



UNITE

METSÄN, IHMISEN JA KONEEN VUOROVAIKUTUS

YKSINPUINTULKINNAN MAHDOLLISUUDET METSÄALALLA – MISSÄ MENNÄÄN?

Heikki Hyyti – Vanhempi tutkija, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus FGI

Ville Kankare – Apulaisprofessori, Turun yliopisto | Paikkatietokeskus FGI



ILMASTONMUUTOS

SUOJELU

METSÄNHÖITO

HÄIRIÖDYNAMIIKKA

LUONNONHÖITO

VESIEN SUOJELU

ENNALLISTAMINEN

Teknologian kehitys



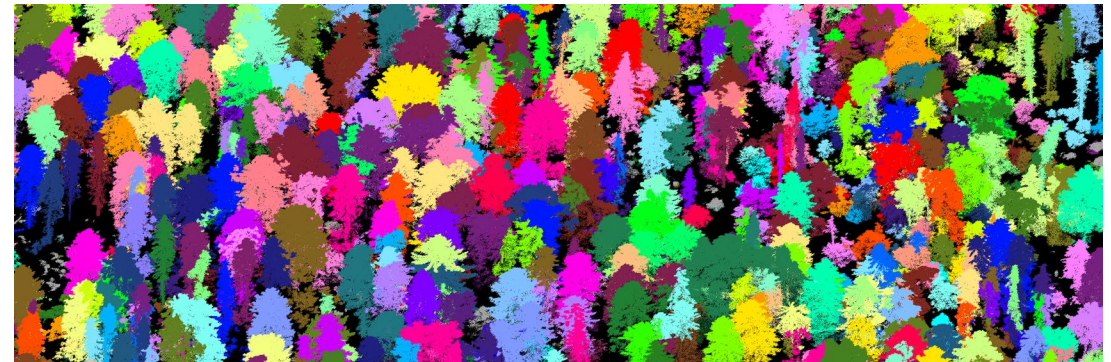
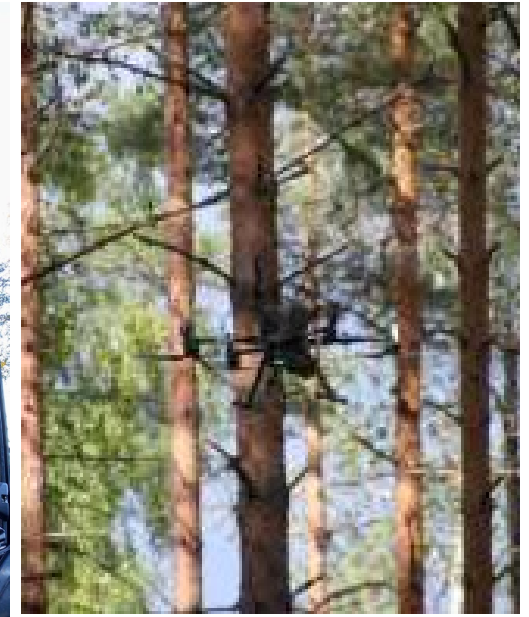
- Kehitys on ollut huimaa viimeisen 20+ vuoden aikana
 - Mittasaksista lasersensorin puhelin integraatioon
- Tärkeimmät huomiot kehityksessä:
 - Mittalaitteiden käytettävyys ja ominaisuudet
 - Aineistojen laatu ja yksityiskohtaisuus
 - Menetelmien kehitys



Teknologian kehitys

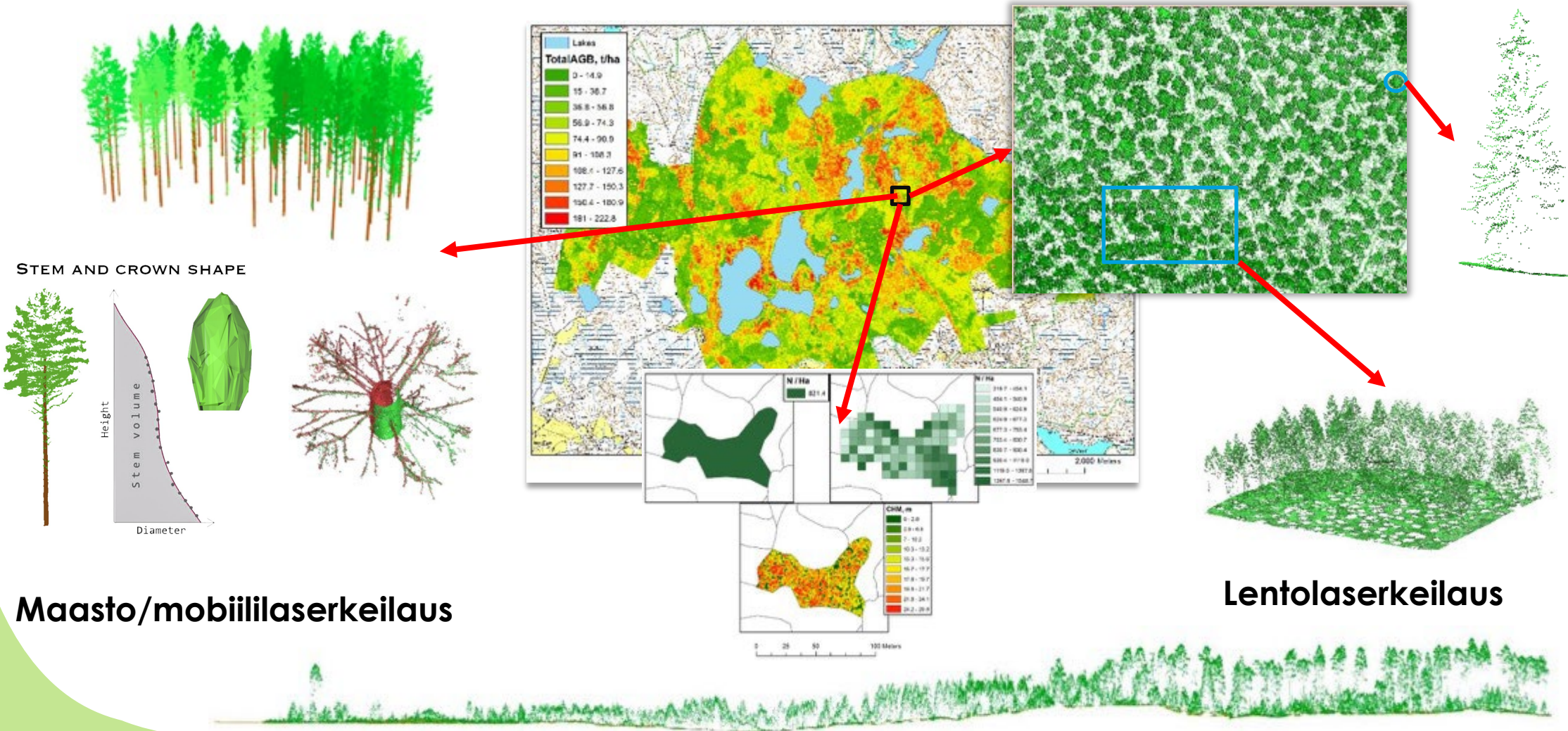


- Droonit ja autonomiset laitteet ovat yleistyneet
 - Esim. metsän sisällä voidaan lentää osumatta puihin
- Laserkeilaimet ovat tulleet edullisemmiksi ja tarkemmiksi
 - Niitä on integroitu mm. drooneihin sekä metsäkoneisiin
- Keinoälyä on sovellettu onnistuneesti pistepilvi- ja metsädataan
 - Esim. Puiden etsintä ja luokittelu onnistuu jo hyvin





Yksittäisen puun mittaus



Paikannustarkkuus



- Satelliittipaikannus on haasteellista metsässä
 - Puiden latvustot häiritsevät signaalin etenemistä
- Puut kaadetaan puomin pään hakkuulaitteella
 - Kaadetut puut eivät ole satelliittipaikantimen mittaamassa paikassa
 - Puomin asentoa on vaikea mitata tarkasti.





Hakkuukonetieto

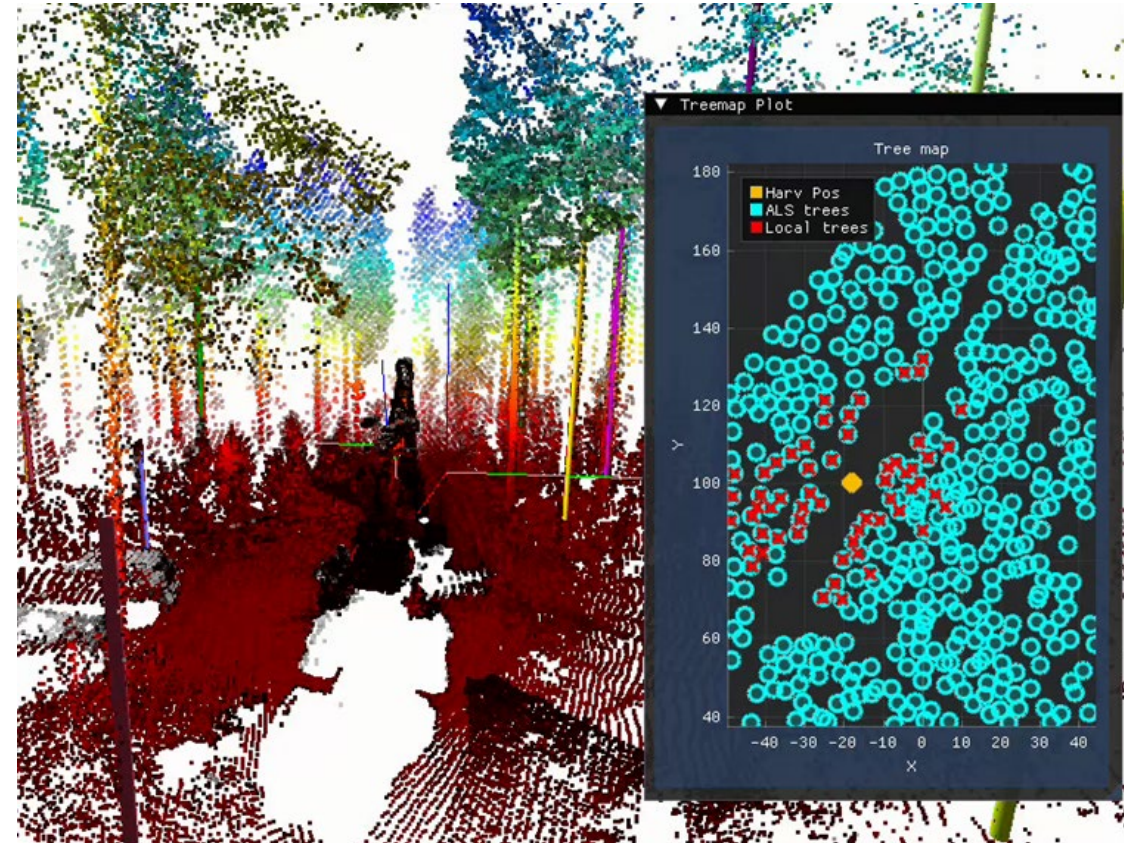
- Hakkuukone mittaa jokaisen puun paksuuden ja katkaistun pölkyn pituuden
- Kuljettaja merkitsee hakkuutavaralajin ja jättää pölkyn metsätraktorin noudettavaksi lajiteltuihin kasoihin
- Hakkuukoneen tiedoilla voisi suoraan korjata etukäteistietoa sekä opettaa keinoälyä tuottamaan tarkempia aineistoja.
- Haasteena on tiedon yhdistäminen sillä hakkuulaitteen paikkaa on vaikea mitata riittävän tarkasti.





Hakkuukonetiedon mahdollisuudet

- Etukäteistiedon ja suunnitelmien pohjalta metsäkone voisi ehdottaa kuljettajalle mitkä puut kaataa.
- Monet työtehtävät sujuisivat koneen kanssa yhteistyössä kuljettajan valvoessa toimintaa.
- Kuljettajan ei tarvitsisi enää tehdä niin paljon dokumentointia sillä kone voisi tallentaa tehdyn työn yksittäisen puun tarkkuudella.
 - Jokaiselle hakatulle puulle tiedettäisiin kanto metsässä ja puuta vastaava data pilvessä.
- Tästä lisää Metsäkonetiedon ja sensoreiden tiekarttaesityksessä klo 13:35 alkaen.

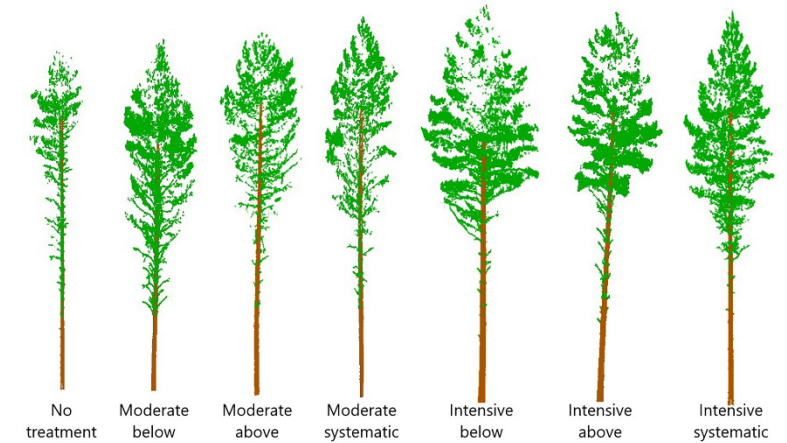


Reaaliaikainen puukartta hakkuukoneessa. © Tamas Faltli, FGI

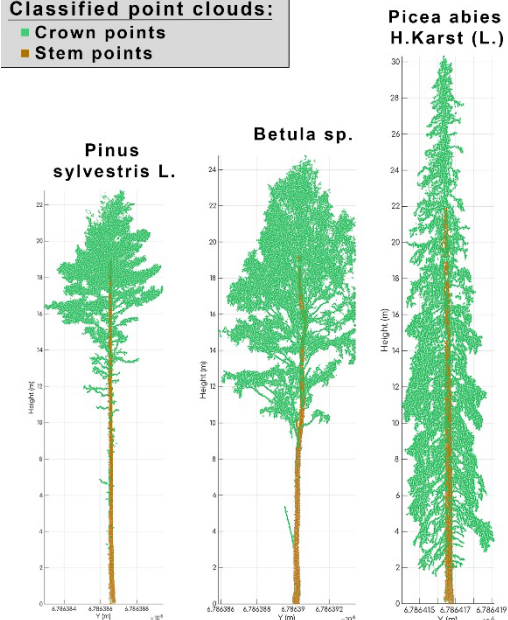
Yksittäisen puun mittaus



- Pistepilviaineiston tarkkuuden kasvaminen mahdollistaa:
 - Toimenpiteiden vaikutuksen arvioinnin ja seurannan puutasolla
 - Rakenteellisen kompleksisuuden mittaamisen puutasolla
 - Puulajitason rakenteen ja kehityksen havainnoinnin
 - Monikanavalaserkeilaus
 - Keinoälyn mahdollisuudet



Classified point clouds:
■ Crown points
■ Stem points





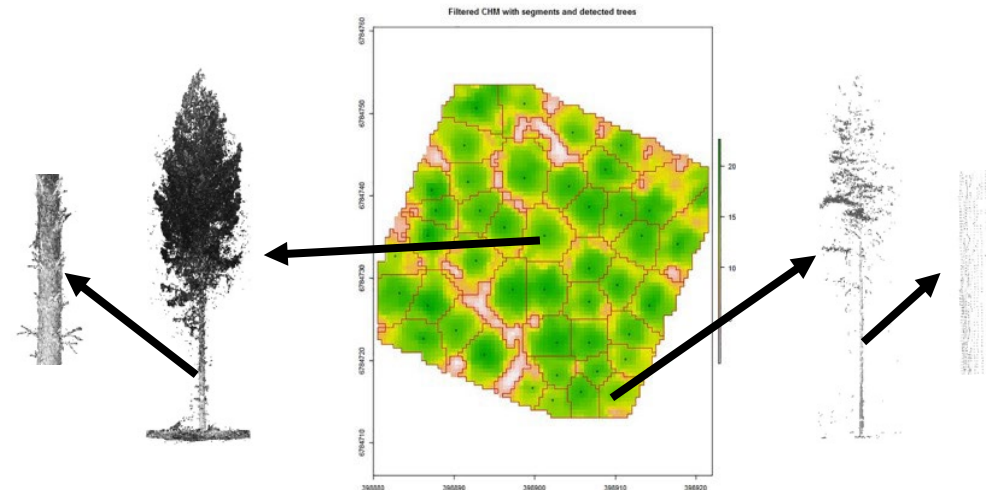
Mahdollisuudet vs haasteet

• Mahdollisuudet

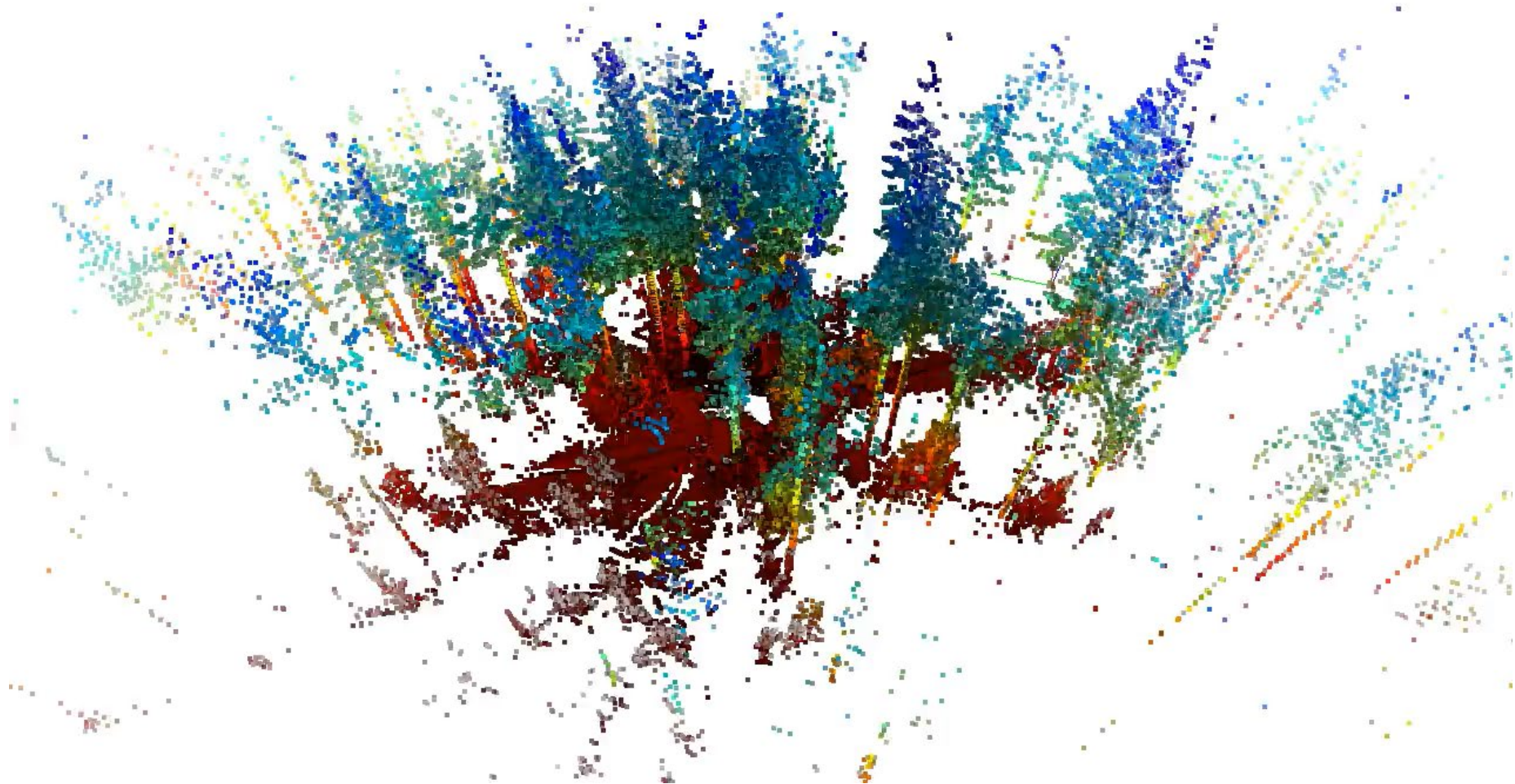
- Automaattisesti hakkuun yhteydessä päivittyvä yksittäisen puun tarkka metsätieto
- Tarkempi etukäteissuunnittelu muuttuu mielekkääksi
- Mahdollisuus etsiä sopivia hakkuu- tai suojelukohteita.
- Uusien tunnusten lisäarvo (esim. latvusrakenne, kilpailu, oksataso, laatu)

• Haasteet

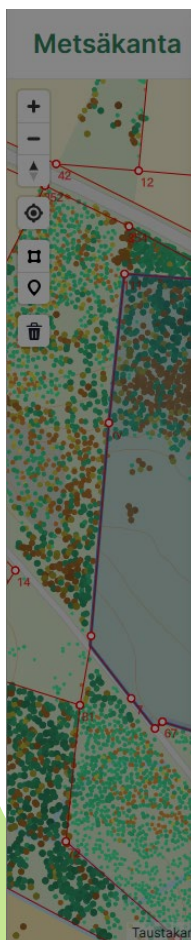
- Aluepohjaisesta järjestelmästä tulisi siirtyä kohti yksinpuin tietoa
- Aineiston laatu
 - Hakkuulaitteen paikannustarkkuus on avainasemassa.
 - Pistepilven kattavuus



Laserteilain metsäkoneessa



Metsäkanta.com



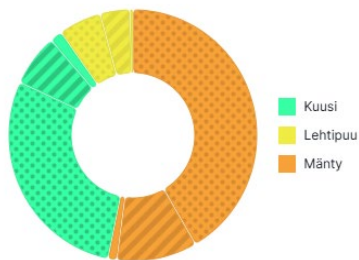
Hiilensidonnan erittely puulajeittain

Sidottu CO₂
1 337,7 tonnia

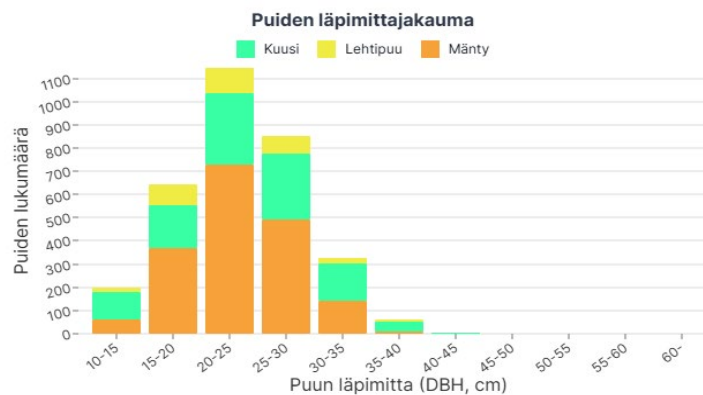
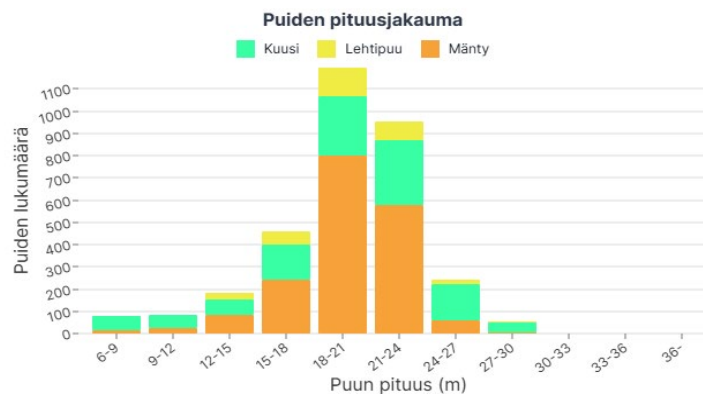
PUULAJI	SIDOTTU CO ₂ (TONNIA)
Mänty	715
Kuusi	496,1
Lehtipuu	126,6

Valitun alueen puusto on sitonut yhteensä noin 1 337,7 tonnia hiilidioksidia. Automaattisesti laskettu arvio sidotun hiilidioksidin määrästä on suuntaa antava ja voi sisältää virheitä. Sidotun hiilidioksidin massa on laskettu puuston biomassaa hyödyntämällä. Mahdolliset virheet biomassassa heijastuvat siten myös sidotun hiilidioksidin massan määritykseen. Käytettyyn laskukaavaan voit tarkemmin tutustua [täällä](#).

Tilavuudet puulajeittain



X



X

Tilastoja valitsemaltasi alueelta

Puita
3 305 kpl

Pinta-ala
9,754 ha

Tilastotiedot voivat sisältää puustotietoja useammalta vuodelta, jos alue kuuluu useammalle laserkeilauksen tuotantoalueelle. Inventointivuodet ovat aina tarkistettavissa yksittäisiä puita klikkaamalla.

Yhteenveto alueen puista

TUNNUSLUKU	YHTEENSÄ	MÄNTY	KUUSI	LEHTIPUU
Maksimipituus (m)	29,77	29,32	29,77	27,59
Keskipituus (m)	19,41	19,76	18,84	19,53
Maksimiläpimitta (cm)	43	41,7	43	38,7
Keskiläpimitta (cm)	23,2	23,4	22,9	23
Tilavuus (m³)	1 515,5	812,17	560,95	142,38
Tukkipuuta (m³)	1 160,4	638,78	439,05	82,57
Kuitupuuta (m³)	315,88	158,53	100,32	57,02
Energiapuuta (m³)	39,22	14,86	21,58	2,78
Biomassa (t)	767,36	410,12	284,59	72,65
Pohjapinta-ala (m²)	148	80,89	52,81	14,3
Runkoluku (kpl)	3 305	1 814	1 165	326

Tunnusluvut hehtaaria kohti

TUNNUSLUKU	YHTEENSÄ	MÄNTY	KUUSI	LEHTIPUU
Runkoluku (kpl/ha)	338,83	185,97	119,44	33,42
Tilavuus (m³/ha)	155,37	83,26	57,51	14,6
Biomassa (t/ha)	78,67	42,05	29,18	7,45
Pohjapinta-ala (m²/ha)	15,17	8,29	5,41	1,47



Kiitos!

uniteflagship.fi



Luettavaa



- **Integration of a Mobile Laser Scanning System with a Forest Harvester for Accurate Localization and Tree Stem Measurements.**
Faitli, T., Hyyppä, E., Hyyti, H., Hakala, T., Kaartinen, H., Kukko, A., Muhojoki, J. & Hyyppä, J. (2024). *Remote Sensing*, 16(17), 3292. <https://doi.org/10.3390/rs16173292>
- **Concepts towards nation-wide individual tree data and virtual forests.**
Hyyppä, M., Turppa, T., Hyyti, H., Yu, X., Handolin, H., Kukko, A., Hyyppä, J. & Virtanen, J. P. (2024). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(12), 424. <https://doi.org/10.3390/ijgi13120424>
- **Assessing forest structural complexity: insights from alternative laser scanning approaches.**
Cimdins, R., Yrttimaa, T., Vastaranta, M., Kankare, V. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2025. <https://doi.org/10.1080/02827581.2025.2553745>
- **Effects of a mobile LiDAR-based thinning density assistant (TDA) system on harvester operator performance.**
Pohjala, J., Kankare, V., Hyyppä, J., Kärhä, K. *European Journal of Forest Research* 2025. <https://doi.org/10.1007/s10342-025-01808-y>
- **Individual tree segmentation and species classification using high-density close-range multispectral laser scanning data.**
Hakula, A., Ruoppa, L., Lehtomäki, M., Yu, X., Kukko, A., Kaartinen, H., Taher, J., Matikainen, L., Hyyppä, E., Luoma, V., Holopainen, M., Kankare, V., Hyyppä, J. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023, 9, 100039. <https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2023.100039>
- **Unveiling effects of growth conditions on crown architecture and growth potential of Scots pine trees.**
Saarinen, N., Kankare, V., Huuskonen, S., Hynynen, J., Bianchi, S., Yrttimaa, T., Luoma, V., Junttila, S., Holopainen, M., Hyyppä, J., Vastaranta, M. *Frontiers in Plant Science*, section Technical Advances in Plant Science 2022, 13, 817792. <https://doi.org/10.1101/2021.12.13.472374>