

Slutrapport

Projektrubrik: Utveckling av prognoser för körskaderisk med hjälp av hydrologisk modellering

Huvudsökande: Johan Sonesson, Skogforsk

Projektets löptid: 2017-07-01 – 2018-12-31

Populärvetenskaplig sammanfattning

Allt mildare vintrar med kortare tjälperioder innebär längre perioder av fuktig mark med låg bärighet för maskiner vid avverkning. De största skadorna uppstår vid slutavverkning då tunga maskiner gör många överfarter på körvägarna. Förutom maskinrelaterade faktorer beror omfattningen av körskadorna på markens bärighet, som i sin tur regleras av bl.a. markens textur, dess organiska innehåll och fuktighet och som därmed kan variera vid olika årstider. Utveckling och tillämpning av markfuktighetskartor för att minimera markskador är ett exempel på hur skogsbruket arbetar med förebyggande metoder. Kartorna är statistiska modeller som skattar markens fuktighet utifrån topografi och inkluderar inte mängden nederbörd i sina beräkningar. Ett annat alternativ för att förbättra planering av körvägar är att styra avverkningen mot trakter med låg bärighet under tjälperiod eller torr sommar och motsatt att avverka trakter med hög bärighet under tjällossning och regnig höst. Detta kan göras genom att utveckla mer dynamiskt underlag som prognostiserar markens fuktighet (och därigenom bärighet) utifrån dagsaktuella väderförhållande baserad på en hydrologisk modell. I den här studien har vi undersökt relationerna mellan körskador och en hydrologisk modell utvecklad av SMHI, HYPE. Modellen är utvecklad för simulering av vattenflöden och omsättning av vatten och näringsämne, och används idag som underlag för den hydrologiska prognos- och varningstjänsten i Sverige. Målet med studien är att söka svar på följande frågor:

- 1) Kan Hype-modellerade variabler förklara variation av körskadornas djup inom avverkningstrakterna?
- 2) Kan Hype-modellerade variabler förklara variationen av andel skadad körväg mellan avverkningstrakterna?

Fältinsamlade data innehöll information om körskadornas längd och djup, eventuellt markförstärkning och antal överfarter över körvägar. Jordart, fuktighetsindexet (DTW) vid varje körskada extraherades i efterhand i GIS. De Hype-modellerade variablerna sammanvägdes för varje körskada inom trakterna baserad på den aktuella avverkningsperioden, avrinningsområde och jordart. Analysen visar att introduktionen av HYPE-variabler inte tillför någon väsentligt förbättrad förklaringsgrad, jämfört med den precision som fält- och GIS-variablerna erbjuder vid förklaring av körspårens djup inom trakt. Variabler som risning och vägtyp var mest signifikanta för förklaring av variationen av andel skadad körväg mellan trakterna medan HYPE:s data om nederbörd hade lägre signifikansnivå. Detta beror sannolikt på att HYPE-modellen inte kan skatta markens fuktighet med den spatials upplösning som krävs för att identifiera bäriga partier inom trakterna eller fånga upp skillnaderna mellan trakternas bärighet. Vidare utveckling av HYPE modellen med flera hydrologiska processer med fokus på skattning av markens fuktighet, högre upplösta indata, och lokal validering och parametrering av modellen rekommenderas för att kunna utveckla mer dynamiska markfuktighetskartor.

Resultat

Analys av variationen av körskadornas djup inom trakterna

För att kunna fånga upp variationen av körskadornas djup utifrån de ingående variablerna på ett effektivt sätt, dvs. reducera dimensionaliteten i datasetet och samtidigt bibehålla den maximala variationen, genomförde vi Partial Least Squares (PLS) Analysis. Med PLS extraheras oberoende komponenter som optimerar förklaringen av den variation som har observerats i den beroende variabeln. Analysen skapar därvid en rangordnad lista av förklaringsvariabler som fördes vidare till en generaliserad linjär modell som användes för att vidare inferera hur de landskapliga variablerna samverkar för att reglera körspårens omfattning. Denna procedur utfördes på två olikartade subset förklaringsvariabler: 1) enbart fältinventerade och GIS-data som förklaringsvariabler, 2) både fält-, GIS- och HYPE-data som förklaringsvariabler. Hur stor andel av den observerade variation av körskadornas djup som de respektive modellerna lyckas förklara undersöktes genom en jämförelse av respektive Deviance-värden.

Resultaten av PLS analyser gällande fördelningen av körspårens djup över olika kombinationer av förklaringsvariabler tyder på att Hype-variablerna inte adderar någon precision till de förklaringsmodeller som baserar på fältinsamlade- och GIS-variabler. Med enbart fältinsamlade och GIS-variabler kunde 7,9% av den observerade variationen i körspåren förklaras, medan 2,9% kunde förklaras med kombinationen av fält- GIS- och Hype-variabler. Den slutliga generaliserade linjära modellen hade ett deviance-värde om 9,7 med enbart fältinsamlade och GIS-data och 9,5 när modellen byggs på både fält-, GIS- och HYPE-data som förklaringsvariabler.

Analys av variationen av andel skadad körväg mellan trakter

Analys av andel skadad körväg i en mixedmodell där avverkningstrakterna antas som en slumpad variabel tillsammans med ett urval av fält- och Hype-variabler (utifrån PLS förslagna lista) resulterar i en modell där "markskydd" och "antal överfarter" som mest signifikanta förklaringsvariabler (med p-värde $< 0,0001$) medan Cprc* och Psim*, som båda är olika mått på mängden nederbörd, kommer som näst signifikanta faktorer (med respektive p-värde $< 0,01$). De sistnämnda variablerna kan ha naturliga förklaringar; dvs. ju högre är mängden nederbörd i form av regn desto större andel av vägar får sannolikt körskador i form av spårbildning.

Dessa resultat pekar på att inga av HYPE-modellerade markfuktighetsvariabler med dagens upplösning kan förklara variationen av varken "körskadornas djup" inom trakterna eller "andel skadad körväg" mellan trakterna på ett effektivt sätt, vilket bland annat kan bero på en del olika osäkerheter som har funnits inbyggd i indata, eller på oenigheten av målen med modellens utveckling jämfört med användarens tillämpning. HYPE-modellen är byggd över olika klasser av markanvändning (skogs-/åkermark), höjddata och jordart. Jordart informationen tillförs av SGU:s jordartskarta, som har en varierande kvalitet och upplösning över landet, och sedan generaliseras vidare för att genomföra hydrologiska beräkningar över förhållandevis stora arealer, på 7–10 km² vilket är mycket större än arealen av en typisk avverkningstrakt. Detta innebär att dess markfuktighetsmodelleringar inte svarar den spatiala upplösning som krävs för att skatta markens bärighet inom trakter eller fånga upp bärighetsvariationen mellan trakterna. HYPE-modellen är huvudsakligen utvecklad för att beräkna vattenflöden och omsättning av näringsämne, som exempelvis kväve och fosfor, och används för övervakning av vattenresursers kvalitet. Detta innebär att en del detaljerad information; som vegetation eller jordart; generaliseras i modellen utan att påverka huvudprodukterna negativt medan har större inverkan på skattning av markens fuktighet. Validering av modellen görs också med hjälp av mätdata över homogena typområden av dominerande karaktär, inte efter data från SMHI:s enskilda mätstationer Detta också leder till försvinnande av den önskade detaljeringsgraden över mindre

trakter. Hade vi möjlighet för lokal validering/ parametrering av modellen och därefter genomföra en känslighetsanalys för att utvärdera effekten av olika parametra, så hade vi större möjlighet att kvantifiera anledning av de observerade avvikelser mellan modellerade variabler och variation av körskadorna.

* Enligt SMHI definieras Cprc som ”corrected precipitation” och Psim som ”precipitation including water that will be removed as interception losses”.

Målbeskrivning

Vi har undersökt möjligheten att använda data från HYPE-modellen för att visualisera ett "riskindex för körskador". Om HYPE-variabler bidrar till förklaringen av var och när körskador uppstår så skulle modellen kunna bli dynamisk och variera efter väderlek; dvs. temperatur och nederbörd. Ett sådant indexet skulle kunna vara uppdelat på avrinningsområde och jordart inom detta område. Vi såg också möjligheten att utveckla en prognos för riskindex för körskador de kommande tio dygnen baserat på aktuell meteorologisk tiodygnsprognos. Riskindexet skulle kunna beräknas dagligen och göras tillgängligt av SMHI.

Målbeskrivning

Som ett första steg har vi analyserat om HYPE-data tillför information som förbättrar förklaringen av variationen av körskador inom och mellan avverkningstrakter, genom att besvara följande frågor:

- Kan Hype-modellerade variablerna beskriva variationen av körskadornas djup inom avverkningstrakterna?
- Kan Hype-modellerade variablerna beskriva variationen av andel skadad körväg mellan avverkningstrakterna?

I våra analyser finner vi inga starka samband mellan HYPE-variabler och körskador. Trots de nedslående resultaten har projektet löpt enligt plan med ett års tidsfördröjning pga föräldraledighet.

Kommunikation och nyttiggörande av resultat

Projektet ingår i Sima Mohtashamis forskarutbildning som bedrivs under handledning av Johan Sonesson, Lars Eliasson (Skogforsk) och Tomas Thierfelder (SLU). Resultat av projektet kommer att publiceras via Skogforsk kommunikationskanaler som en arbetsrapport och en webartikel. Publicering av en vetenskaplig artikel kommer att ske under 2020. En muntlig presentation vid lämplig internationell vetenskaplig konferens ingår också i planen. Resultaten kommer också att vara en del av Simas doktorsavhandling som förhoppningsvis skall försvaras under 2021.