

Sauli Valkonen

# Kuusen alikasvos ja kaksijaksoinen metsikkö – mahdollisuudet ja kannattavuus

## Vaihtoehtoja puhtaalle viljelykuusikolle

Puhdasta viljelytaimikkoa pidettiin 1980-luvun loppupuolelle asti uuden kuusisukupolven parhaana lähtökohtana kankaiden viljavilla kasvupaikoilla. Koivusekapuustolla on kuitenkin merkittäviä metsänhoidollisia, puuntuotannollisia ja taloudellisia etuja kuusikoissa (Lappi-Seppälä 1930, Fries 1964, 1974, Folkesson ja Barring 1982, Frivold 1982, Agestam 1985, Mielikäinen 1985, Hägg 1988, Valsta 1988, Vähäpesola 1989). Ongelmiakin tietysti on. Kuusen taimien kasvu jää helposti jälkeen nuorina nopeasti kasvavista koivuista, etenkin jos koivua on paljon (Pukkala 1981). Kaksijaksoisen metsikön kasvattaminen voi olla järkevä vaihtoehto tois-  
tuvalle perkaamiselle. Ylempää koivujaksoa on perinteisesti käytetty verhopuustona hallatuhojen torjumiseksi. Koivujen kasvattamista on usein jatkettu hallasuojan tarpeen loputtuakin. Koivujakson tuotos on aiempien tutkimustulosten mukaan niin paljon kuuselle aiheutuvaa tuotostappiota suurempi, että koivun kasvattaminen ainespuuksi, jopa tukiksi, saattaa olla järkevää (Andersson 1984, Bergan 1987, Tham 1988, 1994, Carlsson 1990, 1995, Niemistö 1995, Mård 1996, 1997).

Kiinnostus kuusen luontaista uudistamista ja alikasvosten hyödyntämistä kohtaan lisääntyi 1990-luvun alussa, kun kustannusten vähentäminen otettiin keskeiseksi tavoitteeksi metsänuudistamisessa.

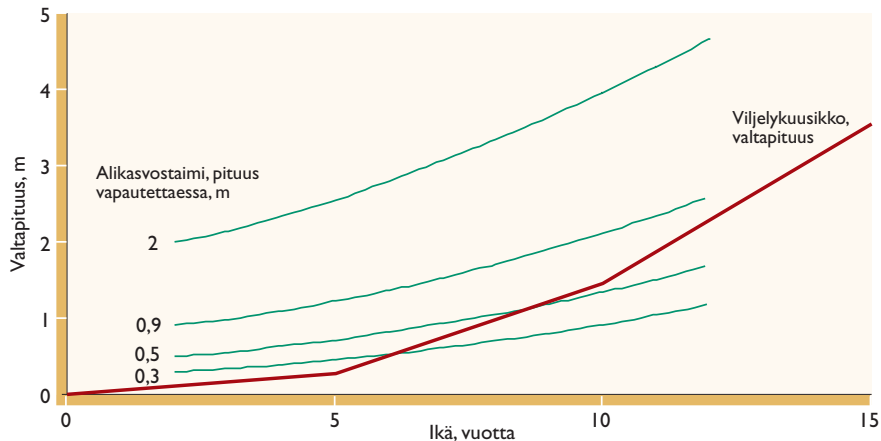
Tässä artikkelissa pyritään vastaamaan kysymykseen ovatko vapautettu kuusialikasvos ja kaksijaksoinen kuusi-koivusekametsä taloudellisesti

kilpailukykyisiä vaihtoehtoja puhtaalle kuusen viljelytaimikolle. Tulokset ja päätelmät ovat peräisin neljästä tutkimuksesta:

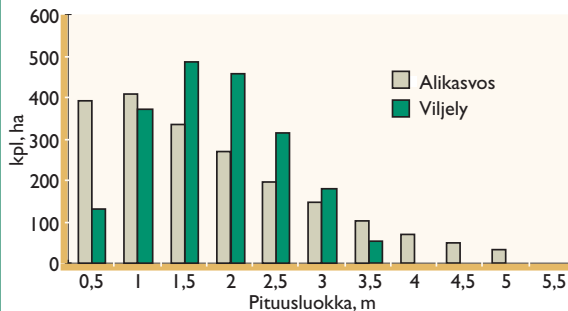
1. Koistinen ja Valkonen (1993) tutkivat kuusikoiden alta vapautettujen alikasvostaimien pituuskasvua.
2. Mielikäinen ja Valkonen (1995) laativat kaksijaksoisten kuusi-koivusekametsiköiden kasvumallit.
3. Valkonen ja Valsta (2000) tekivät tuotos- ja kannattavuuslaskelmia kaksijaksoisen metsikön kasvattamisen kannattavuudesta.
4. Valkonen (2000) kokosi em. tutkimusten tulokset yhteen.

## Alikasvos vai alempi jakso?

Mikä on alikasvoksen ja alempana jaksona kasvatettavan taimikon ero? Nimitys riippuu siitä, mihin metsikön kasvatuksessa tähdätään. Alikasvos on valtapuuston alle ennen uudistushakkuuta itsestään syntynyt taimikko. Toimenpiteet tehdään uudistushakkuuseen saakka valtapuuston ehdoilla. Uudistushakkuun yhteydessä päätetään yritetäänkö alikasvos säästää osaksi seuraavaa puusukupolvea. Kaksijaksoisessa metsikössä toimitaan yhtaikaa sekä ylispuuston että taimikon hyväksi, ja alemman jakson kehittyminen on vähintään samanarvoinen tavoite kuin ylemmän jakson.



**Kuva 1.** Vapautettujen kuusen alikasvosten pituuskehitys verrattuna kuusen viljelytaimikoiden valtapituuskehitykseen. Viljelytaimien ikä viljeltäessä 2 vuotta.



**Kuva 2.** Alikasvoskuusikon pituusjakauma vapautushetkellä kuusen viljelytaimikkoon verrattuna. Alikasvoskella ja viljelykuusikolla sama keskipituus.

### Kannattavuuden tekijät

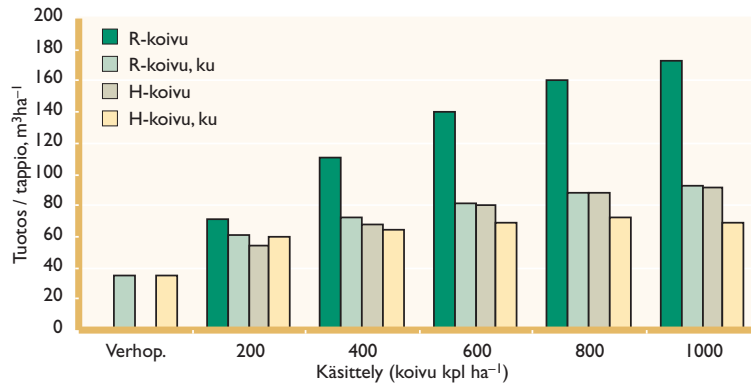
Alikasvoksen ja kaksijaksoisen metsikön kasvattamisen järkevyyteen ja kannattavuuteen vaikuttavat ainakin sen puuntuotos- ja tuottokyky, varovaisesti käsittelystä aiheutuvat lisäkustannukset ja tekniset ongelmat, muiden toimintavaihtoehtojen tuotot, metsälökohtaiset ja yleiset taloudelliset tekijät sekä ei-taloudellisten seikkojen arvostaminen. Metsikön puuntuotoskyky riippuu siitä onko kasvupaikan kasvutila tiheydeltään, tilajärjestykseltään, kokojakaumaltaan ja puulajisuhteiltaan optimaalisen puuston käytössä. Alikasvoksille ja kaksijaksoisille metsiköille ominaisia tekijöitä ovat taimien elpymiskyky ja kasvunopeus, korjuuvauriot ja aukkojen täydentämismahdollisuudet.

Tässä artikkelissa käsitellään vain puuston kasvua ja kehitystä sekä puuntuotannon kuluja ja tuottoja metsikkötasolla. Kaksijaksoisten sekametsien tutkimuksissa edettiin koko kiertoajan mittaisiin tuotos- ja kannattavuuslaskelmiin asti. Alikasvosien osalta käsitellään vain vapautettujen taimien kasvua ja taimikoiden rakennetta.

### Vapautetun alikasvoksen kehitys

Vanhojen kuusikoiden alta vapautettujen alikasvostaimien pituuskasvu alkoi nopeutua keskimäärin 4–5 vuoden kuluttua vapauttamisesta ja jatkui vielä 10 vuoden kuluttua vapauttamisesta (Koistinen ja Valkonen 1993). Eri pituisten vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitystä verrataan samaan aikaan viljellyn kuusen viljelytaimikon pituuskehitykseen (Valkonen 1997) kuvassa 1. Yli 1,0–1,5 m:n pituiset alikasvostaimet pärjäsivät sen mukaan pituuskehityksessä istutetuille kuusen viljelytaimille. Nopea pituuskasvu ( $>10 \text{ cm a}^{-1}$ ) ennen vapauttamista ennustaa alikasvoksella nopeaa kasvun kiihtymistä.

Jakaumamalleilla (Valkonen 2000) simuloitu alikasvostaimikoiden pituusjakauma oli vapautushetkellä ja 10 vuotta vapautuksen jälkeenkin huomattavasti vinompi ja laajempi kuin viljelytaimikoiden (Valkonen 1997) (kuva 2). Ero tasoittui vain vähän seuraavien 10 vuoden aikana.



**Kuva 3.** Koivujakson tuotos ja kuuselle aiheutunut tuotostappio koivun käsittelyvaihtoehdoissa (verhopuusto, ylispuusto 200–1000 kpl ha<sup>-1</sup>). Raudus ja hies erikseen. Verhopuustovaihtoehdossa koivun ainespuun tuotos = 0.

### Kaksijaksoisen sekametsikön tuotos ja kannattavuus

Kaksijaksoisen kuusi-koivusekametsikön tuotos- ja kannattavuuslaskelmissa vertailtiin seuraavia vaihtoehtoja tuoreen ja lehtomaisen kankaan keskiarvoa edustavalla kasvupaikalla Etelä-Suomessa:

1. Puhdas viljelykuusikko, kiertoaika 70–85 v, tiheys 2 000 kpl ha<sup>-1</sup>.
2. Koivuverhopuuston kasvattaminen em. kuusen viljelytaimikossa ja poistaminen 15 vuoden iässä; sen jälkeen puhdas kuusikko kiertoajan loppuun
3. Koivun kasvattamisen jatkaminen taloudelliseen hakkuukypsyyteen asti tiheydellä 100–1 000 kpl ha<sup>-1</sup>; sen jälkeen puhdas kuusikko kiertoajan loppuun.

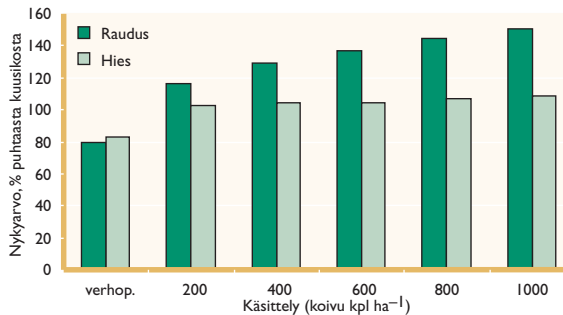
Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kehitystä ennustettiin Mielikäisen ja Valkosen (1995) malleilla kuusikon n. 11 m:n valtapituuteen asti, jolloin koivujakso oli 30-vuotias ja se poistettiin. Sitä verrattiin puhtaan viljelykuusikon kehitykseen (Valkonen 1997). Kuusikon jatkokehitys kiertoajan loppuun laskettiin Vuokilan ja Väliahon (1980) malleilla. Koivikoiden optimaalinen hakkuuaika arvioitiin jatkamalla simulointia koivun osalta aina 80 vuoden ikään asti Mielikäisen ja Valkosen (1995) malleilla. Kuusikolle aiheutuneen haitan vaikutus jouduttiin arvioimaan erikseen. Koivikon hakkuista aiheutuneet korjuuvauriot arvioitiin Frilanderin (1985) ja Maukosen (1987) malleilla. Hakkuutulot laskettiin vuoden 1996 keskimääräisten tienvarsi-

hintojen (Metsätilastollinen vuosikirja 1998) ja korjuukustannusten erotuksena. Korjuukustannukset laskettiin Rummukaisen ym. (1995) malleilla. Koivujaksot harvennettiin ja poistettiin moottorisahatyönä, kuusikot harvesterilla. Kannattavuutta vertailtiin kiertoajan nettotulojen nykyarvojen perusteella 4 %:n diskonttorolla. Koivuvaihtoehdot laskettiin erikseen raudukselle ja hiekselle.

Tulokset osoittivat, että koivun kasvattamisesta saatu tilavuustuotoslisä (koivun tuotos miinus kuusen kasvutappio, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) oli suurimmillaan +14 % (kuva 3). Koivun kasvattaminen johti kasvutappioon (max -1 %) harvimmissa hiesvaihtoehdoissa. Korjuuvaurioien takia kuoli kuusia 380–580 kpl ha<sup>-1</sup>. Verhopuusto tuotti vain kasvutappiota, koska koivuista ei saatu ainespuuta kun ne poistettiin 15 vuoden iässä.

Raudus-kuusisekametsikön nettotulojen nykyarvo oli enimmillään 151 % puhtaan kuusikon tuotosta ja hieksen vastaavasti 113 % (kuva 4). Koivujaksosta saadut aikaiset hakkuutulot korostuivat kun ne diskontattiin kiertoajan alkuun. Koivujakson poistaminen simuloinneissa 30 vuoden iässä oli kuitenkin selvästi ennen aikaista. Lisälaskelmat viittasivat siihen, että koivun optimaalinen kasvatusaika olisi rauduksella noin 40 vuotta ja hieksellä noin 45–50 vuotta. Koivun optimaalinen runkoluku on ilmeisesti välillä 500–800 kpl ha<sup>-1</sup>.

Verhopuuston kasvattaminen tuotti pelkkää tappiota. Mahdollista hyötyä hallan torjunnassa ei otettu huomioon laskelmissa.



**Kuva 4.** Koivuylispuuvaihtoehtojen (200–1000 kpl ha<sup>-1</sup>) nettotulojen nykyarvo puhtaaseen kuusikkoon verrattuna. Raudus ja hies erikseen. Diskonttokorko 4 %.

Harvana kasvatettavan koivujakson laatu saattaa kärsiä oksikkuudesta, mikä vähentää tukkipuun saantoa ja arvoa. Laskelmat osoittivat, että tukki-saannon ei tarvitse olla yhtä suuri kuin viljelykoivikossa: rauduskoivuylispuuston kasvattaminen tuottaisi puhdasta kuusikkoa suuremmat nykyarvot, vaikka koivuista saataisiin vain kuitupuuta. Hinta-suhteiden muutokset vaikuttavat vaihtoehtojen kannattavuuden suhteisiin. Laskelmat osoittivat, että ylemmän rauduskoivujakson kasvattaminen kannattaisi vaikka koivutukin ja -kuidun hinta laskisi 25 % kuusen hinnan pysyessä ennallaan, mutta 50 %:n hinnan lasku tekisi siitä kannattamatonta.

## Johtopäätökset

Tutkimusaineiston vähintään 1,0–1,5 metrin pituisina vapautetut hyväkuntoiset alikasvostaimet pysyivät tasapäiseen pituuskehitykseen samaan aikaan viljeltyjen kuusikoiden valtaimien kanssa. Alikasvosaineisto edusti verrattain vanhoja (40–60 vuotta) alikasvoksia. Niiden arvioitiin kuitenkin olleen hyväkuntoisempia ja nopeammin elpyviä kuin Etelä-Suomen hakkuukypsien kuusikoiden alikasvokset keskimäärin. Nuoremmat alikasvokset voivat elpyä nopeamminkin (Cajander 1934).

Puiden väliset kokoerot ovat alikasvostaimikoissa viljelytaimikkoa suurempia. Suuret kokoerot yhdistyneenä epätasaiseen tilajärjestykseen merkitsevät sitä, että runkoluvulla mitaten yhtä tiheän alikasvoksen puuntuotannollinen arvo on pienempi kuin viljelytaimikon.

Alikasvosten käyttökelpoisuus seuraavan puusukupolven lähtökohtana tai osana ei riipu pelkästään taimien pituuskasvusta ja taimikon kokojakamasta. Tutkimuksissa ei käsitelty mm. puuston tilajärjestystä, tuotos- ja tuotto-odotuksia, puunkorjuun edellytyksiä ja kustannuksia, korjuuvaurioita, täydennysviljelyn edellytyksiä eikä juurikäpätartuntaa.

Ylemmän koivujakson kasvattaminen järeäksi ainespuuksi kuusen taimikossa on kannattavaa. Rauduskoivulla saatiin laskelmissa +51 %:n lisätuotto (nykyarvo 4 %:n korolla) puhtaaseen kuusikkoon verrattuna tuotosta ja hieskoivullakin +13 %. Koivikot jouduttiin laskelmissa hakkaamaan keskenkasvuisina mallien rajoitusten takia. Jos koivujakson kasvattamista jatketaan sen taloudelliseen hakkuukypsyyteen asti, sen kannattavuutta voidaan vielä lisätä selvästi. Koivujakson optimaalinen kasvatusaika on rauduksella noin 40 vuotta ja hieksellä 45–50 vuotta ja optimaalinen runkoluku 500–800 kpl ha<sup>-1</sup>.

Jos koneellinen korjuu osoittautuu soveltuvan kaksijaksoisiin metsiköihin, niiden kasvattamisen taloudellinen kannattavuus lisääntyy merkittävästi tässä esitettyyn verrattuna. Ylispuujakson taitamatomasta korjuusta voi aiheutua arvioitua (kuusen kuolleisuus 380–580 kpl ha<sup>-1</sup>) suuremmat korjuuvauriot. Huolellisella ja varovaisella työllä ja sopivin menetelmin voidaan selvittää selvästi pienemminkin vaurioin.

Ylispuukoivikon kasvattamisen kannattavuus riippuu pitkällä aikavälillä koivun kysynnästä ja puulajien hintasuhteista. Koivun kysynnän vähenemistä ja hinnan laskua sen haapaa ja monia tropiikin lyhytkiertoisia lehtipuita huonompien kuituominaisuuksien ja hitaamman kasvun takia on jo ennakoitu (Ranua 1999). Varsin suuretkaan koivun hintasuhteiden muutokset eivät kuitenkaan tee ylemmän raudusjakson kasvattamista kannattamattomaksi, kuten ei myöskään laskelmia pienempi tukkipuun saanto laatuongelmien takia. Hieksellä marginaali on pienempi.

Koivikon kasvattaminen kuusikon verhopuustona ja poistaminen keskenkasvuisena ilman hakkuutuloja on taloudellisesti kannattamatonta, jos hallasuoja ei tarvita. Tilanne voi olla toinen hallaisilla kasvupaikoilla, joilla verhopuusto saattaa nopeuttaa kuusikon kasvua.

## Kirjallisuus

- Agestam, E. 1985. En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. Summary: A growth simulator for mixed stands of pine, spruce and birch in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapport 15. 76 s. + 74 liites.
- Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungdomskogar. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 82(3-4): 69-95.
- Bergan, J. 1987. Virkningen av björkeskjerm på etablering og vekst hos bartraer utplantet i Nord-Norge. Summary: The influence of birch shelter trees on establishment and growth of conifers planted in North Norway. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 10. 47 s.
- Cajander, E. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(5). 59 s.
- Carlsson, D. 1990. Economic optimization of forest management in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pendula*). Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi, Arbetsrapport 113. 27 s. + 19 liites.
- 1995. Optimisation of even-age stand management, with an emphasis on mixed stand. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi, Rapport 114. 105 s. + liitteet.
- Folkesson, B. & Barring, U. 1982. Exempel på en riklig björkförekomst inverkan på utvecklingen av unga tall- och granbestånd i norra Sverige. Summary: Some examples of the influence of an abundant occurrence of birch on the development of young Norway spruce and Scots pine stands in north Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig herbologi, Rapport 1. 64 s.
- Fries, J. 1964. Vårbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. Summary: Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in Middle Sweden and southern North Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 14. 303 s.
- 1974. Björk och gran. I: Framtidsskogen – Skogsproduktionens mål och medel. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och uppsatser 33: 30-37.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhoppuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Pro gradu -työ. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen. 75 s.
- Frivold, L. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandingsskog av björk (*Betula verrucosa* Ehrh.) og gran (*Picea abies* (L) Karst.) i sydost-Norge. Summary: Stand structure and yield of mixed stands of birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) and spruce (*Picea abies* (L) Karst.) in southeast Norway. *Meldinger fra Norges Lantbrukshøgskole* 90(3). 108 s.
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngring under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. *Skog-Forsk, Redogörelse* 4. 51 s.
- Hägg, A. 1988. Lönsamheten av björkinblandning i barrskog SLU Inst. virkeslära, Rapport 201. 62 s.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. *Silva Fennica* 27(3): 179-194.
- Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 15. 243 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244. 30 s.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1998. Metsätalastollinen vuosikirja. Skogsstatistisk årsbok. Finnish statistical yearbook of forestry. Metsäntutkimuslaitos, Helsinki. 344 s.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
- & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivusekametsikön kasvu. *Folia Forestalia* 1995(2): 81-97.
- Märd, H. 1996. The influence of a birch shelter (*Betula* spp.) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(4): 343-350.
- 1997. Stratified mixture of young Norway spruce and birch as an alternative to pure stands of Norway spruce. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria* 35. 29 s. + osajulkaisu 1-4.
- Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvokuusikon kehitykseen. Julkaisussa: Poikolainen, J. & Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 87-103.
- Pukkala, T. 1981. Nuoren viljelysekametsikön kehitys. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Pro gradu -työ. 86 s.

- Ranua, J. 1999. Haavan käyttö paperin raaka-aineena. Teoksessa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Asp – mångfald i skog och skogsbruk. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammissaarella – Forskningsdag i Ekenäs 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725: 101–106.
- Rummukainen, A., Alanne, H. & Mikkonen, E. 1995. Wood procurement in the pressure of change – resource evaluation model till year 2000. Acta Forestalia Fennica 248. 98 s.
- Tham, Å. 1988. Structure of mixed *Picea abies* (L.) Karst. and *Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh. stands in south and middle Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 3(3): 355–370.
- 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) mixtures. Studia Forestalia Suecica 195. 21 s.
- Valkonen, S. 1997. Viljelykuusikoiden alkukehityksen malli. Folia Forestalia 1997(3): 321–347.
- 2000. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi-koivusekaimikko. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 763. 83 s. + 4 osajulkaisua.
- & Valsta, L. 2000. Productivity and economics of two-storied spruce and birch stands in southern Finland simulated with empirical models. Forest Ecology and Management. Accepted 21 Jan. 2000.
- Valsta, L. 1988. Optimizing species composition in mixed, even-aged stands. Teoksessa: Ek, A., Shifley, S. & Burk, T. (toim.). IUFRO Conference on Forest growth modelling and prediction, Minneapolis, Minnesota, August 23–27, 1987. USDA Forest Service. General Technical Report 2: 913–920.
- Vuokila, Y. & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(2). 271 s.
- Vähäpesola, J. 1989. Kuusi-rauduskoivusekametsikön taloudellisesti edullisin hakkuuohjelma. Pro gradu -työ. Helsingin yliopiston Metsänarvioimistieteen laitos. 87 s. + 26 liites.

■ MML Sauli Valkonen (sauli.valkonen@metla.fi) toimii tutkijana Metlan Vantaan tutkimuskeskuksessa.