

This is an electronic reprint of the original article.

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

Author(s): Jouni Siipilehto, Miika Rajala

Title: Puukauppatiedosta puujoukon kuvaukseen

Year: 2019

Version: Published version

Copyright: The Author(s) 2019

Rights: CC BY-SA 4.0

Rights url: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fi>

Please cite the original version:

Siipilehto J., Rajala M. (2019). Puukauppatiedosta puujoukon kuvaukseen. Metsätieteen aikakauskirja 2019-10158. Tutkimuseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10158>

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.

Jouni Siipilehto¹ ja Miika Rajala²

Puukauppatiedosta puujoukon kuvaukseen

Siipilehto J., Rajala M. (2019). Puukauppatiedosta puujoukon kuvaukseen. Metsätieteen aikakauskirja 2019-10158. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10158>

Yhteystiedot ¹Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Helsinki, ²Metsä Group, Espoo

Sähköposti jouni.siipilehto@luke.fi

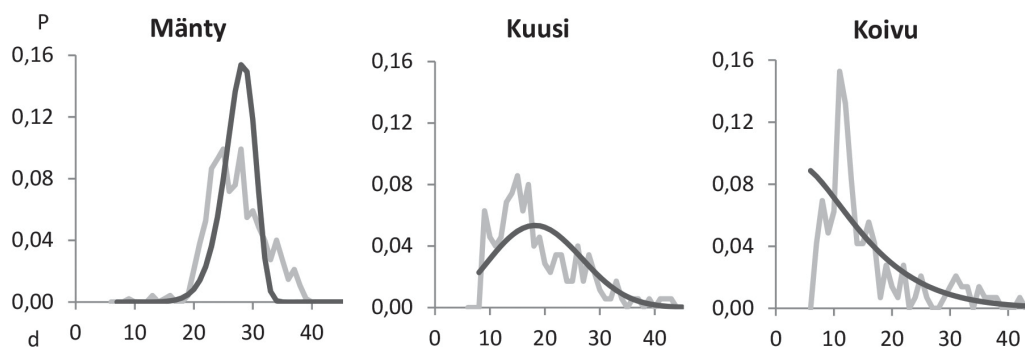
Hyväksytty 17.3.2019

Seloste artikkelista Siipilehto J., Rajala M. (2019). Model for diameter distribution from assortments volumes: theoretical formulation and a case application with a sample of timber trade data for clear-cut sections. *Silva Fennica* vol. 53 no. 1 article 10062. <https://doi.org/10.14214/sf.10062>

Tutkimuksessa kehitettiin menetelmä, jossa puukauppatiedon tunnuksilla kuvattiin päätehakkuun kohteena oleva puujoukko. Siten lähtötietona oletettiin tunnetuksi puulajeittain kuitu- ja tukkipuun tilavuus sekä keskijäreys. Jos keskijäreys kuvaa kaupallisen rungon aritmeettista keskikokoa, siitä saadaan ratkaistua hakattujen runkojen lukumäärä. Koska mallilla kuvattiin vain kaupallisten runkojen muodostamaa puujoukkoa, niin jakaumaksi valittiin katkaistu 2-parametrin Weibull-jakauma, jossa katkaisukohta valittiin kuitupuun minimiläpimittojen perusteella. Mallia voidaan hyödyntää katkonnanohjaussimulaattorissa siten, että ennustetusta jakaumasta poimitaan puut satunnaisesti ja kuvataan niiden runkokäyrät.

Mallin kehitystyössä käytettiin Evon lähistöltä avohakatun seitsemän kuvion aineistoa, jota Siipilehto ym. (2016) olivat aikaisemmin käyttäneet päätehakkupuustojen rakenteen ennustamiseksi vaihtoehtoisilla menetelmillä. Tähän aineistoon sovitettiin Weibull-jakauma optimoimalla siten, että minimoitiin päätehakkuilta korjattujen ja mallilla ennustettujen puutavaralajien tilavuuserojen neliöiden summaa. Optimoinnissa sovellettiin simplex-algoritmia.

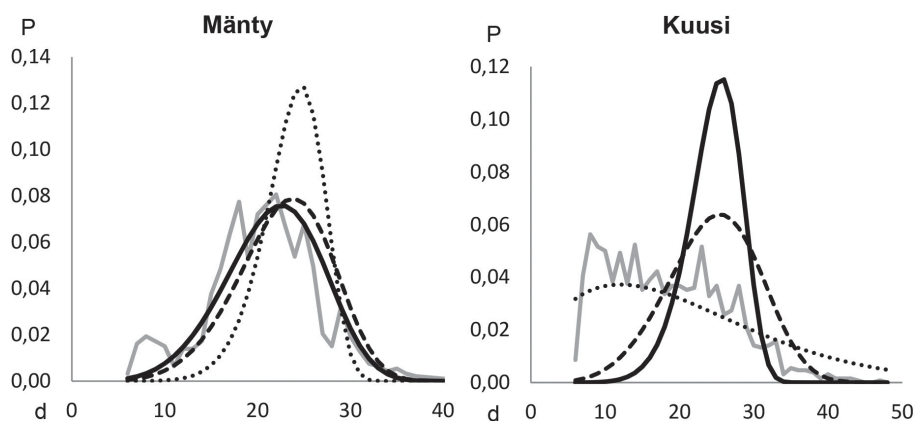
Laadittua menetelmää testattiin käytännön puukauppatiedon aineistolla. Puukauppatieto oli lohko kohtaista, jolloin se voi koostua useammasta päätehakkukuvioista. Puukauppatiedot perustuvat asiantuntijoiden silmävaraisiin arvioihin. Silmävaraisessa arvioinnissa puustotunnusten virheet ovat aikaisempien tutkimusten mukaan varsin merkittäviä. Kun mallia testattiin puukauppatietoon, oli mallin validoinnissa useampi arvioitava tekijä: kuinka lähelle puukauppatiedon puutavaralajien määriä mallilla päästiin ja toisaalta, kuinka puutavaralajien määrä ja ennustettu jakauma vastasivat lohkoilta korjattua puustoa. Yksi rakenteeseen vaikuttava tekijä oli tukkivähennys, jota puukauppatieto ei pidä sisällään. Tästä syystä tehtiin herkkyyksanalyysiä mallin hyvyydestä ilman tukkivähennystä ja vaihtoehtoisia tukkivähennyksiä käyttäen. Keskimääräiset puulajeittaiset tukkivähennykset poimittiin Malisen ym. (2007) julkaisusta. Tukkivähennyksen huomioiminen siirtää osan kuitupuun tilavuudesta takaisin tukkipuun tilavuuteen, jolloin läpimittajakauma siirtyy kohti suurempia dimensioita.



Kuva 1. Hakkuukoneen korjaamat sekä mallilla ennustetut runkolukusarjat mallitusaineiston metsikössä no. 3.

Mallitusaineistoon optimoidut jakaumat olivat hyvin yhteensopivia hakkuukoneen korjaamiin runkolukusarjoihin verrattuna. Tukkitilavuus saatiin harhattomasti ja kuitupuun harha oli vain 2 %. Tyypillisesti männyn runkolukusarjat muistuttivat kellokäyrää, kun taas kuusen ja koivun runkolukusarjat olivat joko laskevia tai erittäin vinoja (ks. Kuva 1).

Puukauppatietoon optimoidut jakaumat eivät olleet yhtä tarkkoja kuin mallitusaineistoon optimoidut jakaumat. Ensinnäkin osoittautui, että puukauppatiedon keskijäreyden testiaineistossa ei kuvannut aina rungon aritmeettista keskijäreyttä. Tämä johtui osittain siitä, että puukaupan keskijäreyden arvioinnissa pääpaino on arvokkaammassa tukkipuustossa. Toisaalta keskijäreyden arviota vaikeutti kuusen ja koivun alikasvoksista johtunut pieniläpimittaisen kuitupuun suuri osuus. Niinpä runkoluvun estimaatti oli aliarvio lohkolta korjattuun puustoon verrattuna. Runkoluvun aliarviosta johtuen läpimittajakauma painottui suuriin läpimittoihin, jotta kauppatiedon kuitu- ja tukkipuun kertymät saavutettaisiin. Tyypillisesti hakkuulohkon tukkitilavuus saatiin tyydyttävällä tarkkuudella (0,1–2,3 m³ virhe), kun taas kuitupuun tilavuuteen jäi huomattavaa aliarviota (1,2–43,5 m³). Optimoidut jakaumat sopivat parhaiten puukauppatietoon, kun käytettiin suurehkoja ”MELA05” tukkivähennyksiä (24, 18 ja 29 % männylle, kuuselle ja koivulle).



Kuva 2. Männyn ja kuusen runkolukusarjat ja Weibull-jakaumat optimoituina ilman tukkivähennystä (—), männylle 16 %:n ja kuuselle 6 %:n tukkivähennystä käyttäen (- - -) sekä 24 %:n ja 18 %:n tukkivähennystä käyttäen (···). Männyllä puukauppatiedon/hakkuukoneen mukaiset tunnuksat: runkoluku 1020/930, kuitupuuta 130/65 m³, tukkipuuta 280/234 m³ ja kuusella: runkoluku 704/1102, kuitupuuta 100/74 m³ ja tukkipuuta 255/302 m³.

Kun optimoituja jakaumia verrattiin lohkoilta korjattuun puustoon, niin parhaiten hakkuukoneen aineistoon sopiva tukkivähennys muuttui puolajettain. Männyllä tulos oli paras ilman tukkivähennystä, kun taas kuusella 18 % ja koivulla 41 % olivat parhaat ja samalla suurimmat käytetyt vähennykset. Kuvan 2 männyn ja kuusen jakaumista vaihtoehtoisilla tukkivähennyksillä huomataan, kuinka voimakkaasti tukkivähennyksen huomioiminen vaikutti jakauman muotoon. Kuvan 2 jakaumista vain ilman tukkivähennystä optimoitu männyn jakauma ja 18 % tukkivähennystä käyttäen optimoitu kuusen jakauma oli tilastollisesti yhteensopiva hakkuukoneen korjaaman runkolukusarjan kanssa.

Mitä parempi keskijäreystä saatu runkoluvun estimaatti oli, sitä paremmin optimoitu jakauma sopi yhteen sekä puukauppatiedon puutavaralajien kanssa että hakkuukoneen korjaaman runkolukusarjan kanssa. Tyypillisesti alle puolet ja parhaimmillaan 70 % puukauppatietoon optimoiduista jakaumista oli tilastollisesti yhteensopiva hakkuukoneen korjaaman runkolukusarjan kanssa. Edelleenkin meillä ei ole menetelmää, jonka avulla korjuulohkon puuston rakenne saataisiin luotettavasti kuvattua ennen hakkuuta esim. hakkuukoneen katkonnanohjaussimulaattoria varten. Tässä tutkimuksessa puukauppatiedon keskijäreys osoittautui pullonkaulaksi luotettavuuden osalta, kun taas puukauppatiedon tukki- ja kuitupuun tilavuusarviot olivat suhteellisen tarkkoja. Jatkossa tulisi selvittää, saadaanko runkolukua tarkennettua hakemalla iteratiivisesti sellaista runkolukua, jonka avulla kuitu- ja tukkipuutilavuudet saadaan puukauppatiedon mukaisiksi.

Kirjallisuus

- Holopainen M., Vastaranta M., Rasinmäki J., Kalliovirta J., Mäkinen A., Haapanen R., Melkas T., Yu X., Hyypä J. (2010). Uncertainty in timber assortment estimates predicted from forest inventory data. *European Journal of Forest Research* 129(6): 1131–1142. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0401-4>.
- Malinen J., Kilpeläinen H., Piira T., Redsvén V., Wall T., Nuutinen T. (2007). Comparing model-based approaches with bucking simulation-based approach in the prediction of timber assortment recovery. *Forestry* 80(3): 309–321. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm012>.
- Siipilehto J., Lindeman H., Vastaranta M., Yu X., Uusitalo J. (2016). Reliability of the predicted stand structure for clear-cut stands using optional methods: airborne laser scanning-based methods, smartphone-based forest inventory application Trestima and pre-harvest measurement tool EMO. *Silva Fennica* 50(3) article 1568. <https://doi.org/10.14214/sf.1568>.