

KRISTIN NORELL • GUNILLA BORGEFORS

## Årsringsmätning med bildanalys



FIGUR 1. Fotografering av ändtytor på sågverk. Kameran är monterad på den röda släden som hänger från taket. Lamporna belyser ändytan på en passerande stock, och en bild tas när stocken är i rätt läge, vilket regleras av en fotocell. Foto: Joakim Lindblad.

- Bildanalys kan användas för att mäta egenskaper i bilder automatiskt eller som ett hjälpmedel till användaren.
- I det här forskningsprojektet har vi utvecklat metoder för att automatiskt mäta egenskaper på stockändtytor i sågverksindustrin.
- För att kunna användas på sågverk måste bildanalysen fungera på ändtytor som är helt obehandlade, vilket vår metod gör.
- Idag används årsringstäthet som ett kvalitetsmått i sågverk. Mätningarna görs manuellt genom att en virkesmätare gör en visuell uppskattning av antalet årsringar.
- Vår automatiska metod förväntas ge ett resultat som varierar mindre än bedömningarna från olika virkesmätare. Med mätning med bildanalys kan virkesmätaren fokusera på andra uppgifter.
- En utvärdering på tall visar att de automatiska mätningarna ger lika bra resultat som en tränad virkesmätare. Förstudier visar lovande resultat även för gran.
- Arbetet har utförts tillsammans med SDC Skogsnäringens IT-företag.

På svenska sågverk bedöms kvaliteten på varje timmerstock innan sågning. Det finns i huvudsak två olika anledningar till det. Den ena är att virkesleverantören ska få korrekt betalt för den levererade råvaran och den andra är att användningen av träet ska vara anpassat till kvaliteten. Kvalitetsanalysen görs idag mestadels genom visuell granskning av en virkesmätare på sågverkets mätstation. I mätstationen finns ofta en mättram som automatiskt kan bedöma längd och tjocklek på stockarna men andra egenskaper bedöms helt av virkesmätaren. Sådana egenskaper är bl.a. om stocken är krökt, om det finns sprickor eller andra skador, om träet är ruttet samt hur många årsringar det finns på en viss del av ändytan. Bedömningen görs när stockarna passerar virkesmätaren på ett transportband, antingen på längden eller på tvären. Virkesmätaren har bara ca två sekunder på sig att göra bedömningen och bestämma vilken kvalitetsgradering stocken ska få.

I forskningsprojektet har vi studerat hur bildanalys kan användas för att analysera årsringsmönstret automatiskt på ändytorna. Stockarna som kommer till sågverk är sågade med motorsåg eller skördare i skogen där de ofta lagras under en kort tid. Stockarna transporteras sedan till sågverket på t.ex. lastbil för att sedan lagras igen. De här olika momenten ger effekter på ändytorna som gör dem svåra att analysera. Själva skördningen kan göra att ytan blir ojämn, dels av att motorsågen kan vara slö och slita av träfibrerna istället för att skära av dem, dels för att sågningen ibland sker ojämnt, vilket gör att det blir

ränder över ändytan. Båda de här sakerna gör att årsringsmönstret blir otydligt. Också lagringen gör att läsbarheten av ändytan minskar. När stocken lagras får änden ofta en ljusare färg än tidigare och färgskillnaden mellan de ljusa och mörka delarna av en årsring minskar. Om ytan torkar kan det också bildas sprickor i träet. Smuts och snö förekommer också som en följd av skördning, transport och lagring. Allt detta ställer krav på bildanalysmetoderna som används. De måste vara robusta och anpassade för uppgiften för att klara av att mäta egenskaper på de obehandlade ytorna.

#### Bildtagning

För att bilderna som används i projektet ska vara realistiska har de samlats in på en mätstation på Nyby sågverk i Björklinge norr om Uppsala. Bilder har tagits av stockarna när de passerar på transportbandet genom mätstationen. Kameran som har använts är en digitalkamera av typen PixelINK som är mer anpassad till de tuffa förhållanden som kan råda på ett sågverk än t.ex. en vanlig systemkamera. Kameran styrs med en fotocell för att bilderna ska tas i rätt ögonblick. Varje bild tas in i en dator för analys. Figur 1 visar hur kamerauppställningen ser ut. Stockarna transporteras från höger till vänster i bilden, och den lilla blå lådan som syns i nederkant innehåller den fotocell som styr bildtagningen.

#### Bildanalys av ändytorna

När bilden har kommit in i datorn ska den analyseras helt automatiskt. Det innebär att datorn själv måste kunna tolka det

#### FAKTARUTA 1

##### Bildanalys

En bild representeras i datorn med hjälp av siffror. Varje bildpunkt, eller pixel, har ett eget värde. Genom att ersätta värdet med en intensitet eller en färg kan vi se bildens motiv, men i datorn är det siffrorna som används. Att utföra datoriserad bildanalys innebär att göra olika matematiska operationer på digitala bilder.

Genom serier av beräkningar på varje pixel och ett område runt den kan man ändra innehållet i en bild, t.ex. för att reducera brus eller förstärka kanter. Med mer avancerade metoder kan vi mäta egenskaper i bilder. Objekt som är digitalt fotograferade kan på det viset analyseras. För att göra automatisk analys måste bildanalysmetoderna vara helt självgående. Då krävs det att de kan hantera många olika typer av bilder med bra och robusta resultat.

som finns i bilden. En bild representeras i datorn med siffror (se Faktaruta 1) och för att kunna hitta egenskaper i bilden krävs matematiska metoder. Nya matematiska metoder har utvecklats i det här forskningsprojektet och har anpassats för uppgiften.

Många av ändytorna har märken från avverkningen. Märkena orsakas av ojämn sågning och yttrar sig som linjer eller ränder över ändytan. De här ränderna stör den fortsatta analysen av träet och måste därför reduceras. I det här projektet har en metod utvecklats för att automatiskt ta bort sågmärken på ändytorna och samtidigt behålla övrig information.



FIGUR 2. En ändyta med mönster från sågningen (vänster) och resultatet efter att mönstret har reducerats med den automatiska metoden (höger). Foto: Kristin Norell.

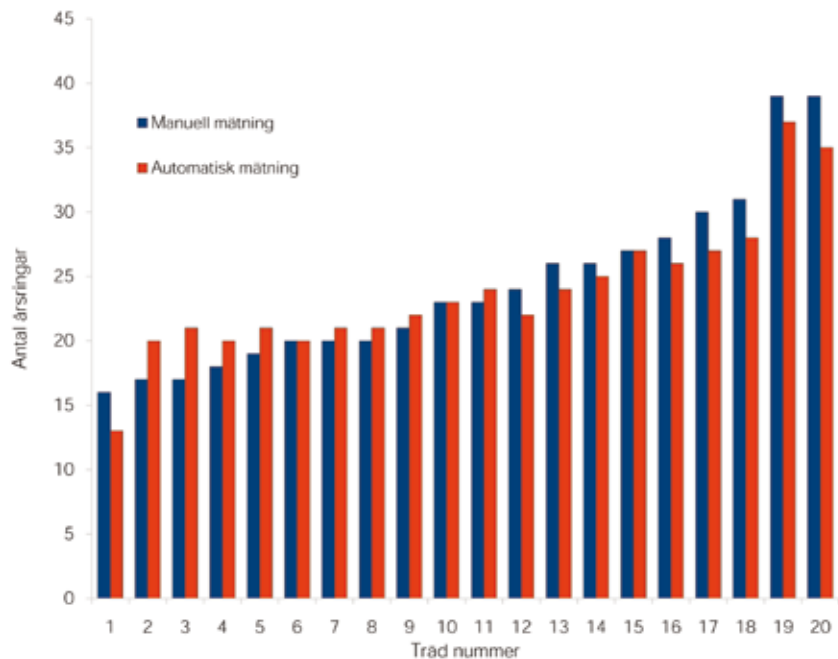
### Mätning av årsringar

Skogsnäringens IT-företag (SDC) utfärdar tillsammans med Rådet för mätning och redovisning (RMR) bestämmelser för hur trä ska kvalitetsbestämmas i Sverige. Bland de mått som används för gradering finns årsringstätheten. De intressanta årsringarna finns i spannet 2–8 cm från årsringscentrum, och mäts i den riktning där årsringarna är som glesast. Figur 4 illustrerar mätområdet för en ändyta från tall. Antalet årsringar används för att klassificera stocken i olika kvalitetsklasser, vilket styr betalningen till råvaruleverantören. För gran kontrolleras om antalet årsringar är mer än 12 medan två gränser finns för tall: 12 och 20.

Skillnaden före och efter att metoden har applicerats på en ändyta fotograferad med den beskrivna kamerauppställningen visas i Figur 2.

Årsringarna mäts inte på hela ändytan utan endast i en begränsad del (se Faktaruta 2). Denna del definieras av var centrum av årsringarna finns. För att veta var årsringarna ska mätas krävs det alltså kännedom om var deras centrum, den s.k. märgen, är placerad. Om man tänker sig att alla årsringar är cirklar med samma centrum så är den centrumpositionen för märgen. I verkligheten är årsringarna inte helt cirkulära och koncentriska, men modellen fungerar tillräckligt bra för att bestämma positionen för märgen. Om årsringsmönstret undersöks i ett litet område liknar det parallella linjer. Den vinkelräta riktningen jämfört med dessa linjer kommer att peka in mot märgen. Genom att automatiskt detektera de här riktningarna för många olika positioner på ändytan och mäta var de korsar varandra är det möjligt att hitta märkepositionen.

Enligt mätinstruktionerna för virkesmätaren ska antalet årsringar mätas i den riktning från märgen som ger minst antal ringar inom ett specifikt område, alltså där ringarna är som glesast. För att känna till denna riktning måste antalet årsringar räknas överallt. Eftersom analysen ska kunna användas online i produktion måste beräkningarna vara snabba, och vi har därför valt att inte mäta överallt, utan endast i två olika riktningar. Vilka riktningar som ska användas bestäms helt automatiskt genom att detektera var på ändytan årsringsmönstret syns bäst. De två riktningar som har tydligast mönster



FIGUR 3. Resultat efter mätning av 20 ändytor av gran fotograferade med en systemkamera.

väljs för mätning. Själva mätningen görs med ett matematiskt verktyg som också har utvecklats i projektet, den polära avståndstransformen. Enkelt uttryckt letar vi efter vägar genom bilden som helst söker sig till mörka och cirkelformade banor, dvs. följer den mörka sommarveden. Vägar approximationer årsringarna, och genom att räkna dem kan vi räkna årsringarna. Figur 5 visar en ändyta fotograferad med den beskrivna kamerauppställningen

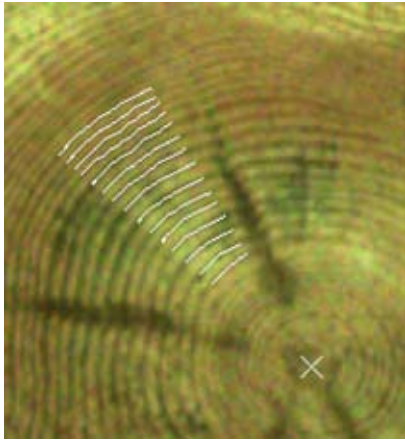
där den automatiska metoden har använts för att räkna antalet årsringar i en riktning.

### Resultat

En noggrann utvärdering har gjorts på ändytor från tall för att jämföra resultatet från den automatiska mätningen med manuell inspektion, som är den metod som används idag. Mätningarna gjordes genom att låta två virkesmätare bedöma samma ändytor två gånger var samtidigt



FIGUR 4. Mätområdet för antalet årsringar illustrerat på en ändyta från tall fotograferad med systemkamera. Foto: Kristin Norell.



FIGUR 5. Del av en talländyta där mörgen (x) och årsringarna (vita cirkelsegment) har detekterats automatiskt med de utvecklade metoderna. Foto: Kristin Norell.

som dessa fotograferades. Bilderna användes sedan för att testa metoden och resultatet jämfördes med den manuella mätningen. Alla ändtytor mättes också av en kontrollmätare, som gör en noggrannare inspektion, för att vi skulle få ett mer exakt resultat att jämföra med.

I mätningen har de olika stockarna delats in i kvalitetsklasser beroende på antalet årsringar. I det data som användes fanns 58 stockar i den högsta kvalitetsklassen, elva stockar från nästa kvalitetsklass och bara en stock från den sämsta klassen. Försöken visar att den automatiska mätningen presterade lika bra som den erfarna virkesmätaren för de aktuella stockarna när det gäller klassindelning. Den automatiska metoden klassificerade fler ändtytor från de två bästa kvalitetsklasserna något bättre än de manuella mätarna, medan den enda stocken med sämst kvalitet felklassades. För ändtytor med många årsringar kan vi se att metoden har svårt med en exakt mätning av antalet. Det gäller när årsringarna blir så täta att upplösningen i bilden inte är tillräckligt bra, och årsringarna

inte kan urskiljas. Det här ger dock inte upphov till några problem i själva klassificeringen eftersom det räcker att veta om antalet årsringar är över 20. Försöket visar att det exakta antalet ringar här kan uppskattas upp till ca 25 st i det aktuella mätområdet.

Inledande försök har också gjorts på ändtytor från gran. I det fallet är bilderna tagna med en systemkamera vilket innebär att bildkvaliteten är bättre bl.a. när det gäller upplösning. Ändtytor från gran och tall skiljer sig något åt när det gäller färg och kontrast hos årsringarna. Figur 3 visar ett diagram med resultat för 20 granändtytor där antalet årsringar har beräknats i en riktning. Resultatet har jämförts med en manuell räkning i bilderna. Diagrammet visar att antalet årsringar kan uppskattas ända upp till ca 35 stycken.

#### Utblick

Den automatiska metoden visar lovande resultat när det gäller att mäta kvalitet på gran och tall vid svenska sågverk. Fler studier behöver dock göras för att undersöka metoderna grundligare. I de ändtytor som ingick i testet för tall fanns tyvärr bara en stock med väldigt glesa årsringar. Med ett större bildmaterial kan metoden undersökas bättre och eventuellt finjusteras till olika situationer.

Den studie som har gjorts på gran är liten och fler försök behövs. Genom att fotografera granändtytor på mätstation kan man få ett försöksmaterial som väl representerar spridningen av olika egenskaper även hos gran och därmed anpassa algoritmerna för att mäta också dessa. Om skillnaderna är stora gentemot tall kan det behövas mindre justeringar för att metoden ska fungera på gran. Dessutom måste metoderna utföras av snabba, effektiva program, vilket kräver en erfaren programmerare.

#### Ämnesord

Bildanalys, kvalitetsmätning, trä, årsringar.

#### Läs mer

Anonym. 2007. Mättningsinstruktion för sågtimmer av tall och gran, VMR 1-07, 2:a upplagan.

Norell, K. 2010. Automatic analysis of log end face images in the sawmill industry. Doktorsavhandling, Sveriges Lantbruksuniversitet. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, vol. 2010:25. ISBN: 978-91-576-7502-6.

Sonka, M., Hlavac, V. & Boyle, R. 1999. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. Brooks/Cole Publishing Company.

#### Författare



Foto: Erik Wernerson

Kristin Norell disputerade i juni 2010 vid Centrum för bildanalys, SLU, Box 337 751 05 Uppsala Kristin.Norell@cb.slu.se



Foto: Hamid Sarve

Gunilla Borgefors är professor vid Centrum för bildanalys, SLU, Box 337 751 05 Uppsala Gunilla.Borgefors@cb.slu.se

**FAKTA SKOG** • Rön från Sveriges lantbruksuniversitet

**Redaktör:** Göran Sjöberg, 090-786 82 96, Goran.Sjoberg@adm.slu.se, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 Umeå

**Ansvarig utgivare:** Tomas Lundmark, 090-786 82 38, Tomas.Lundmark@sfak.slu.se

**Webb:** www.slu.se/forskning/faktaskog

**Prenumeration:** 15 nummer per år för 340 kronor + moms.

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala, 018-67 11 00 • Publikationstjanst@adm.slu.se

Davidsons Tryckeri AB, Växjö 2010

**ISSN:** 1400-7789 © SLU

