



Effekten av död ved på de hydrogeomorfologiska
processerna och översvämningsrisken i Ätran

Projektet Restuarering av Ätran - Etapp II

Effekten av död ved på de hydrogeomorfologiska processerna
och översvämningrisken i Ätran. Undersökning inom projektet
Restaurering av Ätran - Etapp II, Svenljunga kommun

Februari 2007

Johan Kling
E N V I C A R T A Naturgeografisk konsult
envicarta@telia.com

1. Innehållsförteckning

Förutsättningar.....	5
Död ved och hydrogeomorfologin.....	6
Översvämningar.....	15
Dödved och hydrologin i Ätran.....	17
Mätning av vattenstånd och lutning.....	19
Referenser.....	30

2. Förutsättningar

SVENLJUNGA SAMHÄLLE HAR VID flera tillfällen drabbats av översvämningar orsakade av höga flödesituationer i Ätran. Vid flera tillfällen har risken varit mycket stora att fastigheter nära fåran har hamnat under Ätrans vattenivå. Senast 2006 var Ätran mycket nära att stiga över de skyddsvallar som har byggts i samhället. Problem uppstår också genom att vatten trycks in vattensystem, vilket kan skapa skador på fastigheter. Risken att problemen med översvämningar kommer att öka är tämligen stor. Regionala klimatmodeller visar att effekten av kommande klimatförändring innebär ökad nederbörd, framförallt vintertid vilket sammanfaller med den period under året då det historiskt sätt har haft de högsta flödena.

I problematiken ligger också att Ätran, av olika orsaker, har rensats från nedfallna träd i fåran och på flodplanet under lång tid. Orsakerna till detta har varit många, från ökad framkomlighet för rörligt friluftsliv, förbättrade fiskemöjligheter till framkomlighet för kanotturism. Ett argument för rensningar som har också varit att nedfallna träd bidrar till ökad översvämningrisk i Svenljunga samhälle. Uppmaning till fastighetsägare att rensa Ätran från nedfallna träd har också kommit från myndigheter. Från naturvårdsintressen finns det dock ett intresse att öka mängden död ved eftersom det gynnar biologisk mångfall. det kan därför vara av intresse att undersöka effekten av död ved på Ätran, dels avseende den långsiktiga utvecklingen, dels ur ett översvämningssperspektiv.

Syftet med denna studie är att i första hand bedöma om nedfallna träd och död ved i allmänhet bidrar till ökad översvämningrisk i Svenljunga samhälle och i andra hand bedöma de långsiktiga effekterna av död ved i fåran och de regelbundna rensningarna av död ved på de Ätrans processer och geomorfologi. Studien har fokuserats på de hydrogeomorfologiska processerna. De biologiska konsekvenserna av död ved och rensningar i undersökningsområdet har tidigare bl a redovisats av Nolbrant (2005).

Studien omfattar dels en bedömning av effekterna utifrån nationell och internationell vetenskaplig litteratur, dels beräkning av effekten inom en delsträcka i Ätran från Fridhem upp till Svenljunga samhälle. Den sistnämnda delen har också inneburit viss metodutveckling.

3.Död ved och hydrogeomorfologin

RENSNING AV DÖD VED i form av delvis eller helt nedfallna träd vattendrag har förekommit under lång tid i många svenska vattendrag. Orsakerna har varit många, från ökad framkomlighet, minskad översvämningsrisk, till reducerad risk för igensättning av rens-galler i vattenkraftverk. Ätran är därför inte unikt som ett rensat vattendrag.

Det är inte ovanligt att samfälligheter bildades under slutet av 1800-talet för att genomföra gemensamma rensningar av vattendragen. I vissa fall har detta skrivits in i äldre vatten- eller häradsdomar som, trots bättre kunskap om vattendragsprocesserna och ekosystemen, fortfarande gäller idag.

Forskning under de senaste årtiondet har dock förändrat bilden av betydelsen av död ved i fåran för vattendragens hälsa. Idag vet vi att död storved är en viktig komponent för akvatiska ekosystem, att det skapar fysiska strukturer som är nödvändiga för reproduktion av många organismer. Dessutom är död ved en viktig källa av organiskt material till vattendraget. Även på flodplanet är död ved en mycket viktig komponent.

De fysiska processerna, som sedimenttransport, erosion och deposition, vattendragets morfologi, vattenkvalité påverkas också av död ved. Till exempel har man under lång tid ansett att flödesregimen i sig är den största orsaken till ett vattendrags form och funktion. Forskning under de senaste 20 åren har dock visat att död ved har en betydligt större påverkan på vattendragets form och funktion än vad man tidigare har ansett. Inom arbete med det nationella miljömålet, Levande vattendrag och sjöar, har man noterat att många vattendrag har en stor brist av död ved. En del av det kommande restuaringsarbetet kommer därför att fokuseras på att öka mängden död ved.

Vad avses med död ved?

Död ved som tillförs fåran brukar delas in i död storved (*Large Woody Debris, LWD*) och död finved (*Fine Woody Debris, FWD*). Orsaken till uppdelningen i två storleksklasser är att dessa fyller olika funktion i vattendraget. Död storved brukar delas in i stammar, rotmassa och stora vedansamlingar som faller i ett vattendrag och förekommer exponerat ovan vattenytan, under vattenytan men förankrat ovan vattenytan alternativt helt eller delvis under vattenytan men förankrat i botten och sidor.

Det finns ingen standardiserad mått på hur stor stamved skall vara för att klassas som död storved. Ett vanligt mått är att stamdiametern skall överstiga 10 cm på en längd av minst 200 cm. Stamved skall vara helt eller delvis avklippt från rotmassan. Det kan noteras att i den nyligen publicerade rapporten, *Död ved i vattendrag* (Degerman et al., 2005) användes en längd på 100 cm. För att definieras som rotmassa skall veden vara minst 200 cm lång med helt eller kvarvarande rotsystem. Kvarvarande stam skall ha en diameter av

minst 20 cm vid basen till rotsystemet. Slutligen brukar en rotansamling definieras som en ansamling av 10 eller fler stammar eller rotmassor som är i kontakt med varandra (Schuett-Hames et al., 1994). I denna rapport fokuseras frågeställning på död storved och dess effekter på de fysiska processerna.

Tillförsel av död ved till vattendraget

I ett opåverkat vattendrag är det en naturlig process att död ved tillförs vattendraget. Tillförseln kan ske på två sätt: A, en kontinuerlig tillförsel av ved genom att träd dör eller att träd blir underminerade, B, extremhändelser kopplade till stormar, massrörelser i sluttningar såsom ras, skred, eller kraftig erosion i samband med extremflöden. Bäver är en process som ligger utanför ovanstående tillförselsätt men som har en stor förmåga att tillföra död ved till vattendragen. Med tanke på att bäverpopulationen i Sverige har varit betydligt större under historisk tid är det inte osannolikt att många vattendrags morfologi idag har delvis påverkats av bäver under historisk tid.

Skog på flodplanet nära fåran har naturligtvis en stor betydelse tillförseln av död ved. Marsch et.al. (2001), undersökte sex australiska vattendrag och fann ett linjärt samband mellan hur stor yta av fåran som var beskuggat av trädkronor och mängden död ved i vattnet. Ju större del av ytan som täcktes av trädkronor desto mer död ved fanns i fåran. Samband likt detta ger en fingervisning kring hur mycket död ved som borde förekomma naturligt inom en given delsträcka av vattendraget.

Trädens rotsystem spelar en viktig roll när hela träd tillförs fåran. Klibbal, som är anpassad till ett dynamisk flodplan med ytligt liggande grundvattenyta, skapar palissader av rötter vilket i sin tur skapar effektiva erosionskydd och en gedigen förankring i marken. Al har också en god förmåga att tränga igenom även täta lerlager eller stenrik mark, så kallad hög rotenergi, och bildar grovrötter på relativt stort djup (von Leibundgut m.fl. 1963). Det krävs därför långvarig eller kraftig erosion innan en al faller ut i fåran. Död ved från al har också god förmåga att stå emot röta vilket gör att veden blir del av vattendragets morfologi under lång tid.

Gran till skillnad mot al, har ett ytligt men utbrett rotsystem. Mängden rötter avtar i stort sätt exponentiellt med djupet och under 40 cm jorddjup finns sällan mer än 5% av rotmassan (Rosengren och Stjernquist, 2004). I vattendränkta jordar, tex på flodplanet, ligger rotsystemet ännu grundare. Detta gör att gran som växer nära vattendraget lätt kan undermineras och falla ut i fåran. Eftersom gran dessutom att utbrett rotsystem följer även en stor areal, upp till 50 m², av det ytnära förnaskiktet med när trädet faller ut i fåran. Stora mängder med organiskt material tillförs vattendraget samtidigt som motsvarande motsvarande markyta blottas för erosion genom ytavrinning och erosion i fårans kant. Gran är därför olämpligt trädslag på finkorniga flodplan. I samband med stormen Gudrun, juli 2005, föll ovanligt mycket träd ner i Lillån, Ätrons dräneringsområde. Majoriteten av de

träd som låg i fåran var just granar. Endast ett fåtal klibbalar noterades och i dessa fall var det ofta äldre träd eller träd nära erosionsbranter i ytterkurvor.

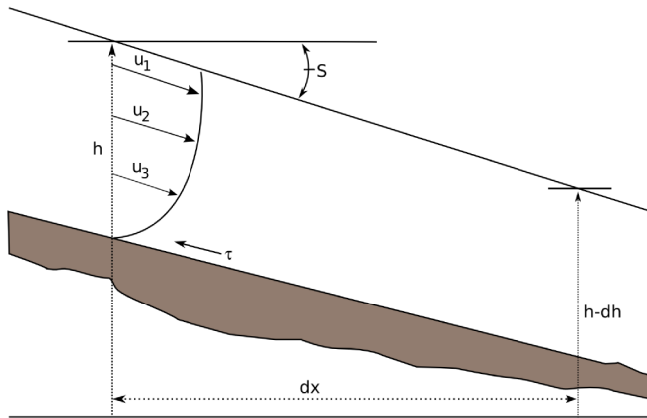
Mängden död ved som tillförs fåran är också beroende på ålder på skogen nära vattendraget. Grette (1985) visade från en studie från nordvästra USA att tillskottet av död var blygsamt de första 50 åren men ökade därefter exponentiellt. Detta gällde såväl barrskog som lövskog. Motsvarande resultat har också påvisats i Sverige (Degerman et.al, 2005). Ett orört vattendrag kan ha hundra gånger mer död ved jämfört med områden som har avverkats under de senaste 30 åren. Om trädridåns bredd ökar, kommer även mängden död ved öka, framförallt om skyddzonen är mer än 30 meter bred (Degerman et.al. 2005). Även storleken på den döda veden som tillförs vattendraget ökar med ökad ålder på skogen.

Effekten av död ved i fåran

Fårans form och friktionsmotstånd är viktiga faktorer för att bestämma samspelet mellan vattenföring och vattenstånd. I ett perfekt tillstånd blir fårans form som ett "U" och friktionen blir lika med noll. I en sådan situation kommer vattenståndet att variera linjärt med vattenflödet vid en given punkt i vattendraget. Det leder till att man med ganska god säkerhet kan förutsäga vid vilket flöde översvämningsrisk föreligger. I verkligheten förekommer en betydligt mer komplex situation i och med att fårans form varierar och att friktionsmotståndet är kraftigt styrt av kornstorlekar, vegetationen, förekomst av död ved m.m. En frågeställning är därför om död ved skapar så pass mycket friktionsmotstånd att det leder till uppbromsning av flödet och ökad vattenstånd i fåran.

När ved i olika former tillförs fåran följer den med nedströms för att sedan antingen sjunka och förankras i fårans botten och sidor alternativt avsättas på bankar eller flodplanet vid högvattenflöden. Om veden förankras i fårans botten ändras det tre-dimensionella flödesmönstret i fåran. Vattnet måste helt enkelt strömma runt en trädstam, gren eller rotmassa vilket skapar divergerande och konvergerande flöden. Där flödet divergerar minskar flödeshastigheten vilket leder till deposition av sediment, medan där flödet går samman ökar flödeshastigheten och erosion uppstår.

Braudrick och Grant (2001), genomförde modellförsök med stammar och rotmassor för att studera interaktionen mellan hydrologin, fårans form, transportavstånd för död ved samt hur död ved deponeras i fårans botten. Försöken visade att veden orienterar sig parallellt med flödet i fåran vilket också minimerar friktionsmotståndet. Vanligtvis fastnade veden framför mittbanker, grundare områden där flödet naturligt divergerar eller i ytterkurvor i meanderbågar. Transportavståndet för en trädstam visade sig vara relaterad till kvoten mellan trädets längd och fårans bredd. Ju längre vedbitar som faller i vattendraget, ju längre transporteras dessa. Orsaken till detta samband är att längre död ved kräver högre flödeshastigheter för att mobiliseras. Vid högre flödessituationer har vi också högre vattenstånd vilket tillsammans med högre flödeshastigheter, leder till att stamved och rotmassor förflyttas längre.



Figur 1: Beskrivning av flödet i vattendraget. S är vattenytans lutning, u är lika med flödet vid en specifik punkt (z), τ är skjuvspänningen, h är djupet.

Teoretisk analys av effekten av död ved

Flödet i en naturlig fåra varierar med djupet. Vid botten är flödet i stort sätt noll men ökar ju närmare vattenytan man kommer (se figur 1). Denna förändring i flödes hastighet beror på att det förekommer ett visst friktionsmotståndet i fårans botten och sidor. Detta leder i sin tur till att skjuvspänning uppstår vilket är en motriktad kraft mot flödet. Om vi antar att skjuvspänningen är konstant kan vi beskriva flödes hastigheten från botten till ytan enligt följande:

$$(1) \quad u_{(z)} = \frac{\left(\sqrt{\frac{\tau}{\rho}} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right)}{k}$$

där $u_{(z)}$ är flödes hastigheten vid ett specifikt djup (z), τ är skjuvspänningen, ρ är vattnets densitet, k är von Karmans konstant vilken är lika med 0.4, och z_0 är höjden ovan botten där flödes hastigheten är större än noll. Skjuvspänningen kan uppskattas genom att mäta flödes hastigheten från ytan ned till botten och sedan anpassa en logaritmisk kurva. Linjen kommer att skära y-axeln strax ovan noll. Mellanskillnaden mellan kurvan och x-axeln motsvarar z_0 . Om vi tillför död ved i fåran kommer skjuvspänningen, τ , och z_0 att öka vilket då påverkar flödets variation från botten till ytan och över tvärsnittet.

Det hydrostatiska trycket, det tryck som leder till att vattnet börjar flöda från högre till längre nivå, är beroende av vattenytans lutning och kan beskrivas som:

$$(2) \quad \text{Hydrostatiskt tryck} = -\rho g \Delta h$$

där ρ är vattnets densitet vid given temperatur, g är gravitationen och Δh , är skillnad i vattennivå mellan två punkter (vattenytans lutning). Ekvation 2 innebär att det hydrostatiska trycket kommer att öka när vattenytans lutning ökar, antingen genom ökad lutning hos underlaget eller att tillflödet är större i den övre delen av sektionen än utflödet från sektionen.

I ett optimalt förhållande uppstår ett vattenflöde när vattenytan lutar. Detta flöde kommer dock att bromsas genom vattnets friktion mot fårans kanter och botten. Det bildas en motriktad kraft mot flödet vilket skapar en skjuvspänning. Det motriktade trycket kan beskrivas som:

$$(3) \quad \text{Skjuvkraft} = \frac{\tau P}{\Delta x}$$

där τ är skjuvspänningen, P är våta perimetern och Δx är avståndet mellan två punkter. Eftersom det förekommer ett flöde i vattendraget innebär detta att den hydrostatiska trycket alltid överstiger friktionsmotståndet. Ovanstående samband kan uttryckas som en differentialekvation enligt följande:

$$(4) \quad \rho \frac{\partial u}{\partial t} = \underbrace{\rho g \sin \alpha}_{\text{gravitationskraften}} - \underbrace{\rho g \frac{\partial h}{\partial x}}_{\text{hydrostatiskt tryck}} - \underbrace{\frac{\tau}{h}}_{\text{skjuvspänning}}$$

Ekvation (4) kan vid första anblick vara tyckas vara komplicerad men är i grund relativt inte så besvärlig. Den första delen till vänster om likhetstecknet innebär förändringen i flöde med tiden gånger densiteten. Den första delen till höger om likhetstecknet, gravitationskraften, är själva motorn i vattendraget och är riktad nedströms längs fårans botten/vattenyta. Denna kraft bygger på att vattnet vill utjämna sig till en horisontell nivå vilket genererar ett flöde från hög till låg nivå. Nästa del, det hydrostatiska trycket, är riktad nedåt mot botten och innebär det tryck som beror på vattnets vikt. Eftersom vattenytan lutar innebär det att det hydrostatiska trycket är större uppströms genom något större vattendjup. Ju högre hydrostatiskt tryck desto effektivare blir friktionmotståndet. Detta kan jämföras med att trycka en slipkloss olika hårt mot en bräda. Den sista delen i ekvation 4 utgörs av friktionsmotståndet vilket är en kraft riktad uppströms.

När det gäller att utröna effekten av död ved i vattendraget är det friktionmotståndet som är av intresse. Mer död ved i vattendraget borde innebära större friktionsmotstånd och därmed större skjuvspänning. I ett vattendrag som domineras av laminärt flöde beror den totala skjuvspänningen av fler faktorer (Einstein och Banks, 1950):

$$(5) \quad \tau_0 = \tau_{\text{sed}} + \tau_{\text{bf}} + \tau_{\text{lwd}} + \tau_{\text{andra}}$$

där τ_0 utgör den totala skjuvspänningen, τ_{sed} från sedimentkornen, τ_{bf} är skjuvspänning från eventuella bottenformer, till exempel dyner samt τ_{lwd} är skjuvspänningen som uppstår på grund av död storved i fåran.

Den skjuvspänning som bildas tack vara död storved kan utvecklas ytterligare genom att anta att trädstammen har en form av en cylinder (Clifford et al. 1992):

$$(6) \quad \tau_{\text{lwd}} = \rho \frac{H}{h} \frac{H}{2L} u^2$$

där ρ är vattnets densitet, H är stamdiameter hos den döda veden, \bar{h} är medelvattendjup i fåran, L är avståndet mellan den döda veden och u är flödes hastigheten. Från denna ekva-

tion kan vi se att skjuvspänningen från död storved ökar exponentiellt med ökad stamdi-
 meter och flöde samt är inverterat proportionellt med medelvattendjup och avstånd mel-
 lan storveden.

Den skjuvspänning som bildas genom sedimentkornen i fårans botten och sidor har
 studerats under lång tid. Ofta har man försökt beskriva den punkt i systemet där sedi-
 menten kommer i rörelse och erosionen börjar. När man beräknar skjuvspänningen som
 uppstår på grund av död ved bör detta värde relateras till den skjuvspänning som bildas
 tack vare sedimenten i fåran. Wilcock (2001) utvecklade ett samband mellan kornstorlek
 och skjuvspänningen som uppstår på grund av friktionsmotståndet från sedimenten enligt
 följande:

$$(7) \quad \tau_{sed} = 0.052 \rho (gSD_{65})^{0.25} u^{1.5}$$

där τ_{sed} är skjuvspänningen som uppstår på grund av friktionsmotståndet från sedi-
 menten, ρ är vattnets densitet, g är gravitationen, S är vattenytans lutning, D_{65} är kornstorle-
 ken vid 65 % i ett kumulativt histogram över kornstorleksfördelningen i sedimenten, u är
 flödes hastigheten. Genom att kombinera ekvation 4 till 7 finns en möjlighet att utvärdera
 både effekten av död ved inte minst på vattenytan lutning och flöde men även betydelsen
 av kornstorleken i sedimenten i fåran. Metoden förutsätter dock att det finns mätningar av
 olika fysikaliska parametrar.

En alternativ metod, och något enklare att beräkna, är att nyttja Mannings ekvation:

$$(8) \quad U = \frac{R^{0.66} S^{0.5}}{n}$$

där U är flödes hastigheten, n är Mannings tal vilken representerar en empiriskt uppskattad
 råheten i fårans botten och sidor, R är den hydrauliska radien vilket är lika med tvär-
 snittsarean delat med den våta perimetern (längden på botten som är i kontakt med
 vattnet över en tvärsnitt), och S är lutningen. Vattendrag som är utbildade i finkorniga
 jordarter kan formen på en tvärsnitt ofta approximeras med en parabel. Den hydrau-
 liska radien kan då beräknas med hjälp av följande ekvation:

$$(9) \quad R = \frac{b^2 h}{1.5b^2 + 4h^2}$$

där b är fårans bredd och h är största vattendjupet i tvärsnittet. Avseende Mannings tal,
 n , så finns det rikligt med tabellvärden att hämta från olika referenser. Mannings ekvation
 kan nyttjas för att uppskatta effekten av död ved på vattenståndet genom att justera Man-
 nings tal med och utan död ved i vattnet. Det finns tämligen rikligt med vetenskaplig li-
 teratur kring död ved och Mannings tal.

Dudley et.al (1998), genomförde hydrauliska mätningar före och efter att död ved hade
 rensats i ett vattendrag och resultaten visade att friktionsmotståndet, i form av Mannings
 tal, hade minskat med närmare 40 % efter rensningen. Effekten minskade med minskat

vattendjup vilket i sin tur är relaterat till flödet. Om detta resultat extrapoleras till vattendrag, såsom Ätran, innebär det att en flödespuls, orsakad av ett nederbördstillfälle, snabbare fortplantar sig nedströms om det inte finns död ved i vattnet. Effekten blir att flödestopparna blir mer accentuerade men mer kortvariga utan död ved i vattnet.

Det ökade friktionsmotståndet som bildas genom död storved innebär att sambandet mellan vattenföring och vattenstånd förändras. Med mer död ved i fåran ökar friktionsmotståndet vilket leder till att vattenytans lutning minskar. En effekt av död ved blir därför att mer vatten uppehåller sig i vattendraget vid en given tidpunkt med död ved (Thomas, 2005). Det betyder också att vattenståndet ökar något.

Ökad mängd vatten vid en given tidpunkt kan ses som negativt eftersom detta skulle kunna innebära en ökad översvämningrisk. Man måste dock beakta att fårans tvärsektion är avsevärt annorlunda vid översvämningstillfällen än vid låg- och medelvattenföring. Samspelet mellan vattenstånd och vattenföring specifikt för Ätran analyseras närmare i rapporten andra del. Man kan dock beakta att ökad mängd vatten och långsammare genomströmning kan vara positivt avseende vattenkvaliteten genom att retentionsförmågan ökar.

Förändrat strömningsmönster

När trädstammar och annan död ved faller i fåran kan de förankras vid den aktuella platsen eller transporteras nedströms och deponeras och förankras i fåran eller på flodplanet. Detta kan ske antingen i form av enstaka vedbitar och trädstammar eller i form av vedansamlingar. Påverkan på de hydrogeomorfologiska processerna blir något olika i de två fallen.

Macdonald, Keller E. (1987), visade i en studie att rensning av död ved i fåran leder till ökad lokal flödes hastighet på grund av minskad friktion vilket i sin tur leder till förändringar i vattendragets planform, till exempel att sinusiteten minskar samt att sediment som deponerats vid den döda veden förflyttas och att erosionsänkor vid meanderbågar fördjupas. När vattendraget rensas från död ved reagerar vattendraget genom att vattenytans lutning ökar. Orsaken till denna förändring kan härledas till att sediment frigörs för transporten nedströms. Motsatsen, när död ved ansamlas i fåran, innebär minskad lutning vilket också innebär att vattendragets förmåga att bära sediment minskar. Detta kan leda till ökad sedimentation i fårans botten. Resultatet i detta fall kan bli att fåran blir grundare och bredare. Förutsättningen är emellertid att sedimenttransporten nedströms fungerar på ett naturligt sätt. Om dammar förekommer i vattendraget kan effekten utebli. Om sedimentationen sker i en delsträcka nära bebyggelse kan denna effekt vara negativ eftersom den ökar risken för översvämningar.

Om effekten förekommer uppströms bebyggelse blir effekten att flödestopparna dämpas genom att fårans friktionsmotstånd ökar när fårans form förändras. Detta minskar risken för översvämningar. Flera studier visar dock att utan död ved tenderar vattendraget

att öka flödes hastigheten vilket innebär ökad erosionen i fåran. Detta kan ses som positivt eftersom vattnet snabbare led bort från problematiska delsträckor. Effekten kan dock bli ökad erosion i fårans kanter, speciellt i ytterkurvor, vilket kan leda till större risk för ras och skred.

Förutom att flödet delas upp runt död ved så kan det också innebära att flödet i helhet styrs om mot ena eller andra sidan. Om död ansamlas i ytterkurvan på en meanderbåge kan detta utgöra en positivt inslag. Erosionen är naturligt kraftigast på denna plats och om flödet bryts upp och bromsas innebär det att skjuvspänningen mot fårans kant minskar och därmed även erosionen. Död ved kan därmed skapa ett effektivt erosionskydd. Om emellertid en stor mängd död ved ansamlas vid en specifik plats kan flödet styras till ena sidan av fåran vilket i sin tur kan leda till en kraftig påverkan på fårans form. Tvingas vattnet konvergera när det passerar förbi en vedansamling ökar flödes hastigheten och därmed erosionsrisken. Flera undersökningar visar att stora vedansamlingar kan förskjuta meanderbågar, eller förflytta och dela upp fåran. Risken är dock liten vid enstaka mindre ansamlingar.

Effekter på sedimenttransporten

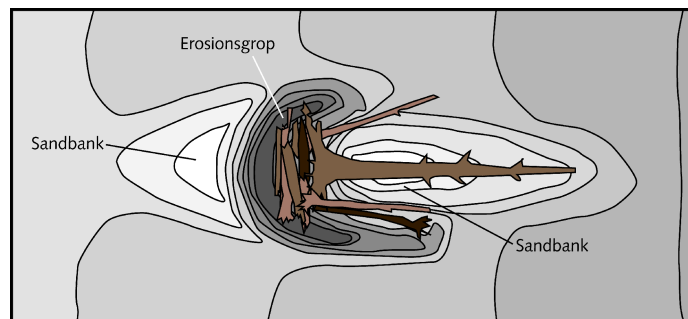
Som tidigare indikerat har död storved en betydande påverkan på sedimenttransporten i vattendraget. Genom av avleda strömningen runt den döda veden skapas lågenergiområden som leder till deposition av sediment upptröms den döda veden och erosion nedströms. Förankrade vedbitar och stammar skyddar botten och fårans sidor vilket minskar risken för erosion och tillförsel av sediment till fåran. Genom den döda veden kan sediment motsvarande flera hundra års högvattenflöden lagras i fåran (Tally, 1980). Hur mycket sediment som lagras på grund av död ved beror på vattendragets storlek. I vattendrag med en bredd mindre än sju meter fann Bilby och Ward (1989) att 40 % av vedbitarna var associerade med sedimentation. När vattendragen var bredare än 10 m var ca 20 % av sedimentlagringen associerad med död ved. En viktig funktion hos död ved i fåran är också att dämpa kraftiga toppar i sedimenttransporten (Montgomery et.al, 2003). Död ved tenderar att jämna ut sedimentflödestopparna vid tex höga vattenflöden.

Det kan också noteras att förutom effekten på sedimenttransporten är påverkan likartad avseende transporten av organiskt material. Bilby och Likens (1980) visade i en studie att uttransporten av fint organiskt material ökade med flera hundra procent när död ved rensades från ett vattendrag. Död ved i vattendraget innebär därför att det organiskt materialet stannar kvar längre i en delsträcka och bryts ner till mindre partiklar och utgör därmed viktigt tillskott till ekosystemet.

Effekt på fårans form

En viktig effekt av död ved i fåran är att flödet i tre dimensioner blir mer varierat på lokal nivå vilket i sin tur påverkar många hydrogeomorfologiska och biologiska processer som också leder till större variation längs vattendraget. En studie från Australien visade på en stor skillnad i bottenförhållanden mellan två, i stort sätt identiska vattendrag. Det rensade vattendraget visade en i stort sätt slät bottenprofil medan det naturliga vattendraget med död ved hade mycket stor variation i bottenprofil. Ökad variation i bottenprofilen leder till ökad skjuvspänning och lägre flödes hastigheter enligt ekvation 4. En ökad variation i flödes hastighet tack vare död ved, leder också till att kornstorleksfördelning blir mer varierad längs vattendraget, en faktor som ytterligare gynnar en större biologisk mångfald.

Ovanstående effekt av död ved har mycket stor vikt för den biologiska mångfalden och inte minst för fiskarter och dess reproduktion. Traditionellt sätt har man lagt ut lekgrus i vattendrag för att öka fiskbeståndet. Om inte de naturliga processerna i form av erosion och deposition beaktas kan nyttan vara kortvarig, till exempel att ytan översedimenteras av finkorninga sediment. Tillförsel av död ved kan skapa samma effekt fast på vattendragets egna villkor. Förutom att skapa goda reproduktionsytor, tillför död ved också möjligheter för juvenila fiskar att få skydd från predatorer samt viloplats. Naturligtvis ger den döda veden och ökad mängd akvatiska organismer som utgör viktig basföda för fiskarter som lax och öring.



Figur 2: Exempel på effekten av död ved på bottenprofilen. På grund av uppbromsning av flödet uppström vedansamlingen bildas en sandbank. Precis framför vedansamlingen bildas en erosionsgrop.

4. Översvämningar

ÖVERSVÄMNINGAR ÄR ETT VÄXANDE problem både i Sverige och i hela Europa. Enbart mellan 1998 och 2002 förekom över hundra större översvämningar vilket resulterade i 700 dödsfall, förflyttning av en halv miljon människor och kostnader över 25 miljarder Euro (Commission of the European Communities, 2004). De förväntningar som finns på kommande effekter av klimatförändringen visar på en risk att översvämningar kommer att öka i antal i framtiden.

Man måste dock beakta att översvämningar är en naturlig del av ett vattendrags utveckling. Om flodplanet skall kunna utvecklas med ekosystem måste översvämningar förekomma med jämna mellanrum. I ett naturligt vattendrag kan man generellt sätt kan man säga att någon form av översvämning sker med tre till fem års mellanrum. Orsaken till översvämningar är att tillskottet av grund- och ytvatten överstiger det som fåran kan transportera bort. Detta i sin tur beror på kraftiga nederbördstillfällen eller kraftig snösmältning. Man kan därför inte förhindra översvämningar men man kan göra åtgärder som dämpar de negativa effekterna av översvämningen. Hur stor översvämning flödet orsakar påverkas också av möjligheterna för vattnet att infiltrera ner i marken. Förekommer tjäle eller annan tät markyta såsom asfalt kan en stor del av vattnet rinna av som ytavrinning och snabbt nå fåran.

När väl vattnet når fåran blir fårans form och friktionsmotstånd samt flodplanets topografi och friktionmotståndet avgörande för hur stor översvämningen blir. Det betyder att inte bara området kring bebyggelsen är viktig att beakta utan framförallt området uppströms. Om vattnets upphållstid kan ökas, genom större förmåga att lagra vatten till våtmarker, samt ökat friktionsmotstånd i fåran och på flodplanet, kan effekten av översvämningar dämpas något.

Översvämningar är nödvändigt för att processerna i fåran och på flodplanet skall fungera och därmed med utgöra grund för viktiga ekosystem med stor biologisk mångfald. I många fall har vi har emellertid själva påverkat översvämningens förlopp. Exempel på åtgärder som ökar omfattningen av en översvämning är avverkning av skog nära fåran, uträtning av vattendrag, bristande dränering, markavvattning i skogs- och jordbruksmark. Den kanske allra viktigast orsaken till skador på grund av översvämningar är att man har bebyggt områden som alltid naturligt varit översvämmade med orgelbundna intervall.

Sambandet mellan död storved och översvämningar

Under lång tid har man ansett att död storved, speciellt stamved, minskar flödet kraftigt vilket leder till avsevärt fler översvämningar. Detta argument har också förts fram i diskussionerna kring rensningar i Ätran.

Från omfattande studier, från bla USA, Australien och England vet vi att det krävs omfattande blockering av fåran innan det leder till en mätbar effekt på vattenståndet (Rutherford et.al. 2002). Analyser visar att det krävs att minst 10 % av tvärsnittsarean måste blockeras av död ved för att det skall ge en signifikant skillnad i vattenstånd. Det är mycket ovanligt att finna så mycket död ved i de svenska vattendragen idag. Undantaget är möjligen vattendrag som är helt opåverkade med gammal skog kring flodplanet.

Jämfört med andra parametrar som nederbördsmängd och intensitet, avrinningsförhållanden i dräneringsområdet m.m. har död ved relativt liten påverkan på översvämningars storlek och frekvens. Död ved kan ha en viss effekt på mindre översvämningar med återkomstperiod på 1 eller 2 år, genom att förlänga tiden med översvämning med några timmar (Rutherford et.al. 2002). På lång sikt och på lokal nivå kan dock död ved påverka översvämningens risk genom att påverka sedimenttransporten och fårans form. Detta kan innebära både en positiv och negativ effekt.

5. Död ved och hydrologin i Ätran

Undersökningsområdet

Undersökningen har lokaliserats till området mellan Ljungafors kraftstation till Fridhem, Ätran. Detta innefattar delsträckan genom Svenljunga samhälle där översvämningssproblematik föreligger samt ytterligare ca 2 km nedströms. Sträckan mellan Ljungafors till Stapelbron bedöms som vara svagt meandrande medan sträckan Stapelbron till Fridhem bedöms som kraftigt meandrande. I den övre delen är jordarterna sandiga medan den nedre sträckan är mer finkornig, kring mo, mjäla. Ätrons bredd varierar men är i genomsnitt ca 20 meter vid normalvattenföring. Stor del av delsträckan har en strandzon med alträd med stamdiameter kring 20-30 cm. På vissa delar av delsträckan finns träd som hänger ut över fåran. genom rensningar är dock antalet träd som ligger i fåran ytterst begränsat. En mer utförlig beskrivning av delsträckan finns i Nolbrant (2006).

Målsättning och syfte

Syftet med denna del av Restaurering av Ätran, etapp II, var att undersöka om nedfallna träd och i längden död storved i Ätran bidrar till översvämningssproblematiken kring Svenljunga samhälle. Ursprunglig målsättning var att mäta vattenståndsförändringar före och efter rensning av nedfallna träd och därmed mäta dämningseffekten genom förändrad lutning hos vattenytan vid olika vattenföringar. Av olika orsaker bedöms volymen död ved i delsträckorna vara så liten idag att det inte är möjligt att mäta någon effekt av död ved på vattenytans lutning. Beräkningarna har därför koncentrerats på frågan kring hur ökad mängd död ved i Ätran skulle påverka hydrologin. Detta är ett scenarium som är tänkbar



Figur 3: Bron vid Fridhem, januari 2005. Pegeln är monterad på vänstra brofästet. Flödet är nära lågvattenföring.

om rensningar av strandnära skog reducerades. Frågeställningen är också av större intresse eftersom bristen på död ved förekommer i många vattendrag vilket gör det aktuellt att på artificiell väg tillföra mer död ved för att på så sätt gynna ekosystemen.

Metod

I november 2005 upprättades två pglar som under 2006 har avläst manuellt av Samhällsbyggnadskontoret, Svenljunga kommun. Intervallet mellan avläsningarna har varit en vecka. Vid avläsningarna har även strömningshastigheten uppmätts med flottörmetoden. Strömningen har under undersökningsperioden varit subkritiskt. Flödet, Q , har under mätperioden uppmätts med hjälp av en tryckpegel fastsatt på övre vägbron i Svenljunga samhälle. Placeringen av de manuella pglar valdes i samråd med Svenljunga kommun för att även kunna nyttjas för andra hydrologiska beräkningar. Vid varje pgl har fårans tvärsnitt mäts upp samt tvärsnittsarean, våta perimetern och hydraulisk radie. För kontroll har även pglen på Axelfors kraftstation avlästs en gång per vecka. Den gamla bron i Svenljunga bedöms vara begränsande och därmed en bestämmande sektion. Nedström Svenljunga har någon liknande bestämmande sektion inte kunnat fastställas utan Stapelbron och Fridhem bedöms ligga inom samma sektion. Vid Axelfors noterades förutom pglvärdet, även om utskoven var öppna eller stängda. På grund av reparationer i kraftverket var pglen bortmonterad under sommaren 2006 varvid inga pglvärden kunde noteras.

Nedfallna träd och död ved är i grunden ett tre-dimensionellt problem med komplicerad strömning kring stam och grenar. I denna undersökning har dock en tre-dimensionell strömningsmodell ansetts vara allt för kostsam och tidskrävande att upprätta, varvid ett förenklat beräkningsätt har antagits. I denna studien har två beräkningsmetoder utnyttjats för att uppskatta effekten av död ved i Ätran.

Analysmetod 1.

Metod 1 bygger på sambanden redovisade i ekvation 3 till 7 i denna rapport. En modell byggdes upp där skjuvspänningen beräknades för död ved och kornstorleken i sedimenten. värden för den våta perimetern, vattenytans lutning, flödeshastighet, m.m. hämtades från beräkningar utifrån faktiska mätningar vid pglarna. Vid beräkningarna har tvärsnittet vid Fridhem nyttjats. Slutligen har även vattenytans lutning beräknats. Påverkan av död ved har analyserats i från olika stamdiametrar, avstånd mellan träden och olika flödessituationer.

Analysmetod II

Mannings ekvation redovisad i ekvation 8. har nyttjats för att beräkna förändringar i vattenytans lutning. Empiriska tabellvärden för hinder i fåran i form av nedfallna träd har nyttjats. Värden för vattenytans lutning, våta perimeterna och flödeshastighet har nyttjats från tvärsnittet vid Stapelbron.

6.Mätning av vattenstånd och lutning

Pegelmätningar

Fridhem

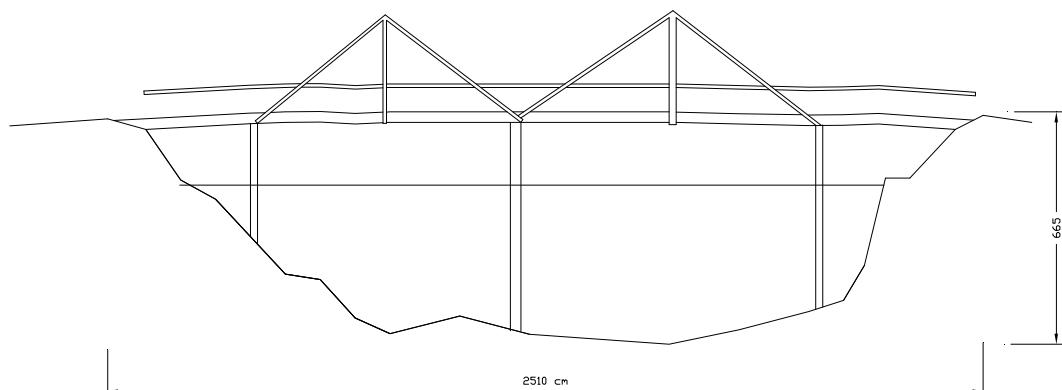
Pegeln vid Fridhem upprättades vid södra brofästet för att möjliggöra enkel manuell avläsning från fårans östra sida. Avståndet mellan pegeln vid Fridhem till tryckpegeln i samhället är 5 711 meter längs flödeslinjen i fåran samt mellan Fridhem till pegeln vid Stapelbron, 4098 meter. Pegelns koordinater i rikets nät är 6374256/1338094.

Pegeln höjdbestämdes med avvägningsinstrument till fixpunkt ca 300 öster om bron vid Fridhem. Sambandet mellan pegelvärde och höjd över havet är redovisat i figur 3. Området kring tvärsnittet utgörs av ett flackt sandigt flodplan bevuxen med vall. Bron är belägen på en raksträcka mellan två meanderbågar. Trädridåer förekommer i slutningen ned mot flodplanet men stamdiametern är relativt liten vilket troligen indikerar ung ålder. En större erosionsbrant förekommer i ytterkurvan ca 300 m uppströms.

Bredd på tvärsnittet vid breddflöde är 25,1 meter och största uppmätta djup vid breddflöde är 665 cm. Tvärsnittsarea vid breddflöde är 118,4 m². Vid medelvattenföring är bredden 21,5 meter, vattendjupet är 475 cm.

Friktionsmotståndet i fåran och på stränderna uppskattades i fält utifrån metod och värden angivna i Arcement & Scheider (1989) I fåran antas ett Mannings tal motsvarande 0,022 medan stränderna som är bevuxna med buskar träd och högt gräs ovan vattenståndet vid medelvattenföring, uppskattas till 0,2. Från pegelmätningar och inmätning av tvärsnittet har samband mellan vattenstånd och olika hydrologiska karakteristik

Figur 4: Tvärsnitt över Ätran vid Fridhem. Norr är mot den vänstra sidan.



beräknats. I de samtliga fall har ett linjärt samband utnyttjats. Resultatet är redovisat i tabell 1.

Parameter	Samband med pegelvärde
Vattenstånd, h	$h = 139,83 + 0,01 \cdot \text{pegelvärde}$
Tvårsnittsarea, A	$A = 47,91 + 0,212 \cdot \text{pegelvärde}$
Våta perimetern, P	$P = 24,08 + 0,02665 \cdot \text{pegelvärde}$
Hydraulisk radie, R	$R = 1,98 + 0,006 \cdot \text{pegelvärde}$

Tabell 1: Sammanställning av hydrologisk karaktäristisk för mätpunkten vid Fridhem. Sambanden gäller upp till breddflöde.

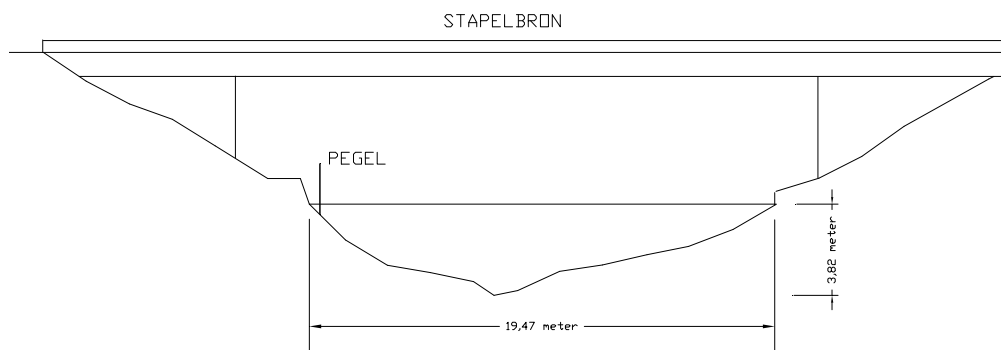
Stapelbron

Pegeln vis Stapelbron är lokaliserad till östra stranden ca 25 m uppströms bron. Själva pegelskalan monterades ca 50 cm ut i fåran med förankring bakåt mot flodplanet. Avståndet mellan pegeln och tryckpegeln i samhället är 1 622 meter längs flödeslinjen i fåran samt mellan Fridhem till pegeln vid Stapelbron, 4098 meter. Pegelns koordinater i rikets nät är 6376654/1338094.

Pegeln höjdbestämdes med avvägningsinstrument till fixpunkt ca 100 meter väster om Stapelbron. Sambandet mellan pegelvärde och höjd över havet är redovisat i figur 3.

Friktionsmotståndet uppskattas till 0,02 i fåran och 0,2 på den östra sidan och 0,15 på den västra sidan där undervegetationen är mindre tät.

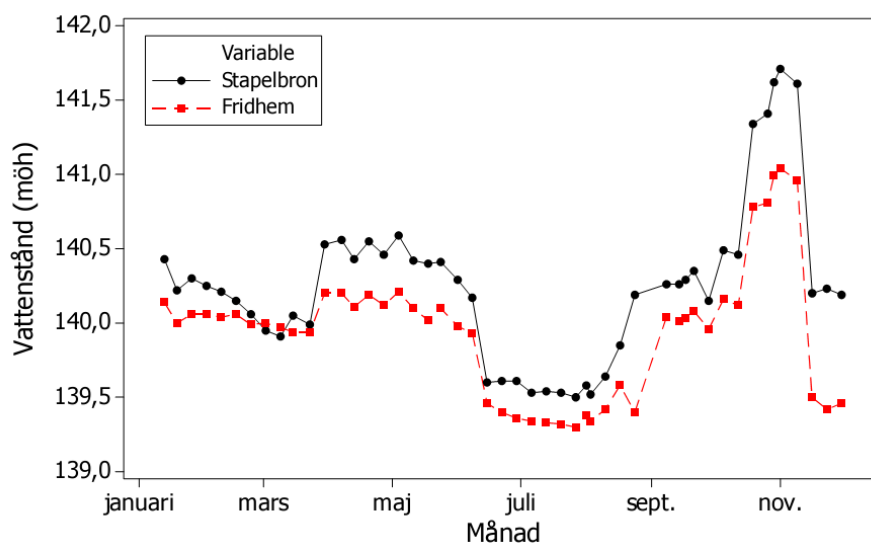
Ätran är tämligen djupt nedskuren vid Stapelbron, vilket gör att även de högsta flödena kommer att hållas inom fåran. Cirka 200 m uppströms samt nedanför Stapelbron finns lägre flodplan där Ätran kan svämma över vid flöden över ca 40 m³/s. Fårans bredd vid normalvattenföring är 19,5 meter med ett djup kring 3,8 meter.



Figur 5: Tvärsnitt över Ätran vid Stapelbron

Vattenståndsvariationen under 2006

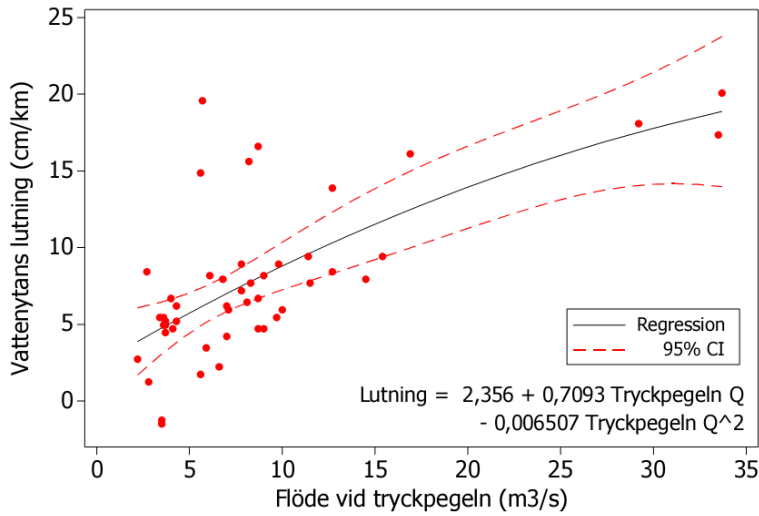
Flödet i Ätran har varierat mycket kraftigt under 2006 från 2 upp till 43 m³/s. Båda värdena tangerar de maximala värden som har noterats i Ätran sedan mätningarna började. Dessa förutsättningar innebär utmärkta möjligheter att studera samband mellan vattenföring och vattenstånd, lutning, m.m. En komplikation är dock att under sommarmånaderna hade Borås Energi utskoven öppna på Axelfors kraftstation samt i slutet av november i samband med mycket höga flöden. I samband med öppna utskov har vattenståndet ovan kraftverket minskat med upp mot en meter.



Figur 6: Vattenståndsvariationen i Ätran under 2006

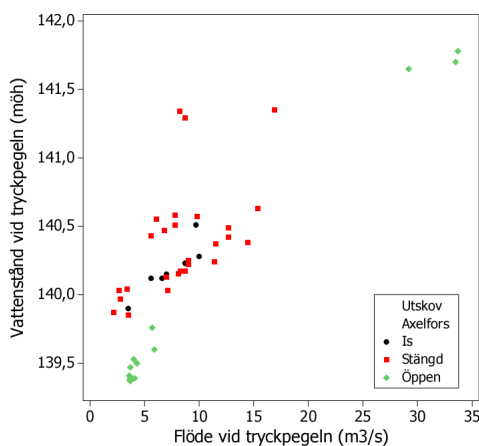
Figur 6. visar hur vattenståndet i Ätran har varierat under 2006 vid Fridhem och Stapelbron. Generellt sätt ligger vattennivån ca 20 cm lägre vid Fridhem än vid Stapelbron.

Resultatet visar att vattenståndet i Ätran varierar med över 2 meter mellan lägsta och högsta vattenstånd. Skillnaden i vattenstånd mellan lågvattenföring och högvattenföring är större vid Stapelbron än vid Fridhem. Skillnaden mellan de två pendlarna ökar ju högre flödet är i Ätran. Ovanstående data kan även relateras till vattenföringsdata från tryckpegeln i Svenljunga. Enligt Mannings ekvation är vattenföringen proportionell med kvadratroten av lutningen. Ett kvadratisk samband har därför nyttjas för att beskriva sambandet mellan vattenytans lutning och vattenföring redovisat i figur 7. Diagrammet visar att lutningen i Ätran är mycket liten, ofta inom 2 cm /100 m. Detta är en ganska typisk situation i meanderande vattendrag i finkorninga jordarter. Vi kan också se att lutningen ökar med ökad vattenföring. Vid högvattenflöden kan skillnaden mellan Stapelbron och Fridhem uppgå till 80 cm. Det finns några avvikande punkter i övre vänstra delen av figuren vilket troligen beror på nedsänkt vattenyta i Axelfors kraftstation.

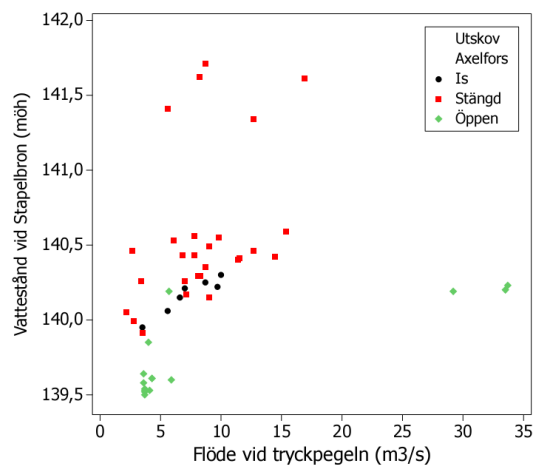


Figur 7: Variation i vattenytans lutning med vattenföring

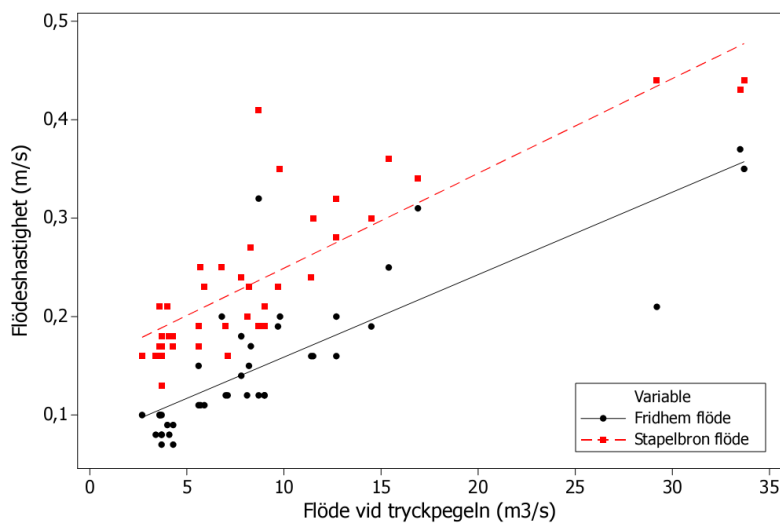
Vid peglarna har också flödes hastigheten uppskattats med hjälp av flottörmetoden. Metoden är relativt grov men ger en ungefärlig uppfattning av flödes hastighet i fåran. Resultatet blir också bättre om flödet är laminärt och friktionsmotståndet är lågt, något som är karakteristiskt för Ätran på de aktuella platserna. Figur 10 visar sambandet mellan flödes hastighet och flödet vid Stapelbron och Fridhem. Linjär regression visar på ett signifikant samband mellan parametrarna. Det går också att se att flödes hastigheten generellt sett är högre vid Stapelbron än vid Fridhem. Detta beror på att skillnader i tvärsnittsarea samt att fåran är i stort sätt rak uppströms Stapelbron. Fårans bredd är mindre vid Stapelbron än vid Fridhem.



Figur 8: Avbördningskurva för tryckpegeln



Figur 9: Avbördningskurva för Stapelbron



Figur 10: Flödehastighetens förändring med flödet vid Stapelbron och Fridhem

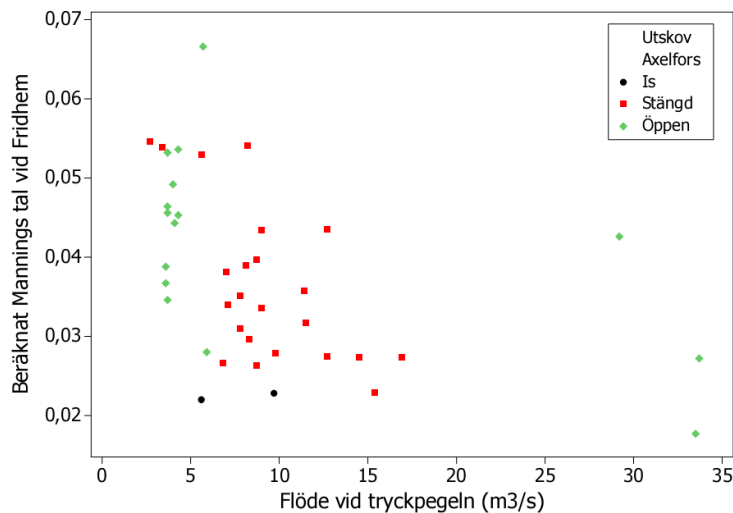
En intressant fråga är om översvämningsrisken kan påverkas genom att öppna utskoven i kraftstationen vid Axelfors. Detta gjordes i samband med de mycket höga flödena i december då båda peglar var under vattenytan. I ett opåverkat vattendrag bildar vattenstånd och vattenföring ett samband. Ju högre vattenföring desto högre vattenstånd. Om öppna utskov kan påverka detta samband bör detta avspeglas i avbördningskurvorna för tryckpegeln, Stapelbron och Fridhem.

Figur 8 visar på ett tydligt samband mellan vattenföring och vattenstånd vid tryckpegeln. Betydelsen av att utskoven i Axelfors är öppna eller stängda verkar ha marginell betydelse för sambandet. Möjligen kan man ana att utskoven har påverkat vid låg vattenföring.

Om vi istället studerar det högra diagrammet i figur 9 kan vi se en stor påverkan om utskoven är öppna i samband med höga flöden. En uppskattning är att vattenståndet är nästan 1 meter lägre än vad det borde vara med stängda utskov vid Stapelbron.

Ovanstående resultat kan indikera att öppna eller stängda utskov vid Axelfors kan ha betydelse för översvämningsrisken i samband med höga flöden, speciellt i de delar av Ätran som ligger nedströms Stapelbron. Vid samhället, där olägenheter uppstår, kan dock betydelsen vara mindre. Det är troligt att ju närmare gamla bron man kommer desto mindre betydelse har öppna utskov i Axelfors.

Den insamlade informationen från peglarna möjliggör även en uppskattning av Mannings tal enligt ekvation 3. I detta fall har tvärsektionen vid Fridhem nyttjats. Variationen i friktionsmotstånd med olika flöden är redovisade i figur 11.



Figur 11: Beräknad Mannings tal vid olika flöden vid Fridhem

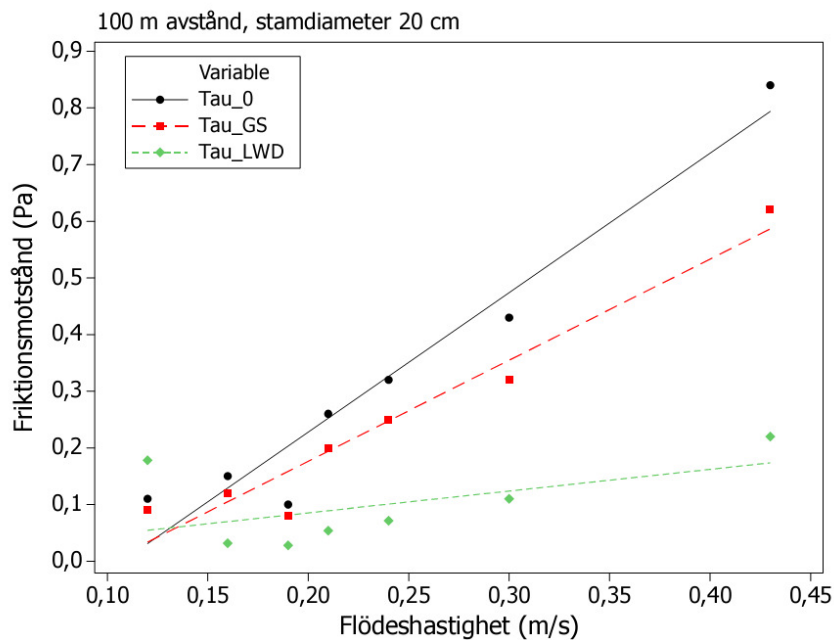
Figur 11 visar att Mannings tal varierar mellan 0,02 till 0,07 med ett medelvärde kring 0,04. Detta är något högre än det värde som uppskattades från olika referenser. Det är möjligt att sedimenten i fårans botten är grövre än finsand vilket har betydelse för friktionmotståndet.

Från figur 11 kan man ana att friktionmotståndet minskar med ökat flöde. Det är sannolikt relaterat till kvoten mellan tvärsnittsarean och den våta perimeteren. I och med att fårans form kan approximeras med en parabel kommer tvärsnittsarean öka snabbare än den våta perimeteren. Det betyder att inflytandet av friktionmotståndet från fårans botten och sidor bli mindre när vattenståndet ökar. Detta gäller givetvis inte när fåran svämmar över sina breddar. Då kommer den våta perimeteren att öka kraftigt jämfört med tvärsnittsarean samtidigt som markytans råhet är betydligt större än i fåra.

Metod I: Modell för effekten av trädstammar i Ätran

Genom att nyttja ekvationerna i början av denna rapport fanns en möjlighet att bygga upp en modell där effekten av död ved på skjuvspänningen kunde beräknas. Skjuvspänningen är intressant eftersom den skapar en dämningseffekt vilket leder till högre vattenstånd i fåran.

I modellen antogs att trädstammarna kan approximeras som cylindrar. Ingen hänsyn togs till rotklumpar. Likaså togs ingen hänsyn till den påverkan på bottenpografien som död ved kan skapa på lång sikt. Detta kan leda till en underskattning av det friktionsmotstånd som uppstår på grund av död ved. Trädstammar som hamnar i fåran tenderar dock att förankras i botten och delvis översedimenteras. I modellen antogs att trädstammen låg helt över botten vilket överskattar friktionsmotståndet jämfört med en verklig situation. Trädstammar som hamnar i fåran har naturligtvis ett grenverk som påverkar flödet. Flera



Figur 12: Sambandet mellan flödes hastighet och friktionsmotstånd för sedimenten och död ved. Tau_0 motsvarar det totala friktionsmotståndet i fåran, Tau_GS är friktionsmotstånd på grund av sedimenten och Tau_LWD är friktionsmotstånd på grund av död ved. Tvärsnittet vid Fridhem har nyttjats i beräkningarna.

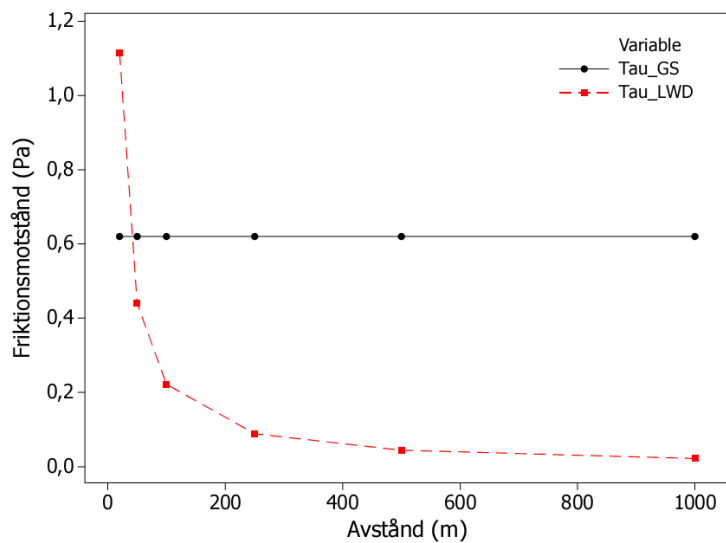
studier visar dock att grenverket har relativt liten betydelse för friktionsmotståndet jämfört med trädstammen.

Beräkningarna genomfördes med uppmätt data från tvärsnittet vid Fridhem. Beräknad skjuvspänning från död ved jämfördes med den skjuvspänningen som uppstår genom sedimenten i fårans botten och sidor. En kornstorlek motsvarande finsand antogs i modellen. För att undersöka effekten av död ved genomfördes beräkningar med olika flöden samt olika avstånd mellan trädstammarna och stamdiameter. I de sistnämnda fallen nyttjades en flödessituation med relativt högt flöde (33,5 m³/s).

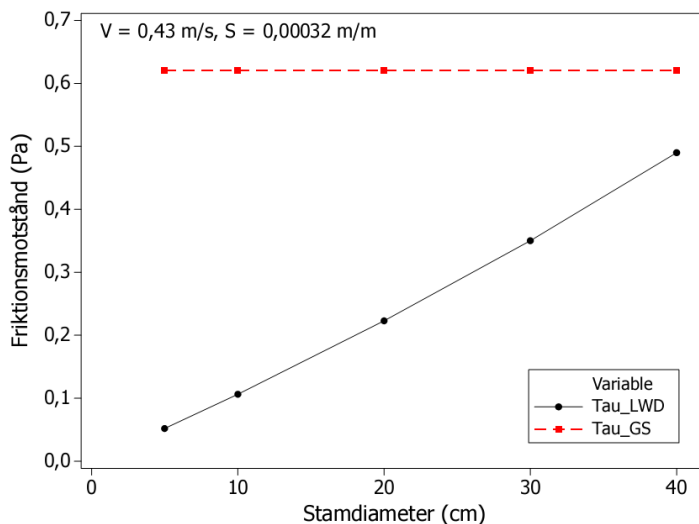
Figur 12 visar en beräkning av friktionsmotståndet (skjuvspänningen) av död ved i Ätran vid olika flöden. Resultatet visar att friktionsmotståndet både från sedimenten och död storved ökar med ökat flöde. Man skall dock beakta att även den nedåtriktade kraften ökar med ökat flöde. Man kan dock notera att friktionsmotståndet från sedimenten står för en allt större del av det totala friktionsmotståndet vid högre flöden. Lutningen på kurvan för den döda storveden är inte lika brant. Det betyder att ju högre flöde, desto mindre betydelse får den döda veden jämfört med sedimentens friktionsmotstånd. Under de flödessituationer som förekom i december 2006, var flödes hastigheten närmare 0,8 m/s vilket gör att man kan anta att effekten på översvämningsrisken hade varit relativt liten även om det låg trädstammar i Ätran med 100 meters avstånd. Den största effekten till ökat vattenstånd kommer friktionsmotståndet i sedimenten. Detta gäller speciellt i de områden som vara

särskilt kritiska december 2006 eftersom dessa ligger så pass nära den gamla bron i samhället som utgör en bestämmande sektion.

Om vi istället varierar avståndet mellan trädstammarna kan vi se att effekten av trädstammar i Ätran blir radikalt större om avståndet mellan varje trädstam är mindre än 100 meter (figur 13). Vid 25 meters avstånd mellan trädstammarna är friktionsmotståndet från död ved lika stort som sedimenten vid detta flöde. Detta kommer att påverka sambandet mellan flöde och vattenstånd så att den blir brantare, vilket i sin tur kan leda till ökad översvämningsrisk.



Figur 13: Effekten av död ved i Ätran med olika avstånd mellan trädstammarna. Flödes hastighet = 0,43 m/s. Tau_GS står för friktionsmotstånd på grund av sediment medan Tau_LWD är på grund av död ved.



Figur 14: Variationen i friktionsmotstånd med stamdiameter. Avstånd mellan trädstammarna är 100 m.

De träridåer som förekommer längs Ätran vid Svenljunga har relativt ung ålder, ofta mindre än 50 år. Det gör att stamdiametern hos alträden är i genomsnitt mellan 20 till 30 cm. Det är mycket ovanligt med stamdiameter över 30 cm. Det förekommer frekvent med mindre alträd, kring 10 cm stamdiameter. Figur 14 visar på sambandet mellan stamdiameter och friktionsmotstånd. Figuren visar att friktionsmotståndet ökar linjärt med med ökad stamdiametern. Från en hydrogeomorfologisk inventering (Kling, 2007) har de träd som ligger i Ätran i de flesta fall en stamdiameter kring 20 cm eller lägre.

Metod II: Beräkningar med hjälp av Mannings ekvation

Mannings ekvation har nyttjats i många beräkningar där effekten av friktionsmotståndet behöver uppskattas. Ofta nyttjas referensböcker med fotografier och uppmätt värde för Mannings tal. Arcement och Schneider (1989) har publicerat ett utmärkt guide för att bedöma Mannings tal i fält.

Den grundläggande metoden bygger på att man viktar samman olika faktorer för att uppskatta ett värde för Mannings tal. Ofta är friktionsmotståndet väsentligt olika i fåran och på flodplanet. Därför kommer det viktade Mannings tal vara olika när vattenståndet är lägre än när vattendraget svämmar över sina breddar. Den grundläggande beräkningen bygger på följande:

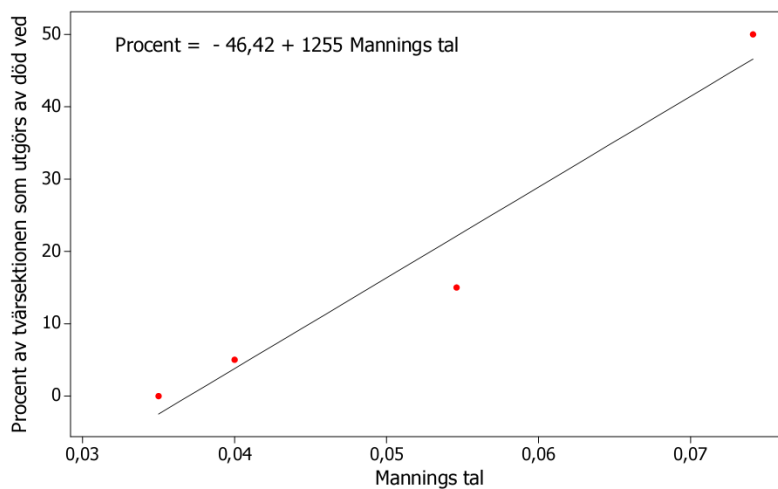
$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

där n_b är basvärdet för vattendraget, n_1 är tillkot på grund av ojämnheter i fårans botten och sidor, n_2 är variation över tvärsektionen, n_3 är hinder i fåran till exempel trädstammar, brofundament m.m., n_4 är friktionsmotstånd från vegetation i fåran och på flodplanet samt m är en justering på grund av meandrande vattendrag.

Vid Fridhem kan vi anta ett sandigt sediment med en kornstorlek kring 0,5 mm. Enligt tabell ger detta ett värde kring 0,022 som n_b . Avseende ojämnheter, n_1 , är Ätran tämligen jämn i sin form. En mindre justering görs för förekomst av undermindring till 0,005. På de punkter där det förekommer erosionsfickor vid alträd kan dock denna faktor ha betydelse och behöver ökas till 0,01. Effekten av hinder, n_3 , bedöms idag vara i stort sätt noll. Den hydrogeomorfologiska inventeringen under 2006 (Kling, 2007) visar att död ved i Ätran är mycket begränsad i fåran. Det är också denna parameter som är intressant att utvärdera. Förekomst av vegetation i fåra är också begränsad varför ingen justering görs för denna parameter. Ätran är ett meandrande vattendrag vilket gör att värdet för m måste justeras. I delsträckan kring Fridhem är meandring relativt kraftig och ett värde för m motsvarande 1.3 har därför nyttjats.

Ett totalt värde för Mannings tal vid Fridhem uppgår till 0,035 vilket ligger relativt nära det uppmätta värdet. Vid Stapelbron är fåran mer rak och ett värde för m antas till 0,15. Mannings tal vid Stapelbron blir då 0,030.

Figur 15 visar på förändringen i Mannings tal med olika grad av fårans som är hindras av död ved. Om vi jämför med uppmätta värden kan vi se att om fårans tvärsektion täcks med upp till 10 % av tvärsnittsarean så ligger den ökade råheten inom den redan existerande variationen. Över 10 % kan död ved ha en viss påverkan på vattenståndet, framförallt vid låga flöden. Motsvarande rekommendation anges även i Water and Rivers Commission (2000). Det är viktigt att komma ihåg att är väl vattendraget går över sina breddar blir tvärsektionen avsevärt annorlunda om det finns ett flodplan. Del kommer den våta perimetern öka kraftigt jämfört med tvärsnittsarean samt att hela tvärsektionen råhet ökar betydligt. Vid dessa tillfälle har död ved i fåran mycket liten betydelse.



Figur 15: Förändring i Mannings tal på grund av död ved i fåran

Sammanfattning och rekommendationer

Den vetenskapliga litteraturen visar klart att död ved i vattendraget har mycket stor betydelse för vattendragets funktion och den biologiska mångfalden. Om rensningar av död ved sker under längre tid kan det ge stora konsekvenser i form av överfördjupning av fåran brantare vattendrag samt underskott av sediment. På sikt kan det leda till en instabilitet i hela vattendraget med ökad frekvens av massrörelser i form av ras och skred längs fåran. En viktig åtgärd i ett vattendrag som Ätran är därför att öka mängden död ved genom att minimera rensningar av nedfallna träd längs fåran. Det ger en långsam och naturlig tillförsel av död ved. Resultaten visar dock att friktionsmotståndet från död ved har relativt sedimenten en liten betydelse vid höga flöden. Den viktigaste faktorn för översvämningar är fortfarande hur mycket nederbörd som faller i dräneringsområdet och hur snabbt det når fåran.

Om stora mängder död ved ackumulerar i Ätran kan det dock ge negativa konsekvenser. Sediment kan fångas in av veden vilket höjer bottenivån och ökar frekvensen av över-

svämningar. Det är dock inte troligt att detta kommer ske de närmaste 50 åren även om Ätran får utvecklas utan rensningar.

Från resultaten rekommenderas det därför att rensningar av nedfallna träd bör minimeras i omfattning. Eventuella träd som faller i Ätran bör istället dras in mot stranden så att vinkeln blir mindre än 40 grader. Delsträckan genom samhället kan fortsatt rensas för att helt undvika effekten av död ved i fåran. Uppströms Svenljunga bör man vara mycket försiktig med rensningar av död ved då dessa kan accentuera flödestoppen och risken för översvämningar. Pegelmätningar och inmätningar av fast tvärsektioner bör ske med jämna mellanrum för kontrollera om det förekommer deposition i fårans botten.

Resultat pekar på att Axelfors kan ha viss inverkan på översvämningsrisken vid samhället. En rekommendation är därför att undersöka detta vidare för att avgöra vilken betydelse öppna utskov har och i det fall det fyller en funktion, hur lång tid i förväg dessa bör öppnas.

7.Referenser

- Arcement, G., Schneider, V., 1989: Guide for selecting Mannings's roughness coefficients for natural channels and floodplains, U.S. Geological Survey Water Supply Paper, vol. 2339, 44 s.
- Bilby, R. E., G. E. Likens. 1980: Importance of organic debris dams in the structure and function of stream ecosystems. *Ecology* 61, s. 1107-1113.
- Bilby, R. E. and J. W. Ward. 1989: Changes in characteristics and function of woody debris with increasing size of streams in western Washington. *Transactions of the American Fisheries Society* 118, s. 368-378.
- Braudrick, C., Grant, G. 2001: Transport and deposition of large woody debris in streams: a flume experiment, *Geomorphology* 41, s. 263-283.
- Clifford, N., Richards, K.S., Robert, A., 1992: The influence of microform bed roughness element on flow and sediment transport in gravel bed rivers: Comment on a paper by Marwan A Hassan and Ian Reid, *Earth Surf. Processes Landforms*, vol 17, s. 529-534.
- Commission of the European Communities, 2004: Flood risk management, Flood prevention, protection and mitigation, 11 s.
- Degerman, E., Halldén, A., Törnblom, J., 2005: Död ved i vattendrag - Effekten av skogsålder och naturlig skyddszon på mängd död ved, *Världsnaturfonden, WWF*, 24 s.
- Dudley, S. J., J. C. Fischenich, S. R. Abt. 1998: Effect of woody debris entrapment on flow resistance. *Journal of the American Water Resources Association* 34 s. 1189-1198.
- Einstein, H.A., Banks, R.B., 1950: Fluid resistance of composite roughness, *Eos. Trans. AGU*, 31, s. 603-610.
- Kling, J., 2007: Hydrogeomorfologisk inventering av Ätran mellan Sexdrega och Svenljunga samhälle - Restaurering av Ätran, etapp II, s. 65.
- Manga, M., Kirshner, J., 2000: Stress partitioning in streams by large woody debris, *Water Resources Research*, vil. 36, no.8, s. 2373-2379.
- Marsh, N., Rutherford, I. och Jeris, K. 2001: Predicting pre-disturbance loading and distribution of large woody debris, in I. Rutherford, F. Sheldon, G. Brierley, C. Kenyon (eds), *Third Australian Stream Management Conference, CRC Catchment Hydrology, Brisbane*, s. 391-397.
- Macdonald, A., E. A. Keller. 1987: Stream channel response to the removal of large woody debris, Larry Damm Creek, Northwestern California. Pages 405-406 in *Erosion and Sedimentation in the Pacific Rim. IAHS Publication No. 165. International Association of Hydrological Sciences, Washington, DC.*

- Montgomery, D., Collins, B., Buffington, J., Abbe, T., 2003: Geomorphic effect of wood in rivers, American Fisheries Society Symposium 2003, 27 s.
- Nolbrant, P., 2005: Restaurering av Ätran - naturvärdesbedömning och åtgärder för biologisk mångfald, friluftsliv och minskad översvänningsrisk, Svenljunga kommun och Biodivers naturvårdskonsult, s.67.
- Nolbrant, P., 2006: Personlig kommunikation.
- Nolbrant, P., 2006: Inventering och naturvärdesbedömning av Ätran med dess stränder i Svenljunga kommun, Svenljunga kommun och Biodivers naturvårdskonsult, s.67.
- Rosengren, Stjernquist, I., 2004: Gå på djupet! Om rot djup och rotproduktion i olika skogstyper, SUFOR, 55 p.
- Schuett-Hames, D., A. Pleus, L. Bullchild, S. Hall. 1994: Timber-fish-wildlife ambient monitoring program manual. Timber, Fish and Wildlife TFW-AM9-94-001, Northwest Indian Fisheries Commission, Olympia, WA.
- Rutherford, I., Marsh, N., Price, P., Lovett, S. 2002: Managing woody debris in rivers, Fact Sheet 7, Land and Water Australia, Canberra, 16 s.
- Tally, T. 1980: The Effects of Geology and Large Organic Debris on Stream Channel Morphology and Process for Streams Flowing Through Old Growth Redwood Forests in Northwestern California. Doctor of Philosophy. University of California, Santa Barbara, Santa Barbara, CA, 273.
- Thomas, H., 2005: An investigation of the hydraulic impact of floodplain woodland, Geophysical Research Abstracts, Vol.7.
- von Leibundgut, G., H. Dafis S., Richard F. 1963: Untersuchungen über das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 114 (11): 621-646.