



Alwin A. Hardenbol¹, Anton Kuzmin^{1,2}, Lauri Korhonen¹, Pasi Korpelainen²,
Timo Kumpula², Matti Maltamo¹ ja Jari Kouki¹

Haapojen tunnistaminen havupuuvaltaisessa vanhassa metsässä eri vuodenaikojen droonikuva-aineistoista

Hardenbol A.A., Kuzmin A., Korhonen L., Korpelainen P., Kumpula T., Maltamo M., Kouki J. (2021). Metsätieteen aikakauskirja 2021-10651. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10651>

Yhteystiedot ¹Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu; ²Itä-Suomen yliopisto, Historia- ja maantieteiden laitos, Joensuu

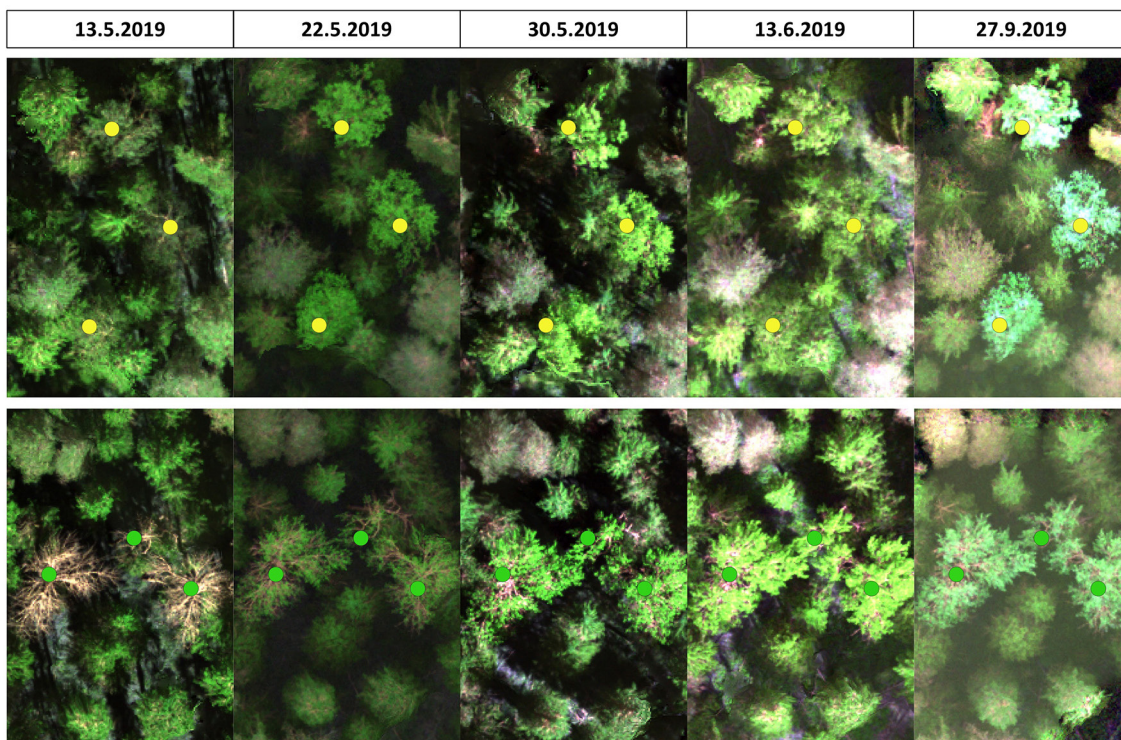
Sähköposti matti.maltamo@uef.fi

Hyväksytty 10.10.2021

Seloste artikkelista Hardenbol A., 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 Fennica* 55(4) article id 10515. <https://doi.org/10.14214/sf.10515>

Haapa (*Populus tremula* L.) on erityisen arvokas puulaji luonnon monimuotoisuuden kannalta, sillä monet metsien eliölajit ja myös monet uhanalaiset lajit elävät haapapuilla. Metsän inventoinnin näkökulmasta haapa kasvaa yleensä ryhmittäisesti sivupuulajina ja erityisesti kaukokartoitussovelluksissa se jää usein ottamatta huomioon, sillä lehtipuita käsitellään yleensä yhtenä puulajiryhmänä. Jos kaukokartoitusaineistoa tulkitaan yksinpuin, mahdollistaa tämä paremmin haavan tunnistamisen. Aihepiiristä on julkaistu jonkin verran tutkimuksia, joissa on hyödynnetty ilmakehän, laser ja hyperspektriaineistoja. Näissä töissä haavan luokittelun tarkkuus on vaihdellut, mutta viimeaikaisissa, osittain vanhoissa metsissä tehdyissä tutkimuksissa, se on ollut noin 90 %. Eräs haavan erotteluun liittyvä tekijä on vuodenaikaisvaihtelu. Tähän liittyviä vaihteita ovat keväinen lehtien puhkeaminen, kasvaminen ja vihertyminen sekä vastaavasti syksyinen ruska ja lehtien putoaminen. Eri lehtipuulajeilla nämä vaiheet tapahtuvat osittain eri aikoihin, mikä edesauttaa erottelua. Kaukokartoitusaineistojen aikasarjat mahdollistavat vuodenaikaisvaihtelun seuraamisen ja hyödyntämisen puulajitulkinnassa. Eräs tapa kerätä aikasarja-aineistoa on droonilla tehtävä ilmakehän kuvaus. Tässä tutkimuksessa selvitettiin haavan vuodenaikaista erottelua muista puulajeista havupuuvaltaisella vanhan metsän alueella hyödyntäen droonilla kerättyä monikanavaista ilmakehän kuva-aineistoa.

Tutkimusalueena käytettiin Lieksan Jyrinvaarassa sijaitsevaa yhdeksän hehtaarin suuruista vanhan metsän aluetta, jolta kartoitettiin 106 haapaa, 160 koivua, 122 kuusta ja 122 mäntyä. Haapojen rinnankorkeusläpimitta oli minimissään 25 cm. Droonikuvauksessa käytettiin monikanavasensoria, jolla saatiin kuvat yhtä aikaa sinisen, vihreän, punaisen, punaisen reunan ja lähi-



Kuva 1. Monikanavakuvasarjat viideltä eri ajankohdalta kuvastaen koivun (keltainen piste) ja haavan (vihreä piste) kehitysvaiheita.

infrapunaa aallonpituusalueilta. Aineistoa kerättiin vuonna 2019 ajankohtina 13.5., 22.5., 30.5., 13.6. ja 27.9. Lisäksi viimeisenä ajankohtana tehtiin myös spatiaalisesti tarkempi RGB-kuvaus näkyvän valon aallonpituusalueilla. Suhteessa haavan vuodenaikaisvaihteluun nämä ajankohdat kuvasivat lehdetöntä aikaa, varhaista lehtien puhkeamista, myöhäistä lehtien puhkeamista, vihreää aikaa ja ruskaa. Vastaavasti koivun osalta ajankohdat kuvasivat myöhäistä lehtien puhkeamista, kolmea vihreää aikaa ja ruskaa. Kyseisiä puulajikohtaisia eroja monikanavakuville on esitetty Kuvassa 1. Kuvilta muodostettiin fotogrammetrinen pistepilvi, jolta suoritettiin yksinpuintulkinta ja latvusten segmentointi sekä automaattisesti (monikanava- ja RGB-kuvat) että manuaalisesti (RGB-kuvat). Puukohtaisten segmenttien alueelta laskettiin monikanava-aineiston eri kuvausajankohtien pistepilvistä joukko korkeuteen ja sävyarvoihin liittyviä selittäjiä. Lopuksi puulajit luokiteltiin ristiinvalidoituina käyttäen viiden selittäjän lineaarista erotteluanalyysia.

Tulokset osoittivat, että haapa erottui muista puulajeista hyvin. Korkeimmillaan saavutettiin 97 prosentin tarkkuus toukokuun 13. päivän lehdettömistä kuvista tehdyssä luokittelussa hyödyntäen manuaalista segmentointia. Vastaavassa aineistossa kaikkien neljän tarkastellun puulajin oikeinluokitteluprosentti oli 95. Epätarkinta puulajien luokittelu oli syyskuussa kuvatun aineiston perusteella, jolloin haapa ja koivu sekoittuivat eniten toisiinsa. Vertailtaessa automaattisia segmentointeja RGB-pohjainen segmentointi oli monikanava-aineistoon perustuvaa segmentointia tarkempaa.

Tutkimuksessa päästiin kaiken kaikkiaan hyviin luokittelutuloksiin. Vuodenaikaisvaihtelun hyödyntäminen haavan tulkinnassa sisältää sekä etuja että ongelmia. Paras luokittelutulos saatiin keväällä haavan lehdettömään aikaan. Tämä onkin tutkimuksen keskeisin tulos. Toisaalta tulokset olivat huomattavasti epätarkempia syyskuuvilla, vaikka yleisesti ottaen puulajeissa onkin tällöin havaittavissa selviä eroja. Ilmeisesti muutokset puuyksilöissä tapahtuvat syksyllä eri aikaan ja niiden huomioon ottaminen on vaikeampaa kuin keväällä. Lisäksi tutkimuksessa oli käytössä vain yksi kuvausajankohta syksyiltä. Kaukokartoitusaineistojen näkökulmasta manuaalinen segmentointi

johti automaattisista segmentointia tarkempaan lopputulokseen, mutta toisaalta manuaalinen segmentointi on laajemmilla inventointialueilla hitautensa takia epärealistista. Tässä tutkimuksessa se osoittikin lähinnä optimin, johon hyödynnetyillä aineistoilla voidaan päästä. Automaattinen segmentointi oli huomattavasti tarkempaa RGB-kuvilta. Vaikka varsinainen aikasarja kuvattaisiin monikanavasensorilla, kannattaa segmentoinnin takia tehdä myös RGB-kuvaus. Tutkimuksen lähestymistapa soveltuu erityisesti haapojen kartoittamiseen suojelualueilla. Tutkimus käsitteli vain suuria haapoja, joten pienempien kokoluokkien mukaan ottaminen edellyttää lisätutkimusta.

Lähteitä

- Kuzmin A, Korhonen L, Kivinen S, Hurskainen P, Korpelainen P, Tanhuanpää T, Maltamo M, Vihervaara P, Kumpula T (2021) Detection of European aspen (*Populus tremula* L.) based on an unmanned aerial vehicle approach in boreal forests. *Remote Sensing* 13, article id 1723. <https://doi.org/10.3390/rs13091723>.
- Mäyrä J, Keski-Saari S, Kivinen S, Tanhuanpää T, Hurskainen P, Kullberg P, Poikolainen L, Viinikka A, Tuominen S, Kumpula T, Vihervaara P (2021) Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. *Remote Sens Environ* 256, article id 112322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112322>.
- Viinikka A, Hurskainen P, Keski-Saari S, Kivinen S, Tanhuanpää T, Mäyrä J, Poikolainen L, Vihervaara P, Kumpula T (2020) Detecting European aspen (*Populus tremula* L.) in boreal forests using airborne hyperspectral and airborne laser scanning data. *Remote Sensing* 12, article id 2610. <https://doi.org/10.3390/rs12162610>.