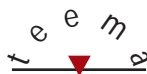


Anne Toppinen

Ekonometriset aikasarjamallit ja niiden käyttö metsäekonomiassa



Yleistä taloudellisesta mallituksesta

Ekonometria on tieteenala, joka yhdistää kansantaloustieteen ja tilastotieteen menetelmiä taloudellisen käyttäytymisen analyysiin. Talousteoria määrittää mallin muodon, ts. mallin muuttujat ja niiden väliset vaikutussuhteet. Mallin parametrien estimointi ja oletusten testaus tehdään puolestaan tilastotieteen menetelmin. Mallien avulla pyritään siis kuvaamaan taloudellista käyttäytymistä ja testataan talousteorian mukaisia hypoteeseja empiirissä aineistossa.

Taloudelliset mallit on tyypillisesti jaoteltu käyttötarkoituksensa mukaan markkinoiden käyttäytymistä selittäviin ja markkinoiden kehitystä ennustaviin malleihin. Taloudellisen käyttäytymisen mallitus ja ennustaminen poikkeaa monista muiden ilmiöiden selittämisestä siinä suhteessa että ennusteilla voidaan joissakin tapauksissa myös vaikuttaa markkinoiden toimintaan. Puhutaankin usein ns. itseään toteuttavista tai itseään tuhoavista ennusteista.

Tässä katsauksessa tarkastelen aikasarja-aineistoihin sovellettuja ekonometrian menetelmiä, jotka käsittelevät ilmiöiden yli ajan tapahtuvaa vaihtelua. Tärkeän osan taloudellisen toiminnan analyysia muodostavat toki myös poikkileikkaus- ja paneeliaineistot, joilla on mahdollista tutkia aikasarjatutkimuksia yksityiskohtaisemmin markkinoiden yksittäisten toimijoiden käyttäytymistä. Aikasarja-aineistoja mallitettaessa sen sijaan pyritään usein pelkistämään usean markkinoiden toimijan käyttäyty-

minen yhden edustavan päätöksentekijän käyttäytymiseksi.

Aikasarjamallit ovat aina todellisuutta voimakkaasti yksinkertaistavia, koska saatavissa oleva tutkimusaineisto ei kata läheskään kaikkia syy-yhteyksiin vaikuttavia tekijöitä. Myös estimoinnissa kovin laajat mallit voivat olla ongelmallisia. Tämän vuoksi pyritään yleensä mallittamaan vain tutkimusongelman kannalta keskeisiä käyttäytymisrelaatioita ja oletta- maan muut tekijät vakioisiksi. Aikasarjaekonometriassa selitetään ja ennustetaan historiallisen kehityksen avulla talouden tulevaa tilaa ja markkinoiden kehitystä, tapahtumia joita emme ole vielä havainneet. Ennustaminen ekonometrisilla malleilla perustuu siten oletukseen markkinoiden toiminnan pysyvyydestä samankaltaisena mallitusjaksolla ja sen jälkeisenä aikana, jolle ennuste tehdään. Kaksi kriittistä onnistumistekijää ekonometrisen mallituksen kannalta ovat siis onnistunut ongelmanrajaus ja olosuhteiden samanlaisena pysyminen yli ajan.

Aikasarjaekonometrian kehityspiirteitä

Vaikka ekonometrian alkujuuret ulottuvat 1900-luvun alkuun, alettiin sitä soveltaa talouden ennustamiseen vasta 1930-luvun suuren lamakauden seurauksena. Tällöin hollantilainen Jan Tinbergen ryhtyi rakentamaan ensimmäistä kansantaloutta kuvaavaa ekonometrista ennustemallia. Vasta 1970-luvun alussa ekonometriasiin malleihin perustuvasta ennus-

tamisesta tuli keskeinen osa talouspolitiikan valmistelua teollisuusmaissa (Tarkka 1992). Suomessa kansantalouden eri lohkot kattavia, usean sadan yhtälön ekonometrisia malleja ovat mm. Suomen Pankin BOF-malli ja Valtiovarainministeriön KES-SU-malli (ks. BOF4... 1990, Hetemäki ja Kaski 1992), joissa metsäsektori on mukana yhtenä talouden osana.

Suurten ekonometristen makromallien toimintakykyä on kuitenkin alettu kyseenalaistaa markkinoiden säätelyn vähentyessä ja tiedon kulun nopeutessa. Vaikka talouden rakenteisiin perustuvat mallitarkastelut ovat välttämättömiä esimerkiksi käytettäessä malleja politiikan apuvälineinä, niin näiden rakenneyhtälömallien rinnalle ovat lisäksi viime vuosikymmeninä nousseet puhtaasti tilastolliset aikasarjamallit. Ne ovatkin usein osoittaneet ekonometrisia moniyhtälömalleja tarkemmiksi ennustamaan talouden lyhyen aikavälin vaihteluita. Yleisestikin ottaen mallien valinnassa ovat korostuneet entistä selvemmin niiden tilastollista hyvyttä mittaavat kriteerit, ja mallin ominaisuuksien testaaminen on monipuolistunut. Vuoropuhelu empiirisen aineiston ja teorian välillä on voimistunut etenkin 90-luvulla englantilaisen David Hendryn soveltaman mallitusfilosofian yleistyttyä soveltavassa tutkimuksessa (Doornik ja Hendry 1994, Hendry 1995). Sen kantava ajatus on se että myös tutkimusaineisto eikä pelkkä talousteoria voi olla mukana mallin rakenteiden määrittämisessä. Mallien tilastollisten ominaisuuksien testaus auttaa siten myös valitsemaan oikean mallin vaihtoehtoisten määrittelyjen kesken.

Myös taloudellisiin moniyhtälömalleihin perustuva aikasarjaekonometria on kehittynyt voimakkaasti 1990-luvulla ja muuttujien aikasarjaominaisuuksien testaus on lisääntynyt. Muuttujien välisiä pitkän ja lyhyen aikavälin relaatioita, siis taloudellista tasapainoa ja markkinoiden sopeutumista siihen, on alettu mallittaa erikseen ns. yhteisintegroituvausanalyysin puitteissa (ks. tarkemmin esimerkiksi Engle ja Granger 1987, Johansen 1995).

Ekonometrisen mallituksen painopisteitä metsäekonomisessa tutkimuksessa

Metsäekonomistit alkoivat käyttää ekonometrisia malleja jo 1960-luvulla. Niitä on eniten sovellettu

kuvaamaan metsäteollisuustuotteiden ja puumarkkinoiden kysynnän ja tarjonnan kehitystä täydellisen kilpailun markkinoilla. Gregory estimoï vuonna 1960 lehtipuuparkettien kysyntäyhtälön ja McKillop vuonna 1967 ensimmäisenä metsäteollisuustuotteiden kysyntä-tarjontayhtälön USA:lle. Suomessa Holopainen (1960) ja Riihinen (1962) sovelsivat myös jo 1960-luvun alussa yhden yhtälön malleja Suomen sahatavaran ja sanomalehtipaperin viennin tarkasteluun. Suomalaiset metsäntutkijat olivat siis kansainvälisestikin hyvin varhain liikkeellä ekonometristen menetelmien soveltamisessa.

Suomalaisessa metsäekonomisessa tutkimuksessa puumarkkinoiden toimintaa eli kysynnän ja tarjonnan määräytymistä markkinoiden kokonaistasolla analysoitiin melko ahkerasti 1980-luvulta alkaen. Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian osasto oli yksikkö, jossa tämän alan tutkimusta pääasiassa tehtiin. Suurin osa tutkimuksista perustui oletukseen täydellisestä kilpailevista puumarkkinoista (esim. Kuuluvainen 1986, Tervo 1986, Kuuluvainen ym. 1988, Hetemäki ja Kuuluvainen 1992), mutta tämän vuosikymmenen aikana on estimoitu myös erilaisia epätäydellisen kilpailun malleja (esim. Koskela ja Ollikainen 1998). Toistaiseksi ei ole selvää, mikä eri kilpailumuodoista pystyy empiirisesti parhaiten kuvaamaan Suomen puumarkkinoiden toimintaa, ja aihepiiriin liittyvä tutkimus jatkuu edelleen.

Verrattuna raakapuumarkkinoihin metsäteollisuustuotteiden markkinoiden toimintaa koskevia malleja on 1980- ja 1990-luvuilla muodostettu määrällisesti huomattavasti vähemmän (ks. katsaus Ronnila 1997). Tärkeimpien tuotteiden eli sahatavaran ja eri painopaperien markkinoita Britanniassa ja Saksassa on kuitenkin mallitettu ekonometrisin menetelmin. Pääasiassa analyysikehikkona on käytetty Armingtonin tuontikysyntämallia, joka olettaa eri tuojamaiden välillä vallitsevan epätäydellisen kilpailun (esim. Volk 1983, Hänninen 1986, Tervo ym. 1988, Laaksonen ym. 1997).

1990-luvulla alettiin metsäekonomiassakin yhä enemmän kiinnittämään huomiota aikasarjojen tilastollisten ominaisuuksien analysoimiseen. Jos ns. stokastisen trendin (yksikköjuuren) sisältäviä muuttujia mallitetaan perinteisin regressioanalyysin menetelmin, ongelmana on tilastollisen päättelyn vaikeus. Tämän vuoksi jo aiemmin mainittu yksikköjuuriekonometria ja muuttujien yhteisintegroitu-

vuusanalyysi ovat menetelminä tulleet suosituiksi myös Suomen metsäteollisuustuotteiden vientiä ja puumarkkinoita koskevassa tutkimuksessa (esim. Hänninen 1998, Toppinen 1998, Laaksonen-Craig 1999). Katsauksia yksikköjuuriekonometrian menetelmien metsällisiin sovelluksiin kansainvälisesti on julkaistu aivan äskettäin (Solberg ja Moiseyev 1998, Abildtrup ym. 1999), ja kiinnostus näiden menetelmien käyttöön vaikuttaa olevan edelleen kasvussa.

Varsinaisia ennustamiseen soveltuvia malleja on metsäekonomisessa tutkimuksessa tehty selitysmalleja vähemmän (ks. kuitenkin esim. Buongiorno ym. 1984 tai katsaus Buongiorno 1996). Suomessa markkinavaihtelujen ennustamiseen tähtäviä malleja ei ole vielä julkaistu juuri lainkaan. Tarve mallipohjaiseen ennustamiseen on kuitenkin lisääntynyt samaan aikaan kun markkinaolosuhteiden nopeat muutokset tuntuvat tekevän koko ennustamisesta yhä vaikeamman tehtävän. Nopeasti vaihtelevissa suhdannetilanteissa myös erilaisten markkinaodotusten mallittamisen kiinnostus lisääntyy. Odotuksia mittaavia luottamusindikaattoreita on Suomessakin nähty tarpeelliseksi ottaa mukaan selittäjiksi myös metsäsektorin suhdanne-ennustemalleihin (ks. Hetemäki ym. 1998). Esimerkkinä meillä on olevasta tutkimushankkeesta, jossa aikasarjaekonometristen menetelmien soveltaminen on olennaisesti mukana on Metsäalan tutkimusohjelman konsortio ”Metsäteollisuustuotteiden viennin ja puumarkkinoiden kehityksen ennustaminen” (kuva 1), jonka koordinaattorina toimii professori Jari Kuuluvainen Helsingin yliopiston metsäekonomian laitokselta. Tavoitteena on ensimmäistä kertaa Suomessa yhdistää samanaikaisesti koko ketjun analysointi ja mallittaa vaihteluiden välittymistä lopputuotteiden kysynnästä puumarkkinoille.

Esimerkki: valuuttakurssivaikutusten analyysi Suomen metsäteollisuudessa

Seuraavaksi käyn esimerkin avulla läpi ekonometrisen tutkimuksen soveltamista metsäekonomian ajankohtaiseen tutkimusongelmaan. Esimerkkitaipauksena on tutkimus valuuttakurssimuutosten läpimenosta metsäteollisuustuotteiden vientihintoihin, ja malli on peräisin Riitta Hännisen viime syksynä ilmestyneestä väitöskirjasta (Hänninen 1998). Vaik-

ka Suomi on päättänyt liittyä Euroopan talous- ja rahaliiton (EMU) jäseneksi, runsas puolet metsäteollisuustuotteiden viennistä suuntautuu edelleen EMU-alueen ulkopuolelle. Koska myöskään tärkeimmät kilpailijamaat eivät ole mukana rahaliitossa, vaikuttaa suhteellinen valuuttakurssikehitys edelleen olennaisesti metsäteollisuustuotteiden markkinoihin.

Kiinnostuksen kohteena oleva kysymys on nyt se, siirtyykö valuuttakurssissa tapahtuva muutos Suomen hintoihin ostajamaan valuutassa määriteltynä vai markkamääräisiin vientihintoihin. Jos muutos menee markkamääräisiin hintoihin, markan devalvoituminen kasvattaa Suomen metsäteollisuuden voittomarginaaleja. Jos taas valuuttakurssimuutos siirtyy vientihintaan ostajan valuutassa, markan devalvoituminen suhteessa kilpailijoihin kasvattaa Suomen vientiä ja markkinaosuutta. Tästä vaikutuskanavasta voidaan tehdä myös päätelmiä metsäteollisuustuotteen markkinoilla vallitsevan kilpailun täydellisyydestä. Ennustamista varten tuloksilla on ratkaiseva merkitys arvioitaessa sitä, riittääkö Suomen metsäviennin ennustamiseen kotimainen kustannuskehitys kuten täydellisen kilpailun markkinoiden olosuhteissa vai tarvitaanko myös tietoa suhteellisista hinnoista kilpailijoihin nähden kuten epätäydellisesti kilpailevilla tuotemarkkinoilla.

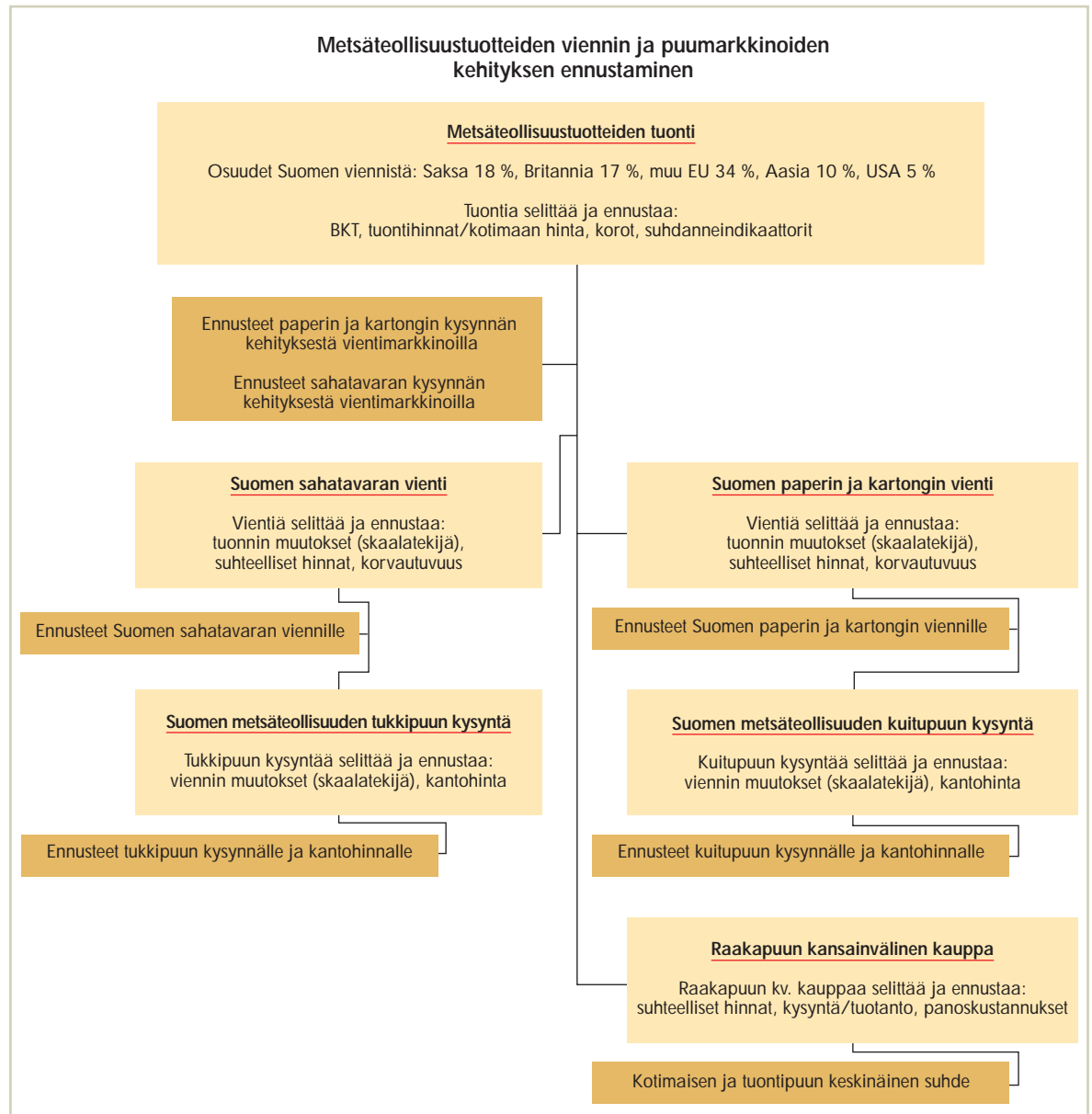
Tutkimusongelman talousteoreettinen malli löytyy aiemmasta kansainvälisen kaupan kirjallisuudesta (esim. Hung ym. 1993), ja mallia on käytetty eri hyödykkeiden ulkomaankaupan analyysiin. Teoreettinen metsäteollisuustuotteen hinnoittelumalli voidaan kirjoittaa muodossa

$$p_f = \delta + (1 - \gamma)(er + p_o) + \gamma c_f + u \quad (1)$$

missä p_f on Suomen vientihinta, er valuuttakurssi (esim. mk/£), p_o kilpailijamaiden hinta, c_f tuotantokustannus, δ vakiotermi ja u yhtälön virhetermi, joka ottaa periaatteessa huomioon muiden tekijöiden vaikutuksen. Mallin kertoimien välillä on lisäksi rajoite, jonka mukaan saadaan estimoitua valuuttakurssijousto γ , ($0 < \gamma \leq 1$)

$$\gamma = -(\partial(p_f - er)/\partial er) \quad (2)$$

Mallin mukaan vientihintaan vaikuttavat siis valuuttakurssikehitys, kilpailijoiden hinta sekä kotimainen



Kuva 1. Metsäalan tutkimuskonsortion "Metsäteollisuustuotteiden viennin ja puumarkkinoiden kehityksen ennustaminen" rakenne.

kustannuskehitys. Historiallisesti markan devalvoituessa (revalvoituessa) esimerkiksi Suomen sahatavaran ja sanomalehtipaperin hintojen valuuttamääräinen vientihinta on laskenut (noussut), mistä jo voidaan päätellä valuuttakurssilla olleen vaikutusta

hinnoitteluun. Sitä kuinka voimakas tämä vaikutus-suhde on ollut voidaan tutkia kuitenkin vasta estimoimalla hintojen valuuttakurssijoustoja malliyhtälön puitteissa.

Empiiriset viittaavat siihen että eri metsäteolli-

suustuotteiden välillä on eroja siinä miten valuuttakurssien muutokset heijastuvat Suomen vientihin-toihin (Hänninen 1998). Sanomalehtipaperilla valuuttakurssijoustopon on arvioitu olevan hieman yli 0,5, mikä tarkoittaa sitä että runsas 50 % markan devalvoitumishyödyistä on annettu asiakkaalle. Sahatavaralla vientihinnan valuuttajoustopon arvot ovat olleet paperia korkeampia eli valuuttakurssin merkitys on ollut suhteellisesti suurempi kuin paperilla.

Tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa Suomen metsäteollisuuden edellytyksiä sopeutua markkinoiden kilpailuun euroalueella. Tulokset viittaavat ensinnäkin siihen että sahateollisuudelle saattaa olla paperiteollisuutta vaikeampaa sopeutua valuuttakurssipuskurin häviämiseen. Toiseksi, sekä sahataravalla että sanomalehtipaperilla estimointitulokset ovat antaneet tukea pikemminkin oletukselle markkinoiden epätäydellisestä kilpailusta kuin sille että Suomen metsäteollisuus olisi puhdas hinnanottaja Euroopan markkinoilla. Näin ollen kun analysoidaan ja ennustetaan Suomen sahatavaran ja paperin vientiä on tieto kilpailijamaiden käyttäytymisestä olennainen mukaan tarvittava tekijä.

Loppupäätelmänä todettakoon, että vaikka ekonometriset mallit pysyvät aina epätäydellisinä ja pelkistävät liiaksikin taloudellisten päätöksentekijöiden toimintaa, mallit tarjoavat selkeämmän työkalun hahmottaa markkinoilla vallitsevia syy-seuraussuhteita kun operointi ilman niitä. Lisäksi mallipohjainen lähestymistapa mahdollistaa vaihtoehtoisten teorioiden testaamisen ja vertailun, mitä tarvitaan myös valittaessa sopivinta mallia talouden ennustamiseen. Inhimillisen käyttäytymisen ennustamiseen ekonometrisin menetelmin on kuitenkin syytä suhtautua nöyrästi ja pitää mielessä vanha sanonta siitä että talouden ennustaminen on samaa kuin auton ajaminen takaikkunasta tai peruutuspelistä käsin.

Kiitän MMT Riitta Hännistä kommentaista kirjoituksen aiempaan versioon.

Kirjallisuus

Abildtrup, J., Helles, F., Holten-Andersen, P., Fromholt Larsen, J. & Jellesmark Thorsen, B. (toim.). 1999.

- Modern time series analysis in forest products markets. *Forestry Sciences*, Vol. 58. Kluwer Academic Publishers. 217 s.
- BOF4 Quarterly model of the Finnish economy. 1990. Bank of Finland. D:73.
- Buongiorno, J. 1996. Forest sector modelling: a synthesis of econometrics, mathematical programming and system dynamics methods. *International Journal of Forecasting* 12: 329–343.
- , Brannman, L. & Bark, T. 1984. Econometric versus univariate and bivariate time-series forecasts: the case of softwood lumber imports. *Forest Science* 30: 194–208.
- Doornik, J. & Hendry, D. 1994. PcFiml 8.0. Interactive econometric modelling of dynamic systems. Institute of Economics and Statistics, University of Oxford. International Thomson Publishing, London. 436 s.
- Engle, R. & Granger, C.W.J. 1987. Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica* 55: 251–276.
- Gregory, G. 1960. A statistical investigation of factors affecting the market for hardwood flooring. *Forest Science* 6: 122–134.
- Hendry, D. 1995. *Dynamic econometrics*. Oxford University Press, Oxford. 869 s.
- Hetemäki, L. & Kuuluvainen, J. 1992. Incorporating data and theory in roundwood supply and demand estimation. *American Journal of Agricultural Economics* 74: 1010–1018.
- , Hänninen, R. & Toppinen, A. 1998. Ekonometriset mallit metsäsektorin markkinatutkimuksissa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2/1998: 258–263.
- Hetemäki, M. & Kaski, E-L. 1992. KESSU IV An Econometric model of the Finnish economy. Ministry of Finance.
- Holopainen, V. 1960. On the price elasticity of the supply of sawnwood for export. *Acta Forestalia Fennica* 73.
- Hung, W, Kim, Y. & Ohno, K. 1993. Pricing exports: a cross country study. *Journal of International Money and Finance* 12: 3–28.
- Hänninen, R. 1986. Demand for Finnish sawnwood exports in Western Europe, 1962–83. *Folia Forestalia* 657. 25 s.
- 1998. Demand for Finnish exports of forest products: econometric analyses using time series data. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 708. 60 s. + 5 osajulk.
- Johansen, S. 1995. Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. *Advanced texts in Econometrics*. Oxford University Press, Oxford. 267 s.

- Koskela, E. & Ollikainen, M. 1998. A game-theoretic model of timber prices with capital stock: an empirical application to the Finnish pulp and paper industry. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1481–1493.
- Kuuluvainen, J. 1986. An econometric analysis of the sawlog market in Finland. *Journal of World Forest Resource Management* 2: 1–19.
- , Hetemäki, L., Ollonqvist, P., Ovaskainen, V., Paju-
oja, H., Salo, J., Seppälä, H. & Tervo, M. 1988. The Finnish roundwood market: an econometric analysis. *Finnish Economic Papers* 1: 191–201.
- Laaksonen, S., Toppinen, A., Hänninen, R. & Kuuluvainen, J. 1997. Cointegration in Finnish paper exports to the United Kingdom. *Journal of Forest Economics* 3: 171–185.
- Laaksonen-Craig, S. 1999. Price adjustment for Finnish and Swedish papers under fixed and floating exchange rate regimes. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 724. 42 s.
- McKillop, W. 1967. Supply and demand for forest products – an econometric study. *Hilgardia* 38: 1–32.
- Riihinen, P. 1962. Sales of newsprint in Finland, 1949–59. *Acta Forestalia Fennica* 74.
- Ronnila, M. 1997. Finland. Julkaisussa: Solberg, B. & Moiseyev, A. (toim.). Demand and supply analyses of roundwood and forest products markets in Europe. Overview of present studies. *EFI Proceedings* 17: 85–134.
- Solberg, B. & Moiseyev, A. (toim.). 1998. Analyzing structural changes in roundwood and forest products markets in Europe. *Empirical studies and research priorities. EFI Proceedings* 26. 162 s.
- Tarkka, J. 1992. Taloutta voi ennustaa! *Tiede* 2000, 8: 10–14.
- Tervo, M. 1986. Suomen raakapuumarkkinoiden rakenne ja vaihtelut. Summary: The structure and fluctuations of Finnish roundwood market. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 137. 66 s.
- , Mäkelä, J. & Hänninen, R. 1988. Dynaaminen kysyntämalli Ison-Britannian maittaiselle sahatavaran tuonnille. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 313. 35 s.
- Toppinen, A. 1998. Econometric models on the Finnish roundwood market. Väitöskirja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 701. 52 s. + 5 osajulk.
- Volk, R. 1983. A model for Finnish exports of printing and writing paper to the United Kingdom and Germany. *Pellervo Economic Research Institute, Reports and Discussion Papers* 29. 109 s.
- MMT Anne Toppinen (anne.toppinen@metla.fi) toimii tutkijana Metlan Helsingin tutkimuskeskuksessa.