



HELSINGIN KAUPUNGIN TIETOKESKUKSEN

**verkkojulkaisu**

**2004**

**14**

Heikki A. Loikkanen & Ilkka Susiluoto

**Tutkimus- ja kehittämismenojen  
vaikutus seutukuntien  
taloudelliseen suorituskykyyn  
1997–1999**

**Verkkojulkaisu**

**ISSN 1458-5707**

**ISBN 952-473-302-1**

**LISÄTIETOJA**

Ilkka Susiluoto

Puh. 09-169 3688

[ilkka.susiluoto@hel.fi](mailto:ilkka.susiluoto@hel.fi)

## Sisällys

<b>1. Johdanto</b>	3
<b>2. DEA-menetelmä seutukuntien taloudellisen tehokkuuden arvioinnissa</b>	5
2.1. Data Envelopment Analysis-menetelmän perusidean esittely	5
2.2. DEA:n aiempia sovelluksia aluetalouden tutkimukseen	7
2.3. Tutkimusaineistosta ja DEA-analyysin tuloksista	8
<b>3. Seutukuntien tehokkuuserojen selittäminen tilastollisten mallien avulla</b>	10
3.1. Selitettävä muuttuja ja käytetyt tilastolliset mallit	11
3.2. Seutukuntien tehottomuutta selittävät muuttujat	13
<b>4. Tuloksia: tehottomuuden ja tuottavuuden taustatekijät</b>	15
4.1. Pienimmän neliösumman regressiomalleja vuosille 1997-1999	15
4.2. Tehottomuuden taustatekijät Tobit-mallien valossa 1997-1999	15
<b>5. Kokonaistuottavuuden ja patenttitiheyden selittäminen</b>	19
5.1. Kokonaistuottavuus	19
5.2. Seutukuntien patentit 1995-1999	21
<b>6. Yhteenveto</b>	22
<b>Lähteet</b>	24

## **Kuvioluettelo:**

Kaavio 1: Tehokkuusrintama vakioskaalatuottojen (CRS) ja muuttuvien skaalatuottojen (VRS) oletuksilla

Kuvio 2.1.: Seutukunnat niiden keskimääräisen tehokkuusluvun mukaan järjestettynä vuosina 1997-1999

## **Taulukkoluetelo:**

Taulukko 4.1: Tehottomuutta selittävät tekijät vuosina 1997, 1998 ja 1999, kolme Tobit-mallia

Taulukko 4.2: Tehottomuutta selittävät tekijät neljän Tobit-satunnaisvaikutusmallin mukaan paneelidatassa 1997-99

Taulukko 4.3: Tutkimus- ja kehitysmenojen mittaamistavan vaikutus tuloksiin, kolme Tobit-satunnaisvaikutuspaneelia

Taulukko 5.1: Seutukuntien kokonaistuottavuuskehityksen selittäminen pns- regressiomallien avulla. Tuottavuuden vuosimuutos keskimäärin 1996-1999, prosenttia.

Taulukko 5.2. Seutukuntien tuottavuuden vuosimuutoksen selittäminen. Muutos prosentteina edellisestä vuodesta, vuodet 1997-1999.

Taulukko 5.3: Seutukuntien patentti-indeksiä 1995-1999 (alueet keskimäärin = 100) selittävät tekijät

## 1. Johdanto

Tässä tutkimuksessa pyritään selittämään Suomen seutukuntien taloudellisen suorituskyvyn eroja niiden sijainti- ja toimintaympäristötekijöillä ja erityisesti alueiden panostuksella tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Kyseessä on aiempien tutkimustemme (Susiluoto ja Loikkanen 2001, 2002) jatkohanke. Selitämme seutukuntien tehokkuuseroja ekonometrisiä menetelmiä käyttäen mm. tutkimus- ja kehittämismenoilla, joista on saatavissa tietoja vuodesta 1995 alkaen<sup>1</sup>.

Tarkasteluajanjakso eli vuodet 1997-99 osuu 1990-luvun alun laman jälkeisen voimakkaan taloudellisen kasvun loppuvuosiin. Tämän nopean kasvun yhteydessä Suomen talouden rakenne on muuttunut: 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 viimeisessä nousussa oli myös se, että kasvukeskusten nousu perustui ennen kaikkea yksityisen sektorin kykyyn luoda innovatiivisia tuotteita ja uusia työpaikkoja. Julkisen sektorin työpaikkakasvua ei koko maassa ja kuudella voimakkaimmin kasvaneella paikkakunnalla tapahtunut juuri lainkaan.

Seutukuntien taloudellista suorituskykyä arvioitiin aiemmassa vuodet 1988-99 kattaneessa tutkimuksessa niiden yrittäjäsektorin kyvyllä synnyttää jalostusarvoa. Sen rinnalla ja osin jalostusarvon kanssa päällekkäisenä suorituskyvyn indikaattorina käytettiin arviota niistä reaalityuloista, jotka työllisille koituvat osallistumisesta tuotantotoimintaan yrittäjätoiminnan piiriin kuuluvissa työpaikoissa. Panostekijät kuvasivat alueen pääomakantaa, työllisiä, koulutus pohjaa sekä julkisen sektorin volyyymiä seutukunnan alueella. Seutukuntien alueellinen pääomakanta arvioitiin erikseen tätä tutkimusta varten. Suorituskyvyn arvioinnissa oli kyse seutukuntien tehokkuuserojen esille saamisesta.

Tehokkuus- (tai tuottavuus-) tutkimuksen kaksi pääsuuntaa ovat ekonometriset (parametriset) tuotantofunktio- ja lineaariseen ohjelmointiin perustuvat ei-parametriset menetelmät. Ekonometrisissa tuotantofunktio- ja lineaarisiin tutkimuksiin aluetason yksittäistä suoritemuuttujaa (usein arvonlisäystä tai vastaavaa) selitetään alueen resurssiperustaa mittaavilla panosmuuttujilla etukäteen valitun funktiomuodon puitteissa. Tutkimusotteen tuloksena saadaan esille keskimääräisiä riippuvuussuhteita (estimoituja parametreja) suoritemuuttujan ja panostekijöiden välillä. Tästä tutkimusotteesta ja sen tuottamista aluetason tuottavuuseroja koskevista tuloksista saa hyvän kuvan Ebertsin ja McMillenin (1999) katsausartikkelista. Siinä ovat etualalla alueelliseen kasautumiseen liittyviä agglomeraatioetuja sekä infrastruktuurin vaikutuksia koskevat tulokset. Agglomeraatioeduista ns. lokalisaatioedut liittyvät siihen, että paikkakunnalla (kaupunkialueella) määrätyn sektorin koon kasvaessa sen yrityksille syntyy ulkoisvaikutuksen tapaan positiivisia etuja, jotka ilmenevät korkeampana tuottavuutena. Urbanisaatioeduiksi kutsutaan koko kaupunkialueen koon myötä syntyviä etuja, jotka koskevat kaikkia sektoreita. Vaikka tässä työssä erityisen mielenkiinnon kohteena ovat T&K menojen vaikutukset, tehokkuuseroja selittävien toimintaympäristötekijöiden joukossa on myös agglomeraatioetuihin liittyviä tekijöitä.

---

<sup>1</sup> Myös aiemmassa työssämme (Loikkanen ja Susiluoto 2002) tehokkuuseroja on osin selitetty ekonometrisesti, mutta ilman tutkimus- ja kehittämismenoja.

Tämä tutkimus 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. 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 ja ne saavat kunakin vuonna tehokkuusluvun yksi ja muiden alueiden tehokkuusluvut olivat sitä alhaisempia mitä tehottomampia ne ovat. Menetelmää sovellettiin aiemmassa tutkimuksessa ja sen tuloksena saatiin esille seutukuntien suorituskykyeroja. Tässä hankkeessa aiemmin saatuja tehokkuuslukuja vuosilta 1997-99 selitetään ekonometristen menetelmien (mm. Tobit-mallien) avulla seutukuntien sijaintia ja toimintaympäristöä koskevilla muuttujilla, jotka eivät olleet mukana ensimmäisessä (DEA) vaiheessa panostekijöinä. Erityinen mielenkiinto kohdistuu T&K-panostuksen merkitykseen alueellisten tehokkuuserojen selittäjänä, sillä sitä ei sisällytetty DEA-vaiheessa panostekijöiden joukkoon.

DEA-menetelmää sovellettaessa voidaan myös seutukuntien kokonaistuottavuuden muutos laskea ns. Malmquistin indeksin avulla. Tässä tutkimuksessa näin saatua tuottavuuden vuosittaista muutosta selitetään tavallisten pienimmän neliösumman regressioiden avulla T&K menoilla sekä toimintaympäristötekijöillä.

Kuten edellä kävi ilmi, T&K-menoja ei suoraan käytetty panostekijänä DEA-menetelmällä seutukuntien tehokkuuseroja arvioitaessa, vaan ne sisällytettiin toisessa vaiheessa seutukuntien tehokkuuslukuja selittäviin malleihin yhdeksi selittäväksi muuttujaksi. Tätäkin menettelyä voidaan perustellusti kritisoida, sillä T&K-menoista ja niillä rahoitetuista hankkeista on vielä otettava monia askelia ennen kuin käsillä on yrittäjäsektorin tuottavuutta kohottava tuote- tai prosessi-innovatio tai muu suorituskykyä parantava muutos. Onnistuneet T&K –hankkeet johtavat parhaimmillaan patenttien saamiseen. Voidaan väittää, että seutukuntien T&K –menot vaikuttavat positiivisesti alttiuteen saada patenteja keksinnöille, joilla on tuottavuusvaikutus. Tämän tutkimuksen lopussa on aiheena seutukuntien patenttien määrän vaihtelujen selittäminen ekonometristen menetelmien avulla. Selitettävänä muuttujana käytettävän patenttitiheyden per capita indeksit 1995-99 ovat peräisin Huovarin, Kangasharjun ja Alasen (2001) tutkimuksesta.

Tutkimus etenee seuraavasti. Luvussa 2 käydään lyhyesti läpi DEA-menetelmän perusteita ja kuvataan metodin aiemmat aluetaloudelliset sovellukset. Siinä esitellään myös laskelmissa käytetyn Manner-Suomen 83 seutukunnan aineisto ja sen pohjalta saadut DEA:n tuottamat tulokset. Luvussa 3 esitellään ekonometriset mallit, joita käyttäen tehokkuuslukuja selitetään. Näitä ovat vuosittaisia poikkileikkausainesitoja käyttäen sovelletut pienimmän neliösumman (OLS) mallit sekä TOBIT -mallit. Luvussa 4 esitellään ensin DEA -vaiheen tuottamia seutukuntien tehokkuusjakaumia ja sen jälkeen tuloksia ekonometrisistä malleista, joilla selitetään tehokkuuseroja. Luvussa 5 esitetään ensin kokonaistuottavuuden muutosta koskevien Malmqvist –indeksilaskelmien tulokset sekä vastaavat alueellista tuottavuuden muutosta selittävien regressiomallien tulokset. Lopuksi raportoidaan seutukuntien patenttien määrää selittävien mallien tulokset. Luvussa 6 esitetään johtopäätökset.

## 2. DEA-menetelmä seutukuntien taloudellisen tehokkuuden arvioinnissa

Seuraavassa esitellään ensin DEA-menetelmän perusidea yhden panoksen ja yhden tuotoksen tapauksessa. Sen jälkeen tehdään yhteenveto tämän menetelmän aiemmista sovelluksista alueellisten tuottavuuserojen tutkimuksessa.

### 2.1. Data Envelopment Analysis –menetelmän perusidean esittely

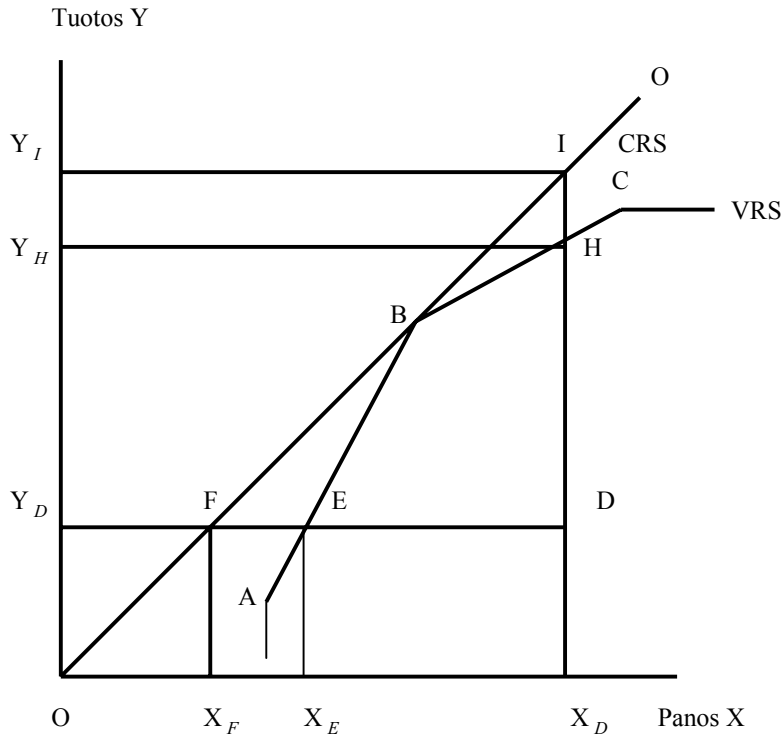
Kaaviossa 2.1. eri toimintayksiköitä, tässä tutkimuksessa alueita, kuvataan pisteillä A, B, C ja D. Alueet käyttävät tuotantoonsa vain yhtä panosta, jonka käyttö (X) nähdään vaaka-akselilta. Samoin ne tuottavat vain yhtä tuotosta, jonka määrä (Y) on pystyakselilla. Tietty panos- ja tuotoskombinaatio kuvaa siis kunkin aluetalouden toimintaa; esimerkiksi alueen D taloutta voidaan kuvata pisteellä  $(X_D, Y_D)$ .

DEA:n avulla saadaan havaintojoukosta esille korkeimman tehokkuuden yksikkö (tai yksiköt). Lisäksi menetelmä antaa kullekin alueelle A, B, C ja D suhteellisen tehokkuusluvun, joka suhteuttaa ne siihen alueeseen (tai alueisiin), joka osoittautuu tehokkaimmaksi. Täysin tehokkaat alueet muodostavat tehokkuusrintaman, ja niiden tehokkuusluku on yksi (100 %). Mitä enemmän muiden alueiden tehokkuus jää tehokkaan rintaman alapuolelle, sitä alhaisempia ovat niiden saamat tehokkuusluvut.

Kunkin alueen taloudellista tehokkuutta voidaan arvioida joko panosten käytön tai tuotosten aikaansaannin näkökulmasta. Jos näkökulmana on panosten käyttö, tällöin kysytään, paljonko näitä panoksia voitaisiin säästää, jos yksikkö tuottaisi nykyisen tuotonsa 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 (CRS, constant returns to scale), tai muuttuvat skaalatuotot (VRS, variable returns to scale). Tarkastelemme nyt vakioskaalatuotosten tapausta kaavion 2.1. avulla. Vakioskaalatuottojen vallitessa oletetaan, että korkein tuotoksen ja panoksen suhde (tuottavuus) on saavutettavissa kaikilla tuotannon mittakaavan tasoilla eli riippumatta siitä, kuinka kaukana origosta ollaan. Kaaviossa 2.1. tehokkain yksikkö on alue B, johon origosta piirretty kulma on koko havaintojoukosta suurin. Tämän kulman tangentti on tuotonsmäärä/panosmäärä eli se mittaa tuottavuutta. Näin ollen tehokkuusrintaman muodostaa CRS oletuksella suora OO, jolla käytetyn panoksen ja aikaansaadun tuotoksen suhde on vakio.

**Kaavio 2.1: Tehokkuusrintama vakioskaalatuottojen (CRS) ja muuttuvien skaalatuottojen (VRS) oletuksilla**



Alueet A, C ja D sen sijaan ovat selvästikin tehottomia alueeseen B verrattuina. Esimerkiksi alue D käyttää enemmän panosta ( $X_D$ ), mutta tuottaa silti vähemmän tuotosta kuin alue B. Jos alue D olisi tehokas, se käyttäisi tuotannon tasolla  $Y_D$  vain  $X_F$ :n verran tuotantopanosta. Vertaamalla keskenään näitä kahta panoskäyttöä, todellista ja tehokasta, saadaan alueen D tehokkuusluvuksi panoskäytön suunnassa  $X_F/X_D$ . Vastaavasti alueen D tehokkuutta voidaan arvioida tuotoksen suunnassa. Alueen tuotos on  $Y_D$ , mutta jos alue olisi tehokas, tuotos olisi  $Y_I$ , kun panosta käytetään määrä  $X_D$ . Näin saadaan tehokkuusluvuksi  $Y_D/Y_I$ . Itse asiassa tehokkuusluku on sama molemmilla tavoilla mitattuna silloin, kun skaalatuotot ovat vakiot, eli  $(Y_D/Y_I) = (X_F/X_D)$ .

Jos tehokkuusrintamalla oletetaan skaalatuotot muuttuviksi, se kulkee pisteiden A, B ja C kautta. Jos alue D käyttäisi nyt panoksia täysin tehokkaasti, panoskäyttö olisi  $X_E$ , ja D:n tehokkuudeksi saadaan panoskäytön suunnassa  $X_E/X_D$ . Tuotossuunnassa tehokkuusluvuksi saadaan vastaavasti  $Y_D/Y_H$ . Muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa nämä kaksi arviointitapaa antavat yleensä toisistaan poikkeavat tehokkuusluvut. Tehokkuus voidaan haluttaessa vielä jakaa kahteen osaan, nimittäin skaalatehokkuuteen ja tekniseen tehokkuuteen. Skaalatehokkuus johtuu siitä, että yksikön koko poikkeaa optimikoosta, ja loppuosa erosta tehokkaaseen tapaukseen verrattuna johtuu teknisestä tehottomuudesta. Tätä kysymystä samoin kuin monia muita DEA-menetelmän antamia mahdollisuuksia ei kuitenkaan käsitellä laajemmin.

Tämän tutkimuksen DEA-laskelmat on tehty vakioskaalatuotto-oletuksella. Siinä ei erotella skaalatehokkuutta ja teknistä tehokkuutta. Skaalatehokkuutta tutkitaan työn toisessa vaiheessa, kun tehokkuuseroja selitetään mm. alueiden väestömäärillä. Jos aluetalouksilla on merkittäviä koko aluetta koskevia urbanisaatioetuja, väkirikkaiden alueiden tehokkuuslukujen pitäisi olla pieniä paikkakuntia suurempia. Samassa hengessä voi myös esimerkiksi kysyä, sijoittuvatko yliopistokaupungit tehokkuusjakauman yläpäähän. Tämä ilmentäisi korkean opetuksen ja tutkimuksen alueellisia ulkoisvaikutuksia, jotka eivät tule täysin mitatuiksi esim. koulutuspääomaa mittaavien muuttujien avulla.

Yllä kuvattu kaavio 2.1. valottaa yksinkertaisinta mahdollista perustapausta, jossa sekä panoksia että tuotoksia on vain yksi. Näemme, että kysymys on tavallaan edullisimman (tuotos/panos)- suhdeluvun löytämisestä. Todellisuudessa aluetaloudellisissa samoin kuin monissa muissakin sovelluksissa sekä panoksia että tuotoksia voi olla useita, jolloin tilanteesta tulee moniulotteinen. Niinpä tämän tutkimuksen DEA -malleissa erilaisten panosten lukumäärä vaihtelee kahdesta neljään ja tuotoksia on yksi tai kaksi.

## **2.2. DEA:n aiempia sovellutuksia aluetalouden tutkimukseen**

Data Envelopment Analysis on menetelmä, jota on sovellettu erittäin laajasti sellaisten toimintojen arviointiin, joille on tyypillistä moninainen suoritteiden (tuotteiden) kirjo sen lisäksi että resurssiperusta koostuu useista panoksista. 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: tarkastelun kohteeksi on otettu koko aluetalous tai jokin sen pääsektori, jota koskevat suorite- ja panosmuuttujat ovat empiirisen sovelluksen perusta. Tällaisia tutkimuksia on eri mais-  
sa toistaiseksi julkaistu toistakymmentä. Siinä missä ekonometrisen alueellisen tuotantofunktio-  
tutkimuksen sovelluskohteena painopiste on ollut Yhdysvalloissa, DEA-sovelluksista suuri osa on koskenut Aasian maita, vaikka myös Euroopan maihin liittyviä tutkimuksia on tehty. Kuten seuraavasta olevasta yhteenvedosta ilmenee, DEA-sovellukset eivät useimmiten ole olleet puhtaita tuotantofunktio-  
tutkimuksia.

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. Stolp (1990) puolestaan pohtii yleisesti DEA:n hyödyllisyyttä kaupunki- ja aluetalouden tutkimukselle.

Muutamit sovellukset käsittelevät maataloutta. Millanin ja Aldazin (1998) kohteena on maatalous Espanjan 17 maakunnassa vuosina 1977-88. Maon ja Koon (1997) tarkastelu kohdistui Kiinan maakunti-



en maataloussektoriin vuosina 1984-93. Weaverin (1984) varhaisempi tutkimus analysoi maatalouden tehokkuutta USA:ssa.

Useissa yllä mainituissa tutkimuksissa on tehokkuuden lisäksi arvioitu alueiden kokonaistuottavuuden kehitystä, välineenä Malmquistin tuottavuusindeksi. Yleensäkin 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. Lähtötilanteessa perusaineisto on melkein aina puutteellista: aineistojen havaintoyksikköjen lukumäärät ovat usein verraten pieniä eivätkä aineistot aina vaikuta kovin luotettavilta. Tietoja ei ole aina sellaisista panoksista ja tuotoksista, joita voidaan perustella taloustieteellisesti. Oikeiden ilmiöiden tilalla on paljolti käytetty korvikemuuttujia. Lisäksi tutkimuksen kohteena olevien alueiden lukumäärä on tavallisesti melko pieni, usein parikymmentä. Kaiken kaikkiaan DEA-menetelmä on siis osoittautunut periaatteessa käyttökelpoiseksi aluetutkimuksessa, mutta tulosten sovellettavuus on toistaiseksi jäänyt vajaaksi.

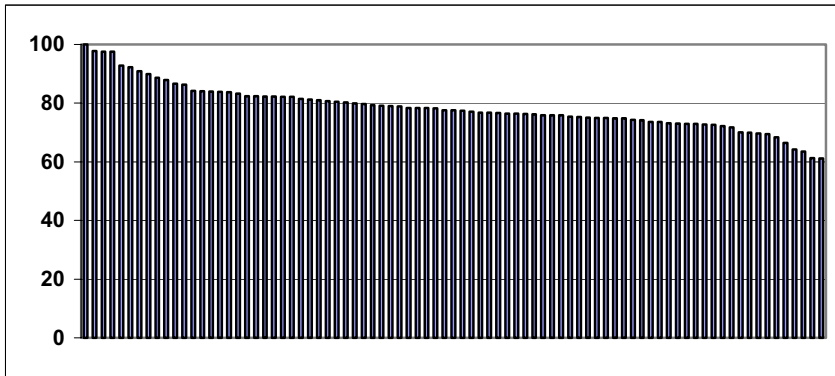
### **2.3. Tutkimusaineistosta ja DEA-analyysin tuloksista**

Tämän raportin keskeisenä selitettävänä tekijänä ovat alueelliset taloudellisen suorituskyvyn indikaattorit vuosille 1997-99, joilta on saatavissa tutkimuksen edellyttämiä T&K-menojen tietoja. Selitettävät seutukuntien tehokkuusluvut ovat peräisin aiemmasta tutkimuksesta, joka käsitteli pitempää ajanjaksoa 1988-1999 (Susiluoto ja Loikkanen 2001). Sen kohteena oli Manner-Suomen 83 seutukunnan yrittäjäsektori, ja aineistona käytettiin alueellisia panos- ja tuotosmittareita.

Tuotosmuuttujina käytettiin ensisijaisesti seutukuntien vuoden 1995 hintaista arvonlisäystä eli seutukuntien yrittäjäsektorin tuottamaa kansantuotetta. Toinen tuotosmuuttuja käsitti ne reaalitytulot, jotka työllisille koituvat osallistumisesta tuotantotoimintaan yrittäjätoiminnan piiriin kuuluvissa työpaikoissa. Panostekijät kuvasivat alueen pääomakantaa, työllisten määrää, koulutus pohjaa sekä julkisen sektorin volyyymiä 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 muodostamaan mallivarianttia soveltaen. Seuraavassa esitettävät DEA -sovellusten tulokset perustuvat näiden viiden erilaisen tuotannollisen mallin antamaan keskimääräiseen kuvaan vuosittain ja vuosittaisista tehokkuuslukujen keskiarvoista on edelleen laskettu keskiarvoja koko tarkasteluajanjaksolle 1988-99 että sen osaperiodeille.

Alueiden väliset tehokkuuserot osoittautuivat DEA -sovelluksen tulosten mukaan verraten suuriksi. Koko ajanjaksolla 1988-99 kärkeen sijoittui Helsingin seutu tehokkuusluvulla 99,3. Seuraavaksi tuli Salo (98,3), jonka asema vahvistui huomattavasti viimeisinä tutkimusvuosina. Viimeiseksi jääneen Torniolaakson vastaava luku oli 67,1, Pohjois-Lapin 67,8. 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 % vähemmän voimavaroin. Vaikka seutukuntien tehokkuusjakauman ääripäät olivat verraten kaukana toisistaan, monien seutukuntien tehokkuusluvut erosivat toisistaan vain vähän (kuvio 2), ja parin prosenttiyksikön sisään mahtui jakauman keskivaiheilla toistakymmentä aluetta.

**Kuvio 2.1.: Seutukunnat niiden keskimääräisen tehokkuusluvun mukaan järjestettynä vuosina 1997-1999**



Alueen koolla on merkitystä tehokkuudelle. Kymmenestä kärkialueesta kolme kuului suurimpiin kaupunkialueisiin, nimittäin Helsingin, Tampereen ja Oulun seudut. Kaikki kymmenen väkiluvultaan suurinta seutukuntaa olivat keskimäärää tehokkaampia ajanjaksolla 1988-99. Tältä osin kokoon näyttää siis liittyvän kasautumisetuja, jotka parantavat tuotannon tehokkuutta. 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. Yleensäkin puunjalostusalueet menestyivät vertailussa suhteellisen hyvin. Tehokkaimmat alueet olivat yleensä Vaasan - Kotkan linjan eteläpuolella.

Rovaniemen ja Kemi-Tornion seutuja lukuun ottamatta koko Lappi jäi periodilla 1988-99 kymmenen heikoimman joukkoon. Tehottomimmat alueet olivat yleensä pieniä, syrjäisiä ja alkutuotantovaltaisia ja niiden ulkomaan vienti oli vähäistä. Heikoimmista kymmenestä alueesta vain yksi ylitti väkiluvultaan niukasti alueiden mediaanin. Suurempia taloudellisia keskuksia näillä alueilla ei ole. Kaiken kaikkiaan etelä- pohjoinen -jako näkyy selvästi tuloksissa.

Eri seutukuntien kokonaistuottavuus kehittyi varsin vaihtelevasti. Tuottavuuden vuosikasvua mitattiin ns. Malmquistin indeksillä. Tuottavuuden kasvu oli vuosina 1988-99 selvästi nopeinta Salon seudulla (6,8 %), ja seuraavia olivat Jämsän (4,1 %) ja Oulun seutukunnat (3,6 %). Suurista kaupunkiseuduista kymmenen parhaan joukkoon mahtuivat myös Tampere ja Helsinki.

Taloudellinen tehokkuus heijastui myös alueiden taloudelliseen kehitykseen. Tehokkaampien alueiden työllisyys kehittyi yleensä muita alueita suotuisammin ja näiden alueiden muuttotaseet olivat usein muita alueita positiivisempia. Talouskehityksen ja tehokkuuden yhteys näkyy selvimmin vahvimpien ja heikoimpien seutujen kohdalla. Esimerkiksi arvonlisäys kasvoi kymmenellä vahvimmalla alueella 29 prosenttia vuosina 1988-99, mutta kymmenellä heikoimmalla vain yhdeksän prosenttia.

Toisaalta kuvassa on myös mosaiikkimaisuutta, joka osin näyttää jopa lisääntyneen. Useiden Satakunnan, Kanta-Hämeen ja Varsinais-Suomen alueiden asema heikentyi. Toisaalta Itä-Suomen eräät osat vahvistuivat, samoin Tampere ja useat sen pohjoispuoliset seudut.

Seutukuntien väliset tehokkuuserot ovat kasvaneet. 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. Useimpien alueiden DEA- tehokkuusluku putosi vuosina 1988-99 eli useimmat alueet jäivät kauemmaksi kärjestä. Viiden suurimman seutukunnan joukossa Helsinki ja Tampere pitivät laman jälkeen suunnilleen pintansa, Oulun asema vahvistui ja Lahden ja Turun heikentyi.

### 3. Seutukuntien tehokkuuserojen selittäminen tilastollisten mallien avulla

Tässä luvussa esitellään lyhyesti empiirisen analyysin selitettävä muuttuja, selittävät muuttujat ja koko käytettävissä olevan tutkimusaineiston rakenne sekä tilastollisissa analyysissä sovellettavat mallit. Sen jälkeen esitellään erityyppisillä malleilla saadut tulokset.

#### 3.1. Selitettävä muuttuja ja käytetyt tilastolliset mallit

Luvussa 2 raportoitiin seutukuntien tehokkuuseroja koskevia tuloksia, jotka ilmenivät tehokkuusluku-  
jen 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 tehokkuusluku-  
jen 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 voivat vaihdella välillä (0, 1] tai prosentteissa ilmaistuna välillä (0, 100] eli kyseessä on vaihteluväliltään rajoitettu muuttuja.

Seutukuntien yrittäjätoiminnan suorituskykyä kuvaavan tehokkuusluvun sijasta selitettäväksi muuttujaksi (Y) tämän luvun tilastollisissa malleissa otetaan tehottomuusluku, joka määritellään (prosentti-  
muodossa) seuraavasti

$$\text{Tehottomuusluku } Y = 100 - \text{tehokkuusluku.}$$

Jos seutukunta on DEA-vertailussa taloudellisesti täysin tehokas (verrattuna muihin seutukuntiin), eli sen tehokkuus on 100, se saa tehottomuusluvun arvon nolla. Mitä alemmaksi suhteellinen tehokkuus laskee, sitä korkeammaksi nousee tehottomuus. Tehottomuusluku Y:n vaihteluväli on [0, 100). Vuosien 1997-1999 seutukuntien alhaisin keskimääräinen (yli mallien ja vuosien) tehokkuusluku oli noin 57, eli vastaava tehottomuusluku oli 43. Tämä merkitsee karkeasti ottaen sitä, että tehottomimman seutukunnan yrittäjäsektori tuotti resursseillaan 57 prosenttia siitä tuotoksesta (jalostusarvon ja palkkatulon yhdistelmästä), jonka täysin tehokas alue olisi saanut niillä aikaan.

Tilastollisissa malleissa selitettävä muuttuja Y on siis tehottomuusastetta kuvaava, vaihtelultaan välille [0, 100) rajoitettu muuttuja. Tehottomuuslukuja on DEA -analyysien tuloksena jokaiselle seutukunnalle kultakin vuodelta yksi mallivarianttia kohti. Tällaiset mallispesifit aineistot muodostavat tehottomuusluku-  
jen seutukuntakohtaisen aikasarja-aineiston, jonka havaintoja voitaisiin 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 tehottomuusluku-  
jen keskiarvoon vuotta. Symbolilla  $Y_i$  merkitään seutukunnan i keskimääräistä tehottomuuslukua viiden mallin valossa keskimäärin koko tarkasteluajanjaksona 1997-99.

Pyrittäessä selittämään yllä määriteltyjä tehottomuuslukuja niiden rajoitettu vaihteluväli tulee ottaa huomioon. Jotta nähdään millainen vaikutus rajoitusten huomioon ottamisella on, liikkeelle lähdetään estimoimalla pienimmän neliösumman (OLS) malleja keskimääräisiä vuosittaisia tehottomuuslukuja  $Y_{it}$  selittäen.

Seuraavassa vaiheessa estimoidaan vuosittaisilla poikkileikkausaineistoilla keskimääräistä tehottomuutta ( $Y_{it}$ ) selittäviä malleja 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 Tobit-malleja.

Tobit-mallin taustalla on oletus latentin muuttujan  $Y^*$  olemassaolosta siten, että  $Y^* = b'X + U$ ,

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. Tätä mallityypin tuloksia ei raportoida tässä lainkaan.<sup>2</sup> Tutkimusaineiston aikasarjaluonnetta hyödynnetään estimoimalla satunnaisten vaikutusten Tobit -paneelimalleja, jolloin voidaan samalla ottaa huomioon, että tehottomuus on alhaalta nolnaan rajoitettu. Tällainen malli voidaan määritellä seuraavasti:

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

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

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

<sup>2</sup> Myöskään tilastolliset testit eivät tukeneet kiinteiden vaikutusten Tobit-mallien käyttöä. Hausmanin (1978) testillä voidaan selvittää viittaako aineisto pikemmin fixed effects vai random effects-malliin. Breusch-Paganin Lagrangen testillä on puolestaan mahdollista selvittää, kumpi on aineiston perusteella uskottavampi vaihtoehto, satunnaisvaikutusmalli vai tavallinen regressio, jossa vuodet on yhdistetty.

Hausmanin testin mukaan jatkossa esitettävä perusmalli viittasi suhteellisen selkeästi satunnaisvaikutusten suuntaan, joskin muuttujia vaihdeltaessa kuva vaihteli jossain määrin. Toisaalta Hausmanin testillä on taipumus hylätä satunnaisvaikutusmalli liian helposti. Breusch-Paganin testin tulosten perusteella satunnaisvaikutusmalli puolestaan on selvästi uskottavampi vaihtoehto kuin tavallinen yhdistetty regressio. Kun lisäksi alustavat fixed effects-mallit antoivat kaiken kaikkiaan varsinkin epäuskottavia tuloksia, päätettiin estimoinnit suorittaa satunnaisvaikutusten mallien avulla.

### 3.2. Seutukuntien tehottomuutta selittävät muuttujat

Kuten edellä todettiin, DEA-tuloksia hyödyntävässä tutkimuksen toisessa vaiheessa selitettävänä muuttujana on seutukunnan yrittäjätoiminnan tehottomuusluku (= 100 - tehokkuusluku). Sen vaihtelua selitetään seuraavilla muuttujilla.

Seutukunnan *väkiluku* on alueen koon mittarina varsin luonnollinen tehokkuuden potentiaalinen selittäjä. Mitä suurempi alue on, sitä tehokkaammin sen talouden voidaan yleisesti ottaen odottaa toimivan, eli oletamme seutukuntatasolla esiintyvät alueelliseen kasautumiseen liittyviä urbanisaatioetuja.

*Etäisyyskijä* kuvaa seutukunnan taloudellisen sijainnin syrjäisyyttä kotimaassa. Etäisyysmittari on tietylle seutukunnalle saatu laskemalla painotettu keskiarvo seutukunnan etäisyydestä maanteitse kaikkiin muihin seutukuntiin, painoina päätealueiden arvonnäykset kunakin vuonna. Mitä suurempi etäisyysindeksin arvo on, sitä kauempana maan taloudellisista keskuksista seutukunta sijaitsee.

Selittäjänä niin ikään käytettyä *seutukunnan tuotannon erikoistumisastetta* on mitattu niin sanotulla Herfindahlin indeksillä, joka määritellään seuraavasti:

$$H = \sum p_i^2 \quad \text{missä luvut } p_i \text{ ovat eri sektorien osuuksia seutukunnan yrittäjä-toiminnan arvonnäyksestä.}$$

Herfindahlin indeksi H on skaalattu niin, että sen maksimi on 100 ja teoreettinen minimi noin 2,6 (100 jaettuna sektorien lukumäärällä, joka on 35). Herfindahlin indeksin lisäksi eri malleissa kokeiltiin myös vaihtoehtoista mittaria. Se saatiin vähentämällä eri sektorien tuotanto-osuuksista tasaista jakaumaa kuvaavat osuudet ( $1/n$ ), missä n on sektorien lukumäärä, ja laskemalla sitten yhteen näiden lukujen itseisarvot. Näin saadut tulokset eivät juuri poikenneet Herfindahlin indeksin antamista tuloksista.

*Tutkimus- ja kehitystoiminnan menot* sisältävät talouden kaikkien sektorien yhteenlasketut T&K-menot asukasta kohden. Näitä tietoja on saatavissa vuodesta 1995, sekä vuodesta 1997 alkaen vuosittain. Eri malleissa sovelletaan kolmea vaihtoehtoista indikaattoria, jotka ovat:

- keskimääräiset tutkimus- ja kehitysmenot asukasta kohden vuodesta 1995 alkaen ko. vuoteen saakka (esim. vuodelle 1998 vuosien 1995, 1997 ja 1998 keskiarvo).
- ko. vuoden ja edellisen havainnon keskiarvo, sekä
- koko periodin 1995-1999 keskiarvo.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan menot vaihtelevat alueiden välillä verraten voimakkaasti, mutta ajallisesti tietoja on vain muutamalta vuodelta.

*Inhimillisen pääoman indeksi* on peräisin Huovarin, Kangasharjun ja Alasen (2001) tutkimuksesta, ja sen keskimääräinen arvo eri alueilla on 100. Indeksistä koostuu viidestä osatekijästä, jotka ovat työikäisten määrä, työhönsallistumisaste, opiskelijoiden määrä, tekniikan opiskelijoiden määrä sekä korkea-

asteen tutkintojen määrä (Huovari, Kangasharju ja Alanen 2001, 30). Näin ollen se luonnehtii aluetta sekä väestön rakenteen että koulutuksen näkökulmasta.

Teollisuuden *huipputeknologia-alat* on määritelty OECD:n suositusten mukaisesti, korkean teknologian palvelujen määrittelyssä on puolestaan käytetty kotimaisten asiantuntijoiden näkemyksiä. *Korkean teknologian aloista* puhuttaessa tarkoitetaan jatkossa teollisuuden huipputeknologian ja korkean teknologian palvelujen muodostamaa kokonaisuutta. Nämä tiedot ovat peräisin Tilastokeskuksesta, ja osuudet ovat prosentteja alueen arvonlisäyksestä. Kaikista huippu- ja korkean teknologian ryhmistä syntyviä mahdollisia selityskombinaatioita ei yleensä ole voitu esittää, vaan valintaa on tehty mallien järkevyyden ja selittävyuden perusteella. Huippu- ja korkea teknologia ovat tämän tutkimuksen kannalta ongelmallisia selittäjiä sikäli, että niiden määrä riippuu vahvasti tutkimus- ja kehittämispanoksesta. Näistä kahdesta on tutkimus- ja kehittämistyö järkevää nähdä muutoksen syynä, koska T&K-panoksella luodaan ja ylläpidetään korkeaa teknologiaa.

Lisääkö talouselämän tehokkuutta sitten se, että alueella sijaitsee *yliopisto tai korkeakoulu*? Näin voitaisiin olettaa olevan. Vaikutusta testattiin suhteellisen laajasti kolmella tavalla: yliopistoa kuvaavalla dummy -muuttujalla (1=alueella on yliopisto, 0=ei ole), sekä yliopisto-opiskelijoiden ja yliopisto- ja ammattikorkeakouluopiskelijoiden osuudella seutukunnan väestöstä.

Alustavissa laskelmissa eräänä selittäjänä käytettiin myös tiettyjen ”modernien” erityisalojen osuuksia koko yksityisen sektorin arvonlisäyksestä. Tällaisia aloja olivat sähkötekniinen ja optinen teollisuus, liike-elämän palvelut ja tutkimustoiminta, posti ja teleliikenne sekä ilmaliikenne. Näiden toimialojen volyyymi ei erillisenä muuttujana systemaattisesti selittänyt tehokkuusvaihteluja. Lisäksi ne on jo kertaalleen huomioitu Herfindahlin alueen erikoistumisastetta mittaavassa indeksissä, joka selittäjänä toimi huomattavasti paremmin.

Myös seutukunnan väestön *koulutustaso* on tehottomuuden selittäjänä tarkoituksellisesti jätetty pois malleista. Tämä johtuu siitä, että koulutustaso oli jo tutkimuksen aiemmassa vaiheessa yksi niistä tuotantotekijöistä, joilla arvioitiin seutukuntien tuotannon tehokkuutta. Koulutustason vaikutukset selitettävään muuttujaan on siis otettu jo aiemmin huomioon: mitä korkeammin koulutettua alueen väestö on, sitä suurempi alueen arvonlisäyksen on oltava, jotta seutukunta olisi taloudellisesti tehokas. Näin ollen ei olekaan yllättävää, että käytettäessä eräissä koelaskelmissa koulutustasoa tehottomuuden selittäjänä tulokset olivat epäuskottavia. Todettakoon kuitenkin, että luvun 5 yhteydessä seutukunnan tuottavuuden muutosta tarkasteltaessa koulutustaso (=100 x peruskoulun jälkeiset koulutusvuodet) on selittäjänä mukana. Samoin seutukuntien patenttien määriä selitettävissä malleissa koulutustasoa käytetään yhtenä selittäjänä.

## **4. Tuloksia: tehottomuuden ja tuottavuuden taustatekijät**

### **4.1. Pienimmän neliösumman regressiomalleja vuosille 1997-1999**

Tilastollisia malleja estimoitaessa lähdettiin aluksi liikkeelle yksinkertaisimmasta vaihtoehdosta, pienimmän neliösumman menetelmän soveltamisesta erillisten vuosien 1997-1999 aineistoihin. Selitettävänä muuttujana oli seutukuntien taloudellisen tehottomuuden aste, ja selittäjinä sekä yleisiä alueellisia tekijöitä (väestö, erikoistuminen, sijainti), että yleiseen osaamiseen ja erityisesti teknologiaan liittyviä muuttujia (inhimillinen pääoma, huipputeknologia, T&K-menot). Tulokseksi tästä vaiheesta saatiin regressioita, joiden selitysasteet vaihtelivat välillä 0,47 – 0,56, ja joissa tyypillisesti jokin vaihtoehdoista jälkimmäisen osaamisen ryhmän selittäjistä oli tilastollisesti merkitsevä.

Erillisten vuosien regressioiden suorittamisen jälkeen testattiin kolmen vuoden poikkileikkausaineiston poolattavuutta ja heteroskedastisuuden olemassaoloa (Chown ja Breusch-Paganin testit). Testien tulokset olivat jossain määrin epäselviä, johtuen ilmeisesti selitettävän muuttujan rajoittumisesta nollassa ja ykkösen väliin. Aineisto kuitenkin poolattiin koemielessä ja lisätestien (Hausman, Breusch-Pagan) jälkeen paneeliaineistoon sovellettiin satunnaisvaikutusmallia. Tutkimus- ja kehitysmenoja per capita mitattiin kolmella eri tavalla, ja niiden suhteen tulokset olivat odotusten suuntaisia ja osassa tapauksista tilastollisesti merkitseviä.

Tähänastiset mallinnukset olivat luonteeltaan alustavia. Toisaalta nimittäin tilastolliset testit viittasivat kehittyneempiin estimointimenetelmiin, toisaalta regressiomallien soveltamisella oli omat ongelmansa. Näistä syistä tehottomuuden tason selittämisessä päätettiin jatkossa soveltaa Tobit-malleja, joiden tulokset esitetään seuraavaksi.

### **4.2. Tehottomuuden taustatekijät Tobit-mallien valossa 1997-1999**

Myös Tobit-malleja sovellettaessa seutukuntien taloudellista tehottomuutta selitettiin ensiksi erillisten vuosien 1997, 1998 ja 1999 aineistoilla (taulukko 4.1), minkä jälkeen aineisto poolattiin ja menetelmää sovellettiin paneeliin 1997-1999 (taulukko 4.2). Lisäksi arvioitiin tulosten riippuvuutta siitä, miten seutukuntien per capita tutkimus- ja kehitysmenoja mitataan (taulukko 4.3).

Liikkeelle lähdettiin kussakin tapauksessa luvun 3 kuvaamasta laajemmasta joukosta tehottomuuden selittäjiä. Tilastollisesti täysin epäuskottavasti käyttäytyvät selitystekijät karsittiin yksitellen pois. Samoin tehtiin selittäjille, joiden tilastollinen merkitsevyystaso jäi alhaiseksi. Kaikkien seuraavassa esitettyjen taulukoiden alkuperäiset selityskertoimet on kerrottu luvulla 100, jonka tuloksena myös tehottomuus vaihtelee välillä 0 (täysin tehokas seutukunta) – 100 (täysin tehoton seutukunta).



**Taulukko 4.1: Tehottomuutta selittävät tekijät vuosina 1997, 1998 ja 1999, kolme Tobit-mallia**

	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		
<i>T&amp;K-menot, 100 €/as</i>	<i>-0,401</i>	<i>-1,59</i>	<i>-0,651</i>	<i>-2,11</i>	<i>-1,240</i>	<i>-5,53</i>
Vakiotermi	18,301	8,93	32,379	6,61	25,166	9,94
N	83		83		83	

Taulukosta 4.1 nähdään, että tilastollisesti parhaiten toimivien mallien rakenne vaihtelee eri vuosina. Kuitenkin tietyt piirteet ovat yhteisiä kaikille vuosille. Mitä erikoistuneempi aluetalous yleisesti ottaen on, sitä tehokkaammin yksityinen sektori toimii (tehokkuus laskee, joten kerroin on negatiivinen). Mitä kauempana alue on taloudellisista keskuksista, sitä alhaisempi on tehokkuus (tehottomuus kasvaa, siis positiivinen kerroin). Kolmas merkitsevä tekijä on tutkimus- ja kehitysmenojen määrä: mitä enemmän näihin panostetaan, sitä korkeampi on tehokkuus (tehottomuus laskee).

Tutkimus- ja kehitysmenojen selittävyys kasvaa johdonmukaisesti vuodesta 1997 vuoteen 1999. Tämä johtunee käytettävissä olevasta aineistosta. 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 4.1 selittäjistä seutukuntien väkiluku sekä inhimillisen pääoman indikaattori toimivat odotusten suuntaisesti, mutta olivat vain osassa tapauksia tilastollisesti merkitseviä.

Taulukon 4.1 selitysmalleja muodostettaessa karsiutuivat väestön koulutustason indikaattori ja yliopiston sijainti alueella sekä opiskelijoiden määrä potentiaalisista selittäjistä ensimmäisinä. Spesifikaation edetessä ja muuttujia karsittaessa tutkimus- ja kehitysmenojen vaikutukset kasvoivat vuoden 1997 aineistossa vähitellen, vaikka eivät tulleet tilastollisesti merkitseviksi. Vuosien 1998 ja 1999 T&K-menojen kertoimet olivat alusta saakka odotetun suuntaisia ja tilastollisesti merkitseviä, ja vuoden 1999 aineistossa niiden rooli vielä huomattavasti vahvistui spesifikaation edetessä.

Seuraavaksi siirrytään paneelitarkasteluun: vuodet 1997-1999 on siis yhdistetty samaksi aineistoksi. Menetelmänä ovat edelleen Tobit-satunnaisvaikutusmallit, joita sovelletaan neljään selittäjäkombinaatioon. Liikkeelle lähdetään alustavasta mallista a), jossa on vielä mukana ennalta ajatellen uskottavia, mutta selitysvoimaltaan heikoksi jääviä tai huonosti toimivia muuttujia. Tätä seuraavat mallit b)-d) toimivat sen sijaan odotetusti.

**Taulukko 4.2: Tehottomuutta selittävät tekijät neljän Tobit-satunnaisvaikutusmallin mukaan paneeliaineistossa 1997-99<sup>3</sup>**

	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						
<i>Korkean teknologian osuus tuotannosta, %</i>	-0,676	-3,24	-0,652	-2,68	-0,670	-2,95		
<i>T&amp;K-menot, 100 €/as.</i>	-0,568	-2,17	-0,615	-2,65	-0,673	-3,22	-1,075	-6,22
Vakiotermit	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	

Myös taulukon 4.2 malleja estimoitaessa merkityksettömiä muuttujia pudotettiin pois yksi kerrallaan. Yliopiston sijainti alueella (tai eri tavoin mitattu opiskelijoiden määrä) ei nytkään toiminut odotetusti, kuten ei myöskään inhimillisen pääoman indikaattori.

On jossain määrin tulkintakysymys, mitä malleista b)-d) haluaa pitää ”lopullisena”. Näiden kertoimet ovat uskottavia; toisaalta pelkästään erikoistumisen, etäisyystekijän ja T&K-menot sisältävä selitys d) toimi käytännössä yhtä hyvin kuin laajemmat vaihtoehdot. Yksinkertaisimpana muotoiluna tämä onkin ehkä tyydyttävän.

Taulukko 4.2 perustuu suhteellisen moniin estimointikokeiluihin, sillä sitä muodostettaessa kokeiltiin eri yhdistelmin mm. ”moderneiksi” arvioitujen toimialojen mahdollista merkitsevyyttä selittäjinä (ks. luku 3), potentiaalisena vaihtoehtona tutkimus- ja kehittämismenojen alueellisille tasoille. T&K-menot selittivät tehottomuuden vaihteluja kuitenkin jossain määrin paremmin, minkä lisäksi ensinmainitut itse asiassa sisältyvät jo kertaalleen Herfindahl-erikoistumisindeksiin. Näin ollen ”modernien” alojen ryhmä päätettiin jättää pois jatkotarkasteluista.

Edelleen 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 tutkimus- ja kehittämismenoille, 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 merkittäväksi osoittautui 1999, joka on selityksissä mukana.

<sup>3</sup> Taulukoiden 4.2. – 5.2. t-arvot ovat asymptoottisia

Voidaan vielä kysyä, missä määrin tutkimus- ja kehitysmenojen mittaamistapa vaikuttaa tämän muuttujan tilastolliseen selityskykyyn. Taulukossa 4.3 T&K-menoja on mitattu kolmella vaihtoehdoisella tavalla ja malleja b) – d) soveltaen.

**Taulukko 4.3: Tutkimus- ja kehitysmenojen mittaamistavan vaikutus tuloksiin, kolme Tobit-satunnaisvaikutuspaneelia**

	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

Tulokset eivät ratkaisevasti riipu siitä, miten tutkimus- ja kehitysmenoja yllä mitataan, ja yhtä koetta lukuun ottamatta kaikki kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä.

Taulukon 4.3 mukaan 100 euron pysyvä lisäys vuotuisissa asukasta kohti lasketuissa tutkimus- ja kehittämismenoissa kohottaisi seutukunnan yrittäjäsektorin suhteellista taloudellisesta tehokkuutta noin 0,5 - 1 pisteellä. Tehokkuutta on tässä 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.

## 5. Kokonaistuottavuuden ja patenttitiheyden selittäminen

### 5.1. Kokonaistuottavuus

DEA-menetelmää sovellettaessa voidaan myös seutukuntien kokonaistuottavuuden muutos laskea. Tämä tapahtuu käyttämällä ns. Malmquistin indeksiä. Seuraavissa taulukoissa 5.1 ja 5.2 Malmquist-tuottavuusmuutosta selitetään tavallisten pienimmän neliösumman regressioiden avulla. Selitettävänä on ensiksi kolmen vuoden tuottavuuden yhteenlaskettu muutos prosentteina. Sen jälkeen tarkastellaan vuositason muutoksia.

**Taulukko 5.1: Seutukuntien kokonaistuottavuuskehityksen selittäminen pns- regressiomallien avulla. Tuottavuuden vuosimuutos keskimäärin 1996-1999, prosenttia.**

	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
<i>Korkean teknologian osuus tuotannosta, %</i>	<i>0,404</i>	<i>2,54</i>	<i>0,395</i>	<i>3,80</i>
<i>T&amp;K-menot, 100 €/as.</i>	<i>0,268</i>	<i>1,65</i>	<i>0,326</i>	<i>2,43</i>
Vakiotermit	-6,807	-1,21	-0,553	-0,45
Havaintoja yhteensä	83		83	
R <sup>2</sup>	0,589		0,581	

Kokonaistuottavuuden selittämisessä jouduttiin tyytymään yksinkertaisiin muotoiluihin: sopivien selittäjien löytäminen on hankalaa, koska alueellista tilastoaineistoa on niukalti. Esimerkiksi seutukuntien kokonaisinvestoinneista ei ole tietoja käytettävissä, eivätkä teollisuustilaston investointitiedot kuvaa alueiden kokonaistilannetta.

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

Jälkimmäisessä kokeessa b) on mukana kaksi teknologiaan liittyvää muuttujaa, korkean teknologian osuus ja T&K-menot, sekä lisäksi taloudellisen tehottomuuden alkuperäinen taso. Viimeksimainittun voidaan ajatella kuvaavan tuottavuuserojen tasoittumista tai erojen kasvua alueiden välillä, kolmen vuoden lyhyellä tarkasteluajanjaksolla. Tältä osin kehitys viittaa alueiden 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 sijainnin edullisuudella tai epäedullisuudella (etäisyystekijä) ei näyttänyt olevan mitään yhteyttä tuottavuusmuutokseen, ei myöskään yliopiston sijainnilla, joten nämä muuttujat eivät ole yllä mukana. Inhimillisen pääoman indikaattori puolestaan osoittautui alkutarkasteluissa tilastollisesti merkitysettömäksi.

**Taulukko 5.2. Seutukuntien tuottavuuden vuosimuutoksen selittäminen. Muutos prosentteina edellisestä vuodesta, vuodet 1997-1999.**

	a) Laajempi malli		b) Teknologian osuus ja koulutus	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
Erikoistumisaste (0-100)	0,168	1,06		
Väestön koulutustaso	0,039	1,27	0,044	1,89
<i>Korkean teknologian osuus tuotannosta, %</i>	<i>0,443</i>	<i>2,42</i>	<i>0,634</i>	<i>4,81</i>
<i>T&amp;K-menot, 100 €/as.</i>	<i>0,242</i>	<i>0,90</i>		
Dummy 1997	3,849	3,51	3,743	3,55
Dummy 1998	-12,496	-12,22	-12,541	-11,92
Havaintoja	249		249	
R <sup>2</sup>		0,572		0,563

Taulukossa 5.2 etsitään seutukuntien vuosittaisia tuottavuusmuutoksia selittäviä tekijöitä. Nytkään eivät yliopiston sijainti alueella, alueen yleinen sijainti tai human capital-tekijä osoittautuneet toimiviksi selittäjiksi, ei myöskään väkiluku. Alustavan tarkastelun a) mukaan seutukunnan erikoistumisasteella ja väestön koulutustasolla saattaisi olla jonkinlainen heikko positiivinen yhteys tuottavuuskehitykseen. Kuitenkin selkeä yhteys syntyy suppeammassa mallissa b) korkean teknologian ja vuosittaisten tuottavuusmuutosten välille, ja samalla väestön yleisen koulutustason selittävyys nousee. Toisaalta jälleen kerran korkea teknologia, huipputeknologia ja ”modernit” alat toimivat selittäjinä keskenään varsin samaan tapaan. Selityksaste pysyy jälleen käytännössä ennallaan, vaikka neljästä selittävästä muuttujasta vain kaksi jätetään jäljelle.

## 5.2. Seutukuntien patentit 1995-1999

Seuraavan ja samalla viimeisen taulukon 5.3 aiheena on seutukuntien patenttien määrän vaihtelujen selittäminen. Selitettävänä muuttujana käytettävän patenttitiheyden per capita indeksit 1995-1999 ovat peräisin Huovarin, Kangasharjun ja Alasen (2001) tutkimuksesta.

**Taulukko 5.3: Seutukuntien patentti-indeksiä 1995-1999 (alueet keskimäärin = 100) selittävät tekijät**

	a) Perusmuuttujat		b) Vaihtoehtomuuttujat		c) Suppea malli	
	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo	kerroin	t-arvo
Väkiluku, 1000 as.	0,006	0,24	-0,014	-0,61		
Erikoistuneisuus (0-100)	-0,919	-1,35	-0,565	-0,80		
Etäisyystekijä, km	-0,059	-3,55			-0,068	-4,29
Saavutettavuusindeksi			0,782	2,85		
Yliopisto alueella	-20,316	-1,09				
Yliopisto-opisk. osuus %			3,177	0,66		
Väestön koulutustaso	0,667	2,23			0,581	2,15
Human capital-indeksi			0,093	0,29		
<i>Teollinen huipputeknol. %</i>	<i>-1,576</i>	<i>-0,14</i>				
<i>Huippu- ja korkea tekn. %</i>			<i>1,144</i>	<i>1,18</i>		
<i>T&amp;K-menot, 100 €/as.</i>	<i>9,167</i>	<i>3,84</i>	<i>6,524</i>	<i>3,15</i>	<i>8,127</i>	<i>7,61</i>
Vakiotermit	-118,403	-1,50	-29,885	-1,28	-101,361	-1,42
N	83		83		83	
R <sup>2</sup>	0,682		0,677		0,671	

Seutukunnan kokoa ja tuotantorakenteen erikoistuneisuutta mitataan jälleen edellisistä tarkasteluista tutuilla perustekijöillä: väkiluvulla ja Herfindahl-indeksillä. Neljästä muusta potentiaalisesta ilmiöstä (sijainti, yliopisto, alueen yleinen koulutustaso sekä pitkälle kehittynyt tuotantotekniikka) esitetään sen sijaan kaksi vaihtoehtoista mittaria. Tutkimus- ja kehitysmenot ovat jälleen omana, erillisenä mittarina. Lopuksi selitysasasteeltaan heikot pudotetaan pois ja vaihtoehtoista mittareista valitaan paremmin toimiva. Lopputuloksena on malli c), jossa on jäljellä kolme tekijää: seutukunnan sijainti, väestön yleinen koulutustaso sekä per capita tutkimus- ja kehitysmenot. Selitysasasteeksi jää 67 %.

## 6. Yhteenveto

Tässä raportissa käsitellään tutkimus- ja kehittämismenoja aluetalouksien tehokkuuserojen eli suorituskykyerojen selittäjänä. Lisäksi tarkastellaan lyhyesti seutukuntien kokonaistuottavuuden kehitystä sekä patenttitiheyttä. Tutkimus- ja kehittämispänsä lisäksi tarkastellaan alueiden koon, sijainnin sekä erilaisten rakennetekijöiden vaikutusta tehokkuuteen. Tutkimus kohdistuu pääosin vuosiin 1997-1999.

Tutkimus perustuu menetelmällisesti kaksivaiheiseen lähestymistapaan. Työn ensimmäisessä vaiheessa Manner-Suomen seutukuntien yrittäjäsektorin taloudellisia tehokkuuseroja estimoitiin DEA-menetelmää käyttäen. Tämän jälkeen saatuja tehokkuuslukuja selitettiin ekonometristen mallien avulla sellaisilla muuttujilla, jotka eivät olleet ensimmäisessä vaiheessa panostekijöinä.

Tehottomuutta päädyttiin selittämään Tobit-mallien avulla. Niiden mukaan tutkimus- ja kehittämismenojen tasolla henkeä kohti on selvä yhteys seutukunnan yrittäjätoiminnan taloudelliseen tehokkuuteen. Sadan euron pysyvä lisäys näissä menoissa aiheutti mallista riippuen noin 0,5 – 1 pisteen nousun seutukunnan yrittäjäsektorin tehokkuusluvussa vuosina 1997-1999. T&K-menojen selityskertoimet olivat käytetyissä malleissa tilastollisesti merkitseviä.

Mediaanialueen taloudellinen tehokkuus oli 75-80 prosenttia, ja alueiden tuotosta mitattiin ensisijaisesti arvonlisäyksen avulla. Edellä mainittu tulos tarkoittaa siis karkeasti ottaen, että sadan euron pysyvä panostus T&K-menoihin asukasta kohden toi mukanaan noin yhtä prosenttia korkeamman arvonlisäyksen per capita.

Panostaminen tutkimus- ja kehittämismenoihin vaikuttaa jossain määrin myös seutukuntien suhteelliseen tehokkuusjärjestykseen. Erityisesti tehokkuusjakauman keskialueella, missä suorituskyvyltään samantapaisia seutukuntia on paljon, sijoitus voi parantua huomattavastikin. Toisaalta on muistettava, että tyypillisen seutukunnan tutkimus- ja kehittämismenot olivat vuosina 1997-1999 vain noin 250 € asukasta kohden. Näin ollen jo pienehkö kyseisten menojen lisäys alueella voi olla suhteellisesti verrattain suuri muutos.

Tutkimus- ja kehittämismenojen 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 tehokkuuteen, mutta yliopiston sijainti alueella tai inhimillisen pääoman määrä eivät yllättäen selittäneet suorituskyvyn vaihteluja.

Seutukuntien kokonaistuottavuuden muutokset laskettiin ns. Malmquistin menetelmällä ja niitä selitettiin yksinkertaisten regressioiden avulla. Tulosten mukaan korkean teknologian tuotanto sekä tutkimus- ja kehittämismenot 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.

Tutkimus- ja kehittämismenoilla oli erittäin selvä vaikutus myös seutukuntien patenttien määrään asukasta kohti. Kiinnostavaa kyllä myös alueen sijainti oli jälleen merkitsevä: mitä kauempana taloudelli-

sista keskuksista alue sijaitti, sitä alhaisempi oli patentti-indeksi. Myös korkea koulutustaso lisäsi patenteja, mutta esimerkiksi väkiluvulla tai yliopistolla ei ollut itsenäistä vaikutusta.



## **Lähteet:**

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

**Bernard, J. - Cantner, U.** (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. - Hwang, S. - Cheng, W.** (1995): Using Data Envelopment Analysis to Measure the Achievement and Change of Regional Development in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, Vol. 43, 49-66.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Mao, W. - Koo, W.** (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, 157-174.

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

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

**Seiford, L.M. and Thrall, R.M.** (1990): Recent Developments in DEA. *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 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, 103-116.

**Susiluoto, I. – Loikkanen, H. A.** (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, 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, 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, 45-56.