

Möckelns utlopp vid Byvärma begränsningar och möjligheter



LÄNSSTYRELSEN
I KRONOBERGS LÄN

Möckelns utlopp vid Byvärma – begränsningar och möjligheter

ISSN: 1103-8209, Meddelande nr 2009:12

Text och foto: Johan Kling, Envicarta

Omslaget visar överst stenvalsbron över den idag torrlagda norra utloppet och nedre bilden stenvalsbron vid Möckelns utlopp tagit från Möckeln.



Förord

Länsstyrelsen i Kronobergs län har gett Envicarta i uppdrag att utreda hydromorfologin kring Helge å vid Byvärma med särskild hänsyn till översvämningssproblematiken kring sjön Möckeln.

Möckeln är en sänkt sjö med flacka stränder. Det gör att områdena kring sjön är särskilt känsliga för översvämningar i samband med höga flöden. Möckeln har idag ett utlopp som kan vars avbördningsförmåga kan vara begränsat av olika anledningar. Med tanke på kommande klimatförändringar har Länsstyrelsen gett Envicarta i uppdrag att utreda eventuella begränsningar vid nuvarande utloppet vid Byvärma samt alternativa lösningar som kan mildra höga vattenstånd i Möckeln.

Länsstyrelsen har inte tagit ställning till innehållet i rapporten utan Envicarta ansvarar ensam för det som framförs i rapporten.

Länsstyrelsen i Kronobergs län

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Innehållsförteckning	4
Projektbeskrivning	5
<i>Syfte</i>	5
<i>Metod</i>	5
Möckelns utlopp och sjösänkning.....	7
<i>Hydrologin vid Byvärma</i>	7
Avrinningsområdet uppströms Möckeln	7
Vattenståndet i Möckeln	8
Följande slutsatser kan dras avseende Möckelns vattenstånd	11
<i>Södra utloppet</i>	12
Stenvalvsbron	12
Helge å form och friktionsmotstånd.....	13
Inloppet från Möckeln.....	15
Tornasjöns vattennivå	16
Slutsatser kring södra utloppet.....	17
Norra utloppet	18
Förslag till åtgärder	21
<i>Möckelns vattenstånd</i>	21
<i>Södra utloppet</i>	21
Mätstationen	21
Möckelns utlopp.....	21
Stenvalvsbron	22
Helge å.....	22
Tornasjön.....	22
<i>Möjligheten att nyttja norra utloppet som breddavlopp</i>	22

Projektbeskrivning

Syfte

Projektets målsättning var att undersöka avbördningen genom Möckelns södra utlopp om det finns begränsande faktorer som kan hindra utflödet av vatten. Av särskilt intresse var den gamla stenvalvsbron vid Byvärma om den kan utgöra en begränsande tvärsektion. Även andra faktorer som kan begränsa utflödet analyserades.

I projektet ingick också att undersöka om översvämningssproblematiken har förvärrats och om man därmed behöver sätta in åtgärder eller om de senare årens höga vattenstånd kan ses som en naturlig variation. Slutligen var syftet att ge förslag till åtgärder.



Fig 1. Flygbild över södra utloppet vid Byvärma. © Karta, Lantmäteriet, dnr 106-2004/188

Metod

Hydrologin analyserades från mätstationen strax uppströms om Stenvalvsbron vid Byvärma. Mätserien, som består av dygnsmedelvärden startar 1922 och slutar 31 december, 2007.

Stenvalvsbron vid Byvärma mättes in med måttband och avvägningsinstrument. Höjsättningen utgick från fixpunkten vid bronns södra ände. Från mätningarna ritades bron upp i ett CAD-system och valvens samt fårans tvärsnittsarea beräknades.

Inloppet till Helge å uppströms Stenvalvsbron besöktes per båt vid tre tillfällen 2007-08-06, 2008-06-06 samt 2008-10-04. Vid första tillfället var vattenståndet relativt högt med ett flöde kring 18,9 m³/s. Vid andra tillfället var vattenståndet i Möckeln mycket lågt och flödet nära lägsta lågvattenföring. Vid två tillfällen, 2007-08-06 och 2008-10-04, ekolodades sträckan ut mot Möckeln samt från stenvalvsbron till Tornasjön med hjälp av ett registrerande ekolod som dessutom är kopplat till GPS. Detta möjliggjorde fortsatt analys av djupmätningarna i dator. Ekolodningen kontrollerades med hjälp av latta på ett stort antal punkter. Delsträckan fotograferades också vid båda tillfällena. Även bottensedimenten undersöktes vid båda tillfällena för ett annat projekts syfte. I samband med ekolodning mättes flödes hastigheten vid ytan. Flygelmätningar genomfördes i profiler strax nedströms stenvalvsbron.

Från mätningar av fårans djup och bredd, flödes hastighet och sediment i fåran beräknades skjuvpänningar från botten och sidor samt tvärsnittsareor. Det norra utloppet besöktes 2008-06-06 och 2008-10-10. Den gamla fåran följdes från Möckeln till Tornasjön. Den gamla stenvalvsbron över det norra utloppet mättes in med avvägningssinstrument och måttband. Tyvärr medgav inte tiden att avväga bron mot en fixpunkt vid Byvärma.

Möckelns utlopp och sjösänkning

Hydrologin vid Byvärma

För att förstå risker och möjligheter avseende Möckelns avbördning vid Byvärma bör man först analysera hydrologin och om det finns några trender som visar på ökade vattenstånd i Möckeln.

Avrinningsområdet uppströms Möckeln

Nivån i Möckeln beror på inflödet och utflödet av vatten tillsammans med avdunstningen. Om utflödet minskar, till exempel på grund av att avbördningen vid Byvärma minskar, så kommer vattennivån i Möckeln visa på en trend mot ökande vattenstånd om även om inflödet hålls konstant.

Medelvattenföringen vid Möckelns utlopp motsvarar 9,4 m³/s för hela tidserien från 1922 till idag. Möckeln har tre stora tillflöden i form av Helge å vid Agunnaryd, Lilla Helge å strax öster om Agunnaryd och Helge å som rinner till vid Diö.

Helge å:s avrinningsområdet uppströms Agunnaryd börjar på en höjd, strax under 200 meter över havet för att därefter sjunka med jämn takt till ca 136 möh när Helge å rinner ut i Ryssbysjön Vattendragets genomsnittliga lutning mellan Rydboholm och Ryssbysjön är 0,23 %. Nivåskillnaden mellan Ryssbysjön och Möckeln är endast 0,6 meter vilket gör att det bildas en flack yta mellan Ryssbysjön och Möckeln. En stor del av avrinningsområdet norr om Möckeln är skogsbevuxet. Tyvärr saknas det uppgifter om tillflödet av vatten från detta vattendrag man kan anta att tillflödet är ungefär lika stort som för Helge å vid Diö. En del av tillrinningen till Möckeln kommer dock att avdunsta. Uppströms Möckeln finns ett fåtal vattenkraftverk som delvis kan påverka inflödet av vatten till Möckeln genom Helge å vid Agunnaryd. Utbyggd fallhöjd motsvarar 28 % av den totala fallhöjden men magasin-ytorna är relativt små. Den kraftstationen som bedöms ha störst påverkan på flödet är stationen mellan Ryssbysjön och Osasjön. Vid höga flöden är troligen regleringsförmågan begränsad eftersom magasinskapaciteten är även i detta kraftverk liten. Vid Trelleborg finns en regleringsdamm, även den liten till ytan.

Lilla Helge å:s avrinningsområde är förhållandevis stort, ca 164,7 km². Inom avrinningsområdet finns flera stora sjöar som tillför vatten. Målasjön och Tjurken är de största sjöarna. Om man förutsätter att den specifika avrinningen är ungefär som vid stationen vid Byvärma och utnyttjar dess tidserie från 1922 kan man beräkna medelvattenföring tillsammans med max och min värden. För Lilla Helge å vid utloppet vid Möckeln bör medelvattenfö-

ringen motsvara 1,5 m³/s med en minsta vattenföring kring 200 l/s och en högsta högvattenföring kring 7 m³/s

Helge å vid Diö regleras vid Diö vattenkraftverk. Medelvattenföring vid stationen är 3,6 m³/s enligt Dammregistret. Förmodligen har stationen begränsad kapacitet vid höga flöden utan att skapa översvämningar kring vattendraget.

Vattenståndet i Möckeln

SMHI har sedan 1922 en hydrologisk mätstation vid Möckelns utlopp uppströms stenvalsbron vid Byvärma. Avbördningskurvan för stationen har ändrats flera gånger. Den största förändringen skedde på 1960-talet vilket reducerade de beräknade högsta flödena med upp till 25 %. Orsaken till att avbördningskurvan har ändrats har inte utretts av SMHI. Även på senare tid har avbördningskurvan ändrats. Man kan emellertid anta att mätningar av vattenstånd inte har förändrats sedan stationen startade 1922.

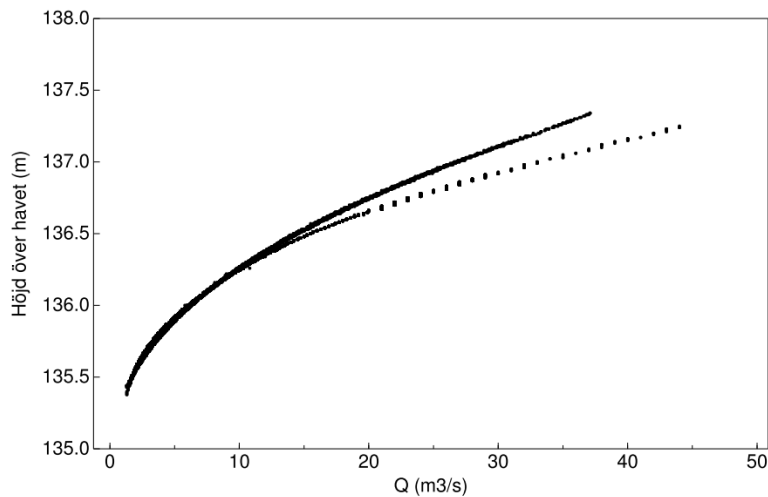


Fig 2. Samband mellan vattenstånd i Möckeln och flödet i Helge å vid Byvärma. Figuren visar tydligt att värdena representerar två avbördningskurvor. Vid de högsta vattenstånden är skillnaden 22 % i avbördnings vid det aktuella vattenståndet.

Vattenståndet i Möckeln är i sig oreglerad men flera av de tillrinnande vattendragen hyser dammar som påverkar tillrinningen. Vattenföringen är vid Möckelns utlopp 9,36 m³/s, vid Gustavsfors, 9,6 m³/s och vid Delary 11,5 m³/s. Vattenståndet i Möckeln varierar kraftigt under året.

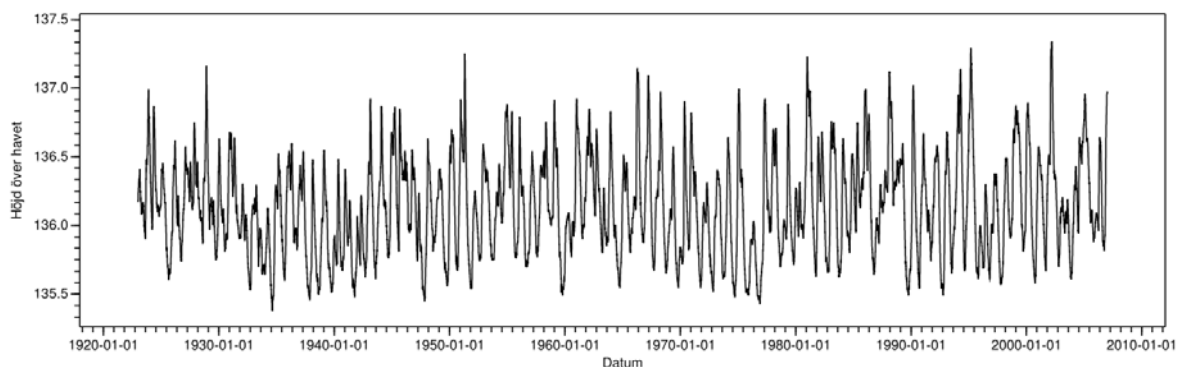


Fig 3. Tideserie för stationen vid Byvärma från 1922 till 2008.

Högsta vattenståndet som har uppmätts är 137,34 möh vilket inträffade mellan 14 till 16 mars, 2002. Vattenstånd över 137 möh har inträffat 356 dagar sedan 1922. Vanligtvis förekommer de högsta vattenföringarna under perioden februari till maj med låg vattenföring under juli till september. Variationen under året följer en sinusvåg tämligen väl. Man kan emellertid se en avvikelse under första kvartalet.

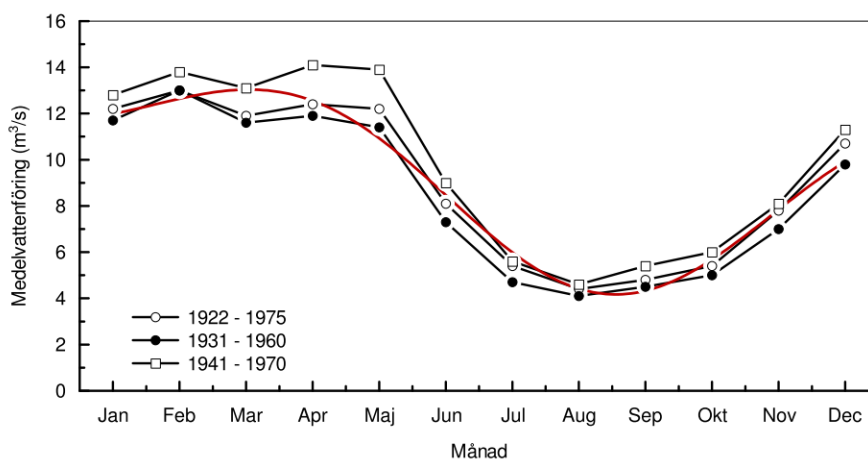


Fig 4. Variationen i flöde vid Byvärma under olika månader. Den röda linjen representerar en anpassad sinusvåg.

Från statistiken beräknades sannolikheten för olika vattenstånd. Vattenståndet i Möckeln visar på en god korrelation med en log-normal fördelning. Avvikelse sker vid ändarna speciellt avseende låga vattenstånd. I fallet med lågvattenståndet kan i princip inte vattenståndet sjunka under 135,22 möh eftersom botten under stenvalsbron utgör en tröskel.

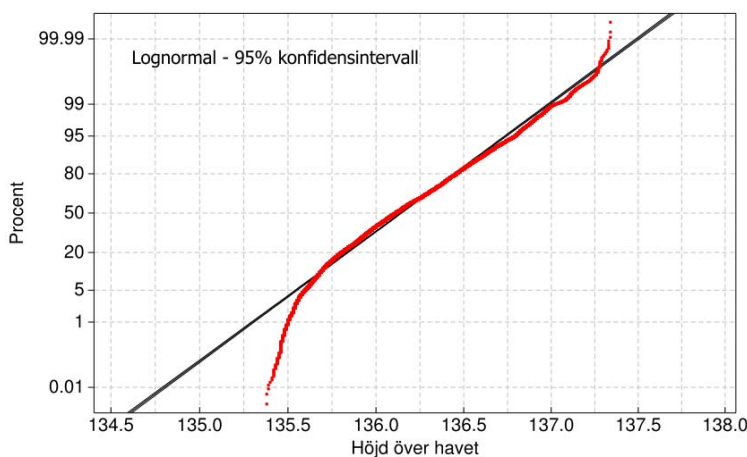


Fig 5. Sannolikheten att understiga ett visst vattenstånd i Möckeln,

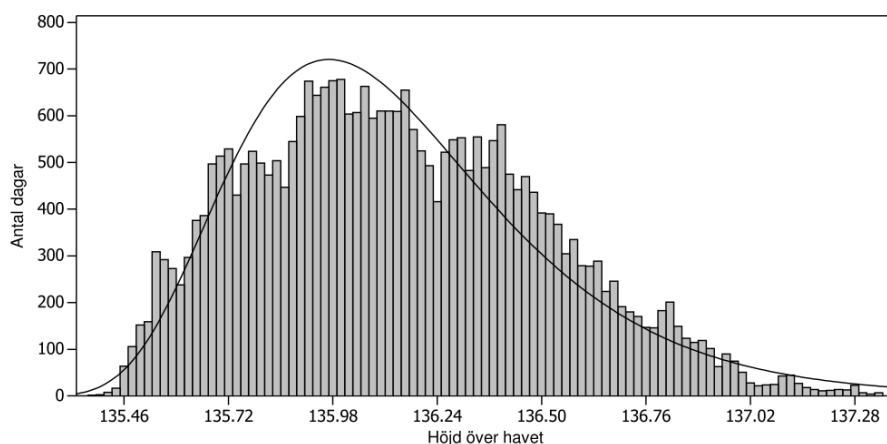


Fig 6. Frekvensdiagram för olika vattenstånd i Möckeln mellan 1922 och 2007.

Värdena för vattenstånd analyserades med olika statistiska metoder. Trendanalys av årsmedelvärden visar inte på någon statistik vederlagd trend i årsmedelvärdena över medelvattenföring, lågvattenföring och högvattenföring. Man kan därför inte säga att flödet har varken ökat eller minskat i Helgeån. Även om det går att ana en trend i tidserien som skulle innebära en ökning av medelvattenståndet med 12 cm mellan 1922 och 2007. Samma gäller avseende högsta högvattenflöde varje år och lägsta lågvattenföring som inte heller uppvisar några trender.

Analys av regelbundna mönster med hjälp av spektralanalys visar att såväl medelvattenföringen, lågvattenföringen och högvattenföringen en cykel kring 4-5 år. Dessa är dock inte statistiskt signifikanta på 5 % nivån. Eventuell kan detta vara ett inslag av den nordatlantiska oscillationen. Lågvattenföringen visar emellertid på en signifikant cykel på 5 % nivån för lågvattenföring motsvarande ca 36 år. Det betyder att riktigt låga vattenföringar förekom 1937 och 1973. Om detta stämmer borde riktigt lågt vattenföring inträffa 2009. Mellan perioderna har de varit högre lägsta lågvattenföring. Cykeln

får dock anses vara mycket osäker.

Tabell 1 Statistik över vattenstånd över 137 möh

Period	Medelnivå över 137 möh	Maximal nivå	Standard avvikelse	Antal dagar över 137 möh
1920-1950	137,20	137,25	0,00560	48
1950-1980	137,10	137,14	0,02720	48
1980-2007	137,14	137,34	0,00647	230

Eftersom de höga vattenstånden är intressantast söktes alla tillfällen över 137 möh fram ur tidserien. De utsökta data analyserades i 30-års perioder och avseende trender. Avseende medelvärde för alla dagar med vattenstånd över 137 möh kan man inte se någon trend. Medelnivån över 137 möh för högre fram 1950-talet, lägre mellan 1950 till 1980 och sedan högre igen under de senaste 30 åren. Detta förhållande tycks även avspeglas avseende maximal nivå under perioden. Avseende standard avvikelse kan man se liknande trend med större spridning i att börja och slutet av tidserien. När det gäller antal dagar över 137 möh i varje period kan man dock se en skillnad. De två första perioderna hade båda 48 dagar med vattenstånd över 137 möh medan den sista perioden hade 230 dagar med samma vattenstånd.

Följande slutsatser kan dras avseende Möckelns vattenstånd

- Det finns ingen trend i Möckelns medelvattenstånd som tyder på att medelvattennivån stiger. Inte heller kan man se någon trend avseende högvattenflöden och lågvattenflöden.
- Medelnivån för vattenstånd över 137 möh, med andra ord vattenstånd som går över valven i bron vid Byvärma har inte stigit.
- Antalet dagar med vattenstånd över 137 meter har blivit fler under de senaste 30 åren och ökat från 48 till 230 dagar. Detta bör jämföras med nederbördsstatistik om denna parameter indikerar en ökning.

Södra utloppet

Det södra utloppet vid Byvärma är Möckelns enda utlopp idag. Eventuell påverkan på Möckelns vattenstånd bör därför vara lokaliserad till delsträckan i Helge å mellan Möckeln och Tornasjön. Från fältarbetet identifieras fyra olika parametrar som skulle kunna begränsa utflödet.

Stenvalvsbron

Stenvalvsbron byggdes kring 1820. Bron består av åtta valv där varje valv har en bredd kring 3,7 meter. Diametern på valven är tämligen konstant kring 4,3 meter. Höjden på valven från botten varierar mellan 1,7 till 1,9 meter. Bron är byggd av huggen natursten förmodligen från platsen. Avståndet mellan valven varierar något och minskar mot söder. Bredden mellan valven är mellan 2,3 till 3,4 meter. Brons totala bredd är 6,62 meter. Längden är 57,82 meter vid vägbanan och 51,88 meter vid fårans botten. Bron lutar något och på norra sidan är den 31,5 cm lägre än på norra sidan. Även fårans botten är djupare på norra sidan. Förmodligen var bron något lägre när det byggdes vid början av 1800-talet. På senare tid har en betongyta lagts på den ursprungliga bron vilket öka höjden med ca 30 cm.

Enligt förslaget inför Möckelns sänkning skulle sjön sänkas med 1,2 meter genom att tröskeln vid södra utloppet skulle sänkas och fårans bredd ökades till 18 meter. Vid en inspektion efter sänkingsföretaget 1857, noterades dock att man hade sänkt Möckeln med 1,85 meter under tidigare lågvattennivå. En intressant fråga är hur man lyckades bredda och sänka södra utloppet när stenvalvsbron fanns på plats. Det är tydligt från ekolodningar att mycket av grävarbetet skedde i delsträckan närmast Möckeln och sedan avtagande söderut. Nedströms första kurvan verkar man framförallt ha bredat fåran dock i begränsad omfattning. Upplagd vallar längs fåran saknas i princip efter första kurvan.

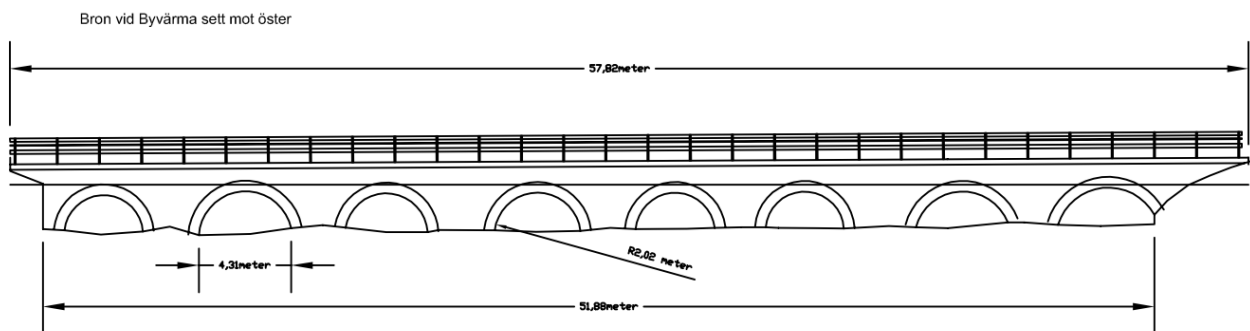


Fig 7. Ritning över stenvalvsbron vid Byvärma. Linjen som löper tvärs över bron strax ovanför valven motsvarar högsta vattennivån i Möckeln vid 137,35 möh.

En viktig fråga är om stenvalvsbron har en begränsande effekt på utflödet av vatten vid Möckeln. Vid högsta högvattenflöde är tvärsnittsarean 108 m² precis nedströms bron. Stenvalven area motsvarar i medel 5,35 m² och totalt area för alla valven är 42,8 m². Det betyder att bron tar 60 % av tvärsnittsarean vid vattenstånd över 137 möh. Vid medelvattenstånd är tvärsnittsarean 42,8 m² och valven har då en yta motsvarande 24,4 m². Vid medelvattenföring eller lägre vattenstånd täcker bron 57 % av tvärsnittsarean.

En annan viktig faktor är att själva valven har en relativt hög råhet. Genom att vattnet kommer i kontakt med hela valvets yta ökar den våta perimetern från 56,6 m vid högsta vattenstånd om bron inte hade funnits till 101,1 m med bron. Det betyder att vattnet kommer i kontakt med nästa dubbelt så lång yta när den strömmar genom bron. Vid vattenstånd kring 137 möh blir effekten något större. Effekten påverkas också av att råheten, Mannings tal för stenvalvsbron motsvarar 0,04 till 0,045 medan botten har en råhet kring 0,03.

Vid vattenflöden över ca 25 m³/s finns det risk att vattennivån uppströms bron kommer att stiga så att stenvalven hamnar under vattenytan och därmed skapa en dämmande effekt på Möckelns vattenyta. Liknande broar, fast med liknande effekt på hydrologin, finns både vid Oshult och Pjätteryd.

Lägsta nivån som kan uppnås	135,22 möh
Vattennivån över de flesta valven	137,0 möh
Högsta vattennivån som uppnåtts	137,35 möh
Vattennivå för att gå över bron	138,61 möh

Mätningarna visar att över 137,0 möh kan inte utflödet av vatten öka nämnvärt. Visserligen ökar vattentrycket då vattenståndet i Möckeln går över valven vilket borde öka flödeshastigheten genom valven men eftersom vattenståndskillnaden är liten är förmodligen denna effekt också liten.

Helge å form och friktionsmotstånd

För att avgöra hur mycket stenvalvsbron påverkar utflödet av vatten måste man även se närmare på fåran i sig nedströms bron. Om denna är begränsande spelar det inte så stor roll att stenvalvsbron tar en stor del av tvärsektionen. Nedströms första kurvan är fåras bredd mellan 18 till 22 meter. Djupet varierar kraftigt från 1,8 till 2,8 meter enligt tidigare ekolodningar. En beräkning av fårans tvärsnittsarea visar att den varierar från 25 m² till maximalt 41 m² vilket innebär en mindre tvärsnittsarea än vid stenvalvsbron. Nedströms bron är också sedimenten i botten och sidor betydligt grövre och består till stor del och block och sten. Skjuvspänning i dessa tvärsektioner beräknas till 2,9 N/m² vilket är nästan dubbelt så mycket som vid stenvalvsbron vid medelvattenföring. Detta tyder på att även om bron inte fanns så skulle utflödet ändå begränsas av Helge å:s mindre tvärsektion och större friktionsmotstånd



Fig 8. Två tillfällen med olika vattenstånd i Möckeln. Bilderna visar samma tre valv fast med en skillnad i vattenstånd kring 1,3 meter.

Eftersom delsträckan har ekolodats 2007-08-06 samt 2008-10-04 finns det möjlighet att jämföra vattenstånden både genom ekolodsregistreringarna och manuella djupmätningar. Om enbart bron skulle vara en begränsning för flödet i Helge å skulle skillnaden i vattenytans lutning vara liten nedströms bron mellan låg och högvattenföring.

Vid första tillfället var flödet motsvarande 18,6 m³/s om man nyttjar avbördningskurvan medan andra tillfället var flödet ca 3 m³/s. Vid första tillfället var vattenståndet omedelbart nedströms bron ca 0,3 m i genomsnitt medan vid andra tillfället 1,5 meter. Det betyder en skillnad med 1,2 meter. Om vi gör samma analys strax efter sista kurvan innan Tornasjön var vattendjupet vid första tillfället 1,5 meter och 0,8 meter vid andra tillfället. Det ger en skillnad på 0,7 meter. Delsträckan längd är 1335 meter, vilket ger en lutningsförändring motsvarande 0,55 meter eller en ökad genomsnittlig lutningsökning på ca 4 cm/100 meter. Denna beräkning tyder på att vattnet bromsas upp nedströms stenvälsbron i fåran vilket beror på betydligt mindre tvärsektion och större friktionsmotstånd från fårans sidor och botten.

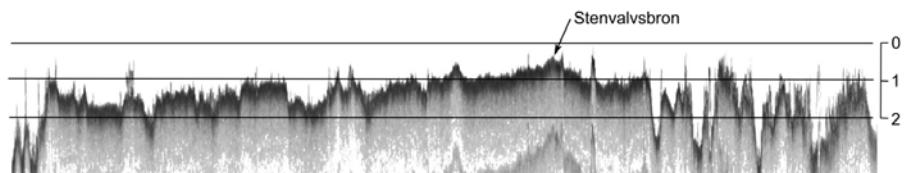


Fig 9. Ekolodning från första kurvan i Helgeå (till vänster) uppströms till Möckeln längst till höger. Ekolodningen utfördes 2008-06-06. Bilden visar att botten vid stenvalvsbron utgör en tröskel för Möckeln och den högsta punkten för Helge å mellan Möckeln och Tornasjön. Skalan till höger visar djupet i meter.

Inloppet från Möckeln

Från flygbilder kan man tydligt se att inloppet till Möckeln har minskat. Detta beror området söder om den långsmala ö som ligger i utloppet är idag kraftigt igenvuxen med vass och en tät matta med vattenklöver. Effekten blir att Möckelns inlopp trycks allt mer mot den norra sidan om ön. På vissa ställen har fårans bredd minskat till ca 18 meter. Vattendjupet i denna del kring 1,0 meter vid lågvattenföring 08-06-06. Samma ekolodning 2007-08-06 visade på ett vattendjup kring 1,5 meter. Skillnaden blir då ca 0,5 meter vilket är mindre än vid bron. Vid högre vattenstånd är det dock troligt att en del vatten går även på södra sidan av den långsmala ön.

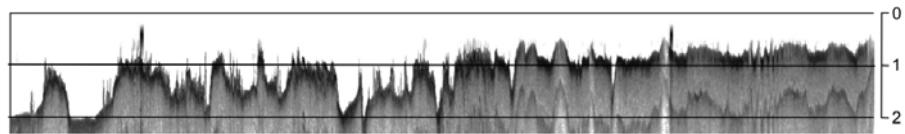


Fig 10. Ekolodsregistrering från Möckeln (till vänster) till stenvalvsbron 2008-06-06. Skalan till höger visar djupet i meter. Högra kanten på registrering motsvarar ca 5 m uppströms stenvalvsbron.

I och med att den nya fåran öster om ön blir mer eller mindre rektangulär kan man anta att tvärsektionens area är mellan 27 till 36 m³ med andra ord mindre än stenvalvsbrons avbördningsförmåga. Som tidigare nämnt kan man inte anta att området söder om den långsmala ön hindrar allt vatten utan när vattenstånd går över 137 möh är det sannolikt att del av flödet kommer passera över och under vegetationen.



Fig 11. Ekonomiska kartan 1950 samt dagens flygbild. Utloppet har på senare tid minskat betydligt i omfattning. © Karta, Lantmäteriet, dnr 106-2004/188

Tornasjöns vattennivå

Den fjärde faktorn som kan påverka utflödet av vatten genom Helge å är Tornasjöns vattenstånd. Om inflödet av vatten från Byvärma överstiger utflödet genom Kråka kanal kommer vattennivån i Tornasjön att stiga kraftigt. Detta betyder att fallhöjden minskar mellan Byvärma och Tornasjön vilket i sin tur leder till minskat flöde genom Helge å enligt Mannings ekvation.

Samma gäller om Skepphultasjöns vattennivå stiger snabbare än Tornasjön kommer effekten fortplanta sig uppströms. Fallhöjden genom Kråka kanal kommer då minska vilket leder till att Tornasjöns vattennivå också börjar stiga. Denna effekt är dock inte så trolig eftersom utloppet vid Oshult har en stor tvärsnitt. Enligt kartan är skillnaden i medelvattennivå mellan Skepphultasjön och Tornasjön 0,2 m, vilket skulle innebära att de båda sjöarna relativt snabbt skulle komma i samma nivå. Om Skepphultasjöns vattenstånd skulle innebära en begränsning måste vattennivån stiga kraftigt för att ge effekt hela vägen upp till bron vid Byvärma.

Kråka kanal är också bred, i genomsnitt 32 meter, i själva kanalen även om inloppet är något smalare. Det är därför inte troligt att Kråka kanal utgör någon begränsning för utflödet av vatten. Visserligen består Kråka kanals botten av sten till stor del som skapat stort friktionsmotstånd, men vid högre vattenstånd kommer tvärsnittsarean öka kraftigt samtidigt som friktionsmotståndet relativt lågvattenflöde, att minska.

Tornasjön undersöktes vid lågvattenföring och vid ett måttligt högvattenflöde (18,6 m³/s). Vid två tillfällen ekolodades sjön. Det har tyvärr inte funnits möjlighet att undersöka sjön vid ett riktigt högt flöde då vattenståndet i Möckeln överstiger 137 möh. Ekolodningarna visar på att Tornasjön är en mycket grund sjö. I stora områden är vattendjupet under 1,5 meter även vid ett högt vattenflöde i Helge å. Endast i mitten av sjön närmar sig vattendjupet 2 meter. Tornasjöns volym är därför relativt liten och borde vattenståndet reagera snabbt om inflödet genom Helge å var större än utflödet genom Kråka kanal. Även om det inte finns några direkta mätningar av vattenstånd så är intrycket från de båda tillfällena att vattenståndskillanden är kring 30

cm och absolut inte i närheten av de vattenståndsvariationer som förekommer vid stenvalvsbron. Detta tyder på att Tornsjöns vattennivån inte är den begränsande faktorn.

Tornasjön vattennivå relativt olika flöden kan dock ha ändrats genom att sjön är i kraftig igenväxning. Utloppet vid Tornasjön verkar dock vara relativt brett fortfarande och vid jämförelse med äldre flygbilder vilket gör att denna effekt troligen är begränsad.

Slutsatser kring södra utloppet

- Stenvalvsbron har en stor påverkan på tvärsektionen vid Byvärma genom att den tar up 60 % av tvärsnittsarean
- Dagens tvärsektion vid stenvalvsbron kan aldrig bli större än valvens yta, 42,8 m²
- Genom bron har den våta perimetern ökat från 56,6 till 101,1 m. Friktionsmotståndet har därmed också mer än fördubblats.
- Den hydrauliska radien vid stenvalvsbron har minskat från 1,9 till 0,42 meter genom bron.
- Stenvalvsbron har en betydande påverkan på utflödet av vatten från Möckeln vid vattenstånd över 137,0 möh.
- Inloppet från Möckeln har reducerats och kan utgöra en begränsning idag.
- Mätning av vattenstånd, tvärsektion i Helge å och beräkningar av skjuvspänningar tyder på att fåran i sig är en begränsande faktor. De flesta tvärsektion har en mindre area än valven i stenvalvsbron och dessutom har en botten täckt av sten som skapar stort friktionsmotstånd. Det betyder att även om bron togs bort skulle förmodligen inte utflödet av vatten öka nämnvärt mer än vid vattenstånd i Möckeln över 137 möh.
- Tornasjöns vattenstånd bedöms ha en liten effekt på utflödet av vatten.

Norra utloppet

Som tidigare berörts har Möckelns vattenyta sänkts. Förslaget till sjösänkningen beslutades av Kungl. Majestät år 1852 och det praktiska genomförandet skedde under åren 1852 till 1857. Målsättningen med sjösänkningen var att sänka Möckelns vattennivå med 1,2 meter men vid besiktningen 1857 noterades att Möckeln hade sänkts ned med 1,85 meter. Vinsten i areal kring Möckeln som uppnåddes med sänkningen motsvarade 9,7 km².

Före sänkingsföretaget avvattnades Möckeln med hjälp av två utloppsfåror norr och söder om Byvärma Säteri. Före sänkingsföretaget beslutades att den södra fåran skulle grävas om till en djupare kanal och därmed öka utflödet från Möckeln. Enligt beslutet skulle kanalen ha en bredd på 18 meter. Även denna kanal sänktes ned till större djup än vad som från början var beslutat. Resultatet av dessa arbeten, förutom själva sjösänkningen, blev att Möckelns norra utlopp blev torrlagd och är idag till stor del igenvuxen.

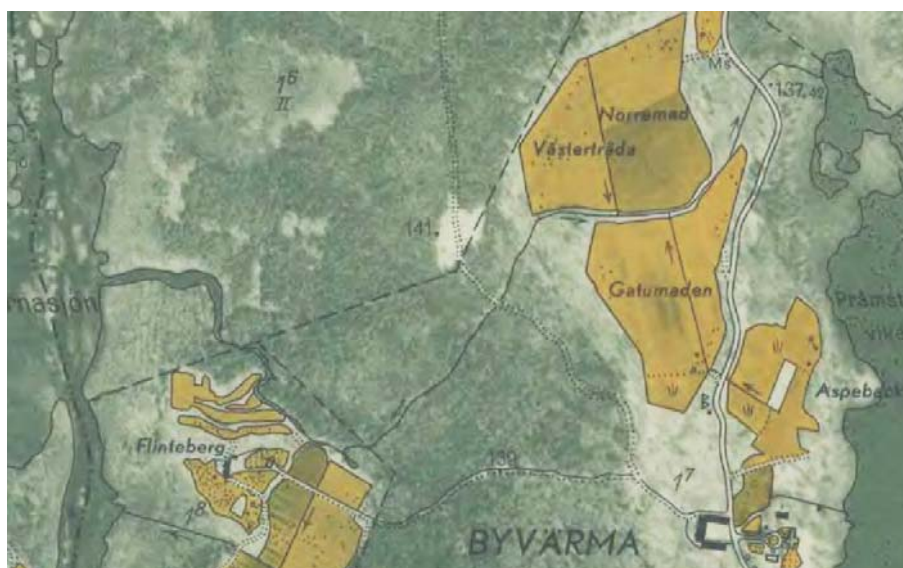


Fig 12. Norra utloppet på ekonomiska kartan från 1950. Den gamla fåran syns som ett sträck i mitten av bilden. © Karta, Lantmäteriet, dnr 106-2004/188

För att inte vattennivåerna i Tornasjön och Skepphultasjön skulle stiga genomfördes även grävarbeten och rensningar i dessa sjöars utlopp. Tornasjöns utlopp grävdes om till dagens Kråka kanal och vid Skepphultasjöns utlopp vid Oshult grävdes fåran om och fördjupades. Detta innebar att även Tornasjöns vattennivå sjönk med 1,7 meter och Skepphultasjön med 1,4 meter. Sjöarealen minskade med 1,3 km² respektive 2,2 km².

När man jämför med äldre kartor, till exempel vid Kalvsnäs norr om Byvärma, där den gamla strandlinjen är inritad är det tveksamt om Möckeln verkligen sänktes 1,85 meter. En sänkning motsvarande 1,2 meter verkar mer trolig eftersom det högre värdet skulle innebära att vägen mot Agunnaryd då skulle ligga under vattenytan. Enligt beskrivningen var södra utloppet före grävarbetena 11 meter, men ingen information har hittats avseende det norra utloppet. Inte heller har några handlingar där detta utlopp är inritat på en karta påträffats. I och med att sjöytan sänktes blev detta utlopp torrlagt och hela Möckelns vatten går idag genom södra utloppet. Av den anledningen besöktes området två gånger för att försöka återfinna var denna fåra ursprungligen haft sitt läge. Man kan förvänta sig att denna inte nått ända ner till vägen mellan Byvärma och Agunnaryd eftersom Möckelns vattenstånd före sjösänkningen var högre.

Strax nordväst om Byvärma finns ett fornminne inritat. Detta visade sig vara en äldre stenvalvsbro med att fyra valv. Fåran vid denna plats är kraftigt igenvuxen men det går att ana i terrängen hur bred den ursprungligen har varit.



Fig 13. Den äldre stenvalvsbron över norra utloppet från nordsidan.

För att fastställa den gamlas stenvalvsbron och därmed norra utloppet bredd mättes bron in med måttband och avvägningsinstrument.

Brons hela längd är 37 meter och bredden, 3,8 meter. Bron har fyra valv varav de två mellersta är något bredare än de två yttre valven. Bron är välvd varför bronns mitt är ca 1 meter högre än de bortre ändarna. Mycket tyder på att den ursprungliga fåran sträckte sig från de yttre valvens bortre kanter vilket gör att norra fåran bör ha varit 17 till 18 meter bred vid denna punkt. Det är intressant att notera att södra utloppet var 11 meter bred före grävarbetena vilket betyder kan betyda att avbördningen genom de två utloppen kan ha varit större än dagens södra utlopp. Även om man följer fåran uppströms mot Möckeln ser den ut att ha denna bredd. Nedströms bron är fåran tämligen sönderkörd av skogsmaskiner varför det är svårt att avgöra den ursprungliga bredden. Förmodligen har den haft ungefär denna bredd hela vägen till Tornasjön.

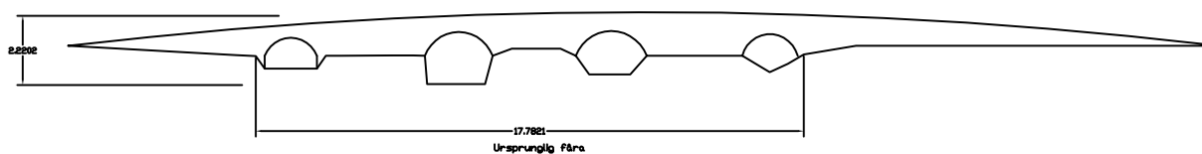


Fig 14. Profil över stenvalvsbron över norra utloppet

Från brons krön ned till dagens vattenyta är det 2,3 meter och från valvens innertak till vattenytan, ca 1,8 meter. Om vi antar ett vattenstånd då fåran var aktiv kring dagens nivå med andra ord 30-40 cm vattendjup bör vattenytan ha haft en nivå kring 137,35 möh. Brons överyta bör då motsva en höjd på 139,65 möh. Detta verkar rimligt med tanke på att en fixpunkt ca 40 meter väster om bron har en höjd på 141 möh och ligger på en höjd ovanför bron. Tyvärr har inte tiden som har varit till förfogande för projektet räckt till att avväga bron mot en fixpunkt. Närmaste fixpunkt är vid bron vid Byvärma och vid vägen mot Agunnaryd där norra utloppet ansluter till Möckeln.

Det är idag svårt att föreställa sig hur fåran har sett ut före torrläggningen, men det är troligt att den har varit relativt flack med stenig-grusig botten. Idag är fåran till stor del fylld med organiskt material. Förmodligen liknande den dagens södra utlopp omedelbart söder om stenvalvsbron. Vattendjupet bör ha varit relativt liten, förmodligen under en meter.



Fig 15. Den idag torrlagda fåran norr om stenvalvsbron. Efter första besöket 08-06-06 har del av den gamla fåran dikats ut.

Förslag till åtgärder

Möckelns vattenstånd

Den statistiska analysen visar på att det inte har skett någon förändring av Möckelns medelvattenstånd vilket gör att det blir tveksamt att sätta in några åtgärder för att öka avbördningen vid Byvärma med nuvarande nederbördssituation. Orsaken till att det har blivit fler tillfällen med vattenstånd över 137 möh bör analyseras med tidserier för nederbördsdata. Mycket tyder dock på att ökningen i antal dagar beror till största del på nederbörden. Om åtgärder ska vidtas bör den hydrologiska situationen i de tre större tillflödena undersökas först. Speciellt bör undersökningen fokuseras på tillflödet har ökat och om flödespulsen i samband med nederbörd har blivit mer accentuerad genom rensningar och markavvattning i skogsbruket. En strategi för Möckelns vattenstånd bör också sättas in i ett avrinningsområdesperspektiv där situationen i Kristianstad också beaktas. Detta enligt EU:s översvämningsdirektiv och solidaritetsprincipen. Enbart öka avrinningen genom Helge å vid Byvärma ger enbart en lokal lösning, men kan innebära långtgående effekter nedströms, inte minst för Kristianstad.

En strategi för Möckelns vattenstånd bör också beakta åtgärder uppströms Möckeln. Detta kan innebära åtgärder i fåran som behåller vatten längre och sprider ut flödespulsen under längre tid men med lägre amplitud.

I enlighet med Översvämningsdirektivet ska åtgärdsplaner tas fram för hur översvämnningar kan minskas och dess ekonomiska konsekvenser reduceras. Prognoserna för klimatförändringarna tyder på ökad nederbörd mellan 10 till 15 % i området vilket kan leda till att översvämningsrisken kring Möckeln kommer öka inom de närmaste 100 åren. Detta bör också beaktas i en strategi för Möckelns vattenstånd.

Södra utloppet

Mätstationen

Det finns fortfarande osäkerhet varför avbördningskurvan avviker från den ursprungliga från 1922. Avvikelsen är så pass stor för höga flöden att det finns tveksamhet att nyttja flödesdata från stationen. Det behövs en utredning för att förklara vad som kan ha ändrats, t ex om tvärsektionen har minskat, om valven i stenalvsbron har minskat eller om något annat som har förändrats nedströms bron.

Möckelns utlopp

Det är tydligt att Möckelns inlopp till Helge å har kraftigt reducerats genom igenväxning. Det finns en viss tveksamhet hur detta påverkar höga vatten-

stånd. Det är viktigt att om eventuella rensningar ska genomföras söder om den långsmala ön, att sjösänkingsföretaget kontaktar SMHI så att dessa särskilt kan notera effekten på pegeln. Det kan också vara lämpligt att sätta upp tillfälliga peglar och avväga vattenytan från bron till Möckeln före och efter rensning.

Stenvalvsbron

Analysen tyder på att stenvalvsbron är begränsande faktor vid vattenstånd över 137 möh. Det kan emellertid vara så att fåran i sig är en mer begränsande faktor vilket gör att skillnaden i vattenstånd uppströms och nedströms bron blir mycket liten även vid vattenstånd över 137,0 möh. Av den anledningen föreslås att invägda peglar alternativt fixpunkter, sätts upp strax uppströms och nedströms bron så att detta kan avgöras vid nästa höga vattenstånd. Alternativ kan fixpunkter monteras på brons överyta som nyttjas för mätning av vattenstånd.

Helge å

Resultaten tyder på att den begränsande faktorn är fåran mellan Byvärma och Tornasjön. Det kan därför vara viktigt att nästa gång det blir vattenstånd över 137,0 möh, fotodokumentera och även ekoloda/djupmäta delsträckan per båt så att det är möjligt att gå tillbaka och avgöra vattenytans lutning m.m. Det förslås också att en pegel/fixpunkt sätts upp vid sista kurvan innan raksträckan mot Tornasjön.

Tornasjön

Även om det inte är troligt att Tornasjön däms så mycket att det påverkar utflödet av vatten genom Helge å kan det på lång sikt vara viktigt att avgöra vattenståndvariationerna i Tornasjön. En registrerande pegel skulle därför vara värdefullt, till exempel vid huset vid Kråka kanals inlopp.

Möjligheten att nyttja norra utloppet som breddavlopp

Om det trots allt finns intresse att öka utflödet av vatten genom Helge å för att minska översvämningsrisken runt Möckeln, bör man analysera alla alternativen som är tillgängliga. Detta kan bli aktuellt i framtiden då nederbörden förväntas öka med 10 till 15 procent. Begränsningarna i södra utloppet är relativt stora samtidigt som det finns stora naturvärden både i land och i vattnet. Den stora musselpopulationen med flera hotade arter tyder på att detta bör undvikas så långt det går.

Ett alternativ är att gräva upp det norra utloppet och fördjupa det något så det kan användas som breddavlopp vid vattenstånd över ca 137 möh. Genom att återställa fåran kan man också skapa ett nytt vattendrag som kan nyttjas för fiskvandring eller för att skapa nya ekosystem. Eftersom man inte bör ta för mycket vatten från södra utloppet i samband med torra kan få-

rans konstrueras som en två stegs fåra. Det betyder en mindre fåra i en större bredare fåra.

Ett förslag till en tvåstegsfåra är att gräva ur en mindre fåra ca 2-3 meter bred och med ett djup till ca 135,22 möh. Fårans djup bör vara ca 1 meter. Den mindre fåran bör konstrueras så att inte för mycket vatten tas från södra utloppet i samband med torka. Den bredare fåran kan konstrueras med sluttande kanter in mot mitten så att vid ökat vattenstånd ökar avbördningen allt mer genom detta utlopp så att södra utloppet avlastas. Vid vattenstånd över 137,0 meter bör de båda utloppen avbörda mer vatten än vad som sker idag.

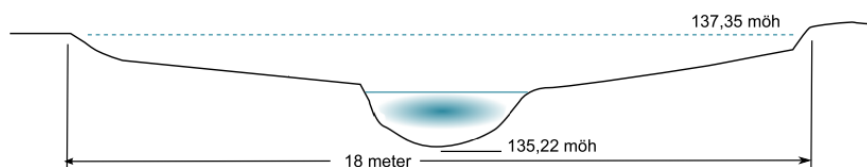


Fig 16. Exempel på tvåstegsfåra där man både får ett nytt vattendrag och en ökad avbördning vid höga vattenstånd.

För att den mindre fåran ska fungera som ekosystem kan bredden och djupet emellanåt vidgas och fördjupas. Detta skulle leda till att organismer kan överleva även om delar av vattendraget skulle torka ut. En kantzon med lövträd behövs för att beskugga fåran och minska risken för igenväxning. En uppskattad kostnad att återställa Norra utloppet är ca 1 miljon kr inklusive biologisk restaurering enligt kontakt med grävföretag.

Ovanstående får ses som en möjlighet men bör analyseras närmare om det skulle vara aktuellt att återigen nyttja det norra utloppet. Effekten på vattenståndet i Tornasjön och Skepphultasjön bör också analyseras närmare. Eventuellt kan man tänka sig en lösning att Tornasjön nyttjas som bufferområde för vattnet och tillåts stiga till den ursprungliga nivån för sjösänkningen. Åtgärden kan också ses som en restaureringsåtgärd där man kan återskapa förlorade ekosystem i samband med Möckelns sjösänkning samt öka möjligheten för upp- och nedströmsvandring av olika arter, till exempel mal.