

# EN FLÖDESANALYS FÖR KÄVLINGEÅN – HEC-RAS MODELLERING MED FOKUS PÅ DÄMMENS INVERKAN

An analysis of the Kävlinge River flow situation –  
HEC-RAS modeling with focus on the effects of weirs

av JOSEFIN TOLLGREN<sup>1</sup> och JULIA WALLDÉN

<sup>1</sup> Exercisgatan 6, lgh 1501, 211 30 Mahmö

e-post: [Josefin.Tollgren@gmail.com](mailto:Josefin.Tollgren@gmail.com), [wallden.julia@gmail.com](mailto:wallden.julia@gmail.com)



## Abstract

Kävlinge River is one of the largest, and most heavily fish-populated, watercourses in Scania. Eight dams and three active hydroelectric plants are located here, which cause environmental problems; organisms are prevented migration, reproduction and feeding being the biggest issues. Trout and eel, which depend on river accessibility and spawning areas, inhabits the river. This study aims to create a hydraulic model over Kävlinge River, with the purpose of analyzing flow simulations for the effects of proposed dam removals. A shorter model was created from sonar-based data sources, as well as a longer model in which bathymetry was estimated from different data sources. Simulations showed that at least 83 % of the area between Högsmölla and Håstad mölla is dammed, and that the river have potential for recreating areas with higher water velocities; mainly by lowering the dam at Högsmölla. The shorter model showed possible creation of 400–6500 square meters increase in stretches combining the dams at Högsmölla, Silverforsen and Rinneback with fauna passages and partial dam removal. The corresponding result for the longer model was 1200–17000 square meters including the dams at Lilla Harrie, Bösmöllan and Kvarnvik. This result, however, has a greater uncertainty.

*Key words* – Current velocities; Fauna passage; Sonar-based bathymetry; Restoration; Water Framework Directive

## Sammanfattning

Det finns åtta dämmen och tre aktiva vattenkraftverk i Kävlingeån, som är ett av Skånes största samt fiskrikaste vattendrag. Då dämmena segmenterar ån skapar detta miljöproblem; organismer förhindras migration för bland annat fortplantning och födosök. Arter såsom öring och den akut hotade ålen lever i Kävlingeån och är beroende av framkomliga vandringsvägar samt lekplatser. Syftet med denna studie var att skapa en hydraulisk modell över Kävlingeån, för flödessimulering och analys av strömförhållanden då dämmena genomgår föreslagna förändringar samt utrivningar. Det skapades därför en kortare modell (mellan Krutmöllan och havet) som framförallt baserades på ekolodat dataunderlag, och en längre modell (mellan Vombsjön och havet) i vilken batymetri uppskattades från olika dataunderlag. Simuleringar i dessa modeller visade att 83 % av området mellan Högsmölla och Håstad mölla var uppdämt vid medellågvattenföring, och att det finns potential för skapande av strömsträcka i ån; framförallt genom utrivning vid Högsmölla. I modellen baserad på ekolodad data visades potential för skapandet av 400–6500 kvadratmeter strömområde då faunapassager respektive partiella utrivningar simulerades för dämmena vid Högsmölla, Silverforsen och Rinneback. Motsvarande potential i den längre modellen var 1200–17000 kvadratmeter då även dämmena vid Lilla Harrie, Bösmöllan och Kvarnvik undersöktes. Detta resultat har dock större osäkerhet.

## Inledning

Vattenkraften är viktigt för den svenska energiförsörjningen då den är förnyelsebar och även kan användas som reglerkraft vilket skapar balans mellan produktion och användning (Vattenkraft, 2012). Närmare hälften

av den elproduktion som sker i Sverige kommer i nuläget från vattenkraften (SCB, 2017).

Det räknas idag med att det finns 3800 kraftverk och dämmen av olika typer i Sverige som inte har tillstånd varav ca 1700 är regleringsdammar utan kraftproduktion. Av de kraftverk och dammar som har tillstånd har

knappt 3 % prövats enligt miljöbalken eller annan modern lagstiftning (Jewert, 2014). Tittas det närmare på situationen framgår det dock att majoriteten av all elproduktion, 93,5 %, härrör från de 205 största kraftverken (>10 MW) (Jonsson, 2015). De tillstånd som gavs i början på förra århundradet gavs antingen enligt 1918 års vattenlag, kungliga privilegiebrev, eller enligt urminnes hävd med en giltighet tills produktionen väljs att läggas ner (Blomström, 2015). År 2000 antogs ett nytt vattendirektiv i EU gällande kvalitén på vattnet i alla medlemsstater, vilken ställer krav på åtgärder.

Vattendirektivet är ett EU-ramdirektiv som syftar till att skydda, förbättra och bevara alla typer av vatten i unionen så som grundvatten, ytvatten och marinavatten (Publikationsbyrån, 2015). Alla medlemsländer har implementerat direktivets regleringar i sina lagstiftningar och i Sverige ligger de under Miljöbalken (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Meningen med vattendirektivet är att förhindra ytterligare försämring av vattenkvalité, till exempel på grund av övergödning, utsläpp och fysisk påverkan (som bland annat innefattar konnektivitet i vattendrag), samt att förbättra den ekologiska statusen i vattendrag till »god status» senast 2015 i samtliga vattendrag, sjöar och grundvattenförekomster i hela Europa. Anledningar bakom direktivets författande är ökad befolkningstäthet vilket ger ett större tryck på de gemensamma resurserna samt förväntade miljöförändringar (Publikationsbyrån, 2015).

Kävlingeån är ett av Skånes största vattendrag med stora naturvärden. Det finns idag åtta dämmen och tre aktiva småskaliga vattenkraftverk i anslutning till ån, och i samband med införandet av vattendirektivet genomförs utredningar kring åtgärder för förbättrad miljö av bland annat länsstyrelsen i Skåne. Därför har vi i den här studien valt att fokusera på Kävlingeån för att utreda hur dess strömning påverkas av dämmena, och i förlängningen vilka miljöeffekter som kan förväntas.

För utredning av dämmenas hydrologiska inverkan i Kävlingeån utreddes följande frågeställningar:

- Hur ser strömningen ut i Kävlingeån under nuvarande hydrauliska förhållanden?
- Hur kommer strömningen i Kävlingeån att påverkas om en del dämmen förändras eller tas bort?
- Vilka dämmen ger teoretiskt mest strömområde vid partiell utrivning och hur stora kan dessa områden bli?
- Vilken minskning i uppehållstid under transport i vattendraget medför förändrandet av dämmena?

Dessa frågor utformades för att ge en inblick i Kävlingeåns flödessituation och för att kunna bedöma de förändringar i vattendraget vilka kan förväntas då dämmena i ån förändras. Åns nuvarande hydrauliska förhållanden var viktiga som utgångspunkt för jämförelse med

undersökta scenarion, där egenskaper såsom strömförhållande, vattennivå och retentionstid sattes mot varandra. För naturvårdsintressen är strömförhållandena viktiga då det avgör vilken typ av habitat ån utgör för de djur som lever där. Sänkning av vattennivåer vid dämmen kan påverka hastigheter i vattendrag vilket i sin tur också påverkar uppehållstid samt därigenom näringsretentionen.

Den klassificering som använts för strömförhållanden i vattendrag utgick från fyra olika kategorier, vilka varierade från 0,2 till 0,7 m/s. Bedömning kring strömning grundas dock även på utseende då det oftast är svårt att säkerställa den faktiska hastigheten vid ytvattnet (Länsstyrelsen Jönköping, 2002).

Lugnflytande	< 0,2 m/s
Svagströmmande	0,2–0,45 m/s
Strömmande	0,45–0,7 m/s
Forsande	> 0,7 m/s

I södra Sverige där den småskaliga vattenkraften dominerar har det skett stora förändringar i strömförhållandena, då strömningsvariationerna minskar i de reglerade vattendragen jämfört med de oreglerade. Regleringar bidrar även till mindre flödesvariationer samt långsammare vattenhastighet, vilket har bidragit till minskade strömsträckor och forsar (Havs- och vattenmyndigheten, 2013).

## Inverkan från småskalig vattenkraft och dämmen

Småskalig vattenkraft definieras i Sverige som de kraftverken med en effekt mindre än 1,5 MW (Jonsson, 2015). Bland den småskaliga vattenkraften återfinns inte enbart de dammar som är av typen reglerade magasin utan också de som kallas strömkraftverk. Ett strömkraftverk har inte en total reglering av flödet med hjälp av dammluckor, utan låter vattnet passera genom turbinerna som en del av åns naturliga flöde. Vid lågvatten blir då energiproduktionen lägre (IEA, 2012).

Barriäreffekter beskrivs som de effekter som uppstår av att det byggs dammar och andra typer av vandringshinder i vattendraget. I naturen är vattendraget en länk som förflyttar både organiskt och icke organiskt material och sediment nedströms. Samtidigt tillåter det uppströms vandring av olika organismer. De konstruerade dammarna orsakar fragmentering av vattendraget och på så vis blir de barriärer som påverkar de naturliga biotiska och abiotiska processerna (Havs- och vattenmyndigheten, 2013).

Fisk påverkas starkt vid förekomst av dammar. Deras möjlighet att vandra uppströms och nedströms påverkas, deras leksträcker läggs för djupt under vatten vilket

gör att de inte längre fungerar som lekområden, och lokala populationer fragmenteras eller försvinner helt. De migrerande fiskarterna, som vandrar upp i vattendragen från havet för att leka, är till exempel havsöring och lax, flodnejonöga och ål vilka drabbas av barriäreffekten (Havs- och vattenmyndigheten, 2013). Ålen är klassad som »akut hotad» på grund av en kraftig populationsminskning och den klassningen ligger bara ett steg över »nationellt utdöd» (ArtDatabanken, 2015).

För att komma åt problemet för uppströmsvandrande fisk så har det på många håll byggts fiskvägar. Det finns olika typer av fiskvägar som generellt delas in i tekniska och naturliknande, och gemensamt för de flesta så kallade tekniska fisktrappor är att det har en relativt svag positiv effekt på fiskvandringen. På grund av dåligt anpassade konstruktioner och för lågt flöde är det mycket svårt för fisk att ta sig upp i, eller ens hitta till, passagen. Detta är dock ett på senare tid uppmärksammat problem, varvid den nuvarande praxis istället är naturliknande fiskvägar, även kallat faunapassage, som har ett större flöde och lägre lutning. Denna typ av faunapassage är dock inte möjlig att ha på alla kraftverkslokaler på grund av topografin i området (Calles et al, 2012).

För nedvandrande fisk så är ett av de stora problemen med dämmen att fisken blir fördröjd i sin vandring och att de kan tvingas passera genom turbiner. Det förhållandevis låga flödet genom en liten passage gör dock att fisken inte hittar till de möjliga nerfarterna och kan fördröjas i sin färd mot havet. Det har bland annat visats genom en studie av laxsmolt att 65 % av den nedvandrande fisken inte tog sig förbi dämnet (Nyqvist, 2016). Ålen drabbas framförallt eftersom den genom sin speciella biologi inte har råd med fördröjningar. Inför resan till Sargassohavet återbildas matsmältningsorganen till förmån för reproduktionsorganen och ålen kan alltså inte äta efter att den påbörjat sin vandring (Ross, 2007). Ytterligare problem är turbindödligheten för nedvandrande fisk. När fisk migrerar tillbaka till havet, eller till andra delar av systemet, måste de ofta passera via turbinerna. Då vattnet sugts in med höga hastigheter och tryckförändringar skapas turbulens och kollisioner med delar i turbinen vilket gör det mycket svårt för fisken att navigera säkert genom turbinerna (Havs- och vattenmyndigheten, 2013). Själva rotorbladen på turbinerna skadar fisken och särskilt ålen kan ha svårt att ta sig igenom turbinerna på grund av sin långa kropp, ty ju större en fisk är desto större är risken att den skadas i turbinerna (Jonsson, 2015) För att motverka detta kan fiskvägar för nedströmsvandring och fingaller framför intaget installeras.

Förutom de positiva effekterna av att förbättra situationen för de organismer som lever i vattendragen så kan det även förekomma negativa effekter vid utrivningar. Utrivning av dammar har genomförts sedan många år tillbaka, i USA har det rivits ut mer än 1000 dammar av

olika storlekar (Grant & Lewis, 2015). Tyvärr finns det få uppföljande studier som under lång tid undersökt effekterna av utrivning, det saknas forskning både internationellt (Hart et al, 2002) och i Sverige (Lejon et al, 2009), men forskning inom området ökar (Grant & Lewis, 2015).

Vattendragets förmåga till näringsretention kan påverkas av att dämmen tas bort. Retentionen av kväve är i första hand beroende av stor kontaktyta med bottensubstrat för kemisk/biologisk nedbrytning. Retentionen av fosfor är beroende framförallt av sedimentering. Hur en utrivning i praktiken påverkar vattendraget beror till stor del på de geomorfologiska förutsättningarna, där en djup smal kanal med höga flödeshastigheter ger ökad transport av näringsämnen i vattendraget. I anslutning till en utrivning kan en ökad näringstransport förväntas men resultatet på lång sikt beror på hur vattendragets morfologi utvecklas. Om det utvecklas mot en grund bred kanal med mycket växtlighet så kan det ge positiv effekt på näringsretentionen (Stanley & Doyle, 2002).

## Kävlingeån

Kävlingeån är ett av de största vattendragen i Skåne med ett avrinningsområde som täcker mer än 10 % av landskapet (Skåne, 2016) motsvarande ungefär 1200 km<sup>2</sup> (Holmström, 2013). Ån utgår från Vombsjön vars vattenyta ligger ca 20 meter över havet (VISS, 2017:a). Medelflödet i Kävlingeån är 11,5 m<sup>3</sup>/s, men flödet varierar vanligtvis mellan ca 4–20 m<sup>3</sup>/s under sommar respektive vintermånaderna (Föreläggande, 2016:a). Landskapet runt ån består huvudsakligen av platt åkerlandskap och betesmarker, men vattnet faller 16 meter under de sista 25 km innan havet, varvid ån får en brantare lutning och mer varierande strömförhållanden (Eklöv, 2017). Kävlingeån byter sedan namn till Lödde å innan utflödet i Lommabukten (Länsstyrelsen Skåne, 2017:a).

### En historisk återblick

Vattenkvarnen kom till Sverige under 1000-talet (Harrison, 2015), och Kävlingeåns sluttande leder innan utflödet sågs då som en utmärkt plats att anlägga möllor vid. Av de möllor som återfinns i området idag kan vissa av dem spåras så långt tillbaka som tidigt 1500-tal, men det är dock svårt att veta exakt när de första möllorna anlades vid Kävlingeån (Ödman, 2016). Det är troligt att dämmena i ån inrättades och upprustades samtidigt som kvarnarna, men även här är informationen otydlig (Kungörelse, 2015). Efter den första kvarnen byggdes det dock snart fler i strömsträckorna nära Kävlingeåns mynning och under 1600-talet fanns där minst sex stora hjulkvarnar (Ödman, 2016).

Vattenkvarnarnas utbredning, i form av stampar och kvarnar, samt tillgång till stora vattenkvantiteter i området bidrog till nya möjligheter. Industrier effektiviserades och en del av den energi som tidigare kommit från människor kunde nu läggas över på vattnet (Rabow et al, 2012). Verksamheten kring kvarnarna och de möjligheterna som tillkom med ån lade därav grund för industrisamhällen, vilket har format området såsom det ser ut idag (Länsstyrelsen Skåne, 2017:a).

Under 1800-talet uppskattades det att ytvattnet i Kävlingeåns avrinningsområde utgjorde en areal på ca 356 km<sup>2</sup>. 29% av avrinningsområdet beräknades med andra ord vara täckt av vatten, och det landskap som då fanns var i stort sätt opåverkat av människor (SMHI, 1995).

Etableringen av industrisamhällena i kombination med oroligheter runt om i världen bidrog till ett ökat behov av åkermark för matproduktion (Rabow et al, 2012). Under 1930-talet bildades därför en sammanslutning av jordbruksintressenter från trakterna kring Kävlingeån med målet att dränera marken. Via denna sammanslutning rensades och rätades större delen av Kävlingeån ut och vattenståndet sänktes i hela området (Weijman-Hane, 1969). På andra håll i avrinningsområdet genomfördes liknande åtgärder vilket ledde till att endast 41 km<sup>2</sup> av ytvattenarealen återstod år 1950. Det skedde alltså en reduktion på omkring 90% av det ytvatten som tidigare funnits i Kävlingeåns avrinningsområde (SMHI, 1995). Detta ledde till stora förändringar i vattendraget vilket bidrog till minskad fiskmängd (Weijman-Hane, 1969).

För vattenkraften i området innebar industrialiseringen att de flesta näringar byggdes om och att kvarnbyggnader renoverades till större industrianläggningar (Länsstyrelsen Skåne, 2017:a). Vattenkraften i området har sedan dess utvecklats vidare och under 1900-talet installerades Francisturbiner i några av möllorna. (Kungörelse, 2015). Vid avveckling av möllornas verksamheter lämnades dock stendämmen hela, eller delvis utrivna kvar. Detta har lett till att det finns flertalet dämmen i Kävlingeån vilka idag inte fyller någon annan funktion än fördämning (Eklöv, 2017).

### Situationen i ån idag

I Kävlingeån återfinns idag en rik fiskfauna om ca 30 olika fiskarter (Eklöv, 2017), vilket är en av anledningarna bakom att Kävlingeån är nationellt utpekad som ett särskilt värdefullt vattendrag (Länsstyrelsen Skåne, 2017: b). Ån har även ett kulturellt värde, vilket delvis beror på äldre kvarnbyggnader som finns belägna längs ån (Föreläggande, 2016:a).

Utredningar från Länsstyrelsen uppger dock att Kävlingeån inte uppnår miljökrav i enlighet med vattendirektivet. Kemiskt bedöms inte ån uppfylla det som krävs

för en god status, medan den ekologiska statusen i ån benämns som »otillfredsställande» (VISS, 2017:b). Detta beror bland annat på näringsläckage av kväve samt fosfor vilka härstammar från den omgivande åkermarken, förekommer av miljögifter samt den fysiska påverkan som ån genomgått vilken lett till dålig konnektivitet (Johansson, 2015).

Kävlingeåns flöde regleras numera även efter Vombsjön då sjön används som vattentäkt, men trots det uppstår periodvist kraftiga översvämningar. Regleringen vid Vombsjöns utflöde innebär mindre fluktuationer i åns vattenföring, men vattenuttag för bevattning under sommartid tillsammans med de fysiska förändringar som ån har genomgått, leder mer frekvent till uttorkning av bäckar samt biflöden vid lågvatten (Länsstyrelsen Skåne, 2012). Detta tillsammans med de dämmen som uppförts i ån i samband med den vattenkraft som bedrivs i området, ligger till grund för bedömning kring dålig konnektivitet (Johansson, 2015).

### Metodik

Dataunderlaget i studien består av ekolodade sträckor, vägbroar från trafikverket, höjddata från Lantmäteriet, flödesinformation och havsvattenstånd från SMHI, miljökonsekvensbeskrivningar gällande de tre aktiva vattenkraftverken i ån samt inmätta GPS-punkter från fältstudier. Då dessa dataunderlag hade olika precision och täckte in tvärsnitt i ån med varierande mellanrum bedömdes det lämpligt att konstruera två modeller; en kortare vilken täckte in framförallt de ekolodade områdena och en längre vilken sträckte sig från Vombsjön till havet.

De båda modellerna konstruerades genom en serie databehandlingsmetoder, se figur 1, där ArcMap användes för att skapa en sammanhängande höjdkarta vilken inkluderade åfårens batymetri. För dessa steg genomfördes en noggrann analys av åfårens bottenposition i höjled så att lagren kunde kombineras på lämpligt sätt. För användning av HEC-GeoRAS omvandlades rastret sedan till en TIN-struktur (*Triangular Irregular Network*), och de geometriska strukturerna såsom strandkant och tvärsnitt med mera ritades ut. Efter detta exporterades allt till HEC-RAS för vidare konstruktion av de båda modellerna.

I HEC-RAS lades information in vid de områden där ekolodad data saknades baserat på vägbroar och miljökonsekvensbeskrivningar, framförallt i den långa modellen. Efter detta ansattes flera olika scenarier för Mannings koefficient tänkta att motsvara förhållanden vid olika årstider, och modellerna kalibrerades för de flöden som förekom vid tidpunkter för fältstudien. Därefter konstruerades dämmen, som rektangulära överfall, och

Figur 1. I figuren illustreras de program vilka användes för databearbetning i studien. Programmen syns i den ordning de användes i studien, med in- respektive utdata. Bakgrund från höjddata 2 m raster, © Lantmäteriet.

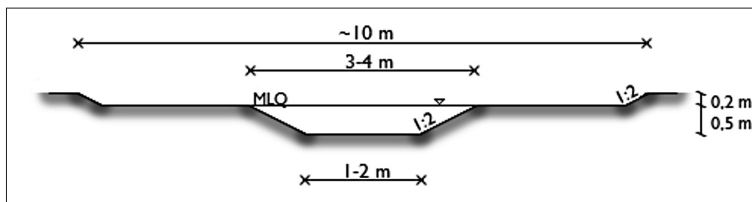
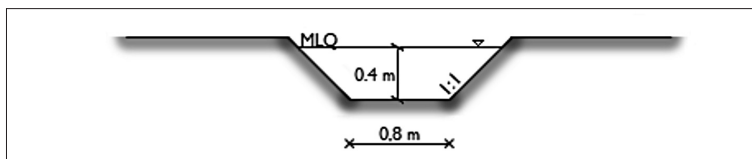


utvalda bropelare utifrån insamlad data och modellerna kalibrerades igen, bland annat utifrån avbördningskoefficienten och vattennivåer vid fältstudien.

Simuleringarna i HEC-RAS genomfördes med varierande Mannings koefficient, för förtydligande av de förändringar som kan tänkas ske över året. Även flödet varierades och för respektive scenario simulerades tre olika flöden; medellågwaterföring, medelvattenföring och medelhögwaterföring, med en storlek på 2,24, 11,5 respektive 57,8 m<sup>3</sup>/s enligt flödesmätningar från SMHI. Då medellåg- och medelhögwaterföring visar det genomsnittligt lägsta samt högsta flödet under året simulerades de främst som kontroll av modell och påvisande av trender gällande strömningsförhållandena i ån. Även havsvattenstånd vid mynningen undersöktes och simulerades för analys av effekt på vattendraget, vilken bedömdes vara liten.

### Utrivningsalternativ

För att simulera de förändringar som föreslagits för dämmena i ån, användes de förslag på faunapassager och utrivningsalternativ som i dagsläget är aktuella. Under



Figur 2. Mindre utskov, utformat efter förslag från miljökonsekvensbeskrivningar.

Figur 3. Större utskov, utformat efter förslag från Fiskevårdsteknik i Sverige AB.

studiens gång uppdragades olika föreslagna scenarier för dämmena, och de kommande beskrivningarna är en sammanställning av dessa.

### Faunapassage, utskov variant mindre

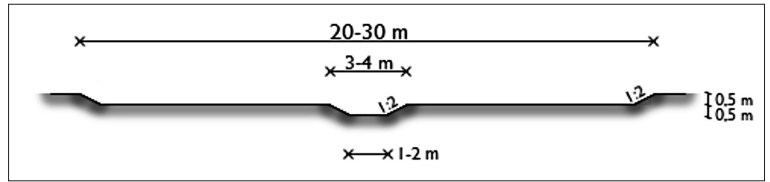
Utskovet i figur 2 baseras på förslag från Sweco:s utredning till faunapassager vid Lilla Harrie, Bösmöllan och Kvarnviks Valskvarn, vilket tagits fram till deras miljökonsekvensbeskrivningar under pågående tillståndsansökan. Förslaget är en betongtröskel där bottenbredd är 0,8 m och där sidorna har en vinkel om 1:1. Om djupet ges inget exakt värde, men ett ungefärligt värde på 0,4 meters vattendjup vid medellågwaterföring föreslås. Dimensionerna är anpassade för optimal funktion vid ett flöde mellan 0,5–2,3 m<sup>3</sup>/s (Föreläggande, 2016:b).

### Faunapassage, utskov variant större

I figur 3 illustreras ett utskov baserat på förslag för faunapassager som presenteras i rapporten 'Miljöanpassning för vandringshinder' (Fiskevårdsteknik i Sverige AB, 2017), i vilken det på uppdrag av Kävlingeåns Vattenråd utretts miljöanpassningar för dämmena vid Rinneback,



Figur 4. Partiell utrivning, utformat efter förslag från Fiskevårdsteknik i Sverige AB.



Silverforsen och Högsmölla. Förslagen innefattar bland annat ett bredare utskov om 1–2 m i bottenbredd vilket är 0,5 m djupt och har sidovinklar 1:2. Detta större utskov är placerat i en mindre tröskel om 0,2 m för säkerställande av vattenföring i utskovet vid medellågvattenföring.

#### Partiell utrivning

Detta förslag, vilket illustrerats i figur 4, baseras på den partiella utrivning av dämmen som presenteras i rapporten 'Miljöanpassning för vandringshinder' (Fiskevårdsteknik i Sverige AB, 2017). Förslaget är en nedsänkning av dämmet med 0,5 m över en bredd av 20–30 m. För säkerställande av fungerande faunapassage även vid ett lågt flöde föreslås för den partiella utrivning införande av det större utskovet längs botten.

För vidare undersökning kring möjliga strömsträckor genomfördes också en djupare partiell utrivning där

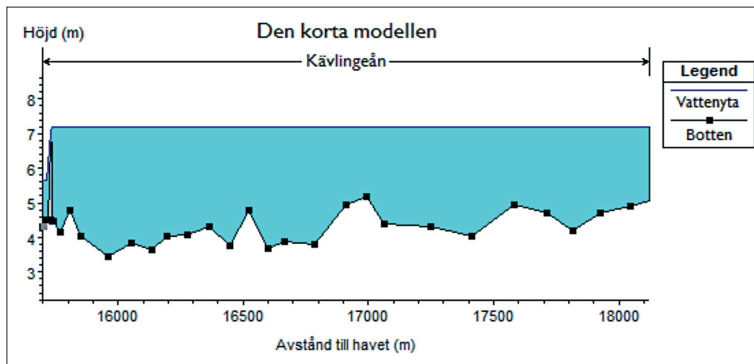
ca 30 m av dämmena revs ut 1 m, vartefter utskovet om 0,5 m tillkom.

## Resultat

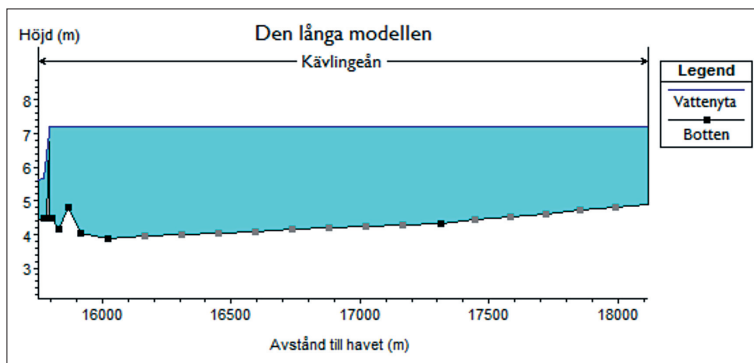
### Jämförelse av modellerna

Den stora skillnaden mellan de två modellerna, förutom deras längd, är dataunderlaget. Där den korta modellen är baserad på ekolodad data ur vilken tvärsektioner skapats, har den långa modellen istället baserats på bestämmande tvärsektioner från olika dataset där mellanliggande tvärsektioner interpolerats fram. Denna skillnad illustreras i figurerna 5 och 6, vilka visar ett exempel på bottenhöjd för de båda modellerna.

Då majoriteten av vattnet i Kävlingeån är uppdamt orsakar inte denna bottenkillnad några märkbara förändringar i vattennivå, varvid båda modellerna kan an-

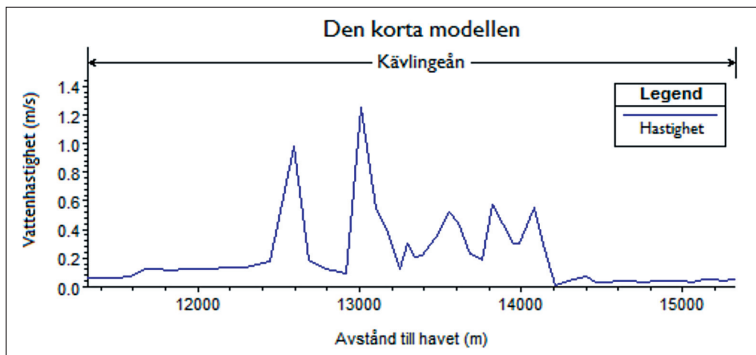


Figur 5. Den korta modellen: Maximalt djup i tvärsektionerna strax innan dämmet vid Rinnebäck, simulerat för lågt flöde.

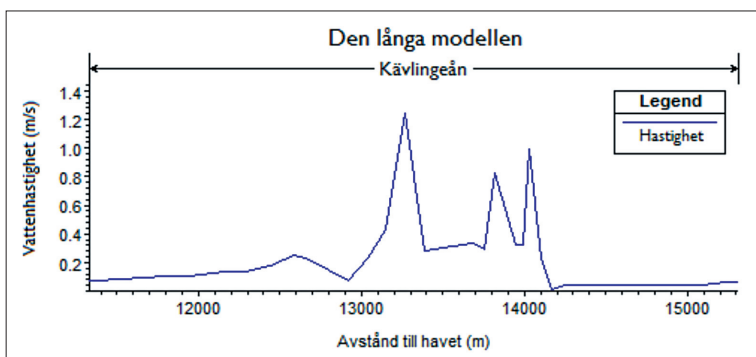


Figur 6. Den långa modellen: Maximalt djup i tvärsektionerna strax innan dämmet vid Rinnebäck, simulerat för lågt flöde.

Figur 7. Modell 1: Vattenhastigheten längs ån. Dämnet vid Silverforsen finns beläget ca 13 000 m från havet och är därmed det enda dämnet i bilden. Vid ca 14 200 m från havet finns dock en naturlig fördämning vartefter ån sluttar brantare fram till dämnet.



Figur 8. Modell 2: Vattenhastigheten längs ån. Dämnet vid Silverforsen finns beläget ca 13 000 m från havet och är därmed det enda dämnet i bilden. Vid ca 14 200 m från havet finns dock en naturlig fördämning vartefter ån sluttar brantare fram till dämnet.



tas ge bra resultat med avseende på detta. Denna bedömning förstärks av att modellerna visar samma vattennivåer i samtliga scenarier. Ån antas dock ha ett kontinuerligt flöde, vilket innebär att flödena i modellen beror på vattentäkt areal i kombination med vattnets hastighet, varvid de olikheter som finns i modellernas tvärsnitt är istället orsakar skillnader i vattenhastighet då vattenytans nivå är densamma. Detta illustreras i figur 7 och 8.

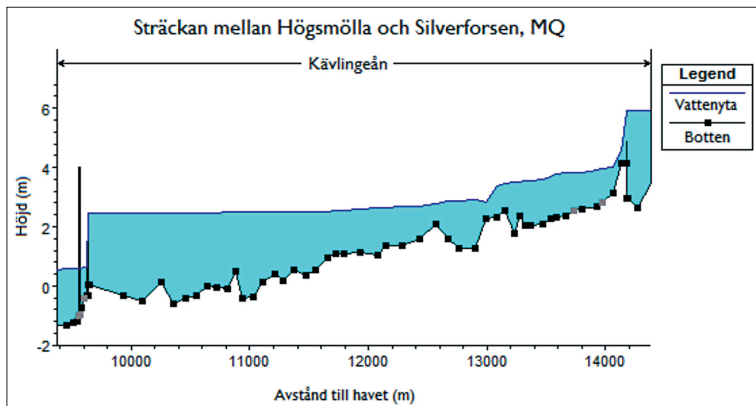
I den korta modellen ger variationen i bottendjup effekter på vattenhastigheten, medan den konstant långsamma förändring av botten som finns i den långa modellen bidrar till att hastigheterna blir jämnare; vid området innan den naturliga fördämningen (ca 14 000 m upp i ån) förändras vattenhastigheten i den korta modellen medan de i den långa modellen är nästan konstanta. Denna skillnad mellan de olika modellerna bidrar även till större olikheter vid högre hastigheter. I den korta modellen orsakar skillnaderna i vattenhastighet kontinuerliga »inbromsningar» i strömningen vilket sänker vattenhastigheterna jämfört med den långa modellen. Då tvärsnittena har mindre avstånd mellan varandra i den korta modellen är det även större sannolikhet att kontraktioner kommer med i modellen varvid högre hastigheter beräknas, vilka eventuellt missas i den längre modellen.

I studien visades de största skillnaderna i modellerna vid medellågvattenföring, och övergripande syntes en generell skillnad i vattenhastighet om 5 %. Det bedömdes därför att de resultat kring vattenhastigheter vilka fås från den korta modellen är mer pålitliga än de från den långa modellen då dess tvärsnitt i större utsträckning representerar åns verkliga form.

#### Högsmölla, ett exempel på individuellt resultat för dämme

Här följer ett exempel på hur dämna i Kävlingeån analyserades och bedömdes individuellt i studien. Liknande redovisning finns att läsa i rapporten för de övriga fem dämna i ån som har aktuella förslag på förändringar.

Dämnet vid Högsmölla är det dämme som är närmast beläget havet, och den fisk som inte kan passera detta dämme kommer därför inte upp i Kävlingeån. I dagsläget räknas dämnet vid Högsmölla som ett definitivt hinder för uppströms vandring, varvid det föreslås förändringar i form av en större faunapassage eller partiell utrivning av dämnet i rapporten *'Miljöanpassning av vandringshinder'*. Då effekterna av dessa förändringar var relativt små vid simuleringarna ansågs det även intressant att undersöka en djupare partiell utrivning av dämnet.



Figur 9. Profil över vattendjup vid medelvattnenföring och botten såsom modellen representerar dagsläget vid Högsmölla i den korta modellen. Till vänster syns gångbron och dämnet vid Högsmölla, till höger syns dämnet vid Silverforsen. Höjden på dämmena varierar över hela dämmets längd, den nivå som syns här är lägsta punkten på dämnet.

### Dämnet idag

Vid ekolodning av ån visades att sträckan mellan Högsmölla och Silverforsen har en relativt jämn botten, men några mindre avvikelser, vilket kan ses i figur 9 där bottenprofilen som användes i den korta modellen illustreras. Sträckan har även en relativt brant lutning, jämfört med andra delar av Kävlingeån, och den fördämning som bildas av Högsmölla dämmer därför endast 3–3,5 av de 4,5 km som finns belägna mellan detta dämme och det uppströms. Detta samt slingrandet av ån medför att 12–16 % av området redan idag har partier med strömmande vatten vid medelvattnenföring såsom illustreras i figur 10, samt att de förändringar som sker vid Högsmölla inte påverkar ån hela vägen upp till dämnet vid Silverforsen. I dagsläget har dämnet vid Högsmölla en fallhöjd om 1,5 m.

### Större utskov

Effekterna av det större utskovet vid Högsmölla är små i de båda modellerna. I samtliga scenarier sänks vattenytan med mindre än 0,1 m, och resultaten visar på att det endast sker minimala effekter i form av ökade vattenhastigheter. Detta utskov bedöms alltså inte påverka åns strömning, och resultaten är i stort sätt detsamma som för dämnet idag, se figur 10.

### Partiell utrivning

Den partiella utrivningen av dämnet vid Högsmölla bidrog till en vattenyttesänkning om 0,2–0,3 m i alla simulerade scenarier. Detta påverkade strömförhållandena vid vattenytan, och i den korta modellen syntes vid medellågvattenföring en sänkning av andel lugnflytande vatten på ca 5 % till förmån för svagströmmande vatten. Vid medelvattnenföring (se figur 11) sjönk andelen lugnflytande vatten med ca 4–5 %, vilket vid detta flöde istället gynnade strömmande områden.

Effekterna av scenariot i den långa modellen var i stort sätt desamma som i den korta modellen, med enda skillnad i storleksordningen i vilken effekterna visades. Den långa modellen visade på nästan dubbelt så stora förändringar vid partiell utrivning, relativt den korta modellen. Vid medelhögvattenföring visade ingen av modellerna någon effekt av utrivningen.

### Djupare partiell utrivning

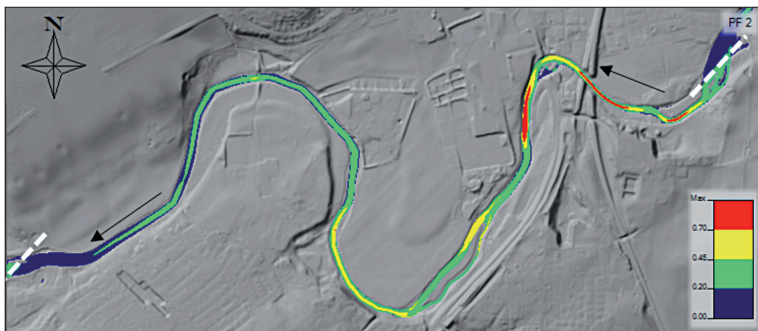
Den djupare partiella utrivningen orsakade en sänkning av vattenytan på 0,3 till 0,8 m vid dämnet. I modellerna visades detta genom en minskning av andel lugnflytande vatten med 20 % vid medellågvattenföring och ca 15–20 % vid medelflöde. Precis som vid den partiella utrivningen blev det vid lågt flöde en större andel svagström-



Figur 10. Strömhastigheter uppströms dämnet vid Högsmölla i dagsläget, sommartid, medelvattnenföring, där blå är hastigheter under 0,2 m/s, gröna är 0,2–0,45, gula är från 0,45 och röda är hastigheter över 0,7 m/s. De vita streckade linjerna visar dämmens position. Bakgrund från höjddata 2 m raster, © Lantmäteriet.



Figur 11. Effekt av partiell utrivning vid Högsmölla, sommartid, medelvattenföring. Blått representerar hastigheter under 0,2 m/s, grönt 0,2–0,45, gul är från 0,45 och röd representerar hastigheter över 0,7 m/s. De vita streckade linjerna visar dämmens position. Bakgrund från höjddata 2 m raster, © Lantmäteriet.



mande vatten, medan det vid medelflöde istället blev mer strömmande vatten. Överlag blev det även en ökning i andel forsande vatten med ca 2–5 %, se figur 12.

I samband med den djupare partiella utrivningen undersöktes effekter av medelhavsvattenstånd på dämmet, och det bedömdes att endast vid extremt högt medelhavsvattenstånd (större än 1,2 meter över havet) kunde vattenståndet nedströms dämmet förväntas påverka det uppströms dämmet. Då de inmätningar som skett vid Barsebäck analyserades kunde det fastslås att medelhavsvattenståndet endast varit över 1,2 meter över havet ca 50 timmar sedan mätningarna påbörjades där, år 1982.

#### Analys

Genom förändringar i dämmet vid Högsmölla finns stora möjligheter för skapandet av strömsträckor. Vid större utrivningar kan dock delar åfåran behöva återskapas även högre upp i ån, då en större andel av vattnet kan förväntas bli forsande. De undersökta scenarierna för dämmet i Högsmölla kan även förväntas påverka och sänka fallhöjden betydligt. Vid analys av havsvattenstånd framkom det att havets effekter på vattendraget ovanför dämmet vid Högsmölla var minimala.

Det finns vissa osäkerheter längs denna sträcka eftersom delar av sträckan var för grunda för båten som ekolodade. Detta gör att bottenprofilen vid »ön» och sträck-

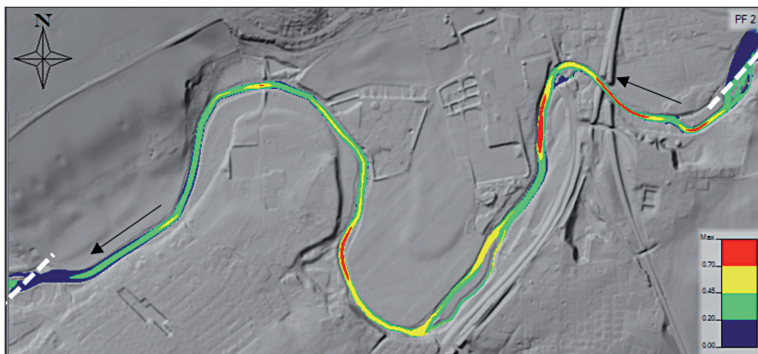
an precis nedströms Silverforsens dämme visar resultat som inte har lika hög säkerhet som omkringliggande områden. Bedömningen är dock att säkerheten i resultaten för sträckan överlag är stor.

#### Kombinerade scenarier

För studien undersöktes dämmena först individuellt och sedan i kombinerade scenarier för analys och bedömning av övergripande förändringar i Kävlingeån vid insatser för förbättrad konnektivitet. Scenarierna valdes efter föreslagna samt tänkbara framtidsförändringar, med målet att möjliggöra jämförelse mellan de effekter som mindre respektive större utrivningar i dämmena kan förväntas bidra till. För utgångspunkt för denna jämförelse simulerades situationen i ån såsom den är i dagsläget i de båda modellerna, varefter övriga scenariers resultat vägdes utifrån dessa värden.

De resultat vilka simuleras i den korta modellen bedömdes vara mer realistiska än de som kom från den långa modellen. Därför valdes den korta modellen som utgångspunkt för simulering av dämmena vid Högsmölla, Silverforsens och Rinneback. För de scenarier vilka involverade andra, eller fler, dämmen än dessa skedde simuleringarna istället i den långa modellen för ett enhetligt resultat.

Figur 12. Effekt av djupare partiell utrivning vid Högsmölla under sommartid vid medelflöde. Blått representerar hastigheter under 0,2 m/s, grönt 0,2–0,45, gul 0,45 och röd representerar hastigheter över 0,7 m/s. De vita streckade linjerna visar dämmens position. Bakgrund från höjddata 2 m raster, © Lantmäteriet.



De kommande jämförelserna fokuserar på effekterna vid ett flöde motsvarande medelvattenföring för Kävlingeån, 11,5 m<sup>3</sup>/s, men i rapporten ingår också resultat för medellåg- och medelhögwaterföring, vilka används för att visa övergripande trender i resultaten.

#### Den korta modellen; Faunapassager vid dämmena

Scenariot är ett minimiscenario för förändringar vid de tre dämmena belägna närmast havet och tanken är att ge en samlad bild av vilken typ av resultat de nuvarande förslagen kan tänkas ge vid minsta föreslagna förändringar kombinerade. Vid Högsmölla och Rinnebäck innebär detta det större utskovet medan Silverforsen genomgått en partiell utrivning.

Vattenytesänkningen ger för alla flödesvariationer en total minskning av vattenyteareal, vilken i dagsläget beräknas till cirka 320 000 m<sup>2</sup> för sträckan mellan dämmena. Generellt syns en ökning i hastigheterna då andelen lugnflytande vattenyta minskar till förmån för andelen svagströmande, strömande och forsande vattenyta. Vid medelvattenföring sker en minskning av den totala ytarealen mellan dämmena med 3500 m<sup>2</sup> och uppehållstiden minskar med 0,4 timmar. Totalt ökar det strömande området (0,45–0,7 m/s) med max 650 m<sup>2</sup>.

#### Den korta modellen; Partiell återställning av dämmena

Vid den partiella återställningen av dämmena i ån antogs det att de tre dämmena vid Högsmölla, Silverforsen och Rinnebäck genomgått en partiell utrivning, vilket är tänkt att motsvara ett scenario med maximala insatser för förbättring av konnektivitet utifrån de föreslagna förändringarna.

Vid medelvattenföring blir effekterna framförallt att det strömande området (0,45–0,7 m/s) ökar med mellan 5 800–7 150 m<sup>2</sup> för sommar respektive vinterförhållanden. Detta motsvarar en ökning om cirka 26 % jämfört med de ursprungliga strömområdena (mellan Krutmöllan och havet). Mestadels av denna areal uppstår i sträckan mellan Högsmölla och Silverforsen. På vintern blir hastigheterna i ån högre eftersom det då är mindre vegetation i ån, vilket i modellen motsvaras av lägre Mannings koefficient. Vid medelvattenföring sker en minskning av den totala vattenytearealen mellan dämmena med cirka 12 600 m<sup>2</sup> och uppehållstiden minskar med som mest med 1,4 timmar.

#### Den långa modellen; Eliminering av vandringshinder

I detta scenario utgicks det från införande av minsta möjliga förändring vid de sex dämmen som i dagsläget utgör vandringshinder och har förslag på åtgärder. Detta

innebär mindre utskov för dämmena vid Lilla Harrie, Bösmöllan och Kvarnviks Valskvarn, större utskov för dämmena vid Högsmölla och Rinnebäck samt en partiell utrivning för dämnet vid Silverforsen.

Detta scenario förväntas minska uppehållstiden i Kävlingeån med 0,4 timmar, bidra till en minskad vattenytearea med upp till 8 500 m<sup>2</sup> (ca 2%) och skapa strömande partier (0,45–0,7 m/s) om 400–2 000 m<sup>2</sup> (1,8–5,9% förändring) vid sommar respektive vinterförhållanden för dessa specifika sträckor kombinerat.

#### Den långa modellen; Partiell återställning av dämmena

Här simulerades de största förändringarna för respektive dämme. Målet med denna simulering var att utreda ett scenario som omfattar hela ån och ger så stora effekter på strömningshastigheterna som möjligt. Därför antogs partiell utrivning för dämmena vid Högsmölla, Silverforsen, Rinnebäck, Bösmöllan och Kvarnviks Valskvarn, medan det vid Lilla Harrie istället skedde en liknande sänkning av dämnet i enlighet med förslag i miljökonsekvensbeskrivningen samt införande av en mindre faunapassage.

Som väntat uppkommer tydlig strömningspåverkan i detta scenario. Här beräknas uppehållstiden för hela ån minska med max 1,9 timmar vid medelvattenföring, den totala vattenytearealen i det berörda området minskar med max 15 600 m<sup>2</sup> och ytarealen med strömande vatten (0,45–0,7 m/s) beräknas öka med 16 400–18 500 m<sup>2</sup> för sommar respektive vinterförhållanden vid medelvattenföring, vilket motsvarar en ökning på 55–67% jämfört med de strömsträckor som finns i området idag.

## Diskussion

Resultaten från denna studie visar att Kävlingeåns strömförhållanden är kraftigt påverkade av de dämmen som finns längs ån. Ur ett nationellt perspektiv är dämmena låga och kraftverken mycket små, men eftersom landskapet är flackt så däms större delen av ån upp. Detta har skapat en situation där strömningen i ån skiljer sig från det naturliga tillståndet; vilket i allmänhet består av omväxlande lugna, djupa dammar och grunda strömande sträckor. Istället domineras ån av lugnflytande vatten som däms från det ena dämnet till nästa och där all fallhöjd sker över dämmets krön, eller genom turbiner i kraftverken.

De strömförhållanden vilka resultatet grundats på är framförallt baserade på kapaciteten hos olika fiskarter att ta sig fram och vilken typ av strömhastigheter som till exempel öring och lax vill ha som lekhabitat. Det är utifrån detta inte bara relevant att skapa faunapassager där fisk och andra djur kan ta sig förbi dämmen, utan också

att öka strömhastigheter i de områden där det är möjligt. Detta eftersom strömmande vatten är en av de biotoper som i störst omfattning försvunnit på grund av mänsklig aktivitet. I de förslag från Kävlingeåns vattenråd gällande återställning för de nedre dämmena ingår också förslag på hur sträckor för strömhabitat kan ökas, dels genom små bäckfåror som skapas i faunapassager och dels genom återställning och uppbyggnad av åns botten. I studien undersöktes inte effekterna av denna förändring, men det ses att en uppbyggnad av bottnen kan vara nödvändig för att minska vattenhastigheter och lutning i anslutning till dämmen samtidigt som strömsträckor skapas för att motverka för höga hastigheter.

Resultaten från de simulerade scenarierna visar inte på några markant minskade uppehållstider. Störst minskning i uppehållstid kunde ses i scenariot *'Den långa modellen; Partiell återställning av dämmena'* i vilken uppehållstiden minskade från 290 timmar till 278 timmar vid medellåg vattenföring, vilket presenteras i rapporten. De förändringarna som simulerades orsakade alltså att tiden det tar för vattnet att ta sig från Vombsjön till havet minskade med cirka 4 %. Dessa större förändringar bör således inte heller påverka vattendragets förmåga till näringsupptag i någon större utsträckning. Förändringarna i uppehållstid är relativt små vid låga flöden och ännu mindre vid höga, varvid varken de biotiska eller abiotiska processerna för näringsretention sannolikt påverkas nämnvärt vid partiell utrivning av dämmena.

När det gäller modellprestation så hade det varit önskvärt med ekolodat dataunderlag för hela sträckan, då resultaten från dessa sträckor blev mer pålitliga och många osäkerheter eliminerades. De likheter som kunde ses mellan den korta och den långa modellen uppträdde framförallt längs dessa sträckor, då de även utgjorde grund för bestämmande tvärsnitt i den längre modellen. På grund av detta så är de skillnader som fastställdes statistiskt mellan modellerna bara jämförbara i den nedre delen av ån, varvid modellprestationen i den långa modellen uppströms Krutmöllan är betydligt mer osäker.

## Slutsatser

*– Hur ser strömningen ut i Kävlingeån under nuvarande hydrauliska förhållanden?*

Känslighetsanalysen visade att större delen av Kävlingeån i dagsläget är uppdamad. Mellan Håstad mölla och Högsmölla beror cirka 83 % av vattennivåerna på dämmena och inte variationer i flöde. Strömningen i Kävlingeån bedömdes under nuvarande hydrauliska förhållanden vara främst lugnflytande, vilket tros till stor del bero på uppdamningar i ån.

*– Hur kommer strömningen i Kävlingeån att påverkas om en del dämmen förändras eller tas bort?*

Resultat visar på att föreslagna förändringar har låg till medelstor påverkan på vattennivåer och strömförhållanden jämfört med dagsläget. Effekterna av de olika utrivningarna gav resultat inom ett genomsnittligt intervall av 1–3 cm för det mindre faunapassagerna, 3–12 cm för de större faunapassagerna, 11–27 cm för partiell utrivning och 29–72 cm för djupare partiell utrivning. Generellt ökade vattenhastigheterna ju mer vattenytan sänktes.

Vid analys av total borttagning av dämmena ökade hastigheterna med genomsnittligen 5 % vid högt flöde och 45 % vid lågt flöde. Denna analys var dock simpel då den antog att det substrat vilka dämmena består av helt togs bort, vilket sannolikt ger överskattade hastigheter. Resultaten visade dock att ån efter utrivning fortfarande hade ett strömförhållande som var av övervägande lugnflytande eller svagströmmande karaktär vid låga respektive medelstora flöden.

*– Vilka dämmen ger teoretiskt mest strömområde vid partiell utrivning och hur stora kan dessa områden bli?*

De markanta strömsträckor vilka skapades vid simulering uppstod i samband med utrivning av dämmena i anslutning till Högsmölla och Bösmöllan. Vid djupare partiell utrivning av dämnet vid Högsmölla sågs att andelen strömmande vattenyta i området uppströms mot Silverforsen ökade från ca 12–30 %, och för Bösmöllan ökade andelen strömmande vatten från ca 17–27 % i samma scenario. Resultat gällande Bösmöllan simulerades dock i den längre modellen varvid de har en större osäkerhet.

Resultat från scenariot *'Den långa modellen; Partiell återställning av dämmena'* visade på möjlighet att skapa genomsnittligen 17 450 nya kvadratmeter yteareal strömmande vatten vid medelvattenföring. Det är dock viktigt att ta detta resultat med en nypa salt, då simuleringar i den längre modellen överlag bedöms mer osäkra på grund av bristande dataunderlag.

I *'Den korta modellen; Partiell återställning av dämmena'* vilken berör de tre nedre dämmena kan det genomsnittligen skapas 6 475 nya kvadratmeter yteareal strömmande vatten vid medelvattenföring i denna del av ån. Dessa resultat anses mer pålitliga överlag då modellen baseras främst på ekolodad data.

*– Vilken minskning i uppehållstid under transport i vattendraget medför förändrandet av dämmena?*

I den kortare modellen, vilken inkluderade tre av de sex undersökta dämmena i Kävlingeån, uppvisades minskningar med upp till 8,3 timmar för låga flöden och 0,1 timmar för höga flöden. I den simulerade partiella återställningen av den långa modellen minskade uppehålls-

tiden med 0,1 till 12,4 timmar. Överlag visades alltså små effekter i form av minskade uppehållstider med upp till 4,3 % i Kävlingeån för de simulerade scenarierna.

## Referenser

- ArtDatabanken (2015) Rödlistade arter i Sverige 2015. ArtDatabanken SLU, Uppsala. Hämtad: juni 2017 från [https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-varverksamhet/publikationer/22.-rodlistan-2015/rodlistan\_2015.pdf]
- Blomström J. (2015) Om rättsverkan av äldre rättigheter och tillstånd för vattenkraft. Juridiska institutionen. Stockholm universitet. Vårtermin -16. Hämtad: mars 2017 från [http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:825883/FULLTEXT01.pdf]
- Calles O. Gustafsson S. Österling M. (2012) Naturlika fiskvägar idag och imorgon. Karlstads Universitet, Fakulteten för samhälls- och livsvetenskaper, Universitetstryckeriet Karlstad. Hämtad: juni 2017 från [https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:516568/FULLTEXT01.pdf]
- Eklöv A. (2017) Förstudie-miljöanpassning/återställning av Kävlingeån. Kävlingeåns Vattenråd, Fiskevårdsteknik AB. Hämtad: vt 2017 från [http://www.kavlinge.se/files/Kaevlingeaan2.pdf]
- Fiskevårdsteknik i Sverige AB (2017) Miljöanpassning av Vandringshinder. Kävlingeåns Vattenråd, Kävlingeån. Hämtad 22 augusti 2017 från [http://kavlinge.se/files/Kaevlingeaan\_Kallelse\_Protokoll-2017/Kaevlingeans-vattenvaardsprogram/2017/Bilaga-1\_Slutrapport-miljoeanpassning.pdf]
- Föreläggande (2016:a) Ansökan om tillstånd om lagligförklaring av befintlig vattenkraftsanläggning samt ansökan om vattenkraftverksamhet vid anläggning på fastighet Lilla Harrie 4:2, Kävlinge kommun. Mål nr: M2150-15 4:2. Växjö Tingsrätt, Mark och miljödomstolen.
- Föreläggande (2016:b) Ansökan om lagligförklaring av dammanläggning, tillstånd från elkraftproduktion m.m på fastigheten Bösamöllan 1:1, Lunds kommun. Mål nr: M2155-15 4:2. Växjö Tingsrätt, Mark och miljödomstolen.
- Grant G.E. & Lewis S.L (2015) The Remains of the Dam: What Have We Learned from 15 Years of US Dam Removals? – Antologi: Hämtad juni 2017 [http://wpg.forestry.oregonstate.edu/sites/wpg/files/bibliopdfs/15\_Grant%26Lewis\_IAEG\_Dams.pdf]
- Harrison D. (2015) När introducerades vattenkvarnen? Från svd.se. Hämtad: 13 mars 2017, från [https://www.svd.se/nar-introducerades-vattenkvarnen/om/harrisons-historia]
- Hart, D. Johnson, T., K. Horwitz, R. Bednarek, A. Charles, D. Kreeger, D. Velinsky, D. (2002) Dam Removal: Challenges and Opportunities for Ecological Research and River Restoration. BioScience, 2002. Hämtad juni 2017 från [https://academic.oup.com/bioscience/article/52/8/669/254910/Dam-Removal-Challenges-and-Opportunities-for]
- Havs- och vattenmyndigheten (2013) Vattenkraftens påverkan på akvatiska ekosystem – en litteratursammanställning. Havs- och vattenmyndigheten (2013:10). Hämtad: 13 mars 2017 från [https://www.havochvatten.se/download/18.5f66a4e81416b5e51f7bf0/1380888859932/rapport-hav-2013-10-vattenkraftens-paverkan.pdf]
- Havs- och vattenmyndigheten (2016) Ramdirektivet för vatten – utgångspunkt för svensk vattenförvaltning. I havochvatten.se. Hämtad: 13 mars 2017, från [https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/miljomal--direktiv/vattendirektivet.html]
- Holmström K. (2013) Kävlingeåprojektet – Slutrapport etapp I–IV. Ekologgruppen i Landskrona AB. Hämtad mars 2017 från [http://www.kavlinge.se/rapporter/Kproj\_slutrapport\_etapp\_IV\_maj\_2013.pdf]
- IEA (2012) Technology roadmap Hydropower. International Energy Agency, Frankrike. Hämtad: juni 2017 från [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012\_Hydropower\_Roadmap.pdf]
- Jewert J. (2014) Den nya striden om vattenkraften. Forskning & Framsteg. Publicerad: 2014-06-08. Hämtad: 8 mars 2017 från [http://fof.se/tidning/2014/6/artikel/den-nya-striden-om-vattenkraften]
- Johansson J. (2015) Sjö- och vattendragsplan. Remissversion. Lunds kommun. Hämtad: mars 2017 från [http://www.hojea.se/rapporter/Bilaga\_5\_Sjoe-\_och\_vattendragsplan\_Lunds\_kommun.pdf]
- Jonsson M. (2015) Rikedomar runt rinnande vatten – De ekonomiska värdena av en miljöanpassad vattenkraft. Naturskyddsföreningen, Sportfiskarna, WWR, Älvräddarna. Hämtad: 8 mars 2017 från [http://www.wwf.se/source.php/1603344/rikedomar%20vatten%202.pdf]
- Kungörelse (2015) Ansökan om tillstånd enligt 11 kap. Miljöbalken (1998:808) samt lagligförklaring av anläggning. Mål nr: M2150-15 4:2. Växjö Tingsrätt, Mark och miljödomstolen.
- Lejon, A. G. C., B. Malm Renöfält, and C. Nilsson. 2009. Conflicts associated with dam removal in Sweden. Ecology and Society 14(2): 4. Hämtad: juni 2017, från [http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art4/]
- Länsstyrelsen Jönköping (2002) Biotopkartering – vattendrag; Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag. I länsstyrelsen.se. Hämtad: 23 augusti 2017, från [http://www.lansstyrelsen.se/jonkoping/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/2002/2002\_55\_webb.pdf]
- Länsstyrelsen Skåne (2012) Regional vattenförsörjningsplan för Skåne län – Utpekande av vattenresurser av regional betydelse för dricksvattenförsörjningen i Skåne idag och i framtiden. Länsstyrelserapport: 2012:2. ISBN: 978-91-86533-68-7.
- Länsstyrelsen Skåne (2017:a) Kävlinge å. I länsstyrelsen.se. Hämtad: 6 mars 2017, från [http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/sambhallsplanering-och-kulturmiljo/landskapsvard/kulturmiljoprogram/sarskilt-vardefulla-kulturmiljoer-i-skane/kulturmiljostrak/Pages/Kavlinge\_a.aspx]
- Länsstyrelsen Skåne (2017:b) Kävlingeån/Lödde å. I länsstyrelsen.se. Hämtad: 9 februari 2017, från [http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/djur-och-natur/skyddad-natur/ovriga-skyddsformer/nationellt-vardefulla-vatten/vattenbeskrivning/Pages/kavlingeanolde-a.aspx]
- Nyqvist D. (2016) Atlantic salmon in regulated rivers Migration, dam passage, and fish behavior. Universitetstryckeriet, Karlstad 2016 Hämtad: juni 2017, från [http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1038779/FULLTEXT01.pdf]
- Publikationsbyrån (2015) God vattenkvalitet i Europa (EU:s



- vattendirektiv). Hämtad: 8 mars 2017 [<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=LEGISSUM:l28002b>]
- Rabow A., Sträng M., Olsson C., Tronde B., (2012) Kulturmiljöprogram Kävlinge kommun, tematisk översiktsplan. Regionmuseet Landsantikvarien i Skåne. Kävlinge kommun. Hämtad: mars 2017 från [<https://www.kavlinge.se/download/18.f8873cc141a12daff3168a/1382011873058/Tematisk+%C3%B6versiktsplan+Kulturmilj%C3%B6program.pdf>]
- Ross P. (2007) *Extraordinary Animals: An Encyclopedia of Curious and Unusual Animals*, Greenwood Press. Hämtad: juni 2017, från [[http://www.marefa.org/images/e/ea/Piper\\_Extraordinary\\_Animals-An\\_Encyclopedia\\_.pdf](http://www.marefa.org/images/e/ea/Piper_Extraordinary_Animals-An_Encyclopedia_.pdf)]
- SCB (2017) 80 procent av elen kommer från vattenkraft och kärnkraft. I SCB.se. Hämtad: 9 februari 2017, från [<http://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/energi/#0f540e57-bca3-4404-b59b-4bf65fea8ded>]
- Skåne (2016) Snabbfakta om Skåne. I skane.se. Hämtad: 17 mars 2017, från [<http://www.skane.com/sv/snabbfakta-om-skane/>]
- SMHI (1995) *Sänkta och torrlagda sjöar*. SMHI Svenskt Vattenarkiv. Tryckeri: CA-Tryck AB Norrköping 1995. ISSN: 0283-7722. Hämtad mars 2017 från [[https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.102410!/sanktasjoar.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.102410!/sanktasjoar.pdf)]
- Stanley E.H & Doyle M.W (2002) *A Geomorphic Perspective on Nutrient Retention Following Dam Removal*. BioScience, Hämtad: juni 2017, från [<https://www.fws.gov/habitatconservation/Dams.pdf>]
- Vattenkraft (2012) *Vattenkraft – energikälla med lång historia*. I corporate.vattenfall.se. Hämtad 13 mars 2017, från [<https://corporate.vattenfall.se/press-och-media/nyheter/import-nyheter/vattenkraft-energikalla-med-lang-historia/>]
- Weijman-Hane G (1969) *Kävlingeåns generalplan*. Kävlingeåns vattenvårdsförbund. I kavlingeans-vvf.com. Hämtad: 6 mars 2017, från [<http://www.kavlingeans-vvf.com/wp-content/uploads/2014/05/K%C3%A4vlinge%C3%A5ns-generalplan-1969.pdf>]
- Widmark, Dag (2002) *Småskalig vattenkraft och kulturmiljö*, Kunskapsavdelningen, Riksantikvarieämbetet. Hämtad: mars 2017 från [[https://www.raa.se/publicerat/rapp2002\\_6.pdf](https://www.raa.se/publicerat/rapp2002_6.pdf)]
- VISS (2017:a) *Vombsjön*. I viss.lansstyrelsen.se. Hämtad: 9 februari 2017, från [<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE617666-135851>]
- VISS (2017:b) *Kävlingeån: Havet-Bråån*. I viss.lansstyrelsen.se. Hämtad: 20 februari 2017, från [<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE618685-133000>]
- Ödman A. (2016) *Kävlinges historia, från istid till enskifte*. KEPA Tryck AB, Kävlinge 2016. ISBN: 978-91-983190-0-2.