

Fiskevårdsplan över Sångåns, Flokåns och Lugnåns vattensystem



Bild nr 1: Framsidan. Bilden visar de nedre delarna av Sångån. Foto Mats Olsson.

Fiskevårdsplan över Sångåns, Flokåns och Lugnåns vattensystem

En fiskevårdsplan gjord på uppdrag av Rämshyttans fvof över Sångåns, Flokåns och Lugnåns
vattensystem. Planen är gjord av:

Rasmus Linderfalk och Mats Olsson

Sävenfors Vattenbruksskola

Hösten 2012

1 Sammanfattning

Rämshyttans fiskevårdsområdesförening har planer på att restaurera Sångåns, Flokåns samt Lugnåns vattensystem för att skapa fiskemöjligheter på öring i två nedströms liggande sjöar. De strömmande delarna ska fungera som lek- och uppväxtområde för mindre fisk varefter de ska gå ut i de nedströms liggande sjöarna för att växa sig stora. De strömmande delarna är dock kraftigt påverkade av mänsklig aktivitet i form av främst vandringshinder och rensningar varför tämligen omfattande åtgärder måste till för att detta ska vara möjligt. Fiskevårdsområdesföreningen har därför givit Sävenfors Vattenbruksskola i uppdrag att ta fram en plan över vad som behöver göras och hur detta ska gå till för att deras planer ska gå i lås.

Det största problemet är vägtrumorna under riksväg 50 vilka omöjliggör uppvandring av fisk i sin nuvarande utformning. Åtgärden är så komplex att detta måste ske i samarbete med trafikverket som äger trummorna, länsstyrelsen som tillsynsmyndighet samt kunnande inom biologi, hydrologi samt byggande i vatten. Åtgärden ligger inte inom trafikverkets femårsplan och inga tydliga tidsangivelser finns. Möjligen kan åtgärden skyndas på om olika intressenter trycker på och visar på dess betydelse för vattensystemet.

Vandringshindret vid utloppet av Sångan ska åtgärdas av Borlänge energi genom att lägga igen det grävda utloppet och bygga en självreglerande bågformad överfallsdamm samt en fiskväg. Enligt Borlänge energi kan detta förmodligen ske 2014 och i bästa fall 2013.

Övriga åtgärder i form av restaurering av de strömmande delarna är i mångt och mycket beroende av åtgärdandet av vandringshindren men för att komma igång med arbetet bör man trots detta starta innan dessa är åtgärdade. Vissa delar av vattensystemet berörs inte direkt av arbetena med vandringshindren varför sten- och blockutläggning samt anläggning av lekområden mycket väl kan börja där.

En av de stora frågorna är vilken fisk som ska användas och om det ska vara rom, yngel eller större fisk. Frågan om vilken stam lämnas öppen då åtgärdandet av vandringshindren måste ske först innan någon fisk sätts ut. Det kanske ska vara en nedströmslekare som går upp i Sångan och växer sig stor då vandringshindret i utloppet från Sångan troligtvis blir åtgärdat långt före hindret under riksväg 50. Det man bör ha i åtanke är att lokala stammar som levt i en likartad miljö alltid har större förutsättningar att etablera sig än en stam som kommer från helt olika förhållanden. Svårigheten är att hitta en lokal stam där man kan få tag i tillräckligt mycket utsättningsmaterial. Viltfångad fisk är alltid bäst då dessa inte blivit utsatta för odlingens konstlade selektionstryck.

Selektionstrycket är alltid störst i rom och yngelstadiet varför rom rekommenderas som utsättningsmaterial. De få fiskar som överlever bör vara väl anpassade till de förhållanden som råder i vattensystemet och därmed ha störst chans att etablera sig. De bör även vara väl präglade till vattendraget och därmed ha en stor benägenhet att återvandra för lek.

När alla delar är åtgärdade och en öringstam har etablerat sig kan man räkna med en total smoltproduktionen på mellan 439 och 460 individer per år. Mängden återvandrande lekfisk skulle då kunna vara mellan 198 och 276 individer förutsatt att inte fisketrycket blir för stort.

Detta arbete kan ligga till grund för hur restaureringsarbetet kan gå till samt ge goda råd för att vattensystemet i framtiden ska hålla goda bestånd av öring. Det finns dock fortfarande olösta frågor som kräver samverkan mellan olika myndigheter, företag och expertis inom olika områden.

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	5
2	Inledning	9
3	Områdesbeskrivning	11
3.1	Miljökvalitetsbedömning (vattenmyndigheterna)	12
3.1.1	Tunaåns vattensystem (delavrinningsområdet uppströms inloppet i Långsjön)	12
3.1.2	Sångan	12
3.1.3	Tunsan	12
3.2	Biologiska och kemiska undersökningar	12
3.2.1	Vattenkemi	12
3.2.2	Bottenfauna	13
3.2.3	Fisk	13
4	Mänsklig påverkan	14
5	Översiktsplan	15
5.1	Fysiska åtgärder	15
5.2	Biologiska åtgärder	15
5.3	Resultatkontroll	15
5.4	Regelverk	15
6	Detaljplan	16
6.1	Fysiska åtgärder	16
6.1.1	A. Vandringshinder 1	16
6.1.2	B. Vandringshinder 2	20
6.1.3	C. Restaurering av strömsträckor	22
6.2	Biologiska åtgärder	36
6.2.1	D. Skapande av kantzoner	36
6.2.2	E. Introduktion av en vandrande öring	36
6.2.3	F. Konkurrens från andra arter	39
6.3	Resultatkontroll	40
6.3.1	F. Kontroll och förbättring	40
6.3.2	H. Fiskeribiologiska undersökningar	40
6.4	Regelverk	41
6.4.1	I. Lagar och bestämmelser	41
7	Tidsplan	42
7.1	Vandringshinder	42

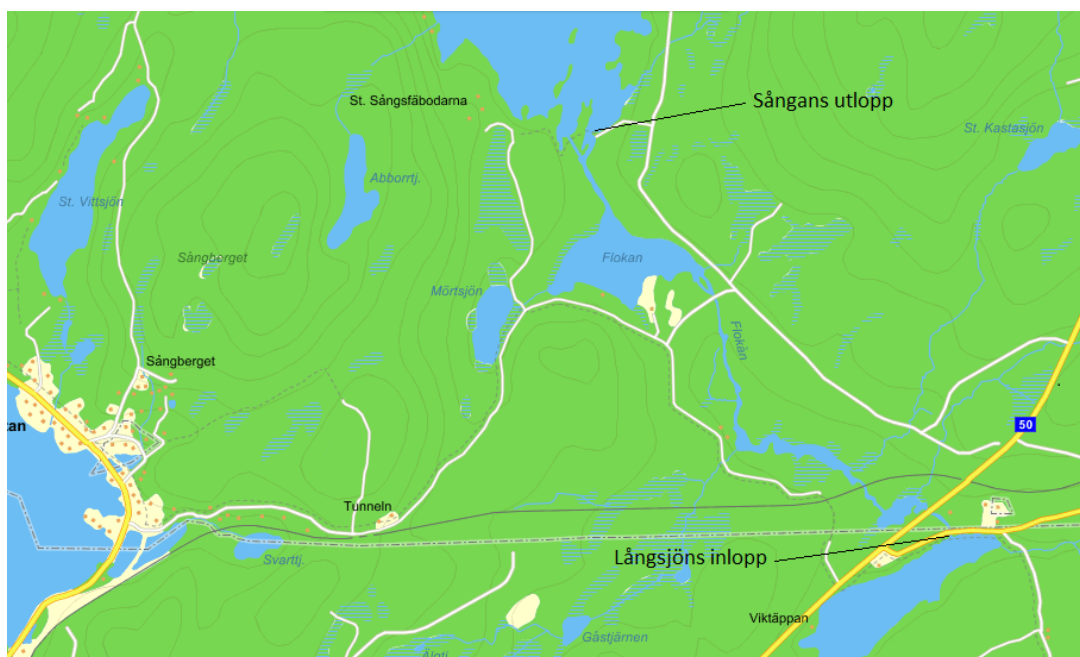
7.1.1	Vandringshinder 1	42
7.1.2	Vandringshinder 2	42
7.2	Restaurering av strömsträckor	42
7.2.1	Sträcka 4	42
7.2.2	Sträcka 2	43
7.2.3	Sträcka 7	43
7.2.4	Sträcka 6	43
7.2.5	Sträcka 5	43
7.2.6	Sträcka 3	43
7.2.7	Sträcka 1	43
7.3	Eventuella förseningar i arbetet med Sångans utlopp	43
7.4	Fiskeribiologiska undersökningar	44
7.4.1	Elfiske	44
7.4.2	Provfiske av Långsjön och Tunsan	44
7.5	Uppströms- eller nedströmslekande öring?	44
8	Hur stor är chansen att detta kommer att lyckas?	45
8.1	Vägtrumorna under riksväg 50 kommer inte att åtgärdas inom rimlig tid.	45
8.2	Endast mindre delar av restaureringsplanen genomförs.	45
8.3	En olämplig öringstam används som inte är anpassad för vatten-systemets förhållanden.	45
8.4	Olämpligt utsättningsmaterial används som t.ex. större fisk i stället för rom.	45
8.5	För lite utsättningsmaterial används vid introduktionen av öring.	45
8.6	Att öringen inte etablerar sig på grund av interaktioner från andra arter.	46
8.7	Att man ger upp på grund av orimliga krav på snabba resultat.	46
8.8	Ett för hårt fisketryck på öringen i sjöarna.	46
8.9	En för dålig uppföljning av resultaten av alla åtgärder.	46
9	Referenser	47

2 Inledning

Ett vattendrag är som en resa genom i många fall flera landskapskaraktärer från dess källflöden till mynningsområdet i havet. Vattenhastighet, näringsförhållande, omgivningens karaktär och beskuggning förändras utefter vattnets resa genom landskapet. Därav finns det många olika nischer i ett rinnande vatten. Olika fiskarter har olika preferenser för sin livsmiljö, vilket även kan variera för fiskens olika levnadsstadier.

Denna fiskevårdsplan avser sträckan mellan sjön Sångan och den nedströms belägna Långsjön (karta nr 1). För att avgränsa arbetet, har vi inte beaktat påverkan på vattnet som härrör utanför sträckan. Vattensystemet tillhör Dalälvens vattensystem och är till största delen beläget i Borlänge kommun. En mindre del ligger även i Sätters kommun.

Karta nr 1: Kartan visar vattensystemets utbredning mellan Sångans utlopp och Långsjöns inlopp.



I detta vattensystem finns det muntliga uppgifter om att det tidigare har funnits ett vandrande bestånd av öring. Detta bestånd skall ha utnyttjat de strömsträckor som finns på flera delar av vattensystemet för reproduktion och sedan vandrat ut och vuxit upp i de sjöar som finns nedströms. En lämplig lekbotten för öring består av en väl syresatt botten av framförallt sten och grus med låg andel finare fraktioner inblandat. Större sten som binder fast materialet och därmed minskar risken för bortspolning är också viktigt. Lämpliga uppväxtområden för fisk innan smoltifieringen finns i älvens strömsatta, något djupare delar där det finns gott om större block och sten som kan skapa goda ståndplatser för större fisk. Storleken på lämpliga lek- och uppväxtområden kan ha en begränsande betydelse för storleken på en öringpopulation. För vandrande bestånd är det ofta uppväxtområdena som är den begränsande faktorn för storleken på öringpopulationen. För stationära bestånd är det oftast antalet lekfiskar som är avgörande. Vandrande bestånd av öring har oftast högre tätheter än vad stationära bestånd har i rinnande vatten.

På uppdrag av Rämshyttans FVOF har Sävenfors Vattenbruksskola ombetts att ta fram en fiskevårdsplan för vattensystemet från Sångans utlopp till Långsjöns inlopp. Rämshyttans FVOF har en intention om att plantera in ett vandrande bestånd öring som självreproducerar sig i vattensystemet. Denna öring ska för sin reproduktion utnyttja de strömsträckor som finns och sedan växa sig stor i de nedströms belägna sjöarna Långsjön och Tunsan innan de åter vandrar till uppströms belägna strömsträckor för lek. Syftet med fiskevårdsplanen är att vara en utgångspunkt för hur restaureringsarbetet ska gå till samt goda råd för att vattensystemet ska kunna hysa goda bestånd av öring. I planen ingår även en beskrivning av vattensystemet och hur människan påverkat sträckan.

3 Områdesbeskrivning

Vattensystemet är ca 2600 meter från utloppet av Sångan tills det rinner ut i Långsjön. Fallhöjden från Sångan till Långsjön är ca 25 meter (mycket ungefärligt). Av den totala längden utgör ca 1950 meter rinnande vatten och resterande delen fördelade på sjöarna Flokan och Kvarndammen. Flokan ligger i den norra delen av vattensystemet och är den större av de två sjöarna med en areal på ca 11 hektar. Kvarndammen ligger precis uppströms vägtrumman under riksväg 50 och har en areal på ca 2 hektar. Om Kvarndammen är en naturlig sjö eller inte har inte utretts men namnet antyder att det kan ha varit en damm redan innan riksväg 50 byggdes. De strömmande delarna är indelade i fyra tämligen skilda delar. Sångån sträcker sig från utloppet av Sångan ner till sjön Flokan. Ån är här strömmande hela sträckan med inslag av mer forsande partier. Det finns två utlopp från Sångan där det ena är det naturliga utloppet och det andra en grävd "kanal". Större delen av vattnet går genom den grävda delen varför det naturliga utloppet troligtvis är torrlagt vid lågvatten. Nedströms Flokan börjar Flokån som byter namn till Lugnån där vattendraget byter karaktär från ett strömmande vattendrag till en mer lugnflytande å. Lugnån är bred och lugnflytande ner till järnvägsbron där den blir mer strömmande till utloppet i Kvarndammen. Utloppet från Kvarndammen sker genom två trummor som går under riksväg 50. Sista biten ner till Långsjön är strömmande och passerar strax innan utloppet en vägbro. Av vattendraget består ca 780 meter av ett mer lugnflytande lopp och följaktligen nästan 1200 meter av mer strömmande karaktär med inslag av mer forsande partier. De strömmande delarna verkar ha ett bottensubstrat som består till största delen av sten och block. Mindre fraktioner verkar vara en bristvara och har endast konstaterats vid järnvägsbron i någon större kvantitet. Endast en mindre del har dock kunnat undersökas på grund av högt flöde. Omgivningarna består till stora delar av tallskog med inslag av löv på sina ställen. Buskar av vide förekommer på vissa delar närmast ån. Skuggningen från träden är liten varför största delen av ån är öppen för solinstrålning. Omgivande skog är tämligen likåldrig varför skogsbruk troligtvis förekommit längs större delen av vattensystemet. Bild nr 2 visar hur omgivningarna ser ut med stenstränder, buskvegetationen samt dominansen av tall i omgivningarna.

Bild nr 2: Bilden är med som ett exempel på hur stora delar ser ut längs vattensystemet. Foto Mats Olsson



3.1 Miljökvalitetsbedömning (vattenmyndigheterna)

3.1.1 Tunaåns vattensystem (delavrinningsområdet uppströms inloppet i Långsjön)

Bedömningen omfattar sträckan från Flokan till utloppet i Långsjön.

3.1.1.1 Ekologisk status.

Vattendraget bedömdes 2009 ha en måttlig ekologiska status. God ekologiska status bedöms uppnås till 2021. De bedömer att det är ekonomiskt och/eller tekniskt omöjligt att vidta de åtgärder som skulle behövas för att uppnå god ekologisk status till 2015. Om alla möjliga åtgärder vidtas kan god ekologisk status förväntas uppnås till 2021. Anledning är att det tydligt påverkas av vattenreglering.

3.1.1.2 Kemisk status (exklusive kvicksilver)

Den kemiska statusen bedömdes som god 2009.

3.1.2 Sångan

3.1.2.1 Ekologisk status

Sångan bedöms ha god ekologisk status 2009. Effekter av vandringshinder och vattenreglering på det biologiska livet är osäkra och ingår därför inte i den samlade bedömningen av ekologisk status.

3.1.2.2 Kemisk status (exklusive kvicksilver)

Den kemiska statusen bedöms som god 2009.

3.1.3 Tunsan

3.1.3.1 Ekologisk status

Tunsan bedöms ha god ekologisk status 2009. Effekter av vandringshinder och vattenreglering på det biologiska livet är osäkra och ingår därför inte i den samlade bedömningen av ekologisk status.

3.1.3.2 Kemisk status (exklusive kvicksilver)

Den kemiska statusen bedöms som god 2009.

3.2 Biologiska och kemiska undersökningar

3.2.1 Vattenkemi

Sävenfors Vattenbruksskola tog ett vattenprov 2012-10-19 vid inloppet i Långsjön (X-6687102. Y-1471295). Analysresultatet stämmer väl med övriga bedömningar över vattenkvaliten i vattensystemet. Nedan följer analysresultatet:

pH	7,10
Alkalinitet (mmol HCO ₃ /l)	0,22
Konduktivitet (mS/m)	4,1
Färg (mg Pt/l)	51

3.2.2 Bottenfauna

Bottenfaunan har undersökts i juni 2012. Nedanstående punkter är en sammanfattning av vad Limnodata HB (Engblom & Lingdell 2012) kommit fram till:

- Bottenfaunan visar att Flokån är ett vattendrag med rent syrerikt vatten där pH inte torde understiga 6 i bottensubstratet ens vid höga flöden.
- Försurningskänsliga dagsländor, nattsländor och snäckor var allmänt förekommande.
- Renvattenkrävande arter av dag-, bäck- och nattsländor påträffades i vattendraget.
- Den ekologiska statusen med avseende på naturlighet och närsalter bedömdes som god på gränsen till hög.
- Surhetsklassningen bedöms som nära neutral.
- Ett flertal relativt ovanliga arter påträffades vilket gav mycket ovanliga artsammansättningar. Detta indikerar mer än ordinärt goda vattenkemiska förhållanden för bottenfaunan. Det limniska naturvärdet bedöms därför som högt.

3.2.3 Fisk

I oktober 2010 genomfördes elfisken i den övre delen av Sången av Fisk och vattenvård i Norrland AB (Sjölander 2010). Två lokaler fiskades, dels i den grävda fåran och dels i den naturliga fåran nedströms utloppet av Sången. Stensimpa, elritsa och lake fångades. Arterna bedömdes förekomma sparsamt.

4 Människlig påverkan

Vattendraget är kraftigt påverkad av mänsklig aktivitet. De strömmande delarna visar klara tecken på att vara rensade vars syfte troligtvis har varit flottning av timmer. Om detta är anledningen till avsaknaden av finare fraktioner i bottensubstratet (sand, grus och mindre sten) är svårt att säga men kan vara en bidragande orsak.

Vid utloppet av Sångan har ett nytt utlopp grävts och en dammkonstruktion har byggts för att reglera vattennivån i Sångan. Detta har lett till att det naturliga utloppet vid vissa förhållanden troligtvis är i princip torrlagt. Vid det naturliga utloppet är även ett lägre dämme byggt vilket omöjliggör uppströms vandringar av fisk och andra vattenlevande djur (bild nr 3). Vattenmyndigheten har en annan bedömning. De bedömer kontinuiteten vara måttligt påverkad av artificiella vandringshinder (vattenmyndigheterna SE668871-146987).

Utloppet från Kvarndammen går genom två vägtrummor under riksväg 50. Vid utloppet av trummorna faller vattnet ner på en bred betongkonstruktion som troligtvis har till uppgift att förhindra erosion. Vattnet blir här en tunn utbredd vattenmassa vilken tillsammans med trummorna omöjliggör uppströms passage av fisk och andra vattenlevande djur. Vattenmyndigheterna har bedömt den ekologiska statusen i vattensystemet uppströms utloppet i Långsjön som måttlig på grund av vattenregleringen. Vidare menar de att det inte finns några vandringshinder i vattensystemet. Vi bedömer dock att det även här finns ett definitivt vandringshinder för uppströmsvandring under riksväg 50. Vattenregleringen bedöms härröra från kraftverk uppströms Sångan varför vi ej berör det mer i denna rapport.

Den omgivande skogen verkar till stora delar vara påverkad av skogsbruk vilket har lett till att större delen av vattensystemet är utsatt för solinstrålning och få skuggade partier finns i vattendraget. Skogen är på stora delar likåldrig ända ner till stranden vilket tyder på att skogsbruk förekommet ända in vid vattendraget. Mängden ved i vattnet har därmed blivit påverkad negativt då väldigt få äldre träd och därmed även döda träd förekom längs sträckan.

Bild nr 3: De två vänstra bilderna visar det grävda utloppet från Sångan. Den högra visar dämmet vid det naturliga utloppet från Sångan. Foto Mats Olsson.



5 Översiktsplan

För att återskapa ett någorlunda naturligt vattendrag med möjlighet för öring att reproducera sig i krävs ett antal fysiska åtgärder för att tillgodose de krav som öringen har. Även biologisk återställning av vattendraget med omgivande miljö krävs för att skapa förutsättningar för en naturligt reproducerande öring i vattensystemet. Alla åtgärder blir under åren utsatta för höga flöden och is varför en kontroll och förbättring bör ske årligen efter att åtgärderna utförts. Det primära syftet med alla åtgärder är att förbättra för fisken varför en årlig uppföljning av hur fiskfaunan utvecklar sig också bör göras. Nedan följer en lista över de arbeten som bör utföras.

5.1 Fysiska åtgärder

- A. Vandringshinder 1. Fri passage för fisk och andra vattenlevande djur under riksväg 50.
- B. Vandringshinder 2. Fri passage vid utloppet av Sångan i det naturliga utloppet för fisk och andra vattenlevande djur samt skapa tillräcklig lågvattenföring i det naturliga utloppet så att fisk kan vandra fritt i den naturliga älvfåran.
- C. Restaurering av strömsträckor. Återskapa den variationsrika vattenmiljö ett rinnande vatten har genom att återställa de rensade åsträckorna samt skapa möjligheter för reproduktion av öring genom att skapa nya lekområden i de strömmande delarna av vattendraget.

5.2 Biologiska åtgärder

- D. Skapande av kantzoner. Spara träd och buskar längs älven för att få en tydlig kantzon som är gynnsam för fisk och andra vattenlevande organismer.
- E. Introduktion av vandrande öring. Introducera en vandrande öring som har vattensystemet som reproduktionsområde och de nedströms (ev. uppströms) liggande större sjöarna som uppväxtområde.
- F. Konkurrens från andra arter

5.3 Resultatkontroll

- G. Kontroll och förbättring av de åtgärder som utförts i vattensystemet efter att naturens krafter fått verka.
- H. Fiskeribiologiska undersökningar. Elfiske av lämpliga lokaler i lämpliga intervall för att se om åtgärderna gett önskat resultat. Provfiske av Långsjön och Tunsan med speciell inriktning mot den pelagiska fiskfaunan.

5.4 Regelverk

- I. Lagar och bestämmelser

6 Detaljplan

Nedan kommer en detaljerad redogörelse över de åtgärder som behöver göras i vattensystemet. Vissa åtgärder kräver samverkan från olika myndigheter och expertkunskap varför en fullständig redogörelse över hur det ska gå till inte är möjlig. Andra åtgärder bestäms bäst hur de ska göras och utformas på plats varför en alltför detaljerad planering skulle motverka syftet.

6.1 Fysiska åtgärder

6.1.1 A. Vandringshinder 1

6.1.1.1 Beskrivning av vandringshinder

Det första vandringshinder uppströms Långsjön som fisk stöter på är beläget under riksväg 50 (bild nr 4). Här leds vattnet under vägen genom två cirkulära vägtrummor som vardera är 50 meter respektive 51 meter (muntligen Anders Bruks, VattenBruk's AB) långa. Inloppet i vägtrummmorna börjar med ett kraftigt insug, där vattenhastigheten ökar kraftigt redan i mynningen (bild nr 5). Vägtrummmorna är gjorda i plast med släta ytor och dess diameter är 1,6 meter vardera. Trummorna är inte nedgrävda i vattendragets botten och det finns inga strukturer invändigt. I direkt anslutning till trummans utlopp fortsätter en gjuten bottenplatta 2,5 meter nedströms. Denna bottenplatta avslutas med ett fall på ca 0,4 meter. Vattendjupet i trumman var vid besökstillfället svårt att mäta på grund av den starka strömmen, men ca 0,25 meter i trummans nedre del och ca 0,1 meter på den gjutna bottenplattan.

Bild nr 4: De översta två bilderna och den nedre till vänster visar vägtrummmorna under riksväg 50. Längst ner till höger är det hus som ligger precis nedströms vägtrumman. Foto Mats Olsson.



Bild nr 5: Bilderna visar det kraftiga insuget vid inloppet i vägtrummorna under riksväg 50. Bilden är tagen av Anders Bruks, VattenBruk's AB.



6.1.1.2 Möjliga åtgärder

Vägtrummor som möjligen är vandringshinder ska bytas ut (Degerman, 2008). I första hand ska broar prioriteras följt av i tur och ordning halvtrummor, rektangulära trummor, ovala trummor och sist cirkulära trummor. Är vägpassagens bredd mer än 30 meter, likt detta fall, ska man helst använda sig av broar, halvtrummor eller som sista alternativ överdimensionerade och nedgrävda, delvis fyllda ovala vägtrummor (Degerman, 2008). Detta visar hur illa dagens cirkulära icke nedgrävda vägtrummor med släta ytor är, inte bara som fiskväg utan för alla organismer knutna till vatten. Bilden av dessa vägtrummor som ett tragiskt vandringshinder stärks av trafikverket (muntligen Ove Eriksson, Trafikverket). Vidare menar Ove att problematiken kring dessa vägtrummor är ytterst svår. Den höga vägbanken, den höga vattenhastigheten genom trummorna samt den stuga som står alldeles nedströms vägtrummorna gör detta fall mycket komplext. Dessutom förvärras bilden ytterligare av att vägtrummorna byttes ut för ca 5 år sedan och ersattes med dagens plasttrummor (muntligen Ove Eriksson). En viktig iakttagelse är att vattnet har börjat ta nya vägar under vägen (bild nr 6). Vatten kommer ut ur vägbanken ca 40 meter söder om vägtrummorna (muntligen Anders Bruks). Vilket på sikt kan få stora konsekvenser.

Bild nr 6: Läckage genom vägbanken under riksväg 50 ca 40 meter söder om vägtrummmorna. *Bilden är tagen av Anders Bruks, VattenBruk's AB.*



Eftersom vägtrummmorna i det här faller är vandringshinder, bör vägtrummmorna bytas ut och ersättas av i första hand en bro. Om detta inte är möjligt, av ekonomiska eller tekniska skäl, är det realistiskt att arbeta för att förbättra vandringsmöjligheterna i befintliga trummor. En sådan lösning ska dock helst ses som tillfällig (Degerman, 2008). Väljer man att förbättra vandringsmöjligheterna i befintliga vägtrummmor finns det fyra sätt att minska vattenhastigheten på (Degerman, 2008):

- Skapa strukturer som bromsar vattenhastigheten i vägtrummmorna.
- Höja vattennivån vid utloppet så att lutningen och därmed också vattenhastigheten minskar.
- Vattenhastigheten kan bromsas inloppsområdet genom att lägga ut mer sten uppströms.
- Vattenhastigheten kan sänkas genom att gräva bort en del av vattendragets botten uppströms

Att detta vandringshinder är svårt att åtgärda har redan påpekats. Eventuellt kan det gå att åtgärda vandringshindret och samtidigt ha kvar dagens vägtrummmor. En sådan lösning innebär förmodligen endast att större öring kan passera och dessutom endast periodvis (muntligen Anders Bruks). En lösning kan innebära att man lyfter upp botten nedanför vägtrummmorna och skapar en tröskeeffekt (muntligen Anders Bruks och Ove Eriksson). Om man fortsättningsvis ska ha vägtrummmor vore det även önskvärt att riva ut befintliga plasttrummmor och ersätta dem med betongtrummmor där man kan gjuta fast ett naturligt bottensubstrat i betongen (muntligen Ove Eriksson). Det vore även önskvärt att gräva ner trummorna djupare ner i marken. Att skapa strukturer invändigt vägtrummmor genom att använda sig av falsar och på så vis bromsa vattenhastigheten och skapa viloplats för passerande

fisk har visat sig fungera, framförallt för vuxen vandrande fisk. Det kan dock vara svårt att få dem att sitta kvar. Risken för att skräp av olika slag fastnar inuti vägtrummmorna är också stor. Därför har det rekommenderats att endast använda falsar där man enkelt kan krypa in och rensa trummorna från skräp (Degerman, 2008). Att krypa in i vägtrummmorna kan gå här, men den starka strömmen kan göra detta farligt.

Eftersom förhållandena på den här platsen är så komplexa och för att inte rekommendera en åtgärd som riskerar att bryta mot befintligt regelverk eller erodera stränder och på så vis äventyra den stuga (bild nr 4) som finns nedströms vägtrummmorna, kan vi idag inte peka på någon lösning av detta vandringshinder. I det framtida åtgärdsarbetet bör en samverkan ske mellan trafikverket som äger vägtrummmorna, länsstyrelsen som tillsynsmyndighet för vattenverksamheter samt biologisk, hydrologisk och ingenjörsvetenskaplig kompetens. Av detta resonemang kan inte en åtgärd genomföras på en gång. Åtgärder av den här typen görs även utifrån prioriteringar och eftersom detta vattendrag inte tillhör Siljans eller Västerdalälvens vattensystem har inte detta vandringshinder högsta prioritet hos trafikverket (muntligen Ove Eriksson). Vad vi kan rekommendera i denna fiskevårdsplan är de biologiska hänsynstaganden som måste beaktas i åtgärdandet av detta vandringshinder.

6.1.1.3 Biologiska hänsynstaganden

Biologiska hänsynstaganden grundar sig i att den åtgärd som utförs bör utformas så att alla organismer knutna till vattnet (ex bottendjur, däggdjur, groddjur och fiskar) kan nyttja passagen, om passagen inte naturligt varit svårpasserbar. Man ska alltså inte göra ett naturligt svårpasserbart hinder lättare att passera. Har det exempelvis varit så att endast öring och ål kunnat vandra förbi ett vandringshinder ska man inte åtgärda hindret så att ytterligare arter ska kunna ta sig förbi (Degerman, 2008).

För att små djur ska kunna passera krävs att det finns sammanhängande sträckor med vattenhastigheter under 0,2 meter per sekund (Degerman, 2008). Detta kommer vara svårt att uppnå här. Men genom att anlägga en flikig naturlig botten med stenar och block som är lika bred som strömsträckan nedanför vägtrummmorna är det rimligt att anta att man efterliknar de förhållanden som var innan vandringshindret skapades. En naturlig botten bestående av block och sten har en bromsande inverkan på vattnet och skapar en lägre vattenhastighet utmed botten än högre upp i vattenmassan (Degerman, 2008). Detta ger fisk och andra akvatiska djur möjlighet att finna strömlä bakom större block och underlättar en passage utmed botten. En bred botten av sten och block som dessutom är V-skuren för att möjliggöra att åtgärden även fungerar som vandringsväg under lågvatten ska eftersträvas. För faunapassager under vägar och järnvägar ska inte vattendjupet understiga 0,2 meter i trummans mittfåra vid normal lågvattenföring (Degerman, 2008). Ett tillräckligt djupt vatten året runt är alltså viktigt för att fisk ska få utrymme för att kunna simma och ta sig förbi ett vandringshinder. Det har tidigare rekommenderats att fiskvägar bör byggas för uppströms simmande och krypande, inte för hopp. Därför är det viktigt att trummans botten på ett naturligt sätt övergår i vattendragets botten, utan att några fall skapas (Degerman, 2008). Dessutom ska fisk kunna ta sig förbi hindret med en förhöjd fart och endast vid enstaka tillfällen kräva maximal simhastighet. En förhöjd fart för öring är ofta 2-4 gånger kroppslängden per sekund. Denna fart orkar fisk upprätthålla från 20 sekunder till 200 minuter. Den maximala simhastigheten för öring är runt 10 gånger kroppslängden per sekund och upprätthålls i maximalt 20 sekunder (Degerman, 2008). Utifrån detta resonemang bör öring kunna passera detta vandringshinder med en förhöjd

simhastighet. En öring på 0,5 meter bör alltså kunna simma förbi passagen med en hastighet av 1-2 meter per sekund. Upprepade tillfällen med maximal simhastighet ger hög mjölksyrabildning och leder till lång återhämtning (Degerman, 2008). Man ska även komma ihåg att den huvudsakliga uppvandringen för öring sker under hösten, med vanligtvis höga vattenflöden och sjunkande temperaturer som följd. När temperaturen faller från 20°C till 5°C har det visats att simhastigheten generellt minskar till hälften hos kallblodiga djur (Degerman, 2008) inkluderat öring och lax (Degerman, 1998). Fiskars förmåga att passera ens små hinder minskar drastiskt under 5°C (Degerman, 2008).

6.1.2 B. Vandringshinder 2

6.1.2.1 Beskrivning av vandringshinder

Detta vandringshinder är beläget vid sjön Sångans naturliga utlopp och fungerar som en vattennivåreglerare med överfall (bild nr 7). Hindret är 9 meter brett och består av tre stycken tvärgående på varandra liggande stockar. Vattendjupet på det vattnet som rann över stockarna mättes till 1-2 centimeter och varierar med sjön Sångans vattenstånd. Höjdskillnaden mellan vattenytan precis nedströms hindret och vattenytan uppströms hindret var 0,4 meter. Vattendjupet precis nedströms hindret var ojämnt men ca 0,1 meter. 1 meter nedströms hindret var vattendjupet ca 0,4 meter. Dessa mätningar utfördes 20120919.

Bild nr 7: Dämnet vid det naturliga utloppet från Sångan.



6.1.2.2 Möjliga åtgärder

6.1.2.2.1 Självreglerande överfallsdamm

Borlänge Energi har långtgående planer på att bygga om stora delar av dagens utlopp från Sångan. Dessa planer kommer att behandlas i Mark- och Miljödomstolen den 6 februari 2013. Borlänge Energi har tänkt sig att sätta igen det grävda utloppet där energibolaget idag har dammluckor. Detta utlopp är beläget ca 75 meter (mätt på karta) väster om det naturliga utloppet från sjön. I det naturliga utloppet har energibolaget tänkt sig att riva ut de stockar som idag fungerar som vattennivåreglerare. Istället är det tänkt att de ska bygga en bågformad självreglerande överfallsdamm samt en fiskväg. För denna konstruktion kommer en del av den dammvall som är uppbyggd öster om dagens vattennivåreglerare tas i bruk (muntligen Eric Sjölander, Borlänge Energi). En bågformad konstruktion som riktas nedströms ökar avtappningsförmågan vid högflöden (Degerman, 2008).

Ur fisksynpunkt är det bra att allt vatten kommer att rinna den naturliga vägen. Sträcka 7 som idag enbart förses med vatten som rinner över vattennivåregleraren i det naturliga utloppet kommer få ett rikare flöde som är mer likt det naturliga på sträckan. Det kommer dessutom medföra en mer naturlig flödesregim i alla sträckor, framförallt i sträcka 5, 6 och 7 som är belägna uppströms sjön Flokan. Arbeten i vatten medför ofta att man rör upp bottensediment som sedan kan föras med strömmen. Genom att utföra åtgärder under en period med lågvatten minskar man även en grumlings negativa effekter på biologiskt liv och befintliga lekbottnar nedströms.

6.1.2.2.2 Fiskväg

Det är viktigt att den fiskväg som etableras fungerar året runt. Därför är det viktigt att åtgärden utförs på sensommaren under en period med lågvatten. Då är det lättast att åstadkomma en önskvärd lågvattengenomföring genom fiskvägen. För att åtgärden ska fungera på ett tillfredsställande vis gör vi bedömningen att det är viktigt att beakta de krav som Degerman ställer i samband med utrivning av mindre dämmen i sjöutlopp samt vissa av de krav han ställer på faunapassager under väg och järnväg (Degerman, 2008) och som även behandlades under rubriken *biologiska hänsynstaganden* för vandringshinder 1:

- V-skär tröskeln så att vatten genom utloppet alltid säkerställs vid lågflöden.
- Vattendjupet bör ej understiga 0,2 meter (vid normal lågvattenföring) i den mittfåra som skapas när man V-skär botten.
- Fritt fall får inte förekomma. Vattendragets botten skall ansluta direkt till den byggda konstruktionens botten. Åtgärden ska byggas så att fisk och andra akvatiska djur kan simma eller krypa igenom fiskvägen utan att behöva hoppa.
- Vattenhastigheten ska inte överstiga 0,2 meter per sekund utefter botten för att smådjur ska passera. Vattenhastigheten ska inte överskrida 0,4 meter per sekund i vattnets huvudmassa.

6.1.2.2.3 Självreglerande överfallsdamm och fiskväg i ett

Åtgärder som utförs i naturen bör göras så naturtrogna som möjligt (Degerman, 2008). Därför bör man sträva efter att använda naturliga material såsom sten och block i så hög utsträckning som möjligt. Eftersom utloppet är relativt litet bör det räcka att bygga det självreglerande överfallsdämmet som en bågformad stentröskel av naturmaterial såsom grus, sten och block.

Fiskvägen kan med fördel anläggas i stentröskeln. Fiskvägen bör placeras i själva basen av den hästsko-form som energibolaget har tänkt sig att anläggningen ska ha. Degerman (2008) har visat att man ska vara observant på att vatten inte kan rinna under större stenar. Därför är det viktigt att täta stentröskeln med exempelvis mindre sten och grus. När vattnet rinner under stenar bidrar det inte till att skapa ett tillräckligt djupt vatten. Ett tillräckligt djupt vatten är som tidigare nämnt, viktigt för att fisk ska kunna simma igenom en passage. Nackdelen med att etablera en stentröskel i utloppet är att det är svårt att exakt avgöra dämningseffekterna. Därför är det viktigt att återvända efter några dagar för att se vattenståndsförändringarna och eventuellt ta bort sten eller lägga till mer sten (Degerman, 2008). Även i samband med högflöden bör man till en början räkna med att återvända för att eventuellt korrigera stentröskeln. Dessa efterjusteringar kan oftast göras för hand och är därför inte särskilt kostsamma men det är viktigt att planera in dessa besök redan från början (Degerman, 2008). Att åtgärden blir justerbar bör ses som en fördel. Detta gör att man faktiskt kan göra justeringar om inte dämningseffekten blir den förväntade. Kostnaderna för åtgärder av detta slag varierar och beror av hur omfattande de är, men vanligen hamnar de under 5 000-10 000 SEK i mindre sjöutlopp (Degerman, 2008).

6.1.3 C. Restaurering av strömsträckor

6.1.3.1 Sten- och blockutläggning

I ett naturligt vattendrag i skogslandskapet på moränmark har vattnet transporterat bort de mindre fraktionerna och lämnat de större blocken som vattnet inte förmått lyfta. Vattendragen eroderar ner i marken och sköljer undan finare material och lämnar de större stenarna och blocken. Finare fraktioner har samlats vid strömnackar och i nederkant av höljor samt i strömlä av större stenar.

Vid rensning av vattendragen är det de stora stenarna och blocken som tagits bort vilket lett till att vattenhastigheten har ökat. Den ökade vattenhastigheten har därmed fraktat bort finare partiklar som grus och sand till mer lugnare områden. Konsekvensen av detta har blivit att de största och minsta fraktionerna har försvunnit och det har blivit en mer ensartad botten. Detta leder till att det blir mer laminära strömmar vilket innebär att utbytet av syre i bottarna minskar. Ju mer ensartad botten och ju mer laminär ström desto färre hål för bottendjur. Med andra ord så blir det en mer art- och individfattig bottenfauna som i förlängningen ger färre fiskar.

I naturliga vatten finns inga raka linjer i form av raka trösklar eller onaturliga strukturer som strömkoncentratorer. Block och sten ligger i princip slumpartat och skapar en mångformig vattenmiljö som ändras genom vattnets konstanta erosion och transport av material.

Vid restaurering av rensade vatten kan därför nedanstående punkter vara bra att ha i åtanke (Degerman 2008):

- Det finns inte några rätta linjer i det naturliga vattendraget utan materialet ligger till synes slumpartat.
- Stora block är det sista som vattnet kan flytta på varför dessa förekommer ofta.
- Vid låg och normalvattenföring sticker ofta block upp ovanför ytan.
- Finare fraktioner samlas ofta i strömlä kring grövre material.
- Grus och små stenar samlas ofta ovan strömnackar samt i nederdelen av stora höljor.

- Ofta delar fåran upp sig i små sidoarmar.
- Ofta finns det mer än en huvudström.
- Strandzonen visar ofta tydlig påverkan av vatten där vatten kan strömma under stenar.

Vid restaurering kan det vara bra att ha en målbild på hur det skulle kunna bli (Degerman 2008). Att hitta en sådan bild i vattendraget är svårt utan man kanske får söka den i de omgivande markerna. Ett försök till ett antal sådana bilder från vattendraget visas nedan. Den första bilden är från sträcka 4 nedströms vägtrumman i Flokån. De övriga bilderna är från det naturliga utloppet från Sångan (bild nr 8). Denna del verkar inte vara påverkad av rensningar men har däremot ett lågt flöde på grund av att huvuddelen av utloppsvattnet går genom den grävda utloppsfåran. Bilderna kan ändå verka som målbilder då bottenstrukturen troligtvis är tämligen opåverkad.

Bild nr 8. Bilden uppe till vänster visar sträcka 4 strax nedströms vägtrumman. De övriga bilderna är från det naturliga utloppet från Sångan som troligtvis inte är påverkad av rensningar. Bilderna skulle kunna användas för att förstå vad man vill skapa. I Sångans utlopp får man tänka på att flödet är mycket lågt varför dessa kan vara exempel på en naturlig bottenstruktur i vattnet. Foto Mats Olsson.



6.1.3.2 Lekbottnar

I den översiktliga inventeringen gjordes bedömningen att lämpliga lekbottnar saknas på större delen av de strömmande delarna av vattensystemet. Mindre fraktioner som sand, grus och mindre sten kunde endast konstateras vid järnvägsbron. Det finns ett samband mellan hur många bra lekbottnar det finns och tätheten av örning. Detta har man visat i olika studier, bland annat genom statistik från elfiskeregistret där man konstaterat att det var klart högre tätheter om lämpligt lekmaterial fanns än om det saknades (Degerman 2008).

Laxfiskar leker på strömsatta, stabila bottenar med grus och sten utan allt för stor inblandning av finare material. Materialet ska skydda rommen under vintern så att den inte spolats bort och blir utsatt för predation. Det är även viktigt att de är stabila så att de inte krossar rommen. De ska även vara genomsläppliga av friskt vatten så att rommen syresätts, finpartikulärt material förs bort samt att ynglen kan ta sig upp ur bottenmaterialet. För att åstadkomma en sådan miljö finns tre olika metoder:

- **Hartijokkimetoden:** Metoden går ut på att man utnyttjar det grus som finns i botten och använder det för att skapa nya lekbottenar. Metoden lämpar sig bäst för mindre vattendrag där man med handkraft kan få fram gruset för att sedan skapa lekbottenar. Metoden går även att använda i mer strandnära partier i större vattendrag.
- **Skålmotoden:** metoden innebär att man med grävmaskin gräver ur en grop som man sedan fyller med lekgrus. Större stenar läggs nedströms för att förankra gruset och för att tvinga vattnet genom lekgruset. Man behöver naturligtvis inte gräva om man utnyttjar naturliga gropar i botten och fyller dom med lekgrus.
- **Load-on-top:** Metoden innebär att man lägger lekgruset direkt ovanpå befintlig botten och utnyttjar strukturer i botten som håller kvar lekmaterial som t.ex. stenar. Lekgruset som används tas utifrån och man utnyttjar naturliga svackor och nackar i vattendraget. Nackdelen med metoden är att bottenarna ofta flyttas efter höga flöden. Fördelen är att det går snabbt och är förhållandevis billigt.

6.1.3.2.1 Antal lekbottenar

Det finns inga tydliga riktlinjer för hur många och hur stora lekbottenar det ska vara i vattendrag bredare än 5 meter. I vattendrag < 5 meter rekommenderas en lekbädd på minst 1 x 3 meter var femtionde meter strömmande vattendrag. Det man enligt litteraturen kan utgå från är att om man anlägger lekområden på mellan 5-15 meter längd bör de anläggas med ca 100 – 200 meters mellanrum. Mellanrummet mellan lekbottenarna är kanske inte så viktigt vid genomförandet utan man får använda de naturliga förhållanden som råder i vattendraget för att bestämma var de ska ligga. Måttet går däremot att använda för att få fram mängden lekgrus som ska användas. I genomgången nedan av de olika delsträckorna anges en uppskattad areal och därmed mått på mängden grus på varje delområde.

6.1.3.2.2 Lekgrus

Grovleken på gruset bör anpassas till storleken på fisken. Det har visat sig att materialet för öring ska ligga mellan 6-81 millimeter. Öringen är som bekant en mycket variationsrik art varför storleken på bottensubstratet bör anpassas till vilken storlek på öring som avses. Stationär öring blir sällan storvuxen varför fraktioner i den nedre delen av intervallet bör användas. Till vandrande öring, som oftast blir större, används grus i den övre delen av intervallet. Som ett riktvärde kan man utgå från grus i intervallet 10 – 50 millimeter. Lekgruset bör även innehålla större stenar för att stabilisera bottenarna.

Från grustäkter finns ofta olika storlekssorteringar att tillgå. Årtsingel, 8 – 16 millimeter, finsingel, 16 – 32 millimeter samt grovsingel i storleksintervallet 32-64 millimeter. Det som rekommenderas i något större vattendrag är en blandning av fin- och grovsingel i proportionerna 2:1 (Degerman 2008).

Kross och sprängmaterial ska inte användas då det kan skada fisken utan naturgrus i rätt storlekssortering. Alltför rundat material heller inte bra då det har en benägenhet att röra på sig.

Lekbottnarnas djup beror på fiskstorlek. För större vandrande öring bör de vara > 0,3 meter djupa. För att vara på den säkra sida kan de byggas 0,5 meter djupa. Vattendjupet ovanför lekgruset bör ligga mellan 0,1 – 0,7 meter för öring.

Mängden lekgrus har uppskattats för de olika delsträckorna och den totala volymen blir ca 175 m³. Det finns inga bra rekommendationer för större vattendrag utan detta har tagits fram från de få siffror som finns att utgå ifrån (Degerman 2008). Efter samtal med Robert Skoog på Maristads kommun så verkar det ändå som vi inte är helt ute och cyklar. Han håller på med restaureringen av Gullspångsälven där de totalt har lagt ut 1500 m³ lekgrus på den produktiva delen av de strömsträckor som finns kvar i älven. Den produktiva delen där beräknas till ca tre hektar. Andelen lekområde skulle då bli ca 10 procent i Gullspångsälven om man beräknar att 1 m³ räcker till 2 m² lekbotten.

Om man räknar med att den produktiva delen av vattensystemet är lika med de strömmande delarna så får man totalt 12 000 m². Med ett halvmeters djup på lekbottarna skulle lekarealen bli 350 m² och utgöra ca 2,9 procent av den produktiva ytan. Andelen är mycket mindre än i Gullspångsälven men verkar ändå vettig (muntligt Robert Skoog). Man kan även räkna ut lekarealen utifrån det beräknade antalet lekande honor (se sidan 39). Den totala lekarealen är uppskattad till mellan 296 och 414 m². Detta skulle innebära att det skulle behövas mellan 148 och 207 m³ lekgrus. Den beräknade mängden ligger mitt emellan vilket verkar vettigt. Minst ett befintligt lekområde finns redan om den större arealen krävs.

6.1.3.2.3 Rekommendationer

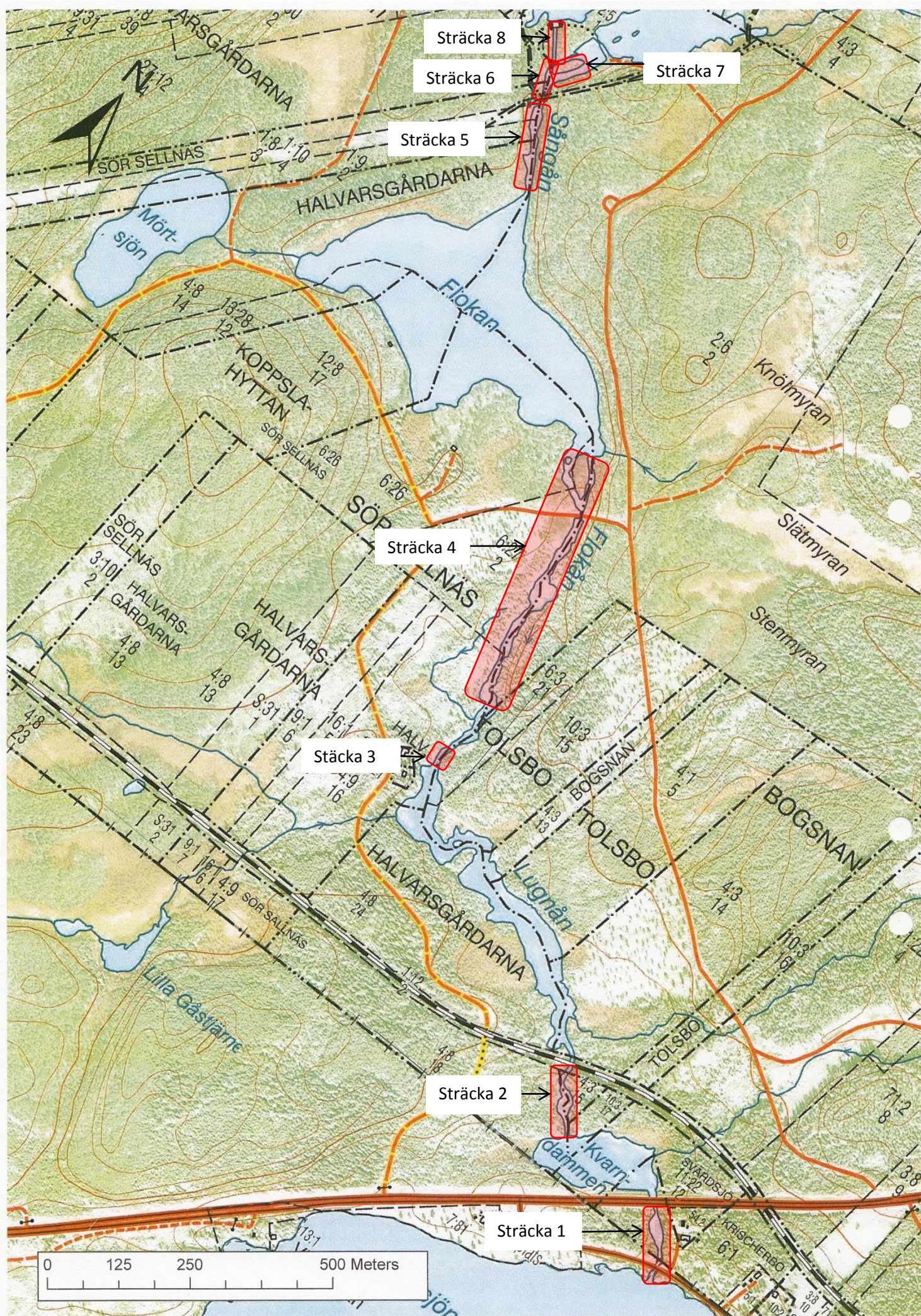
Lekbottnar bör anläggas i Sångån, Flokån, de nedre delarna av Lugnån samt på sträckan från riksväg 50 och till utloppet i Långsjön. Metoden som rekommenderas är "load-on-top" och skålmotoden eller en kombination av de båda. Möjligtvis skulle hartijokkimetoden kunna användas på strömsträckan nedströms järnvägsbron där finare fraktionen har konstaterats.

I första hand ska man utnyttja de naturliga förhållanden som finns av forsackar och håligheter i de strömmande delarna av vattensystemet. Om inte detta går får man gräva ur håligheter där man sedan anlägger en lekbotten. Lekbottnen bör inte sticka upp för mycket över övrig botten då dessa delar lätt blir rörliga. Lekbäddarna bör även innehålla större sten och anläggas mot större sten och block för att förankra dem väl och tillse att vatten pressas ner i lekbädden.

6.1.3.3 Åtgärder på olika delsträckor i vattensystemet

Nedan följer en mer detaljerad plan över vad som bör ske på de olika delsträckorna. Numreringen av sträckorna är från utloppet i Långsjön och uppströms. Vart de olika sträckorna är kan ses på karta nr 2 sida 26. De olika bilderna från sträckorna får ses som exempel på vart lekbottnar kan anläggas och vart sten och block bör läggas ut. Vart det sen sker i praktiken får avgöras under arbetets gång.

Karta nr 2 (nästa sida): De markerade delarna på kartan visar de strömmande partier som behöver åtgärdas. Sträckindelningen är samma som hänvisas till i texten.



6.1.3.3.1 Sträcka 1

Från Långsjön upp till vägtrumman under riksväg 50. På sträckan finns naturliga förutsättningar för anläggning av lekbottnar. Dels uppströms vägbron och dels nedanför vägtrummmorna (bild nr 9 och 10). Det man bör beakta är att åtgärden av trumman måste göras först för att se hur strömbilden efter åtgärden ser ut för att därefter anlägga lekbottnar i anslutning till denna. Lekgrus har en tendens att röra på sig varför det borde vara bäst att anlägga lekbotten i de övre delarna för att året efter se vad som skett och fylla på lekgrus där de delar som rört sig hamnat. Med de övre delarna menas delarna nedströms vägtrummmorna, rakt väster om huset och strax nedströms (se bild nr 9). Någon exakt storlek är svårt att säga men om man utgår från ca 25-30 m² med en halvmeters djup bör ca 12-15 m³ lekgrus vara tillräckligt. Sten- och block bör läggas ut dels på den övre delen av sträckan och dels från vägbron och ner till utloppet. På den övre delen kan man avvakta och se vad som behövs efter att vägtrumman åtgärdats.

Bild nr 9: Sträcka 1 nedströms vägtrumman. Ringen anger möjliga platser för anläggning av lekbottnar. Åtgärden vid trumman måste göras först för att se hur strömmen blir efter åtgärd. Foto Mats Olsson



Bild nr 10: Sträcka 1 precis uppströms vägbron. Ringen anger möjliga platser för anläggning av lekbottnar. Foto Mats Olsson.



6.1.3.3.2 Sträcka 2

Sträckan går mellan utloppet i Kvarndammen till tågbron. Potentiellt lekområde finns under tågbron med en botten bestående av fraktioner mellan sand till mindre block med en dominans av sten mellan 20 – 100 millimeter. Anläggning av lekbottnar är möjlig där ån delar sig genom att utnyttja de naturliga trösklar som förekommer (bild nr 11). Lekbottnar bör även vara möjlig vid nacken på den avslutande forssträckan innan Kvarndammen. En total yta på ca 25 m² lekbotten med ett djup av 0,5 meter ger en volym på ca 12-13 m³ lekgrus på sträckan. Sträckan verkar också vara rensad varför sten- och blockutläggning rekommenderas.

6.1.3.3.3 Sträcka 3

Sträckan är rakt väster om sommarstuga. Kort strömsträcka mellan två lugnvatten där möjligheter till lekbottnar finns men bör ha låg prioritering om prioriteringar krävs. Den totala arean för lekbottnar beräknas till ca 15 m² vilket skulle innebära att det bör gå åt en volym av ca 7,5 m³ lekgrus. Sträckan verkar rensad varför sten- och blockutläggning är den första åtgärd som bör göras (bild nr 12).

Bild nr 11: Sträcka 2 nedströms tågbron. Exempel på naturlig tröskel där lekbotten kan anläggas uppströms. Ringen anger möjlig plats för anläggning av lekbotten. Foto Mats Olsson.



Bild nr 12: Sträcka 3. Sträckan verkar vara rensad varför det första steget är att lägga ut sten och block. De röda cirklarna visar vart sten- och blockutläggning vore aktuell. Foto Mats Olsson.



6.1.3.3.4 Sträcka 4

Sträcka fyra är den längsta strömsträckan. Den börjar efter lugnvattnet uppströms sträcka tre och sträcker sig upp till sjön Flokan. Den totala längden är ca 460 meter (mätt på karta) och är troligtvis den viktigaste öringlokalen i hela vattensystemet. Sträckan verkar ha rensats varför sten- och blockutläggning är att rekommendera. På bild nr 13 visas hur sträckan i sin helhet borde ha sett ut samt att stora delar är rensade. Bild nr 14 visar utloppet från Flokan där vattendraget är tydligt rensad och någon typ av kanal är gjord på den östra sidan.

På sträckan finns ett flertal nackar och trösklar som är lämpliga platser för anläggning av lekbottnar. Bredare partier finns även där större lekområden också skulle kunna anläggas. Om rekommendationerna följs att ha mellan 100 och 200 meter mellan lekområdena så skulle sträckan ha 4,6 lekbottnar på ca 50 m² (10x5 meter) vardera vilket skulle ge en total area på 220 m². Om djupet på lekbottnarna är 0,5 meter skulle det bli en total volym av 110 m³ lekgrus. Avståndet mellan och storleken på lekbäddarna anpassas efter de lokala förhållandena. Vissa lekbäddar blir då större och vissa mindre men den totala lekarean bör ändå vara tillräcklig.

En vägtrumma finns även på sträckan som verkar vara gjord efter alla konstens regler med en bibehållen "naturlig" botten. Ingen åtgärd krävs.

Bild nr 13: Sträcka 4 nedströms vägtrumman mitt på sträckan. Bilden visar ett exempel på hur vattendraget en gång sett ut innan det rensades (gul cirkel). Stora delar av vattendraget bör ha sett ut på detta sätt utom de djupaste partierna. Material till sten- och blockutläggning finns längs stränderna (blå cirkel). Bilden visar även ett exempel på en mindre nacke där en lekbotten skulle kunna placeras uppströms (röd cirkel). Foto Mats Olsson.



Bild nr 14: Sträcka 4 vid utloppet av Flokan. Vattendraget är här rensat och någon typ av kanal är gjord, gul cirkel. Foto Mats Olsson.



6.1.3.3.5 Sträcka 5

Sträckan är mellan Flokan och där ån smalnar av och strömhastigheten ökar. Sträckan är förhållandevis lugnflytande och avbryts endast på ett ställe strax innan utloppet i Flokan av ett kortare strömmande parti (bild nr 15). Sträckan är troligtvis rensad varför sten- och blockutläggning är vettigt för att skapa en mer varierad miljö. Vid nacken innan utloppet i Flokan (bild nr 15) finns en naturlig plats för anläggning av en lekplats. Ett lekområde på ca 15 m² bedöms vara möjligt varför mängden lekgrus kan beräknas till ca 7,5 m³.

6.1.3.3.6 Sträcka 6

Sträcker sig från där sträcka fem slutar upp till där ån förgrenar sig. Vattenföringen är strömmande till forsande. Liksom övriga delar verkar den vara rensad varför sten- och blockutläggning rekommenderas. En tydlig naturlig plats för en lekbädd finns där sträcka sex, sju och åtta möts (bild nr 16). I övrigt på sträckan bör något mer lekområde kunna anläggas efter stenutläggning och bearbetning av befintlig bottenstruktur. Strömhastigheten är dock ganska hög varför bädden lämpligen anläggs vid ena eller andra sidan för att undvika att lekmaterial transporteras bort vid höga flöden. En total area för lekbottenarna beräknas till ca 20-25 m². Med ett djup på en halv meter skulle det bli en volym på ca 10-13 m³ lekgrus.

Bild nr 15: Sträcka 5 sedd från norr till söder. Ån är här lugnflytande till strömmande och avbryts endast på ett ställe strax innan utloppet i Flokan av ett mer strömmande parti. Pilen visar vart man eventuellt kan bygga en lekbädd. I övrigt är sten- och blockutläggning att rekommendera då ån här visar tecken på att ha blivit rensad. Foto Mats Olsson.



Bild nr 16: Sträcka 6 sedd från norr till söder. En naturlig plats för anläggning av en lekbädd finns där det naturliga utloppet från Sångan rinner ihop med en grävd kanal (röd ring). I övrigt bör sten och block läggas ut på sträckan för att få ett mer varierat och naturligt flöde. Foto Mats Olsson.



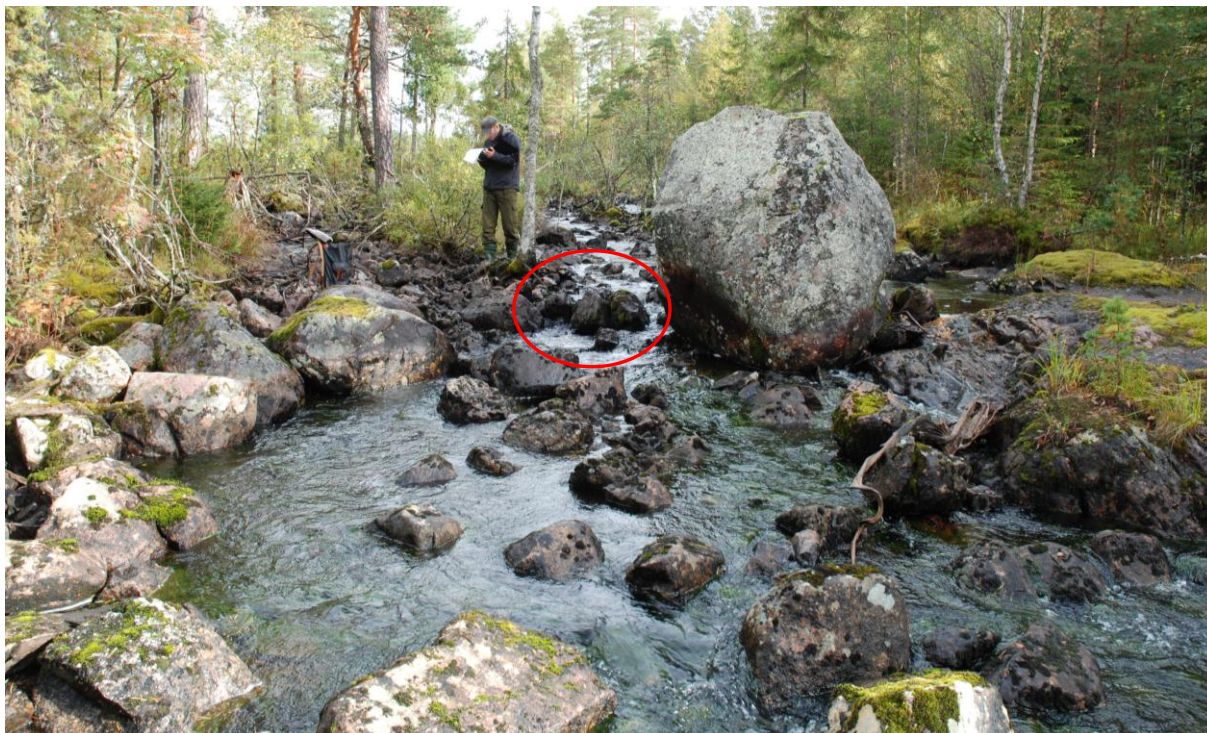
6.1.3.3.7 Sträcka 7

Sträcka sju är det naturliga utloppet från Sångan och sträcker sig från förgreningen till dammkonstruktionen vid Sångan. Sträckan är inte påverkad av rensningar men är kraftigt påverkad av regleringen av Sångan. Ett nytt utlopp har konstruerats med en dammkonstruktion där det verkar som större delen av flödet går. På grund av detta är stora delar i princip torrlagda vid lågvatten vilket försvårar vandringar och minskar mängden lek- och uppväxtområden radikalt för fisk (bild nr 17). Sträckan har potential som ett lek- och uppväxtområde för fisk om lekbottnar anläggs. En grov uppskattning av mängden lekgrus på sträckan är $12,5 \text{ m}^3$ fördelat på ca 25 m^2 . En förutsättning för detta är dock att mer vatten släpps via det naturliga utloppet av Sångan och mindre via den grävda kanalen. Om detta kunde genomföras vore det även önskvärt om man kunde styra över mer vatten till den södra delen av sträckan då den verkar vara huvudfåran. Eventuellt kan det vara nödvändigt att underlätta för vandring där sträcka sju rinner ihop med sträcka sex (se bild nr 18). Vid ett ökat flöde är kanske åtgärden överflödigt varför man bör vänta tills dammen är åtgärdad. Ingen åtgärd rekommenderas innan flödet åtgärdats.

Bild nr 17: Sträcka 7 sedd från väster till öster. Sträckan har två naturliga fåror där det verkar som den södra (till höger i bilden med röd ring) är huvudfåran. Vattnet bör koncentreras till denna del om det är möjligt för att få ett större vattendjup speciellt vid lågvatten. Detta är endast möjligt om en större del av utloppsvattnet går i det naturliga utloppet. Foto Mats Olsson



Bild nr 18: Nedre delen av sträcka 7. För att underlätta för vandrande fisk bör passagen förbi "stora stenen" åtgärdas (röd ring). Vid ett högre flöde har troligtvis fisken inga problem men vid lågvatten kan det uppstå problem. Åtgärden bedöms som lätt och kan utföras med spett och handkraft. Troligtvis behövs inte denna åtgärd om allt vatten från Sångan släpps i det naturliga utloppet. Foto Mats Olsson.



6.1.3.3.8 Sträcka 8

Sträcker sig från sträcka 6 och upp till Sångan. Hela sträckan verkar grävd och är troligtvis ett onaturligt utlopp konstruerat för att kunna reglera Sångan (bild nr 3). Sträckan har i detta skede ingen betydelse för fiskproduktion varför inga åtgärder rekommenderas förutom att minska flödet och släppa större delen av vattnet via det naturliga utloppet.

6.1.3.4 Arbetsmetodik

I mindre vattendrag (< 7 meter) brukar manuellt arbete vara vanligt. I större vattendrag där större strukturer skall göras och där större block ska läggas ut rekommenderas dock grävmaskin. Vad man väljer bestäms i huvudsak av tidsaspekten, tillgång till arbetskraft samt ekonomin. En grävmaskin jobbar mycket fort och man kan lägga ut mycket stora block men kostar en hel del per timme. En grävmaskinist kan heller inte jobba ensam utan det krävs att en restaureringskunnig person är med hela tiden för att resultatet ska bli tillfredställande. Manuellt arbete däremot är mycket arbetskrävande och kräver mycket tid. För att få arbetet genomfört inom rimlig tid rekommenderas därför att arbetet görs med grävmaskin. Möjligtvis kan kortare partier göras manuellt. I Gullspångsälven har de använt en skotare vid restaureringen av älven. Skotaren hade försetts med skopa och en container för att kunna anlägga lekbottnar. Den kunde även gå djupare än en grävmaskin vilket enligt Robert Skoog underlättade arbetet.

Lekbottnarna bör anläggas i samband med återställandet av de rensade delarna. Utläggning av sten och block bör ske först för att se hur strömbilden förändras varefter man anlägger lekbottnar på lämpliga ställen. Lekbottnarna blir ju också en del av vattendraget och påverkar strömbilden varför dessa ska göras i samband med övrig restaurering av de rensade delarna. Om man dessutom måste använda grävmaskin är det bättre att göra "färdigt" för att slippa åka fram och tillbaks med maskinen. Dessutom kan det för det fortsatta arbetet vara tillfredsställande att se ett färdigt resultat.

Arbetet ska ske uppfifrån och nedåt i vattendraget för att inte påverka redan åtgärdade delar av förändrade strömförhållanden och finare sediment som virvlar upp under arbetet. Vattensystemet är dock uppdelat i tre strömmande delar med mindre sjöar där i mellan varför man kan börja med sträckan mellan Flokan och Kvarnsjön innan Sångån åtgärdas. Flokan bör fungera som en sedimentfälla så att endast de allra finaste partiklarna förs vidare ner i vattensystemet.

6.1.3.5 När på året ska arbetet utföras?

Det bästa är om man kan utföra arbetena vid lågvatten och speciellt när även finare strukturer som lekbottnar ska läggas ut. Då kan man säkerställa att inte sediment sätter igen lekbottnen och att den inte torrläggs vid lågvatten.

6.1.3.6 Fotodokumentation

Alla sträckor som på ett eller annat sätt åtgärdas bör dokumenteras med fotografier före och efter åtgärd. Tänk på att ta bilderna från samma plats. Bilder kan sedan tas årligen för att se hur den förändras efter påverkan av höga flöden och is. Bilderna bör om möjligt tas från samma plats och vid så likartat flöde som möjligt.

6.1.3.7 Kostnader

Beräkning av kostnader för ett sådant här projekt är mycket svårt. Variationen mellan olika projekt som utförs maskinellt är mellan 20 000-100 000 kronor per 1000 meter. Länsstyrelsen i Västernorrland anger en total kostnad för åtgärdat vattendrag till 21 kronor per meter i små vattendrag (<5 meter), 35 kronor per meter i medelstora vattendrag och 52 kronor per meter i vattendrag med en bredd mellan 10-20 meter (Degerman 2008). Vattendraget bedöms ha en medelbredd som är >10 meter varför man bör använda den högsta siffran för att få fram en kostnad. Olika delar kräver dock olika mycket arbete men om man även inkluderar anläggning av lekbottnar så bör det inte bli så tokigt om man räknar med den totala längden strömmande vatten går. Kostnaden per meter. De delar av vattensystemet som är av mer strömmande karaktär har beräknats till en total längd av ca 1200 meter vilket skulle innebära en total kostnad av 62 400 kronor. Det som tillkommer är kostnaden för lekgruset. Naturgrus i rätta fraktioner kostade 2008 mellan 250-500 kronor per m³ vilket skulle ge en total kostnad mellan 43 750 kronor och 87 500 kronor om man räknar med att ca 175 m³ går åt. Till detta tillkommer kostnaden för transport från grustaget samt transport ut till de olika sträckorna. Den totala kostnaden för att restaurera de strömmande delarna skulle då ligga mellan 106 000 kronor och 150 000 kronor plus kostnaderna för transport av lekgruset. Alla pris- och kostnadsuppgifter är tagna ur "Ekologisk restaurering av vattendrag" (Degerman 2008).

6.2 Biologiska åtgärder

6.2.1 D. Skapande av kantzoner

Med kantzoner menas strandmiljöerna längs vattendrag och sjöar samt fastmarksområdena som direkt påverkar ytvattnet. Förutom de delar av stranden som vid högvatten är en del av vattendraget ingår även de delar av stranden som påverkar vattnet på ett eller annat sätt. Nedan följer en kort genomgång av kantzonernas ekologiska betydelse (Degerman 2008).

- Minskar avrinning och erosion. Träd och våtmarker i kantzonen minskar avrinningen och fungerar som vattenmagasin. En kantzon av träd och våtmarker dämpar alltså skillnaderna mellan hög och lågvatten på ett skonsamt sätt. Träd stabiliserar även marken vilket minskar erosion som kan förekomma vid höga flöden och kraftiga regn.
- Modererar ljusförhållanden och vattentemperatur. I oskuggade vattendrag sker ofta en igenväxning av vattnet och temperaturen kan även öka sommartid så att livsvillkoren förändras för många vattenlevande organismer. En ökning av endast ett par grader kan ändra livsvillkoren radikalt för många arter. Bland annat har det visat sig att öringen har lägre tätheter i vattendrag som har högre temperatur än vad som kan förväntas av ett vattendrag utifrån deras läge och storlek.
- Bibehåller ett fuktigt mikroklimat. Många djur och växter gynnas av det fuktigare mikroklimat som finns kring vattendrag med en kantzon vilket ökar den biologiska mångfalden.
- Tillför organiskt material. All vegetation kring ett vattendrag tillför vattendraget näring i form av löv, barr, gräs samt insekter och andra småkryp. Speciellt i skuggade vattensystem så utgör detta nedfall basen i näringskedjorna. Lövinslag har även visat sig öka antalet arter av fisk i svenska skogsbäckar. Kantzonerna producerar också död ved som har mycket stor betydelse för produktionen och den biologiska mångfalden i vattendrag.
- Utgör en artrik livsmiljö. Kantzonerna utgör gränsen mellan två ekosystem vilket är mycket gynnsamt för många arter. Den variation av habitat som uppstår gynnar många arter varför dessa är viktiga för den biologiska mångfalden.

6.2.1.1 Hur mycket och vad ska sparas?

Som en tumregel bör en kantzon på 15-40 meter krävas för att fungera som en skyddszon för att minska de negativa effekterna av skogsbruk. Känsligare marker och vattendrag kräver bredare zoner men detta kan vara en bra början. Normalt kräver inte skyddszonen någon skötsel utan den kan utvecklas fritt. Om någon skötsel ska utföras så bör man gynna lövträd på bekostnad av gran. Äldre barrträd bör bevaras, speciellt tall. Torrakor och högstubbar bör även bevaras och plockhuggning bör inte ske inom en orörd zon på 10 meter från vattendraget.

6.2.1.2 Hur ska detta gå till?

Ingen djupare analys görs av detta men som vi ser det bör man kunna komma överens med berörda skogsägare om att lämna en kantzon orörd längs älven. Skogsägarna är troligtvis medlemmar i fiskevårdsområdesföreningen varför de också kommer att gynnas av ett bättre fiske i de närliggande sjöarna.

6.2.2 E. Introduktion av en vandrande öring

Målet med hela projektet är att få en vandrande öringstam att etablera sig i vattensystemet. Öringen ska ha de strömmande delarna som lek- och uppväxtområde för att sedan gå ut i Långsjön och Tunsan och växa sig stora. I sjöarna kan man sedan bedriva ett fiske på dom. Enligt muntliga

uppgifter har det funnits öring i vattensystemet tidigare men hur det är i dag är oklart. Den översta delen av Sångån elfiskades hösten 2010. Endast elritsa, stensimpa och lake fångades. Om öring förekommer längre ner finns inga uppgifter om men stationär fisk skulle mycket väl kunna finnas då områden lämpade för öring finns i vattensystemet. Det som dock är klart är att ingen vandrande öring kan finnas då det är vandringshinder både uppströms och nedströms.

6.2.2.1 Utsättningsmaterial

För att få en öringintroduktion att lyckas bör öringen som introduceras komma från liknande förhållanden som finns i vattensystemet. "Lokala" stammar som har levt i likartade förhållanden är alltid att föredra då de har lättare att etablera sig på ett ny likartad plats. Problemet som uppstår med lokala stammar är att det endast är ett fåtal som hålls i odling. Detta får anses som ett krav för att hitta tillräckligt med utsättningsmaterial. Att använda viltfångad fisk som inte blivit utsatt för en odlings konstlade selektionstryck är naturligtvis bäst men i vad mån det finns att tillgå är i dags dato en mycket osäker fråga.

6.2.2.2 Rom, yngel eller större fisk?

Ju större fisk som sätts ut desto högre överlevnad. Men frågan är hur präglade de blir på vattendraget och därmed hur många som återvandrar för lek. Den största selektionen sker i rom och yngelstadierna varför de få fiskar som överlever bör vara mycket väl anpassade till de förhållanden som råder i vattendraget. Fisken bör även ha blivit präglade av vattendraget varför återvandring för lek i samma vattendrag bör ske i stor utsträckning. Detta gör att romutsättningar rekommenderas för att få en fisk som är väl anpassad till vattendraget samt har stor benägenhet att återvandra för lek.

6.2.2.3 Vilken rom?

Rom går att sätta ut antingen som nybefruktad (grön rom) eller som ögonpunktad. Ett till två dygn efter befruktningen är rommen förhållandevis okänslig och går att hantera. Under denna tid är det möjligt att transportera och sätta ut rommen. Nackdelen är att man måste anpassa utsättningen exakt efter befruktningen. Efter ungefär halva utvecklingstiden av rommen syns fiskens ögonpigment i romkornet. Rommen har blivit ögonpunktad. Från detta stadium och till strax innan kläckning är rommen förhållandevis tålig och kan transporteras och hanteras utan några högre dödligheter. Fördelen med detta stadium är att det sträcker sig över längre tid vilket innebär att man inte i samma utsträckning blir beroende av ett fåtal dagar för utsättning av rommen. Nackdelen är att det blir på vintern/vårvintern vilket kan innebära problem med is och snö. Vilket stadium man väljer får de lokala förhållandena avgöra. Det man kan tänka på är att dödligheten är större på grön rom varför större utsättningsmängder krävs på detta stadium i förhållande till ögonpunktad. Detta kan därför vara en kostnadsfråga. De mängder som rekommenderas är (Degerman m.fl. 1998):

Grön rom	1 000-4 000/100 m ²
Ögonpunktad rom	500-1 000/100 m ²

Den totala arean på de strömmande delarna är (mycket ungefärligt) 12 000 m² vilket skulle innebära att mellan 60 000 och 120 000 ögonpunktad rom skulle sättas ut. För grön rom skulle förhållandena bli mellan 120 000 och 480 000 romkorn.

6.2.2.4 Utsättning av rom

Utsättning av rom går att göra på olika sätt. Det finns speciella boxar (Whitlock-Vibert-askar) som rommen läggs i som sedan grävs ner på lekområdena. Problem har förekommit med svampangrepp

på rommen då dessa ligger i en stor klump. Det finns även en speciell romutsättare där rommen tillsammans med vatten förs in i lekbädden. En något enklare modell är att fylla lekbottarna med rom genom ett enkelt plaströr.

Romutsättningarna bör upprepas fram till dess man beräknar att de första återvandringarna kommer tillbaka för lek. Årliga elfisken bör göras för att kontrollera resultatet samt se om det efter fyra till fem år sker någon naturlig lek.

6.2.2.5 Vilken öringstam?

Ingen djupare analys av detta görs på grund av att det ligger ett antal år framåt och att det är mycket osäkert när vägtrumman under riksväg 50 kan åtgärdas. Kanske är det bättre att satsa på en nedströmslekare då det verkar som om vandringshindret vid utloppet av Sångan inom ett par år är åtgärdat. Troligtvis kommer det att klarna när man vet hur och när vandringshindren ska åtgärdas varför det den dagen kan vara aktuellt att fundera på vilken fisk man ska satsa på och vilket utsättningsmaterial som ska användas. Ovanstående korta diskussion om stam och utsättningsmaterial kan man fundera på till dess.

6.2.2.6 Skattad smoltproduktion

Att uppskatta hur stor smoltproduktionen blir i ett vattensystem är mycket svårt. Man får utgå från den tillgängliga statistik som finns och de beräkningsmodeller som tagits fram över tätheter och överlevnad hos 0+ och >0+. De täthetssiffror som används här är från elfiskeregistret (Degerman m.fl. 2008) där man delat in Sverige i regioner och storlekar på avrinningsområden för att få fram tätheter av öring på hösten. Inga uppgifter har hittats på avrinningsområdets storlek varför det uppskattats till <100 km². Om det skulle vara större är det troligtvis endast marginellt varför de uppskattade täthetssiffrorna inte bör vara så tokiga. Dessutom ligger vattenområdet i den södra delen av regionen vilket bör innebära att tätheterna är något större än medel för området. Någon exakt siffra är som sagt inte lätt att få fram varför två beräkningsmodeller använts för att få fram ett lägsta och högsta värde. Beräkningsmodellerna som använts (Degerman m.fl. 2001) utgår dels från överlevnaden på 0+ fram till smoltifieringen och dels överlevnaden hos >0+ fram till smoltifieringen. Beräkningar på 0+ ger en lite lägre siffra och beräkningar på >0+ en lite högre. Formlerna som använts är enligt nedan:

$$S = 0,15 \cdot \text{hösttäthet av } 0+$$

$$S = 0,27 \cdot \text{hösttäthet av } >0+$$

Vid en skattad täthet av 0+ till 24,4 individer/100m² och öring >0+ till 14,2 individer/100m² får man en total smoltproduktion på mellan 439,2 och 459,6 individer. Den produktiva ytan har beräknats som de strömmande delarnas längd gånger medelbredden vilket ger en ungefärlig yta på 12 000m².

6.2.2.6.1 Mängden återvandrande lekfisk

Om man räknar med en överlevnad på 30-40 procent fram till första leken (Degerman m.fl. 2001) skulle mellan 132 och 184 individer återvända för lek första gången. Öringen kan leka flera gånger och överlevnaden är upp till 50 procent mellan första och andra lek (Degerman m.fl. 2001). Detta skulle innebära att lekpopulationen skulle kunna vara på mellan 198 och 276 individer från och med andra året de leker. Detta förutsätter dock att inte fisketrycket blir för stort vilket skulle påverka lekpopulationen negativt. Öring kan leka fler gånger men om de leker varje år verkar variera mellan

olika populationer varför inga vidare beräkningar görs på detta utan ovanstående siffror skulle kunna vara ett rimligt antagande på antalet årligen lekvandrande fiskar även om de leker fler än två gånger.

6.2.2.6.2 Könskvot och lekareal

Endast ca hälften av hannarna vandrar ut ur vattendraget vilket innebär att 75 procent av återvändande lekfisk är honor. Om man utgår från ovanstående uträkningar på mängden lekfisk skulle det innebära att mellan 148 och 207 honor årligen vandrar tillbaks för lek. Stationär öring behöver ca 0,5-1 m² lekbotten/hona, lax behöver mellan 1-4 m² (Degerman 2008). Om man antar att öringen här behöver ha i medeltal 2 m² per hona skulle det innebära att den totala lekpopulationen behöver en total yta av mellan 296 och 414 m² att leka på.

6.2.3 F. Konkurrens från andra arter

Naturlig konkurrens och predation från andra arter i vattensystemet är helt naturligt. Det är rimligt att anta att arter som gädda, mört och abborre finns i sjöarna Flokan och Kvardammen, men även i mer lugnflytande partier. Degerman (1998) har visat hur artförekomsten i rinnande vattendrag i Falu kommun förändras med avståndet till sjön. Där framkommer att abborre och mört förekommer talrikt i sjöar men även i rinnande vatten i direkt (ca 100 meter) anslutning till sjöar både upp- och nedströms. Gädda däremot visar inte riktigt samma mönster utan förekommer mer spritt. Dock minskar förekomsten av gädda med avståndet från sjön. I samma jämförelse visas även att öringens förekomst ökar med avståndet från sjöar.

Även om förekomsten av gädda är lägre i strömsträckorna jämfört med stillastående vatten eller de lugnflytande delarna är förmodligen gädda den art som kommer utsätta öringpopulationen för störst predation i detta vattensystem. Grunda lugnflytande avsnitt med vattenväxter förekommer. Likaså finns lämpliga gäddmiljöer i flera av sjöarnas grunda mynningsområden. Därför är det viktigt att det restaureringsarbete som görs i vattensystemet inte ökar antalet platser som är lämpliga gäddhabitat. Skov & Koed (2004) har visat att de största tätheterna av gädda hittar man i strandzoner där vass och andra strukturer är vanligt. I strandzonen finns det gått om strukturer som gäddan kan kamouflera sig i. Savino & Stein (1989) har visat att gäddors jaktteknik går ut på att kamouflera sig och med ett snabbt utfall överrumpla bytet. Det är viktigt att man i hela restaureringsprocessen har en medvetenhet om och förståelse för gäddans ekologi. Annars finns en risk att utförda åtgärder kan få negativa konsekvenser för restaureringsarbetets målfisk – öringen.

Det har förekommit utfiskningsprojekt av gädda, där syftet varit att minska gäddors predation på framförallt mindre öring och smolt (Degerman m.fl. 2001). Gäddor är kannibaliska och har påvisats påverka andra gäddors beteende i samma vattendrag (Nilsson, Turesson & Brönmark, 2006). För stora gäddor (>0,65 meter) har man visat att födan (i vikt) består ungefär till 20 procent av andra mindre gäddor (Sharma & Borgström, 2008). Genom att fiska bort stora gäddor kan mindre gäddor utöka sina födorevir och på så vis kan den totala smoltpredationen eventuellt öka (Degerman m.fl. 2001).

6.3 Resultatkontroll

6.3.1 G. Kontroll och förbättring

Alla åtgärder som görs i ån påverkas av höga flöden och is. Utläggning av större sten och block förändras i mindre utsträckning medan mindre fraktioner som används till lekbottnar har en tendens att röra på sig. Detta gör att åtgärderna måste kontrolleras och förbättras årligen. Det man kan tänka på är att kanske utnyttja de platser till lekbottnar dit vattnet transporterat lekmaterial. Den första platsen kanske inte var optimal utan det är bättre att anlägga den där vattnet själv valt att lägga materialet. Även dessa arbeten ska utföras vid lågvatten. Troligtvis krävs här inte maskinell hjälp utan det mesta går att göra med handkraft. Om man spar ett antal kubikmeter lekgrus på varje sträcka så har man till att förbättra med de kommande åren.

6.3.2 H. Fiskeribiologiska undersökningar

6.3.2.1 Elfiske

Elfiske ska ske innan alla åtgärder genomförs för att ha ett referensmaterial där man kan se hur fiskfaunan har förändrats efter alla åtgärder. Ett referensmaterial är ett krav för att kunna utvärdera resultatet av alla åtgärder. Därefter bör det ske årliga elfisken tills man konstaterat att naturlig reproduktion uppnåtts. Efter detta kan elfisketillfällena glesas ut och göras vart annat år.

6.3.2.1.1 Elfiskelokaler

Vattensystemet har fyra tämligen skilda delar som kan fungera som reproduktionsområde för öring. En lokal på varje del bör därför elfiskas för att se om åtgärderna lyckats. Varje lokal bör vara minst 250 -300 m² och fiskas kvantitativt. Nedan följer ett förslag på vart de bör ligga.

Lokal nr 1: På strömsträckan mellan vägtrumman under riksväg 50 och Långsjön

Lokal nr 2: I Lugnån på strömsträckan mellan järnvägsbron och Kvarndammen.

Lokal nr 3: I Flokån. På lämplig del av sträcka fyra.

Lokal nr 4: I Sångån nedströms där ån delar sig till de två utloppen av Sångan.

De olika lokalerna bedöms som tämligen svårfiskade då de är breda och troligtvis förhållandevis djupa. Detta gör att elfisket bör genomföras vid så lågt vattenstånd som möjligt för att få tillförlitliga resultat. Kostnaderna för elfisket bedöms till ungefär 4500 kronor per lokal (exklusive moms) vilket ger en total summa av 18000 kronor per år.

6.3.2.2 Provfiske av Långsjön och Tunsan

Ett standardiserat provfiske av sjöarna bör ske innan fisk sätts ut i vattensystemet. Provfisket bör ske efter standardiserad metodik för att kunna göra jämförande studier i framtiden. Eftersom kanske den pelagiska fiskfaunan är mest intressant ur ett öringperspektiv bör fisket även utföras med pelagiska översiktsskötare. Om siklöja och/eller nors förekommer ökar förutsättningarna för att projektet ska lyckas. Det som kommer att ställa till det för utvärderingen av resultatet är de utsättningar som redan skett av gullspångsöring.

Ett enklare alternativ är att enbart fiska med översiktsskötare för att få en bild av den pelagiska fiskfaunan.

Provfisket bör upprepas vart femte år för att följa fiskfaunans utveckling efter öringintroduktionen.

6.4 Regelverk

6.4.1 I. Lagar och bestämmelser

Verksamheter eller åtgärder som syftar till att förändra vattnets djup eller läge, avvattna mark, leda bort grundvatten eller öka grundvattenmängden genom tillförsel av vatten samt uppföra anläggningar i ett vattenområde definieras som vattenverksamhet (Att anmäla vattenverksamheter, version 070607).

Utgångspunkten i miljöbalken är att vattenverksamheter kräver tillstånd från miljödomstolen. För en del mindre verksamheter räcker det dock med att en anmälan görs till länsstyrelsen. För vattenverksamheter som det är uppenbart att de inte påverkar vare sig allmänna eller enskilda intressen krävs det varken tillstånd eller anmälan (Att anmäla vattenverksamheter, version 070607).

För att kunna använda sig av den lättnad miljöbalken ger i form av att vare sig kräva tillstånd eller anmälan för vattenverksamheter som utom allt tvivel inte påverkar vare sig allmänna eller enskilda intressen, är svårt enligt vår bedömning. Vår bedömning är att det krävs en anmälan om vattenverksamhet för utläggning av block, lekgrus och eventuellt en upphöjning av botten för att skapa en tröskeffekt nedströms vägtrummorna under riksväg 50. För att det ska räcka med en anmälan är det viktigt att den bottenyta som påverkas av åtgärden inte överstiger 500 m². Om åtgärden är större krävs tillstånd (Att anmäla vattenverksamheter, version 070607). Men åtgärder i form av blockutläggning, anläggning av lekbottnar och eventuellt upphöjande av botten ska här ske på ett flertal olika sträckor och även under flera år. Detta medför att åtgärderna kan delas upp i flera åtgärder, med flera anmälningar om vattenverksamheter som följd. (muntligen Therese Carlsson, Länsstyrelsen i Dalarnas län). Exempelvis kan man då göra en anmälan per sträcka. Detta kan vara bra att ha i åtanke om den totala bottenyta som påverkas av blockutläggning, skapandet av lekbottnar och upphöjande av botten blir större än 500 m².

Vid en anmälan är det också viktigt att ha en rådighet, det vill säga att man måste äga eller ha tillstånd från den eller de ägare till fastigheten där vattnet finns för att genomföra den tilltänkta vattenverksamheten. Även statliga och kommunala myndigheter samt organisationer och enskilda som kan ha ett särskilt intresse i saken ska ges tillfälle att yttra sig i anmälningsärendet (Att anmäla vattenverksamheter, version 070607).

Vid arbeten i eller i anslutning till vatten kan även andra tillstånd eller anmälningar krävas. Ett exempel är dispens från strandskyddsbestämmelserna vilket lämnas av kommunen (muntligen Therese Carlsson, Länsstyrelsen i Dalarnas län).

Är den berörda bottenytan som påverkas av vattenverksamheten större än 500 m² krävs tillstånd, vilket avgörs i Mark- och Miljödomstolen. Likaså krävs tillstånd istället för anmälan för anläggande eller byte av trumma, eller byggande av bro, i vattendrag med en medelvattenförling över 1 m³ per sekund. Enligt modellerad data över flödesstatistik under perioden 1981-2010 är medelvattenförlingen (MQ) i Tunsans inlopp 1,66 m³ per sekund (SMHI). Av detta är bedömningen att det krävs en tillståndsprövning i Mark- och Miljödomstolen för ett restaurerande av de trummor som finns under riksväg 50 (vandringshinder 1).

Terrängkörning på barmark är förbjuden i hela Sverige. Därför behövs en dispens mot detta förbud i terrängkörningslagen. Detta kan man ansöka om hos länsstyrelsen genom att fylla i och skicka in blanketten "Ansökan om dispens från terrängkörningsförbud enligt terrängkörningslagen".

För att flytta eller utplantera fisk eller kräftdjur krävs alltid tillstånd från länsstyrelsen. Detta kan ansökas om genom att fylla i och skicka in blanketten " Ansökan om tillstånd för utplantering eller flyttning av fisk och kräftor".

7 Tidsplan

En exakt tidsplan för när olika åtgärder ska utföras är svår att göra. Avgörande är i mångt och mycket åtgärdandet av de två vandringshindren. Den största och mest resurskrävande åtgärden är med största säkerhet vandringshinder 1, vilket även gör tidpunkt för åtgärd svår att bedöma. Men för att komma igång med restaureringsarbetet finns det delar som man kan börja restaurera redan 2013. Mer om detta under rubriken restaurering av strömsträckor nedan.

7.1 Vandringshinder

7.1.1 Vandringshinder 1

Utifrån trafikverkets prioriteringar kommer fria vandringsvägar genom vägtrumorna förmodligen inte att möjliggöras de närmsta fem åren, även om inga tidsangivelser är definierade (muntligen Ove Eriksson). Eventuellt kan processer likt denna påskyndas genom att Rämshyttans FVOF och andra intressenter underrättar i första hand trafikverket och visar på betydelsen av denna åtgärd.

7.1.2 Vandringshinder 2

Borlänge Energi har åtagit sig att göra om utloppet från sjön Sångan och samtidigt bygga en fiskväg. Detta kommer att behandlas i Mark- och Miljödomstolen den 6 februari 2013. Utifrån energibolaget kan detta vandringshinder inklusive fiskväg förmodligen åtgärdas 2014 och i bästa fall 2013 (muntligen Erik Sjölander).

7.2 Restaurering av strömsträckor

Allting kan inte göras samtidigt varför en turordning eller prioriteringslista kan vara lämplig. I skrivande stund är det inte bestämt när vandringshindrena kommer att åtgärdas. Därför gör vi bedömningen att det är lämpligt att börja restaurera sträckorna mellan Flokan och Kvarndammen. Dessa sträckor kommer förmodligen inte i någon större omfattning påverkas av ombyggnationen av Sångans utlopp. Ett antal av sträckorna är relativt långa varför det kan vara lämpligt att dela upp längre sträckor i mindre delar och arbeta etappvis. Börja arbetet längst uppströms och arbeta er nedströms. Stora stenar kan lokalt kraftigt förändra vattenströmmen varför det är viktigt att börja med stenutläggning. Av denna anledning bör lekbottnarnas exakta placering och omfattning göras först efter stenutläggningen. Vad beträffar exakt läge och längd på lekbottnar och stenutläggning gör vi bedömningen att det bäst avgörs i fält i samband med utförandet. Annars finns det en risk att motverka syftet med åtgärden. Nedan redovisas alla sträckor i en prioriterad ordning med den mest prioriterade sträckan först, följt av den näst mest prioriterade sträckan och så vidare.

7.2.1 Sträcka 4

På grund av sin längd och därmed störst produktiv yta kommer sträcka 4 troligtvis ha störst betydelse för öringproduktion i vattensystemet. I jämförelse med övriga sträckor är de nedre delarna av sträckan relativt långt ifrån närmsta sjö eller lugnvatten, vilket talar för minskad konkurrens och predation från andra arter. Sträckan är även belägen mellan Flokan och Kvarndammen vilket gör att restaureringsarbeten kan börja innan arbetet i sjön Sångans utlopp är utfört. Avvakta dock tills dess att hela vattensystemet har elfiskats. Arbeten i vattnet bör ske under perioder med lågvattenföring under sensommaren. Dela upp sträckan i mindre delar och börja längst uppströms och arbeta er nedströms. Lämpligt kan vara att den första delen sträcker sig från Flokan till den korsande skogsbilvägen (ca 100 meter mätt på karta). Börja med stenutläggning och därefter anläggning av lekbottnar. Åtgärd kan rimligen utföras sensommaren 2013.

7.2.2 Sträcka 2

Sträckan är belägen mellan Flokan och Kvarndammen vilket gör att restaureringsarbeten kan börja innan arbetet i sjön Sångans utlopp är utfört. Börja med stenutläggning och därefter anläggning av lekbottnar. Sträckan är ungefär 100 meter (mätt på karta) varför sträckan inte behöver delas upp i mindre etapper. Delar man upp den i etapper bör man inte göra fler än två. Åtgärd kan rimligen utföras sensommaren 2013-2014.

7.2.3 Sträcka 7

Restaureringsarbetet på sträcka 2 och 4 tar sannolikt större delen av de tidsfönster under 2013 och 2014 då det är lämpligt med restaureringsarbete. Erik Sjölanders bedömning om att Sångans utlopp bör kunna åtgärdas senast 2014 innebär att man redan 2014 bör kunna börja med restaurerandet av sträcka 7. Det är dock avhängigt att utloppet är färdigställt. Koncentrera flödet till huvudfåra och etablera därefter lekbottnar. Sträckan bör inte delas upp i etapper. Åtgärd kan rimligen utföras sensommaren 2014-2015.

7.2.4 Sträcka 6

Sträckan kan åtgärdas efter att sträcka 7 har åtgärdats. Börja med stenutläggning och därefter anläggning av lekbottnar. Eftersom sträckan endast är ca 50 meter (mätt på karta) bör man inte dela upp den i etapper. Åtgärd kan rimligen utföras sensommaren 2015-2016.

7.2.5 Sträcka 5

Sträckan kan åtgärdas efter att sträcka 6 har åtgärdats. Börja med stenutläggning och därefter i mån av tid och resurser anläggning av lekbottnar. Sträckan är ungefär 150 meter (mätt på karta). Ska lekbottnar anläggas kan sträckan delas upp i etapper och därmed färdigställa etapperna stegvis. Åtgärd kan rimligen utföras sensommaren 2015-2016.

7.2.6 Sträcka 3

Lågt prioriterad sträcka då den är kort, dessutom förväntas konkurrens och predation från andra arter vara hög till följd av den relativt låga vattenhastigheten och närheten till lugnvatten. Börja med stenutläggning och därefter i mån av tid och resurser anläggning av lekbottnar. Sträckan åtgärdas i mån av tid och resurser varför ingen tidangivelse ges.

7.2.7 Sträcka 1

Sträckan är lågt prioriterad eftersom det är en stor osäkerhet kring när vandringshindret under riksväg 50 åtgärdas. Ingenting bör göras här förrän etablerandet av fria vandringsvägar är genomfört. Detta för att en stor del av botten nedströms kan komma att tas i bruk, strömbilden kan förändras och dessutom kan den grumling som uppstår påverka biologiskt liv och lekbottnar negativt. Stenutläggning och etablering av lekbottnar kan bli aktuellt. En rimlig bedömning av när sträcka 1 kan åtgärdas är mycket svårt och beror helt enkel på den osäkerhet som råder kring när och eventuellt om vandringshindret kan åtgärdas. Enligt trafikverket kommer vandringshindret förmodligen inte att åtgärdas de närmsta fem åren (muntligen Ove Eriksson). Om det däremot åtgärdas tidigare bör en omprioritering övervägas och sträcka 1 prioriteras högre.

7.3 Eventuella förseningar i arbetet med Sångans utlopp

Om Borlänge Energis arbete med att göra om Sångans utlopp inte blir klart 2014 kan inte restaureringsarbetet på sträcka 7 och 6 påbörjas och inte färdigställas på sträcka 5. Möjliga

restaureringsarbeten (förutom sträcka 4 och 2 som har högsta prioritet) fram tills att utloppet är färdigställt är stenuläggning i sträcka 5 och stenuläggning och anläggande av lekbotten i sträcka 3.

7.4 Fiskeribiologiska undersökningar

7.4.1 Elfiske

Som nämnts under rubriken elfiske så ska fiskfaunan undersökas innan restaureringsarbetet startar. Därefter ska elfiske ske årligen för att kontrollera resultatet av romutsättningarna. När naturlig reproduktion har konstaterats kan man elfiska vart annat år.

7.4.2 Provfiske av Långsjön och Tunsan

Ett standardiserat provfiske av sjöarna bör ske innan fisk vandrar ut från Sångån, Flokån och Lugnån. Därefter bör ett provfiske ske vart femte år för att se hur fiskfaunan i sjöarna påverkas av öringutsättningarna.

7.5 Uppströms- eller nedströmslekande öring?

Detta är ett ställningstagande Rämshyttans FVOF får ta och en fördjupad analys får göras när det blir aktuellt. Eftersom det råder stor osäkerhet kring när och eventuellt om vandringshinder 1 går att åtgärda kommer det ta lång tid innan en fiskutsättning blir aktuell. Ännu längre tid kommer det ta till dess att det finns ett fiskbart bestånd i Långsjön och Tunsan. Introduceras en uppströmslekande öring får man räkna med att det första nappet, från en vandrande självreproducerande öring i de nedströms belägna sjöarna, dröjer minst 10 år förmodligen mer. Fördelarna med uppströmslekande öring är att det borde vara enklare att hitta en lokal stam som hålls i odling.

Av allt att döma kommer vandringshinder 2 vid Sångans utlopp restaureras tidigare än vandringshinder 1. Detta kan tala för att introducera en nedströmslekande öring som använder Sångan som uppväxtområde. Men det bör ses som en sista utväg om inte vandringshindret under riksväg 50 går att restaurera. Nackdelarna med nedströmslekande öring är att det förmodligen är svårare att hitta en lokal stam som dessutom hålls i odling. För att få en ungefärlig uppfattning om när första nappet kan komma från en vandrande självreproducerande öring i uppströms belägna Sångan kan man lägga till fyra år efter att första romutsättningen är gjord. Om Sångans utlopp är färdigställt 2014 kan romutsättning ske vintern 2014-2015, därav kan första nappet förväntas komma 2019 – alltså om ca 6-7 år. Vi rekommenderar dock, oavsett uppströms- eller nedströmslekande öring, att man inte börjar skörda av den introducerade vandrande öringen förrän ett självreproducerande bestånd har konstaterats.

8 Hur stor är chansen att detta kommer att lyckas?

Om alla åtgärder genomförs är chansen stor att detta kommer att lyckas. Det som talar för det är att det funnits en öring i vattensystemet tidigare vilket indikerar att dom rätta förutsättningarna finns i vattensystemet. Nedan listas ett antal saker som kan äventyra hela projektet:

8.1 Vägtrummmorna under riksväg 50 kommer inte att åtgärdas inom rimlig tid.

Det stora frågetecknet är vandringshindret under riksväg 50. Om inte det går att åtgärda inom rimlig tid faller hela idén om en öring som vandrar ner från de strömmande delarna till Långsjön och Tunsan och tillbaka igen för lek. Därför bör påtryckningar på trafikverket och andra berörda myndigheter vara av stor vikt för att få åtgärden utförd och **när** detta kan ske.

8.2 Endast mindre delar av restaureringsplanen genomförs.

En annan del som kan äventyra hela projektet är att man bara satsar på att åtgärda mindre delar som t.ex. kortare sträckor och mindre och färre lekbottnar. Ska man göra något ska man satsa fullt ut och restaurera hela den strömmande delen av vattensystemet. Allt behöver inte ske på en gång men planen ska vara att allt genomförs. Alla åtgärder ska också göras i rätt ordning så att inte den ena åtgärden förstör för den andra.

8.3 En olämplig öringstam används som inte är anpassad för vattensystemets förhållanden.

Det är alltid roligare med en storvuxen snabbväxande öring än en något mindre som växer långsamt. Gullspångsöring har satts ut i Långsjön under hösten 2012 vars syfte borde vara att det ska finnas en öring i sjöarna man kan fiska på tills man blir klar med restaureringsarbetet. Frågan är om det är rätt stam att satsa på i framtiden. Gullspångsöringen kommer från mycket olikartade förhållanden varför detta är mycket tveksamt. Man bör istället undersöka vilka lokala stammar som finns och lösa problemet med hur man ska få tag i tillräckligt mycket utsättningsmaterial.

Att satsa på en nedströmslekare känns som en nödåtgärd om man bedömer att åtgärden vid riksväg 50 inte kommer att åtgärdas i rimlig tid. Att börja med en nedströmslekare och när riksväg 50 är åtgärdad sätta i en uppströmslekare är heller inte att rekommendera då strömsträckorna endast kan producera en viss mängd fisk. Fler sjöar skulle ha ett bestånd av öring men bestånden skulle vara väldigt glesa.

8.4 Olämpligt utsättningsmaterial används som t.ex. större fisk i stället för rom

För att snabbt kunna utnyttja fisken man sätter ut till fiske kan det vara lockande att sätta ut större fisk vilken har högre överlevnad och snabbare kommer upp i fångstbar vikt. Men frågan är om den kommer att återvandera och därmed bilda ett självreproducerande bestånd vilket är syftet med hela projektet. Med romutsättningar tar etableringen längre tid men chansen att projektet ska lyckas ökar markant.

8.5 För lite utsättningsmaterial används vid introduktionen av öring

Använder man för lite utsättningsmaterial är risken stor att de kommer att sättas ut på olämpliga ställen då olika lekbottnar har olika kvalitet. Dessutom kommer en begränsad mängd troligtvis från en begränsad mängd föräldradjur vilket gör att chansen att lyckas sjunker. Om man dessutom

begränsar utsättningen till ett tillfälle kommer chansen att lyckas sjunka drastiskt. Utsättningarna ska fortsätta fram tills man konstaterat en lyckad naturlig reproduktion.

8.6 Att öringen inte etablerar sig på grund av interaktioner från andra arter.

I hur stor utsträckning andra arter i vattensystemet kommer att påverka öringpopulationen är mycket svårt att sja om. Förutom stensimpa, elritsa och lake som fångades vid elfisket 2010 bör även gädda, abborre och mört förekomma i systemet. I de täthetsiffror som använts och uppgifter om överlevnad bör även påverkan från andra arter vara inräknade då de kommer från statistik tagen från vatten runt om i Sverige. Artkombinationen som finns i detta vattensystem bör vara mycket vanlig varför dessa arters påverkan på öringen bör finnas med i täthetsiffrorna och överlevnaden.

Att försöka fiska bort gädda ur systemet är lönlöst. Troligtvis kommer effekten av ett hårt fiske bli att antalet mindre gäddor ökar vilka utgör ett större hot mot öringungarna i älven än de stora gäddorna. Det finns teorier om att man kan spara de stora gäddorna då dessa inte i så stor utsträckning äter öringungar och håller efter sina mindre artfränder. Stora gäddors effekt på återvandrande lekfisk är dock dåligt utredd varför inga åtgärder mot gäddpopulationen rekommenderas. Det faktum att det ska ha funnits en vandrande öring tidigare talar också för att öringen ska kunna fungera tillsammans med de andra arterna i vattensystemet.

8.7 Att man ger upp på grund av orimliga krav på snabba resultat.

Ett rimligt antagande är att det tar minst tio år efter första romutsättningen innan det har etablerats en någorlunda stabil öringpopulation. Överlevnaden efter första romutsättningen är troligtvis inte hög men bör öka när naturlig lek har börjat förekomma och de olika åtgärderna som gjorts har stabiliserat sig. Första lek bör vara ca fem år efter första romutsättningen varför ett antagande på minst tio år verkar vara rimligt.

8.8 Ett för hårt fisketryck på öringen i sjöarna.

Fiskeregler, fredningstider och eventuella fredningsområden bör införas för att på något sätt reglera fisket. Antalet fångstbara öringar i sjöarna är begränsade varför ett för hårt fisketryck kan spolia alla arbetet. Om fisket genom regler på minimimått enbart bedrevs på andragångslekare skulle mycket vara vunnet.

8.9 En för dålig uppföljning av resultaten av alla åtgärder.

Om man inte följer upp utsättningarna med årliga elfisken kommer resultatet enbart att bestå av rykten vilket oftast leder till mycket underliga resultat. Elfisken kan ge svar på de frågor som är av vikt och även ge en bild av hur hela fiskfaunan utvecklas på de strömmande delarna. Detta är inte bara bra för detta projekt utan kan användas när man ska restaurera andra vattendrag i Sverige. Provfiske av sjöarna är på samma sätt en förutsättning för att på ett vettigt sätt kunna utvärdera projektet. Någon typ av fångstrapportering från sjöarna vore också önskvärt för att se om man uppnått syftet med hela projektet.

9 Referenser

- **Bruks A 2012.** VattenBruk's AB. Muntlig information.
- **Carlsson T 2012.** Länsstyrelsen i Dalarnas län. Muntlig information
- **Degerman E m.fl. 1998.** Ekologisk fiskevård. Sveriges Sportfiske- och fiskevårdsförbund.
- **Degerman E m.fl. 2001.** Havsöringens ekologi. Fiskeriverket informerar 2001:10.
- **Degerman E 2008.** Ekologisk restaurering av vattendrag. Naturvårdsverket & Fiskeriverket.
- **Degerman E m.fl. 2008.** Jämförelsevärden från Svenskt Elfiskeregister. Information från Svenskt ElfiskeRegiSter nr 1, 2008.
- **Engblom E, Lingdell P-E 2012.** Bottenfauna i Flokån juni 2012. Bedömningar av limniska naturvärden, ekologisk status och surhetsklass i tre lokaler i en naturfåra samt i en lokal i en reglerad fåra i Flokån strax nedströms sjön Sångan. Limnodata HB Freshwater research.
- **Eriksson O 2012.** Trafikverket. Muntlig information.
- **Länsstyrelsen Stockholms län.** Att anmäla vattenverksamheter. Version 070607.
- **Länsstyrelsen Dalarna län 2012.** www.lansstyrelsen.se/dalarna
- **Nilsson, P.A., Turesson, H. & Brönmark, C. 2006.** Friends and foes in foraging: intraspecific interactions act on foraging-cycle stages. Behaviour 143: 733-745
- **Savino, J. F & Stein, R. A. 1989.** Behavior of fish predators and their prey: habitat choice between open water and dense vegetation. Environmental Biology of Fishes. Vol 24, No 4: 287-293.
- **Sharma, C. M. & Borgström, R. 2008.** Increased population density of pike *Esox Lucius* – a result of selective harvest of large individuals. Ecology of Freshwater 17: 590-596.
- **Sjölander E 2012.** Borlänge energi. Muntlig information.
- **Sjölander E 2010.** Sångandammen oktober 2010. Elfiskeresultat från elfiske utfört i Sångån oktober 2010. Fisk o Vattenvård i Norrland AB.
- **SMHI 2012.** www.smhi.se
- **Skov, C. & Koed, A. 2004.** Habitat use of 0+ year pike in experimental ponds in relation to cannibalism, zooplankton, water transparency and habitat complexity. Journal of Fish Biology 64: 448-459.
- **Skoog Robert 2012.** Mariestads kommun. Muntlig information.
- **Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna 2012.** Sångan SE668871-146987. VISS – VatteninformationsSystem Sverige.
- **Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna 2012.** Tunaån SE668750-147060. VISS – VatteninformationsSystem Sverige.
- **Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna 2012.** Tunsån SE668487-147148. VISS – VatteninformationsSystem Sverige.