



Noora Tienaho¹, Ninni Saarinen¹, Tuomas Yrttimaa¹ ja Mikko Vastaranta¹

Pintapalojen kartoittaminen boreaalisissa metsissä

Tienaho N., Saarinen N., Yrttimaa T., Vastaranta M. (2024) Pintapalojen kartoittaminen boreaalisissa metsissä. Metsätieteen aikakauskirja 2024-24017. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.24017>

Yhteystiedot ¹Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu

Sähköposti noora.tienaho@uef.fi

Hyväksytty 15.11.2024

Seloste artikkelista Tienaho N., Saarinen N., Yrttimaa T., Kankare V., Vastaranta M. (2024). Quantifying fire-induced changes in ground vegetation using bitemporal terrestrial laser scanning. *Silva Fennica* vol. 58 no. 3 article id 23061. <https://doi.org/10.14214/sf.23061>

Metsäpaloilla on merkittävä rooli boreaalisten metsien luonnollisessa dynamiikassa. Tulen synnyttämä vaihtelevarakenteinen, hiiltynyttä ja lahoavaa puustoa sisältävä metsä luo elinympäristöjä monipuoliselle lajistolle. Maailmanlaajuisesti metsäpalot lämmittävät ilmastoa metsien varastoitman hiilen vapautuessa ilmakehään palojen seurauksena. Ilmastonmuutoksen myötä metsäpalojen toistuvuuden ja voimakkuuden odotetaan lisääntyvän myös Suomessa.

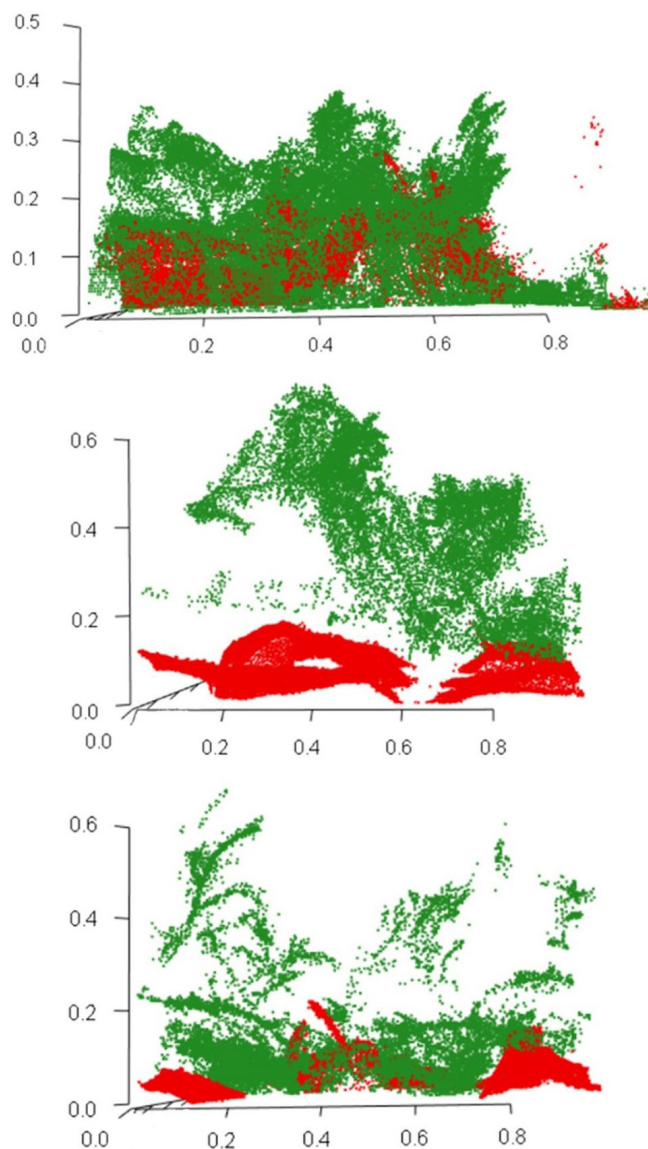
Metsäpalot voidaan luokitella latva-, pinta- ja maapaloihin sen mukaan, mitä aineksia tuli polttaa. Fennoskandian boreaalisissa metsissä suurin osa metsäpaloista on matalan intensiteetin pinta-paloja, joissa palaa pääasiassa pintakasvillisuutta, kuten sammalta ja varpuja. Suomessa luontaisten metsäpalojen määrä on vähentynyt tehokkaan palontorjunnan vuoksi, mikä on johtanut paloista riippuvaisten lajien vähenemiseen. Tämän vuoksi Suomessa toteutetaan ennallistamispoltoja, joiden tavoitteena on näiden lajien elinympäristöjen lisääminen ja metsien monimuotoisuuden edistäminen.

Kaukokartoitusteknologian avulla pystytään tunnistamaan ja inventoimaan palaneita alueita, mutta tutkimus on pääasiallisesti keskittynyt korkean intensiteetin latvapaloihin. Pintapaloja on kartoitettu huomattavasti vähemmän. Lisäksi aluskasvillisuuden inventointiin ei ole vielä vakiintuneita menetelmiä, toisin kuin puuston inventointiin. Näin ollen metsän alempien kerrosten tarkasteluun on tarpeen kehittää uusia menetelmiä.

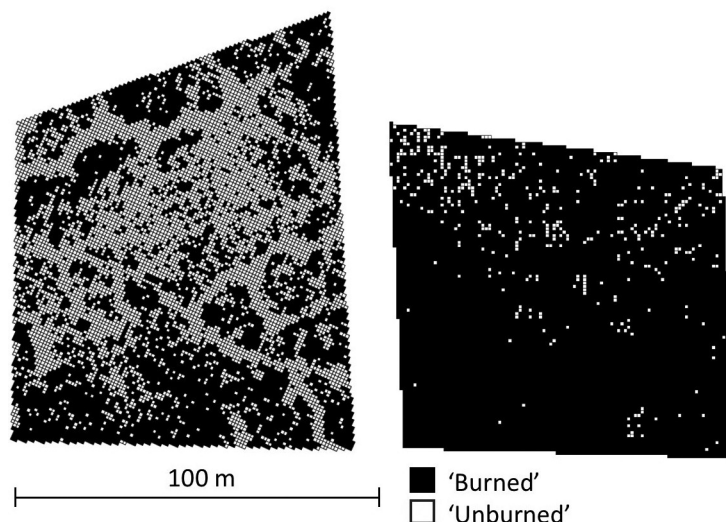
Tässä tutkimuksessa pintapalojen aiheuttamia muutoksia boreaalisten mäntymetsien aluskasvillisuuteen tarkasteltiin maastolaserkeilauksen (*terrestrial laser scanning*, TLS) avulla. Maastolaserkeilaus tuottaa yksityiskohtaisia kolmiulotteisia pistepilviä, joiden avulla voidaan analysoida puuston ja aluskasvillisuuden rakennetta sekä havaita kasvillisuuden muutoksia toistomittausten perusteella. Vaikka maastolaserkeilaus-aineistoja on hyödynnetty laajasti yksittäisten puiden ja metsiköiden arvioinnissa, aluskasvillisuuden tutkimus on ollut vähäisempää. Maastolaserkeilauksen merkittävänä etuna esimerkiksi ilmalaserkeilaukseen (*airborne laser scanning*, ALS) verrattuna on sen kyky kerätä tarkempaa tietoa metsän alemmista kerroksista, sillä mittaukset suoritetaan latvuston alapuolelta.

Tutkimus testasi hypoteesia, jonka mukaan maastolaserkeilauksen millimetritarkat pistepilvet mahdollistavat aluskasvillisuuden yksityiskohtaisen tarkastelun ja seurannan pintapaloa muistuttavien ennallistamispoltojen yhteydessä.

Maastolaserkeilausmittaukset suoritettiin Metsähallituksen ennallistamispoltoalueilla eri puolilla Suomea kesinä 2021 ja 2022. Kahdeksan noin hehtaarin kokoista alaa mitattiin Riegl VZ-400i-keilaimella sekä ennen paloa että sen jälkeen. Pistepilvien kattavuuden varmistamiseksi keilauksia tehtiin noin 10 m välein. Koealasta riippuen mittausten välinen aika vaihteli yhdestä kolmeen kuukauteen. Kunkin koealan pistepilvistä johdettiin aluskasvillisuuden korkeudessa tapahtuneita muutoksia kuvaava pintamalli 10 cm erotuskyvyllä, ja havaittujen muutosten perusteella ennallistamispoltoalueet jaettiin palaneisiin ja palamattomiin neliömetrin kokoisiin ruutuihin. Kehitetty menetelmä validoitiin pistepilvien visuaalisen tulkinnan avulla, ja sen tarkkuus (F1-arvo) oli jopa 90 % (kuva 1). Menetelmän avulla koealoille luotiin palokarttoja, joiden perusteella pala-



Kuva 1. Maastolaserkeilauksen (TLS) tuottamat pistepilvet ennen ennallistamispoltoa (vihreä) ja sen jälkeen (punainen) kolmessa neliömetrin kokoisessa ruudussa, jotka määrittyivät palaneiksi sekä tutkimuksessa kehitetyllä menetelmällä että pistepilvien visuaalisen tulkinnan avulla.



Kuva 2. Palaneiksi (burned) ja palamattomiksi (unburned) määrittyneiden neliömetrin ruutujen jakautuminen kahdella koealalla. Palokartat auttavat hahmottamaan tulen käyttäytymistä ja arvioimaan ennallistamispoltojen toteutusta.

neiden alueiden osuudet pinta-alasta vaihtelivat välillä 50–100 % (kuva 2). Epätasainen palojälki on ennallistamispoltoissa suotavaa, sillä se edistää monimuotoisten elinympäristöjen syntyä.

Palaneiden alueiden tunnistamisen ja niiden pinta-alojen laskemisen lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin pintapalojen vaikutusta pintakasvillisuuden kokonaistilavuuteen. Tämä toteutettiin kertomalla muutospintamallien solujen korkeus niiden pinta-alalla ja summaamalla saadut arvot. Lisäksi muutos eriteltiin palamisen aiheuttamaan vähenemiseen ja kasvun myötä tapahtuneeseen lisääntymiseen. Kasvua esiintyi johtuen viiveestä laserkeilausmittausten välillä. Aluskasvillisuuden tilavuus väheni ennallistamispoltoissa keskimäärin $1200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ sisältäen $1700 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ palamista ja $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ kasvua. Huomattava vaihtelu sekä koealojen välillä että sisällä korosti pintapalojen monimutkaista dynamiikkaa ja useiden erilaisten poltokohteiden tarpeellisuutta metsäpalotutkimuksessa.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta maastolaserkeilauksen tarjoavan luotettavan keinon tulen aiheuttamien rakenteellisten muutosten mittaamiseen myös metsän alemmissa kerroksissa. Maastolaserkeilauksen avulla voidaan tarkasti tunnistaa tulelle altistuneet alueet, määrittää niiden pinta-ala sekä arvioida aluskasvillisuudessa tapahtuneita tilavuusmuutoksia. Tämä edistää ymmärrystä pintapalojen vaikutuksista borealisissa metsäekosysteemeissä niin elinympäristön kun ilmastovaikutustenkin näkökulmasta.