

Jukka Malinen¹, Harri Kilpeläinen² ja Erkki Verkasalo²

Leimikon puutavaralajikertymien ja kantoraharvon ennustaminen männylle ja kuuselle lähimmän naapurin menetelmällä puiden laatutietokantaa hyödyntäen

Malinen J., Kilpeläinen H., Verkasalo E. (2018). Leimikon puutavaralajikertymien ja kantoraharvon ennustaminen männylle ja kuuselle lähimmän naapurin menetelmällä puiden laatutietokantaa hyödyntäen. Metsätieteen aikakauskirja 2018-10078. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10078>

Yhteystiedot ¹Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu; ²Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Joensuu

Sähköposti jukka.malinen@uef.fi

Hyväksytty 22.11.2018

Seloste artikkelista Malinen J., Kilpeläinen H., Verkasalo E. (2018). Validating the predicted saw log and pulpwood proportions and gross value of Scots pine and Norway spruce harvest at stand level by Most Similar Neighbour analyses and a stem quality database. *Silva Fennica* vol. 52 no. 4 article id 9972. <https://doi.org/10.14214/sf.9972>

Leimikkokohtaisia puuraaka-aineen määrä- ja laatuarvioita tarvitaan tavaralajimenetelmään perustavassa puunhankinnan suunnittelussa. Tiedot ovat hyödyllisiä leimikoiden valinnassa, puun ostossa, puunhankinnan logistiikassa ja ajoituksessa, metsäkoneiden kohdentamisessa sekä puuraaka-ainevirtojen ohjaamisessa eri tuotantolaitoksille. Leimikon puuston kuvaus sisältää yksinkertaisimmillaan arvion puuston määrästä ja puulajisuhteista, mutta puiden kokojakaumien, runkokäyrien, ulkoisten ja/tai sisäisten laatutunnusten avulla voitaisiin saada parempia ennusteita leimikon puutavaralajirakenteesta ja siten tehostaa puunhankintaa ja puunkäyttöä. Leimikon puutavaran edellä mainittujen ominaisuuksien arvioiminen on mahdollista sisäisiä laatutunnuksia lukuun ottamatta, mutta sopivien menetelmien työläys ja kalleus sekä puun laadun ennustamisen vaikeus ovat miltei estäneet puuston laatutiedon hyödyntämisen operatiivisessa puunhankinnassa.

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida ja testata ei-parametrinen lähimmän naapurin menetelmän (Most Similar Neighbour, MSN) soveltuvuutta männyn ja kuusen ulkoisen laadun ennustamisessa hakkuun kohteeksi tulevalle leimikolla. Leimikolta hakattavien puiden laatutiedot, jotka sisälsivät sahauskelpoisten rungon osien alkamis- ja päättymiskorkeudet, ennustettiin erityistä puiden laatutietokantaa hyödyntäen. Puille tehtyjä laatuennusteita hyödynnettiin apterauksen simuloinneissa laskemalla leimikkokohtaisesti läpimitta-pituusluokittaiset puutavaralajikertymäennusteet. Puutavaralajeittaisten kertymien ja ajantasaisten kantohintojen perusteella määritettiin leimikkokohtainen kantorahatulo ja keskimääräinen runkohinta.

Julkaisussa laskenta-aineiston muodosti Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksissa vuosina 1998–2010 kerätty puiden laatutietokanta, joka sisälsi 8096 männyn ja 4472 kuusen mittoja ja ulkoista laatua kuvaavia tietoja. Yksittäisen puun laatu vaihtelee satunnaisesti ja puussa joko on tai ei ole katkanta haittaavaa vikaisuutta. Koska vikaisuuden todennäköisyys ja runkovikojen vaikutus katkantaan vaihtelevat mm. leimikon sijainnista, kasvupaikasta sekä puuston rakenteesta riippuen, yksittäisen puun tai muutamia kymmeniä puita sisältävien koealojen puiden laadun ennustaminen on erittäin haastavaa. Puunhankinnassa tämä on useimmiten tarpeetonta puu- tai puuryhmäkohtaisesti, sillä leimikosta saatavaa puutavaralajikertymää tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Laatutietokannan koepuut oli mitattu hakkuuseen tulevien harvennus- ja päätehakuuleimikoiden yksittäisiltä koealoilta, joista muodostettiin tutkimuksessa suurialaisempia yhtenäisiä virtuaalileimikoita. Kuhunkin virtuaalileimikkoon valituilla koealoilla tuli olla sama kasvupaikka ja sama hakkuutapa. Lisäksi koealojen tuli sijaita maantieteellisesti lähellä toisiaan ja niiden puustojen tuli olla mahdollisimman samanikäisiä. Näin muodostettu leimikkovaranto käsitti kaikkiaan 34 mäntyvaltaista ja 20 kuusivaltaista leimikkoa.

Tutkimusaineiston puille määritettiin apteraussimulaattorilla Laasasenahon (1981) mallilla muodostettujen runkokäyrien ja edellä mainittuun laatutietokantaan kirjattujen laaturajojen perusteella todelliset sahatukki- ja kuitupuukertymät. Lisäksi määritettiin leimikkokohtaisesti mäntyjen ja kuusten keskimääräinen runkohinta (€ m^{-3}) ja kokonaisarvo (€). Puiden laatuennustetta laadittaessa kullekin puulle haettiin MSN-menetelmässä kasvupaikan, metsikön puuston sekä puun läpimitan ja pituuden perusteella laatutietokannasta mahdollisimman samankaltainen puu, jonka laatutieto (sis. sahauskelpoisten rungon osien alkamis- ja päättymiskorkeudet) yleistettiin haettavan puun vastaaville suhteellisille korkeuksille ja tätä tietoa käytettiin puun laatuennusteena. Ennen samankaltaisen puun hakua poistettiin laatutietokannasta haettava puu, jotta se ei tulisi itse valituksi. Leimikoittaiset puutavaralajikertymät, runkohinnat ja kokonaisarvot laskettiin myös puiden ennustettuun laatuun perustuen. Puiden laatuennusteiden testauksessa mitattuihin ja ennustettuihin puiden laatutietoihin perustuvia leimikoiden sahatukin saantoja ja puuston arvoja verrattiin toisiinsa. Tutkimuksessa validoitiin myös ARVO-ohjelmistolla (Malinen ym. 2014) laadittujen runkojoukkojen ja laadun ennusteiden hyvyttä. Tässä ennustettiin puiden laatuennusteiden lisäksi myös leimikoiden puujoukot k-MSN -menetelmällä, jossa ennuste laadittiin 10 lähimmän naapurin mukaan ($k=10$) hyödyntäen 423 leimikosta koostuvaa runkopankkiaineistoa.

Tutkimuksen virtuaalileimikoissa männyn keskimääräiseksi sahatukkiosuudeksi saatiin 42,7 %, avohakkuissa (AH) 68,0 % ja harvennuksissa (H) 14,3 %. Jos puiden laatuviikoja ei olisi huomioitu lainkaan, leimikoiden keskimääräinen sahatukkiosuus olisi kohonnut 62,8 prosenttiin (AH 89,9 %; H 31,4 %). Kuusella keskimääräinen sahatukkiosuus oli suuremman keskijäreuden ja pienemmän vikaisuuden ansiosta 60,8 % (AH 65,1 %; H 36,2 %). Ilman laatuviikatietojen huomioon ottamista sahatukkiosuus olisi ollut 67,9 % (AH 71,8 %; H 45,9 %).

Männyllä saatiin leimikolle ennustetun sahatukkien osuuden, kuten myös ennustetun tukki-vähennyksen keskineliövirheen neliöjuureksi (RMSE) 9,12 prosenttiyksikköä (AH 11,55; H 5,01) ja harhaksi $-1,52$ prosenttiyksikköä (AH $-2,64$; H $-0,22$). Kuusella leimikkokohtainen RMSE oli 6,38 prosenttiyksikköä (AH 3,25; H 14,47) ja harha 0,90 prosenttiyksikköä (AH 0,83; H 1,31). Leimikkokohtaisen runkohintaennusteen RMSE oli männyllä $3,50 \text{ € m}^{-3}$ ja harha $0,58 \text{ € m}^{-3}$, kuusella vastaavasti $2,60 \text{ € m}^{-3}$ ja $0,35 \text{ € m}^{-3}$. ARVO-ohjelmistolla laaditun runkojoukkoennusteen sisällyttäminen tarkasteluun ei heikentänyt runkohintaennusteiden tarkkuutta männyllä, jolla RMSE oli tässä tapauksessa $3,41 \text{ € m}^{-3}$ ja harha $0,53 \text{ € m}^{-3}$. Kuusella tarkkuus kuitenkin heikkeni hieman, RMSE oli tällöin $4,22 \text{ € m}^{-3}$ ja harha $1,22 \text{ € m}^{-3}$.

Tutkimuksessa esitetty MSN-menetelmä yhdessä ulkoisen laadun runkopankin kanssa osoitautui käyttökelpoiseksi menetelmäksi leimikon puutavaralajikertymän ja kantoraha-arvon ennustamisessa. Ennusteiden pohjautuessa todellisiin mitattuihin tietoihin ei epärealistisia ennusteita

esiinny, joskaan harhaisten ennusteiden mahdollisuutta ei voida täysin pois sulkea yksittäisten leimikoiden tasolla. Menetelmä on silti käyttökelpoinen tilanteissa, joissa halutaan selvittää katkontaohjeiden ja leimikon laatuominaisuuksien yhteisvaikutusta leimikolta korjattaviin puutavaralajikertymiin ja niiden arvoon.

Käytettäessä yhtä samankaltaisinta havaintoa tarkasteltavana olevan puun laatuennusteen laadinnassa voidaan säilyttää puutason informaatio puuston laadun vaihtelusta mutta yleistää samalla yksittäisten puiden laatuennusteiden kirjo leimikon keskimääräiseksi laatuksivaukseksi. Käytetty menetelmä vaatii riittävän laajan aineiston ja tietokanta- ja laskentasovelluksen, jotka ovat tässä tapauksessa vapaasti tarjolla ARVO-ohjelmistossa MSN-menetelmän sisältävien ennustusohjelmistoinen. Menetelmä on käyttökelpoinen myös muissa metsällisissä sovellustilanteissa, jos käytettävissä on vastaavanlaisia puukohtaisia inventointiaineistoja. Laatuaineistojen kerääminen muuttunee tulevaisuudessa teknologian kehittyessä vähemmän työlääksi ja halvemmaksi, jolloin vastaavia runkopankkeja voidaan kerätä entistä laajemmin.

Kirjallisuus

- Laasasenaho J. (1982). Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 108. 74 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0589-9>.
- Malinen J., Kilpeläinen H., Ylisirniö K. (2014). Description and evaluation of the Prehas software for pre-harvest assessment of timber assortments. *International Journal of Forest Engineering* 25(1): 66–74. <https://doi.org/10.1080/14942119.2014.902686>.