

Aarne Hovi¹, Pekka Raitio¹ ja Miina Rautiainen^{1,2}

Uusi spektrikirjasto boreaalisista puulajeista

Hovi A., Raitio P., Rautiainen M. (2017). Uusi spektrikirjasto boreaalisista puulajeista. Metsätieteen aikakauskirja 2017-7819. Tutkimuseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.7819>

Yhteystiedot ¹Aalto-yliopisto, Rakennetun ympäristön laitos, Espoo; ²Aalto-yliopisto, Elektronikan ja nanotekniikan laitos, Espoo

Sähköposti aarne.hovi@aalto.fi

Hyväksytty 6.10.2017

Seloste artikkelista Hovi A., Raitio P., Rautiainen M. (2017). A spectral analysis of 25 boreal tree species. *Silva Fennica* vol. 51 no. 4 article id 7753. <https://doi.org/10.14214/sf.7753>

Kasvava tarve spektrikirjastoille

Kaukokartoituksen käyttö metsien mittauksessa sekä metsätuhojen ja metsien tilan seurannassa kasvaa jatkuvasti. Viime aikoina on ollut erityistä kiinnostusta kaukokartoitusinstrumenttien tuottaman spektrisen informaation hyödyntämiseen. Avaruuteen lähetetään lähivuosina useita hyperspektrisiä, kymmeniä tai jopa satoja aallonpituuskanavia käyttäviä satelliitteja (esim. EnMAP, PRISMA). Näitä käytetään erityisesti kasvien terveydentilan ja tuotoksen seurannassa. Hieman lähempää maanpintaa tehtävissä (lentokone)mittauksissa tutkimusta on suunnattu esimerkiksi monikanavaisiin laserkeilaimiin sekä lentokoneista tai miehittämättömistä lennokeista käsin tehtäviin hyperspektrikuvauksiin.

Spektrikirjasto on alun perin geologian alalla käytetty menetelmä, jossa tietoa eri kohteiden heijastusspektreistä kerätään kirjastoihin, joita sitten voidaan käyttää kaukokartoitusinstrumenttien tuottaman aineiston tulkinnaissa. Kun tiedetään eri kohteiden spektrit, voidaan kohteiden yleisyyttä arvioida kaukokartoituskuvilta. Kasvillisuuden spektrikirjasto sisältää yleensä lehtien ja/tai neulasten heijastus(reflektanssi)- ja läpäisy(transmittanssi)spektrit, minkä lisäksi voidaan kerätä tietoa esimerkiksi metsänpohjan spektrisistä ominaisuuksista. Näitä käytetään kaukokartoitusaineistojen tulkinnaissa, minkä lisäksi spektrikirjastoilla on sovelluksia metsien albedon (eli maanpinnan heijastaman osuuden auringon säteilystä) ja sitä kautta ilmastovaikutusten mallintamisessa.

Boreaalisien metsien puulajeista tähän mennessä kerätyt spektrikirjastot ovat vanhoja ja osin puutteellisia. Kirjastot sisältävät vain muutamia puulajeja, minkä lisäksi osa niistä kattaa vain näkyvän valon ja infrapuna-alueen alkupään, mikä rajaa pois useita modernien kaukokartoitusinstrumenttien käyttämiä aallonpituuksia. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kerätä spektrikirjasto, joka sisältäisi merkittävimmät boreaalisen vyöhykkeen puulajit Pohjois-Amerikasta ja Euraasiasta.

Taulukko 1. Spektrikirjaston puulajit.

Lehtipuut	Havupuut
Metsävaahtera (<i>Acer platanoides</i>)	Palsamipihta (<i>Abies balsamea</i>)
Tervaleppä (<i>Alnus glutinosa</i>)	Siperianpihta (<i>Abies sibirica</i>)
Harmaaleppä (<i>Alnus incana</i>)	Dahurianlehtikuusi (<i>Larix gmelinii</i>)
Paperikoivu (<i>Betula papyrifera</i>)	Kanadanlehtikuusi (<i>Larix laricina</i>)
Rauduskoivu (<i>Betula pendula</i>)	Siperianlehtikuusi (<i>Larix sibirica</i>)
Palsamipoppeli (<i>Populus balsamifera</i>)	Metsäkuusi (<i>Picea abies</i>)
Metsähaapa (<i>Populus tremula</i>)	Valkokuusi (<i>Picea glauca</i>)
Amerikanhaapa (<i>Populus tremuloides</i>)	Mustakuusi (<i>Picea mariana</i>)
Tuomi (<i>Prunus padus</i>)	Banksinmänty (<i>Pinus banksiana</i>)
Metsätammi (<i>Quercus robur</i>)	Kontortamänty (<i>Pinus contorta</i>)
Raita (<i>Salix caprea</i>)	Metsämänty (<i>Pinus sylvestris</i>)
Kotipihlaja (<i>Sorbus aucuparia</i>)	Douglaskuusi (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)
Metsälehmus (<i>Tilia cordata</i>)	

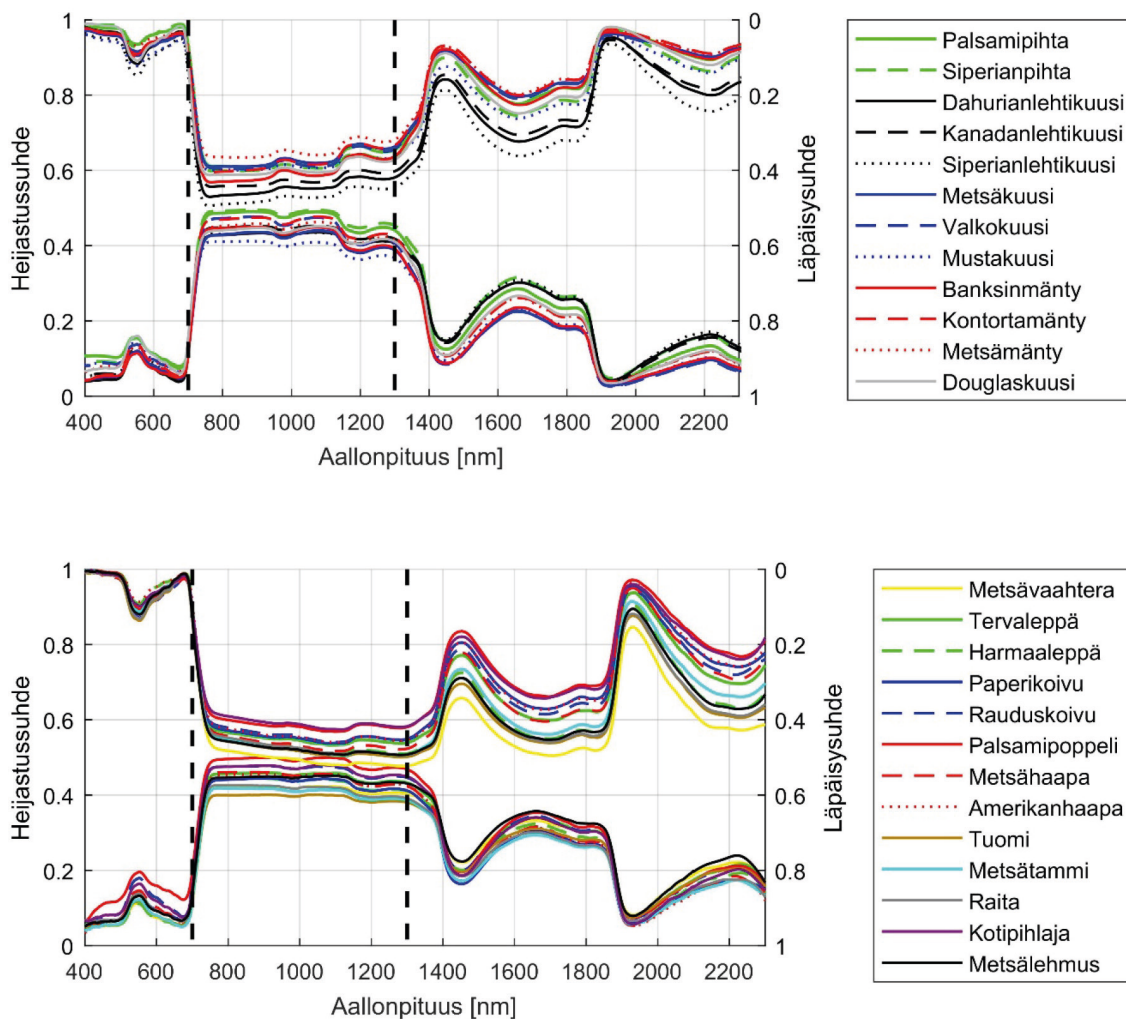
Aineisto

Tutkimus käsittää 25 puulajia (Taulukko 1). Aineisto kerättiin kesällä 2016 Helsingin seudulta Otaniemestä, Viikin arboretumista, Kumpulan kasvitieteellisestä puutarhasta ja Luonnonvarakeskusten Ruotsinkylän tutkimusmetsästä. Valituista puuyksilöistä (1–2 per laji) otettiin oksanäytteitä, jotka kuljetettiin laboratorioon analysoitavaksi. Lehtien ja neulasten heijastus- ja läpäisy-spektrit mitattiin integroivien pallojen ja ASD FieldSpec 4 -spektrometrin avulla (aallonpituudet 350–2500 nanometriä). Jokaisesta lajista otettiin useita näytteitä latvuksen valo- ja varjo-osista. Ikivihreistä havupuista mitattiin sekä kuluvan vuoden että edellisen vuoden neulasvuosikertaa. Mittauksia tehtiin molemmin puolin lehtiä/neulasia sikäli kuin puolia oli mahdollista erottaa (lehtipuilla ja osalla havupuista). Ulkomaisista sekä harvinaisista kotimaisista lajeista mittaukset tehtiin yhtenä ajankohtana lajia kohti ja mittaukset ajoittuivat heinäkuun alusta syyskuun puoliväliin. Kotimaisista puulajeista (mänty, kuusi, koivu, haapa) mitattiin lisäksi aikasarjat. Lehtipuilla aikasarja kattaa koko kasvukauden, havupuilla ajanjakson kesäkuun puolivälistä syyskuun puoliväliin.

Spektrikirjasto kertoo puulajien välisistä ja sisäisistä eroista

Puulaji selitti merkittävän osuuden spektrien vaihtelusta. Samaan sukuun kuuluvat lajit muistuttivat spektreiltään toisiaan. Lajierot olivat suurimmillaan lyhytaaltoisen infrapunaa alueella (aallonpituudet yli 1300 nm, Kuva 1), mikä on mielenkiintoista uusien kaukokartoitusinstrumenttien käyttöä ja suunnittelua ajatellen. Lyhytaaltoisen infrapunaa alue on aallonpituuksista vähiten tutkittu. Lehtitaso spektreistä ei voi suoraan päätellä metsän heijastusta, johon vaikuttaa lehtien spektrien lisäksi mm. metsän rakenne. Tästä huolimatta tulos on mielenkiintoinen, ja auttaa suuntaamaan tutkimusta lyhytaaltoisen infrapunaa alueelle.

Lehtien tai neulasten puoli oli merkittävä spektrierojen selittäjä, mikä tarkoittaa sitä, että molemminpuolisten spektrien mittaaminen on tärkeää spektrikirjastoja hankittaessa. Sen sijaan valoasema eli se, kerättiinkö näytteet latvuksen ylä- vai alaosaan, ei vaikuttanut spektreihin kovin paljon. Havupuilla havaittiin selkeät erot kuluvan vuoden ja edellisen vuoden neulasvuosikerran välillä, erityisesti näkyvän valon aallonpituuksilla (400–700 nm). Sekä havu että lehtipuiden spektrit olivat lähes muuttumattomat kesäkuun alusta syyskuun puoliväliin. Tämän vuoksi metsän heijastus



Kuva 1. Lehtien ja neulasten heijastus- ja läpäisyyspektrit puulajeittain ja suvuittain. Suvut on eroteltu värein ja lajit viivatyypin.

ei juuri muutu ja ko. aikavälillä hankittuja kaukokartoitusaineistoja voidaan yhdistää. Käytettäessä passiivisia optisia kaukokartoitusinstrumentteja (eli muita kuin laserkeilaimia), täytyy kuitenkin ottaa huomioon mahdolliset muutokset auringon kulmassa ja valo-olosuhteissa, jotka vaikuttavat metsän kokonaisheijastukseen. Lehtipuilla havaittiin odotetusti selkeitä ja nopeita muutoksia keväällä ja syksyllä.

Auttaa kaukokartoituksen tulkintamenetelmien kehityksessä

Tämän perustutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa puulajien spektrisistä eroista lehti- ja neulastasolla. Tämä tieto on tärkeää, koska lehtien ja neulasten ominaisuudet ja muutokset niissä viime kädessä määräävät kaukokartoitusinstrumenttien mittaaman signaalin. Kirjasto on avoimesti saatavilla kansainvälisestä SPECCIO-tietokannasta (<http://www.specchio.ch>). Tarkoituksena on, että aineiston avoimuus edistäisi sen käyttöä mahdollisimman laajasti erilaisten kaukokartoitusmenetelmien ja sovellusten kehityksessä.