



Utvärdering av mätmetoder/mätteknik

Trav-/stockmätning av sågbara sortiment

Johan Adolfsson

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	2
2	Bakgrund och syfte	4
3	Mätutrustning	4
3.1	Stockmätning.....	4
3.2	Travmätning	5
4	Mätningkapacitet och mätnoggrannhet.....	6
4.1	Stockmätning.....	6
4.2	Travmätning	7
	Slutsatser/kommentarer	8
4.1	Konsekvensen för den totala kostnaden	8
4.2	Konsekvensen för informationsflödet från skog till industri.....	9
4.3	Fördelar/nackdelar för resp. mätmetod och utrustning	10

1 Sammanfattning

I denna rapport görs en genomgång av de mättekniker/teknikleverantörer som finns för ersättningsgrundande mätning av sågbara sortiment vid industri. Beskrivningen är genomgående uppdelad på mätmetoderna stock- resp. travmätning.

I dagsläget finns fyra leverantörer av utrustning för stockmätning av sågtimmer; RemaSawco, Finnos, Microtec och Elinova.

Elinova tillhandahåller mätram med skuggmätning av diametern, medan RemaSawco, Finnos och Microtec tillhandahåller 3D-mätningar med eller utan röntgen. Microtec erbjuder även utrustning för mätning av timmer i form av CT-skanner.

Idag finns det tre leverantörer av mätportaler för trav-/fjärrmätning av virke; Cind, Mabema och Biometria. Leverantörerna använder olika mättekniker men erbjuder samtliga funktion för automatisk bestämning av travens fastvolym, m³fub. Biometria och Cind har en baslösning med manuell mätning i bild, medan Mabema endast har mätning i bild som reservmetod. Mabema och Cind erbjuder även funktionalitet för automatisk fördelning i dimensionsklasser.

Kapaciteten vid timmermätstationer vid stockmätning är mer beroende av vilken typ av anläggning/virkesflöde genom mätstationen som används än själva mätramstypen. Högst kapacitet har anläggningar med tvärtransportör.

En stor drivkraft för att gå över till fjärrmätning/travmätning har varit att kunna effektivisera transportlogistiken med kortare väntetider och möjlighet till ökade öppettider. Vid fjärrmätning/travmätning av virke är det endast tiden för mottagningskontroll som påverkar det fysiska virkesflödet på mätplatsen, eftersom själva mätningen utförs vid ett senare tillfälle.

Stora sågverk ser i högre grad nytta med den avancerade mätutrustning för stockvis mätning som finns på marknaden och flera satsar på 3D-röntgen. Sker mätningen automatiskt utan att fördröja produktionen blir särkostnaden för mätdata minimal.

En stor del av sågverkets kostnad för att sortera virket kvarstår oberoende av vilken modell för ersättningsgrundande mätning – stockmätning eller travmätning – som väljs. Med stockmätning skapas en informationsmängd som inte kan uppnås vid travmätning. Kombinationen stereokameror och röntgen skulle i framtiden ge mycket detaljerad information om virket under bark.

Det som talar för att ersättningsgrundande stockmätning kan komma att öka igen är en ökad automatisering av stockmätningen. Stockmätningen ger en mer

detaljerad information till säljaren/skogsägaren vilket i förlängningen kan behövas för att styra skogsskötsel och avverkningsplanering.

I riktning mot travmätning/fjärrmätning talar dels att information från stockmätningen i form av sortering kan komma att förmedlas till skogen även om den inte är ersättningsgrundande, dels att det kommer att gå att mäta allt fler kvalitetsparametrar även i travmätningen.

2 Bakgrund och syfte

Det finns idag många möjligheter för en mätplatsägare att välja mellan när det gäller olika mätmetoder och mättekniker. För att kunna fatta välgrundade beslut i valet mellan dessa olika möjligheter behövs ett underlag i form av metodernas/teknikernas kapacitet, kostnader och mätnoggrannhet.

I denna rapport görs en genomgång av de mättekniker/teknikleverantörer som finns för ersättningsgrundande mätning av sågbara sortiment vid industri. Beskrivningen är genomgående uppdelad på mätmetoderna stock- resp. travmätning. Genomgången avser etableringen av dessa olika mättekniker och vilka tekniska möjligheter som finns med respektive system. Kostnader och mätningskvalitet redovisas för olika typer av mätutrustning.

Avslutningsvis ges några kommentarer till vilka fördelar/nackdelar som finns för resp. mätmetod och utrustning. I korthet beskrivs även hur valet påverkar den totala kostnaden för logistik/produktionsprocess på industrin och informationsflödet från skog till industri.

3 Mätutrustning

3.1 Stockmätning

I dagsläget finns fyra leverantörer av utrustning för stockmätning av sågtimmer; RemaSawco, Finnos, Microtec och Elinova.

Samtliga typer av stockmätning utrustning är typgodkända för m³fub-mätning. Med mätutrustning av typen 3D, 3DX och CT är automatisk mätning under bark och automatisk mätning av utbytesförlust typgodkända. För automatisk bestämning av underbarksdiameter finns tre tekniker; laser/trakeid, bildanalys eller röntgen.

Med mätutrustning av typen 3DX och CT är även semiautomatisk klassning (tall) och metalldetektering med röntgen typgodkända.

Elinova

Tillhandahåller en mätram med skuggmätning av diametern med hjälp av infrarött ljus. Endast manuell bedömning av bark för bestämning av diameter under bark.

RemaSawco

Tillhandahåller 3D-mätningar med eller utan röntgen. För automatisk mätning av underbarksdiameter kan antingen trakeidmetoden med laser eller röntgen utnyttjas. RemaSawco har funktionalitet för automatisk beräkning av utbytesförlust (3D) och semiautomatisk klassning av tall (med röntgen). För sortering av timret finns även en toppbrottsdetektering med hjälp av röntgen utvecklad.

Finnos

Tillhandahåller 3D-mätningar med röntgen (finns även enklare variant utan röntgen). För automatisk mätning av underbarksdiameter utnyttjas röntgen. Har funktionalitet för automatisk beräkning av utbytesförlust (3D) och semiautomatisk klassning av tall (med röntgen).

Finnos planerar att installera kameror för att med bildanalys kunna detektera årsringar och röta. Ett annat utvecklingsspår är underbarksmätning med bildanalys i kombination med 3D-mätning som alternativ till röntgen.

Microtec

Tillhandahåller 3D-mätningar med röntgen (finns även enklare variant utan röntgen). För automatisk mätning av underbarksdiameter utnyttjas bildanalys. Har funktionalitet för automatisk beräkning av utbytesförlust (3D) och semiautomatisk klassning av tall (med röntgen).

Microtec erbjuder utrustning för mätning av timmer i form av CT-skanner. Med CT-skanner kan stocken röntgas och dess rådensitetsvariation (och därmed virkesegenskaper) avbildas tredimensionellt.

För sortering av timret finns toppbrotts-/tvärkröksdetektering med hjälp av röntgen utvecklad. Med röntgenteknik utvecklar Microtec funktioner för att kunna mäta träslag.

Mätutrustning med röntgen från de olika tillverkarna levereras numera inkapslad tillsammans med 3D-mätning för att förenkla kalibreringen mellan mätsystemen.

3.2 Travmätning

Idag finns det tre leverantörer av mätportaler för fjärrmätning av virke; Cind, Mabema och Biometria. Samtliga har system för automatisk bestämning av traves fastvolym, men med detta i drift i varierande grad. Leverantörerna använder olika teknik för att mäta virket. Biometria tillhandahåller även övervakningssystem vid avlastning av provtravar resp. besiktning av flislass/provtagning flis.

Totalt finns det idag mätportaler på 92 mätplatser med fjärrmätning av rundvirke. På dessa mäts utöver timmer även massaved och bränsleved.

Biometriariggen

Använder bilder i kombination med AI-modeller baserade på tidigare måttagning i bilder, virkets vikt och information om dimensionsfördelning från skördarmätningen av virket. En modell skapar automatiskt traves mått/skrymvolym (Aida), medan en vidareutvecklad variant automatiskt

bestämmer travens fastvolym (Asta). Timmerbilen parkerar på plats där 9 (eller 15) fasta kameror finns placerade, varefter bildtagningen aktiveras av chauffören.

För Biometriariggen har en ny AI-modell för automatisk volymmätning tagits fram och godkänts med driftsättning på bred front under 2024. En AI-modell för automatisk trädslagfördelning är under utveckling.

Cind

Använder stereokameror som skapar en 3D-bild av virket när timmerbilen rullar igenom en mätportal, i den enklare varianten erhålls travens mått/skrymvolym. Systemet kompletteras med AI-modeller baserade på diameterfördelning och trädslag för att bestämma virkets vedvolymprocent och sedan beräkna fastvolym.

Cind har under 2023 uppgraderat sina mätsystem till en ny plattform – Timspect NG – med ändrad hård-/mjukvara (bland annat byte av ett par kameror) och installerat detta på mätplatserna. Med den nya plattformen sker utveckling av nya eller förbättrade funktioner för automatisk detektering av travdelning, mätning av skäppas överyta och dimensionsfördelning i trave.

Mabema

Använder lasertriangulering. Timmerbilarna rullar sakta igenom en mätthall där samtidig bildtagning sker med 6 lasertriangulerande system. I Mabemas system skapas alltid en fastvolym, med traves mått och vedvolymprocent mer som upplysning/för rimlighetskontroll.

I Mabemas utvecklingsplaner finns detektering av röta och krök i yttervarv, bestämning av trädslagsfördelning i timmer och vedlängdsfördelning i yttervarv. Mabema satsar även på att utnyttja AI i funktionerna. En begränsande faktor för att fullt ut kunna mäta virkestravar automatiskt är just förekomsten av delade travar, vilka idag måste mätas manuellt i bild. I Mabemas system finns en funktion för automatisk detektering av travdelning, men den är inte typgodkänd utan används som ett stöd.

4 Mätningkapacitet och mätnoggrannhet

4.1 Stockmätning

Kapaciteten vid timmermätstationer är mer beroende av vilken typ av anläggning/virkesflöde genom mätstationen som används än själva mätramstypen. Högst kapacitet har anläggningar med tvärtransportör, som innebär att virket vid virkesmätarens kvalitetsbedömning passerar på tvären, till skillnad från stockar på mätanläggning med längsgående bana vid

bedömning av virket. Produktiviteten på en timmermätstation är utöver den tekniska kapaciteten styrd av truckkapaciteten (att det finns virke att mäta kontinuerligt), service/underhåll (för att undvika stillestånd) och virkesmätaren på plats. Ökad automatik för mätning på mätstationen ger möjlighet till ökad produktivitet med bibehållen mätningskvalitet.

Äldre mätramstyper (1D/skuggmätram) kan vid högre banhastighet medföra längre avstånd mellan mätpunkter på stocken, innebärande sämre upplösning på mätningen. Längdmätningen sätter gränsen för maximal hastighet, vilket på äldre system är 150 meter/minut. Med ökad stocklucka kan behovet av viss tid för databearbetning av varje stock regleras.

Noggrannheten i volymsbestämningen påverkas främst av vilken typ av mätutrustning som används. Vid manuell barkbedömning har virkesmätarens barktypsklassning också betydelse. Precisionen i diametermätningen under bark ökar med 3D-mätning av stockens form i stället för envägs-mätning och med teknik för automatisk bestämning av barktjocklek/diameter under bark, vilket visas genom att spridningen/standardavvikelsen vid volymuppföljningen (stockvis kontroll) minskar.

Utfallet av värdeuppföljningen påverkas både av tekniknivå på mätutrustningen, mätanläggningens utformning och den manuella kvalitetsbedömningen. Med teknik för automatisk kvalitetsbestämning kan mätningskapaciteten höjas och den manuella bedömningen fokusera på färre virkesegenskaper. Resultatet av volym- och värdeuppföljningen påverkas också i hög grad av virkets svårighetsgrad (träslag, stockens form, kvalitet och tillredning).

4.2 Travmätning

Tidsåtgången för fjärrmätning styrs av flera faktorer som graden av automatik, frekvensen av delade travar (som fordrar mer tid), hur många bildväxlingar som fordras i mätplatssystemet *Iris* för att utföra mätningen och graden av komplexitet i det sortiment som ska mätas/kvalitetsbestämmas. Mätning av sågbara sortiment fordrar normalt mera tid med en större variation i de mätningsbestämmelser som ska tillämpas.

Vid fjärrmätning/travmätning av virke är det endast tiden för mottagningskontroll (före och under) som påverkar det fysiska virkesflödet på mätplatsen, eftersom själva mätningen utförs vid ett senare tillfälle.

Slutsatser/kommentarer

4.1 Konsekvensen för den totala kostnaden

En stor drivkraft för att gå över till fjärrmätning/travmätning har varit att kunna effektivisera transportlogistiken med kortare väntetider och möjlighet till ökade öppettider. Det har under senare år bidragit till en trend mot mer travmätning av sågbara sortiment.

Etablering av fjärrmätning innebär en investering i utrustning/anläggning utöver befintlig anläggning för timmersortering. En anläggning för fjärrmätning är utrymmeskrävande genom den plats mätportal/mäthall, kontrolllyta upptar samt att det fodras utrymmen före och efter passagen genom mätportalen. Det medför ofta investeringar i infrastruktur med nya vägar och utökade ytor.

Stora sågverk ser i högre grad nyttan med den avancerade mätutrustning för stockvis mätning som finns på marknaden och flera satsar på 3D-röntgen. Små sågverk, med mindre fångstområden, är mer inriktade på att kostnadsminimera sin inmätning. Resultatet kan bli en ökad spridning både i graden av automation och vad som detekteras i mätningen.

När virket hanteras kommer det också att kunna mätas. Sker mätningen automatiskt utan att fördröja produktionen blir särkostnaden för mätdata minimal. När även kostnaden för att lagra data blir marginell skapas förutsättningar med mycket stor tillgång till data. I automatiseringen ingår olika AI-tillämpningar som kan baseras på data från olika mätpunkter och data från nya typer av sensorer.

Mätstationen blir oberoende av val av mätteknik förmodligen inte helt obemannad. Frågan är om samma person/företag kommer att utföra alla uppgifter eller om ankomstkontroll och sortering kommer att hållas isär. Det kan handla om att övervaka automatisk travmätning om sådan finns, och i så fall köra kontrolltravar genom stockmätningsanläggningen.

En stor del av sågverkets kostnad för att sortera virket kvarstår oberoende av vilken modell för vederlagsbestämning – stockmätning eller travmätning – som väljs.

4.2 Konsekvensen för informationsflödet från skog till industri

Med hjälp av digitalisering kan en datadriven utveckling där man utnyttjar kopplingar mellan olika punkter i den skogliga värdekedjan uppnås. Om delarna är digitalt sammankopplade kan mätning i en viss mätpunkt få stöd, dels från mätning av det aktuella virket i tidigare mätpunkter, dels i form av industri- och produktdata från tidigare leveranser av likartat virke.

Industrimätningen går mot mer processkontroll och mindre manuell mätning eller visuell bedömning. Med avancerade utrustningar kan fler egenskaper mätas, sådana som inte kunnat bestämmas i tidigare punkter. Industridata kan också fungera som en form av kontrollmätning. Ett exempel på koppling bakåt kan vara om barktjocklek från ett sågverks mätram används för att förbättra den automatiska travmätningen på samma plats.

Det finns även möjlighet till koppling framåt, exempelvis om längd- och diameterfördelning från skördarmätningen förs över till travmätningen av samma parti.

Med stockmätning skapas en informationsmängd som inte kan uppnås vid travmätning. Kombinationen stereokameror och röntgen kan ge mycket detaljerad information om virket under bark.

En efterfrågan mot mer konstruktionsvirke innebär att det mesta av svenska virket klarar kraven på hållfasthet. Fokus blir då på rätt dimensioner, hög formstabilitet och att identifiera defekter som krök, röta, blånad, toppbrott och rotben hos timret som både orsakar problem i produktionen och påverkar slutproduktens kvalitet. Kvistparametrar tonas ned och i stället kan årsringsbredd/beståndsålder samt mätning av vissa defekter få ökad betydelse.

Det som hittills implementerats när det gäller spårning av stockindivider är främst från sortering med röntgen till att stocken "återfinns" vid sågintaget med hjälp av ny avancerad mätutrustning. Stocken kan då positioneras för optimal postning. Om nya produkter baseras mer på egenskapsmodeller och mindre på sådant som syns på utsidan av stammarna/stockarna så skulle en enklare märkning i skogen på sortiments- eller produktnivå vara tillräckligt. Det betyder att behovet av en fysisk individspårning genom hela kedjan från skogen minskar.

Nya produktdefinierade sortiment skulle i framtiden kunna vara digitalt åtskilda utan krav på att särskiljande egenskaper ska kunna mätas och dokumenteras vid mätningen. De skulle ha samma grundkrav och mätas med samma mätmetod men ha skilda pris via digital spårbarhet till de kvalitetssäkrade maskinlag som utfört sorteringen.

4.3 Fördelar/nackdelar för resp. mätmetod och utrustning

Röntgenmätningar har fått stort genomslag vid sågverkens sorteringsanläggningar. Med dessa öppnas möjlighet att detektera ett flertal virkesegenskaper eller defekter som törskate, växtvridenhet, fukthalt/färskhet, årsringsbredd, märkeplacering, kvistar, kärnved, toppbrott etc. Med mer avancerad analys av ändtytor kan både skogsröta och lagringsröta detekteras. Ökande skador i skogen av typen knäcksjuka, snöbrott, älgbete, törskate m.m kan öka behovet av mätteknik för att detektera skador.

Det som talar för att ersättningsgrundande stockmätning kan komma att öka igen är en ökad automatisering av stockmätningen. Stockmätningen ger även en mer detaljerad information till säljaren/skogsägaren vilket i förlängningen behövs för att styra skogsskötsel och avverkningsplanering. Samtidigt kan fler produkter skapas i sågverket tack vare avancerad sortering. Med stora virkesvolymerna kan även specialkvaliteter produceras i en omfattning som gör hanteringen lönsam.

En utvecklingsväg tyder på att merparten av timret (utan defekter) går till byggnadsvirke där i princip allt virke duger. Ett annat utvecklingsspår är att sågtimret redan i skogen blir mer produktdefinierat. Dessa trender pekar på att fjärrmätning skulle uppfylla de krav som ställs på vederlagsbestämningen av timret.

Vid fjärrmätning är möjligheten att kunna bedöma virkets färskhet och ev. lagerskada begränsade. För att kunna bedöma virkets färskhet fordras att man är på plats för att undersöka virket, vilket kan ske vid stockmätning.

Återkoppling på brister i aptering/virkets kvalitet för enskilda leveranser är en tjänst som utförs vid stockmätning av timret. Vid fjärrmätning handlar återkoppling i första hand om att virke kan mätningssägas vid mottagningskontrollen.

Partibyten mellan leveranser vid stockmätning är tidskrävande och sänker kapaciteten när stockmätning är vederlagsbestämmande. Med travmätning som vederlagsbestämmande mätmetod kan körningen i stockmätningens anläggningen bli betydligt effektivare, men väljer man att slå samman virkespartier/leveranser före sorteringen så tappar man spårningen mot skogen.

I riktning mot travmätning/fjärrmätning talar dels att information från stockmätningen i form av sortering kan komma att förmedlas till skogen även om den inte är ersättningsgrundande, dels att det kommer att gå att mäta allt fler kvalitetsparametrar även i travmätningen.

Mätportalerna för travmätning utvecklas och förväntas inom 5–10 år klara:

- Diameterfördelning via travarnas ändytor
- Längdfördelning via det stickprov som travsidorna utgör
- Trädslagsfördelning baserad både på ändytor och travsidor
- Krök och avsmalning på travsidor
- Årsringsbredd på ändytor

En ökande andel ersättningsgrundande skördarmätning skulle kunna leda till förändrad och billigare industrimätning, vilket skulle kunna öka andelen travmätning av sågtimmer. Tjänster som digital märkning och leveransavisering stärker den digitala kedjan och leder till att industrimätningen förändras till en enkel mottagningskontroll utförd i form av fjärrmätning/travmätning.

Vid kontroll av travmätning var det inga större skillnader mellan olika mätportalstyper vad gäller volymsbestämning. För stockmätning däremot så visar kontroll en ökad precision i volymsbestämning (och diametermätning) med de mer avancerade mättramarna.