

Matchning av stockar från såg till skog

Sammanfattning

I arbetet har möjligheten att matcha stockar mellan sågverkets 3D-mättram och skördaren i skogen undersökts. Faktiskt skördardata har inte använts utan istället har diametrar beräknats genom att anpassa en cirkel till stockarnas radier i tre fixa vinklar. Resultatet visar på att en filtrering med löpande max-diameter-filter inte påverkar matchningen nämnvärt medan ett slumpmässigt fördelat fel på diametermätningen tydligt påverkar matchningen negativt.

Förord

Arbetet som redovisas har finansierats av Önnesjöstiftelsen vars stöd varmt uppskattas. Jag vill också tacka Daniel Lundgren vid Lundgrens Skogsvård AB för bilderna av skördaraggregatet och värdefulla diskussioner under arbetets gång.

Bakgrund

Det finns minst två scenarion där man önskar en spårbarhet av råvaran från skogen och vidare genom förädlingskedjan. Det ena scenariot är där man vill säkerställa att råvaran kommer från skogar som brukats enligt speciella riktlinjer vilka oftast är kopplade till olika miljöcertifieringar såsom FCS eller PEFC. Det andra scenariot är där man önskar en spårbarhet för att kunna lära sig mer om sambanden mellan slutprodukten och den ingående råvaran. I tidigare projekt har det påvisats att stora värden kan sparas genom att anpassa apteringen mot vissa slutprodukter i rätt typ av bestånd (Olofsson et al. 2021). Ifall denna spårbarhet kunde göras automatiskt skulle troligtvis fler produkter där en outnyttjad ekonomisk potential finns kunna identifieras.

Det har gjorts flera olika ansatser till att lösa spårbarheten av virke från skogen till industrin och vidare ut mot slutanvändare till exempel genom att använda artificiella markörer som appliceras vid avverkning såsom RFID-transpondrar, lappar, skrift eller prägling på stockens ändyta, se (Uusijärvi 2003), (Uusijärvi 2010) eller företagen Locscom¹ och Otmetkas² produkter. Andra initiativ som pågår är att med hjälp av foton av stockars ändytor känna igen individerna på olika platser i produktionskedjan, se till exempel Taigatech³ och Tracy of Sweden⁴.

¹ <https://np2.logscom.com/>

² <https://otmetka.com/?lang=sv>

³ <https://www.taigatech.se/>

⁴ <https://tracyofsweden.com/sv/startsidea/>

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress	Besöksadress	Tfn / Fax / E-post
Box 857	Laboratorgränd 2	010-516 50 00
501 15 BORÅS	931 77 Skellefteå	033-13 55 02
		info@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE Research Institutes of Sweden AB i förväg skriftligen godkänt annat.

Gemensamt för alla tekniker som presenteras ovan är att det kräver särskild applicerings-, läs- och/eller kamerautrustning som i sin tur innebär en ökad kostnad vid inköp, underhåll samt i vissa fall även för användandet. Den sistnämnda utgör en rörlig kostnad för märke, bläck eller licens som kan vara relativt stor i förhållande till värdet av märkningen.

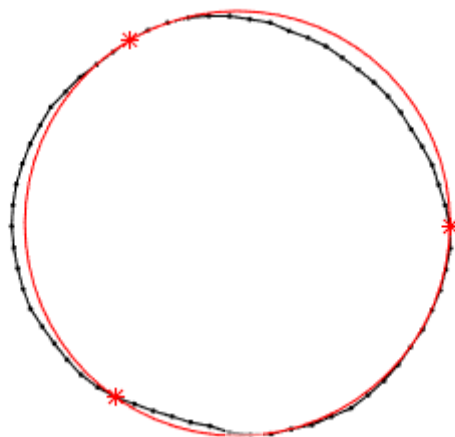
Ett försök att matcha stockars yttre form från skördaren till sågverkets mätarmar har även gjorts tidigare (Hägg 2020). Data från skördaren som fanns tillgängligt i det projektet visade sig dock vara filtrerat med fallande diameter vilket innebär att diameterökningar över kvistvarv plockas bort och det blir således svårare att känna igen stockarna.

I detta arbetet har stockars yttre form analyserats för att skapa en uppfattning av hur långt man kan komma genom att endast jämföra denna från skördardata och timmerinmätningens 3D-mätarm.

Material och Metoder

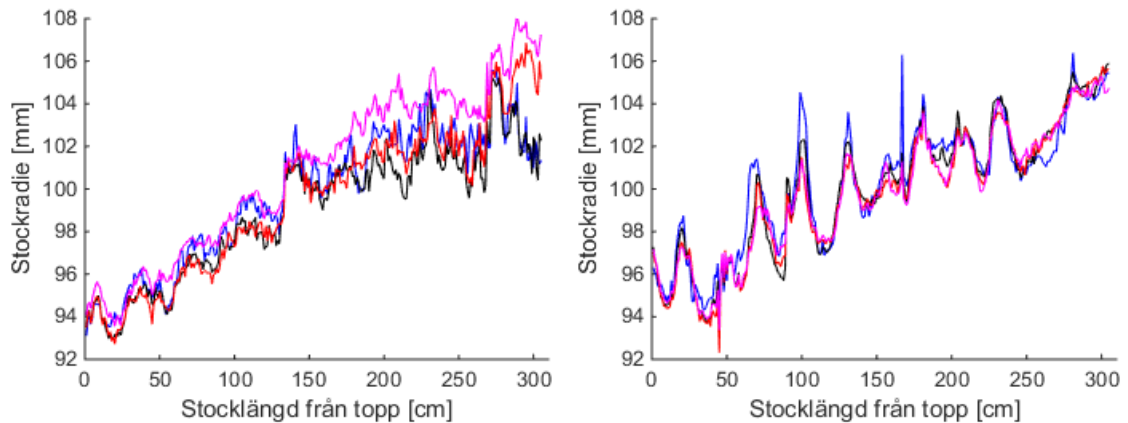
I arbetet har diameteprofiler för 624 stockar som insamlats med hjälp av ett sågverks 3D-mätarm i timmersorteringen använts. Denna datamängd innehåller 64 jämt fördelade radier i stockarnas tvärsnitt och avståndet mellan tvärsnitten är 1 cm. Eftersom antalet stockar var relativt begränsat så gjordes steg för att få materialet att motsvara en större timmermängd. Det första steget var att bara data från 300cm i toppändan på samtliga stockar användes för att inte möjliggöra matchning på unika längder. Genom att analysera stockens yttre form närmast toppen exkluderas även karakteristisk rotavsmalning hos rotstockar vilket gör matchningen svårare. Som ett andra steg subtraherades mediandiametern från den undersökta delen av stockarna för att på så sätt efterlikna att samtliga stockar sorterats i samma timmerklass. Slutligen adderades en radie av 100mm till samtliga punkter för att motsvara timmerdimension på det undersökta materialet och därigenom förenkla förståelsen kring hur mätfel på skördaren påverkar resultaten.

Diametern på stockarna skattades därefter i varje tvärsnitt genom att anpassa en cirkel till tre punkter på stockens mantelyta, se Figur 1.



Figur 1. Uppmätt tvärsnitt av stock med 3D-mätarm (svart). Varje punkt på linjen utgör en mätpunkt som fanns tillgänglig i data och det finns således 64 punkter längs den svarta linjen. Den röda cirkeln utgör den skattade diametern hos stocken för en viss rotationsvinkel, eg. en anpassning av en cirkel till de tre röda stjärnorna.

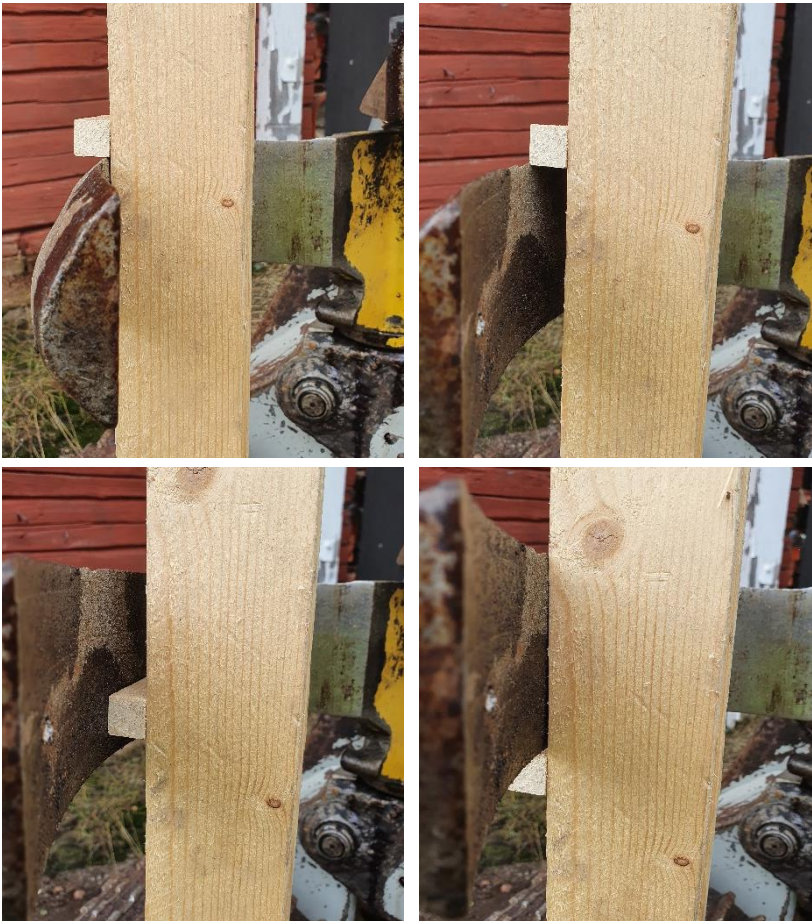
Dessa punkter beräknades genom att ta medianradien av fem närliggande radier vid vinkeln ν , $\nu + 120^\circ$, $\nu + 240^\circ$. Diameterprofiler för de 624 stockarna skattades med denna metod för fyra olika rotationer i ett tänkt skördaraggregat, eg. vinkeln, ν , valdes till 0° , 30° , 60° , 90° för varje stock. Resultatet av denna körning blev 2496 diameterprofiler där varje stock resulterat i fyra olika diameterprofiler. De skattade diameterprofilerna för två stockar visas i Figur 2.



Figur 2. De fyra diameterprofilerna för två olika stockar. Bilden till vänster visar en stock utan tydliga bulor och där vinkeln som stocken gått igenom aggregatet har stor inverkan på den skattade diametern. Bilden till höger visar en stock med tydliga bulor där samtliga fyra profiler liknar varandra.

För var och en av de 2496 diameterprofilerna beräknas sedan kvadratmedelfelet mot de andra profilerna och den profil med minsta kvadratmedelfelet identifierades. I de fall diameterprofilen matchade bäst med en av diameterprofilerna från samma stock (men med annan rotation) bedömdes resultatet som en match medan i de fall en diameterprofil från en viss stock var mer lik en diameterprofil från en annan stock bedömdes det som en miss.

Eftersom kvistknivarnas höjd resulterar i att en kvistbula mäts under hela tiden denna befinner sig mot kvistknivarna, se Figur 3, så undersöktes även hur ett släpande max-diameter-filter av olika längd påverkade resultaten. Längden på dessa filter valdes till 10, 15 och 20cm.

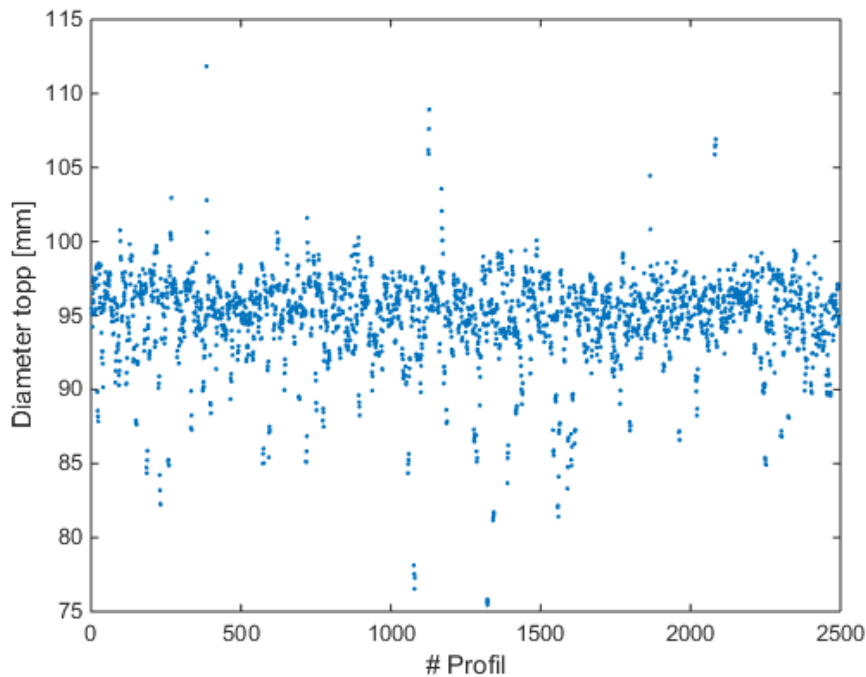


Figur 3. Bildsekvens som visar hur en tänkt kvistbula, här bestående av en list som skruvats på en regel, mäts i ett skördaraggregat. Övre vänstra bilden motsvarar just innan kvistbulan går in under kvistkniven. Övre högra bilden motsvarar när kvistbulan precis gått in under kvistkniven. Nedre högra bilden motsvarar när kvistbulan är ungefär mitt på kvistkniven. Nedre vänstra bilden motsvarar när kvistbulan precis passerat kvistkniven. Aggregatet mäter alltså en storlek på kvistbulan som motsvarar kvistulans faktiska storlek + kvistknivens höjd.

Eftersom det i praktiken alltid kommer att finnas mät-osäkerheter/fel hos de två utrustningarna vars resultat ska jämföras så undersöktes slutligen undersöktes hur detta påverkar matchningen. Storleken på felen som applicerades på diameterskattningen slumpades ur en normalfördelning med medelvärdet 0 och variansen 1, 2 respektive 3 millimeter.

Resultat och Diskussion

De beräknade toppdiametrarna för samtliga profiler visas i Figur 4. Från figuren kan man förstå att det förekom stockar med avvikande avsmalning. Detta resulterar i att samtliga fyra profiler från dessa stockar kommer att avvika och de kommer att förenkla matchningen av just dessa stockar. Dessa stockar finns dock även representerade i en verklig timmerfångst varför detta vidare ej beaktats.



Figur 4. Toppdiametrar för samtliga profiler.

Resultaten av matchningen finns sammanställda i Tabell 1. Från resultaten kan man se att upplösningen i längdled inte är speciellt kritisk vilket torde bero på att ifall avståndet mellan kvistbulorna är längre än det släpande max-diameter-filtret så förloras ingen information när det kommer till hur unika profilerna är.

Tabell 1. Sammanställning av hur stor del av stockarna som matchades med en profil tillhörandes samma stock.

Testfall	Träffprocent
Unik diameter för varje cm, inget fel	96%
Släpande max-dia-filter, 10cm.	96%
Släpande max-dia-filter, 15cm.	95%
Släpande max-dia-filter, 20cm.	93%
Unik diameter varje cm, normalfördelat fel med medelvärde 0 och variansen 1mm.	92%
Unik diameter varje cm, normalfördelat fel med medelvärde 0 och variansen 2mm.	81%
Unik diameter varje cm, normalfördelat fel med medelvärde 0 och variansen 3mm.	67%

I dagens skördaraggregat finns det en del olika lösningar på hur diametern mäts. De lösningar som finns mäter positionen på antingen de övre eller nedre kvistknivarna och/eller matarhjulen. Givarpositionerna resulterar i vad som kan liknas vid en trepunktsmätning även

om fyrpunktsmätning också finns tillgänglig på marknaden⁵. De specifika aggregatens utformning påverkar i realiteten var på stockens mantelyta de mätande kvistknivarna/matarhjulen ligger an. För ett specifikt aggregat är dessutom anliggningspunkten beroende på diametern på stammen samt dess form och placering i aggregatet. Ifall den undersökta metoden skulle användas i praktisk drift skulle detta utgöra en försvårande faktor. Var man ska dra gränser för att bedöma ett matchningsresultat som unikt måste också beaktas i de fall det finns flera liknande stockar.

Slutsats och Fortsatt arbete

Utifrån resultaten går det inte att utesluta att en relativt stor andel av stockarna skulle kunna matchas mellan skördaren och timmerinmätningen vid sågverket. Ett naturligt nästa steg vore därför att samla data från skördaren och 3D-mätningen för ett individmärkt provmaterial. Eftersom en sådan datainsamling blir relativt resurskrävande vore det önskvärt ifall detta gick att göra i samarbete med annat forskningsprojekt.

Referenser

Hägg, L. (2020). Matchning av stockar till rätt träd.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-52502>

Olofsson, D., Hägg, L., Vikberg, T., & Eklund, A. (2021). Mera rätt råvara 2.0 : Slutrapport.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-53467>

Uusijärvi, R. (2003). Linking raw material characteristics with industrial needs for environmentally sustainable and efficient transformation processes (LINESET).
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-28538>

Uusijärvi, R. (2010). Indisputable key - Final report.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-4913>

RISE Research Institutes of Sweden AB Bygg och fastighet - Produktionssystem och material

Utfört av



Tommy Vikberg

⁵ <http://www.logmax.com/se/fordel/fyrapunktmatning>