

# Ekologisk potential för strandvegetation längs älvmagasin i Umeälven

Roland Jansson, *Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, 901 87 Umeå*. E-post: [roland.jansson@emg.umu.se](mailto:roland.jansson@emg.umu.se).

## Bakgrund

Syftet med undersökningarna av Umeälvens stränder och dess vegetation i projektet har varit att undersöka potentialen för att få vissa aspekter av strandvegetationens naturvärden att återhämta sig och bli mer lika situationen i fritt strömmande älvar opåverkade av vattenkraft. Vi har fokuserat på stränder längs älvmagasin, d.v.s. de älvsträckor där vattenståndet styrs av dammar i anslutning till vattenkraftverk eftersom majoriteten av Umeälven (och andra utbyggda storälvar i Sverige) utgörs av älvmagasin.

Älvstränder definieras här som det område i anslutning till älven som är periodvis översvämmat. Vegetationen på stränder längs älvar hör till de artrikaste miljöerna som finns för kärlväxter i norra Sverige. Särskilt längs storälvarna som avvattnar fjällkedjan är stränderna artrika, med vegetationen indelad i tydliga bälten efter hur tåliga olika arter är för periodvisa översvämningar. Älvstrandsvegetation har också betydelse för vattendragsekosystemen genom de ekosystemfunktioner vegetationen står för:

- Träd i strandzonen skuggar vattendragen och dämpar svängningar i vattentemperaturen, vilket ger en stabilare miljö för vattenorganismer som t.ex. laxfiskar.
- Växtdelar från strandväxter hamnar i vattendraget, och blir till föda för nedbrytare, t.ex. vatteninsekter, som i sin tur blir föda för fiskar.
- Vegetationen binder substrat med sina rötter och förhindrar erosion och vattengrumling.
- Strandvegetation kan också tjäna som filter gentemot inflöde av närsalter, gifter och material från högre liggande delar av avrinningsområdet. Strandväxterna kan ta upp kväve och fosfor och även binda giftiga ämnen, och bromsa upp slam och sediment så att det inte rinner ut i vattnet.
- Genom att vattendrag är spridda över hela landskap i dendritiska nätverk, utgör strandvegetation längs vattendrag korridorer genom landskapet med mer eller mindre samma habitat, vilket underlättar för spridning av organismer.

De första två punkterna är främst relevanta för mindre vattendrag, medan de andra är viktiga även i större älvar.

Stränder längs älvar utbyggda för vattenkraft har förändrats i grunden, och med det även strandvegetationen. Även om man mer eller mindre återfinner samma

arter i en fritt strömmande och utbyggd älv, har många arter blivit mindre frekventa och artrikedomen per sträcka lägre i de utbyggda älvarna. Dessutom är stränderna längs magasin i utbyggda älvar mer eller mindre kala, med gles vegetation, och tätare bestånd endast fläckvis.

Orsakerna till den glesa vegetationen och lägre artrikedomen i utbyggda älvar är framförallt två: den förändrade vattenflödesregimen samt ökad erosion. I naturliga älvar fluktuerar vattenståndet med årstiderna med höga vattenstånd under vårfloden följt av sjunkande vattenstånd under sommar, höst och vinter, med undantag för en del höga flöden under hösten. I älvmagasinen styrs vattenståndsfluktuationerna av behovet av vatten i kraftverken, och årstidsvariationer saknas, och istället fluktuerar vattenståndet dagligen och veckovis inom ett intervall på ca 1-1,5 m.

Det resulterar i att stränderna längs älvmagasin först och främst blir smalare, vilket mer än halverar strandytan. Dessutom gör de frekventa vattenståndsväxlingarna att stranden är översvämmad under längre perioder under en växtsäsong jämfört med en fritt strömmande älv. Det kan vara gynnsamt för amfibiska växtarter, men för majoriteten av arterna, som är mer eller mindre terrestra, innebär detta mindre livsmiljö på stranden. De snabba vattenståndsväxlingarna, de mer sjölika förhållandena med vågor, samt störning från is under vinterhalvåret gör att erosionen kan bli intensiv på älvmagasinsstränderna. Erosionen kan successivt föra bort det mesta av finmaterialet från strändernas övre del, där de flesta växtarter återfinns. De frekventa vattenståndsväxlingarna gör också att strandnära is bryts upp och återfrysar i en process som pressar upp strandvallar och för bort material och etablerade växter.

För att kvantifiera den ekologiska potentialen hos strandvegetation längs älvmagasin i Umeälven genomförde vi tre delstudier som svarade på olika frågor:

- (1) *Hur stor andel av stränderna har skadats av erosion så mycket att återetablering av vegetation blir svårt? Vilka stränder har redan idag höga naturvärden, d.v.s. vegetation på alla nivåer på stranden, eller potential för ökad etablering av vegetation, d.v.s. flacka stränder med finmaterial? För att svara på dessa frågor karterade vi alla stränder i Umeälvens älvmagasin med avseende på bredd, lutning och substrat, samt identifierade avsnitt med utvecklad vegetation på låga nivåer, t.ex. bälten av starr- och sjöfräken.*
- (2) *I vilken mån kan man öka olika strandarters livsmiljö på stränder genom att modifiera vattenståndsfluktuationerna i magasinerna så att de mer*

*efterlikna de i älvar opåverkade av vattenkraft?* Detta gjordes genom att identifiera varje arts hydrologiska nisch, d.v.s. dess tolerans för olika frekvens och varaktighet av översvämningar och torrläggning, och beräkna hur utbredningen av denna hydrologiska nisch skulle förändras med ett scenario för vattenståndsfluktuationer under vegetationsperioden som bättre överensstämmer med det naturliga utan att gå utanför magasinens dämning- och sänkningsgränser.

(3) *Vilken betydelse har skydd mot erosion på stränder i älvmagasin för täckningsgraden och artrikedomen av strandväxter?* Detta undersöktes genom att jämföra vegetations täckningsgrad och artrikedomen på parvisa strandlokaler som var så lika som möjligt utom med avseende på erosion. Den ena lokalen i varje par var skyddad mot erosion av framförallt is genom förekomst av stenblock i och nära strandzonen, medan den andra lokalen i paret saknade sådana erosionskydd. Studien visar om etablering av erosionskydd i form av stenblock skulle kunna vara en metod för att minska iserosion och öka etableringen av strandvegetation i älvmagasin.

## **Metoder**

Undersökningen av den ekologiska potentialen hos strandvegetation omfattade tre delprojekt, som beskrivs nedan.

### **1. Inventering av älvmagasinens stränder**

Stränderna längs alla älvmagasin i Umeälven inventerades i sin helhet för att se hur stor andel av stränderna det är som har potential att öka utbredningen av strandvegetation om man förändrar olika aspekter av vattenståndsväxlingarna i älven. Ett annat syfte var att identifiera områden som är lämpliga för åtgärder för att minska erosionskador på strandvegetationen. Med strand avses det område som ligger periodvis under vatten under året, vilket i ett kraftverksmagasin motsvarar området mellan dämning- och sänkningsgränsen. Regleringen av vattenflödena i kraftverksmagasinen med dagliga och veckovisa växlingar under hela året har medfört att stränderna blivit smalare och är utsatta för erosion under hela året samt att is pressar och skaver under vinterhalvåret (Sjörs and Nilsson 1976; Jansson et al. 2000).

Inventeringen utfördes under sommarperioderna 2012-2014 genom att två till tre personer med hjälp av båt undersökte alla stränder och bedömde strändernas jordart och lutning. Syftet var att kartera utbredningen av stränder med inslag av finjordar som inte är för branta för att vegetation ska kunna etablera sig. Det andra huvudsyftet var att identifiera sträckor där strandvegetationen redan idag är förhållandevis tät, där åtgärder för att minska erosionen kan vara aktuella.

Inventerarna delade in stränderna i mer eller mindre likartade sträckor, och på varje sträcka noterade de jordarten, och strandens bredd och lutning. Jordarten delades i åtta klasser beroende på förekomsten av olika kombinationer av finsediment (kornstorlek <0,6 mm), sand (0,6 – 2,0 mm), grus (2 – 16 mm) och sten/block. Hur brant stranden är bedömdes i en fyrgradig skala: (1) Flack (<10% lutning); (2) Medelbrant (10-30% lutning); (3) Brant (30-90% lutning, motsvarar rasvinkeln för sand, t.ex. i en nipa, men inte vertikal); (4) Vertikal (>90% lutning, mer eller mindre vertikal eller urgröpt med överhäng).

Inventerarna noterade också strandavsnitt där det fanns förutsättningar för strandväxter att etablera sig med dagens vattenståndsväxlingar, t.ex. bäckutlopp, deltan och ravinmynningar med sedimentation av sand eller finsediment, grundområden (d.v.s. områden som kan sticka upp vid lågvatten), och strandsträckor skyddade mot erosion, t.ex. bakom öar, stenkistor eller där det finns stenblock i strandkanten. Slutligen noterade de också större förekomster av starr- och sjöfräkenvegetation.

Efter inventeringen beräknades hur stor andel av stränderna i varje magasin som hade förutsättningar för etablering av strandvegetation, d.v.s. där jordarten har inslag av finsediment, och stranden inte är vertikal. Med scenarier för olika vattenstandsregimer kan man sedan beräkna hur stor del av dessa stränder som skulle kunna bli vegetationsklädda.

## **2. Alternativa vattenståndsväxlingar för att vinna strandvegetation**

Stränder längs kraftverksmagasin i utbyggda älvar är smala och påverkas av dagliga och veckovisa vattenståndsväxlingar under hela året (Jansson et al. 2000). Det skiljer dem från stränder längs fritt strömmande älvar, där stora säsongsvariationer i vattenstånd med kraftig vårflod och sjunkande vattenstånd under resten av året ger upphov till breda stränder med zoner av strandvegetationen efter hur toleranta olika arter är för översvämning (Nilsson 1999; Jansson et al. 2000). Korttidsregleringen i kraftverksmagasinen ger upphov till stress och störning för strandväxter, och erosion av finmaterial från stränderna, vilket gör att vegetationen är gles förutom en bård längs högvattenlinjen.

Syftet med detta delprojekt var att uppskatta förutsättningarna för att förändrade vattenståndsväxlingar skulle kunna leda till ökad etablering av strandväxter och ökad utbredning av strandvegetation. För att göra detta identifierades olika komponenter av vattenståndsväxlingarna i fritt strömmande älvar i regionen som är viktiga för att skapa artrik strandvegetation, i likhet med ansträngningar som gjorts för flödesvariationer i andra länder (Poff et al. 1997; Richter et al. 1997; Richter and Richter 2000; Arthington et al. 2006; Richter and

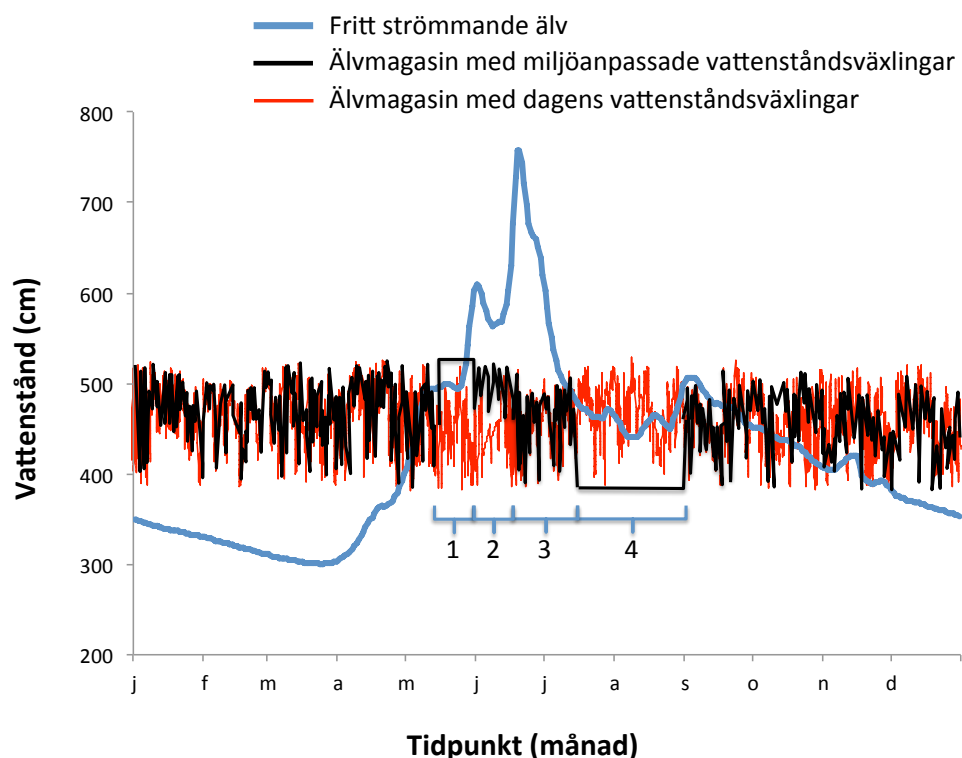
Thomas 2007). I nästa steg togs olika alternativ för vattenståndsregimen i kraftverksmagasin, där en eller fler av komponenterna i en naturlig vattenståndsregim kombinerades med vattenståndsväxlingarna som krävs för vattenkraftsproduktion.

### ***Möjliga förändringar i vattenståndsväxlingar***

De naturliga vattenståndsväxlingarna i en älv opåverkad av vattenkraftsutbyggnad delades upp i följande komponenter (Nilsson et al. 1993; Johansson and Nilsson 2002; Nilsson and Svedmark 2002): (1) höga flöden under vårfloden, (2) långsamt sjunkande vattennivåer efter vårfloden, (3) lågt vattenstånd under senare delen av vegetationsperioden (15/5-31/8), (4) lågt vattenstånd under vintern (Figur 1).

Förslaget är utformat för att under vegetationsperioden efterlikna en naturlig vattenståndsregim i norra Sverige, med vårflod som översvämmar hela stranden, följt av successivt lägre vattenstånd under senare delen av sommaren. Perioden 15 maj till 31 augusti är uppdelad i 4 perioder, var och en med en specifik vattenståndsregim.

I figuren nedan jämförs vattenståndsvariationen under en säsong i en fritt strömmande älv (Granåker, Vindelälven) med en befintlig och en simulerad vattenståndregim i ett älvmagasin (Harrsele, Umeälven). De fyra perioderna med olika vattenståndsregim är markerade i figuren (1-4).



Figur 1. Vattenståndsfluktuationer under ett år i den fritt strömmande Vindelälven (Granåker), i ett älvmagasin (Harrsele, Umeälven), samt ett förslag på modifierad vattenståndsregim som bättre skulle motsvara de naturliga förhållandena, utan att gå utanför magasinets dämning- och sänkingsgräns.

Definition av varje period:

*(1) Vårflod:* Vattenståndet hålls stabilt vid dämningens gräns mellan 15-30 maj. Längden på översvämningen som behövs grundar sig på studier av samband mellan strandväxters förekomst och längden och frekvensen av översvämning, där redan cirka en veckas översvämning under vårfloden leder till att en artrik strandflora etablerar sig längs fritt strömmande älvar som t.ex. Vindelälven.

Nyttan med denna åtgärd skulle vara att översvämma de övre delarna av magasinens stränderna och gärna även en zon ovanför det som idag definieras som strand utifrån vegetationen. Genom översvämning förs organiskt material bort, och arter som inte tål översvämning minskar eller försvinner (t.ex. blåbär och gran). Istället ges strandarter möjlighet att etablera sig, vilket skulle leda till fler arter av framförallt örter och gräs. På lång sikt skulle man få en strandvegetation som sträckte sig över ett bredare bälte, och som innehöll fler arter, givet att stranden består av finjordar där växter kan etablera sig. Ju större andel av magasinets stränder som består av finjordar, och ju flackare stränderna är, desto större blir den potentiella ökningen i yta av strandvegetation

*(2) Korttidsreglering mellan dämningens gräns och medelvattenstånd.* Mellan 30 maj och 15 juni tillåts korttidsreglering mellan dämningens gräns och medelvattenståndet för perioden 15 maj 31 augusti.

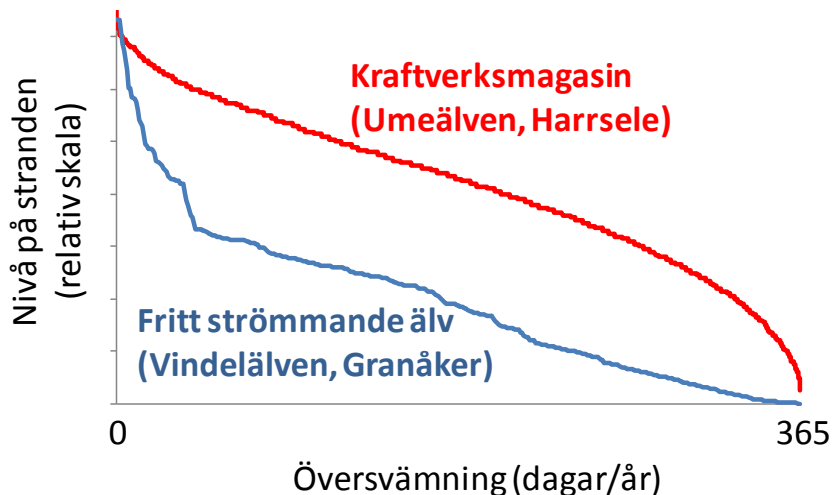
*(3) Korttidsreglering mellan dämningens- och sänkingsgräns:* Mellan 15 juni och 15 juli tillåts korttidsreglering mellan dämningens- och sänkingsgräns, med restriktionen att man ligger på medelvattenstånd eller lägre i genomsnitt under perioden.

Nyttan med åtgärd (2) och (3) skulle vara att uppnå en zonerings av vegetationen efter olika arters översvämningstålighet, där de arter som är minst tåliga återfinns högst upp på stranden som översvämmas kortast tid, med förekomster längre ner ju tåligare arterna är.

*(4) Lågt vattenstånd under senare delen av vegetationsperioden:* Mellan 15 juli och 31 augusti hålls vattenståndet vid sänkingsgränsen. Nyttan med detta skulle vara att ge tid för växter som etablerar sig på stranden att växa till, vilket ökar mängden och täckningsgraden och ger möjlighet till större vinteröverlevnad.

### **Beräkning av ökning i ytan av strandvegetation**

Lågt vattenstånd under senare delen av sommaren skulle potentiellt sett öka utbredningen av strandvegetation genom att förkorta tiden som stranden ligger under vatten (Figur 2). Vegetationen av strandväxter på älvmagasinsstränder begränsas av att antalet dagar utan översvämning blir för kort (Johansson och Nilsson 2002) utom på strandens övre del, med endast översvämningstoleranta amfibiska växter på nedre delen av stranden.



Figur 2. Stränder i kraftverksmagasin är på varje nivå översvämmade under längre tidsperioder än stränder i fritt strömmande älv, vilket potentiellt hindrar strandvegetationen att utvecklas. Figuren visar varaktigheten av översvämning för varje nivå på stranden jämfört mellan ett kraftverksmagasin (Harrsele i Umeälven) och en fritt strömmande älv i norra Sverige (Vindelälven vid pegeln i Granåker i älvens nedersta lopp).

För att beräkna hur utbredningen av strandvegetationen kan förväntas förändras med en modifierad vattenståndsregim utgick vi från att gränsen för olika vegetationsbälten visat sig motsvara hur tolerant den växtgruppen är mot översvämningar. Genom att veta hur många dagars översvämning en viss vegetationsgräns motsvarar, och beräkna hur den gränsen kommer att förskjutas vid en förändring av vattenståndsvariationen, uppskattade vi den förväntade förändringen i vegetationens utbredning.

Vi gjorde också beräkningar av de förväntade förändringarna i utbredningen av enskilda arter i respons på modifierade vattenståndsregimer. Detta gjordes genom att statistiskt modellera sambandet mellan översvämningstiden i provrutor på älvmagasinsstränder och förekomsten av enskilda arter. Vi använde logistisk regression med förekomst (1) och frånvaro (0) av en art som beroende variabel och läge i strandzonen (cm från högvattenlinjen), samt läget i kvadrat som oberoende variabler. Vi använde "generalized linear model" med logit-link funktion. Detta genererade en kurva med sannolikheten för förekomst av en art i

förhållande till nivå på stranden som användes för att bestämma artens utbredning på stranden. Gränsen för förekomst sattes vid 25% av den maximala sannolikheten för att undvika att förutsäga förekomst av en art vid mycket låga sannolikheter.

Data på arternas förekomst och frånvaro kom från tre lokaler i Bjurfors nedre och tre lokaler i Harrsele älvmagasin i Umeälven. På varje lokal lades sex transekter ut, som bestod av sex eller sju 50x50 cm stora provrutor. Dessa placerades med 20 cm avstånd i höjddled, med den tredje provrutan lagd så att överkanten låg jämsides med högvattenlinjen. I varje provruta noterades alla kärlväxtarter och den totala täckningsgraden av vegetation. Inventeringen genomfördes i augusti och september 2013. De inbördes lägena för alla provrutor på en lokal beräknades med en totalstation (Geodolite 506, Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, USA), och översvämningstiden för varje provruta beräknades genom att relatera dämningens gräns till varje provrutas läge, och sedan använda vattenståndsdata som erhöles från Statkraft Sverige AB för respektive magasin.

Med hjälp av kurvorna för varje arts sannolikhet för förekomst och vattenståndsdata bestämdes översvämningstiden under vegetationsperioden (1 maj till 30 september) för varje arts övre och nedre gräns i strandzonen. När varje arts utbredningsgräns på så vis bestämts hydrologiskt, identifierades på vilken nivå denna hydrologiska gräns skulle ligga vid olika alternativa vattenståndsregimer.

### **3. Betydelsen av strandnära stenblock som skyddar mot iserosion**

För att testa vilken betydelse närvaro av strukturer som förhindrar erosion, framförallt av is under vinterhalvåret, har på strandvegetation längs älvmagasin, undersökte vi 10 parvisa strandsträckor, som var så lika som möjligt utom med avseende på förekomsten av stenblock nära strandzonen.

10 parvisa strandsträckor med och utan stenblock som naturliga erosionskydd väljs ut i älvmagasin i nedre Umeälven (Harrsele, Bjurfors nedre, Bjurfors övre, Tuggen) med hjälp av en strandkartering genomförd 2012 och 2013, där data på substrat, strandbredd och -lutning tillsammans med foton på möjliga lokaler samlades in .

Lokalerna besöks under augusti 2014. För vissa variabler sker återbesök under november 2014 och maj 2015. På varje strandsträcka samlas följande data in:

- *Förekomsten av alla kärlväxtarter och deras täckningsgrad* i procent i 50x50 cm stora *provrutor*, som läggs på 4 olika nivåer med 20 cm avstånd i höjddled (från högvattenlinjen och nedåt). 3 transekter med 4 provrutor i



varje inventeras, d.v.s. 12 provrutor per sträcka. Provrutorna ger information om förekomst av vegetation på olika nivåer på stranden.

- *Förekomsten av alla kärlväxtarter i strandavsnitt* (området mellan hög- och lågvattenlinjen) som är 1, 5, 10 och 20 m breda. Det ger information om mångfalden av arter på olika rumsliga skalor.
- Som ett mått på *störning* placeras i varje småprovruta 50 st. 25 cm långa bambupinnar efter inventering. Pinnarna trycks ner 5 cm i marken. Andelen pinnar som vid återbesök har brutits eller försvunnit tjänar som ett mått på störning. Återbesök och räkning av pinnarna sker i november samma år och maj påföljande år.
- I varje provruta bedöms sammansättningen av *substratet* ned till 10 cm djup efter den procentuella andelen av olika kornstorlekar.

För att jämföra strandvegetations sammansättning mellan sträckor med och utan stenblock som skyddar mot isstörning jämförs artrikedom och täckningsgrad per provruta och artrikedomen i 1, 5, 10 och 20 m breda strandavsnitt mellan sträckor med och utan isstörning

## **Resultat**

Nedan redovisasresultaten för de tre delprojekten var för sig.

### ***Andel stränder skadade av erosion***

Stränder som mer eller mindre saknade finmaterial (ler, silt och sand) och/eller som hade mer eller mindre vertikala strandhak bedömdes som olämpliga för etablering av strandvegetation. Dessa stränder utgjorde mellan 28% och 89% av den totala strandlängden i de olika älvmagasinen (Tabell 1). Generellt är erosions-skadorna större i älvmagasinen nedanför högsta kustlinjen, där älven skär genom sedimentavsättningar som blir allt mäktigare ju närmare kusten man kommer. Ovanför högsta kustlinjen domineras strändernas jordart av morän med varierande innehåll av sten och block, och här är andelen erosions-skadade stränder lägre.

Stränder som bedöms ha potential för ökad etablering av strandvegetation, d.v.s. med förekomst av finmaterial (>30% ler, silt eller sand) samt att de ej har vertikala strandhak utgjorde mellan 11% och 72% av den totala strandlängden per magasin, eller mellan 22% och 86% av ytan (Tabell 1).

**Tabell 1.** Data från karteringen av stränder längs älvmagasin i Umeälven. De första kolumnerna visar den totala längden, medelbredden och ytan av magasinens stränder. De sista kolumnerna visar hur stor andel av strandlängden som är skadad av erosion (avsaknad av finmaterial och/eller med vertikala strandhak), andel stränder som bedöms lämpliga för vegetationsetablering, samt uppskattad yta ny vegetation som kan etablera sig med den modifierade vattenståndsregimen.

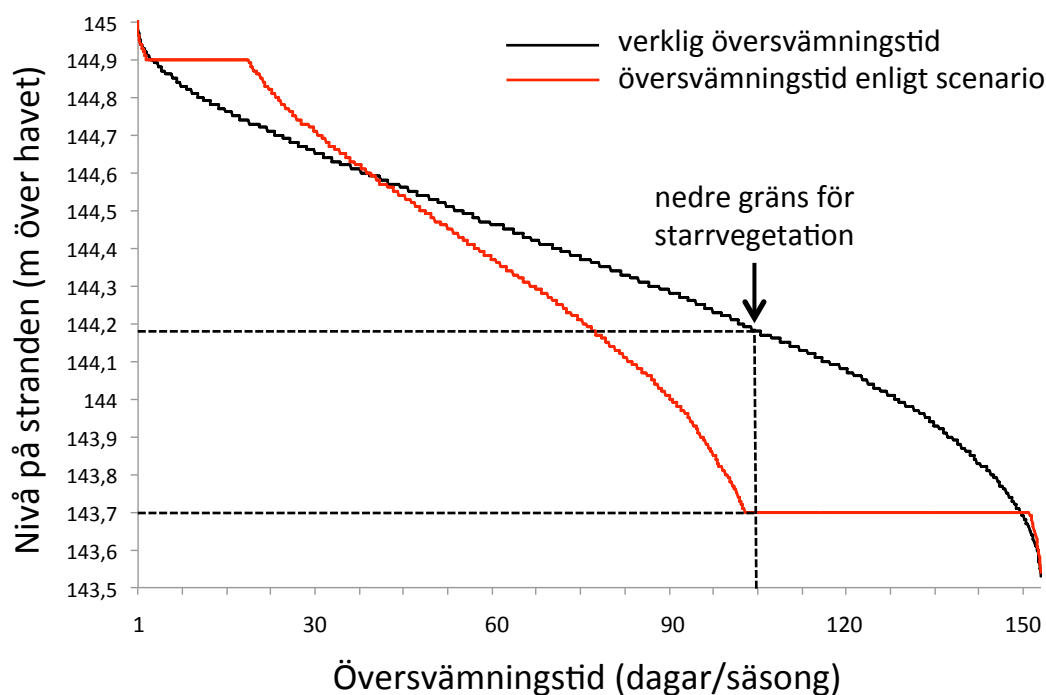
Älvmagasin	Stränder			Erosions- skadade (% av längd)	Lämpliga för vegetation		Ny vegetation med modifierade vattenstånd (m <sup>2</sup> )
	Total längd (km)	Medel- bredd (m)	Total yta (m <sup>2</sup> )		längd (%)	yta (%)	
Stornorrfors							
Pengfors							
Harrsele	25	4,7	114 000	89	11	71	11 000
Bjurfors n	18	4,9	90 000	76	24	45	5700
Bjurfors ö	134	2,6	289 000	82	18	54	22 000
Tuggen	57	4,0	143 000	28	72	86	17 000
Hällforsen*	20	1,5	30 000	46	54	54	-
Betssele	21	5,7	99 000	36	64	61	8500
Bålforsen	46	7,6	481 000	55	45	22	15 000
Rusfors:							
nedre	57	6,5	649 000	35	65	81	74 000
övre	73	14,9	1 343 000	39	61	69	130 000
Juktåviken	73	5,0	523 000	33	67	83	61 000
Grundfors							
Stensele							

\* Hällforsen utelämnades från beräkningarna av potential för att öka ytan av strandvegetation, då vattenståndsvariationerna är små hela året.

### ***Potential för ökad etablering av strandvegetation med modifierad vattenståndsregim***

Syftet med den modifierade vattenståndsregimen var att göra vattenståndsvariationen mer lik den i fritt strömmande älvar. Därför ingår en period där vattenståndet hålls vid dämningssgränsen, för att efterlikna en vårflood, och en period i slutet av vegetationsperioden där vattenståndet hålls nära sänkningsgränsen, för att ge vegetationen på stranden chans att utvecklas utan att stå under vatten. Effekten av detta på översvämningstiden för olika nivåer på stranden illustreras i Figur 3. Den svarta kurvan visar hur länge en viss nivå av stranden var översvämmad i genomsnitt under vegetationsperioden (1 maj till 30 september) i Harrselemagasinet. Den röda kurvan visar hur länge olika nivåer skulle ha varit översvämmade med den modifierade vattenståndsregimen. Den övre delen av stranden skulle stå under vatten något längre än idag, medan de

lägre liggande delarna skulle vara exponerade ovan vattenytan längre perioder, upp till 1,5 månader längre.

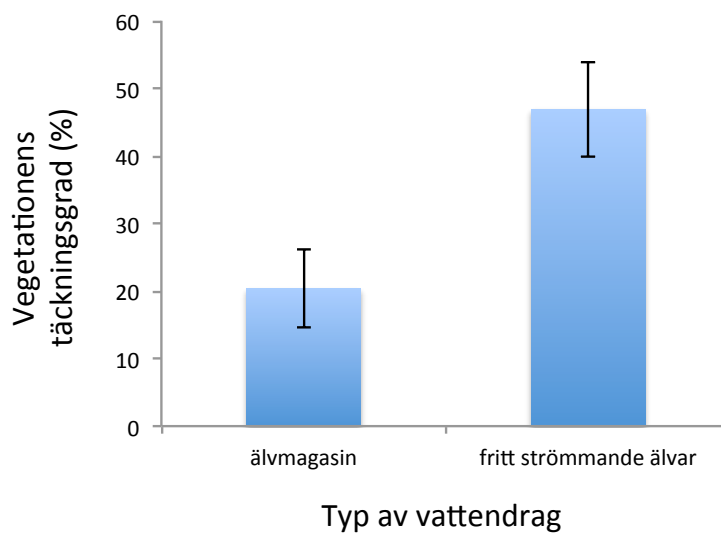


Figur 3. Illustration av hur länge olika nivåer av stränderna längs Harrselemagasinet i Umeälven ögiger under vatten under vegetationsperioden (1 maj till 30 september) under en fyraårsperiod (2008-11). Den röda linjen visar hur lång tid varje nivå hade varit under vatten om den modifierade vattenståndsregimen istället använts. Översvämningstiden för starrvegetationens nedre gräns i Vindelälven är markerad med streckad linje, och vilken nivå på stranden denna gräns skulle återfinnas på med de två vattenståndsregimerna.

För att grovt uppskatta hur vegetationens utbredning skulle kunna förändras till följd av detta utgick vi från översvämningstiden för den sammanhängande starrvegetationens nedre gräns i den angränsande, fritt strömmande Vindelälven (data från Ström et al. 2013). Älvstränder med substrat av finmaterial längs fritt strömmande älvar har i regel mer eller mindre sammanhängande vegetation ner till denna nivå. På lägre nivåer tar amfibiska växter vid. Starrbältets nedre gräns motsvarar en översvämningstid på drygt 3 månader (106 dagar i räkneexemplet).

Om den modifierade vattenståndsregimen användes, visar Figur 3 att nästan hela älvmagasinsstranden skulle kunna hysa vegetation motsvarande fritt strömmande älvars strandskogs-, vide- och starrbälte. Idag går den nedre gränsen istället ungefär mitt på stranden: Nivån motsvarande översvämningstiden för starrbältets nedre gräns går i exemplet 70 cm från dämningstränsen, men skulle vid den modifierade vattenståndsregimen gå vid en 50 cm lägre nivå.

I verkligheten är inte hela denna zon vegetationsklädd ens längs fritt strömmande älvar, framförallt på grund av att ständer kan vara steniga och blockiga. Figur 4 visar den genomsnittliga täckningsgraden för fältskiktet på älvstränder längs älvmagasin och motsvarande stränder längs fritt strömmande älvar, som visar att täckningsgraden är i genomsnitt 46% längs oreglerade älvar men bara 20% längs älvmagasin. Nästan all vegetation på älvmagasinsstränder finns idag nära högvattenlinjen, medan etablering på lägre nivåer förhindras av antingen erosion eller långa översvämningstider.



**Figur 4.** Fältskiktets genomsnittliga täckningsgrad på 200 m långa sträckor av älvstrand längs älvmagasin (Ångermanälven, Umeälven, Skellefteälven och Luleälven) jämfört med motsvarande sträckor längs fritt strömmande älvar (Vindelälven, Piteälven, Kalixälven och Torneälven). Felstaplar visar medelfeletts medelvärde.

Om man i enlighet med Figur 3 antar att den zon som idag hyser vegetation på älvmagasinsstränderna blev 70% större (70 cm blir 120 cm), och om vegetationen därmed utökas med 70%, skulle täckningsgraden stiga till i genomsnitt 34%. Det förutsätter att vegetationen bara begränsas av översvämningstidens längd, och att en minskning av den skulle leda till en ökning överallt. Det är förmodligen orealistiskt, då avsaknad av finmaterial på stränder och pågående erosion skulle förhindra utökad etablering på de redan erosionskadade stränderna. Vi har istället utgått från att den ökande etableringen av strandvegetation bara skulle ske på de stränder som har potential för ökad etablering, d.v.s. förhållandevis flacka stränder med finmaterial ("Lämpliga för vegetation" i tabell 1). Mängden ny strandvegetation om ökningen bara sker på dessa stränder finns som sista kolumn i tabell 1.

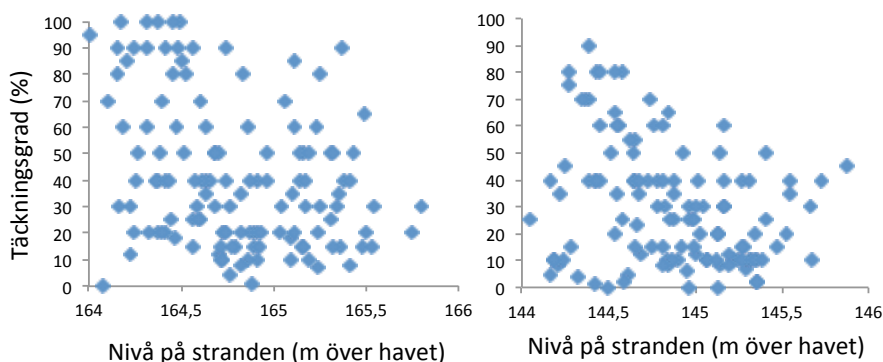
Om man jämför den totala strandytan och den uppskattade ytan av ny strandvegetation i tabell 1, visar det att bara ca 10% av älvmagasinens stränder skulle ha potential att bli vegetationsklädda med denna åtgärd. Det ska dock

sättas i relation till hur stor andel av stränderna som är vegetationsklädda idag (ca 20%), vilket ger att vi beräknar att ytan av strandvegetation skulle öka med 50%.

Den modifierade vattenståndsregimen gäller endast vegetationsperioden, och under vinterhalvåret kan korttidsregleringen med åtföljande isstörning ske som idag. Det gör att det i verkligheten är ytterst osäkert i vilken mån denna åtgärd skulle ge den uppskattade ökningen av strandvegetation. I och med att denna ökning beräknas ske bara på stränder som är förhållandevis skyddade mot erosion kan denna förutsägelse vara en överskattning, eftersom mycket av den befintliga vegetationen på älvmagasinsstränder är koncentrerad till ställen där det finns skydd mot erosion. Å andra sidan är uppskattningen konservativ, då vi har antagit att ingen ökad etablering över huvud taget skulle ske på de stränder som pekats ut som erosionspåverkade.

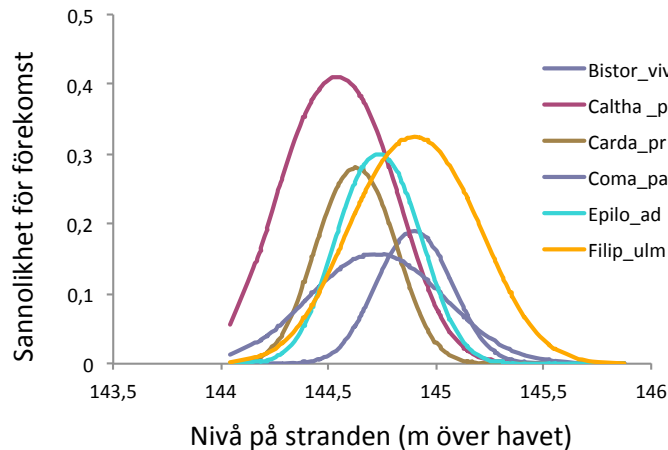
### ***Potential för ökad utbredning av enskilda arter med modifierad vattenståndsregim***

Figur 5 visar variationen i täckningsgrad på de olika provrutorna som användes för att beräkna sambandet mellan arters förekomst och översvämningstid. Även om lokalerna valdes så att de skulle vara skyddade från erosion och ha förutsättningar för att arter ska kunna förekomma på alla nivåer på stranden visar den stora spridningen i täckningsgrad med sparsamt med vegetation i vissa provrutor att arter kan ha varit frånvarande på grund av att provrutan hade olämpligt substrat eller trots allt var utsatt för erosion.



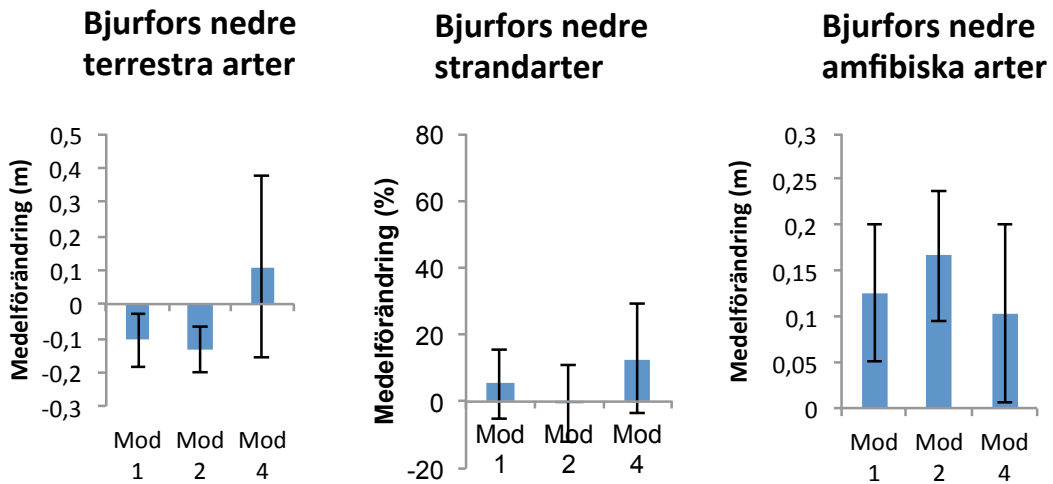
**Figur 5.** Täckningsgraden på de 50x50 cm stora provrutorna på olika nivåer på stranden i Bjurfors nedre (vänster) och Harrsele (höger) älvmagasin.

I figur 7 visas exempel på sambandet mellan sannolikheten för en arts förekomst och nivå på stranden för ett antal arter som återfinns på strandens mellersta till övre nivåer.



**Figur 6.** Sannolikhetskurvor för förekomst av några arter i förhållande till nivå på stranden i Harrselemagasinet. Bistor viv = ormröt, Caltha p = kabbeleka, Carda pr = ängsbräsma, Coma pa = kråklöver, Epilo ad = amerikansk dunört, Filip ulm = älgört.

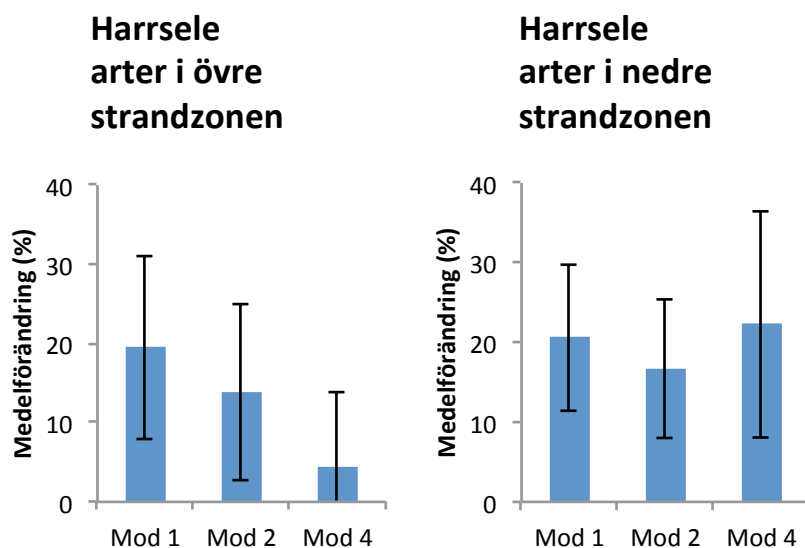
Arter med huvudsakligen terrester utbredning ovan stranden, men som har sin nedre gräns i övre delen av strandzonen kommer att marginellt förskjuta sin nedre gräns uppåt på stranden. På samma sätt kommer amfibiska arter med sin övre gräns på strändernas nedre delar att förskjutas något uppåt (Figur 7).



**Figur 7.** Genomsnittliga förändringar i nivå på stranden eller total utbredning för arter på stränder i älvmagasinet Bjurfors nedre. Mod 1 = simulerad vårflod, Mod 2 = vårflod med långsamt sjunkande vattenstånd, Mod 3 = vårflod samt lågt vattenstånd i slutet av växtsäsongen, se metoder.

Arter vars hela utbredning finns på stranden, d.v.s. där vi kunde belägga både en övre och en nedre gräns, beräknas att i genomsnitt få en större utbredning i höjdled med en modifierad vattenståndsregim (Figur 6 och 7). Förändringen är

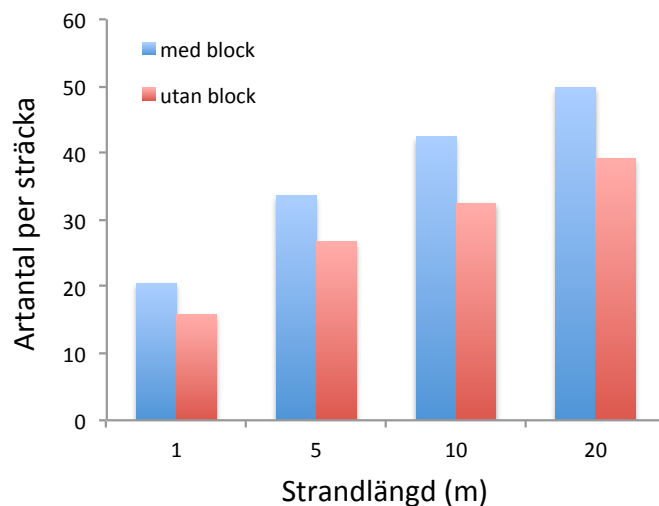
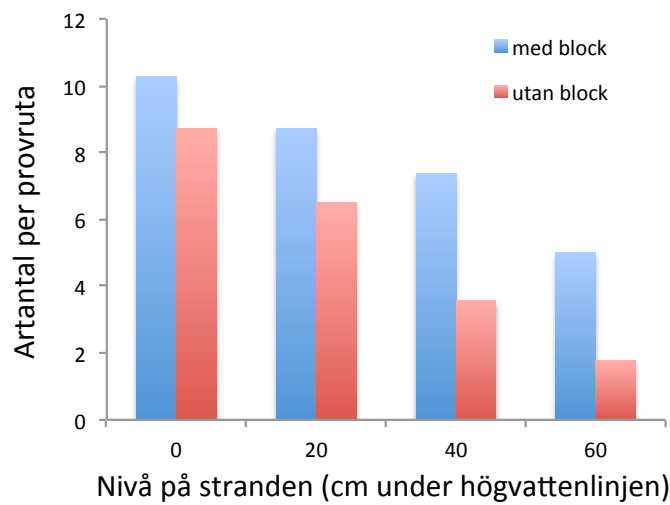
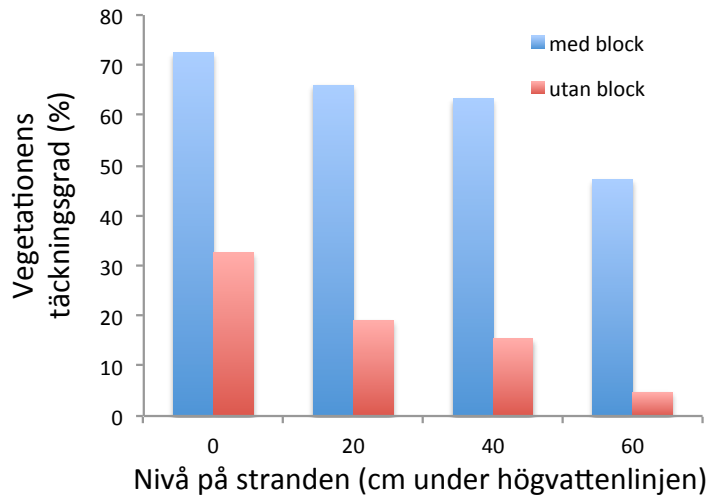
större för arter som återfinns på strandens nedre delar än de närmare högvattenlinjen (Figur 7).



**Figur 7.** Genomsnittliga förändringar i nivå på stranden eller total utbredning för arter på stränder i älvmagasinet Harrsele. Mod 1 = simulerad vårflod, Mod 2 = vårflod med långsamt sjunkande vattenstånd, Mod 3 = vårflod samt lågt vattenstånd i slutet av växtsäsongen, se metoder.

### ***Effekter av strandnära erosionsskydd i form av stenblock på strandvegetation***

Strandavschnitt med stenblock hade högre täckningsgrad än stränder utan stenblock på alla nivåer på stranden (Figur 8). Artrikedomen var också högre på stränder med än utan stenblock i strandzonen på provrutenivå, såväl som 5, 10 och 20 m breda avsnitt av stränder (Figur 8). Alla dessa skillnader var signifikanta ( $P < 0,05$ , tvåvägs variansanalys). Skillnaden i artrikedomen var inte signifikant för 1 m breda strandavschnitt ( $P = 0,25$ , tvåvägs variansanalys).



**Figur 8.** Skillnader i vegetationens täckningsgrad och i artantal mellan stränder med och utan stenblock för provrutor på olika nivåer på stranden (0, 20, 40 och 60 cm under högvattenlinjen, d.v.s. dämninggränsen), samt för strandavsnitt av olika bredd (1, 5, 10 och 20 m breda)



## Slutsatser och rekommendationer

Tillkommer senare.

## Referenser

- Arthington, A. H., S. E. Bunn, N. L. Poff, and R. J. Naiman. 2006. The challenge of providing environmental flow rules to sustain river ecosystems. *Ecological Applications* 16:1311-1318.
- Jansson, R., C. Nilsson, M. Dynesius, and E. Andersson. 2000. Effects of river regulation on riparian vegetation: a comparison of eight boreal rivers. *Ecological Applications* 10:203-224.
- Johansson, M. E. and C. Nilsson. 2002. Responses of riparian plants to flooding in free-flowing and regulated boreal rivers: an experimental study. *J. Appl. Ecol.* 39:971-986.
- Nilsson, C. 1999. Rivers and streams. *Acta Phytogeographica Suecica* 84:135-148.
- Nilsson, C., E. Nilsson, M. E. Johansson, M. Dynesius, G. Grelsson, S. Xiong, R. Jansson, and M. Danvind. 1993. Processes structuring riparian vegetation. Pp. 419-431 in J. Menon, ed. *Current topics in botanical research*. Council for Scientific Integration, Trivandrum, India.
- Nilsson, C. and M. Svedmark. 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. *Environ. Manage.* 30:468-480.
- Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks, and J. C. Stromberg. 1997. The natural flow regime. *Bioscience* 47:769-784.
- Richter, B. D., J. V. Baumgartner, R. Wigington, and D. P. Braun. 1997. How much water does a river need? *37:231-249.*
- Richter, B. D. and H. E. Richter. 2000. Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers. *Conserv. Biol.* 14:1467-1478.
- Richter, B. D. and G. A. Thomas. 2007. Restoring environmental flows by modifying dam operations. *Ecology and Society* 12.
- Sjörs, H. and C. Nilsson. 1976. Vattenutbyggnadens effekter på levande natur: en faktaredovisning övervägande från Umeälven. Svenska Växtgeografiska Sällskapet.