

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint *may differ* from the original in pagination and typographic detail.

Author(s): Annika Kangas & Lauri Mehtätalo

Title: Monimuotoisuuskartta kaipaa korjaamista

Year: 2021

Version: Published version

Copyright: The Author(s) 2021

Rights: CC BY-SA 4.0

Rights url: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Please cite the original version:

Kangas A., Mehtätalo L. (2021). Monimuotoisuuskartta kaipaa korjaamista. *Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2021 artikkeli id 10625*. <https://doi.org/10.14214/ma.10625>.

All material supplied via *Jukuri* is protected by copyright and other intellectual property rights. Duplication or sale, in electronic or print form, of any part of the repository collections is prohibited. Making electronic or print copies of the material is permitted only for your own personal use or for educational purposes. For other purposes, this article may be used in accordance with the publisher's terms. There may be differences between this version and the publisher's version. You are advised to cite the publisher's version.



Annika Kangas ja Lauri Mehtätalo

Monimuotoisuuskartta kaipaa korjaamista

Kangas A., Mehtätalo L. (2021). Monimuotoisuuskartta kaipaa korjaamista. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10625. Tieteen tori. 5 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10625>

Yhteystiedot Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Joensuu

Sähköposti annika.kangas@luke.fi

Hyväksytty 7.9.2021

Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja edistäminen Suomen metsissä on ensiarvoisen tärkeää. Sen vuoksi olisi tärkeää tunnistaa kohteet, joissa suojeluarvoja on, ja pyrkiä huomioimaan kohteet hakkuita sekä metsien suojelua suunniteltaessa. Laadukasta paikkatietoa monimuotoisuudesta metsikkö- tai hiltatasolla on kuitenkin niukasti saatavissa. Toisaalta heikkolaatuinen tieto voi olla päätöksien kannalta jopa haitallista.

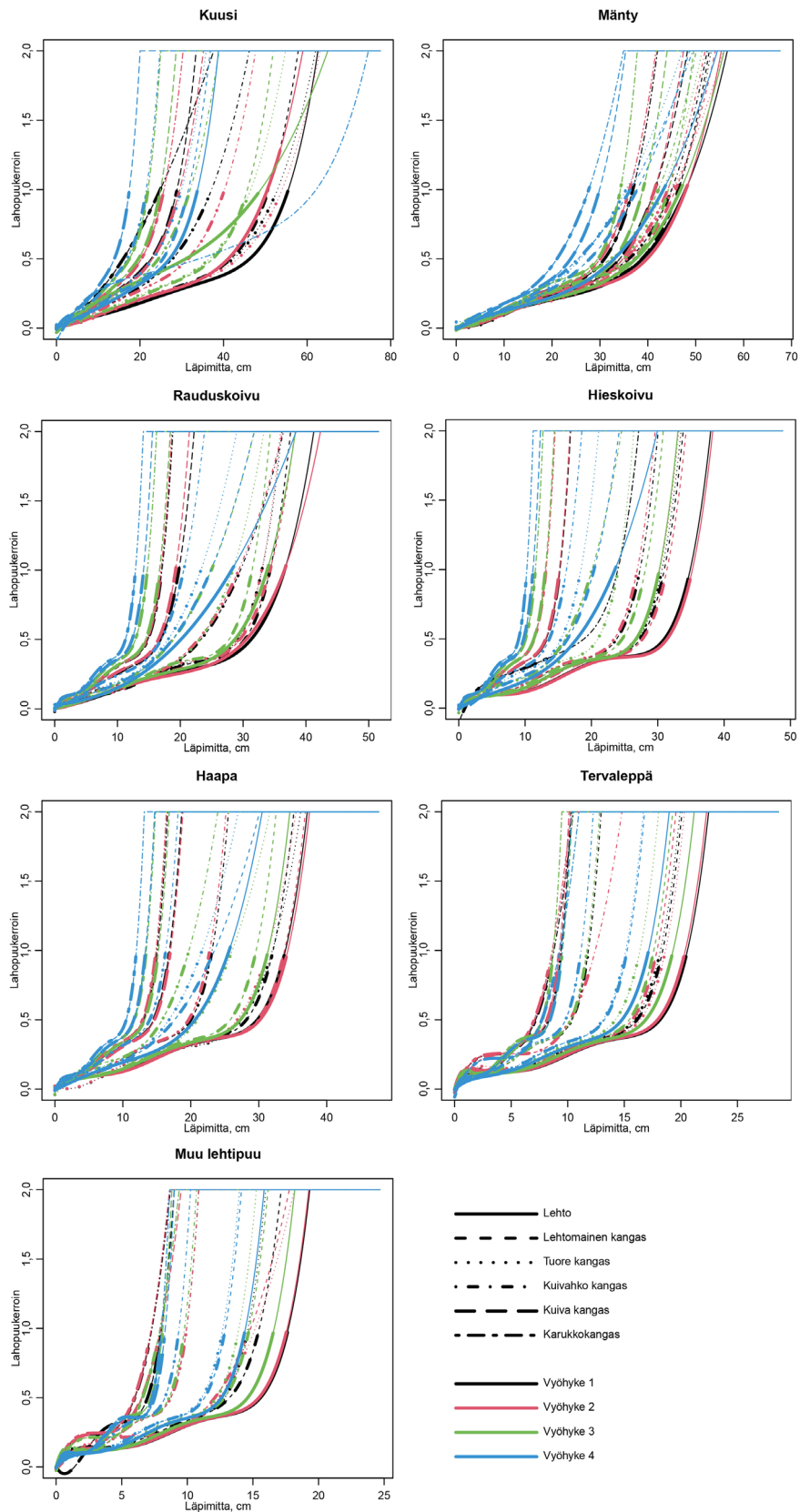
Suomen ympäristökeskuksen vuonna 2018 ilmestyneessä **raportissa** kuvataan Zonation-analyysi, jossa priorisoidaan metsiköitä niiden suojeluarvojen suhteen kaukokartoitusaineistojen avulla. Tuloksena olevat karttatasot on julkaistu Paikkatietoikkunassa. Analyysin lähtötietona on metsikön lahoppuupotentiaalia kuvaava indeksi. Jatkoanalyysissä indeksin arvoa pienennetään sellaisissa kohteissa, joissa on tehty metsänhoitotoimenpiteitä tai hakkuita vuoden 1997 jälkeen. Vaikka Zonation-analyysi sinänsä on pätevästi tehty, analyysin pohjana oleva lahoppuupotentiaalikartta ei kestä kriittistä tarkastelua. Laskentamenetelmät olisi hyvä uusia kokonaisuudessaan.

Lahoppuupotentiaalin arviointi

Lahoppuupotentiaalin arvioinnissa on hyödynnetty Motti-simulaattoria. Kullekin metsätyypille, puulajille ja maantieteelliselle alueelle on ennustettu metsikön kehitystä perustamishetkestä lähtien viiden vuoden jaksoissa niin pitkään, että puuston ennustettu tilavuus alkaa ennustetun luonnonpoistuman takia pienentyä. Ohjelman ennustama puuston keskiläpimitta (*DMAX*) ja lahoppuun tilavuus (*VLMAX*) maksimin saavuttamishetkellä on otettu talteen. Tätä edeltäville ajanhetkille lahoppuupotentiaalikerroin (*LK*) on määritetty kaavalla:

$$LK = 0,5 \frac{D}{DMAX} + 0,5 \frac{VL}{VLMAX}, \quad (1)$$

jossa *D* ja *VL* ovat elävän puuston keskiläpimitta ja lahoppuun tilavuus. Tällä kaavalla saatu arvo on otettu vastemuuttujaksi muotoa:



Kuva 1. Mallin (2) ennusteet Mikkosen ym. vuonna 2018 Syken julkaisusarjassa julkaistavilla kertoimilla eri kasvillisuusvyöhykkeillä, metsätyypeillä ja puulajeilla. Paksu viiva näyttää kuvaajan Motti-simuloinnilla saatuja maksimia pienemmille läpimitoille. Ohut kuvaaja näyttää kuvaajat myös tätä suuremmille läpimitoille, mutta kakkosta suuremmat ennusteet on korvattu kakkosella.

$$LK = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \beta_3 D^3 + \beta_4 D^4 + \beta_5 D^5 + \text{virhetermi} \quad (2)$$

olevaan regressiomalliin, tosin kaikkia termejä ei ole kaikissa malleissa. Malli on sovitettu erikseen kullekin metsätyypille, puulajille ja maantieteelliselle alueelle. Valtaosassa tapauksia käyrät ovat läpimitan suhteen kasvavia ja myös niiden kulmakerroin kasvaa kiihtyvästi keskiläpimitan kasvaessa (Kuva 1).

Mallilla voidaan ennustaa uuden metsikön kullekin puulajiositteelle positiivinen luku metsikön keskiläpimitan avulla. Tätä ennustetta kutsutaan lahoppuukertoimeksi. Vaikka alkuperäinen kaavalla (1) laskettu kerroin on aina nollan ja ykkösen välillä, voi mallin ennuste olla sitä paljon suurempi (ja joskus myös hieman nolaa pienempi). Siksi laskennassa kerroin on rajattu maksimisaan arvoon 2. Puulajiositteen lahoppuupotentiaali saadaan kertomalla lahoppuukerroin puulajiositteen tilavuudella. Sekametsässä eri puulajiositteiden lahoppuupotentiaalit summataan. Näin saatu metsikön lahoppuupotentiaali (LP) on:

$$LP = V \left(\widehat{LK}_1 P_1 + \widehat{LK}_2 P_2 + \dots, \widehat{LK}_k P_k \right), \quad (3)$$

jossa V on metsikön elävän puuston kokonaistilavuus, \widehat{LK}_1 puusto-ositteen 1 lahoppuukerroin ja P_1 sen suhteellinen osuus kokonaistilavuudesta, $\widehat{LK}_2, \dots, \widehat{LK}_k$ ja P_2, \dots, P_k ovat muiden ositteiden vastaavat arvot. Koska lahoppuukertoimet ovat välillä $(0,2)$, saa lahoppuupotentiaali arvoja väliltä $(0,2V)$.

Lahoppuupotentiaalın arvoja on verrattu mitattuihin lahoppuiden tilavuuksiin Evolla ja Kuhmossa. Mallin antama lahoppuupotentiaali oli Evolla noin kahdeksankertainen havaittuun lahoppuun määrään verrattuna ja Kuhmossa noin kaksinkertainen. Mallin selitysasteet hoidetuissa metsissä olivat Evolla 11 ja Kuhmossa 23 prosenttia. Suojelluissa metsissä selitysasteet olivat 62 ja 24 prosenttia.

Kritiikkiä

Lahoppuupotentiaalın laadintamenetelmä ei kestä tieteellistä kritiikkiä

Tekijöiden tuottaman lahoppuupotentiaalıkartan laatimisessa ei ole käytetty mitään mitattua aineistoa lahoppuusta. Mittaustiedon asemesta aineistona on käytetty Motti-ohjelmistolla laskettuja arvoja, jotka kuvaavat lahoppuun potentiaalista kehittymistä metsissä. Potentiaali ei siis tarkoita, että kohteilla olisi tällä hetkellä lahoppuuta, vaan että siellä voi olla lahoppuuta tai sinne voisi ajan mittaan kehittyä lahoppuuta, mikäli päätehakkuuta viivästytetään niin pitkään, että puut alkavat iän ja kilpailun takia kuolla. Todellisuudessa erityisesti järeä lahoppu on usein luonnontuhojen kuten tuulen tai tuhohyönteisten aiheuttamaa, mutta tätä kuolleisuutta Motti ei kuvaa lainkaan, koska luonnontuhoja syntyy hyvin satunnaisesti. Siten se ei näy myöskään tuloksena olevassa kartassa.

Kaavassa (1) esitettyä lahoppuukerrointa ei millään muotoa voida tulkita lahoppuun esiintymisen todennäköisyydeksi tai sen suhteelliseksi osuudeksi. Ainoa järkeenkäypä tulkinta luvulle voisi olla lahoppuusta ja keskiläpimitasta suojelunäkökulmasta saatava hyöty. Lahoppuupotentiaali (3) saadaan kertomalla ennustettu hyöty (joka voi olla ykköstä suurempi polynomimallın muotoilun vuoksi) puuston kokonaistilavuudella. Tälle arvolle ei ole olemassa mitään järkevää tulkintaa, ja sen kutsuminen lahoppuennusteeksi tai lahoppuupotentiaaliksi on harhaanjohtavaa. Kuten testituloksetkin osoittivat, se on luultavasti moninkertainen yliarvio lahoppuun määrälle ja korreloi sen kanssa vain heikosti myös suojelluissa metsissä. Näin epävarman tiedon soveltaminen ilman, että epävarmuuden vaikutuksia on millään tavalla analysoitu tai huomioitu, on suuri riski.

Näennäisesti monimutkaisen laskentaketjun taakse hämärtyy se tosiasia, että lopulta puulajiositteen lahoppupotentiaali kertoo vain puujakson keskiläpimitasta. Kartassa käytetty metsävaratieto ei sisällä informaatiota lahoppuusta, joten sitä informaatiota ei voida saada myöskään tiedon perusteella laskettuihin karttoihin. Järeää puuta sisältävistä metsiköistä malli ei pysty lainkaan erottelemaan metsiköitä, joilla on oikeasti monimuotoisuusarvoa. Zonation-analyysissä tämän arvioimiseksi käytetään käsittelyhistoriaa. Sekametsissä metsikön lahoppupotentiaali lasketaan ko. metsikön puulajikohtaisten lahoppupotentiaalien summana. Tämä ei välttämättä paranna tilannetta juurikaan, sillä kaukokartoitukseen perustuvassa inventoinnissa nimenomaan puulajisuhteet on ennustettu heikoimmin.

Tarkkuudeltaan yhtä hyvä, mutta läpinäkyvämpi tapa järjestää metsiä lahoppukertoimen mukaan olisi järjestää metsiköitä keskiläpimitan suhteen. Sekametsässä voitaisiin puulajeittain määrittää sellainen läpimitta, jota suurempia puita pidetään ekologisesti arvokkaina ja potentiaalisina lahoppuina, suhteuttaa jakson keskiläpimitta siihen ja laskea näin saaduista arvoista jakson puuston tilavuudella painotettuja keskiarvoja. Tällaisellakaan kartalla ei tulisi arvioida metsän ekologista arvoa suoraan, vaan arvon tulisi aina perustua maastomittauksiin, koska elävän puuston keskiläpimitta (tai sille laserkeilauksella saatu keskiarvoistava ennuste) ei sisällä todellista tietoa lahoppuun määrästä. Jos järjestyksen sijaan halutaan myös suhteellisia eroja metsiköiden välille, tulee silloin monimuotoisuusarvon epälineaarinen riippuvuus keskiläpimitasta huomioida. On kuitenkin kyseenalaista, onko edellä kuvattu Mottiin perustuva tapa edes korjattunakaan merkittävästi parempi tapa arvioida epälineaarisuutta kuin esimerkiksi asiantuntijamielipiteeseen perustuva estimointi.

Kaavoja (1) ja (2) tarkastelemalla nähdään, että regressiomallissa (2) läpimitta D on mukana sekä vasemmalla että oikealla puolella. Mallissa siis selitetään läpimitalla läpimittaa, johon on lisätty simulaattorin lahoppuennusteesta riippuva komponentti. Motti-ohjelmalla kuollut puusto saadaan karkeasti ennustetun puuston tilavuuden ja metsikön maksimitilavuuden (ns. itseharvenemisraja) erotuksena. Maksimitilavuus taas on suoraan verrannollinen keskiläpimitaan, koska käytetyssä itseharvenemismallissa maksimirunkoluku on kääntäen verrannollinen keskiläpimitan neliöön ja (kolmiulotteisen) puun rungon tilavuus on suunnilleen verrannollinen läpimitan kolmanteen potenssiin. Kun malleissa myös tilavuuskasvu riippuu voimakkaasti mutta käyräviivaisesti keskiläpimitasta, ei ole lainkaan yllättävää, että simuloitujen lahoppupotentiaalit seuraavat monotonisesti metsikön keskiläpimittaa ja mallien selitysasteet ovat käytännössä 100 %. Mallien selitysaste on korkea vain siksi, että selitettävänä muuttujana on simulaattorilla laskettu ennuste, jonka arvo simuloinnissa määräytyy lähes yksinomaan selittävänä muuttujana käytetyn metsikön keskiläpimitan avulla.

Motilla saatua läpimittarajaa järeämissä puustoissa lahoppukertoimen ennuste perustuu vain siihen, miten polynomi käyttäytyy ekstrapoloitaessa. Tämän vuoksi tekijät ovat päätyneet rajoittamaan kertoimen arvon kakkosta pienemmäksi. Valitulle maksimiarvolle on vaikea keksiä perustetta. Erityisesti sellaisten metsiköiden keskinäinen järjestys, jossa jonkin ositteen läpimitta on Motilla saatua maksimia suurempi, on hyvin sattumanvaraista. Perustellumpaa olisi ollut käyttää maksimiarvona arvoa 1 tai mallin ennustetta silloin, kun läpimitta saa arvokseen käytetyn maksimiläpimitan. Nämäkin ratkaisut ovat varsin keinotekoisia, ja viisaampaa olisi ollut käyttää mallissa (2) sellaista muotoilua, joka ei mahdollista nolaa pienempiä tai ykköstä suurempia lahoppukertoimen ennusteita.

Lähtöaineistojen välille syntyvät systemaattisia eroja

Karttoja varten lahoppupotentiaalimalleja sovelletaan kaukokartoitusaineistossa, jossa keskiläpimitta, tilavuus ja puulajisuhteet oletetaan tunnetuiksi. Kaukokartoitusaineistona sovelletaan ensisijaisesti Suomen metsäkeskuksen (SMK) laserkeilausdataa, mutta mikäli sitä ei ole saatavissa

sopivalta ajankohdalta, käytetään myös esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen monilähdeinventointidataa. Lahopuomallin yhdistäminen kaukokartoitusaineistoon on ainoa mahdollinen tapa saada monimuotoisuudesta mitään karttatietoa, joten siinä suhteessa analyysi on juuri sitä, mitä kaivataan.

Ongelmana kuitenkin on (ym. lahopuupotentiaalimallin selkeiden virheiden lisäksi), että eri puolilla maata sovelletaan erilaisia aineistoja. Monilähdekartta-aineisto tuottaa karttoja, joissa suuria tilavuuksia esiintyy harvoin, mutta keskimääräisiä tilavuuksia usein verrattuna todelliseen puustoon. SMK:n laserkeilausaineisto pystyy kuvaamaan puuston jakauman tältä osin paremmin, mutta sen puutteena on, että aineisto on paikoin jopa 10 vuotta vanhaa. Jo muutamassa vuodessa aineistoon muodostuu kasvun päivityksessä virheitä, jotka voivat vaikuttaa suojeleuarvon analyysiin. Lisäksi eri aineistot tuottavat puulajeittaista metsävaratietoa hyvin erilaisin perustein, ja tämä edelleen lisää virheiden mahdollisuutta.

Ongelmallisinta eri aineistojen käytössä on, että ne tuottavat pahimmillaan systemaattisen eron eri omistajaryhmien välille. Suojeleuarvojen ero yksityismaiden ja Metsähallituksen maiden välillä voi siis johtua pelkästään kartta-aineistojen erosta, vaikka suojeleuarvoissa ei olisi mitään eroa, tai vaikka ne olisivat todellisuudessa toiseen suuntaan.

Johtopäätökset

Johtopäätöksinämme esitämme, että suojeleuarvokarttaa ei pidä käyttää mihinkään metsiä koskevaan päätöksentekoon, ennen kuin laskennan ja aineistojen puutteet ja virheet on korjattu. Analyysistä voi (etenkin korjausten jälkeen) olla hyötyä maastoarvioiden kohdentamisessa, mutta ilman maastoarviota käytettynä analyysi johtaa suurella todennäköisyydellä virheellisiin päätöksiin. Siksi lahopuupotentiaalın arvo tietyssä metsässä ei saa vaikuttaa metsänomistajan mahdollisuuteen hyödyntää metsäänsä taloudellisesti, vaan suojeleuarvo tulee aina arvioida maastossa. Hämäävä lahopuupotentiaalikäsite tulisi hylätä ja korvata se metsikön järeysindeksillä tai puulajisuhteilla painotetulla järeysindeksillä.

Lähteitä

- Hynynen J, Ojansuu R, Hökkä H, Siipilehto J, Salminen H, Haapala P (2002) Models for predicting stand development in MELA System. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 835. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1815-X>.
- Mikkonen N, Leikola N, Lahtinen A, Lehtomäki J, Halme P (2018) Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa. Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2018. <http://hdl.handle.net/10138/234359>.
- Mikkonen N, Leikola N, Halme P, Heinaro E, Lahtinen A, Tanhuanpää T (2019) Modeling of dead wood potential based on tree stand data. *Forests* 11, article id 913. <https://doi.org/10.3390/f11090913>.