

Veikko Koski

Tutkimustieto olkoon metsänjalostuksen perusta

Alkuasetelmat

Paljon puuta oli jo sotien aikana metsistä jouduttu ottamaan käyttöön. Sotien jälkeen jälle rakentamisen, sotakorvausten ja elpyvän ulkomaankaupan vuoksi erityisesti sahatavaran menekki oli suuri. Suomi oli lisäksi menettänyt alueluovutuksissa 11 prosenttia metsäalasta. Eri tahoilla oltiin huolissaan hyvälaatuisten tukkipuiden riittävydestä tulevina vuosina, joten metsien uudistamiseen ja kasvun parantamiseen kohdistuvia toimenpiteitä tarvittiin. Metsäpuiden rodunjalostus oli Suomessakin kiinnostuksen kohteena jo 1930-luvulla, mutta sotiemme vuoksi sen alku siirtyi 1940-luvulle. Aloitteentekijöinä ja myös alkuvuosien vaikuttajina oli joukko eri metsällisten organisaatioiden sekä Helsingin yliopiston ja Metsäntutkimuslaitoksen voimahahmoja. Ruotsissa ja muissakin maissa ensimmäiset metsänjalostajat olivat yleensä viljelyskasvien jalostajia tai kasvitieteilijöitä. Metsäpuiden rodunjalostussäätiön perustaminen vuonna 1947 sai konkreettisen toiminnan käynnistymään.

Metsänjalostusta on Suomessa siis harjoitettu lähes 70 vuotta, mistä ajasta viimeiset 50 vuotta on ollut vankasti tieteellisellä pohjalla ja valtaosin perustunut suomalaisen tutkimustiedon soveltamiseen. Alkuun lähdettiin sen ajan tietämyksen ja tieteellisten periaatteiden pohjalta. Muutamassa vuodessa käytännön metsänjalostus siirtyi nuorten innokaiden metsänhoitajien hoidettavaksi, ja myös toimintatavat muuttuivat, kun valtiovalta ja metsäteollisuusyhtiöt olivat todella huolissaan hyvälaatuisen puutavaran riittävydestä tulevina vuosina. Silloin myös metsänjalostusta alettiin rahoittaa runsaskätisesti. Kun rahaa tuli ja ideoita pulppusi, vauhti-

sokeus alkoi näkyä ja toiminnan tieteellinen perusta alkoi unohtua. Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon professori *Risto Sarvas* puuttui asiaan ja sai vuonna 1965 huomattavan osan metsänjalostuksesta Metsäntutkimuslaitoksen Metsänhoidon tutkimusosaston vastuulle, siis oman peukalonsa alle. Siitä alkoi *P.M.A. Tigerstedtin* mukaan muutosprosessi parempaan.

Kun metsänjalostuksen alkuvuosien toimia halutaan arvioida, pitää muistaa, miten vähän silloin tiedettiin metsäpuiden genetiikasta ja ominaisuuksien periytymisestä. Silloin genetiikan asiantuntemusta edusti Mendelin perinnöllisyyslakien ymmärtäminen. Yleisesti jalostustoiminnan taustalla oli myös ihmislajiinkin sovellettu ”rotuoppi”. Metsien populaatorakenne koostui vallitsevan käsityksen mukaan pienialaisista, hehtaarin kokoisista, rodullisesti erilaistuneista sukulaisryhmistä. Nämä käsitykset olivat peräisin ulkomaisista tutkimuksista ja periaatteista, jotka perustuivat yleensä myös vieraista puulajeista saatuihin tietoihin. Suomalaista tutkimustietoa olisi ollut saatavilla professori *Olli Heikinheimon* puulaji- ja provenienssikokeista sekä Heikinheimon ja Sarvaksen siemensatotutkimuksista, mutta sitä ei osattu silloin yhdistää metsänjalostukseen.

Tärkein valintaperuste hyvälle puulle oli pitkä, suora ja hyvin karsiutunut runko. Hyvien ominaisuuksien oletettiin periytyvän yhtenä kokonaisuutena. Jalostajan piti ammattimiehen silmällä löytää parhaat metsiköt, *plumetsiköt*, siemenhuoltoon varten sekä valioyksilöt, *pluspuut*, siemenviljelysten lähtömateriaaliksi. Aina ei valittuja metsiköitä tai puita edes mitattu, vaan poiminta perustui jalostajan silmämääräiseen ”Götterblick” arviointiin.

Tämän perinteisen valintajalostuksen ohella ha-



Kuva 1. Männyn kloonikokoelma Punkaharjulla vuonna 1972. Puissa on valkoisia eristyspusseja, jotka estävät emikukintojen luonnollisen pölytyksen. Valvottuja risteytyksiä tehtiin suuret määrät sekä periytymismekanismien tutkimista että pluspuiden paremmuusjärjestyksen määrittämistä varten. Silloin oli vielä koulutettua työvoimaa tätä tarkkaa työtä varten. Kuva: Metla/Tuomas Heiramo.

ettiin peltokasvien jalostuksessa käytetyillä uusilla menetelmillä nopeaa ja suurta jalostushyötyä paljolti Ruotsista saatujen esikuvien perusteella. Heteroosi, lajiristeytykset, mutaatiot ja polyploidia olivat kiinnostuksen kohteina. Heteroosilla tarkoitetaan sisäsiittoisten linjojen risteyttämisestä seuraavaa jälkeläisen parantunutta elinvoimaa ja kasvunopeutta. Lajiristeytyksillä pyritään yhdistämään eri lajien suotuisia ominaisuuksia. Perimän muokkauksella keinotekoisien mutaatioiden avulla ja kromosomiluvun moninkertaistamisella toivottiin saatavan aikaan uusia hyödyllisiä ominaisuuksia. Näistä yrityksistä saatiin tulokseksi yleensä vain akateemisia opinnäytteitä. Ainoa merkittävä poikkeus oli hybridihaapa, jota esiteltiin metsänjalostuksen mainosvalttina. Melko laajoissa kentäkokeissa olikin joitakin nopeakasvuisia jälkeläistöjä. Haapapuun kysyntä kuitenkin hiipui, ja lisäksi hirvituhojen estäminen kävi kalliiksi.

Uusille urille

1960-luku oli käännteentekevä; puupulan uhatessa jalostuksen perustana alkoi olla uutta tutkimustietoa. Valtiovallan avokätisesti rahoittamat toimenpiteet metsien tuoton kohottamiseksi antoivat myös metsänjalostukselle ja siihen liittyvälle tutkimukselle huomattavat resurssit. Lisäksi Yhdysvalloista saaduilla ns. markkatilivaroilla rahoitettiin useita 5-vuotisia tutkimuksia. Näissä tutkimuksissa selvisi, etteivät aiemman toiminnan perustana olleet ulkomaiset opit päde ainakaan Suomen pääpuulajeilla. Uusissa tutkimuksissa selvisi, että siitepölyn tehokas leviäminen kymmenien kilometrien etäisyydelle estää pienialaisen erilaistumisen, tuulipölytteiset puut ovat voimakkaasti ristisiittoisia ja että suurin osa geneettisestä muuntelusta on yksilöiden välillä. Tämä populaatiorakenne on sittemmin moneen kertaan vahvistettu oikeaksi jälkeläiskokeiden, geneettisten markkerien ja DNA:n avulla. Ilmaston sopeutumisessa muutos on vähittäinen etelästä pohjoiseen, ja metsäpuiden populaatiorakenteessa on vastaavasti vähittäin muuttuva geenifrekvenssien muutos eli kliini.



Kuva 2. Perinteinen kuusen vuonna 1978 perustettu kenttäkoe Punkaharjulla. Kokeessa tutkitaan eri koejäsenten menestymistä normaaleissa metsänviljelyissä ja selvitetään koejäsenten välinen paremmuusjärjestys. Koejäsenet on istutettu satunnaisesti useina kerranteina koepaikalle, ja sama kokoonpano on toistettu eri paikkakunnilla. Järjestely tekee mahdolliseksi tulosten tilastollisen käsittelyn ja erilaisten numeeristen tunnusten laskemisen. Kuva: Luke/Erkki Oksanen.

Näistä uusista lähtökohdista voitiin ruveta soveltamaan kvantitatiivista genetiikkaa ja jalostuksen teorioita. Tällöin todettiin, että metsänjalostus onkin lähempänä kotieläinjalostusta kuin peltokasvien jalostusta. Näin siksi, että useimmat peltokasvit ovat itsesiittoisia tai kasvullisesti lisääviä. Jalostusaineiston valinnassa alettiin käyttää mitattavia tunnuksia ja tilastollisia menetelmiä. Sitten nopeasti kehittyneet mittausrakenteet, tilastomatemattiset menetelmät ja automaattinen tietojenkäsittely ovat helpottaneet suurten aineistojen keruuta ja analysointia.

Jalostuksen lähtöaineistoksi kelpasi *Ole Oskarssonin* mukaan vain luontaisesti syntynyt tasaikäinen, harsinnalta välttynyt, ja vartunut kyseisen puulajin puhdas metsikkö. Tällaisessa metsikössä puiden koko noudattaa likipitään normaalijakautumaa, eli se voidaan kuvata keskiarvon ja keskihajonnan avulla. Vuonna 1960 julkaistu *D.S. Falconerin* perustavanlaatuisen kvantitatiivisen genetiikan käsikirja johdatti valintatyön uudelleenarviointiin. Alettiin käyttää valintaeron ja valinnan intensiteetin käsitteitä. Ottamalla mukaan jälkeläiskokeista laskettu pituu-

den heritabiliteetti eli periytyvyysosamäärä voitiin arvioida saavutettava jalostushyöty (ks. kuva 1). Jalostushyöty tarkoittaa jalostetun viljelymetsän suhteellista paremmuutta vertailuerän, siis ”maatisrodun” kasvuun ja viime kädessä tuottoon. Heritabiliteetti on suhdeluku, joka ilmaisee, kuinka suuri osuus kokonaisvarianssista selittyy perintötekijöiden vaikutuksella. Ensimmäisen jalostuskierroksen jalostushyödyn arvioitiin olevan pituuskasvussa 5–10 prosenttia. Alhaisen hyödyn selityksenä oli heritabiliteetin pieni arvo 0,20, mikä taas selittyy sillä, että puiden kasvuun ja laatuun vaikuttavat myös kasvupaikan mikrovaihtelu, kilpailu ja muut ympäristötekijät. Seuraavilla valintakierroksilla voitiin käyttää hyväksi jälkeläiskokeita sekä kunkin jälkeläistön keskiarvon ja referenssiarvon suhdelukua jalostusarvon tunnuksena. Nyt, toistuvan valinnan jälkeen raportoidaan jalostushyödyn olevan männylä jo yli 20 prosenttia, rauduskoivulla 30 prosenttia tai enemmänkin. Jalostushyötyä on kuvattu myös vuonna 2016 ilmestyneessä *Gunnar Janssonin* ym. ruotsalais-suomalaisessa yhteistyöjulkaisussa.

Metsänjalostuksen aikaansaannoksia ei voida nimittää lajikkeiksi, kuten pelto- ja puutarhakasveilla, vaan puhutaan jalosteista. Lajike-termin määritelmä sisältää m.m. vaatimukset sisäisestä yhtenäisyydestä ja pysyvyydestä. Säädökset metsänviljelyaineistosta asettavat toisaalta tiukat ehdot erilaisten viljelyaineistojen rekisteröinnille. Metsänviljelyaineistolta edellytetään suurta perinnöllistä muuntelua tautien ja tuholaisien sekä ympäristön muutosten varalta. Metsäpuilla viljelykierto kestää vuosikymmeniä, ja sen aikana jalostus etenee, joten pysyvyys ei ole relevantti ominaisuus.

Metsänjalostuksen toimintaperiaatteeksi oli otettu pyrkimys kohtuulliseen voittoon suurella todennäköisyydellä tutkimustiedon avulla; ei tavoitella yrityksen ja erehdyksen menetelmällä sellaista suurta voittoa, minkä todennäköisyys on erittäin pieni (ks. kuva 3). Se oli oikeastaan ainoa realistinen vaihtoehto jo pelkästään suurusluokan perusteella. Vuotuinen viljelyala oli yli 100 000 ha, ja tarvittava taimimäärä yli 200 miljoonaa. Suomessa metsänjalostuksen lähtöaineistoksi pluspuita valittiin kaikkiaan noin 12 600 kpl, joista valtaosa mäntyjä. Ensimmäisen polven siemenviljelyksiä perustettiin yli 3300 ha. Silloin laajan toiminnan vuosina ei ajateltu kovin pitkälle tulevaisuuteen, mutta sittemmin suurelle lähtömateriaalille on annettu arvoa. Toistuvassa valinnassa jatkoon otetaan 10–20 prosentin parhaimmisto. Jos sovellettaisiin vain perheiden valintaa, valintaan ei olisi tarjolla montakaan puuta muutaman valintakierroksen jälkeen. Uudessa *Matti Haapasen* ja *Jouni Mikolan* toimittamassa *Metsänjalostus 2050-ohjelmassa* jalostusaineistot on optimoitu sen kokoisiksi, että ne turvaavat riittävän muuntelun säilymisen ja valintahyödyn pitkälle tulevaisuuteen. Jotta sukupolvien ketjussa vältyttäisiin sisäsiitokselta, mutta kuitenkin voitaisiin suorittaa tehokasta valintaa, jalostuksessa sovelletaan sofistikoituja tutkimukseen perustuvia risteytys- ja valintamalleja.

Silta käytäntöön

Metsänviljelyaineiston alkuperä, paikka josta siemen kerättiin, ja käyttöalue, maantieteellinen alue, jolla kyseinen aineisto menestyy, eivät sisälly varsinaiseen jalostusprosessiin, mutta niillä on geneet-



Kuva 3. Punkaharjulla kasvava, erikoispuuna rekisteröity (E1101), Kanervan mänty. Poikkeuksellisen kapea latvus innoitti eräitä (Metsänjalostussäätiön) jalostajia tavoittelemaan uudenlaista ihannepuuta jalostuksen nopeaa edistämistä varten. E1101 oli isänä lukuisissa risteytysjälkeläisöissä, joihin kapealatvaisuus varsin hyvin periytyi. Samalla periytyi myös isäpuun mutkitteleva runkomuoto, joka on huono ominaisuus. Kasvinjalostuksessa ideotyyppi suunnitellaan ja sitten se koostetaan risteytysten ja valinnan avulla useassa sukupolvessa. Tässä tapauksessa ideotyyppi määriteltiin yhden puun mukaiseksi. Ei löytynyt oikotietä! Kuva: Luke/Erkki Oksanen.

tin tausta, millä on ratkaiseva merkitys metsänviljelyn onnistumisen ja puusadon tuottamisen kannalta. Jo 1950-luvulla professori *Olli Heikinheimo* oli laatinut provenienssikokeiden perusteella ohjeet

siemensiirroista, mutta käytäntö ei niitä tuntenut tai ainakaan halunnut noudattaa. Seuraukset näkyivät epäonnistuneina uudistusaloina. Eniten julkisuutta sai eteläsuomalaisten ja jopa etelävenäläisten mättyjen viljely-yritys Lapissa. Aivan yleisesti sieminten alkuperästä ei käyttäjille annettu tietoa eikä sitä kirjattu mihinkään. Vasta lainsäädännön kautta asia korjattiin. – Alkuperä pitää ilmoittaa ja kullekin alkuperälle määritellä käyttöalue. Metsänjalostuksen laajoista kenttäkokeista (ks. kuva 2) kertyi lisää Heikinheimon ohjeita tukevia tuloksia ja toisaalla Sarvaksen lämpösummamalli loi teoreettista pohjaa siemensiirtojen ja käyttöalueiden määrittämiselle. Suomalaiset ja ruotsalaiset jalostustutkijat laativat vuonna 2016 yhteistyönä uudet käyttöalueiden määrittämissuhteet, jotka julkaistiin Silva Fennicassa *Mats Berlinin* ym. artikkelissa sekä suomeksi Luonnonvarakuskuksessa *Seppo Ruotsalaisen* ym. tekemässä julkaisussa. Ohjeet perustuvat 378 kenttäkokeelta saatuihin tuloksiin.

Metsänjalostuksen genetiikkaan ja myös kasvitieteeseen ja metsänhoitotieteeseen perustuvan tieteilisen pohjan ohella tärkeää on ollut myös tiivis yhteys lähes kaikkiin metsällisiin organisaatioihin: Maa- ja metsätalousministeriön metsäosasto, Metsähallituksen molemmat osat, Tapio, metsäteollisuusyritykset ja monet muut toimijat olivat mukana suunnittelemassa ja toteuttamassa toimenpiteitä. Nämä organisaatiot tarjosivat myös asiallista käytännön kritiikkiä ja siten estivät toimintaa ajautumasta väärille raiteille.

Metsänjalostustoiminnassa ei riitä, että tulokset laskelmissa ja animaatioissa näyttävät hyviltä. Kaikki on myös empiirisesti testattava asianmukaisissa koeviljelyksissä, viime kädessä pitkäkestoisissa kenttäkokeissa. Nykyisin esitettävät 10 prosentin tai jopa 20–40 prosentin jalostushyödyt perustuvat intensiivisesti hoidettuihin jälkeläiskokeisiin. Kukin koe on yleensä toistettu useammalla paikkakunnalla, mikä on tuonut esiin kasvupaikkaerojen suuren vaikutuksen tuloksiin. Pitäisi myös olla itsestään selvää, että jalostushyöty toteutuu täysimääräisenä vain silloin, kun metsänviljelyssä käytetään jalostettua aineistoa. Olennaista on myös, että taimikonhoito ja koko metsänkasvatus hoidetaan asianmukaisesti.

Siemenhuolto rajapintana

Taloustmetsiin käytettävä viljelyaineisto on vielä edelleen lähes sataprosenttisesti siemensyntyistä. *Siemenviljelysohjelma* vuodelta 1963 tuotti suuren määrän 1. sukupolven siemenviljelyksiä, joiden tuotoksia on kasvavassa määrin käytetty 1980-luvulta lähtien. Tällä hetkellä toteutetaan *Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän* vuonna 2011 julkaisemaa ohjelmaa, joka ulottuu vuoteen 2030. Kuitenkin erinäisistä syistä siemenhuollon toiminnassa tuntuu edelleen olevan huolen aiheita: Siementuotannon alkuun havupuilla kuluu 10–15 vuotta. Näinkin lyhyenä aikana puun kysyntään perustuvien puulajien osuudet ja uudistusalojen määrät usein muuttuvat radikaalisti, eivätkä silloin tarjonta ja kysyntä enää kohtaa. Jalostetun siemenen käyttö on Suomessa yleisesti suurta. – Vuonna 2014 taimitarhakylvöissä käytettiin jalostettua siementä kuusella 75 %, männillä 77 % ja koivulla 93 %. Alueellisesti sopivan siemenen saatavuudessa on ollut olosuhteiden pakosta ajoittain ongelmia, kun uusia viljelyksiä ei ole perustettu. Säädösten mukaan Maa- ja metsätalousministeriö johtaa metsäpuiden siemenhuoltoa ja ohjaa budjettirahoitusta uusien viljelysten perustamiseen. Luonnonvarakeskus (Luke) taas on vastuussa suunnittelusta, mutta alalla on myös itsenäisiä toimijoita, joiden toimintaan ministeriö ei pysty vaikuttamaan.

E erityisen hyvien yksilöiden kasvulliseen lisäämiseen on vuosikymmenet asetettu suuria toiveita. Meidän pääpuulajimme ovat kuitenkin tässä suhteessa vaikeita. Ongelmiin pitää etsiä ratkaisu tutkimuksilla, ei laajoilla yritykseen ja erehdykseen perustuvilla käytännön kokeiluilla (ks. kuva 3). Kasvullisen lisäämisen tutkimisessa on ajankohtaista kuusen siemenalkioiden monistus, koska siementuotanto on oikukasta.

Miten jatkossa?

Kun nyt seurailen asioita taka-alalta ja ihmettelen nykyistä menoa ja metsänjalostuksen tulevaisuutta, herää epäily, että alan tutkimus on painottumassa molekyylibiologiaan ja toisaalta virtuaalimaailmaan eikä enää palvele riittävästi käytännön jalostusta. Muutokset jalostukseen osallistuvissa organisaat-

tioissa sekä radikaalit leikkaukset toiminnan resursseissa ovat heikentäneet tukijoiden edellytyksiä jatkaa maastotöitä ja yleensäkin pitkäkestoista kokeellista tutkimusta. Jos metsänjalostustutkimus on vain molekyyli-genetiikkaa ja aiemman kerätyn tiedon pohjalta tehtävää virtuaalimallien rakentelua ilman elävään aineistoon perustuvaa varmennusta, joudutaan varmasti hakoteille. Vaikka tekstini alussa arvostelin nousuvuosina tehtyjä erilaisia oikotien etsimisyrityksiä, en silti vastusta uusien ratkaisujen ja menetelmien etsimistä esimerkiksi biotekniikan avulla. Idea-asteella olevaa asiaa ei kuitenkaan pidä markkinoida ja käyttää valmiina tuotteena. Ensin tarvitaan kunnon tutkimukset ja testaukset, vasta sitten saatujen tulosten perusteella uusi tuote voidaan ottaa kaupallisessa mittakaavassa käyttöön.

Uusien jalosteiden kehittäminen vaatii paljon ammattimaista käsityötä, mutta näyttää siltä, että osaavat ammattilaiset alkavat olla katoavaa kansanperinnettä. Metsänjalostustoiminnan jatkoa varten meillä on *Metsänjalostus 2050* -suunnitelma, mutta onko meillä resursseja ja osaajia sitä toteuttamaan? Hupeneva jalostajien ja tutkijoiden joukkoa ollaan eristämässä biologisista aineistoistaan. Uusien jalosteiden ja lisäysmenetelmien kehittäminen ei ole pelkkää rutiinia, vaan alan vahvaa tutkimuspanosta tarvitaan jatkossakin. Sitä edellyttää myös varautuminen ilmaston muutokseen.

Metsänjalostus on pitkäjänteistä toimintaa, jonka tuloksilla on puun kiertoajan mittaiset vaikutukset. Metsänjalostus on kansantaloudellisesti kannattava investointi tulevaisuuteen, mutta kaupalliselle toimijalle se ei (lyhyellä aikavälillä) ole tuottoisaa. Nopeita tuloksia vaativa nykyaika pitää tuottojen syntymistä liian hitaana, vaikka toiminnan tuotot ovatkin varmoja. Siksi työn jatkaminen edellyttää julkisen rahoituksen käyttämistä. Toivottavasti Maa- ja metsätalousministeriö pitää jatkossakin huolen tarvittavista resursseista ja tukee myös perusteiden tutkimisen ja jalostustyön edellytyksiä Luonnonvarakeskuksessa, jonka vastuulle alan tutkimus on suurelta osin siirtynyt!

Viitattu kirjallisuus

- Berlin, M.E., Persson, T., Jansson, G., Haapanen, M., Ruotsalainen, S., Barring, L. & Andersson Gull, B. 2016. Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland. *Silva Fennica* vol. 50(3), article id 1562. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1562>
- Falconer, D.S. 1960. *Introduction to quantitative genetics*. Ronald Press, New York.
- Haapanen, M. & Mikola, J. 2008. Metsänjalostus 2050 – pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metlan työraportteja 71. 50 s. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp071.htm>
- Jansson, G., Kehlet Hansen, J., Haapanen, M., Kvaalen, H. & Steffenrem, A. 2016. The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland, *Scandinavian Journal of Forest Research*, DOI: 10.1080/02827581.2016.1242770
- Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio 2011. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistiot. http://mmm.fi/documents/1410837/1724539/trm2011_6.pdf/debd4796-c1a6-4a12-9f37-18953f020564
- Oskarsson, O. 1995. Silmällä tehty savotta. Pluspuiden valinnan historia ja arki. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 579. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/521208>
- Ruotsalainen, S., Beuker, E. Haapanen, M. 2016. Männyn siemenviljelysaineiston käyttöalueen määrittäminen. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 39/2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-270-6>
- Tigerstedt, P.M.A. 2009, Risto Sarvas metsänjalostajana. Julkaisussa: Kutsumuksena metsätiede. Risto Sarvasen 100-vuotisjuhlakirja. s. 36–42. *Metsäntutkimuslaitos*.

■ Veikko Koski, metsänjalostuksen emeritusprofessori
Sähköposti vekoski@saunalahti.fi