

RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 16 2008



Beröringsfri mätning kan ge bättre aptering

Mikael Andersson Tel. 090-203 33 71
mikael.andersson@skogforsk.se

Björn Hannrup Tel. 018-18 85 39
bjorn.hannrup@skogforsk.se

William Larsson Tel. 090-203 33 81
william.larsson@skogforsk.se

Jan Nyström, LTU. Tel. 070-67 16 010
jan.1.nystrom@ltu.se

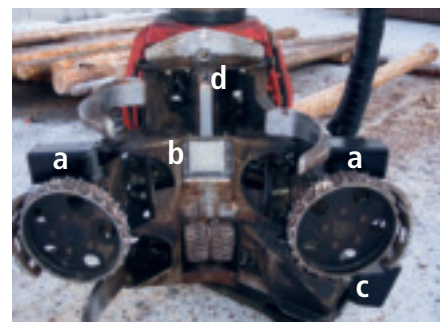
Johan Oja, SP. Tel. 010-516 62 37
johan.oja@sp.se

Med bättre skördarmätning kan skogsbruket öka kundanpassningen. Ett nyligen avslutat projekt visar på flera intressanta tekniska lösningar.

I skördarna mäts längd och diameter med berörande teknik. Beröringsfria givare skulle kunna ge säkrare mätning, bättre aptering och minskat spill i värdekedjan. Med beröringsfri mätning kan också skördarnas produktivitet öka.

I projektet "Mätteknik för avverkningsmaskiner" har beröringsfri teknik testats och utvecklats. Syftet var att identifiera lämpliga givartekniker och se vilken noggrannhet som kan erhållas under kontrollerade förhållanden.

Ett testaggregat utrustades med olika metoder för beröringsfri mätning (se bilderna). **Diametern** mättes med linjelaser och kamera (a), **längden** med en mikrovågsdoppler (b). **Krökar** registrerades med två kameror (bara den ena syns på bilden vid c) och **fibervinkeln** mättes med en punktlaser och en kamera (d).



Projektet "Mätteknik för avverkningsmaskiner" finansierades av Kempestiftelserna, Stiftelsen Nils och Dorthi Troëdssons forskningsfond, Rundvirkestiftelsen samt med rammedel från Skogforsk, Luleå tekniska universitet och SP Träteknik. Komatsu Forest bidrog med ett skördaraggregat och maskinresurser.

Från forskning till tillämpning



Mättekniken i skördarna kan utvecklas. Projektet har givit viktiga kunskaper för en ny, beröringsfri teknik.

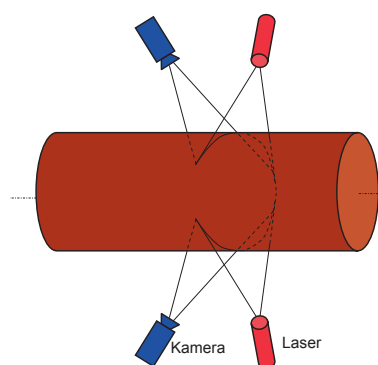
Mikael Andersson

| Delprojekt | Ansvarig |
|---------------|-----------------------------|
| Längd | Johan Oja, SP Träteknik |
| Diameter | Mikael Andersson, Skogforsk |
| Stamkrök | Jan Nyström, LTU |
| Fibervinkel | Jan Nyström, LTU |
| Projektledare | Björn Hannrup, Skogforsk |

Diameter

Teknisk lösning: lasertriangulering

I projektet mättes diametern med lasertriangulering. Ljuset från en laser bryts i ett prisma till en linje som belyser stammen. En kamera, som sitter i vinkel mot lasern, registrerar det ljus som reflekteras och man får då avståndet till ett stort antal punkter på stammen. Två sådana mätenheter placerades på ömse sidor om stammen, mellan matarvalsarna och de övre kvistknivarerna. Genom att utnyttja data från de två kamerorna får man mätningar från en stor del av stammens omkrets och kan räkna ut en diameter.



Bra resultat i test

Vid testerna matades 26 kvistade stockar genom aggregatet. Från varje stock togs omkring 150 mått. Samma stockar kördes sedan genom en 3D-mätram vid ett sågverk. Jämförelser mellan de två mätserierna visade att ca 75 procent av mätningarna från aggregatet låg inom intervallet ± 4 mm från mättramens diametermått. Skogsbruket ställde på 1980-talet upp målet att 90 procent av mätningarna skulle ligga inom detta intervall. Med ytterligare utveckling och trimning av tekniken bör detta mål vara inom räckhåll.



Slutsats: Värt att gå vidare med

Resultatet är mycket lovande och med en del ytterligare åtgärder går det att öka precisionen. Det handlar framförallt om att

- öka vinkeln mellan laser och kamera, då ökar upplösningen väsentligt
- flytta kameran lite längre från stammen
- hindra snö och barkavskav från att falla framför kamerorna
- ha fler mätpunkter längs stammen, nu mättes bara var tredje centimeter.

Diametermätning med lasertriangulering i skördaren. På sikt bör denna teknik kunna ge samma information som den man får i en 3D-mätram i ett sågverk. Det skulle underlätta integreringen mellan skog och såg.

Längd

Teknisk lösning: mikrovågsdoppler

Längden mättes med mikrovågsdoppler. Mikrovågor skickas snett mot stammens mantelyta och den reflekterade signalens frekvens registreras av en antenn. Den reflekterade signalens fasläge förändras beroende på stammens rörelse, och stammens matningshastighet kan beräknas. Detta mått kan sedan räknas om till utmatad längd.

Labbtester med en enkel utrustning hade tidigare givit lovande resultat. En givare monterades i skördaraggregatet på den plats där längdhjulet normalt är placerat.

Bra resultat i test

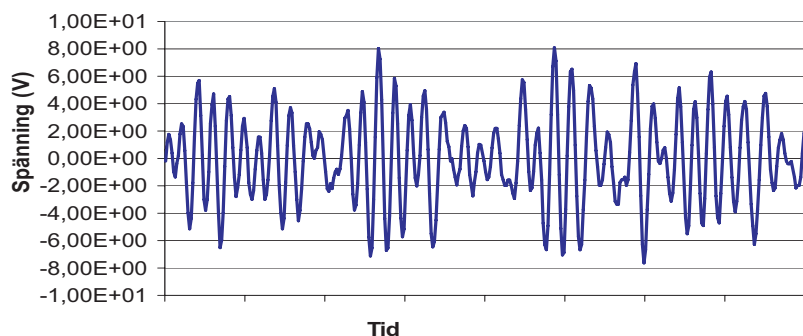
Sju kvistade stockar och två stolpar matades upprepade gånger genom aggregatet med varierande hastighet. Längden på stockarna mättes med givaren och med stålmaßband. Resultaten visade att mätprincipen fungerade i aggregatmiljö och att mikrovågssignalen från stocken inte påverkades nämnvärt av störande signaler från matarvalsarna eller från vibrerande plåtdetaljer.

Mättnoggrannheten var dock långt ifrån tillräcklig och betydligt lägre än för ett konventionellt längdhjul. De underliggande problemen är framförallt

kopplade till signalvariationen, vilken i figuren nedan syns i form av varierande höjd på signaltopparna. Problemen förstärks vid höga matningshastigheter.

Slutsats: Värt att gå vidare med

Detta är en lovande teknik, men det återstår mycket arbete innan den är tillräckligt noggrann och tillförlitlig för praktisk drift. Både sensor och beräkningsalgoritmer behöver utvecklas, i första hand genom nya tester i labbmiljö.



Exempel på signal från utrustningen för längdmätning som användes i labbmiljö. Varje topp i diagrammet motsvarar en centimeter. Mätning med tumstock på samma provbit gav ett värde på 39,3 cm vilket stämmer väl med de 40 toppar som kan ses i figuren.

Krökar

Teknisk lösning: digital bildanalys

Stammarnas krokighet mättes med ett kamerasystem. Två videokameror riktades mot den utmatade stamdelen och placerade med en inbördes vinkel på 90°, så att kamerorna betraktade stammen uppifrån respektive från sidan. Enligt försöksplanerna skulle stockarnas kontur och krök beräknas av ett bildtolkningsprogram.

Foto: Jan Nyström



Tekniska svårigheter

Mätmetoden bygger på att stocken kan skiljas från bakgrunden. Detta visade sig vara så svårt att mätningen inte kunde automatiseras. För ett fåtal stockar markerades i stället konturen manuellt i bilderna och jämfördes med mättramsdata. Det gav en god överensstämmelse.

Dock finns det ett antal problem som troligen är svåra att lösa:

- I försöket hade kamerorna ingen egen belysning, vilket gör att exponeringen var starkt beroende av de naturliga ljusförhållandena. Det skulle gå att använda automatik för att justera exponeringstid och bländare, men det skulle också påverka bildernas skärpa och skärpedjup.
- Tekniken bygger på automatiserad bildbehandling och bildanalys för att hitta stockens profil. Detta är extremt svårt, eftersom det är en väldig variation i såväl bakgrundens som stockens belysning, färg och textur.
- Kamerorna hade en utsatt placering, de riskerade att doppas i snön och

skadas av stenar etc. Rent mättekniskt var det dock troligen den bästa placeringen.

Slutsats: Stort utvecklingsbehov

Principiellt är den valda tekniken en framkomlig väg. Möjligheten att automatiskt identifiera stockens konturer kan förbättras med exempelvis speciell belysning. En rät vinkel mellan kamerorna är den teoretiskt optimala, men en annan vinkel kan tillåta en mer skyddad placering av kamerorna. Bilden från den övre kameran kan också tänkas vara ett förarstöd för manuell skattning av krökar, eftersom den ger ett perspektiv som normalt inte kan ses från hytten.

Foto: Jan Nyström



Fibervinkel

Teknisk lösning: punktlaser

Det finns en stark koppling mellan virkets fibervinkel och skevheten hos sågade trävaror.

Träfibrer, i synnerhet barrträfibrer, har en god förmåga att sprida ljus i fibrernas längdriktning men mindre bra tvärs dem. Om man belyser en träyta med en fokuserad laserpunkt, så sprids ljuset i en elliptisk form där ellipsens storaxel sammanfaller med fiberriktningen. Denna ljusspridning kan registreras med en digital kamera och fiberriktningen kan beräknas med digital bildanalys.

I försöket utrustades skördaraggregat

med en punktlaser och en kamera. Dessutom monterades ett smalt barkstål på den fasta kvistkniven. Den gav ett spår ned till veden, där mätningen gjordes.

Bra resultat i test

Ett tiotal kvistade stockar matades flera gånger genom aggregatet. Resultaten indikerade en hög mätprecision och efter filtrering var standardavvikelsen mellan upprepade mätningar på samma stockar mellan 0,4 och 0,7°.

Det finns redan i dag kommersiella produkter för mätning av stockars fibervinkel i sågverk. Mätprecisionen i

försöket var i nivå med den som erhålls i sågverksmiljö.

Slutsats: Värt att utveckla

Mätmetoden har goda förutsättningar att fungera i ett skördaraggregat. Barken är dock ett problem. Mätningen fungerar bara på ren ved. Samtidigt vill skogsbruket ha kvar så mycket bark som möjligt på stockarna för att minska risken för uttorkning och blånad.

Det här kan man troligen lösa genom att montera ett fjädrande stål som bara tar upp ett litet spår i barken. Alternativt kan man utveckla en teknik så att mätningen görs automatiskt på de ställen där barken ändå har ramlat av vid upparbetningen.

Renhållningen är också ett problem, precis som vid all optisk mätning i smutsiga miljöer. Smuts och skräp får inte blockera ljuset. I övrigt har metoden visat sig vara robust och okänslig för stockytans beskaffenhet.



Foto: Jan Nyström



Slutsatser

Den viktigaste åtgärden för att på kort sikt förbättra skördarnas mätning är de kvalitetssäkringssystem som för närvarande införs i skogsbruket. Men för att ytterligare förbättra mätningen och för att mäta kvalitetsegenskaper krävs nya tekniska lösningar. Dessa bör också öppna för högre mätningshastigheter i skördarna. Vår studie, som genomfördes under gynnsamma omständigheter, visar följande:

- Beröringsfri teknik med linjelaser och kamera kan förbättra noggrannheten vid diamettermätningen.
- Den teknik som används för mätning av fibervinkel i sågverksmiljö bör kunna fungera på skördaraggregat. Då kan träd med stora fibervinklar identifieras redan före apteringen, vilket i förlängningen bör minska problemen med skevt virke.
- Den testade tekniken för längdmätning fungerar i skördarmiljö, men ett grundläggande utvecklingsarbete återstår innan tekniken kan bli ett alternativ till mätning med berörande mätthjul.
- Mycket utvecklingsarbete återstår för att nå en automatiskt fungerande metod för krökmätning.

Fokus på diamettermätning

Denna studie är ett viktigt steg mot ett praktiskt fungerande system för beröringsfri diamettermätning. Studien genomfördes dock under kontrollerade förhållanden på kvistade stockar. För att nå hög mätnoggrannhet i praktiskt arbete krävs en teknik som håller givarna rena. Lyckas vi med detta, öppnar det också för mätning av längd och andra egenskaper, som fibervinkel.

Mätningen av längd kommer troligen att bygga på en annan teknik än den som prövades i detta projekt, nämligen s.k. korrelationsmätning. Detta är samma teknik som används i en optisk datormus, och bygger på att man ser hur strukturer förflyttar sig i delvis överlappande bilder. Denna mätteknik studeras nu i ett stort projekt vid Helsingfors tekniska högskola, tillsammans med skogsföretag och maskintillverkare.

Ekonomi

Ett tidigare försök med beröringsfri diamettermätning föll, bl.a. för att mätsystemet blev för dyrt. Sedan dess har elektronik blivit billigare, samtidigt som skördarnas produktion har ökat markant. Utfallet av en kalkyl för beröringsfria mätsystem blir därför sannolikt mer positiv i dag, speciellt som skogsbrukets krav på mätnoggrannhet ökar.

English

Noncontacting sensors for improved bucking

Improved harvester sensing means better adaptation to customer requirements. Several interesting solutions are revealed in a recently completed project.

Today, length and diameter measuring on the harvester is done using direct contact with the timber. Noncontacting technology, on the other hand, could enhance measuring precision, improve bucking, reduce wastage in the value chain, and increase harvester productivity.

Noncontacting sensor technology has been tested and developed by Skogforsk, Luleå University of Technology (LTU), and the Institute for Wood Technology Research (SP Trätek) in a project known as Sensor technology for logging machines. The aim was to identify suitable sensor technology, and to determine the precision that can be achieved under controlled conditions.

A harvester head was equipped for a range of noncontacting sensors. Diameter was measured with a linear laser and camera; length using a microwave Doppler. Crooked stems were recorded by two cameras, and the fibre angle by means of a spot laser and camera.

The results were promising, particularly as regards diameter measuring technology, which is to be developed further. The main challenge is to find a way to keep the sensors clean, free from snow and debris.

Keywords: Diameter; length; measuring technology; harvester head.

Läs mer

Andersson, M. Hannrup, B. Larsson, W. Wilhelmsson, L. Grönlund, A. Nyström, J. Johansson, S. Oja, J. 2008. Slutrapport för projekt "Mätteknik för avverkningsmaskiner". Skogforsk. Arbetsrapport nr 664.

Löfgren, B. Wilhelmsson, L. 1998. Beröringsfri diamettermätning – rapport från ett utvecklingsprojekt. Skogforsk. Resultat nr 13.

Från forskning till tillämpning

Studien har identifierat en lämplig teknik för beröringsfri diamettermätning. Utmaningen nu är att utveckla ett system för renhållning av givarna. Tillsammans med de större skogsföretagen, några maskintillverkare, SP Trätek, VMU och företaget Optronic har Skogforsk initierat ett projekt där detta är en central uppgift. För att delfinansiera satsningen har en ansökan lämnats till Vinnova. Om detta demonstrationsprojekt visar att beröringsfri diamettermätning kan ske med

hög noggrannhet och hög tillgänglighet också under normala produktionsförhållanden öppnar det för en storskalig introduktion av tekniken i skördarna.

Klarar man renhållningen av givarna är detta ett stort steg framåt även för beröringsfri längdmätning, eftersom samma renhållande teknik kan användas även för de givare som då blir aktuella.

Mikael Andersson



En tuff miljö...