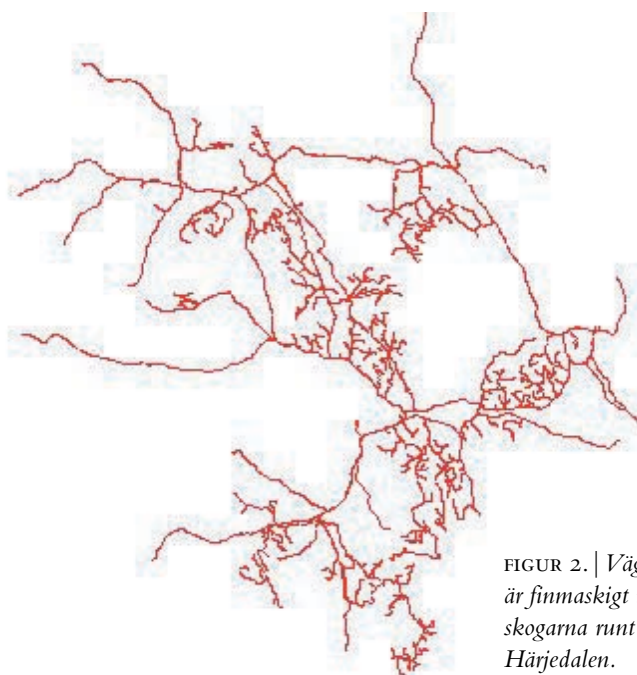


LEIF OLSSON

## Dator beräknar snabbt vilka vägar som bör rustas upp

- Vägar med dålig bärighet under tjällossning och perioder med mycket regn gör virkes-transporter problematiska.
- Stora geografiska områden med många vägar gör det svårt att manuellt välja ut vilka vägar som är de bästa att upprusta för att förbättra den totala tillgängligheten på virke i vägnätet.
- Den snabba utvecklingen av persondatorer och programvaror gör det möjligt att inom några minuter beräkna vilka vägar som ska upprustas, även då det rör sig om hundratals.
- Marginal-, medel- och total-kostnader för investeringarna kan beräknas snabbt, vilket möjliggör jämförelser med kostnader för alternativ, t.ex. att lagerhålla virke.
- Riskanalyser är möjliga att utföra och osäkerhet i vägarnas bärighet kan hanteras vid beräkningarna.



FIGUR 2. | Vägnätet är finmaskigt i skogarna runt Sveg i Härjedalen.

Den dåliga standarden på vägnätet främst i Norrlands inland har debatterats flitigt under åren. Speciellt kritiskt är det för skogsindustrin under tjällossningen samt under perioder med ihållande regn. Bärigheten på främst skogsbilvägar blir då kraftigt nedsatt, vilket gör att det blir mycket svårt att frakta virket ut ur skogen (figur 1, sista sidan).

Skogsnäringen har på senare tid uppmärksammat vägarna eftersom deras kunder vid trä- och pappersindustrin ställer allt högre kvalitetskrav på det levererade virket. Det får med andra ord inte bli liggande för länge vid bilväg på grund av risk för röta, torksprickor, blånad med mera.

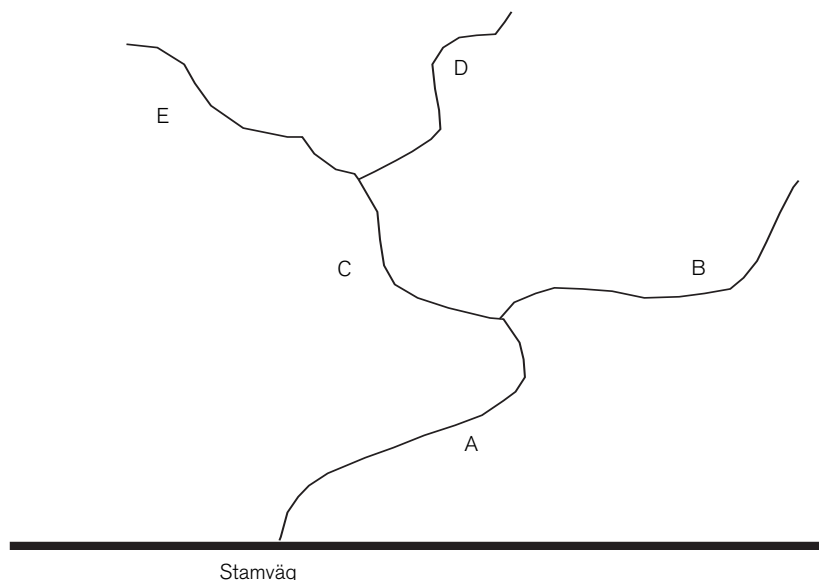
### Utspritt vägnät försvarar planering

Ett problem för skogsföretagen är att de använder väldigt många vägar som är geografiskt utspridda, vilket gör att planeringen av väginvesteringar blir komplicerad och tidskrävande. Med anledning av detta startades ett samarbetsprojekt mellan forskare vid SLU i Umeå, Mithögskolan i Sundsvall och Holmen Skogs skogstekniska avdelning i Örnsköldsvik.

I detta projekt har det påvisats att persondatorer med dagens prestanda är kraftfulla hjälpmedel vid planering av upprustningar i vägnätet, eftersom de kan utföra mycket komplicerade beräkningar. Projektet pågick mellan hösten 2000 och hösten 2003 och resultaten har nyligen sammanställts i en doktorsavhandling vid skogsekonomiska institutionen vid SLU i Umeå.

Under projektperioden fram till hösten 2003 utfördes datorberäkningar på ett av Holmen Skogs distrikt i Härjedalen som är en del av Iggesunds region. Data om vägnätets nuvarande skick, vägnätets struktur (figur 2, första sidan), vad det kostar att upprusta en väg samt tillgängliga avverkningsvolymerna uppdelade i trädslag tillhandahölls av Holmen Skog.

Resultaten från beräkningarna utvärderades av personal vid Iggesunds region. De tyckte att resultaten verkade rimliga och utgjorde ett bra planeringsstöd.



FIGUR 3. | Beskrivning av ett litet vägnät: endast stamvägen är framkomlig under perioder med ihållande regn och under tjällossningen. A, B, C, D och E är grusvägar som ej kan användas under dessa perioder.

Studien i Härjedalen har även motiverat SkogForsk tillsammans med Sveriges skogsnäring att utveckla ett datorbaserat hjälpmedel för väginvesteringar kallat VägRust. En prototyp beräknas bli klar under 2004.

### Beroende och oberoende vägar

Varför behövs då datorberäkningar vid planering av väginvesteringar? Studera det lilla vägnätet presenterat i figur 3. Vi antar att endast stamvägen kan användas för virkestransporter under tjällossning och perioder med mycket regn.

För att virkestransporter skall vara möjliga på väg B och C under dessa perioder krävs att A, B och C upprustas. Vi säger att vägarna B och C är beroende av väg A. Däremot kan man hämta virke utefter väg A utan att upprusta någon annan väg – A är därför en oberoende väg.

### Svårt att avgöra manuellt

Svårigheten att välja ut vägar manuellt ökar om vi vill hämta virke utefter väg D eller E i figur 3. Då de vägarna är beroende av både A och C krävs nämligen att vi upprustar även A och C om vi ska kunna komma åt virket utefter väg D eller E. Observera att speciellt väg A som hela tiden används vid transporter av virke från områden längre upp i vägnätet är väldigt viktig att lokalisera. Annars blir den lätt en flaskhals som

stoppar upp virkestransporter under perioder med dålig bärighet i vägnätet.

Problemet att överblicka alla vägar ökar väldigt fort med antalet beroende vägar, och det blir snabbt omöjligt att välja ut de bästa investeringarna manuellt. Med hjälp av datorberäkningar får vi däremot tillgång till de bästa möjliga investeringsförslagen inom några minuter för området i Härjedalen som innehåller hundratals vägar (figur 2).

### Olika scenarier beräknas fort

Det bör påpekas att datorberäkningar endast kan ge bra resultat om informationen som används vid beräkningarna är av god kvalitet. Dessutom är det omöjligt att veta hur stor del av året som vi drabbas av kraftiga regn och hur svår den årliga tjällossningen blir. Dessa faktorer måste alltid uppmärksammas när upprustningar i vägnätet planeras. Å andra sidan går datorberäkningarna så snabbt att de idag kan utföras många gånger. Detta tillåter att informationen uppdateras löpande under planeringens gång samt att resultatens överensstämmelse med verkligheten kan kontrolleras på plats flera gånger innan det slutliga upprustningsbeslutet tas.

Osäkerheter i vägnätets bärighet, orsakade av regn och tjällossning, hanterades vid studierna i Sveg genom att man angav olika framtidsscenarier. Det visade sig att om man tar hänsyn till denna risk

vid beräkningarna blir resultaten mycket lättare att använda praktiskt.

### Scenarier kan beräknas var för sig ...

Det antogs att det i genomsnitt är dålig bärighet i vägnätet tre, sex eller nio veckor per år under en tioårsperiod vid studien i Holmens distrikt i Härjedalen (figur 2). Om man kör datorberäkningen för ett tänkt utfall på sex veckor får vi den bästa lösningen, om man är säker på att det verkligen blir bärighetsproblem sex veckor per år, varken mer eller mindre. Resultat för tre och nio veckor får vi på samma sätt.

Det visar sig emellertid att en del av de vägar som är bäst att upprusta för att klara sex veckors bärighetsproblem inte är de bästa investeringsförslagen då man planerar upprustningar för en nio-veckorsperiod i Sveg. Hur kan detta komma sig?

När vi beräknar de bästa möjliga väginvesteringarna för tre, sex och nio veckors utfall var för sig, antar vi att de inträffar med säkerhet och inte att de är tre tänkta utfall i framtiden som inträffar med en viss sannolikhet. Därför är beräkningarna oberoende av varandra och det kan av den anledningen bli helt olika vägar som är de bästa investeringarna under de olika tänkta framtida utfallen på tre, sex eller nio veckor.

### ... eller alla tänkta utfall ihop

Observera att om man praktiskt ska upprusta vägarna vill man ofta börja att

upprusta för tre veckors utfall och sedan successivt kunna utöka upprustningarna om det anses nödvändigt. Detta är tyvärr inte möjligt att göra i Härjedalen om man strikt följer policyn ovan.

Däremot får man precis en sådan, mer flexibel policy, om man i stället beräknar upprustningarna i vägnätet med hänsyn till alla de tänkta utfallen (tre, sex eller nio veckor) samtidigt. Endast dessa lösningar återspeglar alltså verkligheten på ett sätt som gör det möjligt att direkt använda resultaten i praktiska planeringssituationer på ett kostnadseffektivt sätt.

### Som en bilförsäkring

Exemplet ovan blir lättare att förstå om vi istället tänker på en bilförsäkring. Det kostar pengar att ha bilen försäkrad men ger trygghet att kunna planera livet utan att behöva oroa sig för bilen. Ingen reagerar över om det på ålderns höst uppdragas att man betalat en massa pengar för försäkringspremier som aldrig använts. Förfarandet gav ju ett bättre liv med lägre risknivå vilket gav bättre nattsömn med mera.

På samma sätt blir det om man tar hänsyn till risker vid planeringen av upprustningar i vägnätet. Den planeringsansvarige på t.ex. Svegs distrikt kan sänka sin risknivå, eftersom hans beslut, grundat på att han tror att det endast blir dålig bärighet på vägarna under exempelvis en sexveckorsperiod kan omvärderas utan stora ekonomiska konsekvenser. Detta inträffar eftersom invest-

eringsförslagen för tre och sex veckor återfinns i nioveckorsfallet vilket ger ökad flexibilitet i planeringen. Denna flexibilitet uppkommer eftersom man kan utgå från treveckorsinvesteringar och successivt utöka med vägar så att det täcker upp till nio veckor om det är nödvändigt. Detta utan att bryta mot det ursprungliga upprustningsförslaget från datorberäkningen.

Observera att den totala kostnaden för upprustningen av vägnätet kommer att bli högre då man tar hänsyn till bärighetsrisker. Kostnaden för denna riskminskning är tankemässigt samma sak som den premie man betalar för att försäkra bilen, även om det i verkligheten handlar om helt olika situationer.

### Större områden tar mer tid

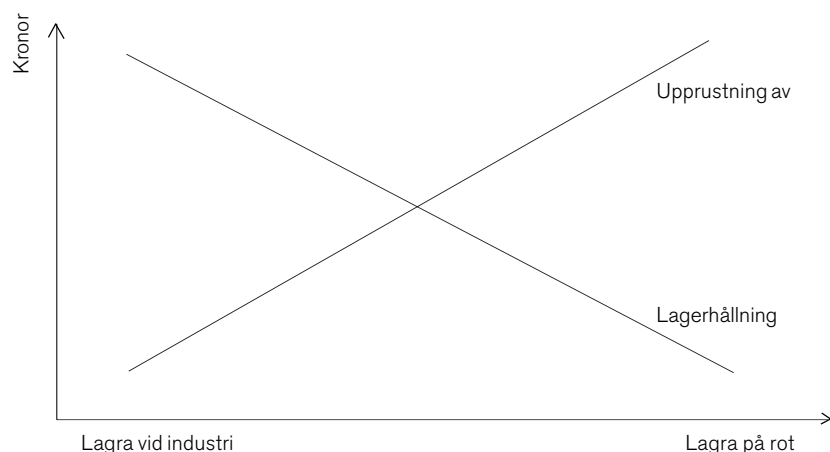
Finns det då inga problem med att ta hänsyn till risker vid datorberäkningarna? Nej, inte för kvaliteten på beräkningarna. Däremot blir de betydligt mer tidskrävande för områden som är mycket större än det i Härjedalen (figur 2) exempelvis hela Iggesunds region. En finare indelning av trädråvaran i fler sortiment, vilket är en trend inom skogsnäringen, samt en upprustningsskalkyl för ett riktigt stort vägnät skulle göra det mycket tidskrävande att utföra datorberäkningarna med hänsyn till riskfaktorn bristande bärighet i vägnätet.

Resultaten från Härjedalen visar också att om man ignorerar risker, ger beräkningen ett investeringsförslag som är bättre än vid manuell planering, men sämre än då man tar hänsyn till risk.

Notera att om vi utför beräkningar både med hänsyn och utan hänsyn till risker i vägnätets bärighet, fås automatiskt en riskanalys som talar om hur kostsamt det är med osäkerhet i vägnätets bärighet. Vi får också veta vad vi vinner på att ta hänsyn till denna risk i planeringen.

### Lagerhållning eller upprustning av vägar?

Många ställer nu säkert frågan: varför lagrar vi inte virket i stället för att lägga pengar på att upprusta vägar? Figur 4 åskådliggör relationen mellan lagringskostnaden och kostnaden för upprustning av vägar. Det är uppenbart att



FIGUR 4. | Den bästa policyn är en blandning mellan investeringar i vägar och lagerhållning av virke.



FOTO: BO-GÖRAN BÄCKSTRÖM/SKOGSBRILJÄ

FIGUR 1. | Grusväg med urusel bärighet under tjällossningen.

endast upprustning liksom endast lagring är alldeles för dyrt. Det bästa är helt enkelt en blandning av de båda, jämte att företaget ibland köper in virke.

Studien i Härjedalen visar dock att avvägningen mellan olika strategier såsom lagring, väginvesteringar och inköp är någonting beslutsfattaren måste avgöra från fall till fall, genom sin erfarenhet. En av anledningarna till detta är att lagerhållningskostnaden för virke beror på många faktorer i samverkan, till exempel vilken industri eller produkt som virket är ämnat för. Ytterligare forskning är därför nödvändig för att göra det möjligt att värdera denna kostnad så att den kan integreras med den presenterade upprustningskalkylen. Notera dock att det redan idag är möj-

ligt att snabbt beräkna marginal-, medel- och totalkostnad för att manuellt kunna jämföra upprustningskostnaden med exempelvis kostnaden för lagerhållning av virke.

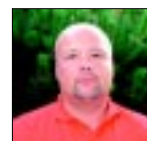
### Ämnesord

Skoglig logistik, optimering, upprustning av vägar, riskanalys

### Läs mer

Olsson, L. 2004. Optimisation of Forest Road Investments and the Roundwood Supply Chain, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 310. Doktorsavhandling. SLU, Umeå.

### Författare



FD *Leif Olsson* arbetar som forskare inom kvantitativ skoglig logistik vid Fibre Science and Communication Networks (FSCN) vid Mitthögskolan i Sundsvall. Han disputerade 2004 vid

SLU, institutionen för skogsekonomi i Umeå. Forskningsarbetet mellan SLU, Holmen Skog och Mitthögskolan i Sundsvall fortsätter. Adress: FSCN, Mitthögskolan, Holmgatan 10, 851 70 Sundsvall. Tel: 060-14 87 59, epost: [Leif.Olsson@mh.se](mailto:Leif.Olsson@mh.se)

Doktorsarbetet som är underlag för detta Fakta Skog finansierades av Kempestiftelsen.



**Ansvarig utgivare:**  
**Redaktör:**

Jan-Erik Hällgren, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 UMEÅ  
Nora Adelsköld, SLU Informationsavdelningen  
c/o CUL, Box 7047, 750 07 Uppsala  
Telefon: 018-67 17 07 • Telefax: 018-67 35 71  
Epost: [Nora.Adelskold@adm.slu.se](mailto:Nora.Adelskold@adm.slu.se)

**Webbadress:**

[www.slu.se/forskning/fakta](http://www.slu.se/forskning/fakta)

**Prenumeration och lösnnummer:**

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00

E-post: [Publikationstjanst@slu.se](mailto:Publikationstjanst@slu.se)

**Prenumerationspris:**

320 kronor + moms

**Tryck:**

Elanders Tofters AB, Uppsala 2004

ISSN 1400-7789 © SLU