

Risto Ojansuu

Prosessimallien soveltuvuus puuston käsittely- vaihtoehtojen taloudelliseen optimointiin – Huomioita esitetyistä argumenteista

Taloudellisessa optimoinnissa haetaan kaikista mahdollisista metsän käsittelytavoista suurimman hyödyn antava vaihtoehto. Edellytyksenä järjkeville tuloksille on, että eri vaihtoehdot ja niiden väliset erot arvioidaan luotettavasti. Uudessa metsäkirjassa (2006, s. 123–124). Olli Tahvonen toteaa: *Toisin kuin tilastolliset kasvumallit ne (elintoimintoihin perustuvat kasvumallit – kirjoittajan lisäys) ovat käyttökelpoisia myös muuttuvassa ympäristössä. Elintoimintoihin perustuvien mallien yleisyys on etu myös mallien taloudellisissa sovelluksissa, koska taloudellisesti parhaat metsänkäsittelytavat eivät välttämättä vastaa nykyisiin metsänkäsittelytapoihin perustuvia kenttäkokeita.*

Männiköiden perustamisen ekonomisen analyysin yhteydessä Hyytiäinen ym. (2006) perustelevat elintoimintoihin perustuvan mallin hyvyttä seuraavasti:

Sen sisältämät metsien hoidosta johtuvat vaikutukset ja puun rungon sekä latvuksen morfologian yksityiskohtainen kuvaus mahdollistavat puutavaran laadun täsmällisen sisällyttämisen analyyseihin. Ja edelleen koska niillä on vahva teoreettinen perusta, elintoimintoihin perustuvien mallien oletetaan tarjoavan hyviä ennusteita metsikön rakenteen kehitykselle ja toimenpiteille tilanteissa, joista on vain niukasti aineistoa.

Asiaa perustellaan tarkemmin osin samojen tekijöiden aikaisemmassa julkaisussa seuraavasti (Hyytiäinen ym. 2004) :

Prosessimallit perustuvat perusteltuihin metsäekologisiin teorioihin ja kuvaavat olennaista ekofysiologista prosessia, joka ohjaa biomassan akkumuloitumista puun eri osiin: runko, oksat, juuret ja lehdet.

Tyypillisesti prosessimalli koostuu joukosta osamalleja, jotka yhdessä muodostavat monimutkaisen monitasoisen systeemin, joka on analoginen todellisen systeemin kanssa. Tästä seuraa, että prosessimallit sisältävät täsmällisesti ne kausaaliset riippuvuudet, jotka ohjaavat puiden kasvua ja kehitystä metsikössä. (korostus kirjoittajan)

Tällä seuraamuksella on myös kääntöpuolensa. Jos malli toimii jossain kohdassa vastoin mitattua tietoa, mallin pohjalla olevat teoriat ovat väärä tai riittämättömiä selittämään metsikön kehitystä, tai teorioita on sovellettu väärin.

Saman tutkimuksen tulosten tarkastelussa todetaan, että *puun kuoleamisen ja avoimella kasvavan puun prosessipohjainen kuvaaminen on vaikea tehtävä ja haasteeksi ekologiselle tutkimukselle.* (Hyytiäinen ym. 2004). Jos malli ei toimi näissä tilanteissa, ei se käsitteäkseen voi sisältää täsmällisesti niitä kausaalisia yhteyksiä, jotka ohjaavat puiden kasvua ja kehitystä käsitteilyltään erilaisissa metsiköissä.

Mallin kuvauksen yhteydessä Hyytiäinen ym. (2004) toteavat, että mallia on **testattu laajasti** empiirisellä datalla. Tästä annetaan kolme viitettä (A–C):

A) Mäkelä ym. 2000. Application of volume growth and survival graphs in the evaluation of four process-based forest growth models.

Työssä testattiin edellä mainituissa taloudellisissa tutkimuksissa käytettyä mallia (PipeQual) kolmen muun elintoimintoihin perustuvan mallin kanssa yhdellä harventamattomalla koealalla, jonka kehitys tunnettiin 56 vuoden ajalta. Testauksessa joitakin mallin parametrien arvoja muutettiin (pääosin metsikön tuotoskykyyn liittyviä), jotta malli tuottaisi oikean kasvun tason koealalla.

Tutkimuksessa esitettiin mm. seuraavat kaksi johtopäätöstä:

- 1) Metsikkötason testi ei ole riittävä arvioimaan puutasolla toimivaa kasvumallia. Se näkyi selvimmin

MORG ja PipeQual mallien tuloksissa. Ne tuottivat varsin tarkkoja metsikkötason ennusteita, mutta eivät pystyneet kuvaamaan läpimittajakauman muotoa 56-vuoden simuloinnin jälkeen.

- 2) Analyysin perusteella on ilmeistä, että kaikkia neljää mallia voidaan parantaa. Tärkeitä asioita parannettaessa tilavuuskasvun jakaantumista runkolukusarjassa (VGS kuvat) ovat PipeQual ja MORG malleissa lehtimassan alkutilan tuottaminen puulle ja yhteyttämisen osamallien analyysi. Kuolemisfunktioita on selvästi parannettava pienten puiden kuoleamisen suhteen.

B) Mäkelä 2002. Derivation of stem taper from pipe theory in a carbon balance framework.

Mallin tuottamaa puun runkokäyrää ja oksien poikkileikkauspinta-alan vertikaalista jakaumaa testattiin kahdella harvennuskokeella (keski-ikäinen ja vanha), joissa molemmissa käytettiin yhtä käsittelemätöntä ja yhtä harvennettua koealaa. Koepuita oli yhteensä kahdeksan, joista yksi kummallakin harvennetulla koealalla ja kolme kummallakin harventamattomalla koealalla. Malli otti kasvupaikan hyvyyden huomioon hienojuurten ja neulasmassan suhteen avulla.

Tekijän mukaan tuloksista ilmeni mm:

- 1) Runkomuoto noudatti suhteellisen hyvin havaittua, kun tulos kalibroitiin kullekin puulle siten, että puun pituus ja läpimitta 20 %:n korkeudelta olivat havaitun mukaisia.
- 2) Ennustettu oksien poikkileikkauksen pystysuora kumulatiivinen jakauma seurasi kiinteästi mitattuja jakaumia vanhassa metsikössä laadullisesti ja määrällisesti. Sen sijaan keski-ikäisen metsikön valtuissa oli huomattavasti paksummat oksat kuin mitä malli ennusti.

C) Mäkelä ja Mäkinen 2003. Generating 3D saw logs within a process-based model.

Tutkimuksessa testattiin mallin tuottamaa oksajakaumaa samassa kahdeksan puun aineistossa ja samalla mallilla kuin julkaisussa B.

Tarkastelun lopussa todetaan, että tulokset vaikuttavat rohkaiseviltä, mutta joukkoa kysymyksiä on tarve tarkastella ennen kuin varsinaisia suunnittelu- ja sovelluksia voidaan tehdä.

- 1) Vaikka oksat ovat suurin puutavaran laatuun vaikuttava yksittäinen tekijä, malli todennäköisesti yliarvioi tukkien laatua muiden mallista puutuvien tekijöiden vuoksi, kuten kierous, lenkous ja haarat.
- 2) Metsikön kehityksen alkutilan ennustamista on kehitettävä.
- 3) Esitetyn puutason testauksen lisäksi tarvitaan metsikön kokonaistuotoksen laatujaakaman testaus.

Esitettyään edellä tarkastellut viittaukset, Hyytiäinen ym. (2004) totesivat, että malli on suoraan sopiva hakkuiden ja metsänhoitotoimenpiteiden ekonomiseen analyysiin.

Edellä olen tarkastellut taloudellisten tutkimusten yhteydessä esitettyjä argumentteja elintoimintoihin perustuvan kasvumallin (PipeQual) soveltuvuudesta puuston käsittelyvaihtoehtojen taloudelliseen optimointiin. Ne eivät osoita, että malli kuvaa erilaisten metsikön kasvatusvaihtoehtojen kokonaistuotokset ja puutavaran laatujaakamat oikeassa suhteessa toisiinsa. Sen sijaan ne osoittavat mallissa olevan merkittäviä puutteita. Asialla lienee merkitystä, kun optimointituloksia sovelletaan metsätalouden päätöksentekoon, koska ”optimaaliset ratkaisut ovat erittäin herkkiä puiden kuolemislle ja eri puustopääomatasojen suhteelliselle kasvulle” (Hyytiäinen ym. 2004).

Kirjallisuus

- Hyytiäinen, K., Hari, P., Kokkila, T., Mäkelä, A., Tahvonen, O. & Taipale, J. 2004. Connecting a process-based forest growth model to stand-level economic. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 2060–2073.
- , Ilomäki, S., Mäkelä, A. & Kinnunen, K. 2006. Economic analysis of stand establishment for Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 1179–1189.
- Mäkelä, A. 2002. Derivation of stem taper from pipe theory in a carbon balance framework. *Tree Physiology* 22: 891–905.
- & Mäkinen, H. 2003. Generating 3D sawlogs with a process-based growth model. *Forest Ecology and Management* 184: 337–354.
- , Sievänen, R., Lindner, M. & Lasch, P. 2000. Application of volume growth and survival graphs in the evaluation of four process-based forest growth models. *Tree Physiology* 20: 347–355.
- Tahvonen, O. 2006. Puuntuotannon päämäärät ja keinot. Johdanto. Teoksessa: Uusi metsäkirja. Jalonen, R. ym. (toim.). Gaudeamus Kirja. Oy Yliopistokustannus. s. 123–126.

■ MMT Risto Ojansuu, Metlan Vantaan toimintayksikkö.
Sähköposti risto.ojansuu@metla.fi