

Erkki Lähde, Olavi Laiho ja Timo Pukkala

Jatkovaa kasvatusta vai tasaikäismetsätaloutta?

Taustaa

Metsän kasvatuksen perusvaihtoehdot ovat jaksollinen eli tasarakenteiskasvatus (tasaikäismetsätalous) ja jatkuva eli erirakenteiskasvatus (eri-ikäismetsätalous). Vastaavasti metsän rakenteen päävaihtoehdot ovat tasarakenteinen ja erirakenteinen. Rakenteiden rajausta voidaan tehdä eri tavoin. Kun rakenne määritetään tarkasti, tasarakenteisessa puustossa pienimmän puun läpimita on vähintään puolet suurimmasta. Muut puustot ovat eri tavoin erirakenteisia.

Toisaalta rajausta voidaan tehdä vain runkolukukauman muodon perusteella. Tällöin säännöllisen erirakenteisessa metsässä (jatkuvan kasvatuksen optimirakenne) pieniä puita on eniten ja puiden määrä pienenee läpimitan suuretessa niin sanotun käänteisen J-kirjaimen muotoisesti. Kerroksellinen eli kerroksellisen erirakenteinen metsikkö on jakaumaltaan kaksi- tai useampihiippuinen, tyypillisesti vallitsevan puuston ja sitä nuoremman tai eri puulajia olevan pienikokoisemman alikasvoksen yhdistelmä. Muut rakenteet voidaan luokitella tasarakenteisiksi tyypillisenä muotonaan normaalijakaumaa muistuttava kuvaaja. Näin menetellen edellä lueteltujen rakenteiden osuudet olivat 1950-luvun alun varttuneiden metsien 2 cm ylittävässä puustossa 66 % (säänn. erirak.) 11 % (kerroks. erirak.) ja 24 % (tasarak.). Ne eivät ole sen jälkeenkään oleellisesti muuttuneet.

Tasaikäismetsätaloudesta on Suomessa ja muissa pohjoismaissa runsaasti tutkimuksia. Ajallisesti

ne nykymuodossaan kuitenkin kattavat vasta kasvatuksen ensimmäiset vuosikymmenet. Silti tasaikäismetsätalous on otettu käyttöön yksinomaisten menetelmänä. Vertailevia kokeita samoissa oloissa tasa- ja erirakenteisena kasvatuksesta ei toistuvista kiistoista huolimatta ole perustettu ennen kuin vasta 1980-luvulla.

Jatkovaa kasvatusta on jo tutkittu varsin monipuolisesti. Aivan viime vuosina on saatu runsaasti tuoretta tietoa esimerkiksi erirakenteisen metsän tuotoksesta ja jatkuvan kasvatuksen taloudellisesta kannattavuudesta. Hiilitasetta, marjasatoja, monimuotoisuutta ja maisema-arvoja on myös analysoitu.

Suomessa on aivan näihin päiviin saakka vastustettu voimakkaasti jatkuvan kasvatuksen käyttöä. Perusteina on käytetty muun muassa huonoa kasvua. Tässä yhteydessä on viitattu Sarvaksen tutkimuksiin sekä ruotsalaisiin ja norjalaisiin kenttäkokeisiin. On myös esitetty, että erirakenteisen metsän uudistuminen ei Suomen oloissa ole riittävää. Jatkuvan kasvatuksen kannattavuutta on väitetty heikoksi puun korjuun kalleuden vuoksi.

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan niitä syitä, minkä vuoksi jatkovaa kasvatusta eli eri-ikäiskasvatusta ei ole suositeltu. Selvitysten mukaan nämä perustelut eivät ole kestäviä. Jatkuva kasvatus on osoittautunut hyväksi metsänkasvatusmenetelmäksi puuntuotoksen, taloudellisen kannattavuuden ja metsien monikäytön kannalta.

Sarvaksen aineistot

Risto Sarvaksen harsintatutkimuksia on usein käytetty osoittamaan erirakenteisena kasvatuksen kelvottomuutta. Sarvas itse kuitenkin kertoi, että hänen tutkimuksensa ei käsitellyt erirakenteisena kasvatusa eli metsänhoidollista harsintaa. Yli puolella Sarvaksen koealoja tilavuus oli alle 50 m³/ha ja kuudenneksellä alle 20 m³/ha. Monien koealojen käsittelyä olisikin voinut kutsua siementäi suojuuspuuhakkuuksi tai ylispuuhakkuuksi. Niillä koealoilla, joilla puustoa oli hakkuun jälkeen yli 120 m³/ha, vuotuinen kuorellinen tilavuuskasvu (5,7 m³/ha/v) oli selvästi enemmän kuin varttuneiden metsien keskimääräinen kasvu tuohon aikaan.

Sarvaksen metsiköissä oli runsaasti taimia ja taimiainesta. Koealoilla oli männyn, kuusen ja koivun taimia (pituus 0,1–1,3 m) keskimäärin noin 5 000 kpl/ha ja lisäksi taimiainesta (<0,1 m) 4 300 kpl/ha. Uudistuminen ei siten ole ollut ongelma eri tavoin ”harsituissa” metsissä.

Ruotsin ja Norjan harsintakokeet

Ruotsissa on ollut muutamia pitkäkän aikaa seurattuja jatkuvan kasvatuksen kokeita, muun muassa Lundqvistin (1989) väitöskirjan aineisto, johon suomalaisessakin keskustelussa on usein viitattu. Wikström (2008) on siellä tehnyt tähän aineistoon perustuvia tuotos- ja talousvertailuja. Hänen mukaansa jatkuvan kasvatuksen metsiköt tuottavat selvästi huonommin kuin tasaikäismetsätalouden metsiköt. Eriksson (2007) on arvioinut, että erirakenteisena kasvatus tuottaisi usean tuhannen euron tappion hehtaarilla kiertoajan kuluessa.

Lundqvistin kokeessa vain kahden koealan puuston runkolukujakauma oli perustamisvaiheessa selvästi laskeva eli metsä oli säännöllisen erirakenteista. Kokeiden käsittelykään ei ole ollut johdonmukaista. Usealla koealalla on hakattu suuri osa pienistä puista eli metsää ei ole käsitelty jatkuvan kasvatuksen periaatteiden mukaisesti. Rakenn- ja tuotosvertailusta on lisäksi puuttunut erirakenteiselle metsikölle merkittävä pienen puuston osuus. Analyysin ja koejärjestelyn puutteista huolimatta Lundqvist itse kuitenkin päätteli, että puuston eri-ikäisrakenne, tasainen ja hyvä kasvu

sekä runsas uudistuminen on mahdollista säilyttää ainakin 50 vuotta.

Jos Lundqvistin aineistosta eritellään riittävän puustoiset, säännöllisen erirakenteiset (laskeva runkolukusarja) koealat, niiden kasvu on ollut täsmälleen sama kuin tasaikäismetsikön kasvu on arvioitu olevan samalla kasvupaikalla. Tällä tavoin analysoituna Lundqvistin aineisto ei siis osoita, että erirakenteinen metsä tuottaisi vähemmän puuta kuin tasaikäinen.

Norjassa on 1920- ja 1930-luvuilla perustettu 16 koealaa, joiden tuotosta Andreassen (1994) on analysoinut. Tämä aineisto muistuttaa Sarvaksen aineistoa sikäli, että useimmilla koealoilla hakkuun jälkeinen puuston tilavuus on varsin pieni. Vain neljä koealaa oli kohtuullisen puustoisia (>150 m³/ha) ja samalla säännöllisen erirakenteisia.

Andreassenin koealojen puuston keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu on ollut 5,5 m³/ha, mikä on pienempi kuin vastaavien kasvupaikkojen arvioitu puuston kasvu tasaikäismetsätaloudessa eli 6,1 m³/ha/v. Edellä mainittujen neljän koealan metsikön keskimääräinen kasvu (7,5 m³/ha/v) on kuitenkin ollut 23 % suurempi kuin kyseisten kasvupaikkojen kapasiteetti. Norjassa onkin laaja Glommenin yksityismetsien alue, jossa hyvien kokemusten vuoksi on siirrytty käyttämään jatkuvaa kasvatusa sekä mänty- että kuusimetsissä.

Suomessa on 1980-luvulta alkaen perustettu useita satoja jatkuvan kasvatuksen ja sen vertailumenetelmien koealoja. Lisäksi on laadittu erirakenteisen metsän kasvumallit, jotka perustuvat erittäin laajoihin aineistoihin. Malleja on testattu riippumattomassa aineistossa. Näiden kenttäkokeiden ja kasvumallien mukaan erirakenteinen metsä tuottaa puuta vähintään yhtä hyvin kuin tasarakenteinen.

Inventointiaineistot varmentavat kenttäkokeiden tulokset

Valtakunnan metsien inventointiaineistot osoittavat, että 1920-luvun alussa Suomen metsistä kaksi kolmasosaa oli vielä hakkaamattomia tai vain lievästi hakattuja. Kaikki nämä metsät olivat eri tavoin erirakenteisia. Erirakenteisuus säilyi yleisimpänä varttu-

neissa metsissä myös myöhemmissä inventoinneissa ja nuorennoksen määrä pysyi suurena. Kolmannen inventoinnin (1951–53) mukaan säännöllisen erirakenteisissa metsissä oli yli 1 000 kpl/ha 2–6 cm:n läpimittaisia puita. Lisäksi niissä oli pienempää nuorennosta keskimäärin 3 000 kpl/ha.

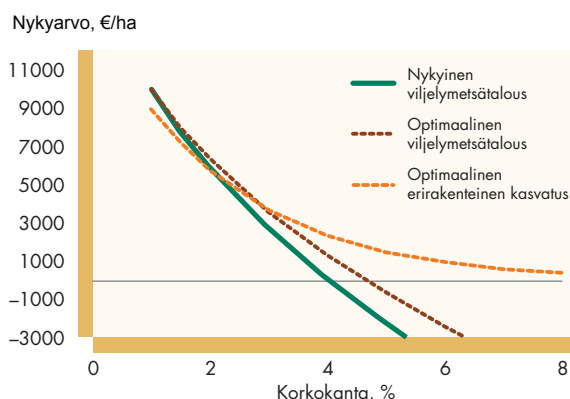
Kenttäkokeissa taimien syntyminen on ollut sitä runsaampaa ja kasvu sitä nopeampaa mitä pienempi puuston määrä on ollut hakkuun jälkeen. Taimimäärät ovat nousseet muutaman vuoden jälkeen hakkuusta jopa useisiin tuhansiin, jos puuston määrä on ollut alle 150 m³/ha. Hyvin tiheissä metsissä (>350 m³/ha) uudistuminen ja alikasvoksen kasvu ovat olleet heikkoja.

Kolmannen inventoinnin tuloksista on todettu, että saman tilavuuden omaavat säännöllisen erirakenteiset metsät ovat kasvaneet 10–30 % enemmän kuin saman kasvupaikan tasarakenteiset puustot. Edustavien ja kattavien inventointiaineistojenkin mukaan erirakenteiset metsät siis tuottavat hyvin puuta ja uudistuvat hyvin.

Kannattavuus ratkaisee

Viljelyyn ja avohakkuihin perustuvan kasvatuksen kustannukset, tuotot ja kannattavuus tunnetaan varsin hyvin. Tiedetään, että korkokannan suurentuessa vastaisten nettotulojen nykyarvo painuu negatiiviseksi kasvupaikasta ja puun hinnasta riippuen 3–4 %:n korkokannalla (kuva 1). Jos metsää käsitellään yläharvennuksella mutta viljely- ja taimikonhoitokulut säilyvät, nykyarvo menee nollian 4–5 %:n korolla. Kun erirakenteista metsää hakataan vain silloin, kun hakkuusta saadaan positiivinen nettotulo, ja kasvamaan jätetään puustoa, jonka tienvarsiarvo on pienempi kuin korjuukustannus, vastaisten nettotulojen nykyarvo on positiivinen kaikilla korkokannoilla. Positiiviseen nykyarvoon kaikilla korkokannoilla päästään myös silloin, kun avohakkuualan annetaan taimettua luontaisesti ilman maanpinnan käsittelyä ja taimikon hoitoa. Menettelyä voidaan kutsua ekstensiiviseksi eli laajaperäiseksi tasaikäismetsätaloudeksi, joka poikkeaa selvästi nykyisestä voimaperäisestä ja kalliista viljelymetsätaloudesta.

Optimaalinen erirakenteiskasvatus ja ekstensiivinen tasaikäismetsätalous ovat nykyistä viljely-



Kuva 1. Periaatteellinen esitys nykyohjeiden mukaisen viljelymetsätalouden, optimaalisen viljelymetsätalouden ja optimaalisen erirakenteiskasvatuksen kannattavuudesta eri korkokannoilla. Optimaalisessa viljelymetsätaloudessa oletetaan, että uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset ovat samat kuin nykyohjeiden mukaisessa metsänhoidossa mutta hakkuut on optimoitu (ajankohta ja harvennustapa).

metsätaloutta kannattavampia viimeistään 4–5 %:n korkokannalla. Tämän osoittamiseksi ei tarvita uusia kokeita, kasvumalleja tai simuloitteja. Vaikka jatkuva kasvatus tuottaisi vain puolet nykyisten laskelmien osoittamista tuotoista, se olisi silti suurilla korkokannoilla kannattavampaa kuin nykyinen viljelymetsätalous. Pukkalan ym. laskelmissa erirakenteiskasvatus oli Etelä-Suomen viljavimpia kuusikkoja lukuun ottamatta tasaikäismetsätaloutta kannattavampaa jo 1 %:n korkokannalla.

Mitä tiedetään puun korjuusta?

Imponen ym. ovat tehneet laskelmia korjuu- ja hakkuukustannuksista niin sanotun Monta-hankkeen tietojen perusteella. Niiden mukaan avohakkuu on hetkellisesti halvin ratkaisu. Se on kuitenkin vain yksi hakkuu tasaikäismetsätalouden pitkässä kiertoajassa. Harvennukset, erityisesti kasvatuksen alkuvuosikymmeninä ovat kalliita ja huonotuottoisia. Niinpä tutkimuksessa päädyttiin kiertoaikaa vastaavana ajanjaksona tulokseen, että jatkuvassa kasvatuksessa hakkuun ja korjuun kus-

tannukset ovat keskimäärin halvempia kuin tasarakenteisena kasvatuksessa koko kiertoajan aikana. Rummukaisen ym. korjuukustannusmalleilla voidaan laskea, että tasaikäismetsätaloudessa korjuukustannus on ensiharvennuksessa noin 15 €/m³ ja päätehakkuussa 6 €/m³, kun taas jatkuvassa kasvatuksessa kustannus on suuruusluokkaa 9 €/m³.

Monta-kokeiden työt tehtiin kuten toistaiseksi kaikissa muissakin vastaavissa kokeissa kalustolla, jota ei ole suunniteltu eikä rakennettu jatkuvaa kasvatusta varten. Myöskään koneiden käyttäjiä ei koulutettu tällaisen vaihtoehdon käyttöön. Silti nykyisellään tekniikalla ei tutkimusten ja omien kenttäkokemustemme mukaan ole erityisiä ongelmia jatkuvan kasvatuksen hakkuussa.

Alikasvoksen ja taimien raivaus korjuun helpottamiseksi on nykykäytännössä erittäin tuhlavaa ja lyhytnäköistä. Raivauksen aiheuttamia menetyksiä kuvaa Isomäen tutkimus, jossa verrattiin männikön alla kasvanutta kuusialikasvosta ja sen vaihtoehdona alikasvoksen raivausta 25 vuotta ennen päätehakkuuta ja männyn istutusta. Tarkastushetkellä kuusikon valtapituus oli 13 metriä mutta istutusmännikkö oli vasta 1,3-metrinen, ja sen viljelykustannukset ylittivät päätehakkuussa ennakkoraivauksen ansiosta saadun lisätulon.

Metsänhoidolliselta kannalta alikasvokselliset puustot ovat jatkuvan kasvatuksen parhaita aloituskohdeita ja alikasvoksen raivaaminen on tavaton virhe. Alikasvoksen yleisyys ja merkitys ovat olleet tiedossa, mutta korjuun koneellistuessa tilanne on edelleen huonontunut. Moto-yrittäjiä ei vaadita raivaamattoman puuston hakkuuseen vaan ammattilehdet päinvastoin vaativat ennakkoraivausta. Tässä tilanteessa alikasvosta säästävän korjuukaluston kehitystyökään ei edisty.

Ennen kaikkea kesähakkuilla on lisätty laho-ongelmia metsissä. Erityisen suuri ongelma on juurikäpää. Jos sen saastuttama kuusikko avohakataan ja uudistetaan uudelleen havupuulle, laho leviää helposti uuteen puusukupolveen. Ongelman suhteen erirakenteisen metsän hakkuu ei juuri eroa tasarakenteisen metsän harvennushakkuusta, tosin uudelle tartunnalle altista kantopintaa on korjattua kuutiometriä kohti erirakenteisessa metsässä vähemmän. Näin ollen tasaikäismetsätaloutta ei erityisesti voi perustella juurikäävän torjunnalla. Pahoin saastuneen metsän järkevä hoito on kummas-

sakin tapauksessa luontainen uudistaminen lehtipuulle.

Erirakenteinen metsä sopii monitavoitteiseen metsätalouteen

Tutkimusta tarvitaan erilaisten käsittelymenetelmien vaikutuksesta metsien muihin käyttömuotoihin kuin puuntuotantoon. Ilman tutkimuksiakin on selvää, että jatkuvan kasvatuksen pitkän aikavälin hiilitase kestää vertailun tasaikäiskasvatuksen kanssa. Erityisesti kuusikossa metsätalouden hiilitase maksimoituu kuitupuun korjuuta minimoimalla, sillä päinvastoin kuin tukki- ja energiapuulla, kuusikuitupuulla ei ole korvausvaikutuksia, joiden avulla fossiilisen hiilen päästöjä voidaan vähentää. Erirakenteiskasvatuksessa kuitupuuta pyritään korjaamaan mahdollisimman vähän.

Miinan ym. mallien mukaan MT-kuusikon mustikkasato on parhaimmillaan, kun puuston pohjapinta-ala on 15–20 m²/ha. Erirakenteiskasvatuksessa pohjapinta-ala on suurimman osan ajasta tällä välillä. Näillä malleilla voidaan laskea, että erirakenteisen MT-kuusikon mustikkasato on pitkällä aikavälillä 2–3-kertainen tasaikäismetsätalouteen verrattuna. Silvennoisen ym. mukaan maisemallisesti kauniimpina metsiköinä pidetään kerroksellisia metsiä, joissa harvahkon kookkaan puuston alla on havupuualikasvosta. Paras puuston kokojauma on positiivisesti vino, toisin sanoen runkoluvun tulee olla suurin pienimmissä läpimittaluokissa. Kookkaat männyt ja koivut parantavat maisema-arvoa.

Avohakkuu turmelee monen eliölajin elinympäristön vuosikymmeniksi. Metsikön lajistollinen monimuotoisuus on parhaimmillaan, kun metsikössä on jatkuvasti monenlaisia rakenteellisia elementtejä, kuten esimerkiksi eri puulajeja, latvuskerroksia ja erilaista lahonnutta puuta. Monen lajin kannalta erityisen arvokkaita ovat suuret lahoppurungot, joita aikanaan muodostuu esim. säästöpuista. Säästöpuuta voidaan jatkuvassa kasvatuksessa jättää pystyyn samalla tavalla kuin tasaikäismetsätaloudessa, mutta jälkimmäisessä jättöpuut ovat yksittäisiä muutoin aukealla alalla. Vain harvat metsän eliöt pystyvät niitä hyödyntämään. Lehtipuuston jatkuvuus voidaan jatkuvassa kas-

vatuksessa turvata esimerkiksi siten, että jokaisessa hakkuussa osa metsiköstä hakataan vuorollaan niin harvaksi, että lehtipuusto pystyy uudistumaan ja varttumaan.

Yhteenveto

Kuusikymmentä vuotta sitten julkaistun Harsintajulkilausuman seurauksena Suomessa lopetettiin metsien perinteinen erirakenteisena kasvatus. Samanlainen kehitys on tapahtunut myös muissa Pohjoismaissa. Kuitenkin inventointitietojen mukaan metsät ovat kaikissa näissä maissa olleet viime vuosisadalla pääosin erirakenteisia. Harsintajulkilausuma ei perustunut vertaileviin kokeisiin eikä edustaviin inventointeihin, vaan vain mielipiteisiin. Vasta yli kolmekymmentä vuotta julkilausuman jälkeen eli 1980-luvun alussa käynnistettiin Suomessa metsien luontaista rakennetta ja erilaisia käsittelymalleja selvittävä tutkimustyö.

Ruotsissa ja Norjassa on kuitenkin ollut pitkään seurattuja jatkuvan kasvatuksen koealoja, tosin ilman vertailualoja. Niiden perusteella on esitetty, että erirakenteisten metsien puuntuotos ja taloudellinen tuotto olisivat selvästi heikompia kuin nykykäytännön mukainen (alaharvennus-avohakkuu-istutus) tasarakenteisissa puustoissa. Uusimmat vertailukelpoiset kokeet ja käytännön toteutukset (esim. Glommenin alue Norjassa) osoittavat kuitenkin päinvastaisia tuloksia ja kokemuksia. Inventointitiedot vahvistavat, että ainakin Suomessa kenttäkokeiden tulokset ovat edustavia ja loogisia. Niiden mukaan kasvuero jatkuvan kasvatuksen hyväksi verrattuna alaharvennukseen on ollut lähes $1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ eli 10–20 %. Suurimmat vuotuiset kasvuluvut yksittäisillä jatkuvan kasvatuksen koealoilla ovat olleet yli $10 \text{ m}^3/\text{ha}$. Ruotsissa ja Norjassa kenttäkokeiden tuloksia ei toistaiseksi ole varmennettu inventointiaineistoilla tai laajoihin aineistoihin perustuvilla kasvumalleilla.

Mitä korkeampaa korkoa metsätaloudessa edellytetään, sitä selvemmin erirakenteiskasvatus on kannattavampaa. Optimaalisessa erirakenteiskasvatuksessa nimittäin hakataan lähinnä tukkipuita, joiden suhteellinen arvokasvu on jo painunut markkinakoron alapuolelle. Kuitupuita, joiden suhteellinen arvokasvu on hyvä, ei korjata juuri

lainkaan. Nykymuotoisessa tasaikäismetsätaloudessa sitä vastoin hakataan kasvatusvaiheessa lähes yksinomaan pienimpiä keskenkasvuisia puita, jotka ovat vasta tulossa parhaan arvokasvun vaiheeseen ja joista ei saada paljonkaan hakkuutuloja. Uudistamis- ja taimikkovaiheessa maksetaan suuria kustannuksia. Jos tasaikäismetsätaloudesakin toimittaisiin taloudellisesti optimaalisesti, käytettäisiin yksinomaan luontaista uudistamista ja yläharvennusta.

Kirjallisuutta

- Andreassen, K. 1994. Development and yield in selection forest. *Meddelelser fra Skogforsk* 47(5): 1–37.
- Eriksson, L. 2007. Lönsamheten av blädning i teori och praktik. Seminarieunderlag. Moniste.
- Imponen, V., Keskinen, S. & Linkosalo, T. 2003. Monimuotoisuus talousmetsän uudistamisessa – kuusikoiden käsittelyvaihtoehtojen vaikutukset puuntuotannon ja -hankinnan talouteen. *Metsätehon raportti* 163. 22 s.
- Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. *Folia Forestalia* 392. 13 s.
- Lundqvist, L. 1989. Blädning i granskog. Strukturförändringar, volymtillväxt, inväxning och föryngring på försöksytter skötta med stamvis blädning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogskötsel. Umeå. 99 s.
- Lähde, E., Laiho, O. & Pukkala, T. 2010. Eri- ja tasarakenteiskasvatuksen vertailua Pohjoismaissa. *Metlan työraportteja* 176. 22 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp176.htm>.
- Miina, J., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 2009. Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* 43: 577–593.
- Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2009. Growth and yield models for uneven-sized forest stands in Finland. *Forest Ecology and Management* 258: 207–216.
- , Lähde, E. & Laiho, O. 2010. Optimizing the structure and management of uneven-sized stands of Finland. *Forestry* 83:129–142.
- Rummukainen, A., Alanne, H. & Mikkonen, E. 1995. Wood procurement in the pressure of change – resource evaluation model till year 2010. *Acta Forestalia*

Fennica 248. 98 p.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 268 s.

Silvennoinen, H., Alho, J., Kolehmainen, O. & Pukkala, T. 2001. Prediction models of landscape preferences at the forest stand level. *Landscape and Urban Planning* 56(1–2): 11–20.

Wikström, P. 2008. Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog – analyser på beståndsnivå baserade på simulering. Skogsstyrelsen, Rapport 24. 48 s.

■ Prof. emer. Erkki Lähde, ulkopuolinen tutkija, Metla, Vantaan toimipaikka; MMT Olavi Laiho, ulkopuolinen tutkija, Metla, Parkanon toimipaikka; prof. Timo Pukkala, Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden osasto. Sähköposti olavi.laiho@metla.fi