

Henrik Heräjärvi

Raudus- ja hieskoivun tekniset ominaisuudet sahauksen kannalta

Seloste artikkelista: Heräjärvi, H. 2001. Technical properties of mature birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) for saw milling in Finland. *Silva Fennica* 35(4): 469–485.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää luontaisesti syntyneen päätehakkuikäisen (ikä yli 60 vuotta) raudus- ja hieskoivun teknisiä ominaisuuksia sahauksen kannalta. Teknisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä niitä puun ominaisuuksia, jotka vaikuttavat sen laatuun jalostusprosessissa. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen koivurungoista saatavaa järeää tukkiosaa (lpm > 18 cm) sekä pienistä rungoista ja suurten runkojen latvaosista saatavaa pikkutukkiosaa (lpm 12–18 cm). Kuitupuuosan (lpm 7–12 cm) laatuun ei kiinnitetty huomiota lukuun ottamatta sen tilavuusosuutta koko rungon tilavuudesta. Tutkimuksessa keskityttiin järeys-, runkomuoto-, oksaisuus-, sekä pinta- ja lahovikoihin.

Aineistoksi kerättiin Etelä- ja Väli-Suomen alueelta 20:sta metsiköstä yhteensä 261 kaatokoepuuta siten, että koivulajien tyypillisimmät kasvuolosuhteet tulivat edustetuiksi. Aineisto jaettiin kuuteen ositeeseen: 1) kivennäismaiden puhtaat rauduskoivikot, 2) kivennäismaiden kuusi-rauduskoivusekametsiköt, 3) kivennäismaiden puhtaat hieskoivikot, 4) kivennäismaiden kuusi-hieskoivusekametsiköt, 5) turvemaiden puhtaat hieskoivikot, 6) turvemaiden mänty-hieskoivusekametsiköt. Edelleen aineisto jaettiin kasvupaikkaluokittain siten, että kivennäismailla tarkasteltiin mustikkatyyppin tuoreita kankaita (MT) sekä käenkaali-oravanmarjatyyppin lehtomaisia kankaita (OMT). Samoja ravinteisuustasoja oji-

tetuilla turvemailloilla edustivat mustikkaturvekankaat (Mtkg) sekä ruohoturvekankaat (Rhtkg). Tutkimuksen kaatokoepuut valittiin sillä perusteella, että niiden tuli edustaa vähintäänkin välttävää jalostuslaatua, s.o. kussakin valitussa rungossa tuli olla ainakin yksi sahauskelpoinen, tukki- tai pikkutukkimitat täyttävä rungonosa. Kaikki valitut kaatokoepuut olivat joko valta- tai lisävaltapuita.

Kivennäismailla sekametsiköissä kasvaneet koivut olivat keskimäärin hieman järempiä kuin puhtaissa koivikoissa kasvaneet puut. Turvemailloilla tilanne oli päinvastainen, tosin tilavuuserot olivat melko pieniä. Rauduskoivut olivat runkomuotolaadultaan jonkin verran hiekiä suurempia, etenkin turvemailloilla hieskoivuissa esiintyi yleisesti tyvimutkaisuutta. Turvemaiden puissa ja kivennäismaiden lisävaltapuissa pikkutukin tilavuus oli jopa yli 50 % runkojen koko teoreettisesta tukkitilavuudesta. Toisaalta hieskoivujen, samoin kuin rauduskoivulisävaltapuiden pikkutukkiosissa oli ennakoitua enemmän kuolleita oksia. Puun elävän latvuksen sisällä on runsaasti pieniä kuolleita oksia, joiden vaikutus tukkien jalostusarvoon on tosin vähäinen. Kivennäismaiden sekametsiköissä kasvaneet hieskoivut olivat selvästi puhtaissa koivikoissa kasvaneita puita paremmin karsiutuneet kuolleista oksista. Rauduskoivulla ei karsiutumisen havaittu eroja puhtaissa koivikoissa ja sekametsiköissä kasvaneiden puiden välillä. Lahon ja pintavikojen esiintymisessä ei havaittu merkitseviä eroja koivulajien välillä.

Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan esittää, että ei ainoastaan rauduskoivu hyvän kasvunsa ja siitä seuraavan nopeamman järeytymisensä vuoksi, vaan myös hyvälaatuiset ja elinvoimaiset hieskoivut voivat olla järkeviä kasvatusvaihtoehtoja päätehakkuuseen asti erityisesti sekametsiköissä. Hieskoivun raudusta hennommat oksat parantavat edellytyksiä saada tukeista korkealaatuista vaneria, viilua tai sahatavaraa. Jos hyväksytään vaneripuukokoa pienemmät tukit sahaukseen, voidaan myös turvemailloilla saada jalostuskelpoisia, hento-oksaisia hieskoiv-

vuotukkeja. Rauduskoivun jonkin verran parempi runkokuolaatu sekä nopeampi järeytyminen puoltavat kuitenkin rauduksen suosimista jos koivulajien välillä on tehtävä valintaa.

■ MMM Henrik Heräjärvi, Metla, Joensuun tutkimuskeskus
Sähköposti henrik.herajarvi@metla.fi

Matti Maltamo ja Kalle Eerikäinen

Khasinmännyn ei-parametrinen tuotosmalli

Seloste artikkelista: Maltamo, M. & Eerikäinen, K. 2001. The Most Similar Neighbour reference in the yield prediction of *Pinus kesiya* stands in Zambia. *Silva Fennica* 35(4): 437–451.

Metsikkötason kasvu- ja tuotosmallit on perinteisesti esitetty kasvu- ja tuotostaulukoina, staattisina regressiomalleina tai simultaanisina projektioimalleihin perustuvina yhtälöryhminä. Tässä tutkimuksessa laadittiin ei-parametrinen tuotosmalli, joka tuottaa metsikkötason tietoa sisältäen kuitenkin informaatiota myös yksittäisistä puista. Yleisesti ei-parametrinen malli tuottaa ennusteen ns. naapurihavaintojen painotettuna keskiarvona. Mallia sovellettaessa tutkimusaineistoa käytetään tietokantana, josta poimitaan kulloisenkin kohteen kanssa mahdollisimman samanlaiset havainnot.

Tutkimuksen aineistona käytettiin 142 istutettua khasinmännyn (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) kestokoealaa Zambiasta. Koealojen puuston perustamistiheys oli 1 328 runkoa hehtaarilla, lukuun ottamatta kahta koealaa, joiden puuston perustamistiheys oli 1 076. Ympyräkoealat oli mitattu 3–5 kertaa, siten että ensimmäisen mittauksen ajankohtana puuston ikä oli 7,4–9,9 vuotta ja aineisto kattoi noin 10 vuoden kehitysjakson. Osa koealoista oli tutkimusjakson aikana harvennettu, mutta harvennuksen ajankohta ja voimakkuus eivät olleet tiedossa. Tämän vuoksi aineisto jaettiin kolmeen harvennuskategoriaan runkoluvun vähenemisen perusteella. Käytetyt kategoriat olivat: a) ei harvennusta tutkimus-

ajanjaksolla, b) harvennus ensimmäisen viiden vuoden aikana sekä c) harvennus jälkimmäisellä viiden vuoden jaksolla tai molemmilla jaksoilla.

Tutkimuksen mallitusmenetelmänä käytettiin ei-parametrista *most similar neighbour* (MSN) -menetelmää, joka perustuu selitettävien ja selittävien muuttujien välisiin kanonisiin korrelaatioihin. Lisäksi malli sisälsi naapurihavaintojen haussa käytetyn lähimpien havaintojen vaihtelevan lukumäärän. Naapurihavaintojen etäisyyden mittana mallissa käytettiin Mahalanobiksen etäisyysfunktioita. Malli laadittiin koko tutkimusaineistolle, mutta lähimpiä naapureita valittiin kuitenkin harvennusluokittain. Mallin selittäjämuuttujina käytettiin kasvatusjakson alkutilanteen puuston runkolukua, ikää, valtapituutta sekä kasvatusjakson lopussa ennustettua kasvupaikkaindeksiä. Osassa laskelmia käytettiin selittäjämuuttujana lisäksi puuston pohjapinta-alaa kasvatusjakson alussa. Selittävinä muuttujina analyysissä käytettiin puolestaan puuston kokonaistilavuutta sekä kasvatusjakson alussa että lopussa, jotta pystyttiin tuottamaan mahdollisimman tarkka tuotosmalli koko tarkastellulle ajanjaksolle. MSN-menetelmää verrattiin simultaaniseen yhtälöryhmään, joka sisälsi valtapituusmallin sekä mallit metsikön pohjapinta-alalle ja tilavuudelle kasvatusjakson alussa ja lopussa. Koska käytettävissä ei ollut erillistä kuolemistai harvennusmallia, tuotettiin simultaanisen yhtälöryhmän tarvitsemat kasvatusjakson lopun runkoluestimaatit tässä tutkimuksessa laaditulla ei-parametrisella MSN-mallilla.

Saatujen tulosten perusteella MSN-menetelmä johti tarkempiin ennusteisiin kaikissa harvennuskategorioissa verrattuna simultaanisiin yhtälöihin. Suurin ero tarkkuudessa menetelmien välillä havaittiin harventamattomissa metsissä. MSN-menetelmällä pystyttiin ennustamaan kokonaistilavuus siten, että koko aineiston keskivirheeksi (RMSE) saatiin kasvatusjakson lopussa 18 % ja alussa 12 %. Eri harvennuskategorioissa kasvatusjakson lopun tilavuusennusteen tarkkuus vaihteli välillä 12–22 %. Kun aineistoa ei jaettu harvennuskategorioihin, päädyttiin koko aineistossa 25 % virheeseen kasvatusjakson lopun kokonaistilavuuden ennusteessa. Mikäli MSN-menetelmän selittäjämuuttujana käytettiin myös pohjapinta-alaa, tarkentui kasvatusjakson alun ennuste huomattavasti, minkä lisäksi kasvatusjakson lopun ennuste tarkentui pari prosenttiyksik-

köä. Optimaalinen naapureiden lukumäärä eri harvennuskategorioissa vaihteli välillä 8–14, joskaan yli neljää naapuria käytettäessä ei tulosten tarkkuudessa ollut suuria eroja.

Esitetty ei-paramerinen tuotosmalli osoittautui erittäin lupaavaksi vaihtoehdoksi kasvu- ja tuotostutkimuksiin. Sen avulla voidaan tuottaa eritasoista tietoa ja käytettävän lähtötiedon määrää voidaan vaihdella helposti. Lisäksi erilaiset harvennukset voidaan ottaa huomioon jakamalla aineisto harvennusluokkiin käytettäviä naapurihavaintoja valittaessa. Menetelmän periaatteen mukaisesti yksittäinen valittu naapuri saattaa poiketa kohdehavainnosta runsaastikin, mutta lopullisessa painotetussa estimaatissa tämä ei kuitenkaan näy.

Laaditun tuotosmallin ongelmana oli tarkan harvennustiedon puuttuminen sekä ajallisesti vaihtelevasti mitattu koelainformaatio. Tämän vuoksi kasvusarjat eivät täsmällisesti vastanneet toisiaan. Mikäli käytettävissä on täsmällisin aikavälein mitattu pitkän aikavälin kestokoeala-aineisto sisältäen myös tarkat tiedot toteutuneista metsänkäsittelyistä, voidaan menetelmää soveltaa tuotosmallituksessa puuston kehityksen pitkän aikavälin ennustamiseen entistä tehokkaammin.

■ Prof. Matti Maltamo, MMM Kalle Eerikäinen, Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta
Sähköposti matti.maltamo@joensuu.fi