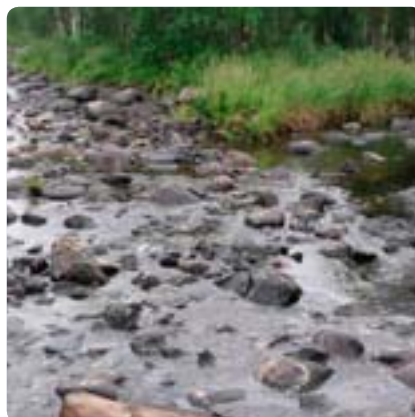


Återställning av älvar som använts för flottning

En vägledning för restaurering

RAPPORT 5649 • FEBRUARI 2007



Återställning av älvar som använts för flottning

En vägledning

Christer Nilsson (redaktör)

Med bidrag av: Eva Brännäs, James M. Helfield, Niclas Hjerdt, Daniel Holmqvist,
Fabio Lepori, Hans Lundqvist, Björn Malmqvist, Daniel Palm, Erik Törnlund,
Stig Westbergh och Johan Östergren

NATURVÅRDSVERKET

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: CM-Gruppen, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

Naturvårdsverket

Tel: 08-698 10 00, fax: 08-20 29 25

E-post: natur@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 91-620-5649-2.pdf

ISSN 1650-2361

© Naturvårdsverket 2006

Elektronisk publikation

Redigering: Mona N'Dure och Elisabet Carlborg

Omslagsfoto: Niclas Hjerdt

Bildtext omslag: Exempel på ett vattendrag före och efter restaurering,
hämtat från Bergvattenforsen i Bjurbäcken, ett biflöde till Vindelälven.

Bäcken hade ursprungligen två fåror runt en holme.

Förord

Restaurering av värdefulla vattendrag ingår som ett av delmålen under Miljö- kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag. Många olika aktörer deltar i återställningen av vattendrag och denna vägledning bygger på erfarenheterna från ett fler- årigt samarbetsprojekt mellan kommunerna i Vindel- och Piteälvens avrinnings- områden samt ett forskningsprojekt vid Umeå universitet. Projektet är unikt i sin storlek, har en stark lokal förankring, har uppnått goda resultat och framstår där- med som ett gott exempel.

Dokumentet utgör vägledning för återställning av älvar som använts som flott- leder. För att underlätta återställning av vattendrag och vattenmiljöer påverkade av flera olika verksamheter utarbetar Naturvårdsverket och Fiskeriverket under 2007 en bredare vägledning för ekologisk restaurering av sötvatten.

Förhoppningen är att båda dokumenten tillsammans med den nationella strate- gin för restaurering av Sveriges skyddsvärda vattendrag (2007) ska bidra till ett ökat engagemang för återställande av vattendrag.

Naturvårdsverket, februari 2007

Björn Risinger

Redaktörens förord

Denna rapport handlar om att återställa natur. Den beskriver hur vattendrag som under årtionden omformats för timmerflottning kan repareras för att återfå en natur som i många avseenden liknar den som ursprungligen förstörts. Framställningen bygger på erfarenheter som samlats vid återställningsarbeten i Piteälvens och Vindelälvens vattensystem och vid ett forskningsprojekt (EVP: Ekologisk återhämtning av Vindelälven och Piteälven) som haft som uppgift att följa upp miljöeffekterna av en återställning. Återställningen har samordnats av Älvsbyns kommun men bedrivits som ett samarbete mellan Arjeplogs, Arvidsjaur, Älvsbyns och Piteå kommuner längs Piteälven samt Sorsele, Lycksele, Vindelns och Vännäs kommuner längs Vindelälven. EVP-projektet har skett i samarbete mellan Umeå universitet och Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Det har haft fem heltidsanställda personer (fyra postdocs och en doktorand) samt ett stort antal personer som arbetat deltid. I den senare kategorin ingår professorer, lektorer, forskarassistenter, postdocs och fältassistenter. Flera olika ämnesområden har behandlats, i första hand flottningshistoria, hydraulik och geomorfologi samt strandväxters, små vattendjurs och fiskars ekologi.

Återställning av skadade vattendrag är ingen ny företeelse. Återställning av vattendrag som använts för flottning är det inte heller. I det senare fallet har försöksverksamhet pågått i flera decennier, men oftast i begränsad skala, och mest i ganska små vattendrag. Vad som skiljer den här beskrivna restaureringen från sådan som gjorts tidigare är dels att hela vattensystem omfattats, dels att insatserna per område varit mycket mer genomgripande. Syftet har inte som i många tidigare fall varit att till en del demontera gamla konstruktioner för att dölja dem eller minska deras påverkan på vattendragens ekosystem. Målsättningen har i stället varit att så långt som möjligt avlägsna spåren av olika flottningsingrepp för att ge vattendragen en chans att återhämta sig till en naturlig eller nära naturlig status. Vad beträffar flottade vattendrag är detta ett nytt koncept som förtjänar att upprepas i andra vatten.

Det arbete som ligger till grund för denna rapport har framför allt inneburit att ledarlar har plockats bort och att deras stenmaterial lagts tillbaka på bottnarna, samt att avstängda sidogrenar av vattendragen har öppnats upp. Restaurering av flottade vattendrag inrymmer också många andra komponenter såsom avlägsnande av dammar, återskapande av fisklekbottnar och korrigerande av utloppströsklar ur sel och sjöar. Till detta kommer återförande av element som försvunnit eller avlägsnats från flottade sträckor, till exempel stora block, delar av träd (såsom stockar och grenar – i fortsättningen kallas sådana träddelar grov vedförna, död ved eller bara ved) och grus i forsar. Alla dessa arbetsmoment berörs i rapporten.

Vi har skrivit denna vägledning för att inspirera dig som läsare att ta initiativ till nya återställningsarbeten, i små såväl som stora vattendrag. Du har förmodligen i likhet med många andra svenskar någon sorts anknytning till vattendrag som omformats av flottning. Om vattendraget inte har skadats alltför mycket av andra ingrepp, till exempel vattenkraftsproduktion, finns goda möjligheter att göra natur-

vårdande insatser, till nytta för bland annat vattenhushållning, biologisk mångfald och rekreation. Fisket är exempel på en aktivitet som vi bedömer har utomordentliga förutsättningar att förbättras efter en återställning av vattendrag som använts som flottleder.

Stora, samordnade återställningsprojekt erbjuder stora utmaningar och vägen från idé till handling kan vara lång. Olika flottningsobjekt måste inventeras och kategoriseras, markägare måste komma överens, och länsstyrelser och miljödomstolar måste pröva ärendena och säga sitt. Detta innebär också att andra intressen, såsom kulturvård, vägs in och att kulturhistoriskt värdefulla objekt kan skyddas. Slutligen kan arbetet i vattendraget planeras och genomföras samt på lämpligt sätt följas upp. Dessa moment behandlas alla i rapporten. Givetvis måste hela projektet också finansieras, men denna del kommer vi inte att beröra ytterligare eftersom förutsättningarna ofta ändras från år till år.

Det tål att påpekas att återställning av flottade vattendrag inte är någon lyxverksamhet som man kan ägna sig åt i brist på ”nyttigare” sysselsättning. Tvärtom kan sådant arbete betraktas som en skyldighet. Såväl de nationella miljömålen som EU:s habitat- och vattendirektiv jämte FN:s miljösträvanden gör det till vår plikt att återställa natur till bästa möjliga status. Vi visar i denna rapport att det är möjligt att med relativt enkla medel åstadkomma väsentliga miljöförbättringar i vattendrag som använts som flottleder. Vi hoppas därför att rapporten ska ge dig inspiration och grundläggande kunskaper för att göra en insats för att öka miljövärdet hos de svenska vattendragen.

En primär svårighet med restaurering av vattendrag som använts för flottning är att veta hur mycket de egentligen påverkats. Eftersom flottningen varit nedlagt sedan några decennier har en viss naturlig återhämtning skett, ofta med innebörden att en del av de ursprungliga spåren av flottning suddats ut. Det är därför mycket vanligt att man underskattar flottningens omvandling av vattendragen. En rad stenblock längs strandkanten kan exempelvis verka tämligen naturliga, men de ligger ofta där på grund av att flottningsföreningarna lyft upp dem ur fåran och lagt dem på stranden.

För att öka förståelsen av flottningseffekterna har denna vägledning som ett viktigt syfte att i ganska stor detalj beskriva vad flottningen inneburit för vattendragen. Ett annat huvudsyfte är att ge en överblick av vilka miljöeffekter som följde med flottning, både på den fysiska miljön och på organismerna. Den redogörelsen ger samtidigt en viss förståelse av de naturvårdande effekter som skulle kunna uppnås vid restaurering. Vi behandlar också själva den praktiska restaureringen tämligen noggrant. Den vetenskapliga uppföljningen av olika återställningsprojekt ges däremot inte samma utrymme. De flesta metoder finns beskrivna i andra sammanhang och det skulle föra för långt att här redovisa en utförlig manual över de uppföljningsmetoder som står till buds.

Vi behandlar inte heller några mer slutgiltiga resultat av restaurering. Även om strävan i restaureringsprojektet längs Vindelälven och Piteälven som regel har varit att försöka återvinna ett mer ursprungligt miljötillstånd (tillståndet före flottning) är det inte säkert att detta verkligen lyckas. Våra resultat är emellertid ännu alltför osäkra för att vi ska kunna redovisa dem som en sanning. I takt med att upp-

följningen fortsätter kan säkrare slutsatser dras. De observationer vi gjort hittills tyder dock på att miljön överlag utvecklas mot högre mångfald och naturlighet i linje med miljömålen. Det finns därför mycket goda skäl att fortsätta arbetet med att återställa vattendrag som använts som flottleder.

EVP-projektet har finansierats av Naturvårdsverket och det lokala investeringsprogrammet (genom Älvsbyns kommun) samt av Kempestiftelserna. Dessutom har Umeå universitet och Sveriges lantbruksuniversitet bidragit med resurser.

Christer Nilsson

Innehåll

FÖRORD	3
REDAKTÖRENS FÖRORD	4
INNEHÅLL	7
SAMMANFATTNING	9
SUMMARY	10
TIMMERFLOTTNINGENS HISTORIA	11
I väntan på skogsindustrins genombrott	11
Skogsindustrin på frammarsch	12
Hur omfattande och betydelsefull var timmerflottningen och flottledsutbyggnaden?	14
Konkurrens om vattendragen: Timmerflottning, laxfiske och vattenkraft	17
Flottningens avveckling	19
Bäckflottning	21
Älvflottning	28
FLOTTNINGENS MILJÖEFFEKTER	31
Mindre motstånd innebar ökad strömhastighet	31
Sedimenttransporten ökade	32
Isförhållandena blev besvärligare	34
Flottningen skilde älvfåran från stranden	35
Stranden blev artfattigare och mindre produktiv	38
Näringsförhållandena blev sämre	38
Artsammansättningen av smådjur ändrades	40
Fisken påverkades negativt	42
Flottledsdammar blev fiskvandringshinder	44
RESTAURERING I PRAKTIKEN	46
Organisation	46
Inventering av objekt	48
Tillståndsprovning	49
Arbeten i biflöden	50
Arbeten i huvudfåran	50
Motstående intressen	51
Upphandling, utrustningskrav och arbetsmiljöplan	51

Kursverksamhet och utbildning	54
Planering	54
Genomförande	55
Utläggning av sten och block	59
Tillförsel av död ved	61
Restaurering av lekbottnar	61
Rivning och öppning av dammar	63
Vad återställs inte?	64
Praktiska erfarenheter	66
Vad kostar miljöåterställningen?	68
UPPFÖLJNING AV VATTENDRAGETS ÅTERHÄMTNING EFTER RESTAURERING	69
Myter om restaurering	69
Uppföljning av restaurering	71
Metoder för uppföljning	73
FÖRTECKNING ÖVER BILAGOR	85

Sammanfattning

Denna vägledning beskriver timmerflottningens historia som i huvudsak berörde perioden från början av 1800-talet fram till 1980-talet. Flottningen var nödvändig för att få fram timret till kusten och dess förädlingsindustrier. Den bedrevs i små såväl som stora vattendrag. Vid sekelskiftet 1900 fanns exempelvis mer än dubbelt så mycket flottleder i Norrbotten och Västerbotten som det fanns järnvägar och vägar. För att effektivisera transporten byggdes vattendragen successivt om och kom allt mer att likna kanaler. Detta gjordes med hjälp av bland annat dammar, timmerrännor, grävda kanaler och olika ledarmar. Kanaliseringen av vattendrag innebar en förenkling av deras morfologi. I flergreniga partier stängdes alla fåror utom den som flottades, breda forsar trycktes ihop och block och stenar avlägsnades från den fåra där timret skulle fram. Detta innebar att strömhastigheten ökade och därmed sedimenttransporten. Samtidigt blev isförhållandena besvärligare med alltmer bottenisbildning. Många stränder skildes från älvfåran och deras produktion minskade. Vattnet blev näringsfattigare och dess djurliv förändrat. Knottlarver gynnades medan de flesta andra djur förlorade livsmiljöer och blev ovanligare. Strömlevande fiskar påverkades negativt på flera sätt. Bland annat försvårades vandring, lek, födosök och skydd. Restaurering av flottade vattendrag kan förutom finansiering kräva en stor organisation. Innan något praktiskt arbete kan utföras måste objekten inventeras och tillstånd ges. Därefter ska arbetet upphandlas och planeras och personal utbildas. Eftersom många flottledsobjekt har kulturhistoriska värden och enskilda markägare kan motsätta sig en restaurering behövs samråd och förankring. En grundläggande del av själva restaureringsarbetet består i att öppna avstängda fåror och att riva dammar och ledarmar och sprida ut deras material över bottenarna. Träd som växt upp på ledarmar läggs också ut i vattnet. Dessutom restaureras fisklekbottnar med särskilda metoder. När objekt är tekniskt besvärliga och svårtillgängliga eller kultur- och naturvårdsskyddade kan de lämnas helt. Det finns en föreställning om att vattendrag som restaurerats ska återgå automatiskt till sitt tidigare tillstånd. Så behöver inte vara fallet. Därför är det viktigt att följa upp vad som händer efter en restaurering, inte minst för att kunna utveckla restaureringsmetoder och göra korrigeringar av redan utförda restaureringar. I rapporten ges flera exempel på olika uppföljningsmetoder.

Summary

These guidelines describe the history of timber-floating principally referring to the period from the early 1800s to the 1980s. Timber-floating was essential for transporting timber to the coast and timber processing industries. It was carried out in small as well as large rivers. At the turn of the century (1900) there were for example, more than twice as many floatways in the provinces of Norrbotten and Västerbotten than there were railways and roads. To make transport more efficient, rivers were successively rebuilt to become more and more like canals. This was done by constructing for example dams, flumes, excavated canals, and various piers. The canalization of rivers implied a simplification of their morphology. In multi-branched reaches all channels were cut off except the one that was used for timber floating, wide rapids were narrowed, and boulders and stones were removed from the channel. This led to an increase in current velocity and sediment transport. Simultaneously, ice conditions became worse with more and more anchor ice. Many riparian areas were separated from the river channel and their production decreased. The aquatic habitats were deprived of nutrients and their animal life changed. Simuliid larvae were favoured but most other animals lost habitats and became rarer. Lotic fish were affected in several ways, for example their migration, spawning, food searching and protection were reduced. Restoration of rivers used for floating may, aside from funding require a large organization. Before any practical work can commence, objects must be inventoried and permission granted. Therefore, work needs to be contracted and planned and workers trained. Since many floatway objects have cultural and historical values and single landowners may oppose restoration, consultation and support are needed. A basic part of the restoration work consists of opening closed channels and removing dams and piers and spreading their material over the bottoms. Trees grown on piers are also placed in the water. In addition, fish spawning areas are restored using specific methods. When objects are technically complicated or difficult to access, or protected for cultural and historical or nature conservation reasons, they can be left completely. There is an idea that restored rivers will automatically return to their previous state. This is not the case. Therefore, it is important to follow up what happens after a restoration, not the least to develop restoration methods and to correct already completed restorations. In the report, several examples are given on various follow-up methods.

Timmerflottningens historia

Timmerflottning i bäckar, åar och älvar var länge det enda sättet att transportera stockar från avverkningsplatserna i inlandet till industrierna vid kusten. I Sverige pågick flottningen från början av 1800-talet fram till 1980-talet. Då hade flottningen helt upphört i landet, med undantag för den efter Klarälven. Här flottades de sista stockarna 1991.

Flottningen var ytterst viktig för den exportinriktade skogsindustrin och därmed industrialiseringen och den fortsatta ekonomiska och sociala utvecklingen i Sverige. På 1950-talet började den avvecklas som en direkt konsekvens av ökade lastbilstransporter och ett alltmer utbyggt nät av skogsbilvägar. Dessförinnan fanns det inga alternativ. Timmerflottning handlade om att omforma vattendragen med hjälp av olika flottledskonstruktioner. Den verksamheten pågick under hela flottningsepoken.

Men hur började det hela och varför?

I väntan på skogsindustrins genombrott

”Stora skogar av tall står öde och fåfång, ty ingen behöver timret, som faller omkull och ruttnar bort.” Orden är Carl von Linnés och uttrycktes under dennes lappländska resa år 1732. Att resa i norra Sverige under denna tid innebar att färdas genom ett skogslandskap som i princip var helt opåverkat av människan. Detsamma gällde vattendragen förutom att många strandängar utnyttjades för slåtter. När befolkningstätheten ökade började dock skog och vatten att brukas i allt högre omfattning. Skogsråvaran behövdes för husbehov, exempelvis brännved och byggnadsmaterial, liksom för framställning av tjära och pottaska, ofta för avsalu. Jorden uppodlades och vattenkvarnar byggdes för att såga virke och mala säd. Fiskfångst blev en viktig del i försörjningen. Boskapsskötsel och utveckling av fåbods-system, myrslåtter och översilningsängar var även viktiga, men ett relativt hårt klimat och en liten lokal marknad för jordbruksprodukter begränsade de agrara utvecklingsmöjligheterna.

DEN HISTORISKA BILDEN

Flottningsepoken var fylld av företeelser som i dag för det mesta exponeras i flottaren – en stark karl, rapp i käften och med slokhatt, båtshake, vadarstövlar och snus under läppen – samt i bilden av ett hårt och riskabelt arbete efter forsande vattendrag. En annan illustration av flottningsarbetet beskriver en skogsbygd och en landskapsbild som inte längre finns.

Flotningen tillhör historien. De flesta människor som deltog är borta, liksom många av de tju-tande forsar som timmerstockarna dansade utefter. I stället är älvarna utbyggda för vattenkraftsändamål. Vissa delar av den tidigare levande skogsbygden i Norrland präglas idag av kalhyggen, utflyttning, igenbommade affärer och övervuxna fotbollsplaner.

Spåren efter flottningsepoken finns ännu kvar, längs stora älvar såväl som små bäckar. Det kan vara murar av sten från bottnarna - en del upplagd med hjälp av bandtraktorer, en del med rå armstyrka. Det kan vara dammar och multnade träkistor och timmerrännor. Vid större vattendrag finns ibland fint huggna och manuellt uppförda kilstensmurar.



Vänstra bilden: Flottare som löser timmerbröt. Detta var ett tungt och farligt arbete.

Högra bilden: Brötsprängning, en metod man tog till när brötarna inte gick att lösa upp med handkraft. Bilderna från Beukaforsen, Vindelälven, juni 1947. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Skogsindustrin på frammarsch

Den stora förändringen av såväl natur och samhälle inleddes under första hälften av 1800-talet. En ökad internationell efterfrågan på svenska skogsprodukter; sågade plankor, mastvirke, gruvstöttor med mera, blev startskottet för ett intensivare nyttjande av skogen. De tidigare anlagda järnbruken i övre Norrland, vars etablering till stor del berodde på den rikliga tillgången på skogsbränsle, hämmades av den framväxande sågverksrörelsen. En brukspatron sammanfattade problematiken så här: *”Vi flyter med träet och sjunker med järnet.”*

Det fanns gott om skog i Norrland och sågverksindustrin blev alltmer betydelsefull och en mycket viktig kugge – kanske den viktigaste – för landets industrialisering. Folk i skogsbygden kunde få lönearbete inom skogshuggning och timmerflott-

ning, vid sidan om sitt lilla jordbruk. I början anlades sågverken nära de större älvarnas mynningar, strategiskt placerade vid forsar eftersom sågramarna drevs av vattenkraft. Sågverken placerades dessutom nära utskippningshamnar. När sågverken började drivas med ångkraft på 1860-talet kunde de lokaliseras till själva kusten. Ett bra exempel är Sundsvallsområdet, där sågverkspatroner som Bünzow och Dickson och platser som Skönvik, Essvik, Kubikenborg och Svartvik med flera blev synonyma med skogsindustrins utveckling.

Förutom sin lokalisering till kusten präglades skogsindustrins expansion och utveckling av skogsaffärer och timmertransport. Den kanske mest omtalade ingrediensen i affärerna är ”baggböleriet”, ett uttryck både för skogsbolagens olovliga avverkningar på statens marker och för sågverksägarnas tvivelaktiga skogsaffärer med bönder. Timret flottades. Det handlade om uppemot 35 mil långa transportavstånd efter bäckar, åar och älvar ner till industrin.



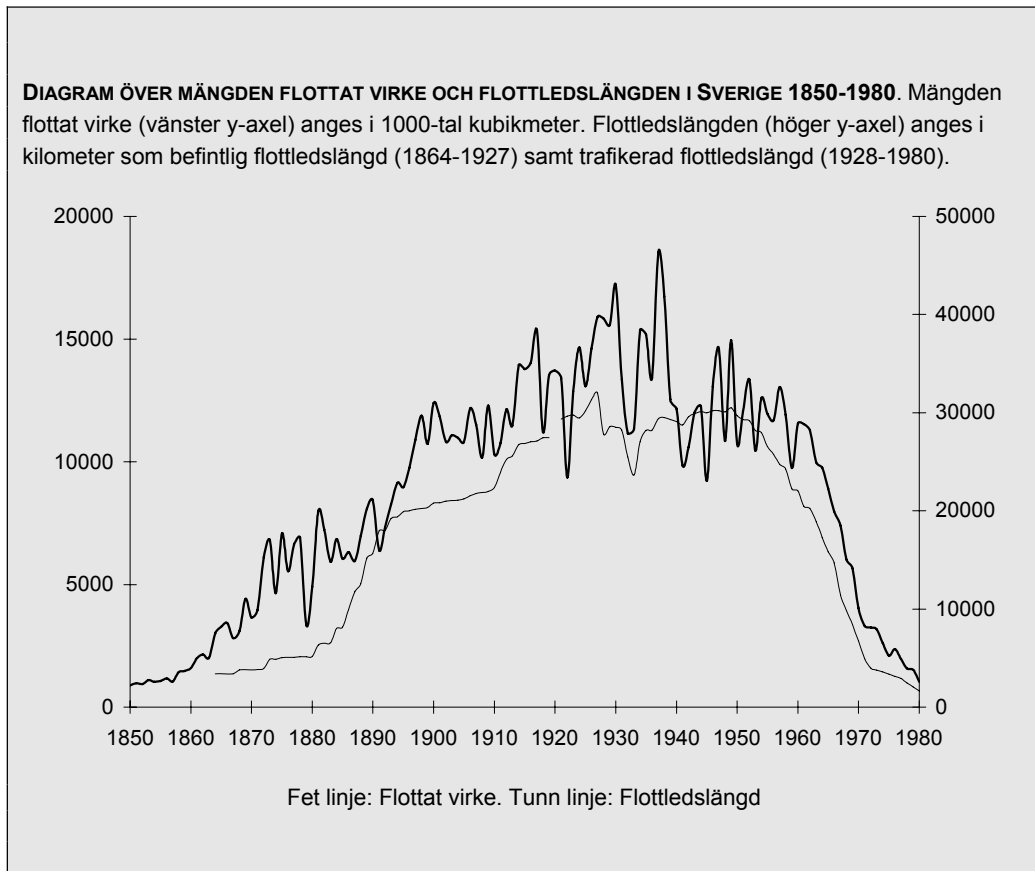
Sveriges flottleder år 1907. Ur: Andersson, G. 1907. ”Timmertransporten på de svenska vattendragen och dess geografiska förutsättningar”. Ymer 27:e årgången.

Omkring sekelskiftet 1900 minskade sågverksindustrins relativa betydelse. Istället kom massaindustrin och framställningen av sulfat och sulfit att överta sågverkens dominans. Orsaken var en tilltagande internationell konkurrens, framförallt från Ryssland och Kanada, där stora gammelskogsområden började huggas. Här var virkesdimensionerna betydligt större – vilket genererade ett högre ekonomiskt värde på världsmarknaden för sågat virke. Många av de svenska sågverken lades ner och den skogliga produktionen kom istället att inriktas mot pappersmassa. Lokaliseringen av denna industri var dock i stort sett densamma som för de tidigare sågverken, liksom behovet av flottning och flottleder.

Hur omfattande och betydelsefull var timmerflottningen och flottledsutbyggnaden?

Utan flottleder, ingen skogsindustri. Utan skogsindustri, ingen exportindustri och därmed ingen industrialisering enligt det mönster vi idag känner till. Så enkelt skulle man kunna uttrycka betydelsen av timmerflottningen. Flottningen och utbyggnaden av flottlederna följer nämligen helt och hållet skogsindustrins etablering och expansion.

Generellt kan tre faser urskiljas i utvecklingen av den industrianknutna timmerflottningen. Den första sträckte sig från mitten av 1800-talet och fram till omkring år 1900. Den kännetecknades av successivt ökade flottningsmängder och ett expanderande flottledsnät. Under denna tid byggdes det svenska flottledsnätet ut från ungefär 5000 till omkring 20 000 kilometer. I slutet av 1800-talet flottades i genomsnitt ungefär 12 miljoner kubikmeter per år. Den andra fasen började omkring år 1900 och kännetecknades av en fortsatt utbyggnad av flottledsnätet, dock inte lika expansivt som under 1800-talet, och ökade flottade virkesmängder. Vid slutet av 1930-talet var flottledsnätet cirka 30 000 kilometer och årligen flottades i genomsnitt nästan 18 miljoner kubikmeter. Från tiden kring 1950 och framåt inträffade den sista fasen i timmerflottningens utveckling. Den präglades av avveckling och uppvisade allt mindre flottade virkesmängder och ett allt glesare flottledsnät. Vid 1980-talet var den svenska flottningsepoken över.



Expansionen av timmerflottningen och flottledsutbyggnaden, framförallt under andra hälften av 1800-talet, berodde både på att större skogsarealer togs i anspråk och på 1880 års flottningslag. Den lagen gav bland annat skogsbolagen och andra virkesintressenter befogenhet att genom expropriering öppna nya flottleder, med hänvisning till att det gynnade ortens och det allmännas utveckling.

TIMMERFLOTTNINGENS FÖRDELAR

Billigt att anlägga flottleder

Under 1880-talet låg anläggningskostnaden för järnvägar på drygt 65 000 kronor per kilometer, för statsbanorna ännu mer, ungefär 100 000 kronor per kilometer. Att anlägga flottleder kostade som jämförelse endast cirka 5 000 kronor per kilometer (allt i dåtidens penningvärde). Totalt under perioden 1850-1900 uppgick kostnaderna för byggandet av enskilda normal- och smalspåriga järnvägar i Sverige till drygt 420 miljoner kronor. För samma period byggdes flottlederna ut för cirka 50 miljoner kronor (siffrorna i dåtidens penningvärde).

Låga transportkostnader

Även transportkostnaden talade för timmerflottningen. I början av 1900-talet var det upp till åtta gånger dyrare per stock att transportera virke på järnväg än att flotta. Skogsindustrin hade alltså inga alternativ till flottning före andra världskriget. Det förklarar flottledssystemets snabba expansion och stora omfattning.

Befintlig infrastruktur i norra Sverige (Norrbotten och Västerbotten) vid sekelskiftet 1900.

	Totalt antal kilometer	Kilometer per landareal (km/km ²)
Järnvägar	650	0,005
Vägar	4 000	0,03
Flottleder	11 000	0,08

SITUATIONEN I SVERIGE VID 1930-TALETS SLUT

Flottledernas totala längd:

Huvudflottleder (älvar): 14 350 km

Biflottleder (bäckar och åar): 18 570 km

Antal arbetare

Antal arbetare i de skogsrelaterade verksamheterna var stort. Vinterns huggningar och vårens och sommaren timmerflottning krävde också folk vid skiljeställena där virket sorterades efter sortiment och ägare. Därtill kom arbetet med förädlingsprocessen vid massa- och sågverksindustrierna.

Skogsarbete	Flottning	Sorteringsarbete	Massa- och sågverksindustri
145 000	42 000	5 700	60 000

Timmerflottning som försörjning

Timmerflottningen gav skogsbygdens folk en viktig biinkomst fram till 1950-talet, inom ramen för den så kallade kombinationsförsörjningen. Den innebar att den manliga befolkningen bytte arbete beroende på säsong: Under vinterhalvåret högs timmer, på våren flottades det och under sommarmånaderna sköttes småbruket. Under hösten, innan vinterns avverkningar drog igång, tog man på sig olika anläggningsarbeten, exempelvis väg- och flottledsbyggnad.

MÄNGDEN FLOTLEDSBYGGNADER EFTER NÅGRA ÄLVDALAR

– HISTORISKA UPPGIFTER

Ledarmar, timmerrännor och grävda flottningskanaler samt flottningsdammar återfinns i alla flottleder. Mängden och tätheten av flottledskonstruktionerna varierar mellan älvdalar, bland annat beroende på naturens förutsättningar. Figuren visar konstruktionernas omfattning under flottningsepoken, innan älvarna började återställas. Idag minskar siffrorna successivt.

Ledarmar, inklusive timmerrännor och grävda kanaler

	Huvudflottleder		Biflottleder	
	Total längd ledarmar (m)	Meter ledarmar/km	Total längd ledarmar (m)	Meter ledarmar/km
Piteälven	57 700	133	33 300	166
Sävarån	10 200	78	9 757	65
Vindelälven	23 000	65	44 600	75
Hörnån	3 700	66	7 900	183
Öreälven	10 900	60	12 200	45
Lögdeälven	30 500	163	18 600	157

Antal flottningsdammar

	Huvudflottleder	Biflottleder
Piteälven	0	90
Sävarån	7	42
Vindelälven	0	174
Hörnån	5	10
Öreälven	3	30
Lögdeälven	3	18

Konkurrens om vattendragen: Timmerflottning, laxfiske och vattenkraft

Expansionen av skogsavverkningar och timmerflottning innebar att konkurrensen om vattendragen skärptes. Det var främst det fasta laxfisket som tog skada. Detta resulterade i olika rättsprocesser. Fasta laxfiskebyggnader förstördes av timmer och det fanns misstankar om att barkanhopningar på lekbottnarna hämmade laxens reproduktion. Ett sätt för flottningsindustrin att undvika återkommande skadeståndskrav var att köpa ut laxfisket. Denna företeelse torde ha minskat tillförlitligheten hos den fångststatistik som används för att kvantifiera tidigare förekomst av lax, framförallt i början av 1900-talet.

Laxfisket förlorade allt mer i betydelse för den nationella och lokala ekonomin, både som inkomstkälla och föda. Exporten av skogsprodukter, det vill säga sågtimmer och massa, utgjorde däremot omkring 50 procent av Sveriges totala exportvärde vid slutet av 1800-talet. Skogsindustrin kan därför ses som den viktigaste verksamheten för industrialiseringen. Laxfiskets betydelse kunde inte mäta sig med skogsindustrin. Den samhällsekonomiska nyttan med att använda älvarna som transportleder för skogsråvara i stället för som fiskproducenter var därför uppenbar.

Laxfisket var ofta förknippat med höga skatter och arrendeavgifter. Industrialiseringen innebar samtidigt att nya billigare livsmedel introducerades på den svenska marknaden. Med ett utbyggt järnvägsnät i Väst- och Östeuropa och en expanderande transatlantisk handel kom kosten i den norrländska skogsbygden att alltmer innehålla fläsk från Nordamerika, spannmål från länder i Östeuropa, samt kaffe och socker från Syd- respektive Mellanamerika.

“Förr i tiden fanns det så mycket lax att pigorna och drängarna fick inskrivet i sina anställningskontrakt att de bara behövde äta lax fem dagar i veckan.”

Detta är en skröna. Variationer av denna berättelse florerar i de flesta äldalar, så även i delar av Storbritannien (Skottland) och Kanada. Det är lätt att tänka sig att en ensidig kost av insaltad lax kan bli tröttsam. Dock har aldrig något sådant anställningskontrakt påträffats.

En annan konkurrent till timmerflottningen var vattenkraften. Dess utbyggnad började redan i slutet av 1800-talet och innebar en tydlig påverkan på både naturmiljön och möjligheterna till timmerflottning. Vattenkraftsproduktionen och timmerflottningen kom från denna tid att regleras både tekniskt och juridiskt. Vattenkraftsproduktionen måste tillgodose flottningens vattenbehov, vilket främst löstes med timmerrännor förbi kraftverken.

Flottningen kunde därmed fortgå, och det fanns inte heller några realistiska alternativ. Samtidigt drev skogsbolagen på vattenkraftsutbyggnaden. Framförallt massaindustrin krävde stora mängder elektrisk energi. På 1930-talet stod denna industri för omkring 30 procent av landets elkonsumention. Skogsindustrin behövde alltså både långväga transporter för att få fram virket och elektricitet för dess förädling. Det kan förklara det ömsesidiga utnyttjandet av vattendragen.

Flottningens avveckling

Timmerflottningen började avvecklas i början av 1950-talet. Den direkta orsaken var att de långväga virkestransporterna kunde göras billigare med lastbil. Orsakerna till att lastbilstransporter blev konkurrenskraftiga var dels ökade arbetskraftskostnader inom skogsbruket, och dels att virket blev klenare och därmed mer svårflottat. Skogsbilvägnätet byggdes ut och de allmänna vägarna och broarna förbättrades så att allt större lastbilar kunde transportera allt tyngre virkeslast. Vid lastbilstransporter undveks också olika kringkostnader som omgav flottningen. Flottningen kunde exempelvis försenas vid låga flöden eller lossning av timmerbrötar. Flottningen påverkades också av att virket kunde sjunka. För att ge timret möjlighet att torka och på så sätt öka flytförmågan barkades det före flottning. Barkning var relativt arbetskrävande och blev en allt större indirekt kostnad för flottningen. En annan kostnad var räntan. Flottningen pågick under cirka sex månader varje år och virket måste lagras eftersom det dröjde innan det kunde förädlas. Detta innebar stora kapitalbindningar av virke i flottleden och i lager vid industrin. Genom att frakta virket på lastbil undveks kostnader för sjunkning, barkning och räntor.

Flottningen avvecklades först i de minsta vattendragen. De större biflödena och huvudälvarna användes längre. Flottgodsmängderna i mitten på 1950-talet var ungefär desamma som i början på 1930-talet. Ett problem var de stigande arbetskostnaderna som möttes med rationaliseringar och investeringar i flottlederna. Traktorrensningar av vattendragen gjordes i relativt stor omfattning. De var billiga och effektiva och gjorde flottningen lönsammare. Lastbilar tog dock snart över mer och mer av virkestransporterna. Först avvecklades flottningen närmast kusten. Här kunde virket köras med bil direkt till industrierna. I de övre delarna av älvdalarna upphörde flottningen först efter biflödena men lastbilar tippade virket i huvud-älvarna där det flottades till kusten. Denna stegvisa övergång var nödvändig, eftersom det först inte lönade sig att frakta virket på lastbil hela sträckan. Sedan vägarna blivit bättre och lastbilarna större övergavs flottningen helt.

FLOTTLEDSKONSTRUKTIONER

Flottning kan delas in i bäckflottning och älvflottning. Dessa typer skiljer sig både genom vattendragens storlek och typen av flottledskonstruktioner. Här redovisas olika konstruktioner ("fasta anläggningar") fördelade på bäckar respektive huvudälvar. Fasta anläggningar skiljer sig från lösa, till exempel timmerbommar. Timmerbommar lades ut parallellt med stränderna eller i anslutning till brofästen för att styra timret. De användes endast temporärt och förvarades på land vintertid. De hade därför inte samma fysiska påverkan på vattendragen som de fasta anläggningarna.

Ett flertal fasta anläggningar har förekommit efter både biflöden och huvudälvar. Olika tekniker, redskap och material användes i olika flottledskonstruktioner och under olika tidsperioder, men de grundläggande funktionerna har varit desamma, nämligen att: (1) stänga av förgreningar (så kallade blindådror) ovanför holmar, (2) styra vattenströmmen och virket förbi grundare partier och edor, (3) minska vattendragets bredd så att vattendjupet i den centrala strömmen ökade, (4) förhindra erosion av lösa stränder, (5) skydda och leda virket förbi anläggningar och byggnader i och intill flottleden, till exempel kvarnar, vattenkraftverk och laxpator och (6) dämna och reglera vattenflödet i flottlederna (gällde endast flottningsdammar och nästan uteslutande biflöden).

X= Vanligt förekommande (X)= Förekommer mer sällsynt.

Fasta flottningsanläggningar		Biflöden	Huvudälvar	
Flottningsdammar	Luckdamm	X		
	Bjälkdamm	X		
Timmerrännor	Träkonstruktion	X	X	
	Plåtkonstruktion			
	/skoning	X	X	
Skibord/stöttbotten	Träkonstruktion	X		
Grävda kanaler		X	(X)	
Bomfästen	Träkonstruktion	X	X	
	Stenkonstruktion	X	X	
	Betongkonstruktion		X	
Båtdrag		X	X	
Ledarmar	Träkistor	Enkelkista	X	X
		Dubbelkista	X	X
		Kubbledare	X	X
		Riskista	X	X
	Styrskärmar	Träkonstruktion	(X)	X
		Betongkonstruktion	(X)	X
		Stenslänt/slänthmur	X	X
		Rösmur	(X)	X
		Kilstensmur	(X)	X
	Vildstens-/stenmur	Rensad natursten	X	X
		Sprängsten	X	X
		Stenbommar		X
	Rensningar	Manuell/enkel kran	X	X
		Stenbränning	X	X
		Sprängning	X	X
Bandtraktor		X	X	
Motorkran		X	X	

Bäckflottning

Bäckflottning bedrevs i biflöden i de perifera delarna av flottledsnätet och föregick i många fall flottningen i huvudälven (älvflottning). Bäckflottningen satte i regel igång så fort isen rivit och tog en-fyra veckor i anspråk. Eftersom bäckarna var små – ibland inte större än att man kunde hoppa torrskodd över – och vattnet snabbt kunde sjunka, var det en arbetsintensiv verksamhet. Ett stort antal flottare behövdes för att flotta relativt få stockar. Dessa förutsättningar krävde att biflödena byggdes ut och anpassades för flottningen.

En av de viktigaste konstruktionerna i biflödena var flottningsdammarna. Med dessa kunde vattenmängden regleras och därmed minska risken för att virket skulle stranda eller fastna på grund och bröta sig. Den äldre typen av dammar kallades luckdammar och bestod av timrade träkonstruktioner fyllda med sten. Under 1920-talet övergick man till bjälkdammar (sättdammar). De byggdes i betong och järn, hade större dämningkapacitet och krävde mindre underhåll.



Bäckflottning. Flottningssäsongen i småvattendragen var kort och intensiv – det gällde att få fram timret innan vattenföringen blev för låg. Gargån, biflottled till Vindelälven, maj 1947. Foto: Umeå flottningssällningens arkiv, Folkrörelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Dammar byggdes även i anslutning till *timherrännor* för att leda in och reglera vattenföringen i dessa. Timherrännor konstruerades för att undvika alltför steniga och slingrande partier av vattendragen och kunde variera i längd från några tiotal upp till ett hundratal meter. Timherrännor var relativt dyra att uppföra och underhålla. Många revs därför när tekniken för att spränga, rensa och lägga om vattendragen utvecklats. Timherrännor förekom mest efter biflöden, men till viss del byggdes de även efter huvudälvar, framförallt förbi dammar och turbinintag vid vattenkraftverk.

I själva vattendragen var rensningsarbeten av stor betydelse. Att lyfta, styra upp, spränga och schakta undan stenar och grund präglade hela flottningsepoken. Innan dynamit introducerades vid slutet av 1800-talet användes svartkrut för sprängning och stenbränning (jämför tillmakning vid gruvdrift) för att rensa vattendragen från större stenblock. Enklare redskap som lyftknektar och stubbrytare användes för att lyfta och styra upp sten från strömfårorna. Vid 1920- och 30-talen började maskinkranar att användas för detta ändamål, men även i samband med byggnad av olika ledarmar. Bandtraktorer (caterpillars) användes från slutet av 1940-talet och



Timherrännan var ett praktiskt sätt att flytta timret förbi besvärliga forsar. Betydelsen av timherrännor omtalas i den första och länge enda tekniska handboken i flottledsbyggnad: "Handledning vid flottningar och strömbyggnader", av C H Carlgren från 1885. Här kan man läsa att "stenrensning hafva i allmänhet användts allt för frikostigt i våra flottleder i stället för rännor, hvilka de aldrig kunna ersätta, om strömmen är stark och krokig samt vattentillgången ringa". Och: "lyckas man äfven få bottnen tämligen jemn, inträffar vid lågvatten ändå timmerfästen, som med möda och risk för menniskolif måste lossas". Foto från 1922, Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrorelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

var mycket effektiva för rensningsarbeten. De olika typerna och teknikerna för rensningsarbeten förekom efter både biflöden och huvudälvar.



Traktorrensning av vattendrag. Denna metod användes flitigt från 1950-talet och framåt. Många forsar fick sina bottnar utschaktade under denna tid – några år senare upphörde flottningen. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrorelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).



Många flottare arbetade under lågvattenperioden på hösten med att förbättra flottleden. Bilden visar manuell stenrensning med så kallad lyftknekt. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrorelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Olika typer av ledarmar, främst av trä och sten, hjälpte också till att kanalisera och styra virket rätt. Fram till tiden kring 1920- och 30-talen anlades många enkelkistor (enkel kistvägg och enkel ledarm var andra benämningar). De bestod av en slät timrad vägg med stödkistor, i regel trekantkar, fyllda med rensad sten från vattendraget. En annan typ var dubbelkistor (även kallade dubbel ledarm eller trækista). De var lite mer utvecklade och därmed hållbarare än enkelkistorna. Dubbelkistorna utgjordes av en träram och hade både en timrad front- och bakvägg. Väggarna hölls ihop med tvärgående bjälkar (betingar), och själva träramen fylldes med sten för att bli stabil. Längd, höjd och bredd på dessa två typer av konstruktioner kunde variera, från några till flera 100 meter. Dessa konstruktioner återfinns efter både biflöden och huvudälvar.

En annan relativt enkel konstruktion efter främst biflottlederna var riskistor. Deras uppgift var att förstärka stränderna och leda virket men de var inte lika hållbara som enkel- och dubbelkistor. De bestod av buskar, alternativt klenvirke, som fördelades i en cirka 45-gradig vinkel mot strömmen och som sedan byggdes på med sten eller grus. En annan typ av enklare konstruktion var stubbledare eller kubbledare. De bestod av 2-3 meter långa bitar av rundvirke som lades ut och packades som riskistorna.



Om vattendragen var krokiga eller hade flacka stränder där timret lätt kunde fastna kanaliseras de med hjälp av stenkistor. Ovan enkelkista. Foto: Handbok i Skogsteknologi (Löf och G. Kinnman), Stockholm 1922 (fotograf okänd). Se också foto på följande sida.



Ytterligare exempel på kanalisering. Dubbelkista. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkhälso-
searkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).



Riskista, Olsbäcken. Riskistan består av en bädd av klena trädstammar på vilken en stenbarriär
uppfördes. Detta var ett praktiskt sätt att kanalisera eftersom det gick fort och smidigt att risa och
man slapp mycket tungt stenarbete. Foto: Erik Törnlund.

Ledarmar av sten förekommer också i biflöden. Utrivning av enkel- och dubbelkistor förekom redan under flottningsepoken. Ledarmar av trä krävde nämligen underhåll i takt med att konstruktionerna förföll, beroende på exempelvis återkommande höga vattenflöden. Att bygga i sten var därför bättre och dessutom klarade stenbyggnader ett högre tryck från vattenströmmen. Stenslänter, även kallade släntmurar, kunde uppföras i samband med rensningar och sprängningsarbeten. Flakformade stenar lades då relativt jämnt och tätt ihop med den släta ytan uppåt (i så kallade glacis). När natursten rensades kunde den läggas upp som enklare stenmurar eller vildstenmurar. Även rö- och kilstenmurar uppfördes i biflöden, men endast i liten skala jämfört med i huvudälvarna (se dessa för närmare beskrivning).



Skibord, Arvån. Skibordet är ett golv av parallella stockar som hindrar timret från att fastna på botten. Denna konstruktion är vanlig i anslutning till dammar. Foto: Erik Törnlund.

Andra konstruktioner för att underlätta timrets framfart var stötbottnar eller skibord. De återfinns nästan uteslutande i biflöden. De bestod av stockar lagda parallellt efter botten på strömfåran så att de täckte hela bottenbredden. På så sätt erhöles en slät botten och risken för att virket skulle fastna och orsaka brötar minimerades. En stötbotten kunde vara över 100 meter lång. Denna konstruktion användes även vid utloppet från flottningssdammar.

Många timmerrännor och stötbottnar revs redan i samband med effektivare flottledsrensning. En annan orsak till utrivning var kanaliseringar som var vanliga i biflöden. Antingen rätades tidigare meandrande sträckor eller så grävdes en helt ny fåra. Syftet var alltid att korta flottledslängden och därmed flottningstiden. Kanaliseringar utfördes redan i början av flottningsepoken. Då kunde det handla om att med handkraft gräva sig genom myrområden. Under mellankrigstiden (1920- och 1930-talen) började större kranar, maskinellt drivna och utrustade med skopa, att användas för dessa arbeten. Under 1930-talets andra hälft introducerades även grävmaskiner för detta arbete. Från slutet av 1940-talet och fram till 1970-talet utnyttjades bandtraktorer för rensningsarbetet.



Om marken var lättgrävd och vattendraget mycket krokigt kunde man gräva en helt ny fåra. Bilderna ovan och på följande sida visar två sådana kanaliseringar. Ovan: Flygbild över bivattendrag till Öre älv.



Timmer efter kanaliserad sträcka av Kulbäcken, Vindelälven. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrorelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Älvflottning

Flottningen i huvudälvarna, speciellt vid forsar och fall, ställde andra krav på flottledsbyggnader än i biflödena. Flottningen präglades av både större virkes- och vattenmängder. Till viss del användes samma konstruktioner som efter biflödena, framförallt enkel- och dubbelkistor, sten- och släntmurar. Även rensningar med sprängämnen, kranar och bandtraktorer förekom här.

Flottledsbyggnaderna i huvudälvarna var till skillnad från de i biflödena stora och i regel uppbyggda av sten. Den mäktigaste typen torde vara kilstensmuren som kan vara upp till 250 meter lång, 5-6 meter hög, 8-10 meter bred i bas och med en krönbredd på 1,5-2 meter. Det krävdes god planering och teknik för att uppföra sådana murar och de var därför relativt dyra att bygga. Stenmaterialet till kilstensmurarna togs i regel från stenbrott utan samband med älven. Rätblock borrades ut med stenborr för att sedan kilas. Stenkilarna fördes ner i borrhålen och slogs ner tills stenblocket sprack. Kilstenarna transporterades till flottleden med häst och släde där de byggdes under vinterns lågvatten. Höjd och djup på de huggna rätblocken skulle vara minst 50 centimeter. Kilstenarna fogades samman till en tät vägg och de främre stenarna förbands i regel med järn, så kallade krämpor.



Kilstensmur, dvs en mur av huggna stenar som ofta sammanfogades med krampor. Foto: Umeå flottningsförenings arkiv, Folkrörelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Väl utförda, solida kilstenmurar uppfördes snett ut mot strömfåran i nedströmsriktning och åstadkom en dämningseffekt så att sten och klippblock hamnade under vattenytan och underlättade flottning. Till kilstensmurarna byggdes ibland koner som var en slags skålförmad avslutning på ledarmen. Konans uppgift var att förebygga strömrörelser, och att stödja kilstensmurens ändar.



Rösmur. Till rösmuren användes natursten som passades ihop till en tät mur. Foto: Erik Törnlund.

Rösmurar, som till uppförande och konstruktion påminner om stenslänter och släntmurar (se ovan), uppfördes också utefter huvudälvarna. Längd-, bredd- och höjdmått är i stort sett desamma som hos kilstensmurarna, men byggnadsmaterialet var flakstenar som sprängts ut i och intill vattendraget. De flakformade stenarna lades relativt tätt och bildade en relativt jämn yta. Många rösmurar uppfördes på och över en redan befintlig dubbelkista eller enkel tråkista för att förbättra funktionen, det vill säga förmågan att styra och kanalisera vattenströmmen. Även rensningsarbeten med hjälp av bandtraktorer förekom efter huvudälvarna.



Stensprängning och byggande av dubbel tråkista. Degerforsen i Vindelälvens huvudfåra vid början på 1900-talet. Foto: Degerfors byamäns arkiv vid Vindelns kommun (fotograf okänd).



Traktorrensning, även den vid Degerforsen i Vindelälven (1950-talet). Foto: Umeå flottningssällskapets arkiv, Folkrorelsearkivet vid Västerbottens museum, Umeå (fotograf okänd).

Flottningens miljöeffekter

Flottningen fick långtgående konsekvenser för vattendragen. I detta kapitel behandlas de viktigaste geomorfologiska, hydrologiska och ekologiska effekterna av flottningen.

Mindre motstånd innebar ökad strömhastighet

Omvandlingen av ett naturligt vattendrag till transportled för timmerstockar innebar dramatiska förändringar av älvens form. Den komplexa och omväxlande karaktären hos ett naturligt vattendrag gjorde det svårt att flotta timmer eftersom stockarna ofta fastnade på stenar och grund och bildade brötar. I och med att uppstickande stenblock rensades bort från älvfåran och att grunda partier, bakvatten, förgreningar och meanderslingor stängdes av, kom inte bara stockarna utan även vattnet att rinna snabbare. Resultatet blev en högre och mer homogen strömhastighet. Vid låga flöden är det framförallt bottenstrukturen som bromsar upp vattenströmmen, men vid högre vattenflöden ökar betydelsen av forsnackar, meanderslingor, förgreningar och bakvatten för det totala flödesmotståndet. Under höga flöden är det naturligt att älven svämmar över sin normala fåra och expanderar till strandskogar, våtmarker och högvattenfåror. En älv som tillåts använda dessa buffertzoner utefter hela sitt lopp kan effektivt fördela och oskadliggöra den höga energi som höga flöden innebär. En flottningspåverkad älv har emellertid förlorat mycket av denna buffertförmåga vilket ökar risken för katastrofala översvämningar, särskilt i älvens nedre delar.



Flygbild av Varjisån före restaurering. De stenkistor som trängt ihop ån under flottningsepoken syns som vita streck. Lägg märke till de avstängda sidogrenarna på båda sidor av vattendraget.



Flygbild av Björnideforsen i Piteälven. Älven har trängts ihop med stenkistor och rensats för att underlätta flottning. Bilden är tagen i nedströmsriktning. Foto: Niclas Hjerdt.

Sedimenttransporten ökade

I och med att flottledsrensningen ökade strömhastigheten i älvarna ändrades även betingelserna för sedimenttransport. Älven fick en större förmåga att transportera material eftersom den så kallade skjuvkraften, det vill säga den kraft som det strömmande vattnet utövar mot älvbotten, blev större. Samtidigt hade de naturliga pålagringsbottnarna, exempelvis bakom stenblock och i bakvatten, tagits bort från forssträckorna. Nettoresultatet blev att finsediment och grus successivt spolades bort från forsarna och deponerades längre nedströms i närmaste lugnvatten eller sjö. Kvar i forsarna blev det grövre substratet som kräver större kraft för att flyttas. Det skedde således en ”armering” av bottnar i forssträckor som flottades, och detta fick förödande konsekvenser för exempelvis naturliga lekbottnar för fisk som kom att spolats bort.

Bottensubstratet i flottledsrensade vattendrag förlorade alltså både de finare fraktionerna (genom urspolning) men även de riktigt stora blocken (genom schaktning och/eller bortsprängning). I mindre vattendrag förekom det även att schaktmaskiner helt enkelt styrde material nerströms genom forsarna. Detta förfarande påskyndade naturligtvis armeringen av forsarnas bottnar.



Principiella skillnader mellan ett naturligt och ett kanaliserat vattendrag i ett moränlandskap. Det naturliga vattendraget är rikt på stenar och block har ett övervägande lugnt lopp. Botten är ojämn och det finns en rik variation av miljöer med allt från nästan stillastående till strömmande vatten. Detta skapar förutsättningar för en artrik organismvärld. Strandvegetationen är välutbildad och bildar en jämn övergång mellan skog och vatten. Jämför bild nedan.



Det kanaliserade vattendraget är jämförelsevis smalt med jämn botten, raka kanter av upplagda block och snabb ström. Miljövariationen i fåran är liten och förutsättningarna för artrikedomen små. Under perioder med lägre vattenföring är vattendraget i stort sett skilt från det omgivande landskapet. Den ursprungliga strandvegetationen ligger torrlagd och skogsvegetation avancerar mot fåran. Samtidigt finns ofta gölar mellan stenvallarna och den forna stranden. I dessa gölar kan det utvecklas en organismvärld som inte är typisk för rinnande vatten.

Isförhållandena blev besvärligare

Ingrepp som gjordes för att underlätta timmerflottningen påverkade isbildningen i vattendrag på sätt som missgynnade inte minst fisk och vatteninsekter. I naturliga vattendrag fanns ofta många, stora uppstickande stenblock i älvfåran. De utgjorde kärnor för ytisen som sedan växte ut successivt åt sidorna. Under tidig vinter bildades öar av ytis runt stenblocken. Dessa isöar täckte snart större delen av vattendragets yta. Ytisen isolerade vattnet från låga lufttemperaturer och begränsade risken för extrem nedkylning som skulle inneburit bottenisbildning. I flottningspåverkade vattendrag saknas dessa stenblock vilket försvårar bildningen av ytis. Ofta är strandkanten enda platsen där ytisen kan växa eftersom strömhastigheten är för hög längre ut i fåran. Detta innebär i sin tur att vattenytan exponeras för låga lufttemperaturer under längre tid, som i samband med turbulenta strömningsförhållanden leder till att iskristaller snabbt bildas i vattenmassan. När dessa kristaller fastnar på botten bildas ett poröst täcke av bottenis.

Förekomsten av bottenis är en stressfaktor för bottenlevande organismer eftersom den både kyler ned substratet och förhindrar cirkulationen av syrerikt vatten genom substratet. Dessutom utestängs organismer från botten. I extrema fall kan bottenis växa ända upp till ytan och integreras med ytisen, och vattenströmmen kan då tvingas in ett nytt lopp och temporärt helt överge den ursprungliga fåran. Detta kan i många fall utsätta strandzonen för mer omfattande översvämningar än under hela resterande delen av året, inklusive vårfloden. Vid sådana förlopp kan omkringliggande landvegetation skadas eller dö.

Isproblemen försämrar också fiskens möjlighet att övervintra i strömmande vatten. Det gäller särskilt älvsträckor som har öppna forsar vintern igenom. I nordamerikanska studier har det visats att fisk omgående flyr om vattentemperaturen sjunker under fryspunkten och iskristaller börjar bildas. Iskristaller kan skada fiskens gälar och döda fisken, och den issörja som bildas på botten kan stänga in fisken. Bottenis kan troligen också skada rom och bottenlevande organismer.



Bottenis kan vara ett allvarligt problem i många kanaliserade vattendrag. Det beror bland annat på att det saknas stenblock där skyddande ytis kan bildas. I stället kyls hela vattenmassan ned och iskristaller fastnar på botten där de kan bilda ett snabbt växande täcke. Bilden är från Mjösjöbäcken, ett biflöde till Hjuksån i Vindelälvsystemet. Foto: Niclas Hjerdt.

Flottningen skilde älvfåran från stranden

Utbyggnaden av vattendragen för timmerflottning innebar stora miljöförändringar även i strandzonen. Naturliga vattendrag har ofta breda stränder som varierar från att vara torrlagda till helt dränkta. Denna variation är en förutsättning för en effektiv cirkulation av energi och näring. Interaktionerna mellan vattnet och stranden reducerades genom flottningsingreppen, och älvfåran och den ursprungligen vanligen besökade strandzonen kom i hög grad att isoleras från varandra.

Strandskogar spelar en viktig roll för vattendragens funktion, speciellt i mindre vattendrag. Strandträdens kronor ger skugga och tillför förna (dött organiskt material) som kontrollerar temperaturen och energiomsättningen i vattnet. Insekter från strandskogarna kan också hamna i vattnet. Strandväxternas rötter stabiliserar brinkarna och reglerar tillförseln av sediment och näring till vattendragen. Dessa processer är ofta nödvändiga för överlevnad och produktion av vattenlevande organismer såsom insekter och fiskar. Bladförran stöder produktionen av vatteninsekter som är en viktig födokälla för många strömfiskar. Stabiliseringen av brinkarna minimerar erosionen och grumlingen av vattnet, och minskar på så sätt risken att lekbottnar sedimenteras igen. Därmed behålls en bra syresättning av grusbottenarna vilket gynnar överlevnaden av fiskembryon. Strandskogar förbättrar också vattenmiljön genom att producera grov vedförna. Den grova vedförran erbjuder skydd för många organismer, dämmer upp vatten, fångar upp sediment och ökar den strukturella komplexiteten hos strömfåror. Därigenom skapas en miljö som föredras av strömfiskar och fåglar. Transporten av vedförna från stranden till vattnet påskyndas ytterligare om det finns bäver i vattendraget.



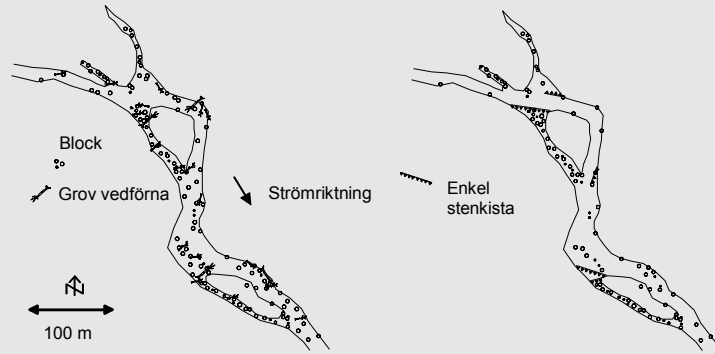
Vid fritt strömmande vattendrag där stranden inte skilts från älven av stenkistor utvecklas och underhålls vanligen en zonerad vegetation. Bilden är från nedre Laisälven inom Vindelälvsystemet. Foto: Christer Nilsson.

Under flottningsepoken blev många strandskogar mer eller mindre kalhuggna, men även där strandvegetationen lämnades intakt kunde strandens funktioner försämrats om strömfåran rensades och kanalisades. Flottningsstrukturer såsom stenkistor och kilstensmurar skapade barriärer mellan älven och dess strandskog och de stränder som på så sätt utestängdes från älven fick det svårare att behålla sin ursprungliga vegetation av örter och gräs. Här utvecklades i stället vegetation som dominerades av ris liknande den ovanför stranden. Kanaliseringen av älvarna påverkade alltså stränderna på två sätt. Strandlängden minskade genom att älven blev rakare. Samtidigt begränsades interaktionerna mellan strand och vatten.

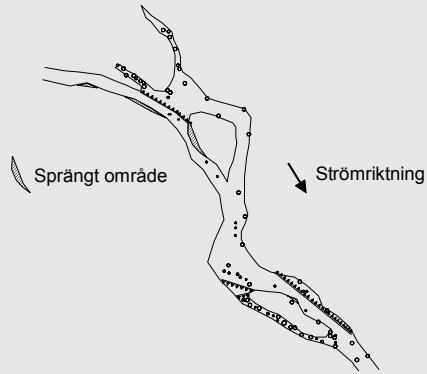
UTVECKLINGEN AV EN FLOTTLED UNDER ETT OCH ETT HALVT SEKEL

De fyra första kartorna på nästa sida visar hur en flottled kunde utvecklas successivt från mitten av 1800-talet till mitten av 1900-talet. Exemplet är från Bergvattenforsen i Bjurbäcken, ett biflöde till Vindelälven. Lägg märke till hur den ursprungligen mångformiga bäckfåran successivt rätades ut och trängdes ihop. Notera också det faktum att vissa delar av bäcken användes för flottning under hela perioden medan andra togs i anspråk endast under delar av flottningsepoken. Sedan flottningen upphört behöll bäcken sin flottledskaraktär fram till år 2002. Därefter restaurerades den till mer naturlika förhållanden (se nedersta bilden). Det återställda forsavsnittet är numera flergrenigt med steniga och blockiga fåror och ett lugnare vattenflöde. Notera att den av bokens omslagsbilder som visar situationen före restaurering är tagen i uppströmsriktning från en punkt ungefär mitt på den sista kartan. Den bild som visar förhållandet efter restaurering är tagen från samma punkt på den separata kartan.

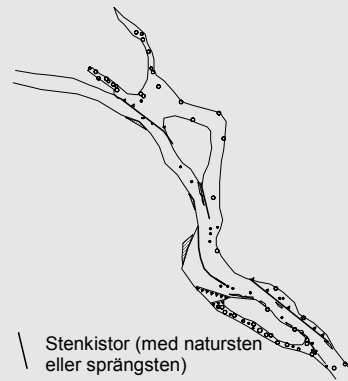
Före 1850 (hypotetisk bild) 1880-talet



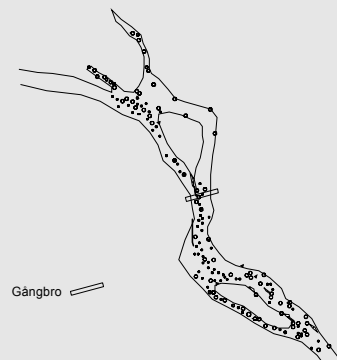
1930-talet



1950-talet till 2002



Idag (efter restaurering)



Stranden blev artfattigare och mindre produktiv

Strandskogar och vattendrag står i ett ömsesidigt beroende. Översvämning och sedimentpålagring är viktiga för strändernas vegetationsutveckling samt påverkar deras jordsammansättning och näringsdynamik. Jorden och näringen har i sin tur betydelse för vegetationens tillväxt och artsammansättning. I de flesta ekosystem är artrikedomen störst vid intermediära störningsnivåer, det vill säga lagom är bäst. I strandzoner är vegetationen ofta artrikast i de mellersta delarna där det varken är för torrt eller för blött. Frekventa, mindre översvämningar håller tillbaka arter som annars skulle breda ut sig, och skapar öppna fläckar för kolonisering av konkurrenssvaga arter. Översvämning och sedimentpålagring tillför också näring till strandjordar och underlättar spridning av växter inom och mellan stränder. Allt detta är viktigt för att upprätthålla produktivitet och mångfald på stränder. Enstaka stora översvämningar kan däremot innebära radikala förändringar genom att riva bort eller begrava växter eller genom att göra jorden syrefri och på så sätt döda växter. Stenkistor och liknande anordningar skyddar strandväxter och strandjordar från alla översvämningar utom de allra största och hindrar på så sätt den naturliga dynamiken. Eftersom strandområden tillhör de artrikaste livsmiljöerna i boreala och tempererade områden kunde timmerflottningen ha en viktig påverkan på regional artrikedom.

Näringsförhållandena blev sämre

Tillgången på organiskt material och näringsämnen är av stor betydelse för livet i vattnet. Organiskt material produceras i själva fåran främst av alger och vattencressor, men i mindre vattendrag sker det huvudsakliga tillskottet av organiskt material genom höstens lövfall. Ju större vattendragen blir, desto större andel av det organiska materialet produceras i själva fåran. Det beror på att större vattendrag får mer ljus eftersom skuggningen från omgivande träd minskar med ökande bredd. Det beror också på att stränderna är bredare längs större vattendrag och att det här utbildas en trädfri zon på de mest översvämmade partierna närmast vattnet.

Den energi (i form av organiskt kol) som är bunden i höstlöven tas upp av olika organismer som alla är särskilt anpassade för att utnyttja denna resurs. Exempelvis är deras livscyklar synkroniserade med höstens lövnedfall, vilket bland annat innebär tillväxt under vintern. Det rör sig både om mikroskopiska organismer, främst vissa svampar vars hyfer penetrerar lövvävnaden, men även olika smådjur som tuggar, gnager och skrapar i sig fragment av löven och mikrober. Till smådjuren hör larvstadierna av många olika insekter, främst vissa bäck- och nattsländor, men även harkranklarver, kräftdjur och vissa maskar hör till denna grupp. Tillsammans utgör dessa småkryp en synnerligen viktig resurs för bäckens rovdjur, det vill säga diverse rovlevande ryggradslösa djur samt, inte minst, fiskar. Det är viktigt att inse bottenfaunans sammanlänkande roll mellan primära resurser, såsom löv och alger, och produktion av fisk för att kunna förstå hur störningar påverkar ekosystemet och dess näringsväv.

Flottledsrensningarna påverkade smådjurens liv på många olika sätt. Framför allt försämrades vattendragens förmåga att hålla kvar det organiska materialet. Näringsupptaget främjas av en stor kontaktyta mellan substrat och vatten samt lång kontakttid. Flottningens ingrepp innebar att kontaktytan minskade dramatiskt eftersom naturligt oregelbundna bottnar slätades ut, och finsediment (som erbjuder en större kontaktyta per volymenhet) eroderades bort. På en större skala medförde bottenrensningen att cirkulationen av vatten genom bottensediment och sidobankar minskade. Eftersom den ökade strömhastigheten förkortade uppehållstiden för vattnet blev upptaget av näringsämnen sämre och mer material spolades nedströms.

Att bottenstrukturen gjordes homogenare och slätare samtidigt som vattenhastigheten ökade minskade i sin tur förutsättningarna för en lokal produktion av de djur som lever på organiskt material, och i slutänden, mängden fisk. Även om en mindre mängd löv hölls kvar i det rensade vattendraget nöttes de av den starka strömmen. I experiment med löv i nätburar förlorade lövmaterialet förhållandevis mycket vikt i rensade bäckar. Det berodde inte på att smådjur åt upp löven utan främst på den starka erosion som orsakades av den högre vattenhastigheten i sådana ännu inte restaurerade bäckar. I de fall vattendrag återstälts genom att återbördas stenmassor, och effekterna på den kvarhållande förmågan följts upp, har undersökningar kunnat konstatera att restaureringen förbättrat denna förmåga.

I naturliga strömsträckor med blockrika bottnar och varierande substrat, fastnar inte bara löv utan också grenar, kvistar och ibland träd som eroderats loss eller blåst omkull och därefter fallit i vattnet. Ved i vattnet är kanske inte i sig själv en viktig resurs för vattenorganismerna, även om det finns en specialiserad fauna och flora som kan tillgodogöra sig denna hårdsmälta föda. Däremot fungerar veden indirekt som en struktur som ytterligare gynnar förutsättningarna för organismer av olika slag genom att skapa heterogenitet och fånga upp och anrika drivande lövförna. Studier har visat att i områden där flottning gått hand i hand med intensivt skogsbruk kan mängden ved i bäckar bara vara en bråkdel (1-10 procent) av den där skogen utsatts mindre och flottledsrensning inte gjorts.

Som framgått av detta resonemang torde alltså en homogen bottenstruktur, skapad genom flottledsrensning, resulterat i att en synnerligen viktig födoresurs för smådjuren förlorades från forssträckorna. Detta förhållande kunde naturligtvis även återverka på andra delar av ekosystemet. En framgångsrik restaurering av vattendragen bör därför rimligtvis ha som ett av sina främsta mål att återskapa det naturliga vattendragets förhållandevis höga komplexitet, med andra ord göra bottarna mer varierande med avseende på strömbild, substrat och djup. Detta skulle leda till en effektivare ackumulering av livgivande löv.

I de större vattendragen har som nämnts det organiska materialet i högre grad producerats i själva vattendraget, främst i form av alger. Lövförnan från omgivande skog spelar därmed en relativt sett mindre roll. Men även här torde flottningsrensningarna ha varit negativa för bottenfaunan. De algätande snäckor, larver av dagsländor, myggor samt andra insekter som tjänar som fiskföda, kunde säkert missgynnas av alltför höga strömhastigheter.

Artsammansättningen av smådjur ändrades

Både sammansättningen av olika arter och produktionen av smådjur i de flottledsrensade vattendragen skilde sig från de opåverkade. Skillnaden berodde inte bara på sämre tillgång på lövföna utan i hög grad även på effekter av skillnader i substrat- och flödesförhållanden. Den kanske mest karaktäristiska effekten, som också uppmärksammades redan i samband med ingreppen, är den stora dominansen av otaliga knottlarver. Dessa inte bara kräver strömmande vatten för sitt födoupptag, som sker genom passiv filtrering av små partiklar från vattnet, utan vissa arter gynnas alldeles särskilt av riktigt snabbt forsende vatten. Anledningen torde dels vara att mängden vatten som kan filtreras ökar när vattenhastigheten stiger, dels att andra djur, såväl potentiella rovdjur som konkurrenter om utrymmet, missgynnas. Exempelvis har rovlevande bäcksländelarver svårt att fånga sina byten när strömmen är snabb men fortfarande lämplig för knottlarverna. Förvisso har knottlarver såväl som andra insekter, många viktiga funktioner i vattendragen men en mass- förekomst av enstaka arter tyder ofta på att ekosystemet befinner sig i obalans på grund av någon slags störning.

Knottlarver och ett fåtal andra strömälskande djur gynnades alltså av flottledsrensningarna. Många andra arter missgynnades emellertid, nämligen sådana som trivs bättre där vattenströmmen är måttlig eller varierande. Det är troligt att den senare kategorin, exempelvis larverna av många sländor, minskat genom ingreppen, vilket därmed också i viss mån försämrade födotillgången för fisken.

Ett föga studerat problem är vilken betydelse de långa stenkistor som avskärmade stränderna från fåran hade på strändernas produktion av smådjur. Att ta bort dessa ledarmar och återbörda materialet till bottarna skulle sannolikt gynna sådan produktion, inte minst därför att den våta ytan då kommer att öka.



Vänster: Knottens larver finns ofta i stora mängder i snabbt strömmande vatten. På bilden syns genom den turbulenta vattenytan mängder av de maskformade larverna. De får sin näring genom att filtrera mikroskopiska partiklar ur vattnet. Höger: Närbild på knottlarver, aggregerade på en sten som just tagits upp ur vattnet. Foto: Björn Malmqvist.



De flesta insekter som lever i vattendrag har vuxna flygande stadier. En del av dessa behöver kunna krypa ner i vattnet för att lägga ägg och behöver då stenar som bryter vattenytan. I rensade vattendrag saknas ofta denna möjlighet. Bilden visar ett exempel på en opåverkad bäck med till synes utmärkta möjligheter för äggläggning. Foto: Björn Malmqvist.

En typisk egenskap hos rensade vattendrag är att de har långt färre stenar som sticker upp ur vattnet än vad naturliga och restaurerade vattendrag har. Dessa stenar erbjuder lämpliga äggläggningsplatser för honor av bland annat vissa dagsländor men finns här i en mycket mera begränsad omfattning än i de naturliga och restaurerade bäckarna. Exakt hur viktigt detta förhållande är kan vara svårt att precisera, men utgör ett av många exempel på en effekt som uppstått genom rensningarna. Dock är kunskapen här ännu begränsad.

Vattenhastigheten ökades till följd av rensningarna och därmed minskade bredden (och sannolikt ofta djupet) på fåran. Konstruktion av ledarmar och traktorstyrda stenvallar bidrog också till minskad vattendragsbredd och eftersom den våta ytan därigenom krympte, minskade följaktligen förutsättningarna för produktionen av smådjur. Detta innebär att även om produktionen per ytenhet inte har påverkats särskilt mycket av kanaliseringen, så kan produktionen ändå ha minskat högst väsentligt per längdenhet av vattendraget.

Fisken påverkades negativt

Flottningens negativa effekter på fisksamhällena observerades tidigt, särskilt för de ekonomiskt viktiga fiskarterna. Redan 1928 lämnade en fiskerättsägare vid Vindelälven ett skriftligt yttrande till Vattendomstolen i Umeå med budskapet att *“Den ideala miljön för laxen och den ideala miljön för timmerflottningen är varandras motsatser. Därför kommer varje åtgärd som förbättrar transporten av timmer i vattendragen att ha en negativ effekt på laxen.”* Olika arter påverkades olika beroende på hur de utnyttjar älvens livsmiljöer. Fiskarna kan delas upp i strömvattenfiskar och lugnvattenfiskar beroende på var de har sin huvudsakliga livsmiljö. Till strömvattenfiskarna hör lax, öring, simpa, elritsa och harr och till lugnvattenfiskarna räknas gädda, abborre, lake och vitfiskar.

Strömvattenfiskarna är beroende av strömande vatten för föda, skydd, lek och förflyttning mellan olika livsmiljöer. De lever till stor del på insekter som kommer drivande med strömmen. I väntan på föda behöver fiskarna en plats med låg strömhastighet där de kan vila mellan utfallen. Om rovfiskar dyker upp, till exempel storvuxen öring, fungerar dessa platser också som gömställen. Vilo- eller göm-ställena är ofta mellanrum mellan större stenar och träddelar. Allt eftersom fisken växer kommer det att krävas större och djupare områden och det är därför viktigt att vattendraget innehåller miljöer med varierande djupförhållanden som passar alla storleksklasser och samtidigt möjliggör födosök och skydd. Fiskar måste också kunna förflytta sig mellan olika livsmiljöer för att optimera sina födosök vid olika tider på året eller för att nå lekplatser. Under simning uppströms genom forsar och vattenfall utnyttjar fiskarna de mer lugnflytande delar av vattenmassan som uppstår där det finns ojämnheter i botten. De kan på så sätt relativt enkelt passera till synes vilda forsar. Branta forsar med stor fallhöjd och hög vattenhastighet utan förekomst av djuphålur och större stenar kan dock vara mycket svårpasserade.



Många fiskarter behöver strömmande vatten och vegetationsfria bottenar av sand, grus eller sten för sin reproduktion. Här ses harr och öring under leken. Foto: Daniel Jonsson.



Öring under leken. Foto: Daniel Jonsson.

För att reproducera sig behöver lax och öring tillgång till grusbotten för att kunna gräva ner sin rom så att den skyddas mot rovdjur och starka strömmar. Samtidigt krävs en god vattengenomströmning för att äggen ska syresättas. När man under flottningsepoken systematiskt stängde av sidogrenar, rätade ut kanaler och rensade bort större stenar och grusbäddar förändrades ovan nämnda förutsättningar radikalt till men för de flesta strömlevande arter.

Lugnvattenfiskarna är vanligast i sjöar och i lugnflytande delar av vattendrag. De finner skydd, föda och lekmiljöer i lugnvattnet. De är därför inte beroende av de strukturer, till exempel stenar och block, som strömvattenfiskarna behöver. Däremot är det troligt att dessa arter påverkades negativt när sidogrenar och meanderslingor skärmades av från huvudfåran och då forsar med lugnflytande inslag förvandlades till smala snabbflytande kanaler. Det är också rimligt att anta att de fick svårare att sprida sig inom vattensystemen då strömmande sträckor som kanaliserats blev mer svårpasserade än tidigare.

Flottledsdammar blev fiskvandringshinder

Vattenflödet nedströms dammarna varierades ofta mycket under våren och försommaren för att underlätta för timmerflottningen. Öring- och laxyngel som kläcks under våren är mycket känsliga för varierande vattenflöden och påverkades troligen negativt under dessa perioder. Sedan flottningen avslutats har flödesregleringen upphört men flottledsdammar som lämnats kvar utgör fortfarande vandringshinder. I strömmande vatten kan sådana hinder innebära att fiskpopulationer inte når viktiga habitat till exempel lekstränder och övervintringslokaler. Olika delar av en population kan följaktligen genetiskt isoleras från varandra vilket kan leda till en minskad genetisk variation inom populationen. En minskad genetisk variation sänker fiskarnas förmåga att anpassa sig till plötsliga miljöförändringar och riskerar därmed populationers eller arters långsiktiga överlevnad.



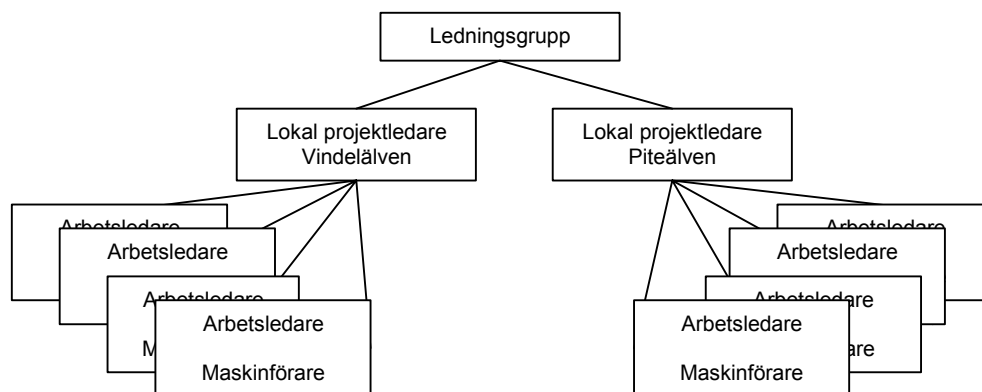
Många flottningsstrukturer är ännu i gott skick. Bilden visar Rotenträskdammens intakta slussgolv och flottningsdamm. Den ligger i Sikbäckens vattensystem i Vindelälvsystemet. Foto: Daniel Jonsson.

Restaurering i praktiken

Hur genomförs ett återställningsprojekt rent praktiskt? Här redovisas erfarenheter från miljöåterställningsprojektet i Vindel- och Piteälvarna och viktiga arbetsmoment förklaras. Vi har strävat efter att ge en generell översikt av arbetsmetodikerna med konkreta exempel från olika delmoment. Först beskrivs projektets organisation. Därefter ges en överblick av de olika restaureringsmetoderna samt beskrivs mer i detalj hur själva återställningsarbetet bedrivs.

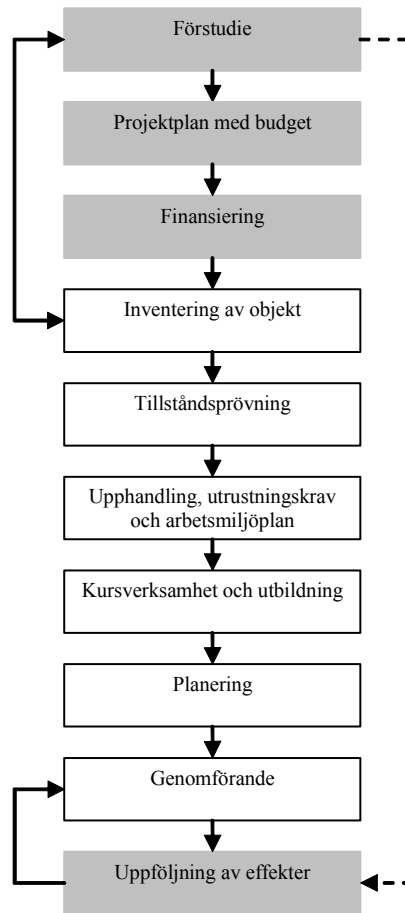
Organisation

För att genomföra ett stort projekt kring miljöåterställning krävs en effektiv organisation med en tydlig fördelning av arbetsuppgifter. Det är viktigt av flera anledningar, men inte minst för att underlätta kontakter med myndigheter och markägare. Eftersom återställningsprojektet längs Vindel- och Piteälvarna omfattar två län och åtta kommuner har organisationen varit större än vad som behövs i ett mindre projekt. Huvudansvaret för projektet vilar hos en ledningsgrupp som leds av kommunalrådet i Älvsbyns kommun. Denna ledningsgrupp består av politiker och projektanställda samt representanter för forskning och förvaltande myndigheter. Ledningsgruppen övervakar arbetet och fördelar medel till lokala projektledare i respektive älvdal. De lokala projektledarna ser till att aktuella vattendrag inventeras, de söker tillstånd hos myndigheter, sköter upphandling med entreprenörer, rekryterar och utbildar arbetsledare, samt planerar och övervakar det praktiska arbetet. Arbetsledarna handleder maskinförarna i fält, och det går i regel en arbetsledare per maskinförare. Sammantaget förfogar den lokala projektledaren över ett antal arbetsledare och maskinförare som kan sättas i arbete på de mest kostnads- och tidseffektiva sätten.



Organisationen (något förenklad) inom projektet för återställningen av naturmiljön i Vindelälven och Piteälven.

Miljöåterställning av flottade vattendrag kräver omfattande planering och administration innan det praktiska arbetet kan börja. Det är dessutom viktigt att i ett tidigt skede planera en uppföljning av projektet för att kunna utvärdera effekterna av återställningen. Det möjliggör en återkoppling mellan utvärdering och genomförande som på sikt förbättrar återställningsmetodiken.

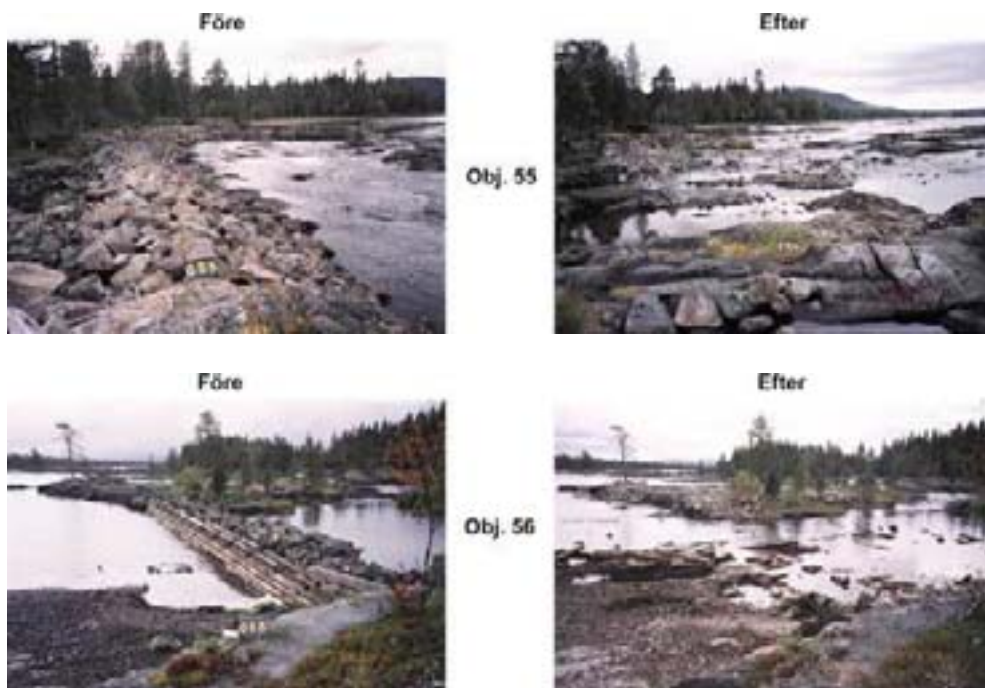


De vita rutorna motsvarar huvudrubrikerna i kapitlet. De skuggade momenten behandlas i olika utsträckning i andra delar av denna skrift.

Inventering av objekt

När vattendrag ska återställas bör de inventeras i ett tidigt skede. Återställningsprojektet i Vindel- och Piteälvarna har använt protokoll som utvecklats från en förlaga från Fiskeriverket (se **Bilaga A**). Protokollen bör fokusera på flottningsobjektens omfattning, typ och läge. Fältinventeringen bör även innefatta möjliga larvvägar till och från objekten, det vill säga lämpliga sträckor i terrängen där maskiner kan köras utan att orsaka onödig skada.

Det är viktigt att fotografera alla objekt, både för att dokumentera varje enskild flottledsbyggnad eller dess rester, och för att kunna utvärdera arbetet genom att jämföra fotografier från samma plats före och efter miljöåterställningen. Vid fotograferingen är det lämpligt att identifiera objektet genom att sätta ut en stor skärm med dess nummer och plats. På så sätt undviks senare sammanblandningar. Det är nämligen inte alltid så lätt att se att ett visst bildpar visar situationen på en och samma plats före och efter återställning. Det är en fördel att vara noggrann vid val av fotograferingsplats och vinkel så att det går att komma tillbaka efter restaureringen och fotografera platsen från samma punkt. Platser som kan komma att ligga under vattenytan efter restaureringen (till exempel torrfåror som ska vattenfyllas) eller objekt som ska avlägsnas (till exempel stenkistor) bör därför undvikas.



Fotodokumentation av flottledsobjekten 55 och 56 i Piteälven, före respektive efter återställning. Två stenmurar som blockerat sidogrenar har tagits bort och vattnet kan ta fler vägar. Notera användningen av nummertavla för identifiering. Foto: Peder Hellman.

Vidare kan naturmiljön i anslutning till objekten bedömas utifrån förekomst av vissa nyckelelement såsom död ved och kvillområden (vattendragssträckor med flera fåror). Sträckor med flodpärlmussla inventeras enligt Naturvårdsverkets standardiserade metodik. Fiskförekomsten undersöks genom elfiske enligt Sötvattenslaboratoriets metoder. För att elfiska krävs utbildning och tillstånd av länsstyrelse samt av berörda mark- och fiskerättsägare.

Tillståndsprövning

Tillståndsprövningar kan skilja sig mellan vattendrag av olika storlekar. Vattendragets storlek och skyddsstatus (till exempel nationalälv, Natura 2000-område eller naturreservat) påverkar tillståndsprövningens utseende. Här beskrivs två olika exempel på tillståndsprövningar som skett under återställningsprojektet längs Vindel- och Piteälvarna.

Den tid som går åt för att planera återställningen kan variera stort beroende på markägarsituationen längs vattendragen och på det förfarande länsstyrelserna finner lämpligast. För Vindelälvens del beslutade länsstyrelsen i Västerbottens län att restaureringsärenden i biflöden ska handläggas som samråd enligt Miljöbalkens 12 kapitel 6 §. För Vindelälvens huvudfåra samt för hela Piteälvens vattensystem beslutade länsstyrelserna i Norrbottens och Västerbottens län i stället att återställningsarbetet ska prövas av miljödomstol. Den senare typen av prövning är mer tids- och arbetskrävande.



Återställningsarbete kräver tillstånd från myndigheter. På bilden ses ledamöter från miljödomstolen i Umeå inspektera flottledslämningar längs Vindelälvens huvudfåra under domstolsförhandlingar 2003. Foto: Niclas Hjerdt.

Arbeten i biflöden

Den inledande fältinventeringen läggs till grund för vidare planering av åtgärder och kontakter med berörda parter. Vanligtvis arrangeras samråd med fiskeförvaltare, mark- och fiskerättsägare, kommuner samt olika intresseorganisationer (forsränningsföretag, samebyar etcetera) innan den formella ansökan formuleras och inlämnas. Vid behov kan historiska källor såsom flottningsarkiv på museer behöva konsulteras. Berörda parter får kommentera åtgärderna och bland annat kan information om hur vattendragen såg ut före rensningarna komma fram. Parterna får även lämna synpunkter på objekt som bör sparas av olika anledningar. Vid samråden förs protokoll som även justeras av motstående parter.

Berörda mark- och fiskerättsägare får lämna skriftliga medgivanden till de åtgärder som planeras längs vattendraget. Det finns olika sätt att tillfråga mark- och fiskerättsägare. De kan exempelvis bjudas in till möten där projektledaren presenterar återställningsprojektet och därefter ber var och en om ett skriftligt godkännande. Alternativt kan information om projektet sammanställas och tillsammans med ett förberett avtal skickas ut per post till berörda personer. I brevet presenterar man projektets syfte och omfattning samt ber om ett skriftligt medgivande. Exempel på ett sådant utskick med information och medgivande från Piteälven finns i **Bilaga B**. Denna senare metod har varit effektiv från både tids- och arbetssynpunkt, samtidigt som den låtit mark- och fiskerättsägare ta del av planerna och besluta sig i lugn och ro. Den gör det också lättare att undvika konflikter som kan uppstå när personer tvingas fatta snabba beslut i en möteslokal. Oavsett tillvägagångssätt bör projektledaren vara ödmjuk i kontakten med mark- och fiskerättsägare och aldrig försöka påtvinga dem något. Om och när man fått medgivanden från mark- och fiskerättsägare görs en skriftlig anmälan till berörd länsstyrelse om samråd enligt miljöbalkens 12 kapitel 6 §.

Samrådshandlingarna kan till exempel innehålla anmälan om samråd, protokoll, kartor, bilder och markägares medgivanden. Innehållet i en samrådsanmälan kan innefatta beskrivning av åtgärden, dess omfattning, syfte och effekter. I effektbeskrivningen ingår åtgärdens inverkan på naturmiljön, kulturmiljön, viktigare arter och turism/rekreation. Vidare beskrivs skyddsåtgärder och alternativa lösningar samt ges en dokumentation av samrådet. Fältprotokoll, kartor och fotografier biläggs. Två typer av kartor bör ingå; dels en översiktskarta över hela den sträcka som ska återställas, inklusive tilltänkta larvvägar, dels detaljkartor med de enskilda objekten utmärkta. Kunskap om och tillgång till GIS (geografiska informationssystem) underlättar vid framställning av kartor. Antalet bilagda fotografier kan vara tämligen omfattande. Märkning av enskilda fotografier med objektets namn, nummer och koordinater underlättar och ger god överblick över det arbete som avses i samrådshandlingarna.

Arbeten i huvudfåran

Prövning i miljödomstol kräver en miljökonsekvensbeskrivning (så kallad MKB). Sökanden ansvarar för de kostnader som uppstår vid upprättandet av en MKB och för prövning. Vanligtvis anlitas konsultfirmor med specialistkunskap, då utformningen av en MKB kräver kunnande i miljörett och stor kunskap i berörda sakfrågor

(läs mer om miljöbalken, miljödomstolar och MKB på Naturvårdsverkets hemsida: www.naturvardsverket.se). Samråd med berörda parter, dokumentation, inventeringar med mera görs på samma sätt som i biflöderna. Ett exempel på en MKB från Vindelälven sammanställd av Pelagia Miljökonsult AB finns i **Bilaga C**.

Motstående intressen

Kulturhistoriska värden representerar det främsta motstående intresset till återställning av vattendrag som använts som flottleder. Flottningsepoken var viktig för Sveriges industriella utveckling och vissa flottledskonstruktioner kan vara både estetiskt tilltalande och kulturhistoriskt värdefulla.

En grundläggande del av arbetet med ett återställningsprojekt består i att förankra åtgärderna lokalt, det vill säga hos mark- och fiskerättsägare. Utifrån deras önskemål om bevarande av vissa byggnationer skapas en grund för hur omfattande åtgärder som kan utföras. Ambitionen inom återställningsprojektet i Vindel- och Piteälvarna var att spara sammanhängande och representativa objekt för att ge en helhetsbild av flottningsepoken. Flottledsbyggnader utanför sådana områden kunde återställas. Om berörda markägare motsatt sig åtgärderna har objektet lämnats. Markägare har på så sätt getts vetorätt. Övertalningsförsök är ingen bra metod och kan även verka påträngande. Goda relationer med lokalbefolkningen är alltid bra och skapar trygghet för både projektledning och arbetsledning. Inte minst det skälet att många personer i älvdalarna har arbetat med flottning under större delen av sitt liv ger vissa flottningsobjekt ett högt affektionsvärde. Av ekologiska skäl prioriteras borttagning av objekt som stänger av grundområden och sidogrenar. Objekt i lugnflytande sträckor prioriteras lågt vid återställning eftersom deras material sällan är hämtat från själva vattendraget. Det gäller exempelvis så kallade stenbommar.

Upphandling, utrustningskrav och arbetsmiljöplan

Upphandling av grävmaskinsentreprenörer görs enligt de regelverk som gäller offentlig upphandling. För att minimera risken för skador genom utsläpp av till exempel hydraulolja krävs att de entreprenörer som anlitas endast använder miljöklassade hydrauloljor och drivmedel. Entreprenören ska även redovisa vilken typ av hydraulolja som används och tillhandahålla en oljesaneringsväska till varje maskin. Återställning av älvsträckor där stenmaterial från flottledskonstruktioner läggs ut i fåran görs vanligtvis med bandburna grävmaskiner i storleksordningen 17-30 ton och skopvolymen om cirka en kubikmeter. Mindre maskiner som är relativt smidiga och orsakar litet markslitage är bäst för arbeten i sidovattendrag. Erfarenheter från tidigare arbeten har visat att maskiner med galler- eller gripskopa fungerar bäst. Det beror både på att grumlingar minskar och på att enskilda stenar lättare kan plockas och läggas ut.

Återförsel av död ved kan göras antingen med skotare eller grävmaskin med galler- eller gripskopa. Skotaren har fördel av en mindre, mer flexibel gripklo samt möjligheten att samtidigt arbeta med flera träd som kan transporteras på flaket. Där-

emot tycks skotaren ge större markslitage på grund av sina kedjeförsedda hjul. En liten grävmaskin med band är trots sin större tyngd skonsammare mot marken. Detta gäller framförallt längs vattendrag som kantas av våtmark.



Restaurering av kanaliserad fåra med grävmaskin och gällerskopa i Abmoälven, ett biflöde till Piteälven. En stenlista som avskilt fåran från strandskogen demonteras och blocken läggs ut i fåran. Foto: Christer Nilsson.



Vattendragen i norra och mellersta Sverige innehöll tidigare varierande mängder döda träd som röjdes bort i samband med att flottningen inleddes. Döda träd bromsar upp och orienterar om flödet och ökar därmed komplexiteten i vattendragen. Det har därför ett värde att försöka återställa sådana sträckor. Bilden visar ett exempel på tillförsel av död ved med skotare längs Dergabäcken, ett biflöde till Umeälven. Foto: Niclas Hjerdt.



Grävmaskiner kan också användas för att tillföra död ved. Det kan vara svårare att ta sig fram med en sådan maskin jämfört med en skotare, men risken för markskador blir mindre. Bilden visar iläggning av stockar i Abmobäcken, ett biflöde till Vindelälven. Foto: Niclas Hjerdt.

Miljöåterställning av vattendrag kan vara ett farofyllt arbete som kräver försiktighetsåtgärder. Det är lämpligt att upprätta en arbetsmiljöplan för att uppnå avtalad kvalitet och bästa möjliga säkerhet under arbetets gång. En sådan plan kan exempelvis innehålla följande rubriker:

1. Syfte
2. Organisation och ansvar
3. Miljöaspekter
4. Riskanalys
5. Handlungsplan vid olycka
6. Utbildning

Ett exempel på en arbetsmiljöplan som upprättades för Vindelälven finns som **Bilaga D**.

Kursverksamhet och utbildning

Inom ramen för återställningsarbetet i Vindelälven och Piteälven har maskinförare med tidigare erfarenhet anlitats i största möjliga mån. Kraven på såväl maskinförare som arbetsledare är stora. Det underlättar om arbetsledaren har gott praktiskt handlag och god lokalkännedom. Vanligtvis utför arbetsledarna även förundersökningar i fält och skaffar sig därmed en känsla för området och får en överblick över lämpliga tillfartsvägar och var objekten ligger. De arbetsledare som varit verksamma längs Vindelälven och Piteälven har haft tidigare erfarenheter från liknande jobb eller utbildats internt, ibland med hjälp av inhyrd personal. Maskinförarna har även genomgått utbildning enligt nedanstående utbildningsplan:

- Studier av hur växter, insekter och fisk lever och samverkar i de miljöer där återställningsarbeten kommer att genomföras (sex timmar)
- Miljöaspekter på maskinarbeten i vattendrag (två timmar)
- Säkerhetsaspekter på arbeten i vattendrag (två timmar)
- Fältstudier på kommande arbetsplatser där ovanstående punkter belyses.

Efter att de examinerats får maskinförarna certifikat på genomgången kurs.

Återställningsprojektet i Vindelälven och Piteälven har även genomfört ett antal kurser om restaurering av lekbottnar (beskrivning av metoder för sådan restaurering ges nedan under rubriken Genomförande). Dessa kurser har riktat sig till fiskerättsägare och personal i projektet. Kurserna har genomförts med flera fiskevårdsföreningar tillsammans, alternativt med enskilda föreningar i deras egna vatten. Syftet har varit att skapa intresse och förståelse för modern fiskevård och förvaltning samt stimulera till fortsatt verksamhet. En rad fiskevårdsföreningar har därefter arbetat lokalt med lekbottnar i sina vattendrag. Grävmaskinister och arbetsledare har även företagit en studieresa till Hartijoki (ett biflöde inom Kalix-älvsystemet) för att studera de lekbottenrestaureringar som genomförts där.

Planering

Arbeten i sidovattendrag innebär oftare långa förflyttningar av maskiner över skogsmark än vad fallet är i stora vattendrag, vilket beror på vägnätets utbredning och flottledskonstruktionernas omfattning. För transporter till och från vattendragen används skogsbrukets basvägar och vintervägar i största möjliga mån. Undantagsvis måste förflyttning ske i obruten terräng men då försöker man hitta så hårt underlag som möjligt. Blöta områden undviks alltid. För bästa resultat bör arbetet ske under lågvattensåsong och själva stenutläggningen ska göras uppifrån och ned så att man kan se hur vattnet reagerar och ha möjlighet att korrigera stenarnas placering.

Genomförande

Den vanligaste typen av miljöåterställning i Vindel- och Piteälvarna är utläggning av block, sten och grus som tidigare schaktats upp på stranden. I vissa fall återförs allt material från flottledskonstruktionerna till älvfåran, men i andra fall finns det skäl att undvika detta. Det är till exempel olämpligt att lägga ut stora mängder sprängsten och kilsten eftersom sådana material ser onaturliga ut och ger ett ogästvänligt intryck om de ligger ytligt. Dessutom kan de försvåra båt fart. Andra undantag är exempelvis där mycket av materialet ursprungligen kommer från landområden. Då kan det bli för mycket sten i fåran och om botten substratet inte tätas tillräckligt riskerar man att förlora öppna vattenytor under lågvattenperioder.

Tillförsel av grov vedförna är en restaureringsmetod som skapar liknande miljöförbättringar som stenblocksrestaurering. Svenska vattendrag har i stor utsträckning rensats från död ved eftersom dessa element skapade problem för både flottning och båttrafik, liksom för många typer av fiske. Intensivt skogsbruk längs vattendragens strandområden har dessutom successivt avlägsnat träd som kunnat bidra med död ved till fåran. Det finns idag mycket få orensade vattendrag i Sverige men en studie av vattendrag längs finsk-ryska gränsen har visat att oflottade vattendrag på ryska sidan kan innehålla uppemot 100 gånger mer död ved än motsvarande flottade vattendrag i Finland. Tillförsel av död ved är ofta ett intressant restaurerings-



Flottledsrensningarna innebär i många fall att lekgrus för öring (1-9 cm i diameter) spolades bort och deponerades i slutet av forsarna. I Ruskträskbäckens fall har avsevärda mängder lekgrus deponerats i bäckens utlopp i Vindelälven och skapat ett grunt, närmast deltalikt område som vid lågvatten är ytterst grunt, brett och möjligen även svårforcerat för uppvandrande fisk. Under restaureringen har 41 dumperlass (totalt 148 kubikmeter) körts upp i bäcken och avlastats på forsackar och utlopp ur större höljar. Foto: Daniel Holmqvist.



Bilderna visar situationen före respektive efter tillförelse av död ved i Abmobäcken, ett biflöde till Vindelälven. Under flottningsepoken var denna sträcka kanaliserad med hjälp av stenkistor, men innan veden tillfördes hade dessa tagits bort och stenarna placerats i fåran. Foto: Niclas Hjerdt.

alternativ i vattendrag som har begränsade mängder material i flottledskonstruktionerna. Ett stort träd med grenverk och rotklump intakta ger nämligen en relativt stor påverkan på strömbilden i både små och stora flöden. Dessutom påverkas sedimentationsmönster och i slutänden succession av växter och djur. Inom miljöåterställningen av Vindel- och Piteälvarna har död ved främst betraktats som ett värdefullt komplement till stenblocksrestaureringen.

Lekbottenrestaurering syftar till att förbättra möjligheterna för laxfiskar att reproducera sig. I flottade vattendrag har fiskens naturliga lekområden i stor utsträckning förstörts. Det har skett dels genom direkt bortschaktning av lekgrus för att förstärka och täta flottledsbyggnader längs stränder eller för att göra botten jämnare, men även indirekt genom att strömhastigheten ökat längs kanaliserade sträckor som orsakat erosion av finare partiklar. Av dessa anledningar saknas ofta ytor med finare fraktioner längs kanaliserade sträckor i flottade vattendrag. Det finns två huvudmetoder för att återskapa ytor med lämpligt leksubstrat. Den ena innebär att man tillför lekgrus från annan plats. Den andra metoden bygger på att man frilägger lekgrus som finns under stenar längs botten. Den metoden har kommit att kallas Hartijoki metoden efter det vattendrag där den utvecklats. Platser med befintligt lekgrus kan också vara i behov av restaurering eller förbättringsåtgärder. Vattendjupet, strömhastigheten och tillgång av skydd för lekande fisk kan exempelvis vara begränsande faktorer för leken. Dessa faktorer kan påverkas genom att återföra stenblock eller

död ved som skapar variation i vattendjup och strömhastighet samtidigt som de erbjuder bra skydd.

Hur ska man då som projekt- eller arbetsledare gå tillväga med det praktiska genomförandet? Här finns inga enkla svar eftersom varje vattendrag är unikt. Den restaureringsmetodik som tillämpats inom ramen för återställningsprojektet i Vindelälven och Piteälven har naturlighet som ledstjärna. Inga konstgjorda objekt som inte smälter in naturligt i miljön används. Exempel på konstgjord restaurering är användning av upprepade strömkoncentratorer, trösklar och bassänger. Sådan restaurering var relativt vanlig i slutet av förra århundradet och användes för att tillfredsställa sportfiskare som sökte tilltalande fiskeplatser. Flera utbyggda vattendrag med minimitappning är exempelvis omskapade på detta sätt. Den ursprungliga miljön i vissa vattendrag finns dokumenterad på museer i form av fotografier tagna före rensningarna. Sådana fotografier kan ge ovärderlig information vid restaureringsarbetet. Eftersom rensningarna mestadels utförts i fors- och strömpartier berörs inte vattendragens selområden direkt av återställningsarbetet.

Stenmaterialet läggs ut på ett sådant sätt att naturliga vattendrag efterliknas. Metodiken bygger på att förstärka de naturliga och befintliga strukturerna som efter flottningsepoken blivit något utsuddade. Exempel på befintliga strukturer är forsackar, forsar, kurvor och höljor. De förstärks med stenmaterial från flottledskonstruktionerna. Strandzonen återskapas genom att utschaktat material läggs tillbaka. Tidigare torrlagda sidogrenar öppnas på nytt genom att stenmaterialet längst uppströms undanröjs och placeras i vattendraget.

Det är viktigt att poängtera att tyngre stenmaterial bör förankras. Exempelvis kan större block som bryter ytan grävas ner så att de inte ”svävar” på underliggande substrat. Löst liggande block kan utgöra en fara om man stiger på dem, och kommer med tiden att flyttas till områden där de kanske inte gör optimal nytta. Grövre material bör inte bara läggas på botten utan även placeras längs stränder så att inte allt material inom en fraktion läggs på samma område. På så vis blir intrycket av vattendraget mer estetiskt tilltalande. Vidare eftersträvas att sprängt material placeras mer än 30 centimeter under vattenytan, både av estetiska skäl och för att inte hämma till exempel forsränning.

Återställningarna har utförts under lågvattensäsong, vilket i norra Norrland innebär perioden augusti till oktober. Restaureringsarbete bör undvikas vid kända leklokaler för lax och öring under och direkt efter tiden för lek. Hänsyn ska tas till störningskänsliga arter såsom flodpärlmussla enligt överenskomna direktiv från miljödomstol och länsstyrelse. Följande sidor tar upp exempel på hur restaurering genomförts praktiskt i två olika stora vattendrag.



Fotografier tagna över en rensad och kanaliserad sträcka före och efter återställning. Före återställning låg stenmaterial upplagt längs vänstra stranden. Materialet bestod till största delen av natursten i olika fraktioner. Vid återställningen har detta material lyfts ut och jämnats ut över ett smalt forsavsnitt. Stenmaterialet dämmer så att en större vattenyta bildas. Vattendragets huvudfåra har därmed tryckts mot höger och fåran har blivit mer ringlande. De djupare partierna har inte fyllts med sten eftersom strävan har varit att behålla både grundare och djupare områden längs sträckningen. Foto: Daniel Holmqvist.



Utläggning av sten och block

Vid stenukläggning längs kanaliserade sträckor med torrlagda sidogrenar är strävan både att öppna upp sidogrenarna och att fylla upp den kanaliserade fåran så att vattnet lättare rinner in i sidogrenarna. Det görs genom att de stenbarriärer som stänger av sidofårorna avlägsnas och materialet omplaceras i den kanaliserade huvudfåran. Stenmaterial bör dock inte läggas ut i ett jämnt lager i huvudfåran. I stället kan grundområden grundas upp ytterligare medan djupa områden får förbli djupa. På så sätt behålls en blandning av grunda och djupa områden. Om grovt material finns att tillgå kan man försöka lägga blocken så att de sticker upp ur vattnet för att ytterligare öka heterogeniteten.



Återställningsarbete vid Kittelforsen i Vindelälven. Två maskiner arbetar tillsammans eftersom materialet måste flyttas en bit innan det kan läggas ut i älven. Den ena maskinen har en gripskopa som fungerar mycket bra vid älvestaurering, särskilt när man hanterar grova block.
Foto: Daniel Holmqvist.



Återställningsobjektet bestod av en drygt 100 meter lång stenkista bestående av framförallt grov natursten (>0,5 meter i diameter). Den stängde helt eller delvis av fyra sidogrenar (till vänster om bilden). Återställningen innebar att stenkistan öppnades och delar av materialet placerades på forsacken i bildens bakre del. Övrigt material spreds längs sidogrenarna och i älvens huvudfåra. Materialet på forsacken dämmer det uppströmsliggande selet och vatten trycks in i sidogrenarna. Bilden är tagen i uppströmsriktning. Foto: Daniel Holmqvist.

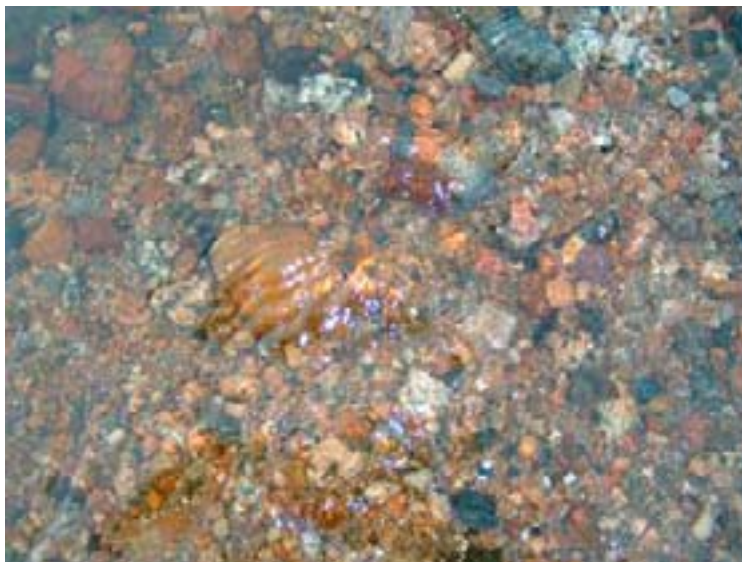


Tillförsel av död ved

Man bör undvika att fälla träd i strandzonen eftersom dessa är viktiga för den framtida, naturliga rekryteringen av död ved. I stället tas träd från områden ovanför stranden. Träden rycks helst upp med rot eftersom rotdelen bidrar till att förankra träden och dessutom ger ett naturligt intryck. När träd i strandzonen naturligt vindfälls eller eroderas loss behåller de oftast sin rotklump. För att träden inte ska spolats iväg av högvatten bör man på ett naturligt sätt försöka förankra träden genom att kila fast stammarna mot andra träd eller stenblock.

Restaurering av lekbottnar

Restaurering av lekbottnar för öring, där tillgången på lämpligt substrat är den begränsande faktorn, kan genomföras på flera olika sätt. Naturligt slipat grus av lämplig storlek, en-tio centimeter i diameter, kan tillföras till vattendrag och läggas ut på lämpliga lokaler. För att genomföra detta kan man använda sig av handkraft eller fordon som traktorer, lastbilar eller helikoptrar. Gruset kan hämtas från grustag eller andra naturliga grusfyndigheter. Platser i det aktuella vattendraget där grus ackumulerats kan också användas som grustäcker, till exempel nedre delar av forssträckor. Det är viktigt att grusfyndigheterna inte är belägna för långt från de lokaler som ska restaureras eftersom långa transportavstånd gör arbetet kostsamt och tidsödande. Denna metod har ännu inte blivit vetenskapligt utvärderad och kan lätt bli en dyr operation. Samtidigt är hållbarheten av denna typ av lekbottnar osäker. Viktigt är att man på förhand har identifierat och förberett avläggningsplatserna för gruset i vattendraget så att gruset ligger kvar även under höga flöden. Om gruset skulle förflyttas är det viktigt att det finns platser nedströms som kan tjäna som naturliga sedimentationsfickor och på så sätt förlänga effekten av grustillförseln.



På många ställen har flottningen inneburit att grusbäddar där exempelvis öring kan leka har schaktats eller spolats bort. Här kan återhämtningen påskyndas om nytt material tillförs. Bilden visar ett parti av Ruskträskbäcken där nytt lekgrus lagts ut. Ruskträskbäcken är ett biflöde till Vindelälven. Foto: Daniel Holmqvist.

Naturliga lekbottnar kan helt eller delvis ha tappat sin funktion genom att finpartiklar sedimenterat och gjort botten hård och kompakt. Detta i kombination med långvariga perioder med få eller inga lekfiskar som rör om i lekbottnarna kan medföra att bottenarna snabbt armeras. För att avbryta armeringsprocessen kan man varje år manuellt störa bottenarna vid tiden före lek med hjälp av redskap som krattor och perforerade skyfflar. Metoden är enkel och relativt billig men har ännu inte utvärderats vetenskapligt.

Hartijoki-metoden är den vanligaste typen av lekbottenrestaurering som vid uppföljning påvisat positiva effekter. Denna arbetsmetod har tagits fram och utvecklats av Nilivaara sportfiskeklubb i Hartijoki, ett biflöde till Ängesån i Kalixälvens avrinningsområde. Metoden går ut på att avlägsna det översta grova stenlagret från bäckbotten. Under detta stenlager påträffas oftast grus som fisk kan använda för lek. Varje lekgrop bör vara två-tre kvadratmeter stor, cirka en meter bred och två-tre meter lång och orienterad i strömriktningen, samt ha en strömhastighet av minst 0,15 meter per sekund. Efter att man rensat ytan från större stenar krävs det att botten luckras upp och att finpartiklar sköljs bort. Detta genomförs manuellt med spett, skyfflar eller andra lämpliga redskap. Man bör sträva efter att luckra upp och rensa lekbotten till ett djup av cirka 0,3 meter. Det är viktigt att man konstruerar dessa ytor på platser som håller vatten året runt, även vid lågvattenföring på vintern. De större stenar som rensats bort används som en hästskoformad sarg kring den



Fotografi över restaurerat lekområde. Restaureringen kallas Hartijoki-metoden efter det vattendrag där metoden utvecklades. Foto: Daniel Palm.

skapade lekbotten för att förhindra erosion av lekgrus. Sargen bör omgärda alla sidor av lekbotten utom uppströmssidan. Genom att placera ett par större stenar på var sida av lekbottens övre del kan strömhastigheten över lekbotten accelereras. Vid denna typ av lekbottenrestaurering gäller att man återbesiktigar de lekbottnar man byggt och att man åtgärdar brister och misstag. Återbesiktningen sker lämpligast efter kommande säsongs vårflod. Det är inte lämpligt att arbeta med lekbottnar under perioder med höga flöden. Det beror på att det då kan vara svårt att bedöma om lekbottnar kommer att hamna djupt nog för att undgå torrläggning eller bottenfrysning under perioder med låga flöden eller på vintern.

Rivning och öppning av dammar

Flottningsdamm utgör ofta vandringshinder för fisk och övriga vattenlevande organismer. Enbart i Vindelälvsystemet har det funnits 174 flottningsdamm och i hela Västerbottens län minst 653 stycken. Givetvis har dessa byggnationer påverkat vandringsfisken i negativ riktning. De flesta flottningsdamm revs efter flottningens avveckling, men många finns kvar och behöver åtgärdas. Vissa dammar dämmer fortfarande, andra har öppnats så mycket att vattenytan uppströms sänkts till lägre nivåer än innan dammen byggdes. Även om dammen öppnats finns ofta dammvallen kvar. Det är vanligt att sådana vallar stänger av sidogrenar av det ursprungliga vattendraget. Flottningsdamm fungerar ofta som broar vilket innebär att total utrivning sällan är ett alternativ. Vidare berörs vanligtvis flertalet fiskerätts- och markägare vid avlägsnande av en flottningsdamm och justering av vattennivå.

En vanlig åtgärd för att möjliggöra fiskvandring förbi flottningsdamm är att ersätta dammsättarna med överfallströsklar eller en nivåbestämd forsacke med fors nedströms. Tröskeln kan exempelvis konstrueras av trä med en försänkt del för att möjliggöra fiskvandring under låga flöden. Tröskeln kan vid behov även tätas med geotextil, som är en typ av filtrerande markduk. Motsvarande tillvägagångssätt kan om fallhöjden inte är alltför stor även tillämpas när vandringshinder tas bort vid vägtrummor. Om det inte går att avlägsna ett vandringshinder kan man i stället bygga omlöp, det vill säga en passage förbi hindret.



Konstruerad tröskel och återskapad forssträcka efter borttagning av flottningsdamm i Falåströmsbäcken, ett biflöde till Vindelälven. Foto: Daniel Holmqvist.

Vad återställs inte?

Av olika anledningar som beskrivs nedan återställs inte alla rensningar längs vattendragen. Längs Vindelälven har cirka 30 procent av flottledsbyggnaderna sparats medan motsvarande siffra för Piteälven är 13 procent. Det förtjänar också att påpekas att återställning i de flesta fall inte är en restaurering av tillståndet före flottning. Oftast är den bara ett steg på vägen. De strandskogar som behövs för att säkra tillförseln av död ved till vattendragen är exempelvis nästan alltid för unga för att redan kunna spela den rollen. Här gäller det att skapa en förståelse även hos skogsindustrin om behovet av nytänkande för en långsiktigt positiv utveckling.

Tekniska/ekonomiska hinder Vissa konstruktioner lämnas eftersom de ligger på otillgängliga platser längs vattendragen. Det kan vara tekniskt svårt och dyrt att återställa sådana objekt, inte minst för att det tar tid att få en maskin på plats. Det kan ibland också vara riskfyllt att avlägsna ett objekt med moderna metoder, till exempel om maskinen inte har tillräckligt utrymme för att ta sig fram. Vissa objekt kan lämnas för att de ligger för nära andra strukturer. Om till exempel borttagandet av en stenkista innebär att vattenflödet styrs om uppströms en bro kan bron riskera att förstöras. Platser som omformats genom användning av sprängmedel, såsom sprängda fåror och kanaler och bortsprängda forströsklar, är också mycket svåra att återställa till ursprungligt skick. Man kan trots detta naturligtvis utföra miljöförbättrande åtgärder, exempelvis genom tillförsel av stenblock och död ved, men oftast lämnas dessa områden därhän.



Sprängd flottningskanal genom berget vid Trollforsen i Piteälven. Älven rann ursprungligen i två fåror över en slipad berggrund. Den ena fåran hölls avstängd under flottningen och i den andra sprängdes denna kanal. Numera hålls bägge fårorna öppna men kanalen är exempel på en struktur som är svår att ta bort. Foto: Christer Nilsson.

Kultur- och naturvård Flottledskonstruktioner kan också som nämnts ovan lämnas kvar av kulturhistoriska skäl. Ofta handlar det om unika konstruktioner, såsom kilstensmurar och rösmurar, men även vanligare stenkistor som kan sägas vara representativa exempel på olika flottningsmiljöer. Det bästa är om de objekt som lämnas gör så liten ekologisk skada som möjligt. Man kan också tänka sig att lämna kvar till exempel värdefulla murar men samtidigt öppna upp dem på strategiska ställen så att de förlorar en del av sin dämmande och avledande funktion. I återställningsprojektet längs Vindelälven och Piteälven har flera naturreservat lämnats utan åtgärd. De flesta naturreservat ligger i forsar med många flottledsanordningar. Resultatet i dessa fall har blivit att naturvårdsintresset på grund av skyddsformen fått stå tillbaka för kulturintresset. I några naturreservat (bland andra Grundforsen, Sandforsen och Fläckselforsen i Vindelälven) har dock Länsstyrelsen gett dispens för att återställa flottningsingrepp.



Storforsen i Piteälven kantas av kraftiga stenkistor av impregnerat virke. Dessa byggdes i början på 1990-talet som ersättning för gamla, murkna kistor. Denna del av Piteälven ligger i ett naturreservat och har undantagits från restaurering av detta skäl. Storforsen utgör ett vandringshinder för lax och havsöring. Om vattnet skulle ledas tillbaka i sina ursprungliga fåror skulle forsen breddas betydligt. Samtidigt är det möjligt att den vandrande fisken skulle kunna passera forsen. Det finns indicier men inga bevis på att den tidigare kunde göra det. Foto: Christer Nilsson.

Av pedagogiska skäl och studieskäl är det förmodligen bäst att sparade objekt är någorlunda aggregerade jämfört med att de sprids ut över långa sträckor. Då är det lättare att få en uppfattning om hur olika objekt samverkade för att underlätta flottningen. Det är också lättare att göra dem tillgängliga för en bredare allmänhet.

Markägares invändningar I de fall där mark- och fiskerättsägare inte gett sitt medgivande till miljöåterställning har beslutet oftast grundats i en oro för att en fastighet kan komma att påverkas av ändrade flödesförhållanden. I vissa fall har det även funnits känslomässiga band till flottningsepoken och dess rester eftersom äldre personer själva kan ha varit med om att genomföra strömrrensningarna och arbetat som flottare. Ibland hör ställningstagandet ihop med att exempelvis stenkistor kan användas för att fotledes komma ut mot älvens mitt vid bland annat fiske. Projektledaren kan i dessa fall välja antingen att ställa in restaureringsplanerna eller att föra ärendet till miljödomstol för prövning.

Praktiska erfarenheter

Vid återställningsarbeten i form av stenuläggning är lågvattenföring ett direkt krav i såväl sidovattendrag som huvudälv. Det beror på att vattendragets struktur vid höga vattennivåer inte framgår särskilt tydligt, bland annat försvinner naturliga trösklar.



Foto över mindre lyckad restaurering. Troligen har arbetet genomförts vid högvatten eftersom de flesta större stenar ligger löst på underliggande substrat. All sten av samma storleksklass är dessutom lagd i mitten av bäcken, något som ger ett onaturligt utseende. Foto: Robert Ström.

Vidare är det svårt att förankra stenar så att de inte glider på underliggande substrat. Ytterligare problem uppkommer vid elimineringen av flottledskonstruktionen där arbete i högvatten kan medföra att själva basen i stenkistan blir kvar eftersom den inte syns. Liknande problem kan uppstå när avstängda områden såsom sidogrenar åter öppnas. Slutligen är det problematiskt att gömma undan sprängt material så att det inte kommer i dagen.

Ambitionen med flottledsåterställning är att till fåran återbörda allt material som flyttats upp därifrån. Dessa stenmängder kan förefalla stora för betraktare vana vid rensade, kanaliserade och halvrestaurerade sträckor. Vi måste vänja oss vid att naturliga vattendrag ofta är blockiga och steniga. Vattendrag med mycket död ved kan säkert orsaka liknande reaktioner och uppfattas som främmande, stökiga eller helt enkelt omöjliga att fiska i. Från sportfiskesynpunkt måste man dock utgå ifrån att det som är bra för fisken också i slutänden är bra för fiskaren. Erfarenheter som samlats in genom åren av personer inblandade i olika restaureringsprojekt visar att sträckor där sten lämnats kvar i kistbottnar anses som mindre lyckade. Vidare bör man försöka undvika att upprepa vissa strukturer alltför tätt. Annars kan det se konstlat ut. Om man bestämmer sig för att upprepa en struktur bör man variera dess form. Exempelvis är det mindre lämpligt att bygga jämna bottnar av likstora bitar av sprängsten. Sådana bottnar kan försvåra vandring för större fiskar samt även skapa problem med isbildning vintertid. Då är det bättre att variera djuptopografien eftersom då även hydrauliken och habitatet för olika organismer blir mer varierade.



Mindre lyckad restaurering i Varjisån, ett biflöde till Piteälven, där sprängsten från stenkistor sprjts ut över fåran och skapat en homogen matta. Här kan justeringar behöva göras samtidigt som det finns en chans att naturen, med hjälp av högvatten och is, också gör ett sådant arbete. Foto: Niclas Hjerdt.

Vad kostar miljöåterställningen?

Kostnaderna för miljöåterställning beror på en rad faktorer och varierar stort från en sträcka till en annan. I projektet längs Pite- och Vindelälvarna har återställningen kostat i genomsnitt 18-25 kronor per kubikmeter sten i Piteälven. Motsvarande siffra för Vindelälven har legat i intervallet 50-60 kronor per kubikmeter sten. Skillnaden beror i stor utsträckning på att Piteälven haft betydligt mer sten och att den legat mer samlad än i Vindelälven. Arbetet har därför kunnat bedrivas mer rationellt i Piteälven.

Uppföljning av vattendragets återhämtning efter restaurering

På samma sätt som ett nybyggt hus måste besiktas innan arbetet kan godkännas måste också en vattendragsrestaurering kontrolleras. I motsats till huset kan inte slutresultatet bedömas vid ett enstaka tillfälle i nära anslutning till restaureringen. Ofta krävs uppföljning under längre tid. Detta kapitel ger en inblick i hur restaureringar kan följas upp och vilka metoder som kan användas. Inledningsvis presenteras också några myter som är vanliga i restaureringssammanhang och som kan påverka det sätt på vilket man följer upp och bedömer en restaurering.

Myter om restaurering

Restaureringsekologi är en ung vetenskap och det finns ingen samsyn om hur uppföljningar ska göras och utvärderas, inte heller om vilka resultat som man rimligen kan förvänta sig av olika typer av restaurering. Restaureringsarbete präglas därför fortfarande av många myter. En av myterna innebär att om man återskapar den fysiska miljön så återhämtar sig organismsamhällena automatiskt. Denna föreställning bygger på en gammal idé om att en livsmiljö med tiden alltid utvecklar samma organismsamhällen. Idag vet man att så inte är fallet. Nya organismsamhällen utvecklas men de behöver inte likna de ursprungliga. En annan myt är att det går att återskapa den natur som fanns före industrialiseringen. Denna myt omhuldas gärna av den tyngre industrin eftersom den ger en möjlighet att gå in och exploatera ("låna") orörd natur. Detta är också fel. Spåren efter en exploatering kan göras mindre uppenbara men de finns kvar och måste tas hänsyn till. Restaurering av tungt exploaterade områden innebär därför oftast att man får skapa en ny sorts natur. En tredje myt är att om restaureringsmetoder fungerat på ett ställe så fungerar de säkert även på andra ställen. Därför standardiseras ofta restaureringsmetodik i stället för att anpassas till lokala förutsättningar. Detta kan leda till många misstag. En fjärde myt bygger på att återhämtningen efter en restaurering kan påskyndas med olika metoder. Exempelvis kan organismer tillföras för att ekologiska samhällen så snabbt som möjligt ska återhämta sig. Tanken tilltalar beslutsfattare som vill se snabba resultat men i praktiken är det ofta omöjligt att forcera fram utvecklingen av natur. En femte myt utgår ifrån att naturen kan kontrolleras. Om man har ett miljöproblem som behöver avhjälpas kanske man angriper den synliga effekten i stället för orsaken till problemet. Sådan restaurering löser inte problemet utan måste ständigt göras om. Detta brukar beskrivas med att man drabbas av ett Sisyfosstraff (Sisyfos var guden som dömdes att för evigt rulla en sten uppför en kulle, en sten som ständigt rullade ner igen).



Det kan vara lätt att tro att det går att återskapa landskap som fanns före industrialiseringen. Men i praktiken är det omöjligt. En inte oväsentlig svårighet ligger i att försöka ta reda på hur det egentligen såg ut vid den tiden. Fundera på vilken information man kan få ut från Marcus Larssons målning från mitten av 1800-talet och hur den kan användas i praktiskt restaureringsarbete.

Alla dessa myter eller föreställningar innehåller korn av sanning. Och många restaureringar innehåller element av en eller flera av dessa myter. Vad myterna framförallt lär oss är att det inte alls är säkert att resultatet av en restaurering verkligen blir vad man förväntat sig. Därför är det nödvändigt att följa upp restaureringar och att följa upp dem tillräckligt noga så att olika resultat kan jämföras och förklaras. Observera att utfallet av en återställning inte enbart är bra eller dåligt utan kan variera hur mycket som helst mellan dessa ytterligheter. Det finns därför ofta goda möjligheter att gå in i efterhand och göra olika justeringar för att hjälpa återhämtningen på traven. Detta förfarande brukar kallas adaptiv restaurering.

Det förtjänar att påpekas att målbeskrivningen för en restaurering är viktig. I denna handbok har vi oftast haft ett mer ursprungligt tillstånd som mål. Det har ansetts vara en rimlig utgångspunkt eftersom den omgivande naturen fortfarande är tämligen opåverkad och de flesta arter torde finnas kvar. Så behöver det givetvis inte vara. I vattendrag som är mycket starkt påverkade, kanske av flera verksamheter, kan det i stället vara mer befogat att fokusera restaureringsverksamhet på någon enstaka miljöfaktor, den som har en potential att förbättras, och lämna andra därhän. Eventuellt kan denna faktor uppnå ett tillstånd som överträffar det naturliga tillståndet. Möjligheterna för sådana typer av mer specialdesignad men samtidigt mer artificiell restaurering ökar med stigande kunskap om hur systemen fungerar.

Uppföljning av restaurering

Uppföljningar av restaureringar blir naturligtvis olika beroende på restaureringens metoder och syften och de organismgrupper och fysiska variabler man inriktar sig på. Givetvis spelar det också in vilka resurser man har tillgång till, men låt oss för tillfället bortse från detta. Uppföljningarna måste också anpassas till de restaurerade objektens storlek och till vilken typ av förändringar som ska utvärderas. Små områden som restaurerats kan undersökas tämligen noggrant, men om det gäller stora områden, till exempel hela avrinningsområden, handlar det vanligtvis om att ta stickprov. I det senare fallet är det viktigt att utforma försök som helst inbegriper både ursprungliga (aldrig exploaterade), exploaterade och restaurerade områden. På så sätt kan man jämföra resultatet av en restaurering både med tillståndet föregående och med ett mer ursprungligt tillstånd. Om inte ursprungliga områden används som referenser kan det vara svårt att veta när en restaurering kan betecknas som lyckosam. Vidare kan responsen på restaurering skilja sig mellan stora och små vattendrag. I allmänhet var ingreppen av flottning relativt sett större i små än i stora vattendrag. Efter en mer komplett återställning är det därför också rimligt att anta att den ekologiska reaktionen blir större i det mindre vattendraget.

I flottade vattendrag är det framförallt tre huvudtyper av restaurering som är aktuella. Den ena är när avsnörda, torrlagda områden återges sitt vatten och återgår från torrmark eller möjligen våtmark till vattenmiljö. I bästa fall har sådana områden aldrig flottats och har då behållit sin ursprungliga fysiska struktur. Det är exempelvis här man hittar de mest storblockiga strömsträckorna. Den andra typen avser miljöer som varit vattenmiljöer även under flottningsepoken och vars struktur man försökt återställa så långt det varit möjligt. Eftersom bottenmaterial förstörts (till exempel sprängda block) eller försvunnit (bortspolat sediment) kan ursprungsförhållandena inte återskapas utan stora kostnader. Den tredje typen har att göra med fårans fragmentering och handlar om när flottningsdammar som stängt av hela vattendrag tas bort. Man kan också tänka sig fall då vattendrag nyskapas i ursprungliga landområden, men denna typ av restaurering har så vitt känt ännu inte tillämpats i flottade vattendrag. Ett motiv för att göra en sådan restaurering kan vara att den flottade fåran är så förstörd (till exempel en sprängd kanal med lodräta kanter genom ett hållmarksområde) att det kan finnas skäl att fylla igen den med jord och göra en förbipassage genom ett område med oförstört substrat.

När tidigare avstängda sidogrenar öppnats är en uppföljning relativt enkel att genomföra. Enklast är att undersöka lokalerna före och efter restaureringen och att jämföra resultaten. Om strand- och vattenorganismer återinvandrar och art sammansättning och populationstätheter utvecklas i riktning mot vad man hittar i referensvattendrag har restaureringen varit framgångsrik.



Fjällflod i juni 2005 vid Storgräsforsen i Vindelälven, övre bilden. Bilden visar en tidigare avstängd sidogren som öppnades år 2003. Sidogrenen vattenfylles vid lite högre flöden. Tack vare sådana restaureringar kan också vattnets genomsilning av marken öka, vilket gynnar vegetationen mellan sidogrenen och huvudfåran. Nedre bilden visar Nedre fallet i Mattjokkbäcken, ett biflöde till Vindelälven, efter återställning. En sprängd flottningsskanal har lagts igen och de gamla bäckfåror har öppnats. Med tiden kommer vegetationen att anpassa sig till de nya förutsättningarna.
Foto: Daniel Holmqvist.

När man har att göra med organismer som förflyttar sig mellan olika habitat, eller som har starkt fluktuerande populationsstorlekar, är det svårare att bedöma hur väl en restaurering lyckats. Exempelvis är frågan om det blivit mer eller mindre fisk på ett område ofta vanskelig att besvara. Skillnader mellan enstaka år kan nämligen vara stora beroende på variationer i vattenstånd och väderförhållanden. Därför är det viktigt att upprepa provfisken på samma lokaler vid samma datum, vattenstånd och väderförhållanden för att säkrare kunna konstatera om ett fiskbestånd växer eller krymper.

Den långsiktiga tidsaspekten är mycket viktig vid utvärderingar. Det tar tid för såväl växter, insekter som fiskar att kolonisera och etablera sig i ett flottledsrestaurerat vattendrag. Det kan räcka med några år för att få en preliminär uppfattning om hur strand- och vattenorganismer återhämtar sig. Detta gäller i synnerhet om det i omgivningen finns populationer som kan fungera som spridningskällor. Normalt kan man inte vänta till organismsamhällen har utvecklats färdigt utan man måste göra en bedömning dessförinnan. Vissa organismsamhällen, såsom strandtallskogar behöver exempelvis flera århundraden innan de hunnit utveckla en fullbildad struktur med grova tallar, torrfuror och rotvältor.

Metoder för uppföljning

Det skulle föra för långt att här ge en heltäckande redovisning av metoder som kan användas för att följa upp den ekologiska återhämtningen efter restaurering. Sådan metodik är inte annorlunda än den som beskrivs i gängse ekologisk litteratur och de enskilda metoderna kan räknas i hundratal. Eftersom många restaureringar syftar till att förbättra betingelserna för fisk och bottenfauna har vi valt att i faktarutor ge några utförligare exempel för dessa två organismgrupper.

Vid uppföljning kan man i princip tänka sig två olika angreppssätt, som med fördel kan kombineras. Det ena innebär att man mäter förändringar i fysiska och kemiska variabler och använder dem som en indikation på responsen hos växt- och djursamhällen. Det kan vara en användbar metod särskilt i sådana fall då man behöver dra snabba slutsatser om resultatet av en restaurering. Det andra angreppssättet går ut på att mäta förändringar i ekologiska variabler, till exempel att följa upp hur populationer av växter och djur utvecklas i utbredning, numerär och individstorlekar.



Den vänstra bilden visar ett avstängt område i Varjisån. Den högra bilden visar samma ställe efter genomförd återställning. Bilderna är fotograferade uppströms. Foto: Anders Öberg.

Det är också viktigt att ha en helhetssyn på vattendraget när resultatet av en restaurering utvärderas. Låt oss ta åtgärder för att öka fisktätheten som ett exempel. Det blir inte fler fiskar i ett restaurerat vattendrag om den befintliga fiskpopulationen är så svag att den inte har förmågan att nämnvärt växa eller kolonisera nya områden. Fisketrycket får inte heller vara så hårt att det saknas utrymme för tillväxt. Det får inte heller finnas vandringshinder. Om sådana problem finns måste de lösas i samband med restaureringen.

Ju mer man lär sig om sambanden mellan den fysiska miljön och olika organismer, desto större blir naturligtvis möjligheterna att förutsäga vad en förändring i fysiska och kemiska variabler kan innebära för organismerna. I takt med att fler restaureringar genomförs och följs upp vetenskapligt ökar alltså möjligheterna att utveckla genvägar för att utvärdera hur väl en restaurering lyckats. Samtidigt ökar potentialen för att utveckla restaureringsmetodik som kan ges största möjliga anpassning till de lokala förutsättningarna. Därför är det viktigt att restauratorer och forskare samarbetar i så stor utsträckning som möjligt.

UTVÄRDERING AV RESTAURERINGENS EFFEKTER PÅ SMÅDJUR

Restaurering av flottledsrensade vattendrag kan förbättra förhållandena för såväl fisk som bottenfauna. Exempel på viktiga förändringar som kan gynna somliga smådjur är ändrad strömbild med mer varierande strömningshastighet och djupare pooler. En ökad mängd organiskt material, som är föda för bland annat insektslarver och kräftdjur, kan också förväntas. Det är svårt att beskriva bottenfaunan i ett vattendrag. Det beror på att de flesta arter är så sällsynta och att ofta bara experter förmår att skilja dem åt. En annan svårighet är att bestämma mängden av olika arter. Om vattendraget är grunt och bottenstratet består av sand, grus och småsten kan standardmetoder (till exempel att sparka i botten och häva in de smådjur som lösgjorts från bottenstratet) användas. I många flottningsrensade vatten är emellertid botten ofta täckt med stora stenblock där traditionell provtagning av bottenjur fungerar dåligt. Här kan en nyutvecklad metodik komma till användning, nämligen elfiske.

Det är inte bara fisk som reagerar på elektrisk ström i vattnet. Det gör även smådjuren. Den normala flyktresponsen hos många insekter och kräftdjur för att undkomma en obehaglig situation är att fly med hjälp av vattenströmmen. Det är precis vad som händer när man elfiskar. Om man håller en håv nedanför anoden kan dessa drivande djur lätt fångas. För att öka effektiviteten görs anoden på elfiskeaggregatet mindre än vid "normalt" elfiske efter fisk (15 centimeters diameter är en lämplig storlek). När strömmen slås på ökar driften av djur i anodens närhet och dess mindre storlek gör att smådjuren rekryteras från ett relativt välavgränsat område. Genom att elfiska systematiskt kan man jämföra fångster mellan olika lokaler.

Observera att elfiske efter smådjur är en relativ metod. Det går inte att säga exakt hur stor yta som har skördats och därmed inte hur tät djuren lever. Genom att fiska på exakt samma sätt i exempelvis restaurerade och kanaliserade sträckor kan man dock få ett hyggligt mått på hur restaureringen påverkat bottenfaunan. Vid undersökningarna inom EVP-projektet har ett bärbart, batteridrivet elfiskeaggregat och en ringformad anod använts.

För att fånga in de drivande djuren har en håv med två handtag hållits nedströms anoden. Håven hade en maskvidd på 0,25 millimeter, den var 70 centimeter bred, 40 centimeter hög och 1,3 meter djup. För att bättre sluta till mot botten har ramen tagits bort nedtill och ersatts med en kedja insydd i håvens nederkant. Vid varje prov sveptes elektroden mot håven från en punkt lokaliserad en meter rakt uppströms håven. Detta upprepades totalt sex gånger där varje framåtrörelse varade tio sekunder. Man måste vara två vid detta arbete (och ha tillstånd).

För att få tillräcklig information om medelvärde och variation bör man upprepa fisket på flera lokaler inom varje sträcka. Detta förfarande gör det möjligt att testa om det finns någon statistisk skillnad mellan de undersökta sträckorna. Om variationen är stor och antalet prov litet finns det en risk för att man förbiser reella skillnader. En ytterligare fördel med elfiskemetoden är att man, till skillnad från vanlig bottendjursprovtagning, slipper stora mängder detritus (dött organiskt material), sand med mera. Det gör att det blir relativt enkelt att ta hand om djuren och sorteringsarbetet kan helt hoppas över. Ofta får man så stora mängder djur att det blir omöjligt att artbestämma alla. Det kan då vara lämpligt att räkna och bestämma uppmätta delprover (man kan använda en provuppdalare avsedd för plankton, åtminstone när det gäller små djur). Provets totala mängd djur kan bestämmas eftersom man vet både delprovets och det totala provets storlekar. Artbestämning av bottendjur kräver stor erfarenhet och tillgång till bra mikroskop och bestämningsslitteratur. Bestämning till gruppnivå (ordning eller familj) är däremot lättare.

Slutligen bör det påpekas att oavsett vilken provtagningsmetod man använder så är de inte lika effektiva för insamling av olika slags djur. När det gäller den här beskrivna elfiskemetoden är den mindre användbar för fastsittande eller dåligt driftbenägna djur, såsom husbyggande nattsländelarver, snäckor och vissa larver av tvåvingar, men för de flesta arter fungerar den mycket bra.



Elfiske efter bottendjur. Mannen till vänster håller i anoden medan mannen till höger sköter drifthåven. Metoden bygger på att djuren paralyseras av strömmen, lossnar och driver iväg varefter de kan fångas. Foto: Per-Ola Hoffsten.



När öringen leker på restaurerade lekområden tyder det mesta på att restaureringen lyckats. Om äggkläckning och yngelutveckling också är framgångsrika kan man slå fast att den verkligen gjort det. Foto: Daniel Jonsson.

UTVÄRDERING AV LEKBOTTENRESTAURERING

Grusbottnar är viktiga lekplatser för fiskar som gräver ner sin rom, till exempel lax och öring. Sådana grusbottnar skyddar äggen och senare gulesäcksynglen från rovdjur och höga vattenflöden. Det måste dessutom finnas en god vattencirkulation och syresättning för att möjliggöra embryonal utveckling och överlevnad.

För att utvärdera restaureringar av lekbottnar är elfiske en användbar metod. Då behövs också som jämförelse provfiske på sådana platser som inte påverkats av någon restaurering. Om en förändring enbart kan mätas på de restaurerade lokalerna kan den förklaras av restaureringen, annars kan det handla om naturliga fluktuationer. Provfisken bör upprepas under flera år för att lekmogen fisk ska hinna börja använda nya lek-områden. Vid utvärderingar av lekbottnar är det viktigt att bara beakta den yngsta års-klassen eftersom den utgör det bästa beviset på att bottenarna fungerar för lek.

Det är också möjligt att utvärdera den exakta ägg- och yngelöverlevnaden. Det görs lämpligen genom att kvantifiera ägg- och yngelöverlevnad i slutna behållare (inkubatorer). Ett känt antal befruktade ägg av exempelvis öring placeras i ett antal behållare som grävs ner i den restaurerade lekbotten. Efter en tid tas behållarna upp och antalet överlevande ägg eller yngel räknas. Det är viktigt att behållarna grävs ner vid den rätta tiden för lek och att de tas upp vid den normala tiden för kläckning eller uppkrypning.

Det finns olika typer av inkubatorer för detta ändamål. Den vanligaste är den så kallade Whitlock-Vibert-asken som kan användas fram till kläckningsfasen. En annan typ av behållare provats bland annat i Frankrike, Kanada och Sverige är Rubinbehållaren. Den är tvådelad och gör det möjligt att kontrollera överlevnaden fram tills ynglen är uppkrypningsfärdiga. Det är en fördel eftersom en stor del av yngeldöden inträffar under perioden från kläckning till uppkrypning.



Nätcylander som används för att studera ägg och yngelöverlevnaden hos till exempel öring. Metoden bygger på att ägg och yngel hålls fånga i cylindern samtidigt som de upplever rådande miljöförhållanden (förutom rovdjur). Foto: Mikael Nilsson.

UTVÄRDERING AV RESTAURERING AV FISKARS UPPVÄXTOMRÅDEN

Efter en flottledsrestaurering där bortrensade stenar återförts gäller samma resonemang som för lekbottnar, det vill säga att den restaurerade lokalen och en kanaliserad lokal elfiskas och resultaten jämförs. Provfiske bör göras årligen i tre år före restaureringen och årligen mellan tre till sex år efter restaureringen på båda typerna av sträckor. När lokaler väljs ut för provfiske är det viktigt att de liknar varandra vad gäller lutning, omgivande miljö och vegetation, närhet till sjöar, fisketryck, fiskeregler och eventuella fiskutsättningar. För att förhindra att slumpmässiga lokala variationer påverkar resultaten av provfisken är det viktigt att provfisken upprepas på flera olika lokaler. Tre till fyra lokaler av både restaurerade och kanaliserade lokaler rekommenderas som ett minimum för att en meningsfull utvärdering ska kunna genomföras. Lokalernas storlek är också viktig. Vid provfisken med elfiskeutrustning i mindre vattendrag används ofta en 50 meter lång sträcka men givetvis ger en längre sträcka ett säkrare resultat.

Förändringar i fiskbestånd kan mätas både som biomassa och antal fiskar i förhållande till vattendraglängd eller en strömsträckas yta. Ytbaserade beräkningar rekommenderas inte på grund av att restaureringar ofta ökar vattendragets bredd och därmed storleken på provfiskeytan. De fiskvariabler som används för att utvärdera en restaurering av livsmiljöer är vanligen biomassa, artrikedom och individantal. Fiskarna räknas och identifieras utifrån storlek och art. Restaurering av ett fiskhabitat kan också utvärderas indirekt genom kunskap om artspecifika habitatkrav. Här kan en rad miljövariabler mätas och analyseras, såsom substratstorlek, vattendjup och vattenhastighet. Problemet med denna metod är att den inte säger någonting om den verkliga fisktillgången. Analysresultaten säger endast ifall miljöns egenskaper är begränsande. Metoden förutsätter att det finns en tillräckligt stor population föräldrafiskar i den restaurerade miljöns närhet som kan kolonisera det nyrestaurerade området.

En direkt mätning av fångade fiskar är den vanligaste och mest tillförlitliga metoden. Eftersom olika fiskemetoder är mer eller mindre effektiva på olika arter och fiskstorlekar

bör metoden alltid anpassas till respektive fiskart. Elfiske inom begränsade områden av en strömsträcka är den vanligaste metoden att utvärdera fiskpopulationen. Metoden fungerar bäst för territoriell fisk på grunt vatten som hellre gömmer sig bland stenarna än flyr från elfiskaren. Öring- och laxungar lämpar sig därför bra för elfiske. Grunt vatten betyder också att det är främst mindre fiskar som fångas. Fiskar som inte försvarar territorier och som lever i mindre stim, till exempel elritsa och harr, ger en betydligt större osäkerhet i elfisket. Variationen mellan lokaler och mättillfällen är ofta stor beroende på var stimmen för tillfället är lokaliserade vilket kan ge en allt-eller-ingen-effekt. Olika arter reagerar också olika starkt på det elektriska fältet som elfiskeaggregaten genererar. Även vattentemperaturen och fiskens storlek påverkar hur starkt fisken reagerar på det elektriska fältet. Små fiskar reagerar svagare än större fiskar. Låga vattentemperaturer gör elfiske mindre effektivt då fisken rör sig långsamt och därför riskerar att sjunka till botten eller driva iväg med strömmen innan den upptäcks av fångstmannen. Höga vattenflöden är ytterligare en faktor som påverkar resultatet negativt. Elfiske kan också orsaka skador på fisken som brännskador och förskjutningar i ryggraden vilket på sikt leder till fiskens död. Det är därför viktigt att elfisket utförs av utbildad personal med tillstånd. Trots alla osäkerhetsfaktorer finns det för närvarande få alternativ till elfiske för att utvärdera fiskpopulationens storlek och artvariation.



Elfiske i ett av Umeälvens biflöden. Foto: Radek Skarpich.



Öring fångad under elfiske i Hartijoki (Kalixälven). Foto: Mikael Nilsson.

Att räkna och uppskatta storlek och art av fisk visuellt genom snorkling är en alternativ metod som vinner ett allt större intresse. Metoden kräver vattendrag som inte är alltför steniga och grunda och som har tillräckligt med vatten för att en snorklare ska kunna flyta omkring utan att skadas. Metoden lämpar sig främst för inventering av större fisk då små individer, speciellt i komplexa vattendrag, kan vara svåra att se för någon som snabbt flyter förbi. Det är också svårt att uppskatta antal individer i ett stim. I en kanadensisk studie var de tätheter av öring och bäcköring som uppskattades vid en snorkelinventering bara ca 70 procent av de fiskar som fångades med elfiske. Metoden är dock lämplig som ett alternativ till elfiske för arter som inte lämpar sig för elfiske, exempelvis harr. Även i djupare vattendrag där elfiske är praktiskt svårt är visuella observationer som snorkling ett bra alternativ. Som utvärderingsmetod i restaurerade vattendrag där just skapandet av ett vattendrag med hög komplexitet är den främsta avsikten är dock inte snorkelinventering att rekommendera. En jämförelse mellan ett kanaliserat och ett restaurerat vattendrag är till nackdel för det restaurerade eftersom fiskarna är svårare att se.

I större rinnande vattendrag som Vindel- och Piteälvarnas huvudfåror är antalet havsvandrande smolt en bra variabel för att mäta effekten av restaurering på produktionen av fisk. För denna typ av kvantifiering krävs smoltfällor. Sådana har effektivt använts i Nordamerika, Finland och Sverige. I lugnare vatten och sjöar är olika typer av nät och fällor de vanligaste fångstmetoderna. I rinnande vatten har dock dessa metoder en begränsad användbarhet. Det beror mest på att fiskarna i ett rinnande vatten ofta står stilla på botten i väntan på att födan skall flyta förbi medan fiskar i sjöar och lugnområden måste simma omkring för att hitta den. En minskad rörlighet hos fiskarna gör den alltså svårare att fånga i nät och fällor.



Öringyngel fångat i driftnät cirka en vecka efter uppkrypning från bottensubstratet.
Foto: Johan Nilsson.

UTVÄRDERING AV RESTAURERING AV BOTTNARNAS KVARHÅLLANDE FÖRMÅGA

När vattendragen kanaliserades ökade vattenhastigheten samtidigt som bottenstrukturen jämnades ut. Dessa förhållanden kan ha skapat problem för botten djuren genom minskad näringstillgång för sådana livsformer som lever på organiskt material, främst löv. Födobrist för dessa skulle nämligen kunna medföra försämrad produktion och därmed skulle en viktig resurs för fiskarna också kunna försvagas eftersom många av dem lever på bottenens smådjur. För att undersöka om restaureringen faktiskt ökade den kvarhållande förmågan utfördes en experimentell studie på 19 lokaler i 12 vattendrag i Umeälvsystemet i Västerbotten. Syftet var att undersöka om löv fastnar i högre utsträckning i orörda eller restaurerade sträckor än i sådana som flottledsrensats. Om så vore fallet kan man dra slutsatsen att restaureringen förbättrat den kvarhållande förmågan.

Experimentsträckorna, som var 50 meter långa, valdes ut på följande sätt. Fem av dem låg i vattendrag som aldrig påverkats av flottledsrensningarna. De övriga sträckorna låg i sju vattendrag som hade partier som restaurerats tre till åtta år tidigare men som också hade partier som fortfarande var kanaliserade. På detta sätt fick vi tre kategorier av experimentsträckor: opåverkade, kanaliserade och restaurerade. Eftersom naturliga löv är svåra att följa med blicken, och på grund av att naturliga löv tillkommer längs sträckorna, användes lövmodeller som klippts ut av vit plast. Dessa hade ungefär samma böjlighet och benägenhet att sjunka som naturliga allöv och klipptes till i samma storlek (4 x 5 centimeter) som dessa.



Konstgjort löv och allöv (gråal). Konstgjorda löv används för att studera lövs transport i ett vattendrag. Foto: Fabio Lepori.

Så här gick fältexperimentet till. En not med maskvidden två centimeter spändes tvärsöver nedersta delen av undersökningssträckan. Därefter släpptes 500 lövmodeller ut i vattnet, jämnt fördelade från den ena till den andra stranden vid sträckans översta del. Efter tre timmar undersöktes vilken procentandel av löven som fastnat på vägen. Experimentet visade klart att restaureringen gjort sträckorna lika bra på att hålla kvar material som de opåverkade sträckorna. En begränsning är att endast den kortsiktiga effekten kan mätas på detta sätt. Andra undersökningar har visat att lagringen av lövmaterial på längre sikt tycks ske i vattendragens kantzoner. Därför kan det vara viktigt att även kvantifiera olika sträckors förmåga att lagra löv under längre perioder.

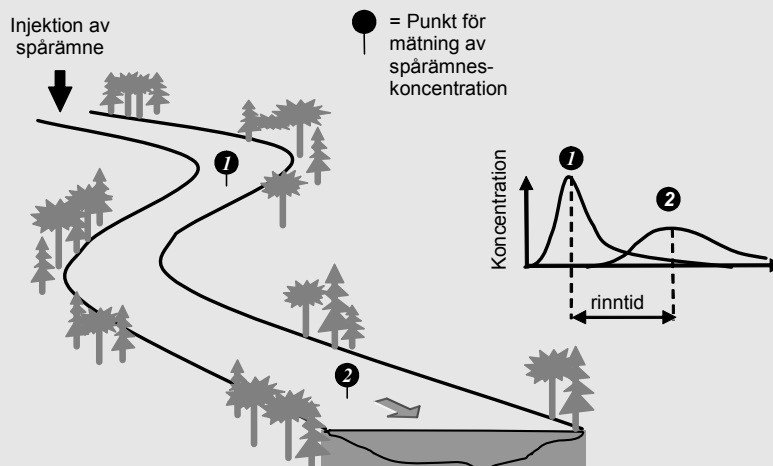


Ett sätt att testa ett vattendrags förmåga att fånga upp drivande material är att släppa ut ett känt antal konstgjorda löv från en punkt och mäta hur många som tar sig till en annan punkt i ett vattendrag. De konstgjorda löv som inte fastnar på vägen samlas in i en not. Ju fler löv som når noten desto lägre retentionsförmåga har vattendraget. Retentionsförmågan antas öka när ett vattendrag restaurerats efter flottning. Foto: Fabio Lepori.

UTVÄRDERING AV RESTAURERINGENS EFFEKTER PÅ STRÖMHASTIGHET

Strömhastigheten är en viktig faktor för många funktioner i den fysiska miljön och bland organismerna i ett vattendrag och är främst beroende av vattenflöde och strömfårans morfologi. Restaurering påverkar i viss utsträckning fårans morfologi, medan vattenflödet till största del beror av yttre faktorer som avrinningsområdets storlek och klimat. Därför är det viktigt att ta hänsyn till variationer i vattenflöde när man mäter strömhastighet före och efter restaurering, och mätningarna bör göras vid liknande flöden. En uppmätt förändring i strömhastighet är starkt beroende av vattenflödet vid mätningarna. Därför krävs upprepade mätningar vid olika flöden både före och efter restaurering för att kunna bedöma generella förändringar i strömhastighet.

Det kan vara svårt att med punktmätningar avgöra hur strömhastigheten förändrats efter restaurering eftersom det krävs ett stort antal mätpunkter för att skapa en generell bild. Individerna kan dessutom påverka resultatet genom urvalet av mätpunkter. En alternativ och mer objektiv metod är att använda ett spårämne för att mäta både strömhastighet och vattenflöde. Ett bra spårämne är en substans som är ovanlig i naturen, giftfri och som uppför sig som vatten. Spårämnet fungerar som markör av vattenpartiklarna och gör det möjligt att följa vattnets väg genom vattendraget. I mindre bäckar används ofta koksalt som spårämne. Salt ökar vattnets elektriska ledningsförmåga (konduktivitet) och kan därför spåras med elektriska mätare (konduktivhetsmätare). I större vattendrag är salt opraktiskt eftersom det krävs stora mängder. I stället används olika typer av fluorescerande färgämnen, exempelvis det röda färgämnet Rhodamin WT som kan spåras med fluorometer. En fluorometer mäter ljusreflektionen inom ett bestämt våglängdsintervall som beror på koncentrationen färgämne i vattnet. En fältfluorometer installeras i vattendraget och mäter spårämneskoncentrationen med bestämda tidsintervall. Spårämnesförsök ger information om både strömhastighet och vattenflöde.



Schematisk bild av hur ett spårämnesförsök genomförs



Injektion av spårämnet Rhodamin WT i Piteälven. Spårämnet har injicerats vinkelrätt mot strömmen med hjälp av båt. Foto: Göran Granström, PT.

Endast en mätpunkt behövs för att uppskatta vattenflöde, medan strömhastighet i regel mäts mellan två mätpunkter. Den genomsnittliga strömhastigheten kan räknas ut som kvoten av sträckan mellan mätpunkterna och spårämnespulsens rinntid. Genom att beräkna exempelvis den tid det tar för 10 respektive 90 procent av spårämnet att passera mätsträckan, kan man dessutom få en bild av variationen i strömhastighet. Vattenflödet, Q , räknas ut som:

$$Q = \frac{m}{\int c(t) dt}$$

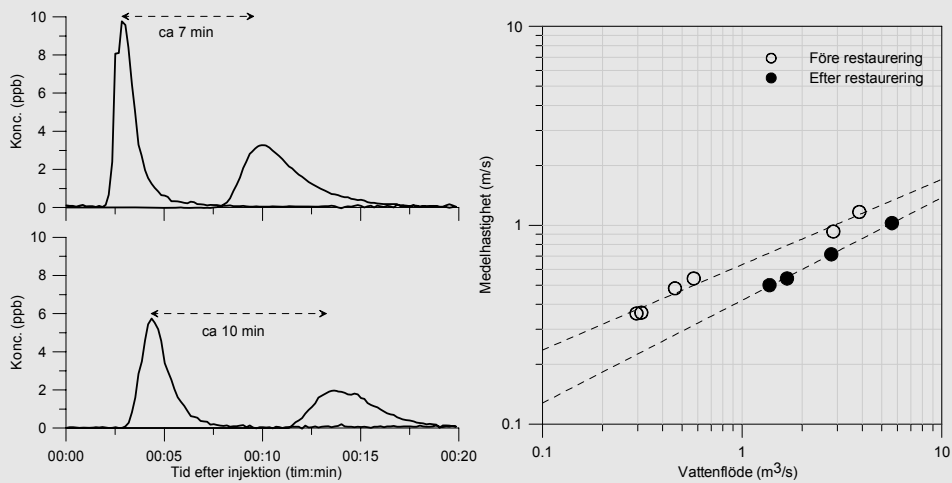
det vill säga som kvoten av injicerad spårämnesmassa, m , och arean (integralen) under koncentrationskurvan, $c(t)$, som uppmäts vid en mätpunkt nedströms. Metoden baseras på antagandet att inget spårämne försvinner mellan injektionspunkten och mätpunkten, samt att spårämnet är fullständigt omblandat med vattnet i fåran. I turbulenta vattendrag bör avståndet mellan injektionsplats och mätpunkt, samt mellan olika mätpunkter, inte understiga 10-15 gånger vattendragets bredd. I lugnflytande vattendrag bör avståndet vara betydligt större och i riktigt stora vattendrag bör spårämnet injiceras längs en linje vinkelrätt mot strömmen.

Vid en jämförelse av resultat från spårämnesförsök i Hjuksån, ett biflöde till Vindelälven, utförda före och efter restaurering vid liknande flöden ($Q=2,8 \text{ m}^3/\text{s}$) rörde sig spårämnespulsen betydligt långsammare genom en 400 meter lång forssträcka efter restaurering. En sammanställning av samtliga spårämnesförsök före och efter restaurering visade att medelhastigheten överlag hade reducerats, främst som en effekt av att stenblock i fåran bromsar vattnet. Reduktionen av strömhastigheten är över 30 procent vid lågflöden men mindre vid högre flöden. Eftersom det finns ett samband mellan vattenflöde (Q), medelhastighet (v) och genomsnittlig tvärsnittsytan (A) enligt

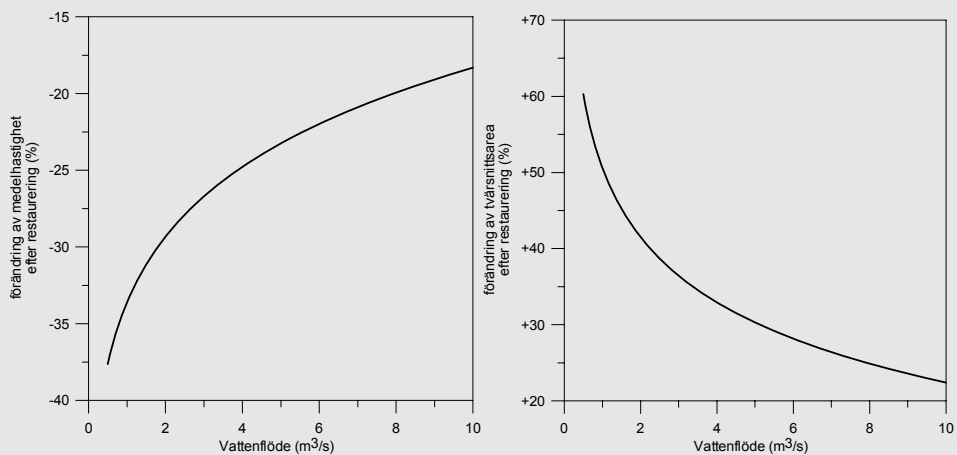
$$Q = v \cdot A$$

går det att uppskatta effekten av restaurering på fårans tvärsnittsytan. En minskning av strömhastigheten måste balanseras av en motsvarande ökning i tvärsnittsytan för att samma vattenflöde ska behållas i vattendraget.

En ökning av tvärsnittsytan medför att vattenvolymen i sträckan ökar vilket kan ha stor betydelse för ekosystemfunktioner och tillgången på livsmiljöer. Den genomsnittliga tvärsnittsytan i Hjuksån efter restaurering ökade 50-60 procent under lågflöden och 20-30 procent under högflöden. Sammantaget hade restaureringen i Hjuksån störst effekt under lågflöden då förändringarna i strömhastighet och vattenvolym var störst. I andra restaurerade sträckor kan även sidogrenar och meanderkurvor som öppnats bidra till förändringar i strömbilden och detta kan leda till att restaureringen får större effekter vid högflöden än vid lågflöden. Det råder en allmän brist på information om hur olika typer av restaurering påverkar strömbilden i vattendrag.



Resultat från spårämnesförsök i Hjuksån som till vänster visar hur rinntiden genom vattendraget ökat efter restaurering vid ett specifikt flöde, och till höger hur detta leder till en reduktion i vattenströmmens medelhastighet under olika flödesförhållanden.



Förändring av medelhastighet (vänstra figuren) och tvärsnittsarea (högra figuren), efter restaurering vid olika vattenflöden i Hjuksån.

Förteckning över bilagor

Bilaga A: Inventeringsprotokoll.

(<http://www.emg.umu.se/research/river/publikationer/bilagaA.htm>)

Bilaga B: Information samt tillståndsansökningar för planerade miljöåterställningsåtgärder längs Vindelälven.

(<http://www.emg.umu.se/research/river/publikationer/bilagaB.htm>)

Bilaga C: Miljökonsekvensbeskrivning för flottledsåterställning i Vindelälven.

(<http://www.emg.umu.se/research/river/publikationer/bilagaC.htm>)

Bilaga D: Arbetsmiljöplan för återställningsarbeten i Vindel- och Piteälvarna med sidoflöden. (<http://www.emg.umu.se/research/river/publikationer/bilagaD.htm>)

Återställning av älvar som använts för flottning

RAPPORT 5649

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 91-620-5649-2
ISSN 0282-7298

En vägledning för restaurering

De allra flesta vattendrag är påverkade av människans aktiviteter. I många fall är påverkan så stor att vattendragen har förlorat stora delar av sin ekologiska funktion och förutsättningarna för många arter har avsevärt försämrats. Behovet av att återställa strukturer och funktioner i vattenmiljöer har uppmärksammats och restaurering av vattendrag ingår som ett av delmålen för att uppnå miljö kvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag.

I detta dokument beskrivs timmerflottningens historia och miljöeffekter samt hur restaurering kan gå till i praktiken. Erfarenheterna av återställning i Vindelälven och Piteälven tas tillvara och framstår som goda exempel. Vår förhoppning är att rapporten, tillsammans med en nationell strategi och kommande vägledning för ekologisk restaurering av vattendrag, skall stimulera till ökad kunskap och ett brett engagemang i återställning av vattendrag.

Vägledningen riktar sig framför allt till kommuner, fiskevårdsområden och andra lokala och regionala aktörer, som är engagerade i vattendragens historia och framtid.

Arjeplogs kommun, Arvidsjaurs kommun, Lycksele kommun, Piteå kommun, Sorsele kommun, Vindelns kommun, Vännäs kommun och Älvsbyns kommun