ARTIKKELEITA

T&K-menojen vaikutus seutukuntien taloudelliseen suorituskykyyn vuosina 1997–1999

Heikki A. Loikkanen
Professori
Helsingin yliopisto

Ilkka Susiluoto
Erikoistutkija
Helsingin kaupungin tietokeskus

1. Johdanto

Tässä artikkelissa pyritään selittämään Suomen seutukuntien taloudellisen suorituskyvyn eroja niiden sijainti- ja toimintaympäristötekijöillä ja erityisesti alueiden panostuksella tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Tutkimus koskee yksityistä sektoria eli arvioinnin kohteena on seutukuntien elinkeinotoiminta vuosina 1997–1999. Kyseessä on aiempien tutkimustemme (Susiluoto ja Loikkanen 2001, Loikkanen ja Susiluoto 2002) jatkohanke, jossa pääpaino on T&K-menojen vaikutusten arvioinnissa muiden, aiemmin käytettävissä olleiden tehokkuuseroja selittävien tekijöiden rinnalla. Seutukuntakohtaisista T&K-menoista on saatavissa tietoja vuodesta 1995 alkaen[1].

Tarkasteluajanjakso eli vuodet 1997–99 osuu 1990-luvun alun laman jälkeisen voimakkaan taloudellisen kasvun loppuvuosiin. Tämän nopean kasvun yhteydessä Suomen talouden rakenne muuttui: metsäsektorin ja metalliteollisuuden rinnalla sen kolmanneksi tukipilariksi, ja samalla vientivetoisen kasvun moottoriksi, tuli elektroniikkateollisuus. 1990-luvun jälkipuoliskon aikana myös väestön ja talouden aluerakenne muotoutui uudella tavalla. Aiemmista talouden nousukausista poiketen kasvu oli nyt alueellisesti aiempaa valikoivampaa: vain puolen tusinaa kaupunkiseutua pääsi voimakkaan väestö- ja työpaikkakasvun piiriin, kun aiemmissa korkeasuhdanteissa paljon useammat kaupunkiseudut olivat olleet kasvualueita. Uutta oli myös se, että kasvukeskusten nousu perustui ennen kaikkea yksityisen sektorin kykyyn luoda innovatiivisia tuotteita ja uusia työpaikkoja, kun taas julkisen sektorin työpaikkakasvua ei tapahtunut juuri lainkaan.

[1] *Aiemmassa työssämme (Loikkanen ja Susiluoto 2002) seutukuntien tehokkuuseroja 1988–99 selitettiin sijainti- ja ympäristötekijöillä, muttei T&K-menoilla, joista ei silloin ollut seutukuntatason tietoja saatavilla. Nytkin tiedot koskevat vain vuosia 1995 ja 1997–99.*

Tähän periodiin liittyen yritämme valottaa T&K-menojen roolia seutukuntien kyvyssä synnyttää jalostusarvoa resursseillaan.

Alueen yritysten tuottavuusero muiden alueiden yrityksiin voi perustua yhtäältä alueen muista poikkeavaan luonnon tarjoamaan resurssiperustaan tai sijaintiin liittyviin etuihin ja toisaalta hankittujen panosten (työ- ja pääomapanos, maa ja raaka-aineet) tehokkaaseen käyttöön. Prosessi- ja tuoteinnovaatiot (ennen muita) antavat kustannusetuja ja monopolivoimaa hinnoittelussa, jolloin jalostusarvo voi muodostua korkeaksi. Yritysten tuottavuus ja innovaatiokyky ei riipu vain yrityksen omista tekemisistä vaan myös markkinaympäristöstä, jossa yritys toimii: kuinka ”lähellä” se on etäisyydeltään, toimialaltaan ja historialtaan (ajallisesti) muita yrityksiä. Saman toimialan yritysten alueelliseen kasautumiseen liittyvistä eduista käytetään nimitystä lokalisaatioedut. Urbanisaatioeduilla tarkoitetaan kasauman koon ja usein samalla sen monipuolisuuden mukanaan tuomia etuja. Kasautumisetujen taustalla on mm. tiedon lokaaliseen leviämiseen liittyviä etuja ja panosmarkkinoiden tehokkuuteen liittyviä etuja (pidemmälle menevä erikoistuminen, halvemmat panoshinnat), jotka ovat yritykselle ulkoisia, mutta toimialalle tai koko kaupunkialueelle sisäisiä. Jos yritystason tuotantofunktio riippuu sen tavanomaisista itse hankkimista panoksista, kasautumisedut aiheuttavat ylöspäin siirtymiä funktiossa (olettaen Hicks -neutraalisuuden vallitsevan). Kuinka nopeasti tämä tapahtuu voi riippua yrityksen markkinoilla olon ajasta.

Yritys- tai toimipaikkatason tiedot olisivat ideaalisia alueellisten tuottavuuserojen tutkimuksessa kasautumisen etujen arviointi mukaan lukien. Tässä tutkimuksessa käytössä on kuitenkin seutukuntatason aineistoa elinkeinotoiminnan tuotoksesta ja panoskäytöstä sekä toimintaympäristötekijöistä. Jos yritystason panoskäytön lisäksi ilmenee sijaintiin tai kasautumiseen liittyviä etuja, niiden pitäisi ilmetä myös tällä aggregoinnin tasolla.

Käsillä oleva tutkimus on kaksivaiheinen kokonaisuus. Sen aiemmin laaditussa, DEA-menetelmän sovellukseen perustuvassa osassa seutukuntien taloudellista suorituskykyä arvioitiin pääasiassa niiden yrittäjäsektorin jalostusarvoa tuotoksena käyttäen. Panostekijät kuvasivat alueen pääomakantaa, työllisiä, koulutuspohjaa eli tavanomaisia yritysten panostekijöitä. Seutukuntien tuottavuuserot ilman toimintaympäristötekijöiden huomioon ottamista saatiin esille tehokkuuslukuina (0–100 % välillä). Tutkimuksen toisessa osassa, jota tässä artikkelissa pääasiassa raportoidaan, saatuja tehokkuuseroja selitetään toimintaympäristöön liittyvillä sijaintia ja kasautumista mittaavilla tekijöillä sekä T&K-menoilla ekonometrisia menetelmiä käyttäen.

T&K-menoja ei käytetty panostekijänä DEA-menetelmällä seutukuntien tehokkuuseroja arvioitaessa, koska ne eivät ole suoraan jalostusarvoa kasvattava panos. T&K:n vaikutusten ei oleteta ilmenevän myöskään (ainakaan kokonaan) mitatuissa työ-, koulutus- ja pääomapanoksissa. Tässä oletetaan, että alueen T&K-toiminnan kasvaessa todennäköisyys sen yrittäjäsektorin tuottavuutta kohottaviin tuote- tai prosessi-innovaatioihin kasvaa. Sisällytettäessä T&K-menot toisen analyysivaiheen regressiomalleihin selittäjäksi niiden vaikutusten ajatellaan olevan paikallisen julkishyödykkeen kaltaisia. Mikäli alueen T&K-toiminnan edut leviävät kaikkialle, seutukuntatason menoilla ei pitäisi pystyä selittämään seutukuntien tehokkuuseroja (oikein päin). Toisaalta T&K:n vaikutukset voivat toteutua viiveellä välittömän vaikutuksen sijasta.

Artikkeli etenee seuraavasti. Luvussa 2 esitellään parametrista tuotantofunktiotutkimusta ja DEA-menetelmää aluetaloudellisen tehokkuuden arvioinnissa. Siinä kuvataan myös metodin aiemmat aluetaloudelliset sovellukset. Luvussa 3 ovat keskeiset tulokset aiemmasta tutkimuksestamme, joka käsitteli seutukuntien elinkeinotoiminnan tehokkuuseroja. Luvussa 4 esitellään Tobit-mallit ja muuttujat, joita käyttäen tehokkuuseroja selitetään. Luvussa 5 esitellään estimoitujen mallien tulokset. Luvussa 6 tarkastellaan seutukuntien kokonaistuottavuuden muutosta ja sitä selittäviä tekijöitä vuosina 1997–99. Luvussa 7 esitetään yhteenveto tutkimuksesta.

2. Seutukuntien taloudellisen tehokkuuden arviointi

Tehokkuus- (tai tuottavuus-) tutkimuksen kaksi pääsuuntaa ovat ekonometriset (parametriset) tuotantofunktiotutkimukset ja lineaariseen ohjelmointiin perustuvat ei-parametriset menetelmät, joihin kuuluu tämän tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa sovellettava Data Envelopment Analysis (DEA).

2.1. Parametrinen tuotantofunktiotutkimus

Ekonometrisissa tuotantofunktiotutkimuksissa aluetason yksittäistä suoritemuuttujaa, usein arvonlisäystä tai vastaavaa, selitetään alueen resurssiperustaa mittaavilla panosmuuttujilla niin, että funktiomuoto (Cobb-Douglas, CES tms.) on etukäteen valittu. Tutkimusotteen tuloksena saadaan esille keskimääräisiä riippuvuussuhteita (estimoituja parametreja) suoritemuuttujan ja panostekijöiden välillä. Kasautumistekijöiden sekä infrastruktuuritekijöiden vaikutukset oletetaan pääasiassa sellaisiksi, että ne aiheuttavat siirtymiä tuotantofunktiossa. Tästä tutkimusotteesta ja sen tuottamista aluetason tuottavuuseroja koskevista tuloksista saa hyvän kuvan Ebertsin ja McMillenin (1999) katsausartikkelista. Saadut tulokset antavat verraten selvää tukea lokalisaatioetujen ja urbanisaatioetujen olemassaololle. Mukkalan (2003) tutkimus on Suomen seutukunta-aineistolla tehty kolmea teollisuussektoria koskeva parametrinen tuotantofunktiotutkimus, jossa saadaan esille pääasiassa lokalisaatioetuja. Siinä ei tutkita T&K-toiminnan roolia alueellisten tuottavuuserojen selittäjänä.

Uusinta tutkimusta koskeva Rosenthalin ja Strangen (2004) katsaus keskittyy kasautumisetujen taustalla olevien selitystekijöiden (työmarkkinoiden tehokkuus, panosten jakomahdollisuus sekä informaation leviäminen kaupunkialueella) mikrotason empiirisen tutkimuksen tulosten arviointiin ja päätyy siihen, että näiden kaikkien tekijöiden merkitys kasvaa yritysten maantieteellisen, toiminnallisen ja ajallisen etäisyyden pienetessä. Toisin sanoen toimintaympäristö, jossa on paljon eri muodoissaan lähellä olevia yrityksiä synnyttää tuottavuusetua suhteessa pienempiin yrityskeskittymiin tai hajalla oleviin rakenteisiin.

2.2. DEA ja sen tulosten jatkoanalyysi parametrisin menetelmin

Tämä artikkeli perustuu kaksivaiheiseen lähestymistapaan, jonka ensimmäisessä vaiheessa sovellettiin Data Envelopment Analysis (DEA) -menetelmää. DEA on lineaarisen ohjelmoinnin sovellus, eli se on ekonometrisesta lähestymistavasta poiketen ei-parametrinen menetelmä (ks. esim. Cooper et al. 2000). Siinä ei estimoida tilastollisia riippuvuuksia muuttujien

välille. Sitä vastoin menetelmä laskee tuotoksia ja panoksia sisältävän aineiston perusteella teknisesti tehokkaan tuotantorintaman, eli tehokkaimpien yksiköiden muodostaman ”pinnan”. Tälle pinnalle sijoittuvat tehokkaimmat seutukunnat, jotka saavat kunakin vuonna tehokkuusluvun yksi (tai 100 %) ja muiden alueiden tehokkuusluvut olivat sitä alhaisempia mitä tehottomampia – eli mitä kauempana tehokkuusrintamasta – ne ovat.[2]

Tehokkuuslukujen avulla kunkin alueen taloudellista tehokkuutta voidaan arvioida joko panosten käytön tai tuotosten aikaansaannin näkökulmasta. Jos näkökulmana on panosten käyttö, kysytään, paljonko näitä panoksia voitaisiin säästää, jos yksikkö tuottaisi nykyisen tuotosmääränsä täysin tehokkaasti. Vaihtoehtoisesti tarkastelukohteena voi olla tuotoksen määrä. Silloin halutaan tietää, kuinka paljon tuotantoa voitaisiin lisätä nykyisen panoskäytön vallitessa, jos yksikkö olisi täysin tehokas. Tehokkuusrintaman muodon suhteen voidaan olettaa joko vakioskaalatuotot tai muuttuvat skaalatuotot. Vakioskaalatuotto-oletuksella lasketut tehokkuusluvut ovat samat panoksista ja tuotoksista lähdettäessä, mutta muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa tulokset eroavat. Toisaalta muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa tehottomuus voidaan jakaa tekniseen ja skaalatehottomuuteen.

Tutkimuksen empiirisessä osassa tehokkuuseroja arvioidaan kahdessa vaiheessa. Ensin tehdään DEA-analyysejä seutukuntien tehokkuuserojen esille saamiseksi olettaen tehokkuusrintaman muodon suhteen vakioskaalatuotot. Tässä vaiheessa tuotoksen keskeinen mitta on seutukunnan jalostusarvo ja panoksina ovat työ- ja pääomapanoksen mitat. Seuraavassa vaiheessa saatujen tehokkuuslukujen vuosien 1997–99 keskiarvoja selitetään Tobit-mallien avulla. Selittävinä tekijöinä ovat seutukuntien koko sekä tuotannon erikoistumista, sijaintia ja muuta toimintaympäristöä koskevat muuttujat, jotka eivät DEA-vaiheessa olleet panostekijöinä. Erityinen mielenkiinto kohdistuu T&K-panostuksen merkitykseen alueellisten tehokkuuserojen selittäjänä.

DEA-menetelmää sovellettaessa voidaan myös seutukuntien kokonaistuottavuuden muutos laskea ns. Malmquistin indeksin avulla. Tässä tutkimuksessa näin saatua keskimääräistä tuottavuuden vuosimuutosta vuosina 1997–99 selitettiin tavallisten pienimmän neliösumman regressioiden avulla seutukunnan T&K-menoilla sekä toimintaympäristötekijöillä. Seuraavassa tehdään lyhyt katsaus DEA:n aiempiin aluetaloudellisiin sovellutuksiin.

2.3. DEA:n aiempia sovellutuksia aluetalouden tutkimukseen

Data Envelopment Analysis -menetelmää on laajasti sovellettu sellaisten toimintojen arviointiin, joille on tyypillistä moninainen suoritteiden tai tuotteiden kirjo ja useat panokset. Erityisen suosittua menetelmän käyttö on ollut julkisten palvelusektorien toimipaikkojen arvioinnissa (esim. koulut, terveyskeskukset ja sairaalat). Niiden tuotteilla ei ole tyypillisesti markkinahintoja, joten tällaisten monituoteyritysten kaltaisten toimintayksiköiden suoritteita ei ole helppoa aggregoida kokonaistuotannoksi, jota puolestaan voitaisiin selittää ekonometrisilla malleilla.

Aluetaloudellisten suorituskykyerojen tutkimuksessa DEA:n tähänastiset sovellukset ovat lähteneet makronäkökulmasta: tarkaste-

[2] *Todettakoon, että tuotantorintaman voi estimoida myös parametrisesti, mutta tässä on sovellettu DEA-menetelmää.*

lun kohteeksi on otettu koko aluetalous tai jokin sen pääsektori, jota koskevat suorite- ja panosmuuttujat ovat empiirisen sovelluksen perusta. Tällaisia tutkimuksia on eri maissa toistaiseksi julkaistu toistakymmentä. Siinä missä ekonometrisen alueellisen tuotantofunktiotutkimuksen sovelluskohteena painopiste on ollut Yhdysvalloissa, DEA-sovelluksista suuri osa on koskenut Aasian maita, vaikka myös Euroopan maihin liittyviä tutkimuksia on tehty. Kuten seuraavasta yhteenvedosta ilmenee, DEA-sovellukset eivät useimmiten ole olleet puhtaita tuotantofunktio-tutkimuksia. Toisaalta osassa tutkimuksia on arvioitu alueiden tehokkuuserojen lisäksi niiden kokonaistuottavuuden kehitystä, välineenä Malmquistin tuottavuusindeksi.

Charnesin, Cooperin ja Lin (1989) aineisto koostui 28 Kiinan kaupungista ja vuosista 1983 ja 1984. Myös Tong on kahdessa tutkimuksessaan tarkastellut Kiinan alueita, nimittäin maan provinssien kokonaistaloutta (Tong 1997) sekä maaseudun ja pienten kaupunkien yrityksiä (Tong 1996). Bernardin ja Cantnerin (1997) työssä kohteena ovat Ranskan 21 maakuntaa ja ajanjaksona vuodet 1978–1989. Chang, Hwang ja Cheng (1995) soveltavat menetelmää Taiwanin 23 maakunnan kehityksen arviointiin vuosina 1983 ja 1990. Maudos, Pastor ja Serrano (2000) tarkastelevat tehokkuuden ja tuotantorakenteen suhdetta Espanjan alueilla vuosina 1964–93. Kim (1997) käsittelee suhteellisen laajasti kaupunkialueiden tuottavuuden ongelmaa ja sen mittaamista erityisesti DEA:n avulla Korean aineistolla. Stolp (1990) puolestaan pohtii yleisesti DEA:n hyödyllisyyttä kaupunki- ja aluetalouden tutkimukselle.

Muutamat sovellukset käsittelevät maataloutta. Millanin ja Aldazin (1998) kohteena on maatalous Espanjan 17 maakunnassa vuosina 1977–88. Maon ja Koon (1997) tarkastelu kohdistui Kiinan maakuntien maataloussektoriin vuosina 1984–93. Weaverin (1984) varhaisempi tutkimus analysoi maatalouden tehokkuutta USA:ssa.

Monet edellä mainitut kansainväliset artikkelit ovat tutkimuksellisesti antoisia, koska perusmenetelmää ja sen mahdollisuuksia on niissä usein yritetty kehitellä edelleen. Sen sijaan aineisto- ja määritelmäkysymysten saama huomio jättää toivomisen varaa. Tutkimuksen kohteena olevien alueiden lukumäärä on tavallisesti melko pieni, usein parikymmentä eivätkä aineistot aina vaikuta kovin luotettavilta. Useimmiten tietoja ei ole erityisesti pääomapanoksesta ja muutenkin niissä käytetään paljon korvikemuuttujia. Tätä tutkimusta varten on konstruoitu seutukuntien pääomakantatiedot, joten yksi aiempien tutkimusten puute on otettu huomioon. T&K-menot puolestaan on tehokkuuserojen selittäjänä korvikemuuttuja, joka jättää avoimeksi prosessin, jolla niistä seuraa esimerkiksi prosessi- ja tuoteinnovaatioita. Toisaalta, kun esimerkiksi patenttihakemuksia ja myönnettyjä patentteja koskevia tietoja ei ole käytettävissä seutukunnittain useilta vuosilta, on tyydyttävä T&K-menojen vaikutusten tarkasteluun.

3. Seutukuntien elinkeinotoiminnan tehokkuuserot DEA:n tulosten perusteella

Tässä kappaleessa esitellään seutukuntien elinkeinotoiminnan tehokkuuseroista saatuja tuloksia. Niitä kuvaavat tehokkuusluvut ovat peräisin aiemmasta tutkimuksesta (Susiluoto ja Loikkanen 2001), joka käsitteli ajanjaksoa 1988–1999 kohteenaan Manner-Suomen 83

seutukunnan yrittäjäsektori. Seuraavassa esitellään koko tätä ajanjaksoa koskevia tuloksia, vaikka luvun 5 jatkoanalyyseissä hyödynnetään vain vuosien 1997–99 tehokkuuslukuja. Tämä johtuu siitä, että T&K-menoista oli tietoja saatavilla vain 1990-luvun loppupuolelta.

DEA:n sovelluksissa tuotosmuuttujina käytettiin ensisijaisesti seutukuntien vuoden 1995 hintaista arvonlisäystä. Toinen tuotosmuuttuja käsitti ne reaalitulot, jotka työllisille koituvat osallistumisesta tuotantotoimintaan yrittäjätoiminnan työpaikoissa. Panostekijät kuvasivat alueen pääomakantaa, työllisten määrää, koulutuspohjaa sekä julkisen sektorin volyymiä seutukunnan alueella. Seutukuntien aineellinen pääomakanta arvioitiin tutkimusta varten erikseen. DEA-analyysit suoritettiin aiemmassa tutkimuksessa kunkin vuoden aineistolla vuosina 1988–99 viittä erilaista panosten ja tuotosten muodostamaa mallivarianttia soveltaen.[3] Seuraavassa esitettävät DEA-sovellusten tulokset perustuvat näiden viiden mallin antamaan keskimääräiseen kuvaan vuosittain.

Alueiden väliset tehokkuuserot osoittautuivat DEA-sovelluksen mukaan verraten suuriksi. Koko ajanjaksolla 1988–99 kärkeen sijoittui Helsingin seutu tehokkuusluvulla 99,3 % ja viimeiseksi jääneen Torniolaakson vastaava luku oli 67,1 %. Karkeasti ottaen tämä merkitsee, että heikoin alue sai tietyllä resurssimäärällä aikaan noin 30 prosenttia vähemmän tuotosta kuin vahvin. Vaihtoehtoisesti voidaan sanoa, että mikäli heikoin alue olisi ollut yhtä tehokas kuin vahvin alue, sen tuotos olisi voitu saada aikaan 30 % vähemmin voimavaroin.

Kymmenestä kärkialueesta kolme (Helsingin, Tampereen ja Oulun seudut) kuului suurimpiin kaupunkialueisiin, ja kaikki kymmenen väkiluvultaan suurinta seutukuntaa olivat keskimäärää tehokkaampia, joten kokoon näyttää liittyvän kasautumisetuja. Myös useimmat korkeakoulupaikkakunnat olivat keskimääräistä tehokkaampia, vaikka korkeakoulun sijainti alueella ei taannutkaan seutukunnan sijoittumista kärkijoukkoon. Toinen kärjessä näkyvä tekijä oli erikoistuminen, sillä peräti kuusi seutukuntaa kymmenestä tehokkaimmasta oli erikoistunut massa- ja paperiteollisuuteen.

Tehokkaimmat alueet olivat yleensä Vaasan – Kotkan linjan eteläpuolella. Heikoimmat olivat yleensä pieniä, syrjäisiä ja alkutuotantovaltaisia, ja kymmenestä heikoimmasta alueesta vain yksi ylitti väkiluvultaan niukasti alueiden mediaanin. Etelä-pohjoinen -jako näkyy selvästi tuloksissa, mutta kuvassa on kyllä myös mosaiikkimaisuutta, joka osin näyttää jopa lisääntyneen.

Seutukuntien väliset tehokkuuserot kasvoivat tutkimusajanjaksolla. Vuosina 1988–90 vahvimman ja heikoimman alueen ero oli noin 30 prosenttia, mutta vuosina 1996–99 jo noin 40 prosenttia. Laman aikana heikoimmat alueet putosivat kärkeen nähden, ja 1990-luvun loppupuolella muutama vahvin seutukunta irrottautui muista alueista.

4. Seutukuntien tehokkuuserojen selittäminen tilastollisten mallien avulla

Tässä luvussa esitellään seutukuntien tehokkuuseroja selittävän empiirisen analyysin muuttujat, tutkimusaineiston rakenne ja tilastollises-

[3] *Työllisten reaalitulot ja julkisen toiminnan volyymi olivat mukana vain yhdessä mallivariantissa viidestä. Edellinen on osa jalostusarvoa, ja liittyy tavallaan funktionaaliseen tulonjakoon. Jälkimmäinenkin on tavallaan toimintaympäristötekijä. Molemmat olisi myös voitu ottaa mukaan tarkasteluun vasta analyysin toisessa vaiheessa.*

sa analyysissä sovellettavat mallit. Lopuksi esitellään erityyppisillä malleilla saadut tulokset.

4.1. Selitettävä muuttuja ja käytetyt tilastolliset mallit

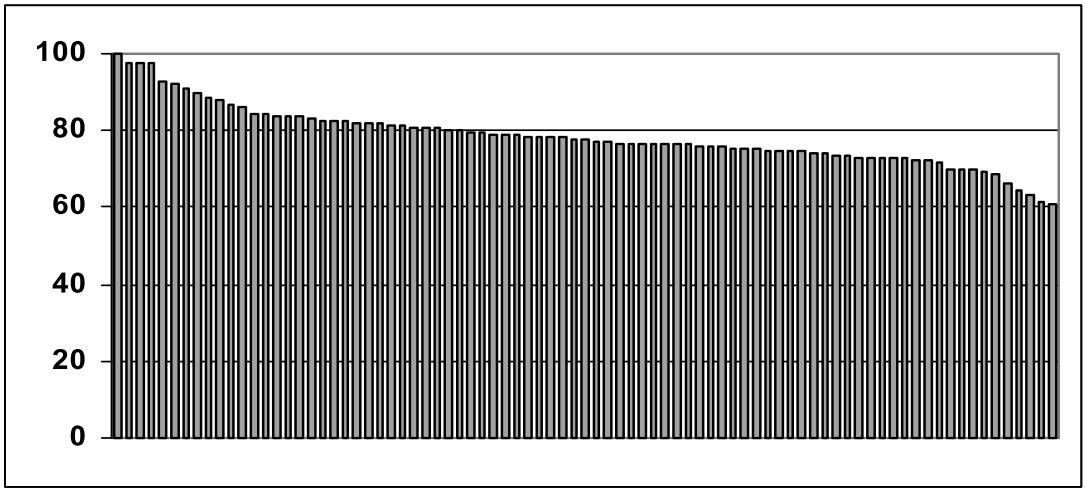
Luvussa 3 raportoitiin seutukuntien tehokkuuseroja koskevia tuloksia, jotka ilmenivät tehokkuuslukujen eroina. Kun yhtä (viidestä) DEA-mallin varianttia sovellettiin jonain poikkileikkausvuotena, yleensä useampi kuin yksi seutukunta sijoittui tehokkuusrintamalle ja sai näin ollen tehokkuusluvun arvoksi yksi (100 %). Viittä eri varianttia sovellettaessa tehokkuusrintamalle sijoittuvien seutukuntien lukumäärä ja koostumus ei välttämättä säilynyt samana. Näin ollen viiden eri mallin antamien tehokkuuslukujen keskiarvo oli korkeimmillaankin edelleen yksi, mutta oli hyvin harvinaista, että joku seutukunta oli tehokkuusrintamalla ja sai tehokkuusluvun yksi kaikkien viiden mallin tulosten perusteella. Koska kaikissa seutukunnissa oli resursseja käytössä (positiiviset panokset) ja myös suoritemuuttujien arvot olivat positiivisia, tehokkuusluku ei voinut olla nolla. Näin ollen tehokkuusluvun arvot vaihtelivat välillä (0, 1] tai prosenteissa ilmaistuna välillä (0, 100] eli kyseessä on vaihteluväliltään rajoitettu muuttuja. Tämä ilmenee kuviosta 1, jossa seutukunnat ovat ”paremmuusjärjestyksessä” vuosien 1997–1999 keskimääräisen tehokkuusluvun perusteella.

Seuraavissa tilastollisissa malleissa seutukuntien yrittäjätoiminnan suorituskykyä kuvaavan tehokkuusluvun sijasta selitettäväksi muuttujaksi (Y) otetaan tehottomuusluku, joka määritellään (prosenttimuodossa) seuraavasti

Tehottomuusluku Y = 100 – tehokkuusluku.

Jos seutukunta on DEA-vertailussa suhteellisesti täysin tehokas se saa tehottomuusluvun arvon nolla. Mitä alemmaksi suhteellinen tehokkuus laskee, sitä korkeammaksi nousee tehottomuus. Tehottomuusluku Y:n vaihteluväli on [0, 100). Vuosien 1997–1999 seutukun-

Kuvio 1. Seutukunnat niiden keskimääräisen tehokkuusluvun mukaan järjestettynä vuosina 1997–1999.



tien alhaisin keskimääräinen (yli mallien ja vuosien) tehokkuusluku oli noin 61 % eli vastaava tehottomuusluku oli 39 %. Tämä merkitsee karkeasti ottaen sitä, että tehottomimman seutukunnan yrittäjäsektori tuotti resursseillaan 61 prosenttia tuotoksesta, jonka täysin tehokas alue olisi saanut niillä aikaan.

Tehottomuuslukuja on DEA-analyysien tuloksena jokaiselle seutukunnalle kultakin vuodelta viisi, koska mallivariantteja oli viisi. Nämä tulokset muodostavat tehottomuuslukujen seutukuntakohtaisen aikasarja-aineiston, jonka havaintoja voidaan merkitä symbolilla Y_{it}^{k}, missä i on seutukunnan numero (i = 1,…, 83), t on vuosi (t = 1997–99) ja k viittaa DEA-mallin varianttiin (k = 1,…,5) siten, että yläindeksitön Y_{it} viittaa viiden mallin tehottomuuslukujen keskiarvoon vuonna t. Symbolilla Y_i merkitään seutukunnan i keskimääräistä tehottomuuslukua viiden mallin valossa keskimäärin koko tarkasteluajanjaksona 1997–99.

Keskimääräistä tehottomuutta (Y_{it}) selittäviä Tobit-malleja estimoitiin ottaen selitettävän muuttujan rajoitettu luonne huomioon. Kun osoittautui, että tehottomuuden ylärajoitteella (100 % tehottomuus on maksimi) ei ole mitään vaikutusta tuloksiin, raportoitavat mallit ovat seuraavan tyyppisiä, vain alhaalta rajoitettuja malleja.

Tobit-mallin taustalla on oletus latentin muuttujan Y* olemassaolosta siten, että

$$Y^* = \mathrm{b}'X + U,$$

missä X on selittävien muuttujien vektori ja virhetermi U on $N(0,\sigma^2)$ jakautunut ehdolla X. Latentti muuttuja Y^* voidaan sovelluksessamme ajatella seutukunnan alttiudeksi olla tehoton. Latentti muuttuja Y^* havaitaan jos $Y^* > 0$. Merkitään todellista selitettävää muuttujaa eli tehottomuuslukua symbolilla Y, jolloin selitettävä muuttuja ja samalla Tobit-malli voidaan määritellä seuraavasti

$$Y = \max(0, Y^*)$$

Vuosittaisista poikkileikkausaineistoista Tobit-mallin parametrit b' voidaan estimoida suurimman uskottavuuden (maximum likelihood) menetelmällä.

Kolmen vuoden havainnot eivät muodosta hyvää pohjaa seutukuntien aikasarja-aineiston hyödyntämiseksi. Kiinteiden vaikutusten (fixed effects) malliin ei voi sisällyttää lainkaan ajassa vakiona pysyviä muuttujia (kuten sijaintitekijät) ja muissakin muuttujissa on vain vähän variaatiota yli ajan. Tämän mallityypin tuloksia ei raportoida tässä lainkaan.[4] Tutkimusaineiston aikasarjaluonnetta hyödynnetään estimoimalla satunnaisten vaikutusten Tobit-paneelimalleja ottaen huomioon, että tehottomuus on alhaalta nollaan rajoitettu. Tällainen malli voidaan määritellä seuraavasti:

$$Y_{it}^* = \mathrm{b}'\, X_{it} + V_{it} + U_i$$

$$Y_{it} = \max\,[0,\, Y_{it}^*],$$

missä Y_{it}^* on latentin muuttujan arvo havainnolle i vuonna t ja se riippuu lineaarisesti selittävistä muuttujista (X-vektori) sekä havainto- ja vuosikohtaisesti määritellystä virhetermistä V_{it} ($\sim N(0,\sigma^2)$ sekä havaintokohtaisesta virhetermistä U_i($\sim N(\mu,\eta^2)$).

[4] *Myöskään tilastolliset testit (Hausman, Breusch-Pagan) eivät tukeneet kiinteiden vaikutusten Tobit-mallien käyttöä, ja kun myös alustavat fixed effects-mallit antoivat epäuskottavia tuloksia, päätettiin estimoinnit suorittaa satunnaisvaikutusmalleilla.*

4.2. Seutukuntien tehottomuutta ja tuottavuuskehitystä selittävät muuttujat

Seutukuntien yrittäjätoiminnan tehottomuuslukujen selittäjinä käytetään seuraavia muuttujia.

Seutukunnan *väkiluku* mittaa alueelliseen kasautumiseen liittyviä urbanisaatioetuja. Mitä suurempi alue on, sitä tehokkaammin sen talouden voidaan yleisesti odottaa toimivan.

Seutukunnan tuotannon erikoistumisastetta mitataan Herfindahlin indeksillä:

$$H = \sum p_i^2,$$

missä luvut p_i ovat eri sektorien osuuksia seutukunnan yrittäjätoiminnan arvonlisäyksestä.

Herfindahlin indeksi H on skaalattu niin, että sen maksimi on 100 ja teoreettinen minimi noin 2,6 (100/n, missä n = sektorien lukumäärä, tässä 35). Mitä suurempi H on, sitä erikoistuneempi on seutukunta. Jos erikoistumisesta on tehokkuushyötyä, se on tyypiltään lokalisaatioetua eli seurausta määrättyjen sektorien suuresta suhteellisesta koosta alueella.

Etäisyystekijä kuvaa seutukunnan taloudellisen sijainnin syrjäisyyttä kotimaassa. Sitä kuvaava indeksi on saatu laskemalla painotettu keskiarvo seutukunnan etäisyydestä maanteitse kaikkiin muihin seutukuntiin, painoina päätealueiden arvonlisäykset kunakin vuonna. Mitä suurempi etäisyysindeksin arvo on, sitä kauempana maan taloudellisista keskuksista seutukunta sijaitsee.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan menojen vaikutukset ovat tämän tutkimuksen keskeinen mielenkiinnon kohde. Tässä kyseessä olevat menot sisältävät talouden kaikkien sektorien yhteenlasketut T&K-menot asukasta kohden. Näitä Tilastokeskuksen tuottamia tietoja oli saatavissa vuodesta 1995, sekä vuodesta 1997 alkaen vuosittain. Eri malleissa sovelletaan kolmea vaihtoehtoista indikaattoria, jotka ovat:

– keskimääräiset T&K-menot asukasta kohden vuodesta 1995 alkaen ko. vuoteen saakka
– ko. vuoden ja edellisen havainnon keskiarvo, sekä
– koko periodin 1995–1999 keskiarvo

Useamman vuoden keskiarvojen testausta voi perustella sillä, että T&K-menot eivät ole suoranainen tuotannontekijä, vaan niiden välityksellä alueelle voi aikanaan syntyä korkean tuottavuuden investointeja. Nämä investoinnit eivät välttämättä heijastu mitattuun pääomakannan arvoon. Toisaalta T&K-toiminnan laajuus voi myös ilmentää työvoiman korkeaa tuottavuutta innovatiivisessa ympäristössä ja tämäkään ei välttämättä näy työvoiman edes koulutusryhmittäisissä panosmitoissa, joita pääomakannan rinnalla käytettiin DEA-vaiheen analyyseissä.

Tobit-mallien yhteydessä testataan myös lisämuuttujia, jotka voidaan nähdä työvoiman koulutusmuuttujan (DEA-vaiheessa mukana) tai T&K-panoksen kanssa vaihtoehtoisina (tai täydentävinä) muuttujina.

Inhimillisen pääoman indeksi on peräisin Huovarin, Kangasharjun ja Alasen (2001) tutkimuksesta, ja sen keskimääräinen arvo eri alueilla on 100. Se koostuu viidestä osatekijästä, jotka ovat työikäisten määrä, työhönosallistumisaste, opiskelijoiden määrä, tekniikan opiskelijoiden määrä sekä korkea-asteen tutkintojen määrä. Indeksin korkean arvon oletetaan pienentävän tehottomuutta.

Teollisuuden *huipputeknologia-alat* (prosentteina arvonlisäyksestä) on määritelty

Taulukko 1. Tehottomuutta selittävät tekijät vuosina 1997, 1998 ja 1999, kolme Tobit-mallia.[5]

	Vuosittaiset aineistot					
	1997		1998		1999	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
Väkiluku, 1000 as.	–0,011	–2,00				
Erikoistumisaste (0–100)	–0,651	–5,08	–0,820	–5,51	–0,714	–4,28
Etäisyystekijä, km	0,032	7,49	0,021	4,56	0,023	5,53
Inhimillinen pääoma			–0,111	–2,05		
T&K-menot, 100 €/as	*–0,401*	*–1,59*	*–0,651*	*–2,11*	*–1,240*	*–5,53*
Vakiotermi	18,301	8,93	32,379	6,61	25,166	9,94
N	83		83		83	

OECD:n suositusten mukaisesti, korkean teknologian palvelujen määrittelyssä on puolestaan käytetty kotimaisten asiantuntijoiden näkemyksiä. *Korkean teknologian alat* käsittävät sekä teollisuuden huipputeknologian että korkean teknologian palvelut. Huippu- ja korkean teknologian määrä riippuu vahvasti tutkimusja kehittämispanoksesta, joten T&K-toiminta on luontevaa nähdä teknologiatuotannon taustatekijänä.

Yliopiston tai korkeakoulun vaikutusta sijaintikunnan tehokkuuteen testataan kolmella tavalla: yliopistoa kuvaavalla dummymuuttujalla (1 = alueella on yliopisto, 0 = ei ole), sekä yliopisto-opiskelijoiden ja yliopisto- ja ammattikorkeakouluopiskelijoiden osuuksilla seutukunnan väestöstä.

Alustavissa laskelmissa selittäjänä käytettiin myös tiettyjen *"modernien" erityisalojen* osuuksia yksityisen sektorin arvonlisäyksestä. Tällaisia aloja olivat sähkötekninen ja optinen teollisuus, liike-elämän palvelut ja tutkimustoiminta, posti ja teleliikenne sekä ilmaliikenne, mutta näiden toimialojen volyymi ei erillisenä muuttujana systemaattisesti selittänyt tehokkuusvaihteluita.

Yllä esiteltyjä muuttujia käytetään myös luvussa 6, missä selitettävänä muuttujana on keskimääräinen Malmqvistin indeksillä mitattu tuottavuuskehitys vuosina 1997–99.

5. Tehottomuuden taustatekijät Tobit-mallien valossa 1997–1999

Tehottomuutta selittäviä Tobit-malleja estimoidaan ensin erikseen vuosien 1997, 1998 ja 1999 poikkileikkausaineistoilla (taulukko 1), minkä jälkeen aineistot yhdistetään ja menetelmää sovelletaan paneeliaineistoon 1997–99 (taulukko 2). Lisäksi arvioidaan tulosten riippuvuutta siitä, miten seutukuntien tutkimus- ja kehitysmenoja henkeä kohden mitataan (taulukko 3).

Liikkeelle lähdetään kussakin tapauksessa luvun 4 kuvaamasta laajemmasta joukosta tehottomuuden selittäjiä. Kun tilastollisesti merkityksettömät selittäjät karsitaan yksitellen pois, päädytään seuraaviin tuloksiin.

Taulukosta 1 nähdään, että tilastollisesti parhaiten toimivien mallien rakenne vaihtelee

[5] *Taulukoiden 1–3 t-arvot ovat asymptoottisia.*

Taulukko 2. Tehottomuutta selittävät tekijät neljän Tobit-satunnaisvaikutusmallin mukaan paneeliaineistossa 1997–99.

	a) Selittäjät laajimmin mukana		b) Yliopisto ja inh. pääoma pl.		c) Myös väkiluku pl.		d) Myös korkea teknologia pl.	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
Väkiluku, 1000 as.	–0,004	–1,20	–0,004	–1,23				
Erikoistumisaste	–0,817	–8,11	–0,834	–8,05	–0,831	–8,17	–0,829	–8,25
Etäisyystekijä, km	0,025	7,84	0,026	7,87	0,026	8,12	0,026	8,37
Yliopisto alueella	2,334	1,05						
Inhimillinen pääoma	–0,052	–0,91						
Korkean teknologian osuus tuotannosta, %	*–0,676*	*–3,24*	*–0,652*	*–2,68*	*–0,670*	*–2,95*		
T&K-menot, 100 €/as.	*–0,568*	*–2,17*	*–0,615*	*–2,65*	*–0,673*	*–3,22*	*–1,075*	*–6,22*
Vakiotermi	27,567	5,87	23,637	13,66	23,446	13,78	22,885	14,02
Dummy 1999	2,213	4,75	2,226	4,77	2,238	4,81	2,339	5,07
Havaintoja yhteensä	249		249		249		249	

eri vuosina. Kuitenkin tietyt piirteet ovat yhteisiä kaikille vuosille. Mitä erikoistuneempi aluetalous yleisesti ottaen on, sitä tehokkaammin yksityinen sektori toimii (tehottomuus laskee, joten kerroin on negatiivinen). Mitä kauempana alue on talouden keskuksista, sitä alhaisempi on tehokkuus, eli tehottomuus kasvaa. Kolmas tilastollisesti merkitsevä tekijä on T&K-menot: mitä enemmän panostetaan, sitä korkeampi on tehokkuus.

T&K-menojen selittävyys kasvaa johdonmukaisesti vuodesta 1997 vuoteen 1999. Tämä johtunee käytettävissä olevasta aineistosta ja muuttujien sisällöstä. Kullekin vuodelle 1997–1999 on selittäjänä käytetty keskimääräisiä per capita-menoja ko. vuoteen saakka. Näin vuoden 1999 T&K-selittäjä sisältää neljän vuoden (1995 sekä 1997–99) keskiarvotiedot ja on luotettavampi kuin vuoden 1997 selittäjä (vain 1995 ja 1997 keskiarvo), mikä tekee tuloksen ymmärrettäväksi. Kuitenkin kaikissa kolmessa tapauksessa tulos on selkeästi odotetun suuntainen.

Taulukon 1 malleissa selittäjistä seutukuntien väkiluku sekä inhimillisen pääoman indikaattori toimivat odotusten suuntaisesti, mutta niiden kertoimet olivat vain osassa tapauksia tilastollisesti merkitseviä. Näistä malleista karsiutuivat yliopiston sijainti alueella sekä opiskelijoiden määrä ensimmäisinä. Muuttujia karsittaessa T&K-menojen vaikutukset kasvoivat vuoden 1997 aineistossa vähitellen, vaikka eivät tulleet tilastollisesti merkitseviksi. Vuosina 1998 ja 1999 T&K-menojen kertoimet olivat alusta saakka odotetun suuntaisia ja tilastollisesti merkitseviä, ja vuoden 1999 aineistossa niiden rooli vielä huomattavasti vahvistui muuttujia karsittaessa.

Seuraavaksi siirrytään paneelitarkasteluun, jossa vuodet 1997–99 on yhdistetty samaan aineistoon. Tehottomuuseroja selittävissä Tobit-satunnaisvaikutusmallien estimoinneissa lähdetään liikkeelle Taulukon 2 mallista a), jossa on vielä mukana ennalta ajatellen tärkeitä, mutta selitysvoimaltaan heikoksi jääviä tai odotusten

Taulukko 3. Tutkimus- ja kehitysmenojen mittaamistavan vaikutus tuloksiin, kolmen Tobit-satunnaisvaikutusten mallin paneeliestimoinnin tuloksia.

	b) Yliopisto ja inh. pääoma pl.		c) Myös väkiluku pl.		d) Myös korkea teknologia pl.	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
T&K-menojen mittari (100 €/as.):						
– 1995-ko.vuoteen saakka	–0,615	–2,65	–0,673	–3,22	–1,075	–6,22
– edellinen ja ko. vuosi keskimäärin	–0,638	–3,13	–0,708	–3,34	–0,970	–5,14
– vuodet 1995–1999 keskimäärin	–0,360	–1,20	–0,513	–2,26	–0,916	–6,61

vastaisesti toimivia muuttujia. Tätä seuraavat mallit b)–d) toimivat paremmin. Niissä tilastollisesti merkityksettömiä muuttujia on karsittu vaiheittain.

Yliopiston sijainti alueella (tai eri tavoin mitattu opiskelijoiden määrä) ei tässäkään toiminut odotetusti, kuten ei inhimillisen pääoman indikaattorikaan.

On tulkintakysymys, mitä malleista b)–d) pitää ”parhaana”. Niiden kertoimet ovat odotetun suuntaisia. Toisaalta pelkästään erikoistumisen, etäisyystekijän ja T&K-menot sisältävä malli d) toimi jokseenkin yhtä hyvin kuin laajemmat vaihtoehdot. Yksinkertaisimpana muotoiluna tämä on ehkä tyydyttävin.

Taulukko 2 perustuu suhteellisen moniin estimointikokeiluihin, joissa ilmeni mm. että ”moderneiksi” arvioitujen toimialojen osuus (ks. luku 4) vaihtoehtona T&K-menoille toimi malleissa T&K-panostusta huonommin ja se jätettiin pois jatkotarkasteluista.

Myös teollisen huipputeknologian ja korkean teknologian palvelujen tuotanto-osuuksien toimivuutta kokeiltiin eri tavoin. Näiden oletettiin vaikuttavan tehokkuuteen 2–3 vuoden viiveellä. Koska korkea teknologia on selittäjänä tavallaan rinnakkainen T&K-menoille, estimoitiin kuitenkin lopuksi malli, jossa vain T&K-menot ovat mukana. Pidetäänhän teknologia-alojen tuotanto-osuutta yllä tutkimus- ja kehitystoiminnalla, joka näin lienee ensisijainen selittäjä. Vuosittaisista dummyista merkitseväksi osoittautui 1999, joka on selityksissä mukana.

Voidaan vielä kysyä, missä määrin tutkimus- ja kehitysmenojen mittaamistapa vaikuttaa tämän muuttujan tilastolliseen selityskykyyn. Taulukossa 3 T&K-menoja on mitattu kolmella vaihtoehtoisella tavalla ja malleja b)–d) soveltaen.

Tulokset eivät ratkaisevasti riipu siitä, miten T&K-menoja mitataan, ja yhtä mallivarianttia lukuun ottamatta kaikki kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä.

Taulukon 3 mukaan 100 euron pysyvä lisäys vuotuisissa asukasta kohti lasketuissa tutkimus- ja kehittämismenoissa kohottaisi seutukunnan yrittäjäsektorin suhteellista taloudellista tehokkuutta noin 0,5–1 pisteellä. Tehokkuutta on mitattu asteikolla 0–100 niin, että käytännössä kaikki seutukunnat sijoittuvat välille 60–100 ja kolme neljäsosaa niistä asettuu välille 75–90. Näin ollen jo muutaman tehokkuuspisteen suuruinen muutos saattaa siirtää seutukunnan suhteellista asemaa selvästikin muihin alueisiin nähden, joten estimoitu vaikutus ei ole aivan vähäinen.

Taulukko 4. Seutukuntien kokonaistuottavuuskehityksen selittäminen. Tuottavuuden vuosimuutos keskimäärin 1996–1999, prosenttia, pns-regressiot.

	a) Väestö ja koulutus ml.		b) Väestö ja koulutus pl.	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
Väkiluku, 1000 as.	–0,003	–1,84		
Väestön koulutustaso	0,024	1,10		
Tehottomuuden taso (0–100)	–0,116	–2,50	–0,109	–2,29
Korkean teknologian osuus tuotannosta, %	*0,404*	*2,54*	*0,395*	*3,80*
T&K-menot, 100 €/as.	*0,268*	*1,65*	*0,326*	*2,43*
Vakiotermi	–6,807	–1,21	–0,553	–0,45
Havaintoja	83		83	
R^2	0,589		0,581	

6. Kokonaistuottavuus

DEA-menetelmää sovellettaessa seutukuntien kokonaistuottavuuden muutos voidaan laskea ns. Malmquistin indeksin avulla (ks. Cooper et al. (2000)). Seuraavassa käytetään pns-regressiota, jossa selitettävänä muuttujana on kolmen vuoden ajanjakson yhteenlaskettu tuottavuuden muutos.

Kokonaistuottavuuden selittämisessä joudutaan tyytymään yksinkertaisiin muotoiluihin; sopivien selittäjien löytäminen on hankalaa, koska alueellista tilastoaineistoa on niukalti. Esimerkiksi seutukuntien kokonaisinvestoinneista ei tietoja ollut käytettävissä.

Alueen koko näyttää alustavan mallin a) mukaan olevan käänteisessä yhteydessä tuottavuuskasvuun, ja koulutustasolla olisi siinä tilastollisesti heikko yhteys, mutta kumpikaan tekijä ei ole tilastollisesti merkitsevä. Jätettäessä heikommin toimiva koulutus pois myös väestön selitysvoima heikkeni, joten molemmat pudotettiin pois jatkosta.

Mallissa b) on mukana kaksi teknologiaan liittyvää muuttujaa, korkean teknologian osuus ja T&K-menot, sekä lisäksi taloudellisen tehottomuuden alkuperäinen taso. Viimeksimainitun voidaan ajatella kuvaavan tuottavuuserojen tasoittumista tai erojen kasvua alueiden välillä, kolmen vuoden lyhyellä tarkasteluajanjaksolla. Tältä osin kehitys viittaa seutukuntien välisten erojen kasvuun laman jälkeisellä periodilla; mitä korkeampi tehottomuuden taso oli, sitä hitaampi oli tuottavuuskasvu. Myös molemmat teknologiaan liittyvät tekijät toimivat odotetusti; mitä suuremmat T&K-menot ja mitä enemmän korkean teknologian tuotantoa, sitä suurempi tuottavuuskasvu. Alueen sijainti (etäisyysindikaattori), yliopistotekijä tai inhimillisen pääoman määrä eivät toimineet tuottavuuskehitystä selitettäessä.

7. Yhteenvetoa

Tutkimuksen päämielenkiinto liittyi tutkimus- ja kehittämismenoihin seutukuntien tehokkuuserojen selittäjänä. T&K-panoksen lisäksi tarkasteltiin alueiden koon, sijainnin sekä erilaisten rakennetekijöiden vaikutusta tehokkuuteen. Tutkimus kohdistui pääosin vuosiin

1997–99. Lisäksi tarkasteltiin lyhyesti seutukuntien kokonaistuottavuuden kehitystä selittäviä tekijöitä.

Tutkimus perustuu menetelmällisesti kaksivaiheiseen lähestymistapaan. Työn ensimmäisessä vaiheessa Manner-Suomen seutukuntien yrittäjäsektorin taloudellisia tehokkuuseroja arvioitiin DEA-menetelmää käyttäen. Tämän avulla saadut tehokkuusluvut muutettiin tehottomuusluvuiksi ja niitä selitettiin ekonometristen Tobit-mallien avulla sellaisilla muuttujilla, jotka eivät olleet ensimmäisessä vaiheessa panostekijöinä.

Tulosten mukaan T&K-menojen tasolla henkeä kohti oli selvä positiivinen yhteys seutukunnan yrittäjätoiminnan taloudelliseen tehokkuuteen. T&K-menojen selityskertoimet olivat käytetyissä malleissa tilastollisesti merkitseviä, ja sadan euron pysyvään lisäykseen näissä menoissa liittyi noin 0,5–1 pisteen nousu seutukunnan yrittäjäsektorin tehokkuusluvussa (lasku tehottomuusluvussa). Mediaanialueen taloudellinen tehokkuus oli 75–80 prosenttia, joten sadan euron pysyvä panostus T&K-menoihin asukasta kohden toisi mukanaan noin yhtä prosenttia korkeamman arvonlisäyksen vuotta kohden.

Panostaminen T&K-menoihin vaikuttaa tulosten mukaan jossain määrin myös seutukuntien suhteelliseen tehokkuusjärjestykseen. Toisaalta on muistettava, että tyypillisen seutukunnan T&K-menot olivat vuosina 1997–99 vain noin 250 € asukasta kohden vuodessa. Näin ollen jo pienehkö kyseisten menojen lisäys alueella voi olla suhteellisesti verraten suuri muutos.

T&K-menojen lisäksi aluetalouksien tuotantorakenteen erikoistuminen (lokalisaatioedut) lisäsi tehokkuutta hyvin selvästi, mutta väkiluvun (urbanisaatioedut) vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Seutukunnan sijainti oli tehokkuudelle tärkeä; mitä kauempana alue oli kotimaan taloudellisista keskuksista, sitä alhaisemmaksi tehokkuusluku jäi. Korkean teknologian tuotannon osuudella oli selvä yhteys alueen tehokkuuteen, mutta yllättäen yliopiston sijainti alueella tai inhimillisen pääoman määrä eivät selittäneet suorituskyvyn vaihteluja.

Seutukuntien kokonaistuottavuuden muutokset laskettiin ns. Malmquistin menetelmällä ja niitä selitettiin yksinkertaisten regressioiden avulla. Tulosten mukaan korkean teknologian tuotanto sekä T&K-menot lisäsivät seutukuntien tuottavuuskasvua merkitsevästi vuosina 1997–1999. Toisaalta tuottavuuskehitys oli sitä heikompi, mitä alhaisempi oli seutukunnan alkuperäinen tehokkuustaso. Viimeksi mainittu seikka viittaa alueiden välisten suorituskykyerojen kasvuun mainittuna ajanjaksona. □

Kirjallisuus:

Banker, R. D., A. Charnes, ja W. Cooper (1984): "Some models of estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis." *Management Science*, Vol. 9, No. 9, s. 1078–1092.

Bernard, J. ja U. Cantner (1997): *French Regional Performance and Variety. A Non-Parametric Frontier Approach*. Paper Presented at the 37th Congress of the European Regional Science Association, Rome.

Chang, P., S. Hwang. ja W. Cheng (1995): "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Achievement and Change of Regional Development in Taiwan." *Journal of Environmental Management*, Vol. 43, s. 49–66.

Charnes, A., W. Cooper ja E. Rhodes (1978): "Measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, s. 429–444.

Charnes, A., W. Cooper ja S. Li (1989): "Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Efficiency in the Economic Performance of Chinese Cities." *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 23, No. 6, s. 325–344.

Cooper, W., L. Seiford ja K. Tone (2000): *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers.

Eberts, R. ja D. Mc Millen (1999): "Agglimeration Economies and Urban Public Infrastructure." Teoksessa Cheshire P. ja E. S. Mills (toim.): *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 3, Applied Urban Economics. North-Holland.

Farrell, M. J. (1957): "Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, s. 253–281.

Färe, R., S. Grosskopf ja C. Lovell (1985): *The Measurement of Efficiency of Production*. Boston. Kluwer-Nijhoff.

Huovari, J., A. Kangasharju ja A. Alanen (2001): *Alueiden kilpailukyky*. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja no. 176, Helsinki.

Kim, S. (1997): *Productivity of Cities*. Ashgate Publishing Ltd.

Loikkanen, H. A. ja I. Susiluoto (2002): *An Evaluation of Economic Efficiency of Finnish Regions by DEA and Tobit Models*. Paper presented at the 42st Congress of the European Regional Science Association, Dortmund, Germany.

Mao, W. ja W. Koo (1997): "Productivity Growth, Technological Progress, and Efficiency Change in Chinese Agriculture after Rural Economic Reforms: A DEA Approach." *China Economic Review*, Vol. 8. No. 2, s. 157–174.

Maudos, J., J. Pastor ja L. Serrano (2000): "Efficiency and Productive Specialisation: An Application to the Spanish Regions." *Regional Studies*, Vol. 34, 9, s. 829–842.

Millan, J. ja N. Aldaz (1998): "Agricultural Productivity of the Spanish Regions: A Non-Parametric Malmquist Analysis." *Applied Economics*, Vol. 30, s. 875–884.

Mukkala, K. (2003): *Agglomeration Economies in the Finnish Manufacturing Sector*. European Regional Science Associationin 43. kokouksessa Jyväskylässä esitetty paperi.

Rosenthal, S. ja Strangen,W. (2004): "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies." Teoksessa Henderson V. ja J. F. Thisse (toim.): *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4, Cities and Geography. North-Holland.

Seiford, L. M. ja R. Thrall (1990): "Recent Developments in DEA." *Journal of Econometrics*, Vol. 46, s. 7–38.

Stolp, C. (1990): "Strengths and weaknesses of data envelopment analysis: an urban and regional perspective." *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 14, No. 2, s. 103–116.

Susiluoto, I. ja H. A. Loikkanen (2001): *Seutukuntien taloudellinen tehokkuus 1988–1999*. Helsingin kaupungin tietokeskuksen tutkimuksia 2001:11.

Tong, C. (1996): "Industrial Production Efficiency and its Spatial Disparity among the TVEs of China: A DEA Analysis." *Singapore Economic Review*, Vol. 41, No. 1, s. 85–101.

Tong, C. (1997): "China's Spatial Disparity within the Context of Industrial Production Efficiency: A Macro Study By the Data Envelopment Analysis (DEA) System." *Asian Economic Journal*, Vol. 11, No. 21, s. 207–217.

Weaver, R. (1984): "Multiple Input, Multiple Output Production Choices and Technology in the U.S. Wheat Region." *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 65, s. 45–56.