

Uusia oppikirjoja ekonometriseen työskentelyyn aikasarja-aineistoilla

Cuthbertson, K., Hall, S.G. ja Taylor, M.P. *Applied Econometric Techniques*, 274 sivua, Phillip Allan Publishers, 1992, ISBN 0-86003-084-9.

Charemza, W.W. ja Deadman, D.F. *New Directions in Econometric Practice: General to Specific Modelling, Cointegration and Vector Autoregression*, 370 sivua, Edward Elgar Publishers, 1992, ISBN 1-85278-461-X.

Banerjee, A., Dolado, J., Galbraith, J.W. ja Hendry, D.F. *Co-Integration, Error-Correction, and The Econometric Analysis of Non-Stationary Data*, 329 sivua, Oxford University Press, 1993, ISBN 0-19-828810-7.

Teoreettisen ja soveltavan ekonometrisen kirjallisuuden voimakas kasvu viime vuosikymmeninä on yksi merkittävimmistä seikoista taloustieteellisessä kirjallisuudessa. Tehokkaat henkilökohtaiset mikrotietokoneet ovat jokaisen taloustieteen parissa työskentelevän ulottuvilla ja hallinnassa. Aineistojen helppo saataisuus ja käyttäjätavalliset ekonometriset ohjelmistot houkuttelevat nyt soveltavan ekonometrisen työskentelyn piiriin monia, joille aiemmin ekonometria oli liian haastavaa. Toisaalta ekonometrian teoria on voimakkaasti laajentunut uusille alueille, jotka muodostivat ennen ongelmia kanonisoidulle PNS-menetelmälle.

Nykyisin taloudellisten aineistojen erityis-

piirteet pyritään huomioimaan entistä tarkemmin sekä mallin täsmennyksessä että estimoinnissa. Enää ei riitä yksin, että raportoidut estimointitulokset ovat taloustieteellisten mallien ennusteiden mukaisia, vaan niiden on oltava myös tilastollisesti perusteltuja. Ekonometristen tuloksien luotettavuus ja menetelmien soveltavuusalue ovat laajentuneet viime aikana. Aikasarjahavaintoja käyttävien ekonometristen mallien yhteydessä tutkimustyön keskeisimpiä kohteita ovat olleet 80-luvun alusta lähtien sarjojen epästationaarisuus ja ei-lineaarisuus. Esimerkiksi sellaiset käsitteet kuin yksikköjuurit, yhteisintegroituus, ARCH- ja virheenkorjausmallit ovat varsin tuttuja modernin aikasarjaekonometrian soveltajille. Kuitenkin vasta parin viime vuoden aikana nämä aiheet ovat löytäneet tiensä oppikirjoihin.

Aikasarjaekonometrian laajuuden ja em. aiheiden jatkuvan tutkimustyön takia oppikirjaisitykset ovat usein niukkoja. Esimerkiksi paljon käytetty Andrew *Harveyn* "The Econometric Analysis of Time Series" -teoksen toinen painos (Philip Allan, 1990) käyttää noin 5 sivua näihin aiheisiin. William H. Greene kuittaa teoksessaan *Econometric Analysis* (Macmillan, 2. painos, 1992) muutamalla sivulla aiheet. Terence C. Millsin esitys epästationaarisuuden ja ei-lineaarisuuden suhteen on varsin laaja teoksessaan *Time Series Techniques for Economists* (Cambridge University Press, 1990), mutta esitys ei ole ekonometrisesti painottunut.

Sen sijaan tässä yhteydessä tarkemmin esi-

teltävät teokset keskittyvät nimenomaisesti näihin haasteellisiin uusiin aikasarjaekonometrian tuloksiin. *Banerjee* ym. (BDGH jatkossa) keskittyvät syvällisesti epästationaarisuusilmiön tilastollisiin seuraamuksiin ekonometristen mallien yhteydessä. Teos on täten varsin vaativa teoreettiselta ja tekniseltä tasoltaan, mutta mukaan on saatu paljon empiiristä aineistoa simulointikokeista, jotka valaisevat hyvin keskeisen teorian tuloksia ja ongelmia. Kirjan rakenne ja tyyli tekevät siitä teeman kannalta keskeisen lähdeoksen sekä soveltavalle että teoreettisesti painottuneelle tutkijalle.

Chamremza ja *Deadmanin* (CD jatkossa) tavoite on sen sijaan opettaa varsin yksityiskohtaisesti miten käytännössä rakennetaan virheenkorjaus- ja yhteisintegroituvuusmalleja. Teos rakentuu varsin voimakkaasti David F. Hendryn PC-GIVE -ohjelmiston hyödyntämisen ja Hendryn miltei klassisen kulutusmenojen ja tulojen välisen ekonometrisen mallin analysoinnin varaan (ks. *Davidson, Hendry, Srba* ja *Yeo*: "Econometric modelling of the aggregate time-series relationship between consumers' expenditures and income in the United Kingdom", *The Economic Journal* 88, 661-692, 1978). *Cuthbertson* ym. (CHT jatkossa) antavat soveltajan kannalta keskeiset tulokset virheenkorjausmallien ja yhteisintegroituvuuden tiimoilta, mutta heidän teoksensa tavoitteet ovat myös muualla modernissa aikasarjaekonometriassa. Teos on hyvä johdatus moderniin ekonometriseen estimointiteoriaan, rationaalisten odotusten mallittamiseen ja state-space -malleihin. Seuraavassa esitellään ja arvioidaan hieman tarkemmin näitä teoksia.

CHT:n teos on esitellyistä monipuolisin ja vähiten ennakkotietoja tarvitseva kirja. Lähtökohdaksi riittää hyvä matriisilaskennan tuntemus ja todennäköisyyslaskennan alkeet. Teos soveltuu hyvin ekonometrian syventävien opintojen oheislukemistoksi. Kirjoittajat käyvät läpi kahdessa ensimmäisessä luvussa stokastisten prosessien alkeet ja lineaarisen mallien teorian selkeästi. Tapaukset, joissa klassiset

oletukset eivät ole voimassa PNS-estimoinnissa – so. tapaukset, jotka ovat juuri relevantteja ekonometrian kannalta – käydään läpi hyvin. Ainoastaan normaalisuusoletuksesta luopumisesta seuraavia ongelmia ei tarkastella. Asia korjaantuu kuitenkin suurimman uskottavuuden (maximum likelihood, ML) menetelmän esitelyn yhteydessä. Asiaan kuuluvat numeeriset optimointimenetelmät esitellään selkeästi helppojen esimerkkien avulla. Tosin ML-menetelmän sovelluksissa (diskreetti epätasapainomalli asuntoluotokselle ja ARCH-malli valuuttakurssiriskipreemioille) optimointimenetelmien merkitys jää hämäräksi, sillä kirjoittajat eivät esittele edes minkälaisia ovat optimoitavat uskottavuusfunktiot. Tämän lisäksi ML-menetelmän hyvät (asymptoottiset) ominaisuudet jäävät selkeästi mainitsematta. Tässä kohdin kirjoittajat luottavat liikaa lukijan valmiuksiin ja viittaukset laajempiin esityksiin ML-estimoinnista olisivat paikallaan.

Luvuissa 3. ja 4. käydään läpi aluksi nopeasti aikasarja-analyysin alkeet ja tämän jälkeen keskitytään LSE-tradition mukaiseen dynamiseen mallittamiseen, so. virheenkorjausmallit ja "general to specific" -mallistrategia. Luvut kärsivät hieman luettelomaisesta esitystavasta. Esimerkkiestimoinnit rahan kysyntäyhtälöille Alankomaille, Ranskalle ja Saksalle esitellään yllättäen kuitenkin ilman tarkempia viittauksia siihen miten niihin on päädytty. CD antavat selkeämmän kuvan siitä konstruktiivisesta innovaatioprosessista, jonka "general to specific" -mallistrategia mahdollistaa.

Luku 5. keskittyy epästationaarisuuteen ja yhteisintegroituvuusmallien estimointiin. Yksiksikköjuuri- ja yhteisintegroituvuusmallien testaus esitellään ongelmiseen selkästi. Vaikka eksogeisuus ehdot esitellään yhteisintegroituvuuden yhteydessä kirjoittajat eivät mainitse *Phillipsin* optimaalisia estimointimenetelmiä yleisen tapauksen yhteydessä. *Johansenin* ML-menetelmä yhteisintegroituvuusjärjestelmän estimoinnin tiimoilta käydään hyvin läpi ja annetaan esimerkki sen soveltamisesta rahan ky-

syntämalliin. Luku 6. on esitys rationaalisten odotuksien mallien muodostamisesta, estimoinnista ja soveltamisesta. Esitys on perusteellisempaa kuin luvun 5. kohdalla ja antaa hyvän lähtökohdan tämällytyppisten mallien tutkimiselle.

Teoksen hyödyllisin ja arvokkain osa löytyy luvusta 7, joka on pätevä ja kattava katsaus ekonometrisesta state space -mallittamisesta ja Kalmanin suotimen käytöstä ekonometriassa. Yhteydet erilaisiin odotus- ja tasointumalleihin esitellään selkästi. Osittain turhan teknistä esitystä olisi voitu keventää joillakin numeerisilla esimerkeillä. Kirjan viimeinen luku antaa valikoivan johdatuksen suurten epälineaaristen mallien käytöstä. Luku on turhan irrallinen teoksen muun sisällön kanssa.

Kokonaisuutena teosta voidaan pitää hyvänä oppikirjana aikasarjaekonometrian muodikkaista aiheista soveltavan työskentelyn kannalta. Paikoitellen tyyli on tosin liian suoraviivaista, jonka seurauksena tukea syvällisempään tutkimustyöhön täytyy hakea muualta alan kirjallisuudesta.

CD:n teos on erikoinen oppikirja, joka soveltuu hyvin syventävien opintojen oheislukemistoksi tai harjoitusmateriaaliksi. Lukija joutuu ihmettelemään miten se on voitu tehdä, sillä itseasiassa teos on miltei David Hendryn PC-GIVE- ohjelmiston ohjekirjan täydennetty painos. Kirjoittajien oma panos on ollut kirjata selkeässä muodossa samojen kansien sisään PC-GIVE -ohjelmiston kannalta oleelliset asiat. Ratkaisua on voidaan pitää varsin onnistuneena, sillä teoksessa kulkee kokoajan rinnan teoreettinen osuus yksinkertaisessa muodossa ja yhden ja saman mallin, ts. DHSY-kulutusmalli, eri versioiden empiirinen tutkimien PC-GIVE -ohjelmiston avulla.

Teos on täynnä erilaisia testi- ja mallitulosuksia. Käymällä läpi huolellisesti teoksen mallit itse PC-GIVE -ohjelmistolla, joka sisältää myös DHSY-mallin aineiston, lukija pääsee tehokkaasti sisälle erääseen modernin ekonometrian keskeiseen metodologiaa. Ennakoedellytyksenä on kuitenkin jonkin tasoi-

nen alkeisekonometrian tuntemus, sillä CD eivät anna lineaaristen mallien teorian perustuloksia.

Teoksen luku 1. antaa lyhyen johdatuksen perinteisen ekonometrisen mallin rakentamisen metodologisiin ongelmiin. Luvussa 2. selvitetään "datan kalastuksen" ongelmia ja etuja. Luku 3. ja 4. keskittyvät DHSY-mallin esittelyyn ja "general to specific" -malli- ja testiratkaisuihin sen yhteydessä. Luku 4. antaa intuitiivisen johdatuksen yhteisintegroituvmallien analyysiin ja testaukseen. Teoksen arvokkain anti löytyy kuitenkin kappaleista 6. ja 7., jotka käsittelevät VAR-malleja, eksogeenisuusehtoja ja mallin rakenneinvarianttisuutta.

Yhteydet ja ongelmat VAR-mallin, kausalisuuden ja eksogeenisuuden välillä tuodaan selkeästi esille myös yhteisintegroituvmuuden yhteydessä. Selkeiden esimerkkien avulla lukija saa käsityksen, kuinka rajoittamattomasta VAR-mallista päädytään eri testivaiheiden kautta yhden yhtälön rajoitettuun malliin. Varsinkin eksogeenisuusehtojen ominaisuudet ja testaus esitellään selkeästi. Teoksen viimeinen luku käsittelee mallin valintakriteereitä ja "encompassing" -testausta. Jokaisen luvun loppuun on liitetty pieni katsaus oheiskirjallisuuteen.

Teoksen lopussa on joukko soveltavia tehtäviä, joiden avulla lukija voi testata missä määrin teoksen viesti on mennyt perille. Teoksen merkitystä aikasarjaekonometrian soveltajan kannalta ei voida kiistää, mutta tämä tyyppisen teoksen suurin haitta on siinä, että se kääntyy helposti vastoin tarkoitustaan. Teoksen liian suoraviivainen käyttö voi muodosta esteeksi luovalle työskentelylle.

BDGH:n teos on "up to date" -katsaus ja tiivistelmä siitä mitä on aikaansaatu yksikköjuuriekonometrian tutkimuksen tiimoilta 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa. Teos antaa tyhjentävän ja selkeän esityksen regressiomallien hankalasta estimointi- ja jakaumateoriasta kun muuttujat ovat epästationaarisia. Teoksessa on vahva käynnissä olevan tutkimusohjelman leima. Kirjoittajat osoittavat, että eri testit ja estimaattorit toimivat erilaisten tapauksien yhtey-

dessä vaihtelevalla menetyksellä varsinkin pienissä otoksissa.

Yksikköjuuriekonometria on hankalaa ja sen soveltamisessa on oltava varovainen. Teos soveltuu kokonaisuutena hyvin ekonometrian jatko-opintojen ja valituin kohdin syventävän opintojen kurssikirjaksi. Tehokas käyttö vaatii joukon ennakkotietoja ekonometriasta ja jakaumateoriasta.

Teoksen luvut 1. ja 2. antavat teoksen työkalut ja tutkimuskohteet. Aluksi esitellään tasapainorelaatioiden ja yksikköjuurimuuttujien välinen yhteys. Tämän jälkeen annetaan aikasarjojen stationaarisuusehdot ja satunnaiskulku-prosessin jakaumatulokset Wiener-prosessin tulkinnan avulla. Näitä havainnollistetaan selkeästi erilaisilla simulointituloksilla ja -kuvilla. Tämän jälkeen esitellään dynaamisten mallien eri esitysmuodot. Pääpaino on virhekorjausmalleissa ja malleissa, jotka antavat suoraan pitkän aikavälin parametrisoinnin lyhyen aikavälin dynamiikan ohessa (ns. *Bewley* ja *Bårdsen* -muunnokset).

Luku 3. keskittyy yksikköjuurisarjojen tilastollisiin ominaisuuksiin. Kirjoittajat olisivat voineet korostaa enemmän hankaluutta erottaa toisistaan differenssi- ja trendistationaaristen prosessien luokat toisistaan. Luku 4. keskittyy yksikköjuuritesteihin. Luku antaa tyhjentävän esityksen Dickey-Fuller -tyyppisten testeistä (esim. ADF-, Phillips Z -testit) empiirisine jakaumineen. Valitettavasti kirjoittajat eivät esittele muuntyyppisiä testejä tai tutki testien voimakkuutta käyttökelpoisten vaihtoehtojen tapauksessa.

Yhteisintegroituvuus on luvun 5. aihe. Selkeän johdannon jälkeen esitys muuttuu turhan hankalaksi matriisitarkasteluksi täydellisyysnimissä kun Grangerin esityslause käydään läpi. Onneksi BDGH antavat selkeitä esimerkkejä eri esitysmuodoista yhden muuttujan tapauksessa. Luku 6 "Regression with Integrated Variables" on teoksen hankalin sekä teknisesti että käsitteellisesti. Aluksi annetaan simulointikokeiden avulla esimerkki siitä, että ei sen paremmin standardijakaumateoria kuin DF-

jakaumatkaan ole soveltuvia estimaattien testi-jakaumiksi integroituneiden muuttujien regressiomalleissa. Tämän jälkeen käydään läpi yleinen teoria, jota pyritään havainnollistamaan eräillä mallitapauksilla. Viimeksi tässä vaiheessa lukija huomaa, että integroituneiden muuttujien regressiomallien testiteoria on hyvin hankalaa ja on syytä olla hyvin tarkka sen suhteen minkä tyyppisiä integroituvuusmuuttujia mallissa on. Jakaumatulokset ovat täysin riippuvia siitä, onko mallissa deterministisiä komponentteja, vallitseeko muuttujien välillä yhteisintegroituvuusrajoitteita, onko malli invariantti lineaaristen muunnoksien suhteen jne. Luku 7. tuo kuitenkin hieman lohtua tähän hankaluuteen, sillä usein soveltajan kohteena on kahden muuttujan yhden yhtälön yhteisintegroituvuusrelaatio, joilloin keskeiset tulokset ovat helpommin hallittavissa. Harmina on kuitenkin yhteisintegroituvuustestien heikko voimakkuus ja staattisen tasapainorelaation OLS-estimaattien voimakas harhaisuus pienissä otoksissa.

Yleisesti dynaamiset mallit antavat parempia yhteisintegroituvuusestimaatteja ja kuin staattiset mallit. Toisena vaihtoehtona on joko pyrkiä varmistamaan ekogeenisuusehtojen voimassaolo tai voidaan käyttää ns. optimaalisia estimaattoreita (esim. Phillipsin "fully modified" -estimointia), jolloin meillä on ainakin teoreettinen varmuus estimaattien harhattomuudesta ja jakaumista (ts. asymptootinen normaalisuus).

Luku 8. on laaja ja tekninen esitys yhteisintegroituvuudesta systeemimallissa. Pääpaino on Johansenin ML-menetelmän esittelyssä. Tämän lisäksi annetaan mielenkiintoinen empiirinen esitys ennustamisesta yhteisintegroituvuussysteemissä. Lopuksi tutkitaan eksogeenisuusehtojen merkitystä systeemiestimoinnin kannalta ja annetaan hajanaisia pienotostuloksia erilaisten estimointimenetelmien yhteydessä. Yleisesti Johansenin menetelmä antaa hyviä tuloksia, jos mallin viiverakenne on oikea ja käytetään korjattuja vapausasteita pienissä otoksissa.

Viimeisessä yhteenvetoluvussa annetaan vinkkejä siitä, mihin suuntaan yksikköjuurieko-

nomietrian teoria ja käytäntö kehittyvät lähivuosina. Pääpaino tulee olemaan esimerkiksi uusien parempien testien kehittämisessä, rakennevarianttien mallien teoriassa ja parametriestimaattien stabilisuustesteissä.

Yhdessä nämä kolme teosta, varsinkin BDGH ja CD, antavat varsin vahvat eväät tutkia ja estimoida malleja, joissa yksikköjuuri-muuttujat näyttelevät merkittävää osaa. Jossain määrin teokset (lähinnä CD ja CHT) ovat jo osin vanhentuneita, sillä tutkimus etenee lujaa vauhtia epästationaaristen sarjojen ekonometrian yhteydessä. Myöskin BDGH:n ote on

paikotellen liian valikoiva ja passiivinen teeman saaman kritiikin suhteen. Joka tapauksessa sekä modernin aikasarjaekonometrian teorias- ta että soveltamisesta kiinnostuneet saavat näiden teosten avulla varsin hyvän kuvan siitä, miten taloudellisten aikasarja-aineistojen keskeisiä erityispiirteitä voidaan mallittaa ja analysoida tyydyttävästi.

Mikael Lindén