

# Eksaktit tuotantomallit CES ja par täydentävät toisiaan\*

LAURI TENHUNEN

Tarkastelen tässä esityksessäni ensin joitakin mallittamisen yleisiä piirteitä. Sitten esitän näkemyksiä uusklassisen tuotantoteorian asemasta ja analogiasta tuottaja- ja kuluttajateorian kesken. Näiden jälkeen käyn lyhyesti läpi väitöskirjani keskeisiä tuloksia ja muodostan näkymiä jatkotutkimuksesta.

Tuotantomallien käyttöä voidaan luokitella ainakin kahdella tavalla. Ensimmäisen luokittelutavan mukaan erotetaan yhtäältä tuotantoprosessien analyttinen tutkiminen (jota voisi edustaa esimerkiksi skaalatuottojen vakioisuuden testaaminen) ja toisaalta ennusteiden ja estimaattien tuottaminen haluttuihin tarkoituksiin. Analyttinen tuotantoprosessin tutkiminen edellyttää huomion kiinnittämistä tuotantomallin rakenteeseen ja parametrisointiin. Ennusteiden ja estimaattien tuottaminen sensijaan edellyttävät mallilta selkeyttä ja uskottavuutta myös havaintoalueen ulkopuolella.

Toinen tuotantomallien luokittelutapa on erottaa toisistaan yhtäältä makrotaloudelliset aggregaattisuureiden väliset tuotantosuhteet ja toisaalta mikrotaloudellinen yritysten, teollisuudenalojen ja muidenkin toimialojen teknologiat. Aggregointi yli tuotteiden, tuotantoyksiköiden ja yli tuotantoteknologioiden dominoinut makrotaloudellista tuotantotarkastelua ja siihen on liittynyt monien teoreettisten ongelmien pohdintaa. Tällaisia ongelmia ovat muun muassa jakaumien, teknisen kehityksen ja kasvuvaikutusten parametrisointiin liittyvät kysymykset. Mikrotaloudellisessa analysissa erilaisten fyysisten tuotan-

totekniikoiden yhteensoveltuvuus ja yrittäjien käyttäytymistä koskevat oletukset ovat olleet keskeisiä.

Kun tarkastellaan tuotantomallien funktionaalista muotoa, on tärkeää pitää mielessä, että malleja kehitetään varsin moniin eri tarkoituksiin. Ei ole olemassa yhtä parasta parametrisoitua tuotantofunktiota kaikkiin tarkoituksiin. Monet funktionaaliset muodot sopivat hyvin niihin tarkoituksiin joihin ne ovat tehdyt, mutta samat muodot sopivat huonosti muihin tarkoituksiin myös tuotantomallien yhteydessä.

Hypoteeseja testattaessa tulosten hyvyys riippuu paitsi testattavan hypoteesin validiteetista myös aiemmin tehtyjen perusolettamusten validiteetista. Yleisenä periaatteena on kai pidettävä sitä, että mallin perusolettamusten on oltava yleisemmällä tasolla kuin testattavan hypoteesin. Tästä lähtökohdasta voidaan laatia yleisiä kriteerejä funktionaalisen muodon valitsemiseksi. Kuitenkin on todettava, että yleiset kriteerit eivät anna yksiselitteisiä ratkaisuja funktiomuotojen valinnalle. Itse asiassa monet niistä ovat ristiriidassa keskenään. Esimerkkinä tästä voisin mainita yhtäältä vaatimuksen harvoista parametreista ja tulkinnan selkeydestä sekä toisaalta vaatimuksen joustavuudesta ja kyvystä approksimoida useita tuntemattomia tuotantotekniikoita. Tämän vastakkainasetteluun piiriin kuuluvat myös ongelmat, jotka liittyvät vapausasteiden riittävyteen ja multikollineaarisuuteen etenkin makrotason tarkasteluissa.

Uusklassinen tuotantoteoria yleensä ottaen näyttää merkitsevän hieman toisistaan poikkeavia perusolettamuksia eri tutkijoille ja eri tutkimusongelmien yhteydessä. Kahdesta perusasiasta näyttää kuitenkin vallitsevan yksimielisyys. Ensinnäkin oletetaan, että täysin kiinteitä tuotannon tekijöitä ei ole. Toiseksi

\* *Lectio praecursoria* Tampereen yliopistossa 11. 5. 1990. Perustuu väitöskirjaan »*The CES and par production techniques, income distribution and the neoclassical theory of production*», Acta Universitatis Tamperensis, ser. A, vol. 290, Tampere 1990.

oletetaan, että työvoiman kasvu määräytyy mallin kannalta eksogeenisesti. Näiden perusolettamusten osalta uusklassinen teoria poikkeaa klassisesta teoriasta, jota ehkä edustaa parhaiten Malthus'in ja Ricardo'n maailma. Näiden olettamusten lisäksi varsin yleisesti oletetaan tuotantofunktio jatkuvaksi ja vähintään kaksi kertaa differentioituvaksi. Usein lisätään myös oletamus siitä, että rajantuottavuudet ovat positiivisia ja jatkuvasti väheneviä. Monia muita lisäolettamuksia voidaan käyttää uusklassisen tuotantoteorian puitteissa.

Vaikka uusklassisella tuotantoteorialla on omat rajoitteensa verrattaessa sitä esimerkiksi putty-clay tuotantomalleihin, on sillä merkittäviä vahvuuksia, josta syystä suuri osa tuotantoteoreettisesta tutkimuksesta on tehty uusklassisen teorian kehikossa. Eräs näistä merkittävistä vahvuuksista on uusklassisen tuotantoteorian ja kuluttajateorian analogisuus tasapainoanalyysin kannalta tarkasteltuna. Periaatteessa eräitä tuotantoteoriassa johdettuja tuloksia voidaan käyttää, tietyin täsmennyksin, myös kulutuskäyttäytymistä koskevassa tutkimuksessa ja myös päinvastoin. Analogia koskee myös Slutsky'n substituutio- ja tulovaikutusten analyysiä, jota tuotantoteorian puolella vastaa substituutio- ja resursivaikutus — kuten muun muassa Makover ja Baumol ovat osoittaneet. Esimerkiksi kulutus tuotteiden kysyntää voidaan periaatteessa kuvata samaan tapaan kuin tuotannon tekijöiden kysyntää ja niin edelleen.

CES tuotantofunktion käytössä on vakaaksi rajoitteeksi muodostunut se seikka, että useampien tuotannon tekijöiden tapauksessa kaikkien osittais-substituutiojoustojen tulee olla yhtä suuria. Tämähän on vastoin intuitiivista käsitystä todellisuudesta. Siksi monet CES-funktion variaatiot voidaan nähdä pyrkimyksenä eliminoida tämä mainittu rajoitus. Yleensä ratkaisumalleina on käytetty parametrien lisäämistä, kuten VES-tuotantofunktioiden tapauksessa. Toisaalta on lisätty olettamuksia, esimerkiksi osittais-substituutiojoustojen suhteiden vakioisuudesta. Kun kiinnostus kasvoi mm. energia- ja raaka-ainepainosten mukaanottamiseen tuotantofunktioon,

kehittyi myös niin sanottujen 'flexible' eli joustavien tuotantofunktioiden teoria.

Koska joustavissa tuotantofunktioimuodoissa on varsin paljon parametreja, ne kykenevät approksimoimaan suurta joukkoa tuntemattomia tuotantotekniikoita. Sen lisäksi niiden avulla voidaan estimoida panosten kysyntää lineaarisina kysyntäyhtälöinä. Kuitenkin joustavien funktioimuotojen rajoitteet osoittavat, että nekkään eivät ole mikään ihmeläke tuotantoteorian tarpeisiin. Itse asiassa konveksisuusolettamus joustavien funktioimuotojen tapauksessa edellyttää, että kaikki panokset ovat ristikkäin substituutteja keskenään. Toinen vakava rajoite on se, että joustavat funktioimuodot ovat jäykkiä kuvaamaan separoituvia tuotantotekniikoita tai niiden monotonisia transformaatioita. Vielä voisin mainita rajoitteena sen, että approksimaatio yleensä pätee vain rajoitetulla havaintoalueella eikä johdonmukaisia päätelmiä ekstrapoloida voida välttämättä tehdä. Näin ollen joustavien tuotantofunktioimuotojen käyttöä tulee arvioida samoilla kriteereillä kuin eksaktien tuotantofunktioimuotojen käyttöä. Nämä funktioimuodot sopivat tiettyyn tarkoitukseen ja toisiin tarkoituksiin ne eivät sovi.

Koska taloustieteellisessä tutkimuksessa on tyyppillistä voimakas sidonnaisuus niihin kvantitatiivisiin menetelmiin, joita esimerkiksi matemaattiset ja tilastotieteelliset kehitelmät tarjoavat, syntyy helposti tiettyjä 'muodikkaita' tutkimustapoja ja tekniikoita. Kärjistäminen tässä suhteessa ei kuitenkaan liene paikallaan, koska tutkimusongelmat sinänsä määräytyvät puhtaasti taloudellisten ongelmien tai kysymyksenasettelujen kautta. Näen joustavien funktioimuotojen käytön osittain muodikkaana tutkimustapana, jonka mahdollisuudet ja rajoitteet kokonaisuutena vasta vähitellen aletaan ymmärtää. Tutkimuksen muodeista voisi vielä mainita esimerkiksi aktiviteettianalyysin, joka aika ajoin tulee aktiivisen tutkimuksen kohteeksi tai myös kansantalouden tilinpitoon liittyvän tutkimuksen, joka näinä päivinä on taas voimistunut.

Tutkimuksessani esittelen uuden par-tuotantoteknologian, joka perustuu paitsi logaritmissen keskiarvon yleistyksen myös käsi-

tykseen siitä, että tulo-osuuksien suhteen tulee olla rajoitettu silloin kun kaikkia tuotannon-tekijöitä tarvitaan tuotantoprosessissa. Perusmuodossaan tämä funktio sisältää aina vain kaksi tuotannon-tekijää, siksi se on ristitty nimellä 'par'. Kun tarkastelussa käytän näistä nimiä 'työ' ja 'pääoma', en voi välttää vaikutelmaa, joka varmaan oli myös Havukka-Ahon ajattelijalla kun hän tuumasi miksi hevosta ei sanota lehmäksi ja lehmää hevoseksi. Kahden tuotannon-tekijän tarkastelussa on muodostunut kansainväliseksi tavaksi nimitä kyseiset panokset työksi ja pääomaksi. Tutkimukseni tavoitteiden kannalta näitä kahta peruspanosta olisi voitu nimittää toisinkin.

Tutkimuksessani johdan par-funktion implikoimat osuusyhtälömuodot, jotka ovat käsitteäkseni käyttökelpoisia käytäntöä palvelevassa, pragmaattisessa, tutkimustyössä. Tämä koskee myös yritysten ja tuotteiden keskeisten markkinaosuuksien jakaumavälien arviointia ja ennustamista.

Vaikka työssäni ei esitetäkään empiirisiä tutkimustuloksia yleistyksestä, jolla par-funktiota voidaan käyttää useamman tuotannon-tekijän tapauksessa, käsittääkseni kuitenkin esittämäni menetelmä sallii eri substituutioparametrin arvot mielivaltaisesti valituissa panoskombinaatioissa. Itse asiassa estimointimenetelmän eri vaiheissa käydään läpi kaikki mahdolliset panoskombinaatiot, joiden estimointitulokset edustavat substituutioparametrin ja jakaumaväliparametrien arvoja juuri kyseisessä osajoukossa. Tältä osin par-funktion yleistys antaa laajemmat sovellusmahdollisuudet kuin CES-funktio on kyennyt antamaan. Usean havainnon tapauksessa painotus voidaan tehdä kriteerifunktion avulla, kuten olen tutkimuksessani todennut.

Yleistys usean havainnon tapaukseen on oleellisesti helpompaa, kuin par-funktion yleistys usean muuttujan tapaukseen on ollut. Kriteerifunktioistahan on runsaasti teoreettisia malleja tarjolla.

Par-funktion estimoinnissa oleellista on luonnollisesti se, miten hyvin käytetyt approksimaatiot kuvaavat todellista tuotantoteknologiaa. Toisaalta merkitystä on sillä seikalla, voidaanko par-teknologia specifioida luotet-

tavasti. Näiden seikkojen selvittämiseksi on tutkimuksessani tehty simulointikokeita, joissa vertailukohteena on ollut CES tuotantoteknologia. Kysymyksenasettelu on siis toisenlainen kuin empiiristä tutkimustyötä tehtäessä. Empiirinen tutkimus par-teknologiaa hyväksikäyttäen edellyttää approksimaatio- ja specifiointivirheiden mahdollisuuksien ja suuruuden tuntemista. Kun virhemahdollisuudet tunnetaan, voidaan keskittyä empiiristen tulosten tulkintaan ja hyväksikäyttöön.

Jatkotutkimuksen kannalta näen mielenkiintoisiksi ainakin seuraavat kaksi osa-aluetta.

- Jakaumavälien ja jakaumaväliparametrien käyttö empiirisessä ja jopa pragmaattisessa tutkimustyössä antanee uutta tietoa tarkasteltavien osuusyhtälöiden sisältämien muuttujien taustatekijöitä. Esimerkiksi työvoimavaje, joka arvioiden mukaan Suomessa tulee lähivuosina kasvamaan, saattaa merkitä kansantaloudelliseen tulonjakoon merkittäviä muutoksia. Toisaalta tuotantopanosten jakaumavälien vaihtelu toimialoittain on tutkimisen arvoinen.
- Vaiheittaisen par-funktion yleistysmallin empiiriset sovellutukset antavat mahdollisuuden substituution tutkimiseen mielivaltaisesti valituissa panosjoukoissa. Tämähän on piirre, joka CES teknologiasta on puuttunut, ainakin siltä osin kuin konsistenssia aggregoinnissa on edellytetty. Toisaalta, arvioni mukaan, tässä menetelmässä vältetään ainakin osa niistä heikkouksista, joita joustavien funktiomuotojen käytöllä on.

Lisäksi monet muut tutkimuskohteet ja tutkimusalueet, esimerkiksi teknisen kehityksen mittaaminen par-teknologian tapauksessa, näyttävät mielenkiintoisilta.

Kun tuotantomallit edustavat talusteorian perusvälineistöä, on luonnollista, että monet taloudellisen tutkimuksen osa-alueet käyttävät ja voivat käyttää niitä hyväkseen. Kun erilaiset tutkimustilanteet edellyttävät näiltä erilaisia ominaisuuksia, on par-teknologialla varmasti jatkossa omat etunsa erityisesti tulonjakoa koskevan tutkimuksen yhteydessä.