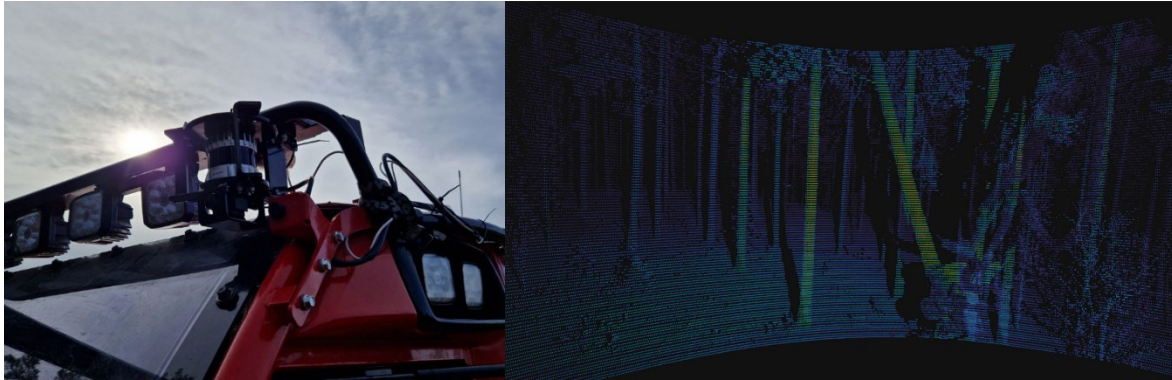


# Mätning av trädkrök med mobila sensorer på skördare

Mot bättre aptering och mindre vrak med laserskanning



En laserskanner som avbildar träden runt maskinen i 3D monterades på skördarens tak. Med hjälp av laserskanner kan krokiga träd upptäckas och mer värde skapas vid avverkning

## Sammanfattning

Krökta trädstammar är ett stort problem i skogsbruket. De leder ofta till att virke som egentligen har potential att bli sågade träprodukter i stället vrakas eller klassas som massaved, vilket innebär både ekonomiska förluster och sämre resursutnyttjande. I dag är maskinföraren hänvisad till sin egen blick för att bedöma om en stam är tillräckligt rak – ett svårt beslut som ska tas snabbt, i ett högt arbetstempo.

I detta projekt har vi undersökt om laserskannrar och kameror monterade på skogsmaskiner kan användas för att mäta trädens form redan innan de kapas. Genom att mäta krök på stående träd kan informationen användas direkt i skördarens dator för att välja bättre sätt att kapa upp stammen i stockar, så kallad aptering.

Resultaten visar att det är tekniskt möjligt att mäta krök med bra noggrannhet med laserskannrar monterade på skördare. Vi har också tagit fram en ny metod för aptering som tar hänsyn till krök och som i simuleringar minskar mängden vrak och ökar andelen timmer. Sammantaget visar projektet att laserskanning har potential att bidra till ett mer värdeskapande och hållbart skogsbruk.

## Bakgrund

Krök är i dag den vanligaste orsaken till att tallstockar vrakas vid sågverk i Sverige. Samma problem leder också till att skördarförare i skogen ibland väljer att kapa massaved där timmer egentligen hade varit möjligt. Detta innebär förlorat värde, både för skogsägare och för industrin. För att få bukt med problemen behöver stöd utvecklas som kan hjälpa till att göra mer rätt redan innan träden kapats upp till stockar, eftersom det är då det bestäms om stocken blir timmer eller massaved.

Samtidigt utvecklas sensortekniken snabbt. Laserskannrar som kan mäta omgivningen i tre dimensioner blir allt billigare. Sådana system används redan i till exempel självkörande fordon och industrimiljöer. Inom skogsbruket öppnar tekniken för möjligheten att mäta trädens form automatiskt, istället för att förlita sig på subjektiva bedömningar.

# PROJEKTRAPPORT

Norra Skogs Forskningsstiftelse 2026-05-12



Projektet har därför haft som mål att undersöka om laserskannrar som monteras på skördare kan användas för att mäta lång krök på stående tallar och om denna information kan förbättra apteringen.

## Metod

Projektet genomfördes i två skogsområden i Västerbotten som planerades för slutavverkning och där tall var det dominerande trädslaget. Områdena valdes eftersom de innehöll lite fler träd med synlig krök, vilket gjorde dem särskilt lämpliga för att studera hur krök kan mätas och hanteras bättre vid avverkning.

Arbetet inleddes med att trädens form mättes noggrant innan avverkning. Detta gjordes med en laserskanner som ställdes upp på stativ i skogen och skannade träden från flera håll. Resultatet blev detaljerade tredimensionella bilder av hela stammarna. Denna typ av mätning tar lång tid men ger mycket hög precision, och användes därför som referens när andra mätmetoder skulle bedömas. För ett mindre antal träd användes även röntgenbaserad skanning av stockarna efter avverkning för att ytterligare kontrollera noggrannheten.

Därefter testades mer praktiska mätmetoder som är tänkta att kunna användas i skogsbruket. Först skannades samma områden med en handhållen laserskanner som bars runt i beståndet till fots. Sedan genomfördes avverkningen med en skördare som hade utrustats med både laserskanner och kamera. Denna utrustning samlade in mätdata kontinuerligt medan maskinen arbetade, utan att störa avverkningen.

Utifrån laserdata beräknades trädens form steg för steg längs stammen. Särskilt fokus låg på att beskriva så kallad lång krök, det vill säga en mjuk, utdragen böjning av stammen som påverkar vilka stockar som kan bli timmer. Olika enkla sätt att beskriva kröken användes, till exempel hur långt stammen böjer av från en tänkt rak linje.

Slutligen användes denna information i datorsimuleringar av aptering. Det innebär att datorn räknar igenom olika sätt att kapa varje träd och jämför resultatet med dagens sätt att aptera, där man inte tar hänsyn till krök.

## Resultat

Projektet visar att det är möjligt att mäta krök på stående träd med hjälp av mobila sensorer, och att resultaten är tillräckligt noggranna för att kunna användas som beslutsstöd vid avverkning. Den handhållna laserskannern gav mätningar som stämde väl överens med de mycket noggranna referensmätningarna. Särskilt bra fungerade mätningarna i den nedre delen av stammen, där de mest värdefulla stockarna normalt tas ut.

Även laserskannern som monterats på skördaren kunde mäta trädens krök med god precision, trots att mätningarna gjordes under pågående arbete. Noggrannheten påverkades av praktiska faktorer som sikten mellan maskin och träd samt att träd ibland rör sig eller faller under mätningen, men resultaten visar ändå att tekniken är lovande för framtida praktisk användning.

När olika sätt att beskriva krök jämfördes visade det sig att relativt enkla mått fungerade bäst. Mått som beskriver hur mycket stammen böjer sig över en viss längd var tillräckligt träffsäkra och samtidigt snabba att beräkna.

Apteringssimuleringarna visade att när information om krök användes i besluten om hur träden kapas, minskade mängden stockar som senare skulle klassas som vrak. I träd med tydlig krök ökade andelen timmer, eftersom apteringen kunde anpassas så att krokiga delar togs ut som massaved istället för att bli vrak och rakare delar sparades för timmer. För raka

# PROJEKTRAPPORT

Norra Skogs Forskningsstiftelse 2026-05-12



trääd blev resultatet i detsamma som med dagens aptering, vilket är positivt eftersom tekniken då inte försämrar utfallet där krök inte är ett problem.

Sammantaget visar projektet på en möjlig väg framåt för bättre aptering. Nästa steg bör vara att vidareutveckla metoderna närmare implementering genom att testa på fler träd och förbättra algoritmer för att mäta bra i svårare lägen, till exempel då sikten är skymd.

Forskningen har finansierats av Norra Skogs forskningsstiftelse, Önnesjöstiftelsen, Åforsk, TräCentrum Norr samt Mistra Digital Forest.

## Kontaktuppgifter

### Projektledare:

Nils Lindgren

Skogforsk

E-post: [nils.lindgren@skogforsk.se](mailto:nils.lindgren@skogforsk.se)

### Medverkande organisationer:

Skogforsk, SLU, RISE, Komatsu Forest AB.

## Mer läsning

Denna populärvetenskapliga rapport bygger på projektets fullständiga tekniska slutrapport: *Mätning av virkeskvalitet med mobila sensorer på skördare*, som kommer publiceras på [skogforsk.se](http://skogforsk.se) under våren 2026.

Referenser i urval:

- Björklund & Erksam (2019). *Beaktande av virkesfel vid kvalitetsbestämning*.
- Prendes mfl (2023). *Optimal bucking of stems from TLS data*.
- Rummukainen mfl (2021). *Economic value of scanning in bucking of Scots pine*.
- Sagar mlf (2024). *Assessing the Potential of Onboard LiDAR-Based Application to Detect the Quality of Tree Stems in Cut-to-Length (CTL) Harvesting Operations*
- De Paula Pires (2026). *Stem crook detection in terrestrial laser scanning data using semi-empirical simulations*