
This is an electronic reprint of the original article.
This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.

Rautiainen, Miina; Hovi, Arne; Kuusinen, Nea; Juola, Jussi; Forsström, Petri; Salko, Sini-Selina; Schraik, Daniel; Burdun, Iuliia

Avoimia spektrikirjastoja Suomen metsistä

Published in:
Metsätieteen Aikakauskirja

DOI:
[10.14214/ma.10734](https://doi.org/10.14214/ma.10734)

Julkaistu: 01/01/2022

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Published under the following license:
CC BY-SA

Please cite the original version:
Rautiainen, M., Hovi, A., Kuusinen, N., Juola, J., Forsström, P., Salko, S.-S., Schraik, D., & Burdun, I. (2022). Avoimia spektrikirjastoja Suomen metsistä. *Metsätieteen Aikakauskirja*, 2022, Artikkelit 10734. <https://doi.org/10.14214/ma.10734>

This material is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of the repository collections is not permitted, except that material may be duplicated by you for your research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered, whether for sale or otherwise to anyone who is not an authorised user.



Miina Rautiainen, Arne Hovi, Nea Kuusinen, Jussi Juola, Petri Forsström,
Sini-Selina Salko, Daniel Schraik ja Luliia Burdun

Avoimia spektrikirjastoja Suomen metsistä

Rautiainen M., Hovi A., Kuusinen N., Juola J., Forsström P., Salko S.-S., Schraik D., Burdun I. (2022). Avoimia spektrikirjastoja Suomen metsistä. Metsätieteen aikakauskirja 2022-10734. Puheenvuoro. 2 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10734>

Yhteystiedot Rakennetun ympäristön laitos, Insinööritieteiden korkeakoulu, Aalto-yliopisto, Espoo

Sähköposti miina.a.rautiainen@aalto.fi

Hyväksytty 19.9.2022

Satelliitteihin, lentokoneisiin ja drooneihin kiinnitetyillä mittauslaitteilla voidaan kartoittaa ja seurata kasvillisuuden rakennetta, terveydentilaa tai biokemiallisia ominaisuuksia. Kartoitusmenetelmät perustuvat siihen, että kartoitettavan kohteen (kuten kasvillisuuden) ja mitatun signaalin välillä on riippuvuus. Mikäli halutaan ymmärtää kaukokartoitettuja signaaleja tarkemmin, on tarpeen perehtyä taustalla olevaan luonnontieteelliseen ilmiöön eli siihen, miten lyhytaaltainen säteily (esim. auringonvalo tai infrapunasäteily) siroaa ensin kasvustossa ja lopulta kohti taivaalla tai avaruudessa olevia mittauslaitteita. Säteilyn siroamista voidaan kuvata matemaattisilla malleilla, joita kutsutaan usein fysikaalisiksi heijastusmalleiksi. Esimerkiksi metsän fysikaalisissa heijastusmalleissa hyödynnetään tietoa metsän rakenteesta ja sen eri komponenttien eli lehtien, aluskasvillisuuden tai runkojen spektrisistä ominaisuuksista. Metsän rakennetta kuvaavia mittauksia on Suomessa runsaasti tarjolla. Puutteena on kuitenkin pitkään ollut se, että mittausaineistoja eri komponenttien spektreistä ei ole saatavilla, joten heijastusmalleissa on jouduttu käyttämään valistuneita arvauksia tai muuten puutteellisia lähtötietoja. Spektrikirjastojen puute on koskenut myös muita kuin suomalaisia tai boreaalisia metsiä. Fysikaalisten heijastusmallien lisäksi spektriaineistoja hyödynnetään mm. ilmastomallinnuksessa ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös kasvi- tai sienilajien automaattisessa lajintunnistuksessa erilaisten sensoreiden avulla.

Metsiin liittyviä spektrikirjastoja on ollut erittäin vähän saatavilla, koska spektrimittaukset ovat haastavia useista syistä. Tarvittavat mittauslaitteet ovat arvokkaita ja niiden käyttö vaatii huolellista perehtymistä ja koulutusta, jota ei ole yleisesti tarjolla. Lisäksi olosuhteet, joissa spektrimittauksia voidaan tehdä, ovat tarkkaan määriteltyjä: muun muassa valaistuksen täytyy pysyä vakiona mittausten ajan ja vertailukelpoisena eri mitattujen kohteiden välillä. Erityisesti maastossa tehtävissä mittauksissa tämä voi johtaa pitkiinkin odotteluaikeihin, kun pilvet seilaavat taivaalla auringon edessä.

Aalto-yliopiston tutkimusprojekteissa on viimeisen kuuden vuoden aikana tuotettu useita avoimia spektrikirjastoja Suomen metsistä (Taulukko 1) Euroopan tutkimusneuvoston ja Suomen

Taulukko 1. Suomalaisista metsistä mitattuja avoimia spektrikirjastoja.

Spektrikirjaston sisältö	Artikkeli, jossa mittaukset kuvattu (tekijät, doi)	Spektriaineisto saatavilla (doi)
Puiden lehtien ja neulasten heijastus- ja läpäisy-spektrit (25 lajia) ¹	Hovi ym. (2017), 10.14214/sf.7753	10.17632/nvgjen5nsx.1
Puiden lehtien ja neulasten heijastus- ja läpäisy-spektrit (10 lajia) ²	Hovi ym. (2022), 10.14214/sf.10683	10.17632/t5f554s7cn.1
Puiden lehtien ja neulasten heijastus- ja läpäisy-spektrit (4 lajia)	Kuusinen ym. 2022, kuvattu spektriaineiston yhteydessä	10.17632/3hswxj5nff.1
Jäkälkien heijastusspektrit (12 lajia)	Kuusinen ym. (2020), 10.1016/j.rse.2020.111955	10.17632/k482pn3gp4.1
Metsätyyppien aluskasvillisuuden heijastusspektrit	Forsström ym. (2021), 10.1016/j.agrformet.2021.108604	10.17632/2g9nkedj53.1
Puiden kaarnan heijastusspektrit (3 lajia) ³	Juola ym. (2020), 10.14214/sf.10331	10.17632/bzwd9fx45s.1
Puiden kaarnan heijastusspektrit (10 lajia)	Juola ym. (2022), 10.1002/ece3.8718	10.17632/pwfxgzz5fj.2
Kelojen heijastusspektrit (1 laji)	Juola ym. 2022, kuvattu spektriaineiston yhteydessä	10.17632/8dvx3vrvk9.1

¹ Sisältää myös spektrien vuodenaikaismittauksia 4 puulajille.² Sisältää myös mittauksia Virosta ja Tšekistä.³ Mitattu useasta eri katselukulmasta, usealla rungon korkeudella.

Akatemian rahoituksella. Nämä spektrikirjastot sisältävät mm. 25 puulajin lehtien ja neulasten ja 10 puulajin kaarnan spektrejä sekä metsän kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden ja jäkälkien spektrejä. Mittaukset ovat toistaiseksi painottuneet eteläborealiselle vyöhykkeelle. Parhaillaan työn alla ovat spektrikirjastojen laajennukset suo- ja turvekangaskasvillisuuden ja metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta keskeisten lajien suuntaan.