skiljs också på kostnaden för planerade projekt samt implementering av fiskvandring i en redan befintlig anläggning, varav det andra alternativet är relevant i denna rapport. Medelvärde för kostnaden för byggnation av fiskvandring väg på en redan befintlig anläggning blev således 235 408 EUR / fallhöjdsmeter vilket i svensk valuta år 2019 blir 2 475 900kr. Inflationsjusterat till 2022 blir kostnaden således 2 681 211 kr / fallhöjdsmeter. Utöver byggandet av själva konstruktionen är det många andra faktorer som påverkar kostnaden över tid. Bland annat måste passagen underhållas för att bibehålla en så lång livstid som möjligt samt behålla sin funktionalitet. Denna kostnad skiljer sig väldigt mycket från fall till fall och bland de 327 fallen i studien fanns exempel på allt från 0 EUR / år till 50 220 EUR / år. Medelvärde för alla anläggningarna ligger dock på 13 139 EUR / år (2019). Det är inte bara underhållet som är en årligen tillkommande kostnad för fiskvandringen. Det uppstår också ett produktionsbortfall på grund av vatten som måste ledas förbi turbinerna.

Variansen på detta är väldigt stor och beror framför allt på vilken typ av fiskväg som anläggs och storleken på vattenkraftverket. Hur som helst var medelvärdet på de undersökta anläggningarna ett produktionsbortfall på 199 GWh per år. Detta värde är inte applicerbart i några kalkyler eftersom det är alldeles för olika från fall till fall. Det rapporten också visar är att beroende på priset för den producerade elen så ligger kostnaden för att konstruera en fiskväg mellan 45 – 87 %, underhållet på 0 – 1,2 % samt produktionsbortfallet på 11 – 54 % av den totala kostnaden jämfört med att helt bortse från fisktrappan.

### 3. Metod

I detta kapitel beskrivs hur studien har genomförts och varför. Förklaringar ges till de olika delmomenten.



**Figur 1** En överblick hur de olika delmomenten i studien utförts och i vilken ordning.

#### 3.1 Intervjuer

I studien utfördes tre intervjuer. Syftet med dessa intervjuer var att ta fram en enkät som grundas både på tidigare litteratur och erfarna personer inom branschen men också för att svara på frågeställningarna och bistå enkätundersökningen med ett bredare perspektiv. Personerna som blev intervjuade var dammsäkerhetsakkunnig på ett internationellt energiföretag med mångårig erfarenhet inom vattenkraft, miljöhandläggare på LS samt Teamchef Vattenbyggnad på ett internationellt konsultbolag. Tre intervjuer ansågs tillräckligt eftersom intentionen endast var att styrka resultatet i den annars litteratur och enkätbaserade studien. Respondenterna valdes från tre olika områden som ansågs mest relevanta för studien. En verksamhetsutövare, en konsult och en kontrollerande myndighet. För att höja reliabiliteten ännu en grad kunde en intervju med en entreprenör också utförts. Intervjuerna var semistrukturerade för att få svar på ett antal på förhand bestämda frågor men samtidigt ha möjlighet för följdfrågor och diskussioner. Frågorna skickades ut till samtliga personer innan intervjun och alla tre hölls digitalt via teams. Se bilaga 1 för intervjuformulär.

Alla intervjuer spelades in för att möjliggöra en fullgod analys. När intervjuerna tolkas är det viktigt att vara medveten om de kommunikationssvårigheter människan ofta har. Det är inte av slump som en mening alltid ändras eller förvrängs vid viskningsleken, det har med svårigheterna att kommunicera och tolka svaren att göra. Det är därför viktigt vid kodning av intervjuerna, då det viktiga skrivs ned och förkortas till koder av text, att bearbetningen inte går för fort. Se bilaga 2. Här läggs noggrannhet i att tolka svaren för att få ett så pålitligt resultat som möjligt. Ett antal svårtolkade meningar fick även assistans i tolkning av en behjälplig kollega. Fokus läggs också på att hålla respondenterna anonyma och de är endast representerade med arbetsroll och typ av företag. Koderna kategoriserades sedan med vilken av frågeställningarna de svarar på samt hur de korrelerar med enkätundersökningens resultat och slutligen presenteras på ett samlat sätt i resultatet.

### 3.2 Enkätundersökning

Litteraturstudien användes för att dra generella slutsatser kring huruvida samordning av renoveringsåtgärder och fiskvägar är ekonomiskt fördelaktigt men för att prova detta mot verkligheten och inom det geografiska område som valts ut krävs specifika uppgifter från varje anläggning. Därför utformades en enkät (Se bilaga 3). Enkäten har som huvudsyfte att samla in information kring kraftverkens förutsättningar för om frågeställningen är tillämplig. Enkäten utformades på ett sådant vis att varje enkät representerar ett kraftverk. En lista på alla vattenkraftverk inom det geografiska området hämtades från hemsidan [www.vattenkraft.info](http://www.vattenkraft.info). E-postadresser eller telefonnummer till berörd verksamhetsutövare hämtades från hemsidor som ”eniro” och ”hitta.se”. Kontaktuppgifter fanns inte att finna för alla verksamhetsutövare men totalt etablerades kontakt med och enkät levererades till 62 stycken med totalt 182 anläggningar. Efter en vecka utskickades även påminnelse till samtliga som ej besvarat. Svar inkom från 18 verksamhetsutövare och totalt 31 enkäter blev besvarade. Antal besvarade enkäter är lågt och kan förklaras av flera anledningar. Bland annat var svarsdeltagandet särskilt lågt hos större organisationer. Inget svar inkom från företag som äger 6 anläggningar eller fler. Förklaringen från deras sida var tidsbrist eller problem med att lämna ut specifika uppgifter på grund av säkerhetsklassning. Detta påverkar studien stort eftersom de fem största ägarna inom det geografiska området tillsammans äger 97 anläggningar. Varför inte svarsdeltagandet var större bland de andra verksamhetsutövarna är svårt att veta. Fem av de mindre ägarna svarade att de inte hade tid eller att de inte ville delta av okänd anledning. Det innebär att 39 stycken inte återkopplade överhuvudtaget trots att kontakt upprättats via telefon innan enkät skickats ut.

Analyserna av enkätsvaren syftar till att undersöka om kraftverken dels är i behov av renovering och i så fall när i tiden dessa ligger för att sedan jämföra det med när i tiden det eventuellt blir aktuellt med byggnation av fiskväg. På så sätt kan slutsatser dras huruvida det är praktiskt möjligt att samordna dessa åtgärder med avseende på tiden för utförande. Enkäten behandlar även frågor om hur stora kostnaderna årligen är för betongunderhållsarbeten och hur stora fallhöjder kraftverket har vid byggnation av fisktrappa. Med hjälp av litteraturundersökningen kan ett schablonvärde antas som kostnad per fallhöjdsmeter för byggnation av fiskväg, vilket sedan jämförs med det årliga betongunderhållet. Enkäten låter även spegla verksamhetsutövarnas åsikter kring omprövningen av miljötillstånden samt hur de tänker kring samordning mellan byggnation av fiskväg och underhåll av betong och dammsäkerhet.

### 3.3 Reliabilitet

Reliabiliteten beskriver hur hög tillförlitligheten är i mätningen. För att resultatet och slutsatserna i rapporten ska anses ha hög reliabilitet krävs att

samma resultat fås vid upprepade prövningar. För att säkerställa kvalitén utfördes all insamling av data med försiktighet och analyserades objektivt. Att intervjufrågorna gavs ut i förväg innan intervjun bidrog också till högre reliabilitet eftersom de intervjuade personerna var förberedda och hade även chans att kolla upp saker de kände sig osäkra på i förhand. Vad som dock påverkat reliabiliteten negativt var den låga svarsfrekvensen på enkätundersökningen. Det är svårt att veta hur mycket det påverkat och om resultatet kunde blivit annorlunda på något sätt om svarsfrekvensen varit 100 procent. Vad som kan konstateras dock är att inga ägare med fler än fem vattenkraftverk har svarat på enkäten. Det är alltså inga av de stora energibolagen som deltar i undersökningen utan resultatet baseras på mindre ägare.

### 3.4 Validitet

Validitet är ett mått på hur väl författaren mäter det som avses i frågeställningen. Det speglar alltså hur väl rapporten följer en röd tråd utifrån bakgrund, problembeskrivning och frågeställning. Det är viktigt att en teknisk rapport inte svävar i väg och besvarar, för rapporten i fråga, irrelevanta saker. Denna rapport håller en relativt hög validitet och svaren som presenteras går i linje med frågeställningen. För att få en ännu högre validitet skulle frågeställningen och bakgrunden till problemet vara tydligare formulerad tidigare i arbetet. Vid tidpunkten för de första intervjuerna var så inte fallet vilket i sin tur påverkade de intervjuade personerna som hade svårt att förstå relevansen i arbetet.

## 4. Resultat / Analys

I kapitlet presenteras resultatet av undersökningen tillsammans med en analys. Det inleds med information om de intervjuade för att sedan följas av svar på frågeställningarna.

### 4.1 Information om de intervjuade

Nedan presenteras en beskrivning på respondenterna samt företaget / myndigheten de representerar.

#### **Respondent 1**

Den första intervjun utfördes med en miljöhandläggare på länsstyrelsen (LS). LS är en statlig myndighet som arbetar med att säkerställa att utvecklingen i samhället samordnas med miljön. I fallet med vattenkraftverk och damm bebyggelse är det LS som är tillsynsmyndighet och har ansvaret att se till att tillstånden efterföljs. Med den nya omprövningen får LS en nyckelroll då alla anläggningar omprövas mot moderna miljövillkor i MB och det är LS som har ansvaret att se till att anpassningarna utförs i praktiken. Intervjuad person har ett par års erfarenhet inom yrket som miljöhandläggare.

#### **Respondent 2**

Den andra intervjun utfördes med en dammsäkerhetssakkunnig på ett internationellt energiföretag med mångårig erfarenhet av elproduktion från vattenkraft. Intervjuad person jobbar med frågor som berör säkerheten på dammarna, alltså både underhållsarbeten och nya åtgärder som kan påverka dammens säkerhet. Energiföretaget berörs själva av den nya omprövningen då de allra flesta av deras anläggningar ska omprövas och få nytt tillstånd.

#### **Respondent 3**

Den tredje och sista intervjun utfördes med en Teamchef för vattenbyggnad på ett internationellt konsultbolag som arbetar både mot renoveringsarbeten och miljöanpassning av vattenkraftsanläggningar. Den intervjuade personen har mångårig kompetens inom yrket. Företaget har inte någon partisk koppling till frågeställningen i rapporten.

### 4.2 Förutsättningar för samordning med avseende på tiden för utförande

För att svara på frågeställningen krävdes en enkät med frågor om renoveringsbehovet och när i tiden de planerades att utföras samt när omprövningen av miljötillståndet skulle äga rum och hur lång arbetstid den eventuella fiskvägen skulle få. För att ta fram enkäten utfördes tre intervjuer. Respondenterna fick fritt lägga fram de som de ansåg vara de fem vanligaste skadetyperna på betong i ett vattenkraftverk. De som togs

upp var armeringskorrosion, frostsador, erosion, läckage och sprickbildning. Konsult och dammsäkerhetsakkunnig var eniga och miljöhandläggaren ansåg detta vara utanför sin kompetens men stämde ändå in.

Vidare ställdes frågor kring den nya omprövningen av miljötillstånd och hur det ska tolkas. Alla var eniga om att det råder osäkerhet i hur utfallet faktiskt kommer bli när domstolarna väl börjar granska omprövningarna och exakt vilka åtgärder som kommer behöva utföras av verksamhetsutövarna för att klara kraven. Vad samtliga tre respondenter dock trodde var att det i många fall kommer krävas någon form av fiskväg. På frågan hur många av anläggningarna som kommer behöva bygga fiskväg svarade respondent 1 ”I de allra flesta fall”. Respondent 3 uttryckte sig ”Uppskattningsvis strax över hälften”. Även respondent 2 var säker på att många verksamhetsutövare kommer bli tvingade till detta. På frågan om vilka anläggningar de tror kommer bli mest drabbade var alla tre också överens. De stora bolagen och framför allt de stora anläggningarna kommer troligtvis bli mindre drabbade medan små ägare med små anläggningar löper större risk att få en fiskväg kravställd. Respondent 1 menar att detta beror på flera orsaker. Delvis för att stora ägare besitter mer resurser för att bestrida beslut samtidigt som målet med omprövningarna är att miljöanpassa vattenkraften samtidigt som man bevarar en stabil elproduktion. Enligt respondent 1 är det lättare att anpassa ett mindre kraftverk samtidigt som förlusterna i elproduktion blir betydligt mindre än vid ett större kraftverk. Andra anledningar som tas upp för det påståendet är att miljöanpassning i form av fiskväg endast ska kravställas om fisken kunnat passera innan kraftverket byggdes. Om fallhöjden är stor som vid stora anläggningar har fisken troligtvis aldrig kunnat passera och därmed är inte fiskvandringsåtgärder relevanta.

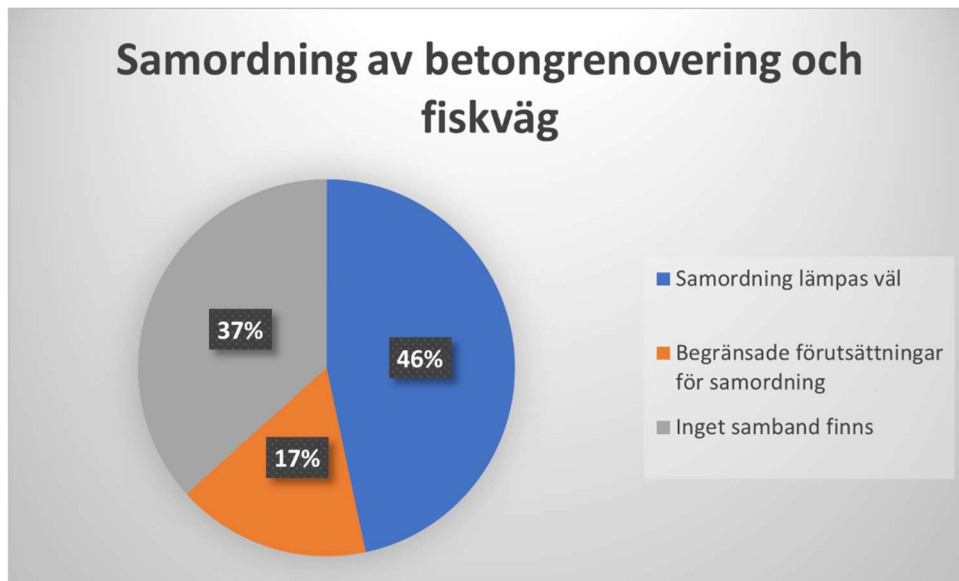
När väl en dom kommit på vilka åtgärder som behöver tas för varje anläggning hävdar respondenterna att byggtiden för vattenverksamhet vanligtvis ligger på fem år och de ser ingen anledning till att fiskvägarna skulle avvika från detta. Med ett spann på fem år för byggnation anser respondenterna att det finns möjlighet att samordna byggnationen av fiskväg med andra åtgärder som är planerade att utföras, exempelvis betongrenoveringar. Respondent 2 menar att det är viktigt att samordna det som går när man arbetar på vattenkraftverk eftersom etablering är en dyr kostnad.

**Tabell 1** Visar en sammanställning av vad respondenterna ansåg vara standardskador på ett vattenkraftverk samt hur de tror byggtiderna kommer se ut för fiskvandningsvägar.

Vanligaste skadetyperna	Byggtid för fisktrappa
- <b>Armeringskorrosion</b>	- 1 år i domstol för omprövning
- <b>Frostskador</b>	- 5 års byggtid
- <b>Erosion</b>	- Tror inte det börjar byggas
- <b>Läckage</b>	direkt vid utgående dom
- <b>Sprickor</b>	

Skadetyperna användes som utgångspunkt i enkäten och byggtiden adderades på året då omprövningen var förlagd. Med hjälp av enkäten har svar samlats in från 31 anläggningar där verksamhetsutövarna har fått svara på vilka skador som finns och när i tiden de planeras att åtgärdas. De fem olika standardskadetyperna är i enkäten uppdelade med svarsalternativ enligt följande tidsintervall. Åtgärd behövs inom 1 år, inom 5 år, hålls under uppsikt eller saknar skada. En av anläggningarna var inte anmäld till den nationella planen för omprövning då den prövats mot MB tidigare och blir således inte relevant för arbetet. Arbetstiden för fiskväg jämförs med tidsspannet för renoveringar. Om tidsspannen korrelerar innebär det en möjlighet för samordning. Denna möjlighet blir olika stark beroende på hur många typer av renovering som är aktuella. Om arbetstiden för fiskväg korrelerar med tidsspannet för två olika typer av renovering eller fler, anses i rapporten förutsättningarna som väl lämpade. Korrelerar det med endast en typ av renovering anses det finnas begränsade förutsättningar. Åtgärder som bedömts hållas under uppsikt antas lämplig att renovera efter 5+ år. Figur 2 presenterar en samlad bild över det analyserade enkätresultatet.





**Figur 2** Cirkeldiagram visar hur samordningsmöjligheterna mellan betongunderhållsarbeten och byggnation av fiskväg ser ut med avseende på tiden för utförandet.

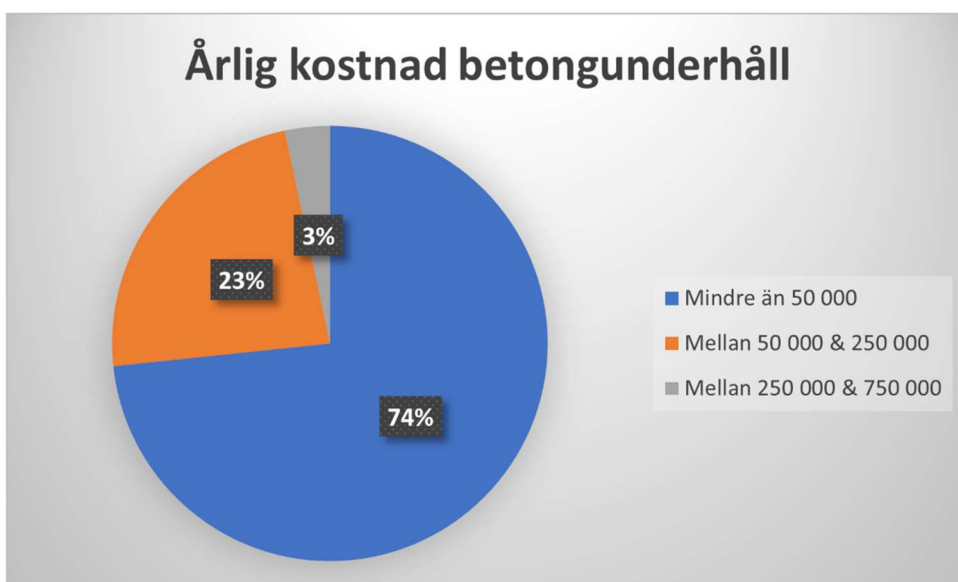
Ur diagrammet går att utläsa att 46 % av anläggningar lämpas väl att samordna betongrenovering med fiskvägsbyggnation, alltså ligger två eller flera renoveringsbehov inom samma tidsspann som den eventuella byggnationen av fiskväg. 17 % har begränsade förutsättningar för samordning då tidsspannet för fiskvägens eventuella byggnation endast står i samband med en typ av renoveringsåtgärd och 37 % har inga renoveringsbehov överhuvudtaget eller passar inte tidsspannen för samordning. Slutsatsen som dras är att 63 % lämpar sig att samordna betongrenoveringar med byggnation av fiskväg med avseende på tiden för utförande om fiskväg blir utfallet hos domstol. Av de anläggningar som ansågs vara fria från skador har 10 % aldrig renoverats tidigare (som nuvarande ägare vet om) och 10 % renoverats för mer än sju år sedan.

#### 4.3 Förväntade kostnadsökningar på grund av omprövning av miljötillstånd jämfört normala betongunderhållskostnader

Respondenterna ansåg att det är lönsamt att samla flera projekt under samma upphandling när jobb utförs på kraftverk så länge arbetets karaktär är av samma tekniska likhet. Samtidigt menar de att det finns flertalet entreprenörer som utför och har kompetens inom både byggnation av fisktrappor och renovering av betong. Hur mycket lönsammare det faktiskt blir när flertalet projekt samlas under samma upphandling är svårt och nästintill omöjligt att svara på. Här presenteras dock en beräkning och jämförelse på kostnaden för byggandet av fiskväg och det årliga betongunderhållet.

Tidigare forskning på kostnader för byggandet av fisktrappor finns presenterad i kapitel 2. Detta används sedan för att göra beräkningar på hur

mycket den förväntade kostnadsökningen blir på kraftverken inom det geografiskt avgränsade området. Venus et al. (2020) tog i en studie fram en genomsnittlig kostnad per fallhöjdsmeter. I studien kom han fram till en kostnad på 2 421 000 kr. Enkäten innehöll därför en fråga om vilken fallhöjd anläggningen har. Fallhöjden för varje kraftverk multipliceras med Venus beräknade kostnad på 2 421 000 kr. Medelvärdet på den totala kostnaden för byggandet av fiskväg för alla anläggningar som svarat på enkäten blir då 14 768 100. Som framkommit i intervjuresultatet behöver verksamhetsutövaren stå för 80 % av de nedlagda kostnaderna. Medelvärdet för den slutgiltiga kostnaden för verksamhetsutövaren blir således 2 953 620 kr. För att få ett perspektiv på kostnaderna sätts de i relation till det årliga betongunderhållet. Figur 4 visar en fördelning över hur stora de årliga kostnaderna för betongunderhållsarbeten är.



**Figur 4** Cirkeldiagram som visar på de årliga kostnaderna för betongunderhåll.

En klar majoritet av kraftverken som medverkat i undersökningen har endast en årlig betongunderhållskostnad på mindre än 50 000kr. De årliga betongunderhållsarbetena ligger alltså väldigt långt ifrån byggandet av fisktrappa kostnadsmissigt. 74 % av kraftverken i undersökningen har en renoveringskostnad på mindre än 50 000 kr per år. 23 % ligger mellan 50 000 & 250 000 kr och endast 3 % mellan 250 000 & 750 000 kr. Samtidigt ligger den genomsnittliga kostnaden för fiskväg på strax under 3 miljoner per anläggning.

## 5. Diskussion

I detta kapitel kommer rapportens resultat att diskuteras och jämföras med tidigare presenterad teori. Svårigheter och oklarheter analyseras för att se hur det eventuellt påverkat resultatet. Varför deltagandet i enkätundersökningen var lågt och hur det påverkat rapporten lyfts också upp. Förbättringar diskuteras och felkällor konstateras.

### 5.1 Förutsättningarna för samordning med avseende på tiden för utförande

En viktig hörnsten vid samordning av betongunderhåll och byggnation av fiskväg är att det finns åtgärder att samordna inom samma tidsintervall. Detta undersöktes och presenterades i kapitel 4 med hjälp av en enkät utvecklad och baserad på dels intervjuresultat, dels teori kring skador på vattenverk presenterad i kapitel 2. Respondenternas syn på vilka betongskador som är vanligast stämde väl överens med tidigare studier. Alla respondenter uppgav inte samtliga fem standardskador som Jacobsson (2016) men bara ett fåtal avvikande skador togs upp av respondenterna. Slutsatsen av detta borde vara att de fem standardskador som används i rapporten har en hög reliabilitet. Slutsatsen som konstateras angående förutsättningarna för samordning med avseende på tiden för utförande är att 67 % av anläggningarna som står inför prövning mot nya miljövillkor har ett incitament att samordna betongunderhållen med byggnation av fisktrappa, om så blir utfallet hos domstol. Mycket osäkerhet finns dock i frågan om hur många fiskvägar som kommer behöva byggas. Planen för omprövning är så pass ny att endast ett fåtal har lämnat in ansökan till domstol. Samtliga intervjuade var också eniga om osäkerheten och ovissheten i exakt vad moderna miljövillkor faktiskt innebär i praktiken. Baserat på resultatet i intervjuerna finns ovissheten bara i hur många det faktiskt gäller, vad alla är överens om är att det kommer byggas många. Troligtvis grundas denna osäkerhet dels i att tidigare studier och rapporter om planen för omprövning av miljötillstånd inte heller ger någon tydlig bild för vad moderna miljövillkor innebär i praktiken. Vissa förslag på åtgärder presenteras som sannolika, exempelvis fiskväg (SOU 2013). För rapportens syfte är denna osäkerhet inte relevant. Rapporten har sin utgångspunkt i att det kommer byggas ett stort antal fiskvägar och både presenterad teori och samtliga respondenter framför det som en trolig åtgärd. Samtidigt anses inte något exakt antal påverka reliabiliteten i rapporten. Om det blir krävt med fiskväg i 40, 50 eller 60 % av fallen spelar mindre roll, syftet med att samla åtgärderna under samma upphandling finns kvar oavsett.

Att samordning av fiskvägar och betongrenoveringar i en majoritet av fallen är möjligt med avseende på tiden skapar en bra utgångspunkt för framtida mer ingående studier på hur kostnaderna kan hållas nere vid byggandet av fiskvägar. Resultatet kan eventuellt få verksamhetsutövare att överväga en samordning och i vissa fall utföra renoveringar som annars hade blivit försummade och entreprenörer som har expertis inom både fiskvägsbyggnation och betongunderhåll bör förbereda sig på en stor mängd åtgärder som kommer bli aktuella för upphandling de närmsta 20 åren. Verksamhetsutövarna bör fundera över och vara noggranna i inspektioner för att inte missa några skador. Tillfället kan ses som en chans att rusta upp anläggningen. Som Müller et al (2013) påpekar är vattnet slitsamt för betongen över tid och de allra flesta anläggningarna har därför uppkomna skador.

I enkätundersökningen frågades dock efter vilka skador som uppstått på anläggningen och hur akuta åtgärderna är. En fråga ställdes också när kraftverket senast reoverades. Vid en analys av dessa svar framkom att 10% av kraftverken som inte hade någon av de fem standardskadorna inte heller har reoverats tidigare, åtminstone inte vad nuvarande ägare känner till. Ytterligare 10% har reoverats för längre än sju år sedan. Müller et al (2013) uppger inte någon tidsram för slitaget av betong men betonar vattnets särskilda nedbrytningsmekanism och hur det över längre tid utsätter konstruktioner för flertalet olika nedbrytningsmekanismer. Med tanke på att medelåldern för de svenska vattenkraftverken bör ligga runt 79 år (Bernstone 2006) kan det tolkas osannolikt att dessa kraftverk aldrig haft några skador i form av de fem standardskadorna som denna rapport baseras på. Respondenterna menar på att betonglagningar generellt håller bra om entreprenören gjort ett bra jobb. Det kan alltså tänkas att de 10% som reoverats för längre än sju år sedan håller än idag.

### 5.3 Förväntade kostnader för omprövningen

Teori presenterad i kapitel 2 visar på möjligheten för beställare av olika projekt att spara pengar genom att samla projekt i samma upphandling i stället för att separera dem. En viktig del är att detta inte alltid gäller utan det finns vissa premisser som måste vara uppfyllda och den exakta gränsdragningen verkar vara omdebatterad. Den viktigaste av dessa premisser är enligt Qiao et al (2019) att det finns en teknisk likhet i de projekt som ska genomföras. Utan den likheten är det mer fördelaktigt att låta rätt expertis vara på rätt ställe. Detta instämmer även respondenterna i. De tillägger också att det kan bero på vilken typ av fiskväg som byggs om det finns en stark teknisk likhet eller inte. En teknisk fiskväg byggs som en trappa och ofta i betong, vilket per automatik skapar en teknisk likhet med betongrenovering medan ett omlöp inte nödvändigtvis har samma tekniska likhet. Respondenterna tillägger också att det dessutom finns flertalet entreprenörer som har kompetens inom både byggandet av fiskvägar och

betongrenoveringar. Detta leder in på en annan viktig detalj som enligt Estache och Iimi (2008, 2011) påverkar huruvida projekt bör samlas under samma upphandling eller inte. En analys måste göras gällande potentiella anbudsgivare för att inte konkurrensen i upphandlingen ska bli drabbad. Exempelvis är det mer fördelaktigt att separera projekt om det inte finns tillräckligt många stora entreprenörer i området som kan ta hand om flera projekt. Att det finns flera entreprenörer som är tekniskt kunniga på både fiskvägar och betongrenoveringar möter Estache och Iimis (2008, 2011) krav för att inte förlora för mycket på grund av lägre konkurrens. Respondenterna påpekar också vikten av att samordna arbeten på vattenkraftverk eftersom etableringskostnaderna ofta är höga. Detta förklaras av Jiang et al (2014) som också menar på att arbeten vid vattenkraftverk är komplexa och därmed också dyra att etablera. Genom att samla flera projekt i samma upphandling kan dessa etableringskostnader alltså reduceras.

Resultatet pekar på att omprövningen kommer leda till stora kostnader för verksamhetsutövarna om fiskväg blir kravställt för att klara miljövillkoren. Som tidigare nämnts är detta dock inte givet och ingen vet på förhand hur stor andel av alla prövande som kommer behöva bygga fiskvägar. Både tidigare statistik och intervjuade personer inom branschen visar dock på att många av dem kommer bli tvingade till detta. För att få ett perspektiv på kostnaderna har de i denna rapport jämförts med ett årligt betongunderhåll på kraftverken. Att det är just underhållet av betongen som jämförs är för att det är dessa åtgärder som förväntas vara lämpliga att samordna enligt den tekniska likhet som krävs för lönsam samordning som beskrivs i kapitel 3. Kostnaden för byggnation av fiskvägar presenteras också i kapitel 3 och har inhämtats från tidigare forskning inom området. Ett problem som finns med den framtagna kostnaden är att det är ett genomsnitt på flera olika tekniska lösningar. Denna rapport behandlar inte och går inte närmare in på olika tekniker för fiskvandring utan fokuserar mer på en helhetsbild men det kan givetvis skilja beroende på vilken teknisk lösning som väljs.

#### 5.4 Metoddiskussion

Enkätundersökningen påverkades negativt av den låga svarsfrekvensen. Totalt skickades frågorna ut till 62 verksamhetsutövare med totalt 182 anläggningar. Efter en vecka utskickades även påminnelse till samtliga som ej besvarat. Svar inkom från 18 verksamhetsutövare och totalt 31 enkäter blev besvarade. Bland de 18 svarande verksamhetsutövarna fanns 31 anläggningar och samtliga enkäter blev besvarade. Varför endast drygt 30 procent av ägarna valde att svara på enkäten kan bero på flera anledningar. De större organisationerna hade svårigheter att lämna ut så specifika uppgifter om anläggningarna på grund av säkerhetsklassning i kombination med att de hade problem med tidsbrist. Att de större företagen inte svarade på enkäten påverkar både antalet enkätsvar och vilken storlekskategori de

svarande befinner sig inom. De stora anläggningarna ägs i regel av större företag. Det gör att resultaten i studien främst gäller mindre anläggningar med en effekt på under 10 MW och ägare som driver 1-5 anläggningar. Om utfallet av resultatet blivit annorlunda om alla svarat på enkäten är ovisst.

I enkäten får ägarna svara på hur mycket som årligen läggs på betongunderhållet. Kostnaden är indelad i fem olika intervaller varav endast de tre lägsta blir valda. Detta kan vara en sak som påverkats av det låga svarsdeltagandet bland större företag och anläggningar. Den lägst valbara årliga kostnaden för betongunderhåll var mindre än 50 000kr per år. Som svaret är uttryckt kan det finnas de ägare som inte lägger något alls på underhållsarbeten eller som väldigt sällan gör några ingrepp. Att hela 74 % av de svarande hamnar inom 0-50 000 kr beror på att frågan var formulerad att svaras på även för större anläggningar som nu inte finns med. Att så är fallet kan ha påverkat resultatet. Kostnaden för byggnation av fiskväg behöver nämligen inte per automatik öka bara för att storleken och effekten på kraftverket gör det och det är framför allt dessa stora och effektfulla kraftverk som saknas i rapporten. Kostnaden för byggandet baseras på fallhöjden för anläggningen, vilket i sin tur bara är en del av vad som påverkar effekten. Det kan mycket väl vara så att en stor och bred damm med liten fallhöjd genererar en hög effekt. Om så är fallet och det saknas många sådana typer av anläggningar i rapporten skulle kostnaden ändå hållas låg eller på samma nivåer.

## 6. Slutsatser

De svenska vattenkraftverksägarna står inför en stor utmaning de kommande 20 åren. Många kommer få krav på att investera stora summor pengar för byggandet av fiskvägar men även andra mindre omfattande åtgärder kommer bli aktuella. Samtidigt fortskrider arbetet med att hålla anläggningarna i skick och betongrenoveringar kommer behöva utföras. Syftet med denna rapport var att belysa eventuella kostnadsbesparingar om möjlighet fanns och även fast resultatet inte visar på särskilt stora besparingar så har de ändå uppmärksamrats.

Hur den perfekta upphandlingen ska konstrueras är inte självklart. Det finns en rad olika varianter och minst lika många premisser för vilken som anses bäst i det specifika fallet. Litteraturundersökningen visar dock att det finns ett generellt samband med kostnadsbesparingar när projekt samlas under samma upphandling. Kravet för detta är att projekten är av samma natur och tekniska likhet. Denna likhet antas uppfyllas mellan betongrenoveringar och byggandet av fiskvägar. En klar majoritet av vattenkraftverken i undersökningen har skador i betongkonstruktionen som bör åtgärdas inom samma tidsintervall som byggandet av den eventuella fiskvägen. Med tanke på resultatet, den inhämtade teorin och att förutsättningar i de flesta fall finns med avseende på tiden för utförandet bör det innebära en kostnadsreducering att samla betongrenoveringen med byggandet av fiskväg. Trots att skillnaden var stor mellan kostnaden för fiskväg och underhållet av betong finns möjligheten att spara på kostnader och eventuellt utöka renoveringen och förlänga livslängden på konstruktionen när så ekonomiskt omfattande arbeten med samma tekniska likhet ändå utförs i samma tidsintervall på anläggningen.

### 6.1 Fortsatta studier

Det finns många anledningar att fortsätta med studier inom detta område. Denna rapport behandlar endast en liten del och både betongrenoveringar av vattenkraft samt byggande av fiskvägar har stor potential för vidare forskning. Denna rapport skrivs också i ett tidigt skede eftersom de flesta ansökningarna precis lämnats in till domstol så osäkerheten är relativt hög i dagsläget över vad omprövningen av miljötillstånd kommer leda till. Det hade varit intressant med en uppföljning av resultatet i framtiden. Studien behandlade flera sorters fiskvägar. För att få högre reliabilitet i svaret hade det varit intressant med en studie som fokuserade på antingen teknisk fiskväg med betonggjutning eller omlöp. Detta skulle kunna utföras i framtiden när domstolarna är klara och fiskvägarna faktiskt byggts. Då skulle det även finnas möjlighet att genomföra en fallstudie och även

jämföra den ekonomiska skillnaden på fiskvägar byggda i samarbete med betongunderhållsåtgärder och på så vis följa upp resultatet av denna studie.

Det finns även möjlighet att behandla andra åtgärder än betongunderhållet. Exempelvis effektiviseringsåtgärder som i många fall prioriteras av verksamhetsutövarna. Resultatet i en sådan studie skulle sedan kunna jämföras med denna för att se vilka åtgärder som är mest lämpade att samordna. Verksamhetsutövarnas åsikter skulle kunna vägas in i resultatet. Ägarnas inställning till samordning påverkar det faktiska utfallet och det har inte behandlats i denna studie. Likaså det geografiskt avgränsade område som denna rapport behandlar. Ett avlångt land som Sverige har skillnader i klimatet beroende på vilket geografiskt område som undersöks. Utfallet kan bli annorlunda med andra geografiska förutsättningar.



## 7. Referenser

- Bernstone, C. 2006. Automated performance monitoring of concrete dams. Diss. Lund: Lund University.
- Björkenstam, E. 1999. Inventering av betongreparationer utförda på svenska vattenkraftanläggningar. Elforsk (Rapport 99:28)
- Estache, A. Iimi, A. 2008. Bidder asymmetry in infrastructure procurement: Are there any fringe bidders?. The world bank, Washington, D.C.
- Estache, A. Iimi, A. 2010. (Un)bundling infrastructure procurement: Evidence from water supply and sewage projects. *Utility policy* 19. 104-114.
- Federal highway administration. 2019. Bridge guidebook – An efficient and effective method for maintaining and improving bridge assets. Office of policy and governmental affairs. Washington, D.C
- Jacobsson, M. 2016. Betongskador i vattenverk. *Svenskt vatten AB*. (Rapport 2016:18).
- Jiang, H. Lin, P. Fan, Q. Qiang, M. 2014. Real-Time safety assessment based on a real-time location system for hydropower construction sites. *The scientific world journal*.
- Liu, Y. Yen, T. Hsu, T. 2005. Abrasion erosion of concrete by water-born sand. *Cement and Concrete Research*. 1814-1820.
- Mohamed, M. Tran, D. 2019. Implementation of bridge bundling delivery method strategy. *CSCE Annual Conference*.
- Müller, H. Bohner, E. Vogel, M. Kvitsel, V. 2013. Innovative solution for the construction and the repair of hydraulic structures. *Procedia engineering*. 22-38
- Pöyry Swedpower AB. 2012. Miljökrav för småskalig vattenkraft. Energimyndigheten
- Qiao, Y. Fricker, J. Labi, S. 2019. Effects of bundling policy on project cost under market uncertainty: A comparison across different highway project types. *Transportation research part A*. 606-625
- Regeringsbeslut. 2020. av den 25 juni. Nationell plan för moderna miljövillkor. Diarienummer: M2019/01769/Nm m.fl
- Rosenqvist, M. Bertron, A. Fridh, K. Hassanzadeh, M. 2016. Concrete alteration due to 55 years of exposure to river water: Chemical and mineralogical characterization. *Cement and concrete research*. 110-120
- Seong-Woong, Y. Hyung-Chul, L. 2021. Semantic network analysis on the research trends of construction accidents. *Journal of the architectural institute of Korea*. 231-236

Statens offentliga utredningar 2013. Ny tid ny prövning – Förslag till ändrade vattenrättsliga regler. Näringsdepartementet. (Rapport 2013:69)

Statens offentliga utredningar. 2012. Dammsäkerhet – tydliga regler och effektiv tillsyn. Näringsdepartementet. (Rapport 2012:46).

Vattenfall power consultant AB. 2011. Ekologiska effekter och verksamhetspåverkan av förändrade produktionsvillkor i Vattenfalls storskaliga vattenkraftverk.

Vattenmyndigheterna. 2013. Vattenkraftens påverkan på akvatiska ekosystem. Havs och vattenmyndigheten. 2013:10

Venus, T. Smialek, N. Pander, J. Harby, A. Geist, J. 2020. Evaluating cost trade-offs between hydropower and fish passage mitigation.

Wikström, E. 2004. Systematiskt arbetsmiljöarbete inom Vattenfall AB Vattenkraft – En fallstudie av Messaureprojektet. Luleå: Luleå tekniska universitet.

## 8. Bilagor

### Bilaga 1 Intervjuformulär

1. Hur ser ni på sannolikheten att en omprövning kommer leda till byggnation av just fiskväg?
2. Anser ni att tidigare lagningar av betong påverkar underhållet idag?
3. Ange de som du upplever är de fem vanligaste skadorna som uppstår på betongkonstruktioner i ett vattenkraftverk. (Standardskador)
4. På vilket sätt brukar man åtgärda dessa skador? (Standardåtgärder)
5. Hur ser ni på vikten av att samordna arbeten som utförs på vattenkraftverk?
6. Hur lång arbetstid kommer ett eventuellt byggande av fiskväg ha?

## Bilaga 2 Intervjuresultat

### Sannolikhet för kravställning på byggnation av fiskväg

#### **Respondent 1**

Respondent ett uttrycker sig enligt följande ”Fiskväg kommer bli kravställt i de allra flesta fall”. Han vill dock poängtera att antalet har en stor osäkerhetsfaktor och går inte spekulera för mycket i. ”Det är en stor osäkerhetsfaktor”. Respondenten tror att de större ägarna kommer komma lindrigare undan än de mindre. Detta eftersom de mindre ägarna inte besitter samma resurser att försvara sig i domstol. Han menar också att målet med den nya omprövningen är att miljöanpassa vattenkraften och samtidigt behålla en stabil elproduktion. Det utgår lika mycket miljönytta när fisken kan passera mindre anläggningar som stora, skillnaden i minskad elproduktion blir dock stor. Respondenten nämner också att det i vissa fall inte alls är aktuellt med fiskväg. Exempelvis om fisken inte innan kraftverket byggdes kunnat passera. Han nämner ett vattenfall som exempel.

#### **Respondent 2**

Respondent två tror att omprövningen kommer generera mycket jobb framöver. Troligtvis kommer många olika åtgärder bli aktuella men främst fiskvägar. Han är tydlig med att det råder stor osäkerhet kring vilka anläggningar som kommer få krav på fiskväg men konstaterar ändå att det rör sig om ett stort antal. Respondenten tror att det framför allt är de mindre anläggningarna som kommer drabbas för de är lättare att anpassa till det naturliga flödet.

#### **Respondent 3**

Respondent tre tror att anläggning av fiskvägar kommer vara en mycket prioriterad åtgärd de kommande åren. Han uttrycker sig följande ”Jag tror att de stora drakarna kommer slippa men det är svårt att säga”. Han säger också att det ”garanterat kommer byggas många fiskvägar, uppskattningsvis strax över hälften av anläggningarna”.

### Fem vanligaste skador

#### **Respondent 1**

Betong är inte respondenternas expertis men har ändå upplevt några vanligt förekommande skadetyper.

- Armeringskorrosion
- Erosion
- Läckande utskov

Respondenten kommer inte på fler.

### **Respondent 2**

- Armeringskorrosion
- Erosion
- Frostsprängning
- Sprickbildning
- Läckage

### **Respondent 3**

- Frostskador
- Erodering så ballast blir synlig i vattenlinje
- Sprickor som orsakar kalkutfällning
- Rostande armering

Standardåtgärder för de vanligaste skadorna

### **Respondent 1**

- Vid armeringskorrosion bilas betongen runt den rostade armeringen bort för att sedan gjutas på nytt.
- Erosionsskador görs inget åt förrän armeringen blottas.
- Läckande utskov ville inte respondenten svara på.

### **Respondent 2**

- Vid armeringskorrosion bilas betongen bort för att sedan blåstra den skadade armeringen och eventuellt byta ut skadade delar. Därefter gjuts ny betong på.
- Erosion görs oftast ingenting på förrän armeringen blir synlig.
- Frostsprängning är också ytskador. Dessa skador åtgärdas i samband med andra reoveringar och då bilas skadad betong bort och ny gjuts på.
- Sprickor lagas ofta med injektering av cement.
- Läckage kan tätas på olika sätt. Orsakas läckaget av sprickor är injektering en åtgärd.

### **Respondent 3**

- Frostskador bilas för att sedan pågjutas.
- Erodering åtgärdas oftast inte förrän armeringen är synlig eller i alla fall nästan synlig.
- Kalkutfällning är ett tidigt skede och här brukar ingen åtgärdas tas. Först vid stora problem som tätning görs.
- Rostande armering åtgärdas genom bilning av skadad betong runt det rostande järnet, därefter rengörs armering och sedan gjuts ny betong på.

## Samordning av arbeten på vattenkraftverk

### Respondent 1

Respondent ett tror att det kan finnas fördelar med samordning av olika arbeten på vattenkraftverk. Har hört talas om flera tillfällen tidigare då fiskvägar upphandlats tillsammans med betongrenovering. Respondenten vill inte gå in på hur stora kostnadsbesparingarna kan bli.

### Respondent 2

Samordning av åtgärder på ett vattenkraftverk görs regelbundet på de stora energibolagens anläggningar. Det minskar de totala kostnaderna om en entreprenör kan göra flera jobb samtidigt i stället för att sprida ut åtgärderna. Det är dock viktigt att åtgärderna är av samma tekniska likhet. Respondenten anser att fiskvägar och betongrenovering fyller detta krav för likhet. Hur mycket kostnadsbesparingar det faktiskt blir är väldigt svårt att säga. Respondenten vill inte svara på det. Respondenten är tydlig med att det finns flertalet entreprenörer som har kompetens inom både byggandet av fiskvägar och betongrenoveringar.

### Respondent 3

Arbeten på vattenkraftverk är ofta komplexa. Detta orsakar också höga etableringskostnader, vilket delvis kan undvikas genom samordning av olika åtgärder. Det poängteras dock att åtgärderna måste vara av samma karaktär. Annars är det bättre att ha ”rätt man på rätt plats”. Det kan skilja sig beroende på vilken typ av fiskväg det är som ska byggas, om det är en teknisk betonggjuten trappa eller ett omlöp. Det har skett tidigare vid byggnation av fisktrappor att samma entreprenör även utför dammsäkerhetsåtgärder. Respondenten tror att detta över lag är en bra idé.

## Arbetstid på fiskväg

### Respondent 1

Respondent ett tror att tiden för ett domstolsbeslut blir ungefär ett år. Arbetstiden för åtgärder vid vattenverksamhet brukar därefter ligga på fem år och så kommer troligtvis bli fallet även här.

### Respondent 2

Respondent två tror att domstolstiden kommer ta ”ett par år”. Det bör ta cirka ett år men sådana saker brukar ha en tendens att dra ut på tiden. Arbetstiden från LS brukar ligga på fem år.

### Respondent 3

Domstolstiden är svår att avgöra men bör vara överstökad på något år. Arbetstiden för liknande ingrepp är nästan alltid fem år.

## Bilaga 3 Enkät

### Enkät

Hej,

Lucas heter jag och går tredje året på byggingenjörsprogrammet på högskolan i Halmstad. Jag skriver för tillfället ett examensarbete där jag undersöker den faktiska kostnaden för eventuell byggnation av fiskväg och vilka förutsättningar det finns att samordna detta med betongunderhållsarbetet. För att genomföra denna undersökning behöver jag hjälp med lite uppgifter från er verksamhetsutövare och jag hoppas ni kan ställa upp på det. Uppgifterna berör betongunderhållsarbetet på kraftverken samt den nya omprovningen av miljötilstånd. Enkäten berör alltså enskilt kraftverk.

Alla svar och data som samlas in är konfidentiella. Ingen redovisning kommer ske över vem som svarat vad utan det är en samlad bild över alla svar som kommer presenteras. Möjlighet finns också till anonymisering om man inte vill / kan / får redovisa vilket kraftverk uppgifterna gäller.

Jag har ett antal frågor listade nedan som jag skulle uppskatta om du som verksamhetsutövare kunde svara på. För att svara på enkäten svarar man direkt i wordfilen, sparar den på datorn och sedan skickar den på mail till [lucjoh19@student.hh.se](mailto:lucjoh19@student.hh.se)

Alternativt skriver man ut det på papper, fyller i för hand och postar till:

Adress struken i rapport

Det går även bra att ringa mig på (Tel. struket i rapport) så fyller vi i enkäten via telefon.

**Deadline för att svara på enkäten är 2022-04-18.**

### Allmänt

1. Kraftverkets namn (Om du ej kan / vill / får. Svara med x, y, z.):
2. Företagets namn:

## Miljö / Fisktrappa

3. Är verksamheten anmäld till den nationella planen för omprövning av tillstånd?

Ja

Nej

4. Om svaret var Nej på föregående fråga. Har hela verksamheten prövats efter miljöbalkens införande 1999?

Ja

Nej

5. Vilket år är omprövningen planerad att utföras?

6. Finns det idag någon färdig fisktrappa vid kraftverket?

Ja

Nej

7. Om det blir aktuellt med byggnation av fisktrappa. Hur kommer ni tänka?

Färdigställa byggnation av fisktrappa så fort som möjligt utan hänsyn till underhållsåtgärder.

Avvakta och samordna byggnationen med underhållsåtgärder.

Fisktrappa är inte aktuellt för kraftverket i fråga.



8. Hur ställer du dig till kraven på omprövning av miljötillstånd?

Positiv, tror det kan bidra till ett upplyft i branschen eftersom fler åtgärder i form av renoveringar utförs som annars hade blivit försummat.

Positiv, MEN tror inte det leder till fler renoveringsåtgärder.

Negativ, För stora kostnader för den enskilde ägaren. MEN tror ändå på ett upplyft och fler renoveringar som annars försummats.

Negativ, tror inte det kommer leda till fler renoveringsåtgärder.

### **Betongskador**

9. Har kraftverket några skador i form av armeringskorrosion och när i tiden behöver de i så fall åtgärdas?

Ja, bedöms renoveras inom ett år

Ja, bedöms renoveras inom fem år

Ja, hålls under uppsikt

Nej

10. Har kraftverket några skador i form av läckage och när i tiden behöver de i så fall åtgärdas?

Ja, bedöms renoveras inom ett år

Ja, bedöms renoveras inom fem år

Ja, hålls under uppsikt

Nej

11. Har kraftverket skador i form av sprickor? Hur allvarliga är dessa?

Ja, bedöms renoveras inom ett år

Ja, bedöms renoveras inom fem år

Ja, hålls under uppsikt

Standardsprickor (inga åtgärder nödvändiga)

12. Har kraftverket skador på betongytan?

Ja, bedöms renoveras inom ett år

Ja, bedöms renoveras inom fem år

Ja, hålls under uppsikt

Nej

13. Har kraftverket några frostsador och när i tiden behöver de i så fall åtgärdas?

Ja, bedöms renoveras inom ett år

Ja, bedöms renoveras inom fem år

Ja, bedöms renoveras inom tio år

Nej

14. Har kraftverket renoverats tidigare?

Ja för mindre än 3 år sedan

Ja för mindre än 7 år sedan

Ja för längre än 7 år sedan

Nej / Vet ej

15. Om svaret var ja på föregående fråga. Vilka åtgärder utfördes?

Injektering i betong

Bilning / pågjutning

Gjutning av nya / förlängda konstruktioner

16. Vilka konstruktionsdelar utfördes åtgärderna på?

Svara med egna ord här:

17. Hur mycket ligger den genomsnittliga kostnaden årligen på för betongunderhållsarbeten?

Mindre än 50 000

Mellan 50 000 och 250 000

Mellan 250 000 och 750 000

Mellan 750 000 och 1 500 000

Mer än 1 500 000

18. Hur mycket ligger den genomsnittliga kostnaden årligen på totalt för drift och underhåll?

Mindre än 100 000

Mellan 100 000 och 500 000

Mellan 500 000 och 2 500 000

Mer än 2 500 000

19. När arbetet är klart vill jag gärna ha en kopia av rapporten.

Ja

Nej