

Olli Tahvonen, Seppo Salo ja Jari Kuuluvainen

Metsäekonomisten mallien tavoitefunktioista: vastauksia Juha Lapille

Johdanto

Metsätieteellisessä aikakauskirjassa julkaistussa kirjoituksessa ”Kiertoajasta ja metsätalouden suunnittelusta” Lappi (1999) esittää joukon tutkimustamme koskevia kysymyksiä, joihin yritämme seuraavassa pohtia vastauksia.

Lapin kommentit liittyvät dynaamisissa metsäekonomisissa malleissa käytettävään tavoitefunktioon, joilla kuvataan metsänomistajan erilaisista kulutuksen aikaurista tai eri aikapisteissä realisoituvista kulutusmääristä saama hyöty. Lappi kummastelee miten voimme soveltaa (Tahvonen, Salo ja Kuuluvainen 1998, Tahvonen ja Salo 1999, Tahvonen 1998) tiettyä ”hyötymallia” vain huomauttamalla, että se on taloustieteessä vakiintunut. Kirjoittaja pitää tavoitefunktion sisältämää jatkuvaa kulutusvirtaa ongelmana, koska rahaa käytetään kulutukseen todellisuudessa epäjatkovasti. Lisäksi hän esittää hyötyfunktion konkaavisuuden johtavan kulutuksen epärealistiseen tasoittamiseen koska ”kahvit ja tupakat haetaan eri kauppareissulla”. Ongelmana on myös, ettei hyötyfunktio voi kuvata autojen ja asuntojen ostopäätöksiä. Edelleen Lappi toteaa, että soveltamamme optimointikriteerin seurauksena päätöksentekijä ei voi itse ohjata kulutusprofiiliaan.

Voidaanko taloudellinen tutkimus kuluttajien preferenssien kuvaamisesta sivuuttaa?

Tutkittaessa kuluttajan intertemporaalisia valintoja (kulutus/säästämisspäätöksiä) ollaan tekemisissä kansantaloustieteen keskeisen tutkimuskohteen, ei metsäntutkimuksen alaan kuuluvan kysymyksen kanssa. Soveltamamme optimointikriteeri on taloustieteen tutkijoille oppikirjatasolta tuttu. Tällaisten perusasioiden käsittely tieteellisissä artikkeleissa ei ole tapana, koska se tekisi raporteista mahdotonta luettavaa. Viittaamme tutkimuksessamme kuitenkin Yaarin (1964) klassiseen artikkeliin, josta puolestaan löytyy joukko viittauksia rationaalisen valinnan teoriaa koskevaan perustutkimukseen. Tutustumalla mihin tahansa kansantaloustieteen oppikirjaan voi havaita (esim. Blanchard ja Fisher 1989), että soveltamamme tavoitefunktio on käytössä esimerkiksi kotitalouksien kulutus- ja säästämisspäätöksiä koskevassa tutkimuksessa, työntarjontatutkimuksessa, makrotaloudellisissa malleissa, kaikilla luonnonvarataloustieteen aloilla, talouden kasvumalleissa, dynaamisissa kokonaistasapainomalleissa, rahoituksen teoriassa jne. Luonnollisesti preferenssejä ja kuluttajan valintaa kuvaavat mallit kehittyvät jatkuvasti. Käyttämämme tavoitefunktio on kuitenkin taloustieteen dynaamisissa malleissa yleisin ja se on tuottanut lukuisilla taloustieteen aloilla teorioita, joista voidaan johtaa mielekkäitä empiirisesti testattavia hypoteeseja.

Lappi (1999) kehottaa unohtamaan (taloustieteen)

vakiintuneet formuloinnit. Joudutaan kysymään koskeeko sama myös esimerkiksi matematiikkaa ja tilastotiedettä ja onko suomalaisessa metsätutkimuksessa järkevää keksiä ”pyörää uudelleen” ja sivuuttaa muilla tieteenaloilla saavutettu ymmärrys ja tutkimustulokset? Tämä strategia on tuskin mielekäs, erityisesti jos kysymyksessä on ongelma, joka ei varsinaisesti liity metsätutkimukseen ja jota on tutkittu vuosisata tieteenaloilla, joiden resurssit ovat moninkertaiset metsätutkimukseen verrattuna. Kotoperäisten ratkaisujen käyttö ei nykyään yksinkertaisesti ole mahdollista sellaisissa tutkimusryhmissä, joissa on monien eri tieteenalojen edustajia ja jotka altistavat tutkimustuloksensa kansainvälisen tieteellisen kritiikin arvioitavaksi.

Onko jatkuvan tai diskreetin ajan soveltaminen mahdollista?

Lappi kokee ongelmaksi sen, että jatkuva-aikaisessa mallissa kulutus on jatkuva virtasuure, vaikka todellisuudessa rahaa käytetään vain epäsäännöllisin väliajoin. Kuitenkaan diskreettikään mallit eivät tässä mielessä vastaa todellisuutta, koska niissä kaikki tapahtuu aikapisteissä. Tästä huolimatta sekä diskreettejä että jatkuva-aikaisia malleja käytetään jopa puun kasvun kuvaamiseen ja molempia ilman vuorokaudenaikojen (tai vuodenaikojen?) vaihtelua. Pitäisikö differentiaali- ja differenssiyhtälöiden soveltaminen ja dynaamisten ilmiöiden tutkimus tämäntyyppisten ongelmien vuoksi lopettaa? Varmaankaan ei, koska teoriat ja mallit kaikilla tieteenaloilla tyyllittelevät todellisuutta sellaisten yksityiskohtien suhteen, joilla ei ole tutkittavan kysymyksen kannalta oleellista merkitystä.

Kiertoaikamalliimme ei ole sisällytetty eksplisiittisesti autojen, asunnon jne. ostopäätöksiä. Tämän tapainen lisäys voidaan toki tehdä, mutta on huomattava, että tutkimus ei yksinkertaisesti etene näin. Koska metsäalan ja taloustieteen kirjallisuudessa ei ole esitetty juuri mitään teoreettisia tuloksia epätäydellisten pääomamarkkinoiden vaikutuksesta optimikiertoaikaan, on aiheen monimutkaisuuden takia perusteltua pyrkiä ymmärtämään ongelman rakenne ilman toisarvoisia mutta analyysiä vaikeutavia kysymyksiä.

Erityisen epäonnistuneena oletuksena Lappi pi-

tää konkaavia tavoitefunktioita. Taloudellisessa tutkimuksessa näin tehdään miltei poikkeuksetta. Syyinä on se, että muut oletukset johtavat empiirisesti epäuskottavaan tai analyttisesti triviaaliin tai heti todennettavaan lopputulokseen. Esimerkiksi kehittämässämme metsämallissa lineaarinen tai konvekssi hyötyfunktio johtaa aina koko metsätulon välittömään kulutukseen heti hakkuuhetkellä.

Käsitys, että tietyn taloustieteessä sovelletun tavoitefunktion seurauksena päätöksentekijä ei voi vapaasti ohjata kulutustaan on väärinkäsitys. Ainoa kulutukselle asetettu ehto on ei-negatiivisuus ja varallisuuden riittävyys. Kaikki muu kulutusprofiilin ohjailu on mallin päätöksentekijälle mahdollista. Taloustieteessä käytettävä valinnan rationaalisuus toteutuu tavoitefunktion maksimoivalla kulutusprofiilin valinnalla. Mallin optimiratkaisuissa kulutus voi olla ajassa vakio, laskea tai nousta ja se voi hypätä epäjatkuvasti, riippuen päätöksentekijän preferensseistä, korosta yms. Mallissa on myös helppo analysoida vakioiseksi pakotettua kulutusta tai jotain ajassa vaihtuvaa profiilia, mutta näin hävitetään osa ongelman kiintoisasta taloudellisesta rakenteesta.

Taloustieteen tutkimusnäkökulma ja metsäneuvonta

Lapin (1999) kirjoituksessa sekoittuu kansantaloustieteen päätöksenteon selittämiseen ja ennustamiseen pyrkivä tutkimusote ja välittömään metsäneuvontaan tähtäävä mallien kehittäminen. Kansantaloustieteessä pyritään malleihin, joiden avulla voidaan ymmärtää ongelmien taloudellinen rakenne ja joista voidaan johtaa empiirisesti testattavia hypoteeseja. Mallien tarkoituksena ei missään tapauksessa ole, että käytettyjen funktioiden parametrien arvot kysyttäisiin metsänomistajilta. Parametrit saadaan taloudellista toimintaa kuvaavista tilastoista tai esimerkiksi estimoimalla ne suurta metsänomistajajoukkoa koskevasta empiirisestä aineistosta (esim. Kuuluvainen ja Tahvonen 1999). Kun tietyn luonnonvaran käyttöön liittyvän päätöksenteko-ongelman taloustieteellinen rakenne ymmärretään, voidaan edetä kohti ennusteita ja käytännön päätöksentekoa sekä analysoida sovellettua metsäpolitiikkaa eri eturyhmien ja yhteiskunnan kokonaisedun näkökulmista.

Lapin ja Siitosen (1985) sinänsä huomionarvoisen metsäneuvontaorientoitunut numeerisesti ratkaistava malli soveltaa harvoin nähtyä kuvausta kuluttajan preferensseistä, jota ei perustella viittauksilla dynaamisia taloudellisia malleja koskevaan tutkimukseen. Heidän ajatuksenaan on, että metsänomistaja antaa neuvojalle tavoitekulutuksensa aikauran ja neuvoja ”budjetoi” puunkorjuupäätökset siten, että mahdollisimman korkea tavoitekulutuksen kaltainen aikaura voisi toteutua. Taloustieteellisen käyttäytymistä selittävän mallin lähtökohdaksi tämä ratkaisu on ongelmallinen, koska siinä osa tutkittavaa ilmiötä otetaan mallin ulkopuolelta. Taloustieteessä on tärkeää pystyä selittämään malliin sisällytettyjen piirteiden avulla kuinka metsänomistajan kulutus- ja säästämisspäätökset ovat sidoksissa metsäomaisuuden käyttöön ja esimerkiksi epätäydellisiin pääomamarkkinoihin. Jos Lapin ja Siitosen mallia sovelletaan metsäneuvonnassa voi vain toivoa, että mallin ulkopuolelta otettu metsänomistajan vuosittainen kulutustavoite muotoillaan siten, että otetaan huomioon olemassaolevien metsävarojen ikäluokkarakenne. Se miten tämä yhteensovitus syntyy ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat (ja kenties miten asia olisi huomioitava neuvonnassa), voidaan selittää ainoastaan mallilla, jossa on yleisempi kuvaus kuluttaja-metsänomistajan preferensseistä ja jossa kulutusura määräytyy endogeenisesti. Nämä yleisemmät mallit selittävät mihin Lapin ja Siitosen mallinsa yhteydessä toteutettavaksi ehdottama korkokanta- tai rajasubstituutiotarkastelu johtaa.

Metsiköstä metsälöön

Lappi (1999) ihmettelee edelleen mitä voidaan oppia tutkimuksesta, ”jossa analysoidaan yhden metsikön kiertoaikaa kun lainaa ei saa”. Ihmettelyn taustalla on ajatus, että epätäydellisten pääomamarkkinoiden seurauksena eri metsiköiden hakkuupäätökset ovat keskinäisessä riippuvuussuhteessa, jota yhden metsikön malli ei voi kuvata. Olemme yleistäneet yhden metsikön mallin sisältämään rajoittamattoman määrän metsiköitä (Tahvonon ja Salo 2000), joten voimme pysähtyä pohtimaan mitä opimme kehittämällä ensin yksinkertaisemman mallin.

Lainarajoite muuttaa kiertoaikamallia merkittä-

västi verrattuna täydellisten pääomamarkkinoiden olosuhteisiin. Metsiköiden välille syntyvä riippuvuus on vain yksi näistä muutoksista. Lainarajoitteen muut implikaatiot osoittautuivat varsin samoiksi riippumatta metsiköiden lukumäärästä. Esimerkkejä samoina pysyvistä vaikutuksista ovat kiertoajan riippuvuus metsänomistajan preferensseistä, varallisuudesta ja tuloista, metsämaan arvon laskennan muuttuminen tyystin toisenlaiseksi kuin täydellisillä pääomamarkkinoilla ja optimikiertoajan kehittyminen ajassa metsänomistajan varallisuustilanteen muuttuessa. Useiden metsiköiden tarkastelu antaa kuitenkin mahdollisuuden analysoida metsävarojen ikäluokkarakenteen kehittymistä pitkällä aikavälillä. Osoitimme analyttisesti, että metsänomistajan tulotasosta riippuen metsän optimaalinen ikäluokkarakenne kehittyy homogeenisen metsämaan tapauksessa kohti normaalimetsää tai lähelle normaalimetsää. Lisäksi osoittautui, että eri metsiköiden hakkuupäätökset eivät suinkaan aina ole toisiinsa sidoksissa, jolloin näissä tapauksissa yhden metsikön malli riittää optimiratkaisun kuvaamiseen. Erityisesti yhden metsikön analysointiin kehitetyt matemaattiset ratkaisut osoittautuivat yleistettäviksi myös usean metsikön mallissa käytettäväksi.

Taloudellinen metsien käyttöä koskeva tutkimus etenee yleensä soveltaen aluksi analyttisesti ratkaistavia malleja, ja numeerinen laskenta otetaan avuksi vasta mallin ollessa analyttisesti ratkaistavaksi liian monimutkainen. Tämä lähestymistapa antaa hyvän taustan ymmärtää numeerisesti ratkaistavien mallien teoreettiset ominaisuudet ja myös tulkita niiden tulokset. Näin edetessä ei ole tutkimusstrategisesti järkevää sisällyttää malleihin yhtäaikaista liian monia uusia piirteitä. Esimerkiksi stokastisista kiertoaikamalleista on kirjallisuudessa julkaistu noin kymmenkunta tutkimusta, jotka kaikki analysoivat yhtä metsikköä, vaikka on kokolailla selvää, että myös tässä tapauksessa eri metsiköiden hakkuupäätökset ovat keskinäisessä riippuvuussuhteessa.

Epätäydellisten pääomamarkkinoiden kuvaaminen lainarajoitteen avulla on perusteltua, koska Suomessa oli 80-luvun puoliväliin voimassa luotonsäännöstely ja reaalikorot olivat nollan tietämissä tai negatiivisia (Hyytiäinen ja Tahvonon 2000). On varsin ilmeistä, että luotonsäännöstelyn ja negatiivisen reaalikoron olosuhteissa huomattava osa ta-

loudenpitäjistä tekee kulutus ja säästämissäpäätöksiään lainarajoitteen alaisena. Tässä tilanteessa juuri mitkään klassisen kiertoaikamallin tulokset eivät päde. Silti suomalaisessa kiertoaika koskevassa kirjallisuudessa ei ole tästä mitään mainintoja ja kiertoaikamallia on Suomessa sovellettu pitkään, vaikka sen soveltamisen perusedellytykset eivät ole olleet voimassa.

Ihmisen hyvinvointi, puun kysyntä, tarjonta ja hinta

Toinen syy soveltaa lainarajoitetta on se, että näin syntyvä malli on matemaattisesti identtinen puun kysyntää ja tarjontaa markkinatasolla ja endogeenisellä hinnalla kuvaavan mallin kanssa. Mallilla voidaan näin analysoida toistaiseksi metsäekonomiassa ja -suunnittelussa avointa kysymystä metsien ikäluokkarakenteen pitkän aikavälin optimaalisesta kehitymisestä.

Suomalaisessa metsäsuunnittelussa puun kysynnän ja tarjonnan ja puun hinnan endogeenisen määrittämisen kysymykset on sivuutettu laskelmin, joissa puun hinta tulee mallin ulkopuolelta ja puun korjuun suuret vaihtelut pidetään kurissa tasaisuusrajoitteilla. Samoin taloustieteilijälle tuntuu täysin vieraalta Lapin ja Siitosen (1985) ehdotus, että koko kansantalouden korkoja säädeltäisiin jonkin metsäohjelman toteutustavoitteiden mukaisesti. Nämä kysymykset liittyvät edellä käytyyn keskusteluun metsäekonomisten mallien tavoitefunktioista. Metsäekonomian ja -suunnittelun kysymyksiä käsittelevissä kirjoituksissaan Kilkki (1985, 1989) asettaa metsävarojen tuottaman hyvinvoinnin metsien käytön primääriksi tavoitteeksi. Tämän hän kirjoittaa ”merkitsevän vain taloustieteen yleisperiaatteen hyväksymistä”. Ongelmaksi Kilkki sanoo jäävän hyvinvoinnin taloudellisen mittaamisongelman. Tämän ratkaisemiseksi hän viittaa ainoastaan ”metsätaloudessa kehitettyihin hyvinvointimalleihin” sekä taloustieteessä suhteellisen tuntemattomiin teoksiin Johnsen (1968) ja Gould ja Kolb (1964). Hän ei näytä tietäneen, että kysymys kuuluu kansantaloustieteen perustutkimukseen ja että ongelmaan on esitetty lukuisia eri talouden aloilla toimivia ratkaisuja. Kilkin sinänsä kiinnostava ja sisältöään lopulta tyystin taloudellinen analyysi jää

pohtimaan metsätalouden voiton eli nettotulojen nykyarvon maksimoinnin tuottamia epätasaisuusongelmia ja niiden ratkomista tuloille asetetuilla taloudellisesti keinotekoisilla tasaisuusrajoitteilla. Hänen muuten hienossa analyysissään jää havaitsematta, että hyvinvointinäkökulmasta voidaan johtaa tavoitefunktioita, joiden seurauksena metsävarojen käyttö kuvautuu puun hinnan sekä kysynnän ja tarjonnan tasapainoratkaisuna. Metsävarojen käytön tasaisuus riippuu tasauksen aiheuttamista kustannuksista ja toteutuu mallien optimiratkaisussa (Lyon ja Sedjo 1990, Mitra ja Wan 1985, Salo ja Tahvonen 2000, Tahvonen ja Salo 2000) siinä määrin kun se on taloudellisesti kannattavaa.

Kirjallisuus

- Blanchard, O.J. & Fisher, S. 1989. Lectures on macroeconomics. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Gould, J. & Kolb, W.L. 1964. A dictionary of the social sciences. Travistock Publications, London.
- Hyytiäinen, K. & Tahvonen, O. 2000. Legal limits and recommendations in timber production: on the political economy of the forest rotation period. Helsingin yliopisto, Metsäekonomian laitos, Tutkimusraportteja 13.
- Johnsen, E. 1968. Studies in multiobjective decision making. Studentlitteratur, Lund.
- Kilkki, P. 1985. Timber management planning. University of Joensuu, Faculty of Forestry, Silva Carelica 5.
- 1989. Kestävä metsätalous. *Silva Fennica* 23(4): 325–331.
- Kuuluvainen, J. & Tahvonen, O. 1999. Testing the forest rotation model: evidence from panel data. *Forest Science* 45(4): 539–551.
- Lappi, J. 1999. Kiertoajasta ja metsätalouden suunnittelusta. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/1999: 748–752.
- & Siitonen, M. 1985. A utility model for timber production based on different interest rates for loans and savings. *Silva Fennica* 19(3): 271–280.
- Lyon, K. & Sedjo, R. 1990. The long-term adequacy of world timber supply. Resources for the Future, Washington, D.C.
- Mitra, T. & Wan, H. 1985. Some theory results on the economics of forestry. *Review of Economic Studies* 52: 229–249.
- Salo, S. & Tahvonen, O. 2000. On optimal cycles in multiple vintage forest models. *Käsikirjoitus, Metsäntutkimuslaitos, Helsinki.*

- Tahvonen, O. 1998. Bequests, credit rationing and in situ values in the Faustmann-Pressler-Ohlin forestry model. *Scandinavian Journal of Economics* 100(4): 781–800.
- & Salo, S. 1999. Optimal forest rotation with in situ preferences. *Journal of Environmental Economics and Management* 37: 106–128.
- & Salo, S. 2000. On Faustmann rotation and normal forest convergence. Käsikirjoitus, Metsäntutkimuslaitos, Helsinki.
- , Salo, S. & Kuuluvainen, J. 1998. Forest rotation period and land values under borrowing constraint. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 706. (*Journal of Economic Dynamics and Control*, in print.)
- Yaari, M. 1964. On consumer lifetime allocation process. *International Economic Review* 5: 304–317.

■ Olli Tahvonen (olli.tahvonen@metla.fi) on Metlan ympäristötaloustieteen professori,
Seppo Salo (seppo.salo@hkkk.fi) on Helsingin kauppakorkeakoulun talousmatematiikan professori ja
Jari Kuuluvainen (jari.kuuluvainen@helsinki.fi) Helsingin yliopiston metsäekonomian professori.