



# Resultat

FRÅN SKOGFORSK NR. 6 2011

## Bättre planering av avverkningsvägar med GIS

Med nya datakällor och kartanalys kan skogsbruket avsevärt förbättra sina planeringsunderlag och ta bättre beslut. Skogforsk och KTH har, tillsammans med Foran Remote Sensing AB och Skogssällskapet, testat om metodiken kan användas för att undvika skador på mark och vatten vid avverkningarna.

Resultaten visar att planering och modellering med hjälp av geografiska informationssystem (GIS) kan effektivisera avverkningsplaneringen, samt skona mark och vatten genom att placera avverkningsvägarna bättre.



Sima Mohtashami  
sima.mohtashami@skogforsk.se  
Tel 018-18 85 13

*"Redan idag kan vi hjälpa skogsbruket att ta effektiva beslut som ger en skonsammare drivning."*



# Effektivare planering och skonsammare drivning

Skogsmaskiner kan orsaka betydande skador på skogsmark. Komprimering och hjulspår leder bl.a. till ökad erosion och avrinning, där t.ex. metylkvicksilver följer med ut i vattendragen och ackumuleras hos vattenlevande organismer.

Men hur kan man undvika eller minimera dessa typer av skador och negativa effekter vid en avverkning? Vilka är de känsligaste områdena inom avverkningstraktens gränser? Och hur skulle en optimal vägsträckning med minsta möjliga negativa effekter på mark och vatten se ut, om man tar hänsyn till förarnas krav att slippa branta sluttningar och sidolutningar?

Kan man med planering och modellering i geografiska informationssystem (GIS) – utan att ens besöka avverkningstrakten – få fram ett första förslag till avverkningdirektiv, som planerare och entreprenörer kan använda som planeringshjälp?

Med bidrag från Stiftelsen Skogssällskapet har Skogforsk, KTH och Foran Remote Sensing AB genomfört en studie för att undersöka hur väl en dator, försedd med geografiska data om en avverkningstrakt, kan bedöma verkligheten.

## Test och jämförelse med verkligt utfall

Först gjordes en grov planering i en vanlig digital karta över en avverkningstrakt på fastigheten Selesjö i Östergötland. Här anslöts ett befintligt avlägg till några godtyckliga destinationspunkter spridda över avverkningstrakten för att skapa basvägar till alla delar av området. Mellan avlägget och destinationspunkterna fanns ett våtmarksområde, ett alkärr, som skulle skyddas mot körning. Det fanns därför två möjliga scenarier för vägsträckningen på den här avverkningstrakten:

(1) Att låta vägen gå runt våtmarksområdet eller (2) att bygga en bro över våtmarksområdet på det smalaste stället.

Avverkningen genomfördes utan att planerare eller förare fick information om GIS-analyserna. Sedan jämfördes datorns lösning med den praktiska verkligheten.

## Nästa steg: GIS-analys

I en GIS-analys har sedan flera olika indata integrerats i form av digitala skikt i en s.k. lämplighetskarta. Denna karta användes för att hitta de bästa körvägarna på avverkningstrakten.

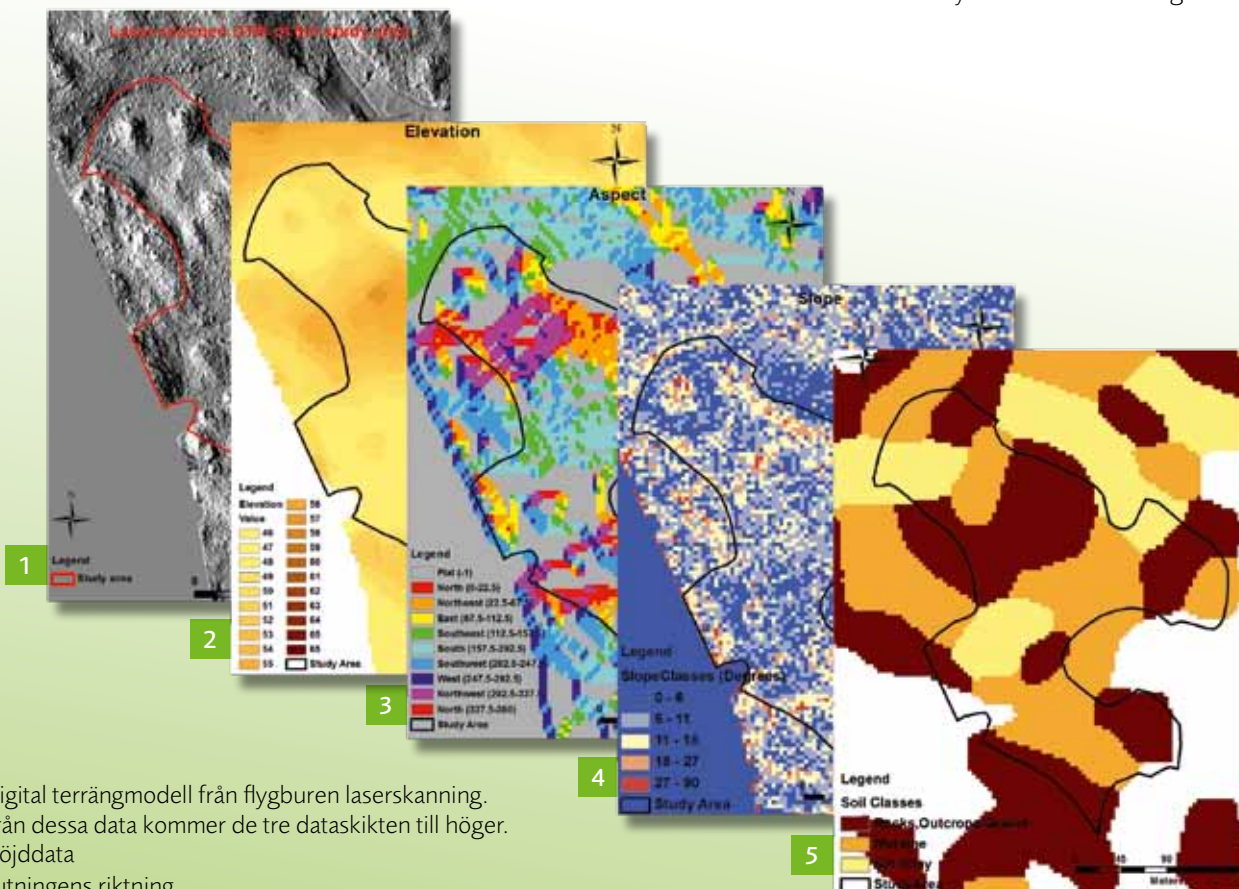
De bästa körvägarna definierades som de vägar som orsakar minst skador på mark och vatten och samtidigt går över mark med rätt lutning och riktning för att ge skogsmaskinförarna kortaste körväg och bra arbetsförhållanden.

## Beskrivning av indata och analysmodell

Höjd över havet, lutningsvinkeln, aspekt (riktningen åt vilken en sluttning vetter) samt marktypen användes som huvudsakliga indata för att hitta optimala vägar. Dessa dataskikt, med undantag för marktypen, togs fram ur en högupplöst (0,5 × 0,5 meter) laserskannad digital terrängmodell som tillhandahölls av Foran Remote Sensing AB. Jordarterna införskaffades från Sveriges Geologiska Undersökning, SGU.

Eftersom dataskikten hade olika mätområden och skalor gjordes nya klassindelningar med värden mellan 1 och 5 - ett kostnadsindex. De mest fördelaktiga och skonsamma körförhållandena tilldelades kostnadsindex 1. Index höjdes stegvis till 5 i takt med att förhållandena blev sämre.

Slutligen tilldelades dataskikten olika procentvärden för vilken vikt de skulle tillmätas, och integrerades i en kostnadsindexyta för hela avverkningstrakten.





# Datamodellens vägförslag

Kartan (nedan) visar modellens förslag till sträckning av basvägarna (röda) över kostnadsindexytan, medan de gröna linjerna är skotarens verkliga körsträckor. Mörkare områden representerar de mest olämpliga delarna när det gäller körning, och de ljusare färgerna representerar de bästa körförhållandena.

Vita områden är delar som helt undantagits för möjlig körning för att skona mark och vatten eller undvika dåliga körförhållanden för forarna. De består av torvmark, branta sluttningar (>18°), diken, naturskyddsområden, kulturlämningsobjekt m.m. Vägar är utformade för att ha en

lutning på max fem grader i förhållande till markens sluttningsriktning. Då finns ingen risk för besvärande lutning eller att maskinen tippas.

Kostnadsindexytan och de föreslagna vägarna har slagits ihop med höjdsnittet för att en planerare som sitter framför datorskärmen på sitt kontor ska se en mera realistisk bild av området.

## Bro sparar pengar

Modellen kan jämföra olika logistiska lösningar på avverkningstrakten och svara på vad som är billigaste och skonsamaste vägvalet.

## Ett exempel:

Enligt scenario 2, där en basväg dras på en kavelbro över våtmarksområdet, skulle terrängtransportsavståndet minska med knappt 700 meter. Enligt uppgifterna om skogens totala volym på omkring 2 100 m<sup>3</sup>fub i det här delområdet (laserscannade volymdata från Foran Remote Sensing AB), skulle det behövas ca 80 skotarlass om 20 ton för att hämta denna del av beståndet. Det motsvarar 158 passager. Den kortare vägen över bron skulle spara mer än 25 000 kronor.



## För nära.

Basvägen skär ned i alkärret. Det mest kostnadseffektiva vägvalet, men inte tillräckligt skonsamt.



## På linjen.

Datorns förslag jämförs med de verkliga körsträckorna. Datorn och skotarföraren är överens om de flesta vägval.



## Datainsamling.

Maskinens dator töms på koordinater över körsträckorna. De syns som gröna linjer i kartan.



## Skilda val.

"Vi hade lagt basvägen häruppe på åsen och skonat alkärret. Det hade blivit dyrare – men att undvika markskador kostar," menar forskarna Petrus Jönsson och Sima Mohtashami.



## Genväg.

Med en bro över alkärret sparar man 25 000 kronor.



#### Tror på idén.

"I planeringen står vi inför olika valmöjligheter som tar tid att kolla. Allt som kan hjälpa till är förstås välkommet." säger Hans Andersson. Han jobbar med utveckling på Skogssällskapet, vars forskningsstiftelse finansierat studien.

## Fler möjligheter

Modellen har fler potentialer att hjälpa tjänstemän och förare till rätt beslut inför avverkningen.

Om det finns mer än ett möjligt avlägg, så kan modellen föreslå de som lämpar sig bäst med hänsyn till både skonsam drivning och terrängtransportavståndet. Med den här typen av modell är det också möjligt att planera stickvägarnas sträckningar och prioritera ordningsföljden för skotning av olika sortiment med hjälp av skördardata samt uppskatta tidsåtgång och kostnader för trakten.

#### Från forskning till tillämpning

Med dessa kunskaper, data och metoder kan vi redan idag hjälpa skogsbruket att ta skonsamma och effektiva beslut vid

avverkningsplanering. GIS visade stor potential för analys av data i form av digitala skikt, utformning av resultatriktade modeller, visualisering av resultaten på digitala kartor, förbättring av processen för planering och beslutsfattande samt slutligen tillämpning i verkliga fallstudier.

Nästa fas innebär att fortsätta testa och utveckla modellen. Den kan sedan erbjudas via användarvänliga webbgränssnitt för planerare och förare. Genom denna typ av webbtjänster kan användaren inte bara dra nytta av åtkomsten till den senaste uppdaterade geografiska informationen, utan kan också själv justera t.ex. vikten av skonsam körning, kortaste väg eller arbetsmiljö beroende på avverkningstraktens förhållanden.

## Improved planning of logging roads with GIS

With new data sources and geographic analysis, forestry can drastically improve its planning and decisions. Skogforsk and KTH have tested whether the method can also be used to prevent damage to the ground and water during logging.

The results show that the use of geographical information systems (GIS) in planning and model design can improve efficiency and protect ground and water through better placement of logging roads – with no negative impact on the machine operator's working conditions.

The study was conducted in cooperation with Foran Remote Sensing AB and Skogssällskapet.

#### Läs mer

Malczewski, J., 1999. GIS and Multi Criteria Decision Analysis. New York, USA: John Wiley & Sons.

Malczewski, J., 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of literature. *International Journal of Geographic Information Science*. **20 (7)**: 703-726.

Suvinen, A., 2006. A GIS-based Simulation Model for Terrain Tractability. *Journal of Terramechanics*. **43**: 427-449.

Lubello, D., 2008. A rule-based SDSS for integrated forest harvesting planning. PhD thesis. Padova: Università Degli Studi di Padova.

Rongzu, Q., Mikkkonen, E., 2004. GIS-based decision support system for wood logistics. *Forestry Studies in China*. **6 (4)**: 29-33

#### Medförfattare

Andreas Barth, Isabelle Bergkvist, Petrus Jönsson & Johan Sonesson