

Korhonen L., Kärhä K., Maltamo M., Malinen J., Hyyppä J., Kaartinen H., Toivonen J., Packalen P., Koivula M. (2024). Kaukokartoitus ja metsäkoneiden sensorit metsien monimuotoisuusindikaattorien seurannassa. Metsätieteen aikakauskirja 2024-23010. <https://doi.org/10.14214/ma.23010>

## **Liite L1. Kaukokartoituksen ja metsäkoneiden sensoritekniikka ja tulkintamenetelmät**

### **1 Sähkömagneettista säteilyä havaitsevat sensorit**

Laajasti tulkittuna kaukokartoitus tarkoittaa kohteen havaitsemista sähkömagneettisen säteilyn avulla. Näin ollen kaukokartoitukseen voidaan ajatella kuuluvan niin ilmasta kuin maanpinnan tasolta tehtävät sähkömagneettisen säteilyn mittaukset.

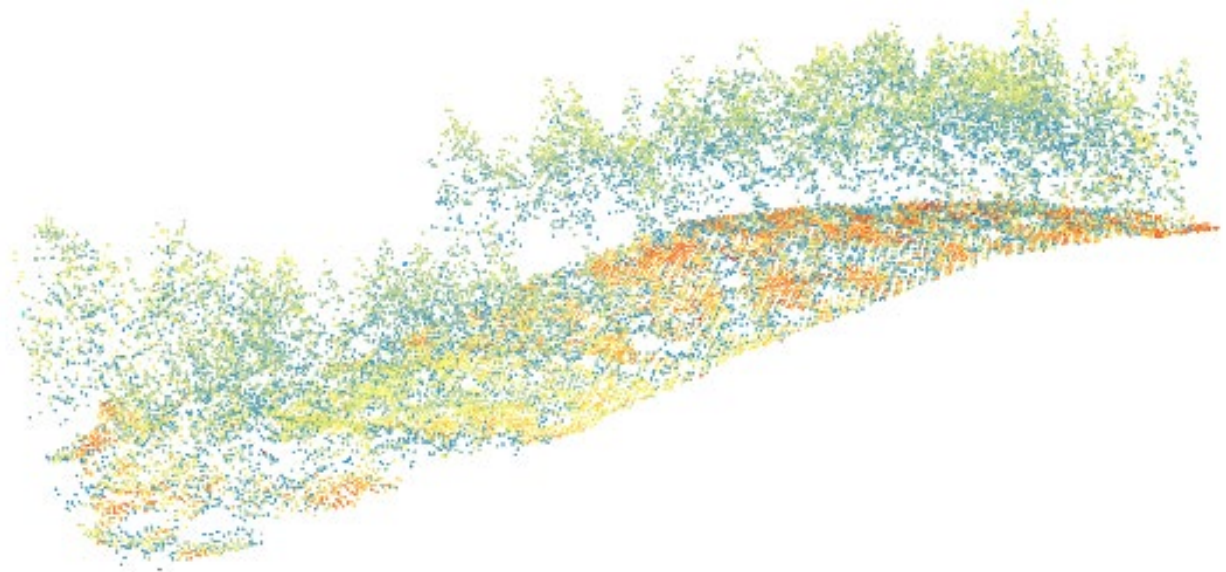
Sähkömagneettista säteilyä havaitsevat sensorit voidaan jakaa aktiivisiin ja passiivisiin. Passiiviset sensorit ovat yleensä erityyppisiä kameroita, jotka havaitsevat kohteen heijastamaa auringon säteilyä. Aktiiviset sensorit lähettävät itse säteilyä ja havaitsevat sen heijastumista kohteesta, eli niitä voidaan käyttää myös yöllä. Aktiivisia sensoreita ovat esimerkiksi laserkeilaimet ja tutkat. Metsänarvioinnissa käytettävät laserkeilaimet lähettävät yleensä infrapunasäteilyä ja tutkat puolestaan mikroaaltoja.

Passiivisia sensoreita ovat esimerkiksi tavalliset, monikanava- ja hyperspektrikamerat. Kuluttajatasen kamerat havaitsevat näkyvää valoa kolmella eri aallonpituudella (punainen, vihreä ja sininen), joista koostetaan silmien havaitsemaa vaikutelmaa vastaava kuva. Kaukokartoituksessa näitä perinteisiä RGB-kameroita käytetään lähinnä dronikuvauksissa. Lentokoneissa käytettävät varsinaiset ilmakuvauuskamerat ovat monikanavakameroita, jotka havaitsevat näkyvän valon lisäksi vähintään lähi-infrapunasäteilyä. Kasvillisuus heijastaa lähi-infrapunaa aallonpituuksia voimakkaasti, ja monikanavakamerat soveltuvat siksi erityisen hyvin esimerkiksi puulajin määrittämiseen.

Satelliiteissa olevat kuvantavat sensorit poikkeavat rakenteeltaan perinteisistä kameroista, sillä kuvat eivät koostu yksittäisistä ruuduista, vaan kamera tallentaa jatkuvasti alla olevien kohteiden säteilyä. Lopputuloksena on lentoradan alapuolisen maaston heijastavuutta kuvaava kaista, joka paloitellaan jakelua varten georeferoiduiksi kuvatiedostoiksi. Satelliittisensorit sisältävät tyypillisesti myös useampia sävyarvokanavia kuin ilmakuvauuskamerat.

Niin sanotut hyperspektrikamerat voivat tallentaa jopa satoja hyvin kapeita sävyarvokanavia, ja niiden avulla saadaan tarkinta mahdollista tietoa havaitun kohteen spektristä eli heijastuneen säteilyn voimakkuudesta eri aallonpituuksilla. Hyperspektrikameroiden kyky erottaa pieniä yksityiskohtia kohteesta on kuitenkin heikompi kuin vastaavien monikanavakameroiden, ja kuvamateriaalin käsittely on työläämpää. Lämpökamerat tallentavat kohteen lähettämää pitkäaaltoista infrapunasäteilyä, mutta niiden käyttö metsien kaukokartoituksessa on vähäistä rajoittuen lähinnä metsäpalojen seurantaan.

Vaikka sekä laserkeilaus että tutkakuvaukset ovat aktiivisen kaukokartoituksen menetelmiä, niiden toiminta-periaatteet eroavat huomattavasti toisistaan. Laserkeilain lähettää erittäin suurella taajuudella laserpulsseja ja tallentaa jokaisen pulssin lentoajan kohteeseen ja takaisin. Kun tiedetään keilaimen sijainti ja suunta, johon pulssi lähetettiin, pulssin lentoajan perusteella voidaan laskea tarkat XYZ-koordinaatit kohdalle, josta pulssi heijastui takaisin. Lopputuloksena on joukko 3D-koordinaatteja, joiden perusteella voidaan laatia kohteista erilaisia 3D-malleja (kuva 1). Nykyaikaiset laserkeilaimet voivat tallentaa yhdestä pulssista useita eri etäisyyksiltä heijastuneita kaikuja. Koska pulssin halkaisija maanpinnan tasolla on lentolaserkeilauksen tapauksessa yleensä 10–50 cm, metsää keilattaessa yhdestä pulssista saadaan usein kaikuja sekä puiden latvustosta että maan pinnalta. Tästä syystä laserkeilaus tuottaa metsissä tarkempaa tietoa maanpinnan korkeudesta kuin muut kaukokartoitusmenetelmät. Laserkeilausaineistoa kerätään usein öisin, koska säätila on silloin yleensä vakaa.



**Kuva 1.** Esimerkki lentokoneesta kerätystä laserkeilausaineistosta, jossa laserkeilaimen tallentamat kaikujen sijainnit on visualisoitu pistepilvenä. Punainen väri tarkoittaa suurta heijastuneen kaiun voimakkuutta. Aineiston tiheys on n. 5 pulssia / m<sup>2</sup>. Kuva: Itä-Suomen yliopisto.

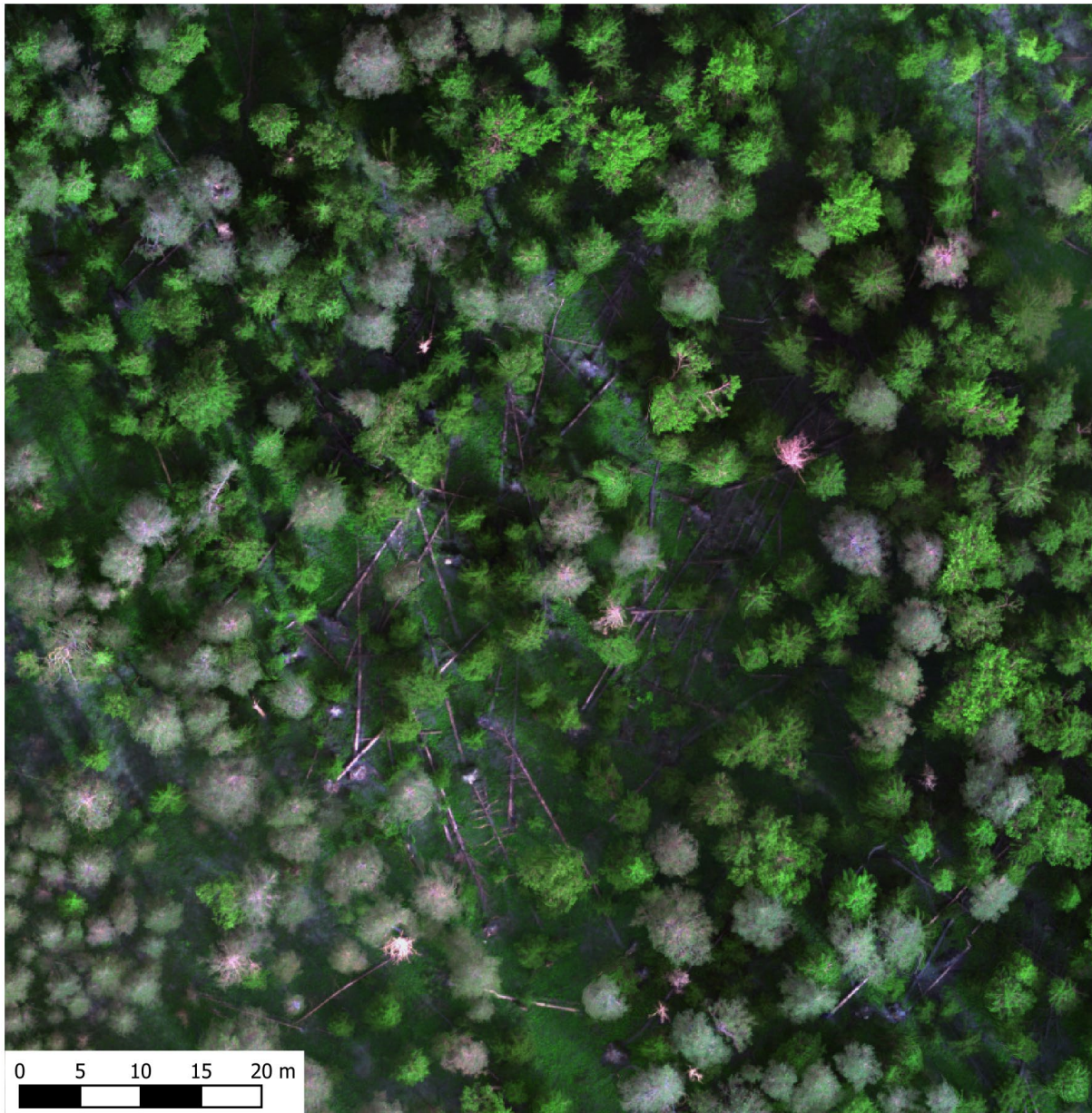
Tutkakuvaus toimii mikroaalloilla, joiden aallonpituus on huomattavasti laserkeilauksen aallonpituutta suurempi. Kuvantavat tutkat lähettävät mikroaaltopulsseja viistossa suunnassa suhteessa maanpintaan ja muodostavat kuvan eri etäisyyksiltä heijastuneen säteilyn voimakkuuden perusteella. Tutkakuva materiaali muistuttaa enemmän kameralla otettua kuvaa kuin laserkeilausaineistoa, mutta kohteet näyttävät mikroaalloilla havaittuna hyvin erilaisilta. Jotkin tutkat voivat myös mitata puuston korkeutta esimerkiksi interferometritekniikalla (Praks 2012). Tutkavien tärkein etu suhteessa muuhun kaukokartoitukseen on se, että havaintoja saadaan myös pilvien ja sateen läpi. Tutkien käyttöä metsänarvioinnissa on tutkittu paljon, mutta käytännön sovellukset painottuvat tällä hetkellä lähinnä avohakkuiden tulkintaan erityisesti alueilla, jotka ovat jatkuvasti pilvien peitossa.

## 2 Sensoreiden alustat

Erilaisia sensoreita voidaan nykyään asentaa monille eri alustoille. Esimerkiksi laserkeilausta voidaan tehdä joko ilmasta tai metsän sisältä. Metsän sisällä voidaan käyttää joko kiinteää tai liikkuvaa alustaa. Kiinteä alusta voi olla esimerkiksi kolmijalka, ja tällä tavoin tehtävästä laserkeilauksesta käytetään usein termiä maalaserkeilaus tai TLS (Terrestrial Laser Scanning). Laserkeilauksessa liikkuva alusta voi olla esimerkiksi selkäreppu, mönkijä, hakkuukone tai metsän sisällä lentävä droni. Tällöin käytetään usein termiä mobiililaserkeilaus (MLS, Mobile Laser Scanning). Jos laserkeilainta lennätetään latvuston yläpuolella, kyseessä on lentolaserkeilaus (ALS, Airborne Laser Scanning). Myös muun tyyppisiä sensoreita voidaan asentaa edellä mainituille alustoille.

Ylhäältä päin metsiä voidaan kartoittaa lähietäisyydeltä dronien avulla. Droni voi kaukokartoituksessa tarkoittaa kopteria, kiinteäsiipistä lennokkia tai ilmalaivaa. Kiinteäsiipiset lennokit ja ilmalaivat soveltuvat jopa useiden satojen hehtaarien kuvaamiseen päivässä, mutta yleisimmin käytettyjen kopterien tapauksessa kuvattavat alueet ovat paljon pienempiä. Käytännössä dronilähtöistä kaukokartoitusta rajoittaa Suomessa myös lainsäädäntö, jonka mukaan dronia saa lennättää korkeintaan 120 m korkeudella, siihen on koko ajan pidettävä näköyhteys, ja droni saa painaa enintään 25 kg. Muussa tapauksessa dronin lennättäminen edellyttää erillistä toimilupaa. Dronit soveltuvat parhaiten kuvio- ja tilatason kaukokartoitukseen, ja niiden avulla päästään senttimetriluokan erotuskykyyn (kuva 2), mikä mahdollistaa monien monimuotoisuusindikaattorien mittaamisen lentolaserkeilausta tarkemmin (esim.

Saarinen ym. 2018; Hardenbol ym. 2021). Yleisin droonin kantama sensori on tavallinen RGB-digikamera, mutta saatavilla on myös monikanava-, hyperspektri- ja lämpökameroita sekä laserkeilaimia.

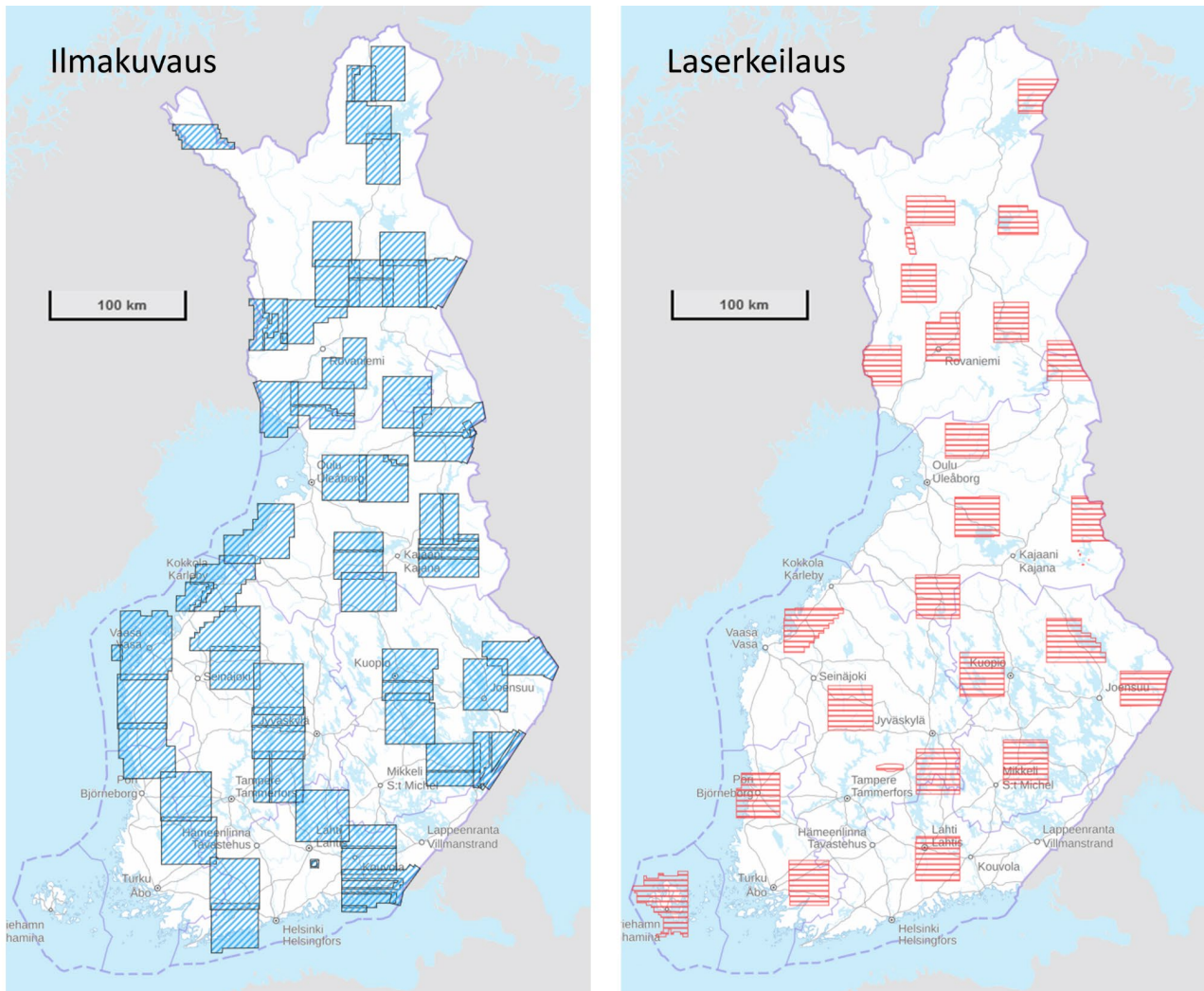


**Kuva 2.** Luonnonväreillä esitetty droonikuva. Kuva on otettu Micasense RedEdge-M -monikanavakameralla 135 m korkeudelta ja sen erotuskyky on 9 cm. Kuvasta voidaan tulkita mm. puulajeja ja lahopuun määrää. Kuva: Anton Kuzmin ja Pasi Korpelainen, Itä-Suomen yliopisto.

Suomessa käytännön metsänarvioinnissa käytetään yleensä kiinteäsiipisiä lentokoneita. Lentokoneisiin voidaan asentaa suurikokoisia sensoreita, joilla aineistoa voidaan kerätä useiden kilometrien korkeudesta. Korkealla lennettäessä saadaan katettua kerralla suurempi pinta-ala, eli kerätty aineisto tulee sitä edullisemmaksi, mitä korkeammalta se voidaan kerätä. Lentolaserkeilausaineistoa kerätään nykyisin noin 2–3 kilometrin korkeudelta, mikä riittää viiden pulssin tiheyteen per neliometri. Tästä aineistosta voidaan jo erottaa suurikokoiset, toisistaan erilliset puut.

Ilmakuvia kerätään vielä korkeammalta, yleensä 5–8 km:n korkeudelta, mistä päästään nykyaikaisilla monikanavakameroilla 20–40 cm:n erotuskykyyn. Suuremman lentokorkeuden ansiosta ilmakuviin

kerääminen on hehtaarikustannuksiltaan edullista, ja tällä hetkellä Maanmittauslaitoksen ilmakuvaukset kattavat koko Suomen kolmen vuoden kuvausrytmillä. Lentolaserkeilauksissa vastaava sykli on kuusi vuotta (kuva 3). Nämä ilmakuva- ja laserkeilausaineistot ovat ilmaiseksi käytettävissä ja muodostavat tärkeimmän suuraluetason tietolähteen metsien monimuotoisuuden arviointiin metsikkökuviotasolla.

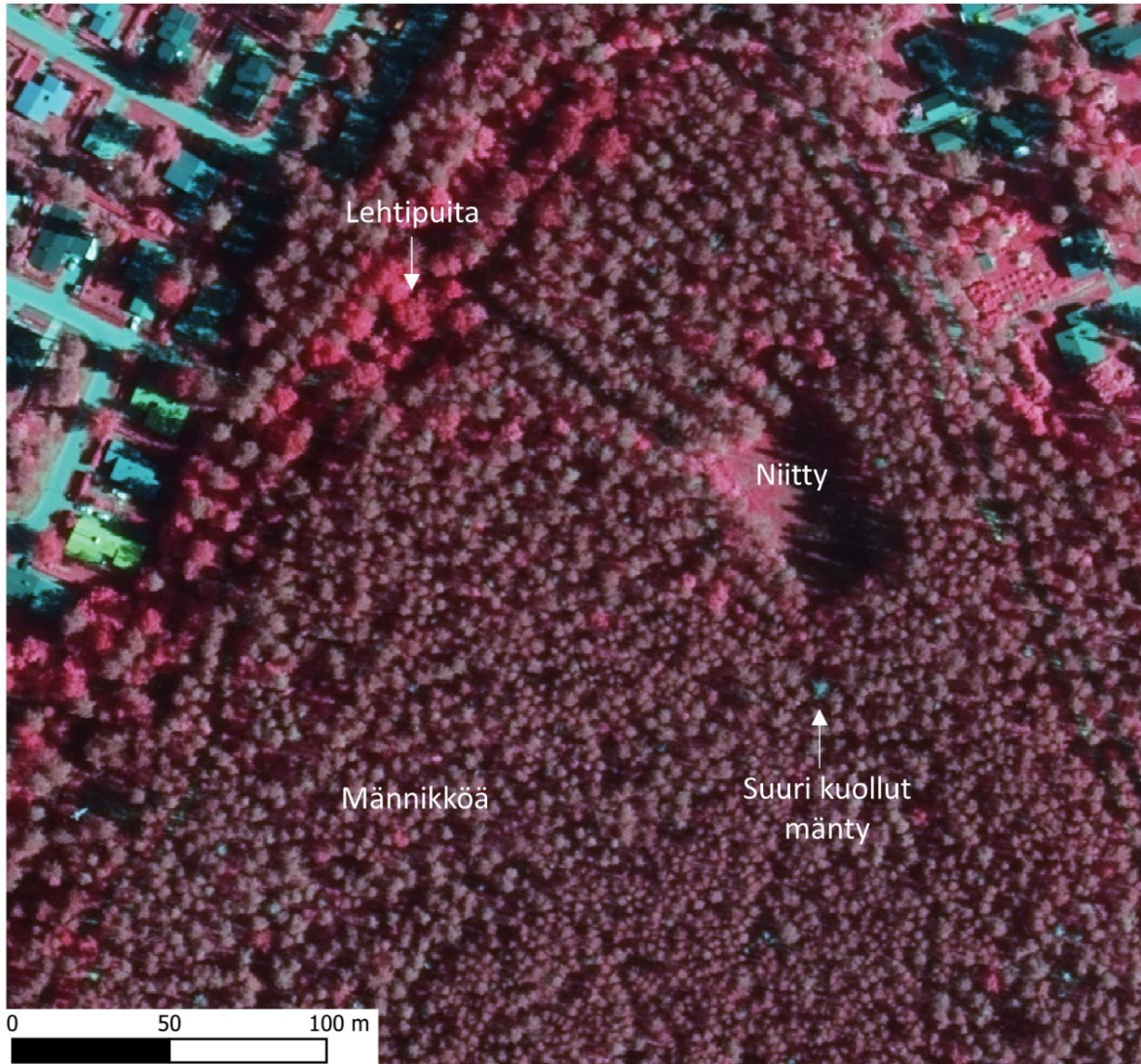


**Kuva 3.** Maanmittauslaitoksen ilmakuvauus- ja laserkeilausalueet 2021. Kuvat: Maanmittauslaitos 12/2022. Metsänarvioinnin kannalta ilmakuvauksen tärkein tuote on väärävärikuva, jossa punainen väri kuvaa kasvillisuuden heijastuvuutta lähi-infrapun aallonpituusalueella. Lehtipuut erottuvat väärävärikuville havupuista punaisempina, sillä ne heijastavat infrapunäteilyä voimakkaammin (Kuva 4).

Useimmat kaukokartoitus-satelliitit kiertävät maapallon ympäri napojen kautta kulkevalla aurinkosynkronisella kiertoradalla. Tällöin satelliitti ylittää kohteen aina samaan kellonaikaan, mikä helpottaa kuvien tulkintaa. Metsänarvioinnissa käytetyimpiä ovat Landsat- ja Sentinel-2 -satelliitit, joiden sensorit yltyvät 10–30 m:n erotuskykyyn ja sisältävät ilmakuvia enemmän sävyarvokanavia. Näiden satelliittien keräämät kuvat ovat ilmaisia ja kattavat kerralla suuria alueita, minkä ansiosta pilvisestä Suomestakin saadaan yleensä useampia käyttökelpoisia kuvia kesän aikana. Rajallisen erotuskyvyn ansiosta nämä satelliittikuvat soveltuvat parhaiten avohakkuiden tulkintaan ja puustotunnusten estimointiin suuralueilla, mutta huonosti monimuotoisuuden kannalta olennaisten indikaattorien seurantaan kuviotasolla.

Kaupalliset satelliittikuvayritykset tarjoavat ilmaisia kuvia huomattavasti tarkempia aineistoja. Esimerkiksi Planet-yhtiön satelliittiparvi tuottaa tarkkuudeltaan 3–5 m erotuskykyyn yltyviä kuvia teoriassa vain

muutaman päivän välein (Roy ym. 2021). Maxar operoi puolestaan useita erittäin korkean erotuskyvyn satelliitteja, joilla päästään ilmakuvia vastaavaan 30–50 cm:n erotuskykyyn. Nämä kuvat ovat kuitenkin kalliita hankkia, sillä ne pitää tilata ennakkoon, jotta sensori tiedetään tähdätä haluttuun kohteeseen. Ne myös kattavat vain pienen alueen kerrallaan, ja usein epäoptimaalisen viistossa kuvauskulmassa. Pilvisuus rajoittaa myös näiden kuvien saatavuutta, sillä satelliitti ei välttämättä ole paikalla sään ollessa hyvä. Suomen oloissa monimuotoisuuden seurannassa on tästä syystä käytännöllisempää hyödyntää ilmakuvia. Satelliittialustoilta kerätään myös tutka- ja hyperspektrikuvia sekä kaistamuotoista laserkeilaimella mitattua puuston korkeustietoa, mutta nämä aineistot eivät tällä hetkellä ole kovin käyttökelpoisia metsien monimuotoisuuden arvioinnissa.



**Kuva 4.** Esimerkki Maanmittauslaitoksen vääräväri-ilmakuvasta. Alue on mäntyvaltaista uudistuskypsää metsää. Lehtipuut erottuvat kirkkaan punaisina erityisesti alueen laidoilla. Eloton materiaali on väriltään turkoosia. Yksittäisiä kuolleita puita erottuu myös turkoosin värisinä. Kuvamateriaali: Maanmittauslaitos 01/2023.

### 3 Kaukokartoitusaineistojen tulkintamenetelmät

Kaukokartoituksessa käytettävät sensorit tuottavat joko kohteen heijastavuutta esittäviä kuvia tai kolmiulotteista pistepilviaineistoa. Siirtyminen näistä raakamateriaaleista puuston tai muun kohteen ominaisuuksiin vaatii ammattilaisen tekemää tulkintaa. Kaukokartoitusaineistojen tulkintamenetelmät voidaan jakaa visuaalisiin, fyysikaalisiin ja tilastollisiin menetelmiin.

Visuaalisessa tulkinnassa ihminen tulkitsee kaukokartoitettua kuvamateriaalia oman subjektiivisen arvionsa perusteella. Suomessa visuaalisen tulkinnan laajin käyttökohte on ollut metsikkökuvioiden raja-alueiden väärä-ilmakuvien avulla. Fysikaalisia menetelmiä käytettäessä kohteen ominaisuudet tunnistetaan suoraan aineistosta perustuen tiettyihin oletuksiin tai fysikaalisiin malleihin. Tyypillinen esimerkki fysikaalisesta menetelmästä on yksittäisten puiden tunnistaminen suoraan kaukokartoitetusta aineistosta. Tilastollisia menetelmiä käytettäessä siirtymä sensorin tuottamista havainnoista kiinnostuksen kohteina olevaan tunnukseseen tehdään tilastollisten mallien avulla. Tilastollisten mallien laadinta vaatii yleensä kohdealueelta kerättyä ja tarkkaan paikannettua tukiaineistoa, esimerkiksi koealoja tai puita.

Laserkeilausaineistojen kanssa voidaan hyödyntää sekä fysikaalisia että tilastollisia menetelmiä tai niiden yhdistelmiä. Esimerkiksi puun rungon ja oksien tunnistaminen maalaserkeilaimella kerätystä pisteparvesta voidaan tehdä sovittamalla laserkeilattuun pisteparveen lieriön muotoisia kappaleita, ja rungon läpimitta halutulla korkeudella saadaan suoraan sovitettun lieriön halkaisijasta (Raumonen ym. 2013).

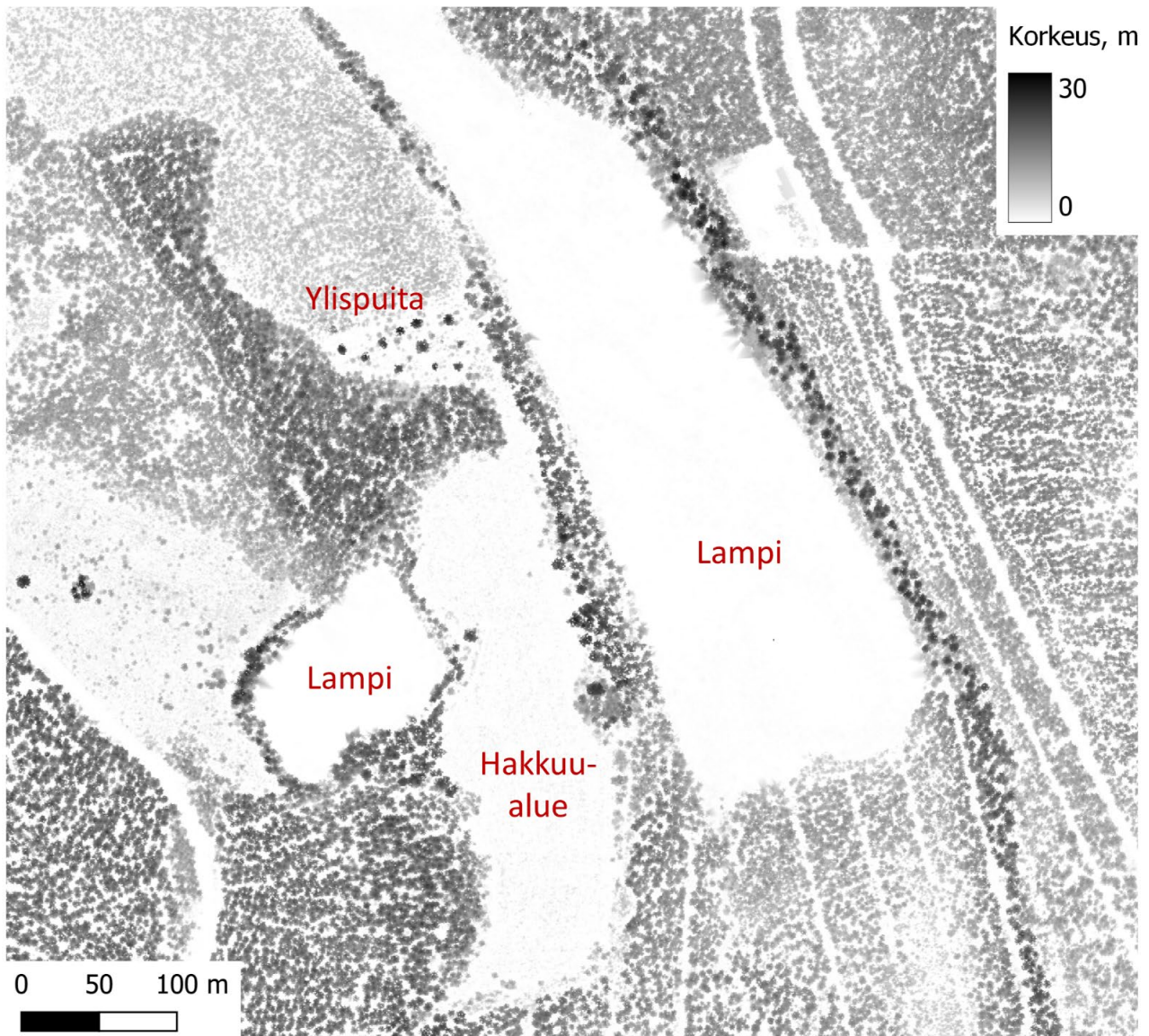
Lentolaserkeilauksella tehtävä yksinpuintulkinta on myös lähtökohtaisesti fysikaalinen menetelmä. Yksinpuintulkintaan on lukuisia eri menetelmiä, mutta niistä käytetyin perustuu latvuston korkeusmallin käyttöön (Hyyppä ja Inkinen 1999). Latvuston korkeusmalli on georeferoitu kuva, jossa pikseliarvot esittävät laserkeilaimella mitattua latvuston korkeutta maanpinnan yläpuolella (kuva 5). Korkeusmallista voidaan tunnistaa paikalliset maksimit, joiden oletetaan edustavan puiden latvoja. Arvio tunnistettujen puiden pituuksista saadaan suoraan kaikkien korkeuksista maanpinnan yläpuolella. Puiden muut ominaisuudet kuten puulaji, läpimitta ja tilavuus joudutaan kuitenkin ennustamaan tilastollisesti tunnistettuun puuhun liitettyjen laserkaikujen ominaisuuksien perusteella. Erittäin korkeaa pistetiheyttä tuottavan dronilaserkeilauksen avulla puiden rungot, niiden runkomuodot ja tilavuudet voidaan myös laskea suoraan tuloksena saatavista tiheistä pistepilvistä (Hyyppä ym. 2022).

Tilastollisia menetelmiä käytetään sekä lentolaserkeilaus-, ilmakuva- että satelliittikuvamateriaalien tulkinnassa. Sekä Suomen metsäkeskuksen että Luken karttatuotanto hyödyntävät tällä hetkellä tilastollisia menetelmiä, joiden tukena käytetään laajoja koeala-aineistoja. Metsien laserkeilaus pohjaisessa tulkinnassa valtamenetelmäksi on vakiintunut tilastollinen aluepohjainen menetelmä, jota hyödynnetään Suomen metsäkeskuksen koordinoimassa metsävaratiedon tuotannossa. Inventointialueelta kerätään laserkeilausaineisto, ilmakuvat ja 700–1000 maastossa mitattua koealaa. Laserkeilaus- ja ilmakuva-aineistoista lasketaan koealoille piirteitä, jotka voivat kuvata esimerkiksi koealojen kohdalta leikattujen laserkaikujen korkeuksia tai ilmakuvien sävyarvoja. Piirteiden avulla laaditaan tilastollinen malli, joka ennustaa koealoilta mitattuja tunnuksia. Laadittua mallia soveltamalla koealoilta mitatut tunnuksat saadaan ennustettua koko inventointialueelle (Packalen ja Maltamo 2007). Mallinnuksessa voidaan käyttää useita eri tilastollisia menetelmiä, yksinkertaisesta regressioanalyysistä aina monimutkaisiin koneoppimis- menetelmiin asti. Suomessa käytetyin on epäparametrinen k-lähimmän naapurin menetelmä, jonka etuna on se, että puulajeittaiset tunnuksat saadaan ennustettua realistisesti.

Tilastollisten menetelmien etu käytännön metsänarvioinnissa on se, että niiden harha inventointialueella on yleensä vähäinen, jos mallinnusaineiston keruu ja mallin laadinta on suoritettu oikein. Fysikaalisia menetelmiä käytettäessä tarve maastomittauksille on yleensä pienempi, mutta toisaalta mittaus- tai havainnointivirheet, kuten tunnistamatta jäävät puut, näkyvät suoraan tulosten epätarkkuutena.

Fysikaaliseksi menetelmäksi voidaan lukea myös fotogrammetria, joka tarkoittaa kuvien avulla tehtävää kohteen 3D-koordinaattien mittaamista. Fotogrammetrian avulla voidaan luoda ilmakuvilta laserkeilaus-aineistoa muistuttavia pistepilviä, joista voidaan tunnistaa suoraan eri kohteita tai mallintaa tilastollisesti niiden ominaisuuksia. Jokainen piste edustaa kohdetta, joka on näkyvässä vähintään kahdella eri ilmakuvalla. Fotogrammetristen pistepilvien etu verrattuna laserkeilaukseen on se, että pisteille saadaan suoraan tallennettua kameran mittaamat sävyarvot, eikä alueella tarvitse suorittaa erikseen sekä laserkeilausta että ilmakuvausta. Menetelmän keskeinen ongelma on se, että maanpinnan korkeudesta ei saada suoria havaintoja, ellei latvustossa ole niin suuria aukkoja, että sama kohta maanpinnasta on

havaittavissa useammalta eri kuvalta. Ongelma voidaan kuitenkin kiertää käyttämällä erillistä laserkeilattua maanpinnan korkeusmallia (Bohlin ym. 2012).



**Kuva 5.** Laserkeilattu latvuston korkeusmalli. Mitä tummempi väri, sitä korkeammalta maanpinnan yläpuolelta kaikuja on saatu. Kuva: Itä-Suomen yliopisto.

Fotogrammetrisia pistepilviä käytetään erityisesti droneilla kerättyjen kuvien tulkinnassa, sillä menetelmän avulla voidaan muodostaa 3D-malleja kohteista hyvin edullisesti, koska käytännössä jokaisen kuluttajadrooninkin mukana tulee fotogrammetriaan kelpaava kamera. Fotogrammetrisia menetelmiä voidaan käyttää myös perinteisten ilmakuvien ja korkean resoluution satelliittikuvien tulkinnassa. Laserkeilausaineisto on kuitenkin todettu suuraluetulkinnassa fotogrammetriaa tarkemmaksi (Kukkonen ym. 2019). Suomessa fotogrammetrisen pistepilviaineiston etu on ajantasaisuus, koska ilmakuvausohjelmassa Suomi katetaan kolmessa vuodessa, kun täysi laserkeilausohjelma vie tällä hetkellä kuusi vuotta.

## 4 Kirjallisuus

Bohlin J, Wallerman J, Fransson JES (2012) Forest variable estimation using photogrammetric matching of digital aerial images in combination with a high-resolution DEM. *Scand J For Res* 27: 692–699.

<https://doi.org/10.1080/02827581.2012.686625>

Hardenbol AA, Kuzmin A, Korhonen L, Korpelainen P, Kumpula T, Maltamo M, Kouki J (2021) Detection of aspen in conifer-dominated boreal forests with seasonal multispectral drone image point clouds. *Silva Fenn* 55, article id 10515. <https://doi.org/10.14214/sf.10515>

Hyyppä J, Inkinen M (1999) Detecting and estimating attributes for single trees using laser scanner. *The Photogramm J Finland* 16: 27–42

Hyyppä E, Kukko A, Kaartinen H, Yu X, Muhojoki J, Hakala T, Hyyppä J (2022) Direct and automatic measurements of stem curve and volume using a high-resolution airborne laser scanning system. *Sci Remote Sens* 5, article id 100050. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2022.100050>

Kukkonen M, Maltamo M, Korhonen L, Packalen P (2019) Comparison of multispectral airborne laser scanning and stereo matching of aerial images as a single sensor solution to forest inventories by tree species. *Remote Sens Environ* 231, article id 111208. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.05.027>

Packalén P, Maltamo M (2007) The k-MSN method for the prediction of species-specific stand attributes using airborne laser scanning and aerial photographs. *Remote Sens Environ* 109: 328–341.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.01.005>

Praks J (2012) Radar polarimetry and interferometry for remote sensing of boreal forest. Aalto University publication series doctoral dissertations, 153/2012. 167 s.

Raunonen P, Kaasalainen M, Åkerblom M, Kaasalainen S, Kaartinen H, Vastaranta M, Holopainen M, Disney M, Lewis P (2013) Fast Automatic Precision Tree Models from Terrestrial Laser Scanner Data. *Remote Sens* 5: 491–520. <https://doi.org/10.3390/rs5020491>

Roy DP, Huang H, Houborg R, Martins VS (2021) A global analysis of the temporal availability of PlanetScope high spatial resolution multi-spectral imagery. *Remote Sensing of Environment* 264, article id 112586. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112586>

Saarinen N, Vastaranta M, Näsi R, Rosnell T, Hakala T, Honkavaara E, Wulder MA, Luoma V, Tommaselli AMG, Imai NN, Ribeiro EAW, Guimarães RB, Holopainen M, Hyyppä J (2018) Assessing Biodiversity in Boreal Forests with UAV-Based Photogrammetric Point Clouds and Hyperspectral Imaging. *Remote Sens* 10, article id 338. <https://doi.org/10.3390/rs10020338>