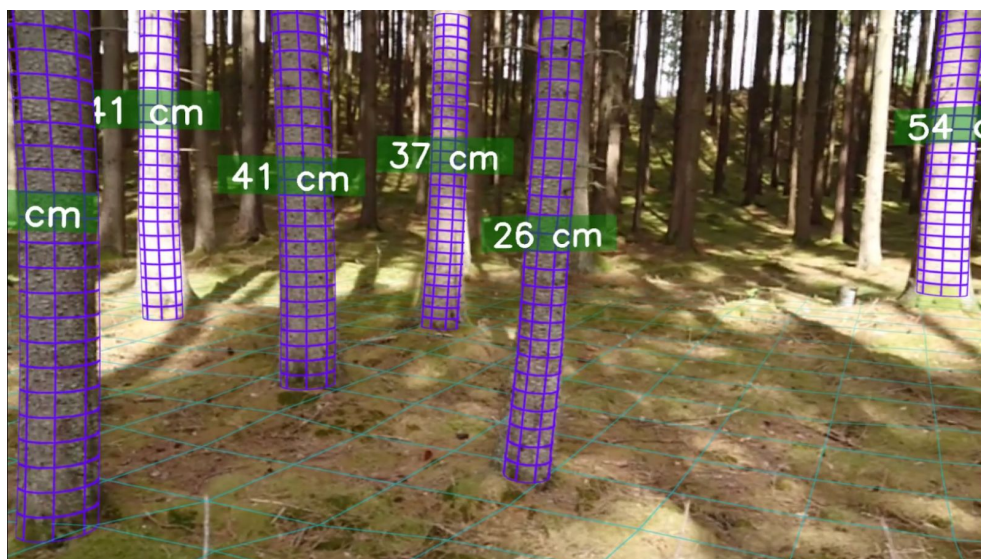


KATAM o Växjö stift

Rapport från testmätning augusti 2018



Stiftet prövar banbrytande teknik

Förord

Insamling av skogsdata för sammanställning inför försäljning eller skogsvård är av intresse för skogsbranschen. Som större markägare vill Svenska Kyrkan möjliggöra och stötta affärsidéer och initiativ som på sikt kan förbättra datainsamlingen av volymer och trädkvalité. Bättre kunskap om skogen ska ge ökat värde för köparen och därmed ett ökat värde för säljaren.

Växjö stift har uppdragit åt KATAM Technologies AB att utföra mätningar i några av stiftets rotposter i syfte att testa den nya teknikens gränser.

Växjö augusti 2018

Klas Gustavsson
(Växjö stift)

Sammanfattning

Prästlönetillgångarna i Växjö stift (stiftet) har uppdragit åt KATAM Technologies AB (KATAM) att utföra mätningar i fyra av stiftets rotposter i syfte att testa den nya teknikens gränser. Genom att mäta i stiftets rotposter har mätresultaten från KATAM kunnat jämföras med traditionell mätning med klave.

KATAM's teknik bygger på att träd videofilmas med mobilkamera varefter trädens storlek och läge beräknas. Trädhöjd har i dessa mätningar erhållits från överflygande drönare i samarbete med SWESCAN AB.

Ett objekt mättes som "totalmätning", dvs samtliga träd registrerades och mättes in. Huvudträdslagets värden för diameter, volym och höjd ligger nära stiftets värden. Antalet träd är något lägre vilket förmodas bero på ett par osäkra och borttagna inspelningar och kommer kompletteras med i efterhand.

Fördelarna med KATAM's "totalmätning" var att varje enskilt träd fick position, diameter, höjd, trädslag och hänsynsinformation -- att en karta över samtliga träd skapades och att även markerade hänsynsträd som inte är till salu blev inmätta. I förlängningen kan värde på både hänsyn och andra träd beräknas på trädnivå och värdeberäkningar kan göras inom valfritt delområde. Korrekta objektsgränser utifrån snitslade träd skapas istället för gränser hämtade



OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.

Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.

från skogsbruksplan. Nackdel med "totalmätning", enligt dagens utförande, var att tidsåtgången blev högre, jämfört med traditionell rotpoststämpling. Den högre kostnaden kan dock vara motiverad när trädens positioner är viktiga, som t.ex. för försöksytor, utbildning eller i särskilda miljöer såsom reservat och parker.

Två objekt mättes med stora stickprov, subjektivt utlagda. Delområden med mycket skymmande underväxt undveks eftersom KATAM's teknik bygger på att man kan se nedre delen av stammen. Cirka 11-12 % av objektens areal mättes i stickproven. Huvudträdslagens värden för medelstammens diameter, och stammarnas storleksfördelning runt medelstammen, låg nära stiftets värden. Även värden för huvudträdslagens höjd och medelvolym låg tämligen nära stiftets värden. Värden för udda trädslag visade dock stor skillnad vilket främst förklaras av att mätning ej skett i områden med skymmande underväxt. Totalsiffror för trädantal och volym, alla trädslag, uppvisade tämligen stora skillnader.

Fördelar med KATAM's teknik var att stickprovsmätningen kunde göras billigt men ändå få bra värden för huvudträdslagens medelstam och storleksfördelning. Tekniken borde passa både för leveransrotköp (LRK) och avverkningsuppdrag för att ge bra data om medelstam och trädens storleksfördelning. Endast objekt med bra sikt och måttligt med underväxt lämpar sig, vilket visade sig i att mätningen i ett fjärde objekt (Ulvsbäck) fick avbrytas på grund av alltför mycket underväxt.

Försöksupplägg

Fyra rotposter i Värnamo distrikt valdes ut för mätning med KATAM's teknik, förutom att stiftet även mätte dem som rotposter med konventionell klavning. Posterna som valdes ut var Bråthult 3:1 mfl, Alandsköp 1:47 och Ulvsbäck 1:1 mfl i Markaryds kommun samt Vällersten 5:10, Värnamo kommun.

Stiftets konventionella mätning utfördes mellan juni och augusti 2018. Fältarbetet med KATAM's teknik utfördes i augusti 2018.

Samtliga fyra poster flygfotograferades med drönare i samarbete med SWESCAN AB varefter ortofoton och 3D-modeller skapades. Ur 3D-modellen beräknades trädhöjder och modellen användes för att lokalisera filminspelningarna från marken.

Filmningen med mobiltelefon skedde på ena sidan om spår med en längd ca 40-80 meter, och 7-12 m bredd, varefter filmerna processades för att beräkna brösthöjdsdiameterar. Därefter granskades och justerades resultatet med avseende på trädslag och för kvarlämnad hänsyn såsom torrträd, högstubbar etc. För varje spår genererades en polygon med läget för varje träd och dessa polygoner matchades med den drönarfotograferade 3D-modellen och placerades in i ortofotot.

Höjder hämtades från 3D-modellen för de träd som gick att identifiera och en höjdkurva skapades. För träd som inte var synliga i 3D-modellen sattes höjder enligt höjdkurvan.

Bråthult mättes som totalmätning och för att säkerställa att samtliga träd blev inmätta lades spåren tätt med stort överlapp mellan polygonerna. Totalt spelades 199 st användbara spår in.

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.

Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.

Ålandsköp, Vällersten och Ulvsbäck valdes ut för mätning med stora stickprov, för att simulera leveransrotköp (LRK).

Stickprovsmätningen gjordes så att grupper om 2-6 spår subjektivt lades ut i de delar som föreföll mätbara. Svårmätta delar med mycket underväxt eller lågt sittande grenar undveks. Strävan var att inmätta spår skulle omfatta 10-20 % av objektets areal. Mätresultaten från stickproven multiplicerades upp för att motsvara objektets totalareal.

Ålandsköp

Vid mättillfället var underröjning ej utförd vilket förhindrade att mäta med ytor jämnt fördelade över objektet. Ett delområde i västra lägre delen, utgörande ca 15 % av objektsarean, var talldominerat på torvmark och med tät underväxt av gran och löv. Vidare fanns några fuktiga hänsynsytor med tät blandskog i kanterna. I övriga delar mättes 21 användbara spår som täckte 11 % av objektets areal.

Vällersten

Underröjning var utförd och mätning kunde göras över nästan hela objektet, med undantag för smärre partier i anslutning till fuktiga hänsynsytor med inslag av gran och löv. 26 användbara spår mättes täckande 12 % av objektets areal.

Ulvsbäck

Underröjning var inte utförd vilket gjorde att mätning kunde ske endast i en tredjedel av objektet. Efter mätning av 17 spår, omfattande 5 % av objektets areal, avbröts mätningen.

Resultat

Mjukvara i prototypversion

KATAM's teknik är stadd i snabb utveckling och mjukvaran finns för närvarande i prototypversion. Mobilapplikationen detekterar trädstammar med tillfredsställande precision men fortfarande saknas vissa funktioner såsom höjdberäkning och automatisk trädslagsdetektering. Mjukvaran för trädtoppsidentifiering, höjdberäkning och inpassning av markmätta polygoner är en betaversion och behöver ytterligare mogna för att fungera fullt ut operativt. I Bråthult visade sig detta genom ett antal felaktiga matchningar. Överlappande spår kunde placeras in på skilda ställen, vilket ledde till att samma träd kunde dyka upp på flera ställen. Även orimliga höjdvärden förekom. Lösningen blev, förutom vissa förbättringar i funktionerna, att flygfotografera om Bråthult. I tredje försöket blev flygbilden mycket bra och inpassningen god, även om tid ej funnits för att rätta vissa fel. För att få bra 3D-modell och lyckad inpassning ska flygfotografering göras under vindstilla och molniga förhållanden för att undvika skuggor.

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.

Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.

Alandsköp och Vällersten hade inte bästa möjliga flygbilder vilket ledde till sämre inpassning och sämre höjdvärden. Ingen omfotografering gjordes utan istället kasserades polygoner där inpassningen inte lyckades. Utgallringen av polygoner ledde för Alandsköp till att av ursprungliga 33 spår, omfattande 16 % av arealen, återstod efter efter utgallringen 21 st täckande 11 % av arealen. Motsvarande för Vällersten blev 40 st täckande 16 % som blev 26 st täckande 12 %.

Stickproven blev således små i förhållande till vad som var önskvärt..

Grundläggande för mobilappen är att man måste se stammen från roten och en bit upp.

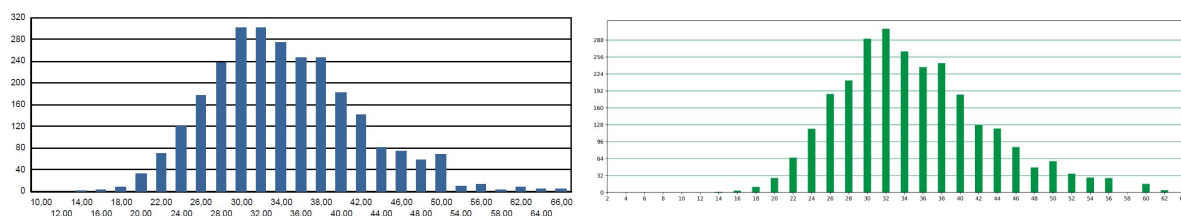
KATAM's mjukvara för att urskilja vad som är stam respektive sly förbättras kontinuerligt men vid mättillfället gick mätning ej att göra där underväxten var alltför tät.

Totalmätning

Vid jämförelse av siffrorna för totalmätningen i Bråthult visar stiftets mätning att gran har en medeldiameter om 31,9 cm och 32,3 cm enligt KATAM. Medelhöjd för gran om 28,4 m respektive 29,1 m. Båda värdena var för KATAM's del aningen högre än stiftets varför följaktligen granmedelstammens volym också blev högre; 1,164 m³sk för stiftet och 1,210 m³sk för KATAM.

De udda träden var få, 5 tallar och 29 lövträd, vilka motsvarade 0,3 % av volymen. Dessa har KATAM's mätning inte riktigt lyckats fånga och vilka där blev 2 tallar och 10 lövträd. Orsaken är inte utredd men kan bero på missar vid efterbearbetningen på rummet – den mänskliga faktorn. De saknade tallarna och lövträden finns troligen redovisade som granar.

Totalsiffrorna, alla trädslag, visar för antal träd 2335 st (stiftet) respektive 2249 st (Katam). Antalet träd är något lägre (86 träd) vilket förmodas bero på ett par osäkra och borttagna inspelningar i det kuperade NV hörnet samt ett antal svårtillgängliga träd i den stormdrabbade ytan i mitten av beståndet. Mätningarna kommer senare kompletteras med saknade spår.



Diameterfördelning med rotpostmätning respektive KATAM-mätning

Storleksfördelningen av träden är näst intill identisk för stiftet (till vänster) respektive KATAM (till höger).

Totalt måste överensstämmelsen mellan stiftets respektive KATAM's mätning anses som god.

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.

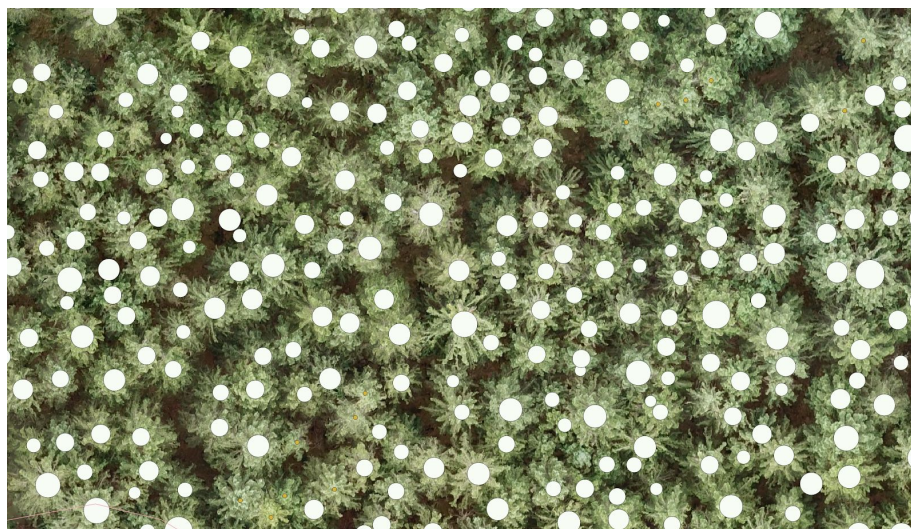
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.



Inmätta träd. Blått = träd till salu/stämplade Orange = hänsynsträd av olika slag



Variation av volym (heatmap), m3sk/ha, mörkare grönt = högre volym



Detalj med varje träd markerat med en cirkel proportionell mot dess diameter

**OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.**

Stickprovsmätning

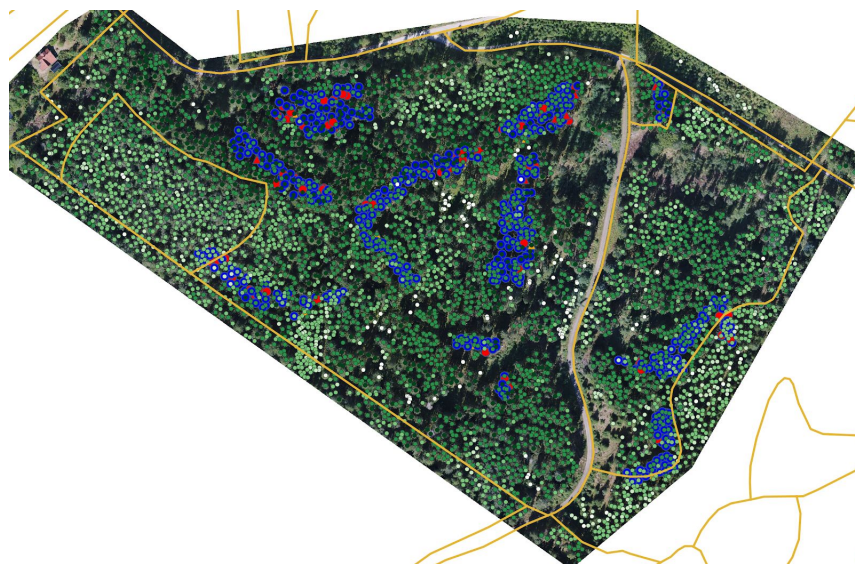
Alandsköp

Alandsköp är grandominerat (86,5 %) med inslag av tall och löv. För gran är medelstammens diameter 26,7 cm kontra 27,8 cm, enligt stiftets respektive KATAM's mätning. Höjden är uppmätt till 20,9 m respektive 23,5 m. Skillnaderna i diameter och höjd leder till större medelstamsvolym; 0,707 m³sk enligt stiftet och 0,875 m³sk enligt KATAM.

Vad gäller tall har stiftet en högre andel (10 % kontra 3 % enligt KATAM) men med snarlik medeldiameter (27,6 cm kontra 27,8 cm). Medelhöjden för stiftet är lägre (20,3 m kontra 24,5 m). Lövandelen enligt stiftet är 3,5 %, men enligt KATAM endast 0,2 %.

På totalnivå är trädantalet enligt stiftet, för alla trädslag, 5395 st och för KATAM lite lägre, 5290 st. Genom att KATAM's mätning utgår från en högre andel granar, som är större än andra trädslag, så ökar skillnaden för total volym, alla trädslag; 3486 m³sk för stiftet och 4579 m³sk för KATAM.

Skillnaderna mellan stiftets och KATAM's mätningar förklaras till stor del av att KATAM's stickprov inte lades ut inom vissa svårsmätta delar. Det var redan under fältarbetet tydligt att tall- och björkandelarna skulle bli för låga och att medelstammen på gran skulle bli för stor.



Stickprovets utläggning på Alandsköp framgår av blå och röda punkter. Här framträder området i väster där mätning ej var möjlig.

Vällersten

Vällersten är ett nästan rent tallobjekt (97 %). För tall är medelstammens diameter 34,3 cm kontra 36,6 cm, enligt stiftets respektive KATAM's mätning. Motsvarande för höjd 22,7 m respektive 20,3 m. Medelstammen är för tall 0,946 m³sk respektive 1,022 m³sk.

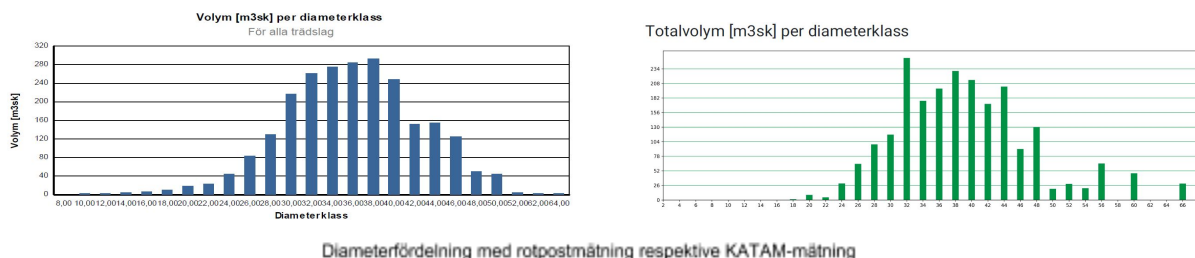
**OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.**

För de udda trädslagen gran (1,4 %) och löv (1,5 %) så har det i KATAM's stickprov inte alls kommit med någon gran och 2,5 % löv. Björkens medeldiameter enligt stiftet är 23,2 cm men enligt KATAM 40,0 cm. Föga förvånande eftersom de fuktiga kanterna mot hänsynsytor undveks i KATAM's mätning men någon enstaka grov björk har kommit med.

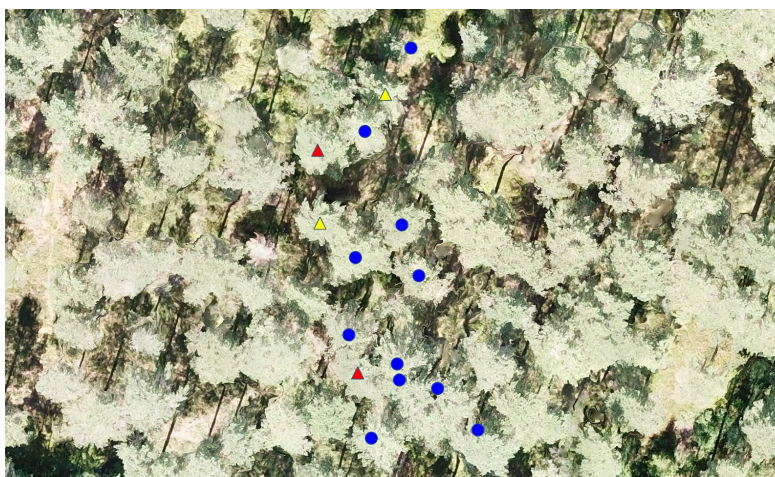
På totalnivå är trädantalet enligt stiftet 2796 st och betydligt lägre enligt KATAM; 2160 st.

Totalvolymen, alla trädslag, är 2444 m³sk respektive 2204 m³sk.

Siffrorna ovan avser stiftets stämplingslängd som den såg ut i början av augusti. Därefter har knappt hundra träd ytterligare stämplats till.

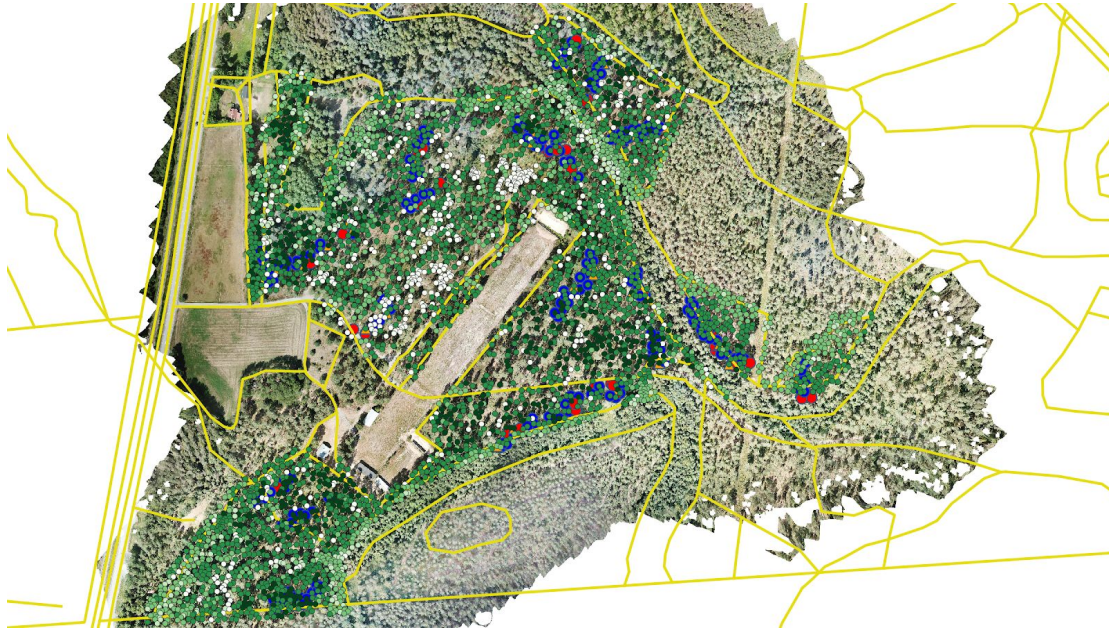


Trädens storleksfördelning runt medelstammen, alla trädslag, visas här enligt stiftet (till vänster) respektive KATAM (till höger). Stiftets staplar är jämnare medan några av KATAM's staplar sticker ut. Förklaringen beror på att stickprovet är tämligen litet men skulle utjämning göras så blir kurvorna snarlika.



Detalj med träd inmätta längs ett spår. Blått = stämplat tall, Gult = tillskapa högstubbe, Rött = tillskapa högstubbe

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.



Stickprovets utläggning på Vällersten framgår av blå och röda punkter

Ulvsbäck

Mätningen i Ulvsbäck avbröts på grund av alltför mycket underväxt varför mätresultaten inte redovisas.

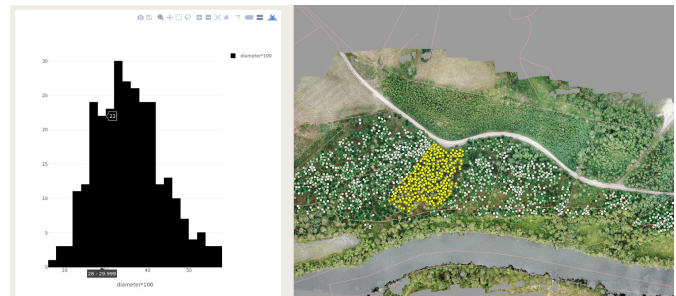
Diskussion

Fördelar med KATAM's teknik (enligt dagens utförande)

Fördelarna med KATAM's teknik var att för varje enskilt träd beräknades position, diameter, höjd, trädslag och hänsynsinformation utplacerade på en karta och att även hänsyn som inte var till salu blev inmätt. I förlängningen kan värde på både hänsyn och andra träd beräknas på trädnivå.

Med totalmätta objekt kan medelstam, storleksfördelning och värde beräknas inom valfritt delområde inom ett bestånd (se bild). Även i stickprovsmätta objekt kan motsvarande värden beräknas om tillräckligt många spår spelats in för att tillåta nedbrytning till objektsdelar.

Med totalmätta objekt kan korrekta (t.ex. snitselmarkerade) gränser skapas för objektet och hänsynen, istället för gränser hämtade från skogsbruksplan.



Summerad statistik från markerat område

**OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.**

En viktig fördel med stickprovsmätta objekt var att mätningen kunde göras billigt men ändå ge bra värden för huvudträdslagens medelstam och storleksfördelning.

Nackdelar med KATAM's teknik (enligt dagens utförande)

Endast objekt med bra sikt, och måttligt med underväxt, lämpar sig idag för KATAM's teknik. Detta visade sig tydligt i Ulvsbäck, där mätningen fick avbrytas, och i Alandsköp där en del av objektet inte kunde mätas.

Nackdel med KATAM's teknik, enligt dagens utförande, var också att tidsåtgången för totalmätning blev högre, än för traditionell rotpoststämpling, varför tekniken ännu inte ur kostnadssynpunkt kan konkurrera med manuell mätning.

En annan nackdel, i dagsläget, var att inpassningen av de markmätta polygonerna i flygfotot/3D-modellen ibland blev fel. Mjukvaran har förbättrats och fungerar nu bra med högkvalitativa flygfoton. Fler försök behöver dock göras i varierande typer av skog för att säkerställa en robust inpassning. Dessa brister spelar roll främst vid totalmätning, men också till viss del för stickprovsmätning om trädhöjder ska hämtas ur drönarinspelade 3D-modeller.

Användningsområden idag

KATAM's nuvarande tjänst för totalmätning med drönaröverflygning är idag motiverad när trädens positioner är viktiga, t.ex. för försöksytor, utbildning eller i särskilda miljöer såsom reservat och parker. Bland annat möjliggör metoden simulering av olika åtgärdsalternativ på trädinivå och jämförelse av mätningar före och efter åtgärd. Metoden ger en fingervisning till den detaljnivå av skogsdata som kommer vara tillgänglig i framtidens precisionsskogsbruk.

KATAM's tjänst för stickprovsmätning lämpar sig i dagens utförande bra för leveransrotköp (LRK) som ju är en köpform där köparen betalar ett fast pris per kubikmeter men där totalvolymen fastställs vid inmätning efter utförd avverkning. Köpformen hämmas idag av att köparna ogärna vill lämna fasta pris när de har dåligt underlag för att beräkna priset. Även i avverkningsuppdrag borde tekniken passa för att ge bra data om medelstam och trädens storleksfördelning. Mottagande industri vill gärna veta vilka sortiment som faller ut från det stående råvarulagret och innan avverkningen startar vill man ha underlag för val av maskin och aptering.

Stickprovsmätning är vidare intressant vid upprättande av skogsbruksplaner där särskilt värdefulla bestånd kan mätas med förhöjd noggrannhet. Ekonomisk planeringen, budgetering mm skulle kunna förbättras och vid värdering, inför köp eller försäljning av fastighet, är bra data efterfrågade.

Stickprovsmätning kan utföras både med och utan drönarfotografering. En fördel med drönarfoto är att placering av stickprov på mark kan utnyttja förinspelad trädtoppsdetektering och trädhöjdfördelning. Här kan även annan tillgänglig skogsdata användas, som t.ex. Skogsstyrelsens Skoglig grunddata.

När nya laserskannade data finns tillgängliga kommer sannolikt godtagbara värden för trädhöjd och m3sk/ha kunna beräknas. I vissa tillämpningar, när kraven på noggrannhet inte är alltför

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.

Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.

Kommande användningsområden inom närtid

Presentation av mätdata på SWESCAN's portal

The screenshot shows the SWECO SCAN web application interface. The browser address bar displays the URL: https://maps.sweco.no/gisapp/katam_brathult. The page title is "SWECO SCAN Bråthult Katam". The main content area shows a map of a forest area with numerous yellow markers. A pop-up window is open, displaying details for a specific tree. The details include:

- Navn:** 415549-32_6262742_78
- Slags:** *Normansgrønne Furukule*
- Volumen:** 1,6 kubdm
- Spesies:** *Normansgrønne*
- Diameter:** 0
- Brøstetrase:** 0
- NAFStale:** 0
- Nettstam:** 0
- Omkrings:** 0
- Omkrings:** 0
- Diameter:** 0,273
- Høyde:** 34,962800
- Orkester:** *13m/1018 Transparent*
- Brøst 1:** 131
- Brøst 2:** 131
- Brøst 3:** 131
- Brøst 4:** 225

The bottom of the page shows a scale bar and a legend. The legend indicates that the yellow markers represent "Lage: Identifisert et cetera". The bottom right corner displays the coordinates: EPSG:3006 Koordinat: 415499,6262739.

Lösen: ka1379am

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.



Bilagor

Bilagor med "Mätrapport" per objekt finns att ladda ner på www.katam.se eller www.virkesborsen.se

OBS! Gällande affärsvolym är stiftets.
Mätresultat från KATAM's mätning lämnas endast upplysningsvis.