



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för skoglig resurshushållning
Johan Holmgren

2015-06-30

Avdelningen för skoglig fjärranalys
Skogsmarksgränd, SLU
901 83 Umeå

Stiftelsen Skogssällskapet
Box 113 74
404 28 Göteborg

Slutrapport

Projektrubrik: Flygburen laserskanning för bättre beslutsunderlag på enskilda fastigheter (projektnummer: 1112-93/154-10 LOMOL)

Beviljat belopp: 2 042 000 kr

Huvudsökande/medsökande: Johan Holmgren, Jörgen Wallerman, Kenneth Olofsson, Eva Lindberg, Håkan Olsson

Projektets löptid: 2012-07-01 till 2015-06-30

Sammanfattning:

Syftet med detta projekt var att utveckla och validera metoder för laserdatabaserade skogliga skattningar av trädklistor som även är lämplig för mindre fastigheter. En ny metod har utvecklats för automatisk avgränsning av mikrobestånd utifrån data från flygburen laserskanning. Tester har utförts där denna automatiska metod jämförts med manuell beståndsindelning. En statistisk metod som nyligen utvecklats vid SLU har använts för att effektivt allokera en fältinventering inom ett urval av mikrobestånd på en fastighet. För denna tillämpning användes data från den flygburna laserskanningen för att bestämma var fältinventeringen ska utföras för att även med ett mindre stickprov få en bra representation av skogstillståndet. Metoder har undersökts för att skatta diameterfördelningen inom samtliga mikrobestånd på en fastighet och en av dessa metoder har utvärderats med hjälp av totalklavade provytor med 40 m radie. Resultaten visar att liknande noggrannhet kan erhållas för skattning av diameterfördelningen även om antalet fältmätningar reduceras kraftigt vilket är viktigt eftersom ett mål är att kunna föreslå en kostandseffektiv metod.

Resultat:

Projektet har i stort löpt enligt projektplan. Vid projektstart fanns inte tillräckligt med arbetsresurser vilket orsakade en förskjutning mot projektplanen. Eftersom löptiden för projektet kunde förlängas 6 månader var det ändå möjligt att uppnå målen.

Algoritm för beståndsindelning: En segmenteringsalgoritm har utvecklats för att automatiskt avgränsa homogena skogsområden, s.k. mikrobestånd. För programmets grundversion slås rasterceller samman så att de bildar allt större

områden. Detta raster kan beräknas från laserdata men kan även vara variabler från andra datakällor. Det finns dock problem med algoritmer som utgår från ett raster, t.ex. avgränsas inte kanter så bra eftersom en rastercellens värde då kan vara resultatet av en blandning mellan hög och låg skog, t.ex. vid en hyggeskant. Därför utvecklades en vektorbaserad algoritm. På detta sätt kunde laserdata som egentligen lagras som punkter (x, y, z-koordinater) utnyttjas bättre. Denna nya algoritm har utvärderats objektivt med ett provyttenät och jämförts med manuell beståndsindelning. Algoritmen utgår från lokal maxima som beräknas från en höjdmmodell av trädskronorna.

Effektivt utnyttjande av fältmätningar: Det utförda arbetet har bestått i att testa en metod för att effektivt allokera ett fältsampel inom en fastighet. Hypotesen har varit att en liten fältinsats är möjlig om laserdata används för att fördela stickprovet effektivt. Metoder har testats på försöksområdet Remningstorp i Västergötland. En segmentering utfördes baserat på laservariabler beräknade för 10 m stora rasterceller. För att erhålla ett urval som fångade den totala variationen på fastigheten användes en ny statistisk metod som nyligen utvecklats av forskare vid SLU. Förmågan att skatta variabler med två olika sorters fältinventeringar har undersökts, subjektiv och objektiv, för att användas som referens vid skattning av diameterfördelningar. Fokus har varit på att undersöka om hur liten insats som kan vara möjlig trots att skattningarnas noggrannhet inte minskar i en betydande omfattning.

Skattningar av trädlistor: En s.k. kNN-algoritm användes för att skatta stamdiameterfördelningen inom mikrobestånd. Denna algoritm söker efter liknande observation enligt laserdata i en referensdatabas och på så sätt kan träd tilldelas till mikrobestånd som inte har besökts i fält. Skattningarna utvärderades med hjälp av 30 stora provytor med 40 m radie där samtliga träd hade klavats.

Utvärdering med system för skoglig planering: I projektet undersöktes hur träddata och provytedata som beräknats på olika sätt kan användas som indata till planeringsverktyget Heureka. Jämföra utfördes av utfallet från Heureka med data baserat på skattningar med det utfall som man får om man har fältmätningar inom varje bestånd.

Kommunikation:

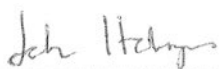
- *Vetenskaplig artikel:* Olofsson, K. and Holmgren, J. 2014. Forest stand delineation from lidar point-clouds using local maxima of the crown height model and region merging of the corresponding Voronoi cells. Remote Sensing Letters 5, no. 3 (2014): 268-276.
- *Programkod:* Den programkod som har utvecklats inom projektet för automatisk beståndsindelning har använts inom flera examensarbeten vid SLU och har även använts operativt av SCA Skog.

- *Konferens:* Projektet har presenterats vid konferensen "SkogsGIS" som hålls vart annat år och som anordnas gemensamt av ULI Geoforum och Skogstyrelsen.
- *Vetenskapligt manuskript:* "Local pivotal method sampling design combined with micro stands compared to traditional systematic sample design utilizing airborne laser scanning data in a long term forest management planning setting" är en del i en doktorsavhandling och har skickats för publicering till en vetenskaplig tidskrift (bifogat nuvarande manuskript får enbart användas internt men tidskriften publicerar fritt på Internet, s.k. "open access").
- *Arbetsrapport:* En arbetsrapport bifogas som sammanfattar arbetet inom projektet och som efter revidering baserad på eventuella synpunkter från Skogssällskapet kommer att publiceras på Internet som arbetsrapport i SLU:s "Epsilon".
- *Examensarbete:* "Evaluating inventory methods for estimating stem diameter distributions in micro stands derived from airborne laser scanning" (se länken <http://stud.epsilon.slu.se/6738/>).

Ekonomisk rapport:

SLU			
Institutionen för skoglig resurshushållning			
Linda Ågren	2015-06-30		
Ekonomisk redovisning till Stiftelsen Skogssällskapet			
Flygburen laserskanning för bättre beslutsunderlag på enskilda fastigheter			
Projektledare: Johan Holmgren			
Kostnadspost	Budget	Utfall	Kommentar
Löner inklusive sociala avgifter		1 608 850 kr	Johan Holmgren, Kenneth Olofsson, Jörgen Wallerman
Konsulttjänst		89 982 kr	Fältarbete
Material mm		4 174 kr	Transponder, extern hårddisk, licensavgift
OH		338 994 kr	OH 20% på ovanstående poster
Summa	2 042 000 kr	2 042 000 kr	

Umeå, 2015-06-30



Johan Holmgren