

VATT-TUTKIMUKSIA
131
VATT RESEARCH REPORTS

Tanja Kirjavainen*

NUORTEN
LUKIOKOULUTUKSEN
TEHOKKUUS 2000–2004

* Opetushallitus, Kumpulantie 3, 00520 Helsinki, tanja.kirjavainen@vatt.fi

Kiitän Antti Moisiota hyödyllisistä kommentteista työn eri vaiheissa, Juho Aaltosta avusta aineiston kokoamisessa ja Nina Intosta kuvien muokkauksesta. Kiitos myös Geraint Johnesille, Aki Kangasharjulle, Heikki A. Loikkaselle, Jari Metsämuuroselle, Tarmo Rädylle ja Olli Seppäselle kommentteista.

ISBN 978-951-561-695-1 (nid.)

ISBN 978-951-561-696-8 (PDF)

ISSN 0788-5008 (nid.)

ISSN 1795-3340 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

Government Institute for Economic Research

Arkadiankatu 7, 00101 Helsinki, Finland

Email: etunimi.sukunimi@vatt.fi

Oy Nord Print Ab

Helsinki, maaliskuu 2007

KIRJAVAINEN, TANJA: NUORTEN LUKIOKOULUTUKSEN TEHOKKUUS 2000 - 2004. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 2007, (B, ISSN 0788-5008 (nid.), ISSN 1795-3340 (PDF), No 131). ISBN 978-951-561-695-1 (nid.), ISBN 978-951-561-696-8 (PDF).

Tiivistelmä: Tutkimuksessa tarkastellaan lukioiden tehokkuutta ja kunnallisten lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehokkuutta vuosilta 2000 - 2004. Lukioiden tehokkuutta arvioidaan ylioppilaskirjoitusmenestystä selittäville tilastollisille malleille. Lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehokkuutta selvitetään opetuksen opiskelijakohtaisia opetuksen menoja selittäville malleille. Tilastollisena menetelmänä tutkimuksessa käytetään stokastista rintama-analyysia. Tulosten mukaan lukioiden keskimääräinen tehottomuus oli noin kuusi prosenttia. Eroja ylioppilaskirjoitusmenestyksessä lukioiden välillä selitti vahvimmin peruskoulun lukuaineiden keskiarvo. Suoritustasoon vaikutti positiivisesti vanhempien koulutus, kun taas opiskelun kestolla ja ylioppilastutkinnon laajemmalla hajauttamisella oli tuloksia heikentävä vaikutus. Lukioiden kustannuksilla ei ollut yksiselitteistä vaikutusta suoritustasoon. Lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehottomuus oli tulosten mukaan noin neljä prosenttia. Järjestäjän koulujen keskikoon kasvattaminen 100 opiskelijasta noin 200 opiskelijaan laski selvästi opetuksen kustannuksia. Samalla tavalla vaikutti myös opetushenkilökunnan ja opiskelijoiden välisen suhteen nostaminen 10:stä 20:een opiskelijaan. Varakkaammat kunnat käyttivät enemmän rahaa opetukseen.

Asiasanat: Lukiot, tehokkuus, stokastinen rintama-analyysi

Abstract: This study measures the efficiency of upper secondary schools and cost efficiency of teaching of municipalities providing upper secondary schooling in Finland in 2000 - 2004. Efficiency of upper secondary schools is evaluated with production functions using matriculation examination scores as output. Cost efficiency of teaching is studied with cost functions using teaching costs as the dependent variable. Stochastic frontier analysis is applied as a statistical method for calculating the inefficiency scores. The inefficiency of upper secondary schools was on average 6 per cent. Comprehensive school GPA was the strongest predictor of grades in matriculation examination. Parents' education had a positive impact on attainment whereas length of the studies and average participation in examination periods had a negative effect on results. Costs had no clear impact on examination scores. As for the cost inefficiency of teaching, it was on average 4 per cent. Increasing teacher-student ratio from 10 to 20 would clearly reduce the costs. The increase of average school size from 100 to 200 would have the same affect. Spending on upper secondary education was higher in wealthier municipalities.

Key words: Upper secondary schools, efficiency, stochastic frontier analysis

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Teoreettinen malli	3
2.1 Koulutuksen tuotanto- ja kustannusfunktio	3
2.2 Ekonometriset mallit	5
2.2.1 Tuotantorintama	6
2.2.2 Kustannusrintama	10
3 Aiempien tutkimusten tulokset	13
4 Tutkimusaineisto ja käytetyt muuttujat	17
4.1 Tutkimusaineisto	17
4.2 Muuttujat	18
4.3 Kuvausta panos- ja tuotosmuuttujista	22
5 Lukioiden tehokkuus	25
5.1 Estimointitulokset	25
5.2 Tehokkuuserot	31
5.3 Lukioiden tehottomuuslukujen mukainen järjestys	35
5.4 Ylioppilaskirjoitusmenestys ja tehokkuus	36
6 Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannus-tehokkuus	38
6.1 Estimointitulokset	38
6.2 Tehokkuuserot	44
6.3 Järjestäjien tehottomuuslukujen mukainen järjestys	50
7 Yhteenveto ja johtopäätökset	51
Lähteet	54
Liitteet	57

1 Johdanto

Lukiokoulutus on tärkeä osa toisen asteen koulutusta maassamme. Vuosittain lukioihin hakeutuu hieman yli puolet perusopetuksen päättävästä ikäluokasta suorittamaan opintoja. Opiskelijamäärä lukioissa kasvoi melko tasaisesti aina 2000-luvulle asti, jonka jälkeen se on kääntynyt laskuun. Erityisesti nuorten opiskelijoiden määrä on ikäluokkien pienenemisen myötä vähentynyt.

Ikäluokkien pieneneminen ja kuntien talousvaikeudet ovat jo jonkin aikaa heijastuneet kouluverkon muutoksin perusopetuksessa. Myös ammatillinen peruskoulutus on ollut uudistusten kohteena viime vuosina. Kynnys lukioverkon muutoksiin on kuitenkin ollut hyvin korkealla. Lukioden määrä on pysynyt pidemmän aikaa vakaana. Viime vuosien opiskelijamäärien lasku onkin lähinnä pienentänyt lukioden keskikokoa ja nostanut pienten alle 100 opiskelijan lukioden suhteellista osuutta. Se on myös yksi lukioden kustannusten nousun taustalla olleista tekijöistä. Lisääntyvistä kustannuksista huolimatta kunnat ovat kokeneet oman lukion imagosyistä niin tärkeäksi, ettei sen toimintaa ole haluttu kyseenalaistaa.

Tulevaisuudessa myös lukiokoulutus on ainakin jonkinasteisesti rakenteellisten uudistusten edessä. Opiskelijamäärien lasku johtaa siihen, että opetusta on keskitettävä suurempiin yksiköihin ja lisättävä yhteistyötä ammatillisen peruskoulutuksen kanssa. Näiden muutosten pohjaksi tarvitaan tutkimustietoa kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä sekä toiminnan tehokkuudesta ja tuottavuudesta. Tässä työssä tarkastellaan nuorten lukiokoulutuksen tehokkuutta ja tuottavuutta vuosina 2000 – 2004. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää niin lukioden tehokkuuseroja kuin kunnallisten lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehokkuuseroja. Tuottavuus määritellään tuotosten suhteeksi panoksiin. Tehokkuudella taas tarkoitetaan tarkasteltavan yksikön poikkeamaa tuottavimmasta toiminnasta.

Lukioden tehokkuuseroja tarkastellaan tuotosten näkökulmasta estimoimalla tuotantofunktioita. Tällainen lähestymistapa sopii hyvin koulujen väliseen vertailuun, sillä oletuksena on, että koulut tavoittelevat mahdollisimman suurta tuotoksen määrää. Tässä tutkimuksessa tuotoksena käytetään ylioppilaskirjoitusten arvosanoja, koska ne antavat valtakunnallisesti luotettavan kuvan lukioden suoritustasosta. Arvosanojen vaihtelua kouluittain selitetään peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolla, opiskelijoihin liittyvillä muilla ominaisuuksilla, vanhempien sosioekonomisella taustalla, koulujen resursseilla, opiskelun kestolla, ylioppilastutkinnon hajauttamisen asteella, lukioden omistumuodolla ja sijainnilla. Estimoitavat mallit antavat tietoa sekä suoritustasoon vaikuttavista tekijöistä että lukioden välisistä tehokkuuseroista.

Koulutuksen järjestäjien tehokkuutta on luontevaa tarkastella kustannustehokkuuden avulla, sillä järjestäjän tavoitteena on tarjota mahdollisimman hyvää kou-

lutusta mahdollisimman alhaisin kustannuksin. Tässä työssä estimoitavissa kustannusfunktioimalleissa opetuksen käyttömenojen järjestäjäkohtaista (kunnalliset lukiot) vaihtelua selitetään opetushenkilökunnan palkoilla, tuotoksena olevalla kaikkien aineiden puoltoäänten määrällä, opiskelijoiden perhetaustalla ja aiemalla koulumenestyksellä, opiskelun kestolla, mittakaavatekijöillä, sijainnilla ja järjestäjän varallisuudella. Tehokkuuserojen lisäksi mallien avulla on mahdollista arvioida mittakaavatekijöiden kuten opiskelija-opettaja-suhteen, koulujen keski-koon ja järjestäjän koon vaikutusta opetuksen menoihin.

Estimointimenetelmänä tutkimuksessa käytetään stokastista rintama-analyysia. Se eroaa aiemmasta lukioiden tehokkuutta Suomessa arvioineesta deterministisestä tutkimuksesta siten, että tehottomuudesta erotellaan satunnaisvaihtelu. Menetelmän avulla jokaiselle yksikölle lasketaan tehottomuusluku, joka vaihtelee nollan ja ykkösen välillä (0 ja 100 prosenttia). Luvun ollessa nolla on toiminta tehokasta. Mitä suurempi on luvun arvo, sitä tehottomampaa on toiminta. Tuotantofunktioiden yhteydessä tehottomuusluku kertoo, kuinka monta prosenttia enemmän tarkasteltava yksikkö olisi voinut tuottaa tuotosta eli puoltoääniä. Kustannusfunktioiden osalta luku ilmoittaa, kuinka monta prosenttia alhaisemmin kustannuksin toiminta olisi ollut tehokasta.

Tutkimus etenee siten, että toisessa luvussa esitellään tuotanto- ja kustannusfunktioiden estimoinneissa käytettävä teoreettinen kehikko. Kolmannessa luvussa luodaan lyhyt katsaus aihepiiriin aiempaan tutkimukseen ja tuloksiin. Neljännessä luvussa esitellään tutkimuksen aineisto, muuttujat ja keskeisten muuttujien kehitys tarkastelujaksolla. Ylioppilaskirjoitusmenestystä selittävien tuotantofunktio-mallien tuloksia ja lukioiden tehokkuutta tarkastellaan viidennessä luvussa. Kuudennessa luvussa esitetään kunnallisten lukiokoulutuksen järjestäjien kustannusvaihteluita selittävien mallien ja järjestäjien kustannustehottomuuteen liittyviä tuloksia. Seitsemännessä luvussa on tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset.

2 Teorettinen malli

2.1 Koulutuksen tuotanto- ja kustannusfunktio

Koulutuspalveluiden tuottaminen on monimutkainen prosessi, jota ovat viime vuosikymmeninä kuvanneet eri tavoin niin kasvatus- kuin taloustieteilijätkin. Taloustieteellisissä tutkimuksissa on pyritty selvittämään kotitaustan, koulun ja opetukseen käytettävissä olevien resurssien merkitystä opiskelijoiden suoritus-tasoon. Ongelmaa lähestytään tuotantofunktion käsitteen avulla. Perinteisesti tuotantofunktion avulla on mallinnettu yrityksen tuotantoprosessia, mutta sitä voidaan käyttää myös koulutuspalveluiden tuottamiseen ottamalla huomioon koulutuksen erityispiirteet. Se kuvaa tuotantoteknologian fyysisiä ja teknisiä riippuvuussuhteita ja ilmaisee eri panosmäärillä ja teknologian tasolla saavutettavan maksimaalisen tuotannon määrän.

Tuotantofunktion määrittelyssä lähdetään siitä, että erikokoiset ja koulutusta toisistaan poikkeavin tavoin organisoivat koulutuksen järjestäjät käyttävät useita erilaisia panoksia tuottaessaan koulutuspalveluita (O). Tällainen prosessi voidaan mallintaa tuotantofunktiolla yhtälön (1) mukaisesti (ks. esim. Duncombe ym., 1995):

$$O = f(T_O, T_M, P, Z), \quad (1)$$

missä T_O kuvaa opettajien työpanosta, T_M muun henkilökunnan työpanosta, P pääomapanosta tiloihin ja laitteisiin ja Z muita panoksia kuten materiaaleja ja tarvikkeita.

Määritelmällisesti yhtälön (1) tuotos O kuvaa koulutuksen järjestäjän tarjoamia suoria palveluita tai toimintoja. Teorettisesti yhtälö on estimoitavissa ja käytännössäkin se on mahdollista silloin kun tuotos on mitattavissa yksiselitteisinä fyysisinä yksikköinä. Tarjotun opetuksen määrää on kuitenkin hyvin vaikea mitata siten, että käytetty yksikkö olisi laadullisesti yhteismitallinen (esimerkiksi määrätyn asian opetukseen luokassa käytetty aika). Yksi tapa mitata koulutuksen tuotoksia laadullisesti vertailukelpoisesti on käyttää opettajatunteja. Tällöin joudutaan oletamaan, että panosten tuottavuus on kaikilla koulutuksen järjestäjillä sama. Todellisuudessa tuottavuus useimmiten kuitenkin vaihtelee. Yleisimmin koulujen tuotosta tai tulosta mitataan oppilaiden standardoiduilla testituloksilla.

Edellä yhtälössä (1) tuotoksen ja panosten välistä yhteyttä kuvattiin olettaen että koulutusprosessiin eivät vaikuta muut tekijät. Viimeisten vuosikymmenten tutkimustulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että rahallisen panostuksen lisäksi tuotokseen (testimenestyksellä mitattuun) vaikuttaa oleellisesti myös koulun päätösvallan ulkopuolella oleva panostus (ks. esim. Hanushek, 2003). Koulutuk-

sen järjestäjien suoritustaso S ei siten ole funktio pelkästään tuotoksesta O , jota tuotetaan rahallisilla panoksilla vaan myös funktio ei-rahallisista panoksista, jotka vaikuttavat siihen kuinka hyvin koulun toiminta saa aikaan oppimista. Yleensä näitä ei-rahallisia panoksia (Y) nimitetään ympäristötekijöiksi. Ne voivat olla fyysisiä tekijöitä (F), vanhempien sosioekonomisia taustatekijöitä (V) tai opiskelijoiden ominaisuuksia (OO)

$$S = h(O, Y) \text{ missä,}$$

$$Y = g(F, V, OO) \quad (2)$$

Fyysiset ympäristötekijät (F) voivat vaikuttaa siihen, kuinka tuloksellisesti muita annettuja panoksia voidaan hyödyntää. Esimerkkinä voidaan mainita alueen opiskelijoiden määrä, joka voi vaikuttaa suoritustasoon annetulla toiminnan tasolla. Vaikka koulujen resurssien ei tarvitsisikaan nousta saman suoritustason ylläpitämiseksi samassa suhteessa kuin opiskelijamäärän, jonkinasteinen resurssien lisäys on yleensä tarpeellinen, jos tuottavuus ei nouse.

Vanhempien taustatekijöiden (V) merkitys suoritustasoon on selvää aiempien tutkimustulosten perusteella. Niistä tärkeimmät ovat mm. koulutus- ja tulotaso ja vanhempien odotukset. Esimerkiksi vanhemmat, joilla on korkeakoulututkinto, pitävät yleensä koulutusta tärkeänä ja siirtävät nämä arvot myös lapsilleen. Näin lapset saavat myös kotona kannustusta ja apua koulutyöhön.

Opiskelijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet (OO) kuten kyvykkyys ja motivaatio vaikuttavat myös oppimiseen ja suoritustasoon. Sen vuoksi nämä tekijät tulisi voida erottaa koulun aikaansaamasta vaikutuksesta. Yksiselitteisten ja hyvien muuttujien löytäminen on kuitenkin erittäin vaikeaa, ja yleensä tutkimuksissa joudutaan tyytymään johonkin korvaaviin muuttujiin tai jättämään nämä tekijät kokonaan huomiotta.

Ns. lopullinen koulutuksen tuotantofunktio ottaa huomioon koulun tai koulutuksen järjestäjän tarjoamien resurssien määrän vaihtelun ja muut ei-rahamääräiset tekijät. Kun yhtälö (1) sijoitetaan yhtälöön (2) voidaan koulutuksen tuotantofunktio kirjoittaa muotoon

$$S = h(O, g(F, V, OO)) \quad (3)$$

Koulutuksen kustannusfunktio voidaan johtaa tuotantofunktiosta (3) käyttämällä hyväksi näiden kahden funktion välistä dualiteettia. Kustannusfunktio on muotoa

$$KK = k(O, PH) \quad (4)$$

missä PH kuvaa panoshintoja ja KK kokonaiskustannuksia. Ratkaisemalla tuotos O yhtälöstä (3) ja sijoittamalla se yhtälöön (4) voidaan kustannusfunktio kirjoittaa muotoon

$$KK = k(h^{-1}(S, g(F, V, OO)), PH). \quad (5)$$

Tässä työssä estimoidaan sekä tuotanto- että kustannusfunktioita. Tuotantofunktiot estimoidaan käyttämällä lukiotason aineistoa. Tuotantofunktioiden avulla voidaan selvittää lukioiden tuotoksen eli ylioppilaskirjoitusmenestyksen eroihin liittyviä tekijöitä kuten perhetaustaa, koulujen resursseja, opiskeluaikaa ja koulun sijaintia.

Kustannusfunktiot sen sijaan estimoidaan järjestäjätasolla. Niiden avulla voidaan joustavasti analysoida yhdellä mallilla lukioiden tuotoksia, opiskelijoita, ympäristötekijöitä ja tuotannontekijöiden hintoja. Kustannusfunktio lähestymistavalla on useita etuja. Ensinnäkin selitettävä muuttuja liittyy suoraan palvelun lopputuloksen tai tuotokseen (ylioppilaskirjoitusmenestys) eikä johonkin vaikeammin mitattavissa olevaan koulun toimintaan liittyvään tekijään. Toisekseen mallin avulla voidaan tarkastella mittakaavavaikutuksia siten, että opiskelijoiden suoritus- taso, sosioekonominen tausta, ympäristö ja tuotannontekijöiden hinnat on kontrolloitu. Suuremman kontrollimuuttujien määrän vuoksi mallin antamat tulokset ovat tarkempia kuin sellaisten mallien tulokset, joissa yleensä käytetään vain jotakin yksittäistä kustannuksiin vaikuttavaa tekijää.

Tässä tutkimuksessa kustannusfunktion selitettävänä muuttujana käytetään ainoastaan opetuksen menoja. Hallinnosta, ruokailusta ja kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuvia menoja ei kustannusfunktion selitettävässä muuttujassa ole mukana sen vuoksi, ettei niistä ollut saatavilla luotettavia panoshintatietoja. Esimerkiksi muun henkilökunnan palkkatiedot olivat liian puutteellisia. Opetuksen osalta tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita kolmenlaisista skaalavaikutuksista. Näitä ovat opiskelijoiden ja opetushenkilökunnan välinen suhde, koulujen keskikoko ja koulutuksen järjestäjän koko opiskelijamäärällä mitattuna.

2.2 Ekonometriset mallit

Tässä tutkimuksessa sekä tuotanto- että kustannusfunktiot estimoidaan stokastisella rintama-analyysillä (Stochastic Frontier Analysis, SFA). Menetelmä sopii molempien funktioiden estimointiin. Tuotantofunktioita estimoidessa oletetaan, että tarkasteltavat yksiköt (lukiot tässä tutkimuksessa) maksimoivat tuotoksen määrää. Kustannusfunktioiden osalta oletuksena on, että tarkasteltavat yksiköt (tässä tutkimuksessa kunnat lukiokoulutuksen järjestäjinä) minimoivat kustannuksiaan. Menetelmä on tilastollinen ja sen avulla on mahdollista arvioida muuttujien välisten riippuvuuksien lisäksi tuotannossa vallitsevaa tehokkuutta.

Stokastisen rintama-analyysin etuna vaihtoehtoisiin menetelmiin ja erityisesti lineaariseen optimointiin perustuvaan Data Envelopment analyysiin (DEA) voidaan pitää sitä, että se erottelee satunnaisvaihtelun tehottomuudesta ja mahdollistaa tilastollisen päättelyn. Tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita yksiköiden välisen tehottomuuden lisäksi esimerkiksi joidenkin selittävien muuttujien skaalavaikutuksista ja DEA lineaarisen optimoinnin sovelluksena ei sovellu tällaiseen analyysiin. Tilastollisen menetelmän etuihin kuuluu myös, että se on vähemmän herkkä aineistossa oleville virheille.

Stokastisen rintama-analyysin yhtenä ongelmana on, että tehottomuuden jakauma on tuntematon. Tehottomuuden identifioimiseksi joudutaan siis tekemään jakaumaoletus ja jakaumaoletuksella on vaikutusta havaitun tehottomuuden suuruuteen. Samalla tavalla joudutaan tekemään oletus myös tuotantoteknologian eli tuotantofunktion muodosta.

Tehokkuuslukujen osalta stokastinen rintama-analyysi eroaa DEA:sta siten, että siinä ei tarvitse olla yhtään täysin tehokasta yksikköä. Siten menetelmän erotteilykyky on parempi kuin DEA:n, sillä jos DEA:ssa on täysin tehokkaita yksiköitä enemmän kuin yksi, näiden välille ei pystytä tekemään eroa.

Koulutuksen tehokkuuden analyysissä DEA on toistaiseksi ollut suosittu menetelmä sen joustavuuden vuoksi, sillä sen avulla on helppoa analysoida useampaa tuotosta ja panosta. Koulutuksessa tuotoksia on yleensä useita ja useamman kuin yhden tuotoksen huomioiminen tilastollisilla menetelmillä ja stokastisessa rintama-analyysissä on selvästi monimutkaisempaa. Tämän lisäksi DEA:ssa ei tarvita tietoja panoshinnoista vaan menetelmä laskee kullekin yksikölle edullisimmat painot.

Seuraavassa määrittelemme ensin stokastisen tuotantorintaman ja sen jälkeen stokastisen kustannusrintaman sekä esitämme tehokkuuslukujen laskennan muissa tapauksissa.

2.2.1 Tuotantorintama

Tarkastellaan ensin stokastisen tuotantorintaman määrittelyä. Oletetaan, että koulut maksimoivat tuotoksen määrää. Tällöin käytettäessä N panosta yhden tuotoksen tuottamiseen voidaan stokastinen tuotantorintama esittää muodossa

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp\{v_i\} TE_i. \quad (6)$$

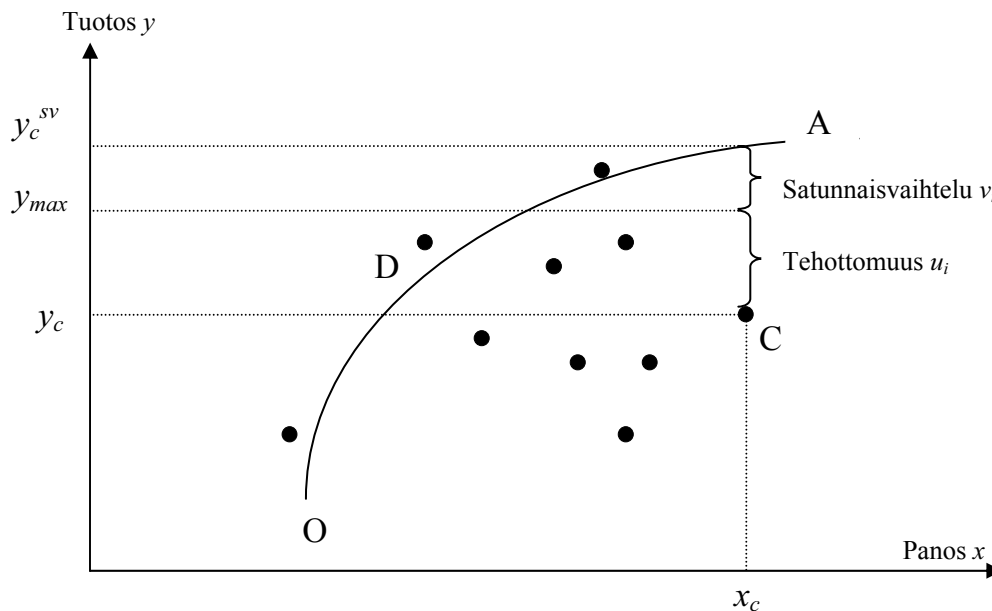
Yhtälössä (6) $[f(x_i; \beta) \exp\{v_i\}]$ on stokastinen tuotantorintama, jossa y_i on yksikön i tuotos, x_i on panosvektori ja β kerroinestimaatit. Se koostuu kahdesta osasta: deterministisestä osasta $f(x_i; \beta)$, joka on yhteinen kaikille kouluille ja koulukoh-

taisesta osasta $\exp\{v_i\}$, joka kuvaa jokaisen koulun satunnaisvaihtelua. Tuotantorintama voidaan kirjoittaa muotoon

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i; \beta) \exp\{v_i\}}, \quad (7)$$

jonka mukaan tekninen tehokkuus määritellään toteutuneeksi tuotoksen määräksi suhteessa optimituotoksen määrään annetulla tuotantoteknologialla. Tehokkuuden määrittämistä stokastisella rintama-analyysillä voidaan havainnollistaa seuraavan kuvion avulla (ks. Kuvio 1).

Kuvio 1 Tehottomuuden mittaaminen stokastisella rintama-analyysillä



Oletetaan, että koulut tuottavat yhtä tuotosta y yhdellä panoksella x . Kuviossa y-akselilla on tuotoksen y määrää ja x-akselilla panoksen x määrä. Kuvion pisteet ovat kouluja ja käyrä OA koulujen tuotoksen ja panoksen perusteella estimoitu stokastinen tuotantorintama. Koulut, jotka ovat tuotantorintamalla tai sen yläpuolella ovat teknisesti tehokkaita. Sen sijaan koulut, jotka ovat tuotantorintaman alapuolella, olisivat samalla panoksen määrällä voineet tuottaa enemmän tuotosta y , joten ne ovat tehottomia. Tarkastellaan koulua C, joka tuottaa tuotoksen y_c panoksella x_c . Koulu C ei sijaitse tuotantorintamalla vaan sen alapuolella, joten sen toiminnassa on tehottomuutta. Tehottomuuden suuruus saadaan karkeasti ottaen määritettyä sen etäisyydestä tuotantorintamaan. Osa etäisyydestä on satunnaisvaihtelua y_c^{sv} ja osa tehottomuutta TE, joka saadaan koululle C suhdelukuna $TE_c = y_c/y_{max}$.

Kuvassa 1 muutama koulu sijaitsee tuotantorintaman yläpuolella (esimeriksi koulu D). Näiden koulujen toiminta on tehokasta ja tuotoksen määrä, joka ylittää tuotantorintaman määrittämän tuotoksen määrän voidaan väljästi tulkita satunnaisvaihteluksi.

Tässä tutkimuksessa oletetaan, että tuotantoa kuvaa ns. Cobb-Douglas tuotantoteknologia. Rajoitteistaan huolimatta tätä funktiomuotoa käytetään eniten koulutuksen tuotantofunktioiden estimoinnissa. Saatavilla ollut aineisto ei myöskään sallinut muiden vaihtoehtoisten funktiomuotojen soveltamista. Ns. Cobb-Douglas-muotoinen stokastinen tuotantorintama voidaan kirjoittaa muotoon

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{ni} + v_i - u_i \quad (8)$$

missä y_i on koulutuksen järjestäjän i tuotos, x_{ni} on vektori selittävästä panosmuuttujista, β_0 on mallin vakio, v_i on normaalisti jakautunut virhetermi ja u_i aina arvoltaan positiivinen tehottomuutta kuvaava termi. Termit v_i ja u_i muodostavat yhdessä mallin epäsymmetrisen virhetermin $e_i = v_i - u_i$. Edelleen mallissa oletetaan, että v_i :n ja u_i :n jakaumat ovat riippumattomia toisistaan ja mallin selittävästä muuttujista. Tehottomuus saadaan määritettyä seuraavasti

$$TE_i = \exp(-u_i). \quad (9)$$

Virhetermi e_i on positiivisesti vino jos $u_i \geq 0$. Jos e_i ei ole positiivisesti vino vaan symmetrinen, yhtälö (8) palautuu normaaliksi regressioyhtälöksi, jossa ei tarvitse mallintaa tehottomuutta. Virhetermin epäsymmetrisyyttä on mahdollista testata tilastollisilla testeillä (ks. esim. Kumbhakar & Lovell, 2000).

Jos virhetermi on epäsymmetrinen eli mallissa on tehottomuutta, virhetermille u_i on tehtävä myös jakaumaoletus, joka vaikuttaa jossain määrin havaitun tehokkuuden suuruuteen. Yleisimmin oletetaan, että u_i on puolinormaalisti jakautunut. Muita usein käytettyjä jakaumia ovat eksponentiaalinen, katkaistu normaali- tai gammajakauma. Myös jakauman valintaan on olemassa joitakin tilastollisia testejä (ks. esim. Kumbhakar & Lovell, 2000).

Kun yhtälö (8) estimoidaan paneeliaineistolle, lisätään siihen aikadimensio t ja yhtälö kirjoitetaan muotoon

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i. \quad (10)$$

Koska paneeliaineisto sisältää tietoa samoista kouluista useilta vuosilta, voidaan teknisen tehokkuuden kehityksestä tehdä kaksi vaihtoehtoista oletusta. Yksinkertaisimmillaan sallitaan se, että tehokkuus vaihtelee kouluittain, mutta on kullakin koululla ajassa muuttumaton. Tällöin kullekin koululle lasketaan yksi tehokkuus-

luku koko tarkasteltavalle ajanjaksolle yhtälön (10) osoittamalla tavalla. Vaihtoehtoisesti sallitaan se, että tehokkuus vaihtelee ajassa myös kouluittain eli $u_i = u_{it}$. Erityisesti silloin, kun tarkasteltava ajanjakso on pitkä, on todennäköisempää, että tehokkuus muuttuu.

Tehokkuuden muutoksen ja suunnan selvittämiseen on kehitetty muutamia malleja (ks. esim. Kumbhakar ja Lovell, 2000 s. 108-115). Tässä tutkimuksessa muutosta testataan Battesen ja Coellin (1992) kehittämällä katkaistuun normaali-jakaumaan perustuvalla mallilla, missä aika mallinnetaan tehottomuustermissä seuraavasti

$$u_{it} = \exp\{-\eta(t - T)\}u_i.$$

Jos $\eta=0$, mallin tehottomuus ei muutu ajassa. Jos $\eta>0$, tehottomuus laskee tarkastellun ajanjakson aikana ja jos $\eta<0$, tehottomuus kasvaa tarkastellun ajanjakson aikana.

Paneeliaineistolle tuotantorintama voidaan estimoida joko ns. kiinteiden vaikutusten (fixed effects models) tai ns. satunnaisten vaikutusten (random effects models) malleilla. Molemmissa malleissa ajassa pysyvä kiinteä vaikutus tulkitaan tehottomuudeksi. Satunnaisten vaikutusten mallissa oletuksena on, että tehottomuus ei ole yhteydessä mallin selittäviin muuttujiin. Tämä on hyvin rajoittava oletus. Kiinteiden vaikutusten malleissa selittävien muuttujien ja tehottomuuden välillä voi olla riippuvuus. Kiinteiden vaikutusten malleissa kerroinestimaatit lasketaan ainoastaan muuttujien ajallisesta vaihtelusta. Lyhyessä paneelissa tämäkin voi olla ongelmallista havaintojen niukkuuden vuoksi. Satunnaisten vaikutusten malleissa otetaan huomioon myös yksiköiden välistä vaihtelua. Koska tässä työssä käytetään suhteellisen lyhyttä viiden vuoden paneeliaineistoa, on perusteltua estimoida sekä satunnaisten että kiinteiden vaikutusten malleja ja testata tulosten robustisuutta mallivalinnalle.¹

Yhtälössä (10) tehottomuudeksi tulkitaan myös muu yksiköiden välinen vaihtelu, joka on ajassa muuttumatonta mutta vakio kullekin yksikölle. Tämäkin voi aiheuttaa harhaa tehottomuuden estimointiin. Aivan viime vuosina on kehitetty malleja, joissa sallitaan tehottomuuden lisäksi myös muu yksiköiden välinen heterogeenisuus eli satunnaisista tai kiinteistä vaikutuksista erotellaan tehottomuus. Nämä ns. varsinaiset satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallit (true random ja true fixed effects models) (Greene, 2005a ja b) voidaan esittää seuraavasti

$$\ln y_{it} = \beta_i + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_{it}, \quad (11)$$

¹ Satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallien sopivuutta voidaan testata myös Hausmanin spesifikaatiotestillä.

missä β_i on kunkin koulun ajassa vakio ns. satunnainen tai kiinteä vaikutus ja u_{it} koulun i hetken t tehottomuus. Mallissa toisin sanoen erotellaan yksiköiden välinen ajassa pysyvä vaihtelu tehottomuudesta, joka voi vaihdella myös ajassa. Tämä ajassa pysyvä yksikön kiinteä vaikutus voidaan tulkita joksikin sellaiseksi tekijäksi, jota ei ole mallin muuttujilla kontrolloitu. Koulujen osalta esimerkkinä voidaan mainita jokin opettajien ominaisuus, jota on vaikea mitata, mutta jolla on vaikutusta suoritustasoon. Toisena esimerkkinä voi olla vaikkapa koulun johtaminen tai muu toimintakulttuuri.

Yhtälön (11) ongelmana voidaan pitää sitä, että estimoitavia parametrejä on paljon ja lyhyessä paneelissa mallin kiinteiden vaikutusten estimaattorit ovat epäkonsistentteja ja herkkiä havaintojen vähäisestä määrästä johtuvalle harhalle. Edellisten lisäksi kaikki ajassa pysyvä yksiköiden välinen vaihtelu tulkitaan kiinteäksi vaikutukseksi. Osa tästä kiinteästä vaikutuksesta voi luonnollisesti olla myös ajassa pysyvää tehottomuutta.

Edellä esitetyissä malleissa oletetaan, että kaikki mallin muuttujat vaikuttavat suoraan tuotantofunktion muotoon ja siten tuotantoteknologiaan. Jos halutaan tarkastella tehottomuuteen vaikuttavia mallin ns. eksogeenisiä tekijöitä, näitä voidaan yksinkertaisimmillaan mallittaa olettamalla tehottomuutta kuvaavan, katkaistua normaalijakaumaa noudattavan virhetermin odotusarvon riippuvan joukosta selittäviä muuttujia seuraavasti

$$u_i = N[\mu_i, \sigma_i^2]$$

$$\mu_i = \delta' z_i \tag{12}$$

missä z_i kuvaa tehottomuutta selittäviä muuttujia. Tässä tutkimuksessa kuitenkin oletetaan, että kaikki tuotantorintaman estimoinnissa käytettävät muuttujat vaikuttavat suoraan tuotantoteknologiaan. Käytettävissä ei ollut mitään sellaisia esimerkiksi koulujen organisaatiota kuvaavia muuttujia, joiden olisi voinut ajatella olevan yhteydessä tehottomuuteen. Sen vuoksi yllä olevia malleja ei tässä työssä estimoida.

Heteroskedastisuus voi aiheuttaa harhaa estimoitavien yhtälöiden normaalisti jakautuneeseen virhetermiin v_i ja tehottomuutta kuvaavaan virhetermiin u_i . Heteroskedastisuus on erityinen ongelma, jos sitä on tehottomuutta kuvaavassa virhetermissä u_i . Tässä työssä testataan heteroskedastisuutta sekä v_i :n että u_i :n suhteen.

2.2.2 Kustannusrintama

Määritettäessä stokastista tuotantorintamaa tarvittiin tietoa panosten ja tuotosten määristä. Stokastisen kustannusrintaman määrittelyssä tarvitaan tuotosten lisäksi tietoa panoshinnoista ja kustannuksista kuten edellä esitettiin. Kun oletetaan, että

yksiköt minimoivat tuotantoprosessissaan kustannuksia, voidaan stokastinen kustannusrintama esittää muodossa

$$E_i \geq c(y_i, w_i; \beta) \exp\{v_i\}, \quad (13)$$

missä $[c(y_i, w_i; \beta) \exp\{v_i\}]$ on stokastinen kustannusrintama ja E_i on yksikön i kustannukset, y_i yksikön i tuotos ja w_i yksikön i panoshinnat. Se koostuu kahdesta osasta: deterministisestä osasta $c(y_i, w_i; \beta)$, joka on yhteinen kaikille yksiköille ja yksikkökohtaisesta osasta $\exp\{v_i\}$, joka kuvaa jokaisen yksikön satunnaisvaihtelua. Stokastiseksi määrittelystä kustannusfunktioista saadaan kustannustehokkuus laskettua yhtälöstä

$$CE_i = \frac{c(y_i, w_i; \beta) \exp\{v_i\}}{E_i}, \quad (14)$$

jonka mukaan kustannustehokkuus määritellään minimikustannusten suuruudeksi suhteessa toteutuneiden kustannusten suuruuteen $\exp\{v_i\}$ kuvaamassa ympäristössä.

Tässä tutkimuksessa käytettävä kustannusfunktio on kuten tuotantofunktiokin ns. Cobb-Douglas-muotoinen. Tällöin kustannusrintama voidaan ilmaista seuraavasti

$$\begin{aligned} \ln E_i &\geq \beta_0 + \beta_y \ln y_i + \sum_n \beta_n \ln w_{ni} + v_i \\ &= \beta_0 + \beta_y \ln y_i + \sum_n \beta_n \ln w_{ni} + v_i + u_i, \end{aligned} \quad (15)$$

missä E_i on yksikön i kustannukset, y_i on yksikön i tuotos, w_{ni} on yksikön i panoshinnat, v_i on normaalisti jakautunut virhetermi ja u_i ei-negatiivinen kustannustehottomuus. Termit v_i ja u_i muodostavat yhdessä mallin epäsymmetrisen virhetermin $e_i = v_i + u_i$. Mallissa oletetaan, että v_i :n ja u_i :n jakaumat ovat riippumattomia toisistaan ja mallin selittävästä muuttujista. Tehottomuus määritetään seuraavasti

$$CE_i = \exp\{-u_i\} \quad (16)$$

Virhetermi $e_i = v_i + u_i$ on epäsymmetrinen ja positiivisesti vino, sillä $u_i \geq 0$. Kustannusrintaman virhetermille tehdään aivan vastaavalla tavalla jakaumaoletus kuin edellä tuotantofunktiolle. Vastaavasti kun kustannusrintama estimoidaan paneeliaineistolle, se mallinnetaan samoin kuin edellä tuotantorintama lisäämällä malliin aikadimensio.

Myös kustannusrintama voidaan estimoida satunnaisten tai kiinteiden vaikutusten mallilla ja sallimalla yksikkökohtainen heterogeisuus ns. varsinaisten satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten malleilla. Tehottomuuden muutosta ajassa voidaan testata kuten edellä Battesen ja Coellin (1992) esittämällä mallilla.

3 Aiempien tutkimusten tulokset

Koulutuksen tuotantofunktioita on perinteisesti estimoitu tilastollisesti tuotantontekijöiden keskimääräisiä suhteita kuvaten. Viimeisen parin vuosikymmenen aikana ovat yleistyneet menetelmät, joiden avulla tuotantofunktio on mahdollista estimoida määritelmän mukaisesti siten, että se kuvaa panosten avulla saatavaa maksimituotoksen määrää. Tällaisia menetelmiä ovat tässäkin tutkimuksessa käytettävät tilastolliset stokastiset rintamamallit ja ei-parametrinen DEA. Kaikkein yleisimmin tuotantorintaman määrittämisessä ja tehokkuuden mittaamisessa on koulutuksen alueella käytetty DEA:a.² Tutkimuksia, joissa olisi käytetty stokastisista rintama-analyysia, on selvästi vähemmän.

Tutkimusta tuotokseen, lähinnä oppimistuloksiin, vaikuttavista resurssitekijöistä, on tehty runsaasti aina 1960-luvulta lähtien. Koska nämä tutkimukset liittyvät oleelliset myös tähän työhön, esitetään seuraavassa lyhyesti kolmen merkittävimmän yhteenvetoartikkelin ja merkittävimpien uusimpien tutkimusten tulokset.

Eniten huomiota kirjallisuudessa ovat saaneet Eric Hanushekin (1986, 1996, 2003) yhteenvetoartikkelit, joissa hän on tullut siihen johtopäätökseen, ettei koulujen käyttämällä resursseilla ole mitään vahvaa ja johdonmukaista yhteyttä testeillä mitattuihin oppimistuloksiin. Sen vuoksi resurssien lisääminen ei automaattisesti johda parempaan suoritustasoon. Tällä tuloksella Hanushek ei kuitenkaan tarkoita sitä, että resursseilla ei olisi merkitystä, sillä tutkimustulokset myös osoittavat, että joissakin tilanteissa suuremmilla resursseilla saadaan aikaan parantunteita oppimistuloksia. Hanushek ei myöskään ole sitä mieltä, että resursseilla ei olisi mahdollista vaikuttaa oppimistuloksiin. Päinvastoin, oikealla tavalla rakennetulla kannustejärjestelmällä voidaan hänestä lisätä huomattavasti resurssien tehokasta käyttöä.

Krueger'in (2003) ja Hedge ja Greenwald'in (1996) mielestä Hanushekin yhteenvetoon liittyy kuitenkin ongelmia. Krueger (2003) kritisoi Hanushekiä siitä, että yhteenveto perustuu yksittäisten, osittain kyseenalaisesti valittujen estimaattien tuloksiin. Krueger'in vetäessä yhteen Hanushek'in referoimien tutkimusten tuloksia käyttämällä yksittäisten estimaattien sijasta yksittäisten tutkimusten tuloksia 'yhden tutkimuksen ja yhden äänen' periaatteella, saa hän lopputulokseksi, että luokkakoulu on vaikutusta oppimistuloksiin. Muita resurssitekijöitä hän ei artikkelissaan tarkastele.

Myös Hedge ja Greenwald (1996) päätyvät meta-analyysin pohjalta Hanushekin kanssa vastakkaisiin tuloksiin tarkastelleessaan luokkakoulu ja opettajien koulutuksen ja kokemuksen vaikutuksia oppimistuloksiin. Heidän tulostensa perusteel-

² Koulutuksen tehokkuutta DEA:lla mitanneita tutkimuksia ovat tarkastelleet esim. Aaltonen ym. (2005) ja Worthington (2001).

la luokkakoolla sekä opettajien koulutuksella ja kokemuksella on positiivinen vaikutus suoritustasoon.

Muutamissa viimeaikaisissa tutkimuksissa on saatu lisänäyttöä sille, että luokkakoolla (Rivkin ym. (2005), Levacic ym. (2005), Krueger (1999)) olisi negatiivinen vaikutus oppimistuloksiin ensimmäisten kouluvuosien aikana, mutta tämä vaikutus pienenisi myöhempinä vuosina. Jenkins ym. (2006) tulosten mukaan luokkakoolla olisi pieni positiivinen vaikutus myös 16-vuotiaiden testimenestykseen Englannissa. Rivkin ym. (2005) tarkastelivat tutkimuksessaan resurssien lisäksi opettajien ja opetuksen vaikutusta oppimistuloksiin ja heidän tulostensa mukaan oppimistulokset vaihtelivat suuresti opettajan mukaan. Tätä vaihtelua ei kuitenkaan selittänyt lainkaan opettajien ylempi korkeakoulututkinto eikä myöskään opetuskokemus muutaman ensimmäisen kokemusvuoden jälkeen.

Suomessa koulujen resurssien ja oppilaiden suoritustason välisiä yhteyksiä on tarkasteltu ainakin kahdessa tutkimuksessa. Molemmat tutkimukset koskivat lukioita. Kirjavaisen ja Loikkasen (1995) koulutason aineistoon perustuvien tulosten mukaan luokkakoko, opettajien koulutus ja kokemus eivät selittäneet ylioppilaskirjoitusten tulosten vaihtelua. Sen sijaan joissakin suppeampaan aineistoon perustuneissa malleissa opettajien keskimääräiset palkat tai vaihtoehtoisesti keskimääräiset opetuksen menot vaikuttivat positiivisesti oppilaiden suoritustasoon. Toisessa, yksilötason paneeliaineistoon perustuneessa tutkimuksessa (Häkkinen ym., 2002), keskimääräisillä opetuksen menoilla ei puolestaan ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ylioppilaskirjoitusmenestykseen.

Yhtenä argumenttina resurssien ja koulujen suoritustason väliselle heikolle positiiviselle yhteydelle on esitetty sitä, että tuotantoprosessissa on tehottomuutta, jota käytetyt mallit eivät ota huomioon. Tutkimukset, joissa on selvitetty koulujen tai koulupiirien tehokkuutta käyttäen joko stokastista rintama-analyysia tai DEA:a, ovat poikkeuksetta löytäneetkin tehottomuutta koulujen tai koulupiirien toiminnasta. Tulokset resurssien ja koulujen suoritustason välisestä yhteydestä ovat kuitenkin vaihtelevia siitäkin huolimatta, että tehottomuus otetaan huomioon.

Barrow'n (1991) tutkimus on ensimmäisiä stokastista rintama-analyysia koulutukseen soveltaneita tutkimuksia. Siinä tarkasteltiin koulupiirien tehokkuutta Englannissa estimoimalla kustannusfunktioita ja vertailtiin regressioanalyysin ja stokastisen rintama-analyysin tuottamia tuloksia. Barrow'n tulosten mukaan koulupiirien toiminnasta löytyi tehottomuutta, joka oli neljästä seitsemään prosenttia estimoitujen mallien perusteella. Barrow myös löysi koulupiirien toiminnasta koulujen kokoon liittyvää mittakaavavaikutusta, jonka mukaan kustannukset olivat alhaisemmat suuremmissa kouluissa. Kustannuksia lisäsi suurempi ilmaiseen lounaaseen oikeuttavien oppilaiden osuus, alhaisempi sosioekonominen tausta ja erityisopetusta tarvitsevien osuus. Kaupunkialueiden koulupiirit olivat kalliimpia kuin muiden alueiden koulupiirit.

Deller ja Rudnicki (1993) tutkivat julkisia ala-asteen kouluja Mainen osavaltiossa Yhdysvalloissa estimoimalla tuotantofunktioita koulutason aineistolla käyttäen sekä PNS regressiota että stokastista rintama-analyysia. Heidän tulostensa mukaan koulujen toiminnassa oli jonkin verran tehottomuutta. Oppimistuloksia selittävistä tekijöistä korkeammat opetuksen menot olivat yhteydessä parempiin tuloksiin. Tulokset olivat myös parempia pienemmissä kouluissa.

Mizala ym. (2002) tarkastelivat stokastisen rintama-analyysin avulla chileläisten ala-asteen koulujen tehokkuutta. Aineistona heillä oli 2000 koulun edustava otos ja tuotoksena äidinkielen ja matematiikan testitulokset. Myös Mizala ym. löysivät koulujen toiminnasta tehottomuutta, joka oli noin seitsemän prosentin suuruista. Heidän tulostensa mukaan lukukausimaksullisissa yksityisissä kouluissa suoritustaso oli korkeampi kuin julkisissa tai julkisesti tuetuissa yksityisissä kouluissa. Testimenestys oli myös parempi tyttö- kuin poikakouluissa tai molemmille sukupuolille tarkoitetuissa kouluissa. Koulujen resursseja kuvaavista muuttujista oppilas-opettaja-suhde vaikutti suoritustasoon negatiivisesti eli mitä pienempi oli luokkakoko, sen parempi oli testimenestys. Koulukoon vaikutus sen sijaan oli päinvastainen eli suoritustaso nousi koulujen koon kasvaessa. Opettajien kokemus ei ollut tilastollisesti merkitsevä suoritustason selittäjä. Suoritustaso oli myös korkeampi maaseudulla, jossa koulujen saavutettavuus oli hyvä, verrattuna muihin alueisiin.

Edellisistä kouluja ja koulupiirejä tarkastelevista tutkimuksista poiketen Cooper ja Cohn (1997) keskittyivät amerikkalaisten koululuokkien välisiin tehokkuuseroihin peruskouluissa ja lukioissa. Heidän tulostensa mukaan koululuokkien välillä oli selviä tehokkuuseroja. Tuotoksesta riippuen (eri aineiden testitulokset) keskimääräinen tehottomuus vaihteli viiden ja 20 prosentin välillä. Palkkiojärjestelmän käytöllä oli lähes aina positiivinen vaikutus oppimiseen. Tavanomaisilla resursseja mittaavilla tekijöillä kuten luokkakoolla ja opettajien ominaisuuksilla ei sen sijaan ollut kuin joissakin malleissa vaikutusta suoritustasoon.

Ruotsalaista perusopetusta koskenut Heshmatin ja Kumbhakar (1997) tutkimus poikkesi edellä kuvatuista tutkimuksista tuotosmuuttujan suhteen. Testitulosten sijasta siinä käytettiin tuotoksena opiskelijamäärää tai ns. korjattua opiskelijamäärää, jossa opiskelijamäärästä oli vähennetty luokalle jäävien määrä. Varsinaisena panoksena tutkimuksessa käytettiin perusopetuksen kokonaiskustannuksia, joissa oli mukana opetus, materiaalit, kirjasto, ruokailu, terveydenhoito, ohjaus ja tuki, hallinto, tukiopetus, tilavuokrat ja kuljetukset. Näiden lisäksi otettiin huomioon niitä olosuhteita, joissa kunnat järjestävät perusopetusta. Tulosten mukaan keskimääräinen tehottomuus oli vajaat 10 prosenttia ruotsalaisissa peruskouluissa.

Suomessa on toistaiseksi tehty yksi tutkimus, jossa on tarkasteltu perusopetuksen tehokkuutta stokastisella rintama-analyysillä (Aaltonen ym. 2006) kustannus- ja

tuotantofunktioiden avulla kuntatason aineistolla. Kustannusfunktioiden perusteella perusopetuksen tehottomuus oli vajaat 10 prosenttia. Tehottomuus oli selvästi pienempää, vain muutaman prosentin suuruista, tuotantofunktioiden perusteella kun tuotoksena käytettiin PISAn testituloksia. Näissä analyyseissa ei löytynyt yhteyttä koulujen resurssien ja testimenestyksen välille.

4 Tutkimusaineisto ja käytetyt muuttujat

4.1 Tutkimusaineisto

Tässä tutkimuksessa käytetään kahta erilaista aineistoa. Lukioden tehokkuutta ja suoritustasoon vaikuttavia tekijöitä (lukioden tuotantofunktiot) tutkitaan koulutason aineistolla. Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannustehokkuutta ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä (lukiokoulutuksen järjestäjien kustannusfunktiot) arvioidaan järjestäjätason aineistolla. Molemmissa aineistoissa tiedot ovat vuosilta 2000 - 2004.

Lukioden tehokkuutta arvioitaessa perusjoukkona on kaikki Manner-Suomessa lukiokoulutusta antavat oppilaitokset. Aineistossa ei ole mukana aikuislukioita ja lukioden aikuislinjoja koska niiden toiminta poikkeaa selvästi päivälukioden toiminnasta tutkintovaatimusten osalta. Tämä rajausta on tehty aineiston vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi. Tämän lisäksi kansanopistojen tarjoama lukiokoulutus on rajattu pois tarkastelusta. Muutama kielikoulu jätettiin tarkastelusta pois sen vuoksi, että niissä ei suoriteta suomalaista ylioppilastutkintoa. Rudolf Steiner-koulut jätettiin tarkastelusta pois sen vuoksi, että ne eivät ole mukana yhteisvalinnassa, joten suurimmalta osalta näiden koulujen opiskelijoista puuttuu tieto peruskoulun päättötodistuksesta. Aineistosta puuttuvat myös sellaiset lukiot, joissa jonakin vuonna on ollut vähemmän kuin viisi ylioppilaskokelasta. Tämä rajausta jouduttiin tekemään yksilön tietosuoja vuoksi. Valtion ns. normaalikoulut ovat mukana analyysissä vuodesta 2001 lähtien. Muita lyhyempi ajanjakso johtuu siitä, että niistä oli saatavilla vertailukelpoiset kustannustiedot vasta vuodesta 2000 lähtien. Edellisten lisäksi aineistosta on jouduttu poistamaan joitakin lukioita puuttuvien tietojen vuoksi. Kaikkien näiden rajausten jälkeen aineistoon jäi 436 lukiota. Vuodesta riippuen lukioden määrä vaihtelee 424 - 431 välillä.

Lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehokkuutta arvioidaan aineistolla, jossa on ainoastaan kunnalliset koulutuksen järjestäjät Manner-Suomessa. Näitä oli tarkastelujaksolla 275 - 278 vuodesta riippuen. Yksityiset lukiokoulutuksen järjestäjät jouduttiin jättämään tarkastelun ulkopuolelle siksi, ettei niistä ollut käytettävissä analyysissä tarvittavia palkkatietoja. Myös valtio lukioden ylläpitäjänä samoin kuin muutama kuntayhtymä jouduttiin jättämään aineistosta pois samasta syystä. Puutteellisten tietojen vuoksi aineistosta tiputettiin vielä 10 - 15 kunnallisen lukiokoulutuksen järjestäjää. Näiden poistojen jälkeen aineistoon jäi 263 kunnallisen lukiokoulutuksen järjestäjää. Vuodesta riippuen järjestäjiä on 253 - 261.

Tutkimuksessa käytetty aineisto on yhdistelty useasta eri lähteestä. Tietoja on koottu Tilastokeskuksen ylläpitämistä rekistereistä, Opetushallituksen ylläpitämistä yhteisvalintarekisteristä ja VALOS-rekisteristä ja Ylioppilastutkintolauta-

kunnan ylläpitämästä ylioppilastutkintorekisteristä. Seuraavassa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin kaikkien tässä tutkimuksessa käytettäviä tietoja ja niiden lähteitä. Molempien aineistojen muuttujien keskiarvo- ja hajontaluvut ovat liitteenä (Liite 2 ja Liite 3).

4.2 Muuttujat

Koulujen *suoritusasoa* tai *tuotosta* mitataan tavallisimmin opiskelijoiden testimenestyksellä. Lukioissa on luonnollista käyttää ylioppilastutkinnon arvosanoja mittaamaan suoritusasoa. Tässä tutkimuksessa suoritusason mittarina käytetään pakollisten ja kaikkien aineiden puoltoäänien määrää. Tiedot ylioppilaskirjoitusmenestyksestä on saatu ylioppilastutkintorekisteristä.³ Tätä tutkimusta varten rekisteristä poimittiin kaikkien vuosina 1990 - 2005 päivälukioissa ylioppilastutkinnon suorittaneiden kokeen suoritus tiedot arvosanoineen ja eri aineiden suoritusajankohtineen. Tässä tutkimuksessa käytetään vuosina 2000 - 2004 ylioppilastutkinnon suorittaneiden varsinaisten kokelaiden tietoja.

Lukioiden *resursseja* eli fyysisiä panoksia mitataan tässä tutkimuksessa käyttömenoilla. Menot jaetaan lukioiden tuotantofunktioita estimoitaessa opetuksen menoihin ja muihin menoihin. *Opetuksen menot* sisältävät välittömästi opetuksesta syntyvät kustannukset kuten opettajien palkat ja materiaalit. *Muut menot* sisältävät hallinnosta, ruokailusta, oppilashuollosta ja kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuneet menot. Majoituksen menot on jätetty pois siksi, että niitä on vain muutamalla koulutuksen järjestäjällä. Myös pieniin hankkeisiin luettavia menoja on koulutuksen järjestäjillä kirjattuna hyvin epäjärjestelmällisesti, joten nekin on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Edellisten lisäksi kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuvat kustannukset ovat ongelmallisia, koska koulutuksen järjestäjät arvostavat kirjanpidossaan kiinteistöjen vuokrat toisistaan hyvinkin poikkeavilla tavoilla. Tästä huolimatta ne on otettu mukaan lukioiden tuotantofunktioanalyysiin, koska ne ovat kuitenkin suhteellisen suuri yksittäinen menoerä ja niiden huomiotta jättäminen olisi myös ollut kyseenalaista.

Muita menoja ei oteta kustannusfunktioanalyysiin, joten analyysi koskee ainoastaan opetuksen kustannustehokkuutta. Jos muut menot olisivat olleet tarkastelussa mukana, olisi tarvittu tietoa myös niiden panoshinnoista. Saadut palkkatiedot olivat kuitenkin muun kuin opetushenkilöstön osalta liian puutteellisia. Myöskään muuta tietoa panoshinnoista ei ollut käytettävissä.

Edellä kuvatut kustannustiedot on saatu Opetushallituksen ylläpitämästä VALOS-rekisteristä. Tämä rekisteri on ylläpitäjäkohtainen. Niiden kuntien osalta, joissa toimii vain yksi lukio, tiedot ovat koulukohtaisia. Jos ylläpitäjällä on

³ Arvosanat on pisteytetty seuraavasti: laudatur=7; eximia=6; magna cum laude=5; cum laude approbatur=4, lubenter approbatur=3; approbatur=2; improbatur=0.

kaksi tai useampia lukioita, joudutaan turvautumaan ylläpitäjäkohtaisiin keskiarvoihin.⁴ Kustannuksista käytetään kolmen edeltävän kalenterivuoden liukuvaa keskiarvoa, sillä se kuvaa parhaiten jokaisen ikäluokan resursseja opiskeluaikana. Kustannukset on deflatoitu vuoden 2003 hintoihin käyttämällä ketjutettua julkisten menojen kunnallisen opetustoimen hintaindeksiä (2004=100), jossa on otettu huomioon vuonna 1998 voimaan tullut opetushenkilökunnan eläkemaksu-uudistus.

Kustannusfunktioissa käytettävä *opettajien ja rehtoreiden keskipalkka* on saatu Tilastokeskuksen kuntasektorin palkkatilastoista. Palkkatieto on kalenterivuoden lokakuun tilanne kahdelta viikolta. Palkkatiedot on deflatoitu vuoden 2003 hinnoiksi kuntien opetuksen ansiotasoindeksillä (2000=100). Opettajien ja rehtoreiden keskipalkka on laskettu vain kahden vuoden liukuvana keskiarvona, koska palkkatiedot olivat käytettävissä vasta vuodesta 1998 lähtien.

Edellä kuvatussa teoreettisessa mallissa *ympäristötekijöitä* olivat opiskelijoiden määrä, vanhempien sosioekonominen asema ja opiskelijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet kuten motivaatio ja kyvykkyys.

Opiskelijoiden kyvykkyyttä ja aiempaa koulumenestystä mitataan tässä tutkimuksessa opiskelijoiden *peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolta*.⁵ Oletuksena on, että se vaikuttaa positiivisesti koulun suoritustasoon ylioppilaskirjoituksissa. Kustannustasoon muuttujan oletetaan vaikuttavan negatiivisesti, sillä heikompien opiskelijoiden suuremman osuuden voisi olettaa nostavan kustannuksia. Muuttuja on saatu Opetushallituksen ylläpitämästä yhteisvalintarekisteristä. Yhteisvalintarekisteristä on käytetty vuosien 1996 - 2003 hakurekisterin tietoja. Tieto peruskoulun päättötodistuksesta on liitetty jokaiseen ylioppilastutkinnon suorittaneeseen yksilötasolla. Keskiarvo kou-

⁴ Valtion taloudellinen tutkimuskeskus teki oman kyselyn niille lukiokoulutuksen järjestäjille (kunnille), jotka ylläpitävät useampia lukioita koulukohtaisen tiedon saamiseksi. Kyselyssä pyydettiin lukioiden kustannus- ja opetustuntitietoja samansisältöisinä kuin ne ovat VALOS-rekisterissä. Tällaisia ylläpitäjiä oli VALOS-rekisterissä 53 - 54 vuodesta riippuen. Pyydetty tiedot saatiin 70 lukiosta ja 23 ylläpitäjältä. Suurimmista kaupungeista tiedot toimitti Tampere, Turku, Pori ja Oulu. Sen sijaan Helsingin, Espoon ja Vantaan ylläpitämistä lukioista tietoja ei saatu. Kuntien toimittamien kustannustietojen avulla laskettiin kullekin koululle opetuksen ja muiden menojen suhteelliset osuudet järjestäjän kokonaismenoista. Tämän jälkeen VALOS-rekisterin kustannustiedot ositettiin kullekin koululle suhdeluvun mukaan. Niille kouluille, joista ei saatu koulukohtaisia kustannustietoja, kustannukset jaettiin opiskelijamäärän suhteessa. Tuotantofunktioita estimoitiin myös käyttämällä näitä kustannustietoja, mutta ne eivät muuttaneet tuloksia. Tulokset eivät myöskään oleellisesti muuttuneet kun mallit estimoitiin jättämällä pois Helsingin, Espoon ja Vantaan kunnalliset lukiot. Sen vuoksi tässä työssä esitetyissä estimoinneissa on käytetty pelkästään VALOS-rekisterin kustannustietoja käyttämällä kustannusten kuntakeskiarvoa niissä kunnissa, joissa on useampi kuin yksi lukio.

⁵ Muuttuja on paras saatavilla oleva muuttuja, joka mittaa opiskelijoiden aiempaa koulumenestystä. Siinä on jonkin verran harhaa johtuen yläasteiden erilaisista arvostelukäytännöistä. Huomattavaa kuitenkin on, että Kuuselan (2006) laskelmien mukaan lukioon aikovien 9. luokkalaisten saamat 8, 9 ja 10 kouluarvosanat vastasivat suhteellisen tarkasti testimenestystä Opetushallituksen arvioinneissa. Nämä arvosanat heijastelisivat lukioon pyrkivien osalta toisin sanoen melko tarkasti todellista osaamista.

lulle ja järjestäjälle on laskettu siten yksilötason tiedoista. Varhaisimmat käytettävissä olleet yhteisvalintarekisterin tiedot koskivat vuotta 1996. Vuonna 1999 ylioppilastutkinnon suorittaneiden osalta noin 4 000 opiskelijalle ei löytynyt tietoa peruskoulun päättötodistuksesta käytettävissä olleista rekistereistä. Nämä henkilöt ovat todennäköisesti suurimmaksi osaksi aloittaneet lukio-opinnot ennen vuotta 1996. Tästä syystä vuosi 1999 on jätetty tarkastelusta kokonaan pois.

Opiskelijoiden vanhempien sosioekonomista asemaa kuvaamaan käytettävissä oli osittain toistensa kanssa vaihtoehtoisia muuttujia. Näitä olivat vanhempien keskimääräinen koulutustaso (koulutustasomittain), keskimääräiset tulot (tulot valtion verotuksessa), ylempien toimihenkilöiden osuus, keskimääräinen työttömyyskuukausien lukumäärä ja yksinhuoltajien osuus. Näistä tässä tutkimuksessa käytetään *vanhempien keskimääräistä koulutustasoa*, *ylempien toimihenkilöiden osuutta* ja *yksinhuoltajien osuutta*. Koulutustason ja ylempien toimihenkilöiden osuuden oletetaan vaikuttavan positiivisesti puoltoäänten määrään. Kustannuksiin näillä muuttujilla luulisi olevan negatiivinen vaikutus. Yksinhuoltajien osuuden oletetaan vaikuttavan negatiivisesti arvosanoihin ja positiivisesti kustannuksiin.

Vanhempien keskimääräistä koulutustasoa, ylempien toimihenkilöiden osuutta ja yksinhuoltajien osuutta koskevat tiedot ovat kolme vuotta ylioppilastutkintoa edeltäneeltä ajankohdalta ja ne on saatu Tilastokeskuksesta. Tiedot on liitetty ylioppilastutkinnon suorittaneisiin yksilötasolla ja koulu- ja järjestäjätason keskiarvot on laskettu yksilötason tiedoista samalla tavalla kuin peruskoulun päättötodistuksen keskiarvo. Tässä tutkimuksessa käytettävä tieto kuvaa siten tarkasti kutakin ylioppilastutkinnon suorittanutta ikäluokkaa.

Peruskoulun päättötodistuksen lisäksi tutkimuksessa käytetään yhtenä muuttujana *lukion oppimäärän suorittamiseen käytettyä aikaa*. Tämä muuttuja testaa lähinnä sitä, johtaako pidempi keskimääräinen opiskeluaika parempiin arvosanoihin ylioppilaskirjoituksissa. Kustannusfunktioissa halutaan testata sitä, miten opiskeluaika vaikuttaa kustannuksiin. Tämä tieto on laskettu Tilastokeskuksen toimittamista koulukohtaisista aineistoista, joissa ovat kunakin vuonna lukion oppimäärän suorittaneet opiskelun keston mukaan puolivuositain jaoteltuna.

Toinen opintojen ja ylioppilastutkinnon suorittamistapaan liittyvä muuttuja on tutkinnon hajauttamisen astetta kuvaava *keskimääräinen kirjoituskertojen lukumäärä (hajauttaminen)* ylioppilastutkinnossa. Sitä käytetään kuvaamaan hajauttamisen vaikutusta ylioppilastutkinnon arvosanaan. Muuttujaa ei aikaisemmin ole käytetty tutkimuksissa, joten sen vaikutussuunnasta ei tehdä minkäänlaista oletusta. Muuttuja on laskettu ylioppilastutkintorekisterin tiedoista ja sitä käytetään ainoastaan suoritustasoon vaikuttavana tekijänä arvioitaessa lukioiden tehokkuutta.

Edellisten lisäksi yhtenä ylioppilaskirjoitusten arvosanoihin vaikuttavana tekijänä tuotantofunktioissa käytetään *koulun kokoa*. Koulun koon vaikutus suoritus-tasoon on aikaisemman tutkimuksen valossa ristiriitainen, joten sen etumerkistä ei tehdä oletusta. Koulun kokoa mitataan lukion opiskelijamäärällä ja se on kahden edeltävän vuoden liukuva keskiarvo Tilastokeskuksen syksyn tilastointipäivän opiskelijamäärästä.⁶

Kustannusfunktioissa yhtenä kustannuksia selittävänä mittakaavatekijänä käytetään opiskelija-opettaja-suhdetta. Muuttuja on opettajien ja rehtoreiden yhteismäärä jaettuna opiskelijamäärällä. Se on saatu Tilastokeskuksen toimittamista palkkatilastoista, joissa rehtoreiden ja opettajien määrät ilmaistaan ekvivalentteina kokoaikaisten ja täysipäiväisten määrinä. Muuttuja on kahden edeltävän vuoden liukuva keskiarvo. Tähän muuttujaan liittyy jonkin verran epävarmuutta. Joidenkin järjestäjien suhdeluku oli epätavallisen korkea, joten ne poistettiin aineistosta. Muuttujaan liittyvästä epävarmuudesta huolimatta se haluttiin ottaa mukaan analyysiin sen keskeisyyden vuoksi.

Kustannusfunktioanalyseissa opiskelijamäärä mittaa *järjestäjän koon* vaikutusta opiskelijakohtaisiin kustannuksiin. Kustannuksiin koulujen koon oletetaan vaikuttavan negatiivisesti eli kustannusten oletetaan olevan alhaisemmat koulujen koon kasvaessa. Näissä malleissa käytetään VALOS-rekisterissä olevaa järjestäjäkohtaista opiskelijamäärää, joka on kuukausien lukumäärällä painotettu keskiarvo kevään ja syksyn opiskelijamäärästä. Se poikkeaa jonkin verran Tilastokeskuksen ilmoittamista luvuista. Opiskelijamäärä on kolmen edeltävän vuoden liukuva keskiarvo.

Opiskelijamäärän lisäksi kustannuksiin vaikuttavana mittakaavatekijänä selvitetään *koulujen keskimääräisen koon* vaikutusta. Tämä tieto on VALOS-rekisterin opiskelijamäärä jaettuna järjestäjän lukioden lukumäärällä. Myös koulujen keskimääräinen koko on kolmen vuoden liukuva keskiarvo.

Alueellisina ympäristötekijöinä on tutkimuksessa käytetty *lukioden sijaintia kaupungeissa, taajamissa tai maaseudulla* kuvaavaa dummy-muuttujaa. Lisäksi tuotantofunktioissa testataan sitä, vaihteleeke suoritus-taso koulutuksen järjestäjätyyppin mukaan. Järjestäjiä ovat *kunnat, yksityiset ja valtio*.

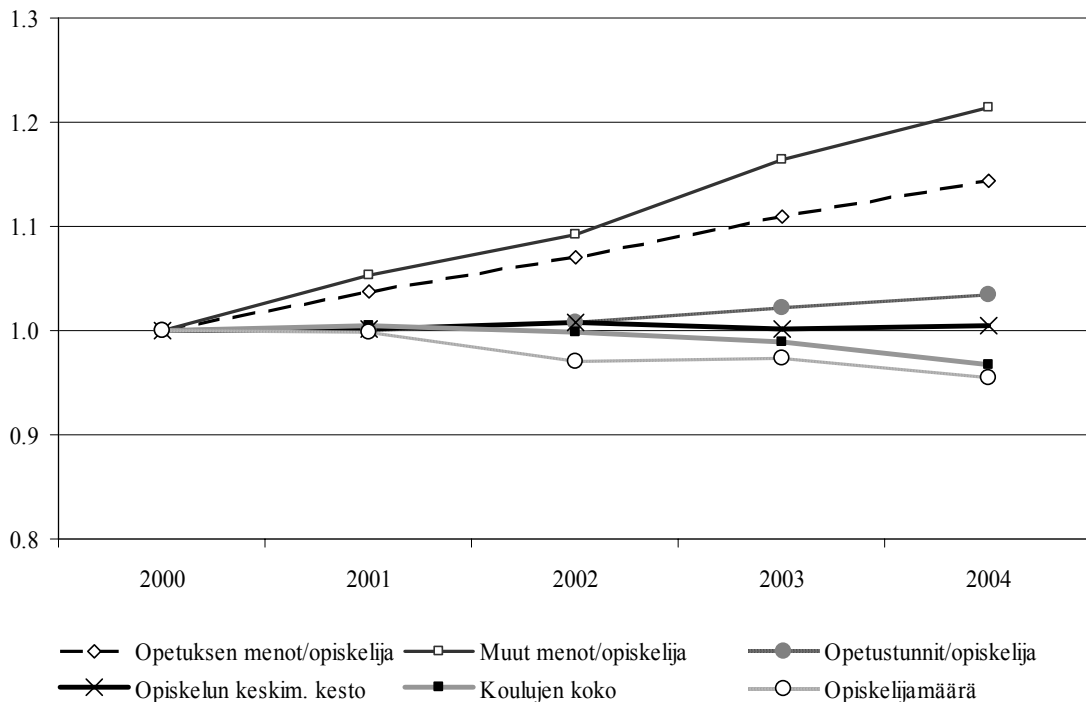
Kustannusfunktioissa kunnan varallisuutta mitataan *verotettavilla tuloilla asukasta kohti*. Tämä muuttuja mittaa sitä, vaikuttaako kunnan varallisuus siihen, kuinka paljon se panostaa lukiokoulutukseen. Muuttuja on kolmen vuoden liukuva keskiarvo ja se on saatu Tilastokeskuksen Altika-tietokannasta. Muuttuja on deflatoitu vuoden 2003 hinnoiksi kuluttajahintaindeksillä (1996=100).

⁶ Valitettavasti käytössä oli tiedot opiskelijamäärästä vain vuoteen 1998 asti, joten niiden pohjalta ei ollut mahdollista laskea yhdellä vuodella viivästettyä kolmen vuoden liukuvaa keskiarvoa.

4.3 Kuvausta panos- ja tuotosmuuttujista

Tässä tutkimuksessa käytettävät opetuksen opiskelijakohtaiset menot⁷ ovat kasvaneet reaalisesti vuodesta 2000 vuoteen 2004 noin 14 prosenttia (Kuvio 2).⁸ Opiskelijakohtaiset muut menot ovat samaan aikaan nousseet vielä enemmän, noin 21 prosenttia. Muut menot sisältävät ruokailusta, sisäisestä hallinnosta, opiskelijahuollosta ja kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuvat menot. Osa kustannusten kasvusta on seurausta siitä, että opetustuntien määrä suhteessa opiskelijamäärään on noussut noin kolme prosenttia vuodesta 2000 vuoteen 2004. Myös koulujen koon kolmen prosentin laskulla ja opiskelijamäärän noin viiden prosentin laskulla on todennäköisesti ollut vaikutusta menojen kasvuun. Lukioiden opiskeluajoissa ei sen sijaan ole ollut tällä ajanjaksolla nousua kuin vajaan prosentin verran.

Kuvio 2 Opiskelijakohtaisten opetuksen menojen ja muiden menojen, opetustuntien, opiskelun keston, koulujen koon ja opiskelijamäärän kehitys lukioissa vuosina 2000 - 2004



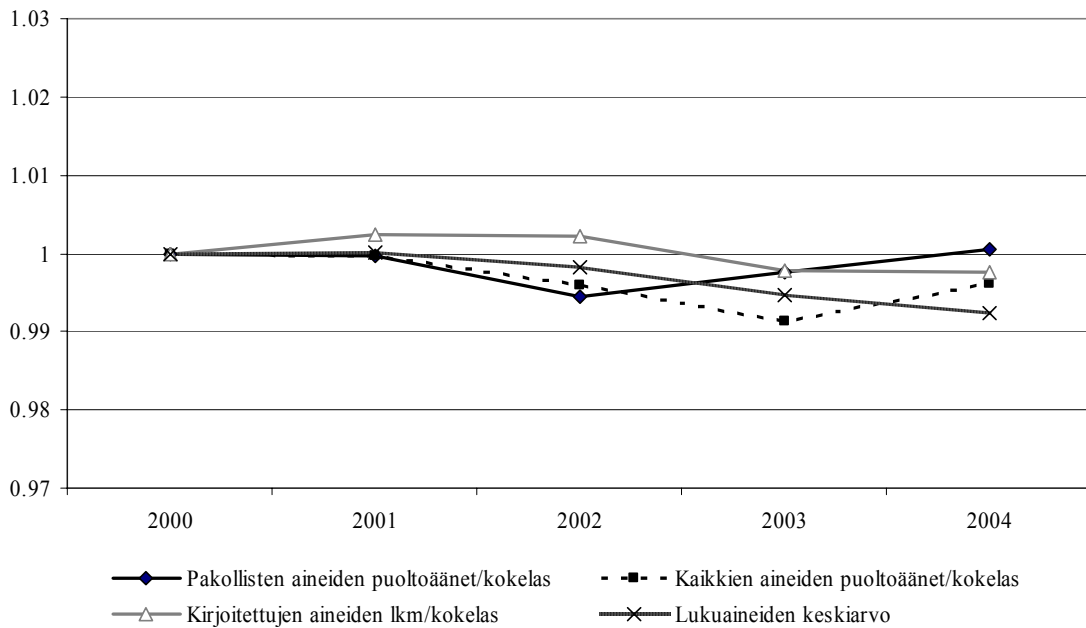
Ylioppilaskirjoitusmenestys (keskimääräinen puoltoäänten määrä) pakollisissa aineissa on luonnollisesti pysynyt muuttumattomana vuosina 2000 - 2004 (Kuvio 3). Kaikkien aineiden keskimääräisessä puoltoäänten määrässä ei myöskään ole tapahtunut kuin vajaan prosentin lasku vuosien 2001 ja 2003 välillä. Sen jälkeen

⁷ Menot ovat kolmen edeltävän vuoden liukuva keskiarvo.

⁸ Opetuksen menojen osuus kokonaiskäyttömenoista on tarkastelujaksolla ollut keskimäärin 75 prosenttia.

niiden määrä on jälleen lähtenyt nousuun. Kirjoitettujen aineiden lukumäärä kokelasta kohti ei ole muuttunut tarkastelujaksolla. Keskimäärin kokelaat kirjoittavat 5,1 ainetta. Ylioppilastutkinnon vuosina 2000 - 2004 suorittaneiden peruskoulun päättötodistuksen keskiarvo on sen sijaan laskenut vajaan prosentin.

Kuvio 3 Ylioppilaskirjoitusten pakollisten ja kaikkien aineiden keskimääräisen puoltoäänten määrän, peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvon ja ylioppilaskirjoituksissa kirjoitettujen aineiden lukumäärän kehitys vuosina 2000 - 2004



Keskimääräisessä suoritustasossa tapahtuneiden muutosten lisäksi selvitetään vielä sitä, kuinka suuri osuus ylioppilastutkinnon arvosanojen ja peruskoulun päättötodistusten arvosanojen vaihtelusta on koulujen välistä vaihtelua ja kuinka suuri osuus yksilöiden välistä vaihtelua (Kuvio 4). Vaikka tässä tutkimuksessa käytetäänkin koulutason aineistoa, on tieto mielenkiintoinen, koska se kuvaa omalta osaltaan koulujen vaikutusta suoritustasoeroihin. Tarkasteltava luku kertoo sen, kuinka suuri osuus kokelaiden suoritustasoeroista johtuu eroista koulujen välillä. Sitä tulkitaan siten, että jos koulujen välillä ei olisi mitään eroja, olisi prosenttiosuus nolla. Jos taas erot kokelaiden suoritustasossa johtuisivat pelkästään eroista koulujen välillä, olisi prosenttiosuus 100.⁹

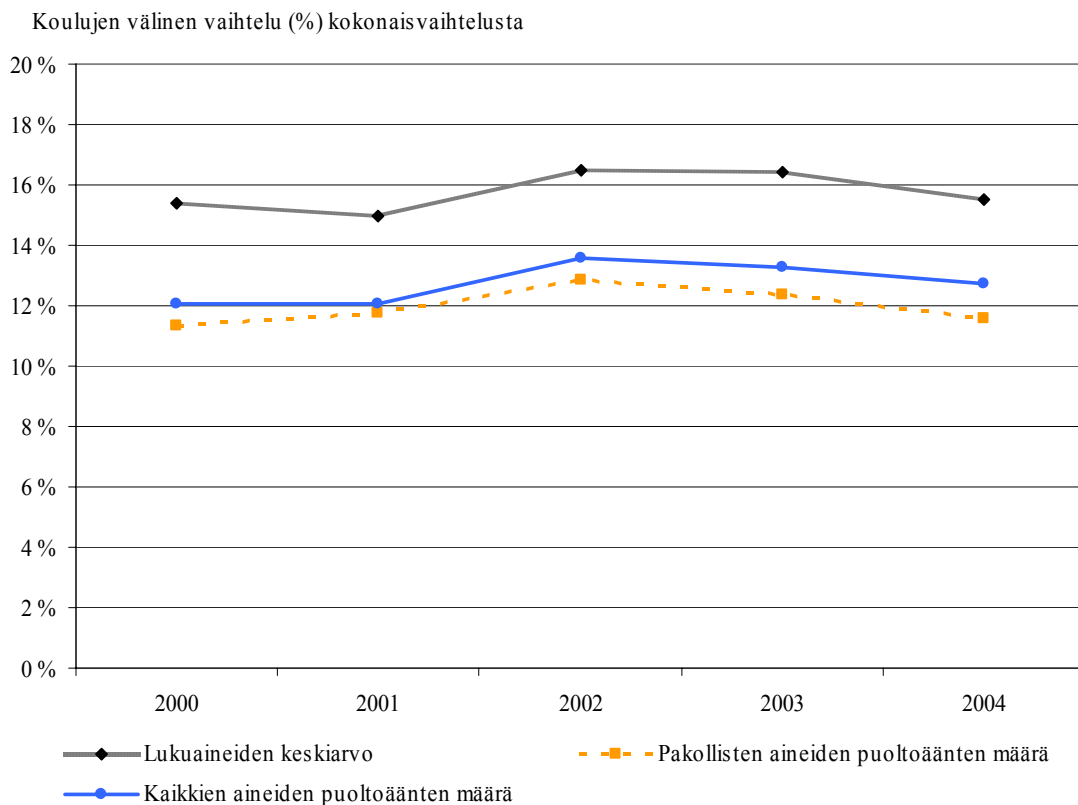
Pakollisten aineiden puoltoäänten määrän koulujen välinen vaihtelu on ollut vuosittain 11 - 12 prosenttia. Kaikkien aineiden puoltoäänten määrän osalta vaihtelu on ollut hieman suurempaa. Koulujen välisen vaihtelun osuus kasvoi molemmilla mittareilla vuosina 2000 - 2002, jonka jälkeen se on hieman laskenut. Tämä tar-

⁹ Liitteessä (Liite 1) on esitetty laskentakaava koulujen väliselle vaihtelulle.

koittaa sitä, että koulujen väliset erot näillä kahdella suoritusasomittarilla mitattuna ovat jonkin verran kasvaneet. Vaikka koulujen välillä onkin eroja ja erot ovat jonkin verran kasvaneet, vaihtelu on kuitenkin pientä useimpiin muihin maihin verrattuna. Perusopetukseen verrattuna koulujen väliset suoritusasomerot ovat lukioissa jonkin verran suurempia.

Ylioppilaskirjoitusten arvosanojen lisäksi kuviossa on vielä kuvattu peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvon koulujen välisen vaihtelun kehittyminen. Kyseiset luvut eivät kuvaa tarkasteluvuonna lukioissa aloittaneiden opiskelijoiden peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvoa vaan niiden opiskelijoiden lukuaineiden keskiarvoa, jotka suorittivat ylioppilastutkinnon kyseisenä vuonna. Tuloksista käy ilmi se, että koulujen välinen vaihtelu on ollut tällä muuttujalla mitattuna hieman suurempaa kuin ylioppilaskirjoitusten tuloksilla mitattuna. Näyttäisi siis siltä, että lukioiden väliset erot opiskelijoiden suoritus-
tasossa olisivat hieman suurempia opintojen alussa peruskoulun päättötodistusten perusteella kuin opintojen päättyessä ylioppilaskirjoitusten arvosanoilla mitattuna. Käyrien etäisyys toisistaan säilyy ajassa, mikä tarkoittaa sitä, että koulujen väliset erot lähtötasossa säilyvät myös ylioppilastutkinnossa.

Kuvio 4 Lukuaineiden keskiarvon, pakollisten aineiden ja kaikkien aineiden puoltoäänten määrän koulujen välisen vaihtelun osuus kokonaisvaihtelusta vuosina 2000 - 2004



5 Lukioiden tehokkuus

Tässä luvussa tarkastelemme stokastisella rintama-analyysillä estimoituja lukioiden tuotantofunktioita. Tuotos- eli selitettävänä muuttujana käytetään sekä pakollisten aineiden että kaikkien aineiden puoltoäänten määrää. Estimoitava mallissa ylioppilaskirjoitusten pakollisten ja kaikkien aineiden puoltoäänten määrää selitetään opiskelijoiden taustatiedoilla, lukioiden resursseilla, opintojen kestolla, ylioppilastutkinnon hajauttamisasteella, lukion koolla, omistusmuodolla ja sijainnilla. Estimoitavat mallit ja tehokkuusluvun laskenta esitettiin yksityiskohdaisesti edellä luvussa 2.2.1.

5.1 Estimointitulokset

Tuotantofunktiot estimoitiin aluksi poikkileikkausaineistoilla kullekin vuodelle erikseen. Jos eri vuosien kerroinestimaatit eivät poikkea tilastollisesti merkittävästi toisistaan, voidaan eri vuosien aineistot yhdistää yhdeksi aineistoksi ja estimoida malli yhdistetyllä aineistolla. Tällaisen aineiston etuna on suurempi havaintojen määrä, jolloin estimaatit ovat luotettavampia. Eri vuosien kerroinestimaattien yhtäsuuruutta testattiin Chow-testillä ($H_0: \beta_{i,2000} = \beta_{i,2001} = \beta_{i,2002} = \beta_{i,2003} = \beta_{i,2004}$), missä $i=1, \dots, n$ kuvaa selittäviä muuttujia. Tulosten mukaan H_0 -hypoteesia ei voitu hylätä. Sen vuoksi tässä kommentoidaan ja esitetään (Taulukko 1) ainoastaan yhdistetyllä aineistolla saadut tulokset.¹⁰ Yhdistetyllä aineistolla estimoidun mallin lisäksi estimoitiin paneeliaineiston ominaisuuksia hyödyntäviä luvussa 2.2.1. esitettyjä satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten malleja. Myös niiden tulokset on taulukoitu (Taulukko 1).

Stokastisessa rintama-analyysissä joudutaan tuotantofunktion muotoon liittyvän oletuksen lisäksi tekemään oletus tehottomuutta kuvaavan virhetermin u_{it} jakaumasta. Jakaumaoletusta testattiin estimoimalla Taulukon 1 mallit olettaen virhetermille u_{it} puolinormaali, eksponentiaalinen ja katkaistu normaalijakauma. Saatujen tulosten mukaan puolinormaali jakauma sopi parhaiten estimoituun malliin, minkä vuoksi taulukossa 1 esitetyt tulokset perustuvat tähän oletukseen. Jakaumaoletuksen lisäksi testattiin mallien virhetermien heteroskedastisuutta. Tulosten mukaan virhetermissä v_{it} oli koulun kokoon liittyvää heteroskedastisuutta, joten taulukon 1 yhdistetyn aineiston mallin ja satunnaisten vaikutusten mallin estimaatit ovat v_{it} :n suhteen koulun koolla heteroskedastisuuskorjattuja. Kiinteiden vaikutusten mallissa on laskettu robustit t-arvot.

Taulukon 1 ensimmäisessä sarakkeessa on kertoimet yhdistetyn aineiston mallille, jossa jokainen koulu on itsenäisenä havaintona jokaisena vuotena ja kertoimet estimoidaan ainoastaan yksiköiden välisen vaihtelun perusteella. Toisen ja kol-

¹⁰ Poikkileikkausaineistojen estimointitulokset on esitetty liitteessä (Liite 4 ja Liite 5).

mannen sarakkeen tulokset ovat satunnaisten vaikutusten malleista, joissa kertoimet lasketaan käyttämällä hyväksi sekä koulujen välistä että koulujen sisäistä ajallista vaihtelua. Neljännessä ja viidennessä sarakkeessa olevien kiinteiden vaikutusten malleissa estimaattien arvot saadaan ainoastaan koulujen sisäisen ajallisen vaihtelun perusteella. Taulukon kerroinestimaattien suuruudesta nähdään, että erilaisten stokastisten rintamamallien tulokset poikkeavat joidenkin muuttujien osalta osittain toisistaan. Osalla muuttujista kertoimet ovat taas hyvin samansuuruisia mallista toiseen.

Selitettävänä muuttujana käytettävänä keskimääräisessä pakollisten aineiden puoltoänten määrässä on suhteellisen suurta vaihtelua koulujen välillä. Muuttujan keskiarvo on koko tarkastelujaksolta 16,7. Suurimmillaan se oli jossakin koulussa 23,5 ja pienimmillään 10,7 eli parhaimmassa koulussa tulokset ovat olleet yli kaksi kertaa parempia kuin heikoimmassa koulussa. Kaikkien aineiden puoltoänten määrässä erot ääripäiden välillä olivat myös yli kaksinkertaiset.

Käytetty malli selittää yllättävän hyvin ylioppilaskirjoitusten pakollisten aineiden puoltoänten määrän vaihtelua kouluittain, sillä normaalilla pienimmän neliösumman regressiolla malli selittää eroista 70 prosenttia yhdistetyllä aineistolla. Myös tavanomaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa selitysaste nousee 69 prosenttiin.¹¹ Kerrointen etumerkkien osalta estimointitulokset tukevat aikaisempia aihepiiriin tutkimustuloksia, joiden mukaan edeltävä koulumenestys ja vanhempien sosioekonominen tausta ovat tekijöitä, jotka ovat selvimmin ja johdonmukaisimmin yhteydessä oppilaiden testimenestykseen. Koulujen resurssit ja koko eivät sen sijaan näyttäisi selittävän tässäkään tutkimuksessa lukioiden välisiä eroja ylioppilaskirjoitusmenestyksessä. Mielenkiintoista on, että opiskelun kesto ja ylioppilastutkinnon hajauttaminen vaikuttivat negatiivisesti suoritustasoon.

Peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvo selitti selvästi voimakkaimmin kaikissa estimoiduissa malleissa ylioppilaskirjoitusten pakollisten aineiden puoltoänten määrää. Tulosten mukaan lukuaineiden keskiarvon noustessa keskiarvon kohdalla kymmenyksellä pakollisten aineiden puoltoänten määrä nousee noin 0,3 puoltoäntä. Tämä tulos on hyvin robusti ja riippumaton siitä, estimoituinko se käyttämällä hyväksi pelkästään koulujen välistä, koulujen välistä ja koulujen sisäistä ajallista tai ainoastaan koulujen sisäistä ajallista vaihtelua.

Opiskelijoiden perhetaustaan liittyvistä tekijöistä vanhempien koulutustaso ja ylempien toimihenkilöiden osuus vaikuttivat myös positiivisesti suoritustasoon. Vanhempien koulutustason vaikutuksen suuruus vaihteli jonkin verran mallista toiseen, mutta esimerkiksi yhdistetyn aineiston ja varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa 10 prosentin eli noin 40 pisteen nousu vanhempien koulutustasos-

¹¹ Näitä tuloksia ei ole taulukoitu.

sa nostaisi pakollisten aineiden puoltoäänien määrää 0,2 puoltoäänellä. Muiden mallien tulosten perusteella vaikutus olisi pienempi. Ylempien toimihenkilöiden osuuden vaikutus on lähes samansuuruinen. Yksinhuoltajien osuus vaikutti tuloksiin negatiivisesti yhdistetyn aineiston ja kiinteiden vaikutusten mallissa. Muissa malleissa kerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Myös tämän muuttujan vaikutus oli samaa luokkaa kuin edellä vanhempien koulutuksen ja ylempien toimihenkilöiden osuuden vaikutus.

Kuten edellä todettiin, resurssien vaikutus lukioiden suoritustasoon ei ollut pääsääntöisesti tilastollisesti merkitsevä. Opetuksen opiskelijakohtaisten menojen etumerkki on kaikissa malleissa odotusten vastaisesti negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä ainoastaan ns. varsinaisessa satunnaisten vaikutusten ja tavanomaisessa kiinteiden vaikutusten malleissa. Näiden mallien tulosten mukaan opetuksen kustannusten noustessa ylioppilaskirjoitusmenestys siis laskee. Negatiiviselle etumerkille on vaikea löytää selitystä. Se voi mahdollisesti heijastella sitä, että kouluissa, joissa on laajempi kurssitarjonta, kustannukset nousevat helposti suuremmiksi. Laajempi kurssitarjonta taas voi vaikuttaa siten, että opiskelijat eivät keskity pelkästään perusopintoihin, jota ylioppilastutkinnossa mitataan, vaan suorittavat myös erikoistuneempia kursseja.

Muiden menojen kerroin on etumerkiltään positiivinen kaikissa muissa paitsi yhdistetyn aineiston mallissa, mutta tilastollisesti merkitsevä se oli ainoastaan varsinaisissa satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten malleissa. Kerroin oli näissä malleissa kuitenkin arvoltaan hyvin lähellä nollaa.

Pakollisten puoltoäänien koulun sisäinen keskihajonta mittasi mallissa opiskelijoiden osaamisen heterogeenisuutta. Tulosten mukaan suurempi heterogeenisuus heikensi tuloksia. Heterogeenisuuden vaikutus oli samaa suuruusluokkaa kuin vanhempien koulutuksenkin. Yhdistetyn aineiston mallin perusteella 10 prosentin lasku opiskelijoiden heterogeenisuudessa nosti pakollisten aineiden puoltoäänien määrää prosentilla eli 0,2 puoltoäänellä.

Naisten ja ruotsinkielisten suurempi osuus nosti koulun suoritustasoa. Naisopiskelijoiden osuuden vaikutus oli noin prosentin kymmenyksen luokkaa. Ruotsinkielisten osuuden vaikutus on hieman pienempi. Muuttujan kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä kiinteiden vaikutusten mallissa siksi, että siinä on hyvin vähän yli ajan tapahtuvaa vaihtelua.

Opintojen suoritusvauhtia kuvaava opintojen kesto vaikuttaa suoritustasoon negatiivisesti eli opintojen venyttäminen ei näyttäisi parantavan ylioppilaskirjoitusmenestystä kun koulun lähtötaso ja perhetausta on kontrolloitu. Muuttuja on tilastollisesti merkitsevä varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa ja varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa. Kertoimen suuruuden perusteella opiskeluajan noustessa neljällä kuukaudella tulokset huononevat noin 0,2 puoltoäänien verran.

Ylioppilastutkinnon hajauttaminen ei näiden tulosten mukaan kannata, sillä mitä hajautetummin lukiossa suoritettiin ylioppilastutkinto, sitä huonompia olivat tulokset. Hajauttamisen vaikutus on samaa suuruusluokkaa kuin opintojen keston eli nykyisen 1,8 osallistumiskerran nousu kahteen osallistumiskertaan laskee puoltoänten määrää 0,2:lla.

Koulun koko vaikutti lukioden suoritustasoeroihin negatiivisesti eli pienemmissä kouluissa tulokset olivat jonkin verran parempia. Kertoimen arvo on kuitenkin lähes nolla. Mallissa testattiin myös koulun koon epälineaarisuutta lisäämällä opiskelijamäärän toisen asteen termin, mutta muuttuja ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Lukion omistusmuodon yhteyttä ylioppilaskirjoitusmenestykseen mallinnettiin dummy-muuttujilla. Vertailuryhmänä olivat kunnalliset lukiot. Tulosten mukaan valtion ylläpitämien lukioden suoritustaso ei poikkea kuntien ylläpitämien lukioden suoritustasosta. Yksityisten lukioden osalta tulokset vaihtelevat mallista toiseen. Satunnaisten vaikutusten mallissa yksityisten lukioden tulokset ovat noin prosentin korkeammat kuin kunnallisissa lukioissa kun taas varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa tilanne on päinvastainen.

Lukion sijainnin vaikutusta mallissa mittaa dummy-muuttuja, jossa vertailuryhmänä ovat kaupungeissa sijaitsevat lukiot. Myöskään näiden muuttujien vaikutukset eivät ole johdonmukaisia eivätkä kovin suuria. Taajamissa sijaitsevilla lukioissa on yhdistetyn aineiston ja varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallien perusteella 1,2 prosenttia paremmat arvosanat kuin kaupungeissa sijaitsevilla lukioissa. Maaseudun lukiot suoriutuvat noin 1,3 prosenttia huonommin ylioppilastutkinnosta satunnaisten vaikutusten mallin tulosten perusteella.

Varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa tehottomuudesta eroteltiin satunnaiset vaikutukset. Tulosten mukaan nämä mallissa kontrolloimattomat tekijät olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa puolestaan eroteltiin tehottomuus ja ajassa pysyvät kiinteät vaikutukset. Myös kiinteät vaikutukset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Edellä kuvatut mallit estimoitiin myös käyttämällä selitettävänä muuttujana kaikkien aineiden puoltoänten määrää. Näiden estimointien tulokset on esitetty liitteessä (Liite 5 ja Liite 6). Tulokset noudattivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta edellä kuvattuja tuloksia. Peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvo oli voimakkain selittäjä ja sen vaikutus voimistui verrattuna pakollisten aineiden puoltoääniin. Prosentin nousu peruskoulun päättötodistuksessa lisäsi kaikkien aineiden puoltoänten määrää noin 2,3 prosentilla. Myös koulun sijaintia kuvaavien dummy-muuttujien kertoimet poikkesivat edellä kuvatuista. Näiden mallien tulosten perusteella taajamissa oli 2 prosenttia korkeammat arvosanat kuin kaupungeissa yhdistetyn aineiston ja varsinaisen satunnaisten vaikutusten

mallien perusteella. Myös maaseudulla tulokset olivat noin 1 - 2 prosenttia korkeammat kuin kaupungeissa samojen mallien perusteella.

Taulukko 1 Lukioiden tuotantofunktioiden parametrien estimaatit paneelidataneistoilla vuosilta 2000 - 2004

	Yhdistetyn aineiston malli	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli
Lukuaineiden keskiarvo	1.618 (40.30)**	1.599 (39.90)**	1.647 (58.45)**	1.611 (17.98)**	1.578 (39.72)**
Vanhempien koulutus	0.140 (9.16)**	0.072 (5.26)**	0.064 (6.86)**	0.039 (2.17)*	0.134 (12.16)**
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.001 (2.58)*	0.001 (3.02)**	0.001 (6.39)**	0.001 (3.01)**	0.001 (3.47)**
Yksinhuoltajien osuus	-0.001 (-4.41)**	-0.0002 (-1.11)	-0.0002 (-1.09)	-0.000 (0.03)	-0.001 (-6.08)**
Opetuksen menot/opisk.	-0.014 (-1.34)	-0.017 (-1.05)	-0.025 (-3.90)**	-0.000 (0.01)	-0.021 (-3.64)**
Muut menot/opisk.	-0.006 (-0.97)	0.009 (1.24)	0.014 (3.58)**	0.030 (2.51)*	0.004 (1.14)
Heterogeenisuus	-0.103 (-10.13)**	-0.080 (-9.19)**	-0.070 (-10.90)**	-0.055 (5.35)**	-0.111 (-13.57)**
Naisten osuus	0.001 (8.26)**	0.001 (5.00)**	0.001 (7.31)**	0.001 (3.75)**	0.001 (10.41)**
Ruotsinkielisten osuus	0.001 (9.16)**	0.001 (7.32)**	0.001 (16.75)**	0.0004 (0.63)	0.001 (15.81)**
Opintojen keskim. kesto	-0.060 (-1.58)	-0.034 (-1.07)	-0.108 (-4.22)**	-0.087 (1.62)	-0.115 (-3.84)**
Hajauttaminen	-0.099 (-11.16)**	-0.090 (-10.33)**	-0.098 (-17.66)**	-0.104 (8.18)**	-0.108 (-17.88)**
Koulun koko	-0.011 (-2.89)**	-0.014 (-3.20)**	-0.006 (-2.17)*	-0.019 (1.14)	-0.016 (-6.59)**
Yksityiset lukiot	-0.003 (-0.55)	0.014 (1.73)*	-0.011 (-3.00)**		
Valtion lukiot	0.018 (1.37)	0.015 (1.05)	0.017 (1.88)		
Taajama	0.013 (3.45)**	-0.004 (-0.64)	0.009 (3.40)**		
Maaseutu	0.007 (1.40)	-0.014 (-2.21)*	0.004 (1.26)		
Vuosi	0.003 (3.19)**	0.004 (4.63)**	0.004 (6.23)	0.003 (2.12)*	0.004 (77.55)**
Vakio	-7.337 (-3.76)**	-7.784 (-5.23)**	-8.276 (-6.88)**		

Taulukko 1 jatkuu

Lambda		0.209 (17.05)**	1.000 (8.06)**		1.348 (19.41)**
Sigma(u)	0.048	0.079	0.034		19.41
Satunnaiset vaikutukset			0.049 (30.10)**		
Kiinteät vaikutukset					0.099 (60.16)**
Log-L	3114.57	3540.39	-3413.89		3301.12
R ²				0.440	
Havaintojen lkm	2133	2133	2133	2133	2133
Koulujen lkm	436	436	436	436	436

Kerrointen t-arvot suluissa, kiinteiden vaikutusten mallissa robustit t-arvot

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla

** Kerroin merkitsevä 1 % riskitasolla

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

5.2 Tehokkuuserot

Muuttujien välisten tilastollisten yhteyksien lisäksi stokastisen rintama-analyysin avulla voidaan arvioida lukioiden välisiä tehokkuuseroja. Kussakin mallissa jokaiselle lukiolle lasketaan tehottomuusluku, joka saa arvoja nollan ja yhden väliltä. Täysin tehokkaalla lukiolla, joka sijaitsee tuotantorintamalla, tehottomuusluku saa arvon nolla. Mitä lähempänä ykköstä luku on, sitä kauempana lukio on tehokkaasta tuotantorintamasta ja sitä tehottomampaa on lukion toiminta. Luvut voidaan tulkita myös prosentteina ja ne ilmaisevat sen, kuinka monta prosenttia enemmän tarkasteltavan lukion olisi pitänyt tuottaa tuotosta eli puoltoääniä ollakseen tehokas.

Kuten edellä jo luvussa 2.2 mainittiin, eri malleissa tehottomuusluvun laskenta ja tulkinta hieman vaihtelee. Kiinteiden vaikutusten mallissa tehottomuudeksi tulkitaan kaikki yksiköiden välinen ajassa pysyvä vaikutus. Tämän mallin voidaan ajatella asettavan jonkinlaisen ylärajan tehottomuudelle. Toisessa ääripäässä ovat varsinaiset satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallit, joissa ajassa pysyvistä satunnaisista ja kiinteistä vaikutuksista erotellaan ajassa muuttuva tehottomuus.

Yhdistetyn aineiston mallissa ja satunnaisten vaikutusten mallissa virhetermille v_{it} tehtiin heteroskedastisuuskorjaus koulun koon suhteen. Seuraavassa esitettävät tehottomuusluvut ovat siten näiden kahden mallin osalta heteroskedastisuuskorjattuja. Heteroskedastisuuskorjaus ei käytännössä vaikuttanut lukujen suuruuteen. Tehottomuuden muutosta ajassa testattiin estimoimalla Battersen ja Coellin

(1992) esittämä malli. Saatujen tulosten mukaan tehottomuus ei muuttunut tarkastellun ajanjakson aikana.

Seuraavassa (ks. Kuvio 5) on esitetty kaikkien mallien eri vuosien tehottomuusluvut ns. laatikko-viiksi kuvion avulla. Yhteenvedo näistä luvuista löytyy myös liitteestä (Liite 7). Kuvio 5 tulkitaan siten, että laatikon sisällä on 50 prosenttia havainnoista. Laatikon keskellä oleva viiva kuvaa mediaania. Viiksien sisäpuolella on kaikki lähekkäiset havainnot ja viiksien ulkopuolella olevat havainnot ovat muista selvästi poikkeavia.

Lukioiden tehokkuus oli suhteellisen korkea silloin kun tuotosta mitataan ylioppilaskirjoitusten pakollisten aineiden keskimääräisellä puoltoäänten määrällä. Keskimääräinen tehottomuus vaihteli jonkin verran mallista toiseen. Tehostamispotentiaali oli kuitenkin alle 10 prosenttia kiinteiden vaikutusten mallin antamia tuloksia lukuun ottamatta.¹²

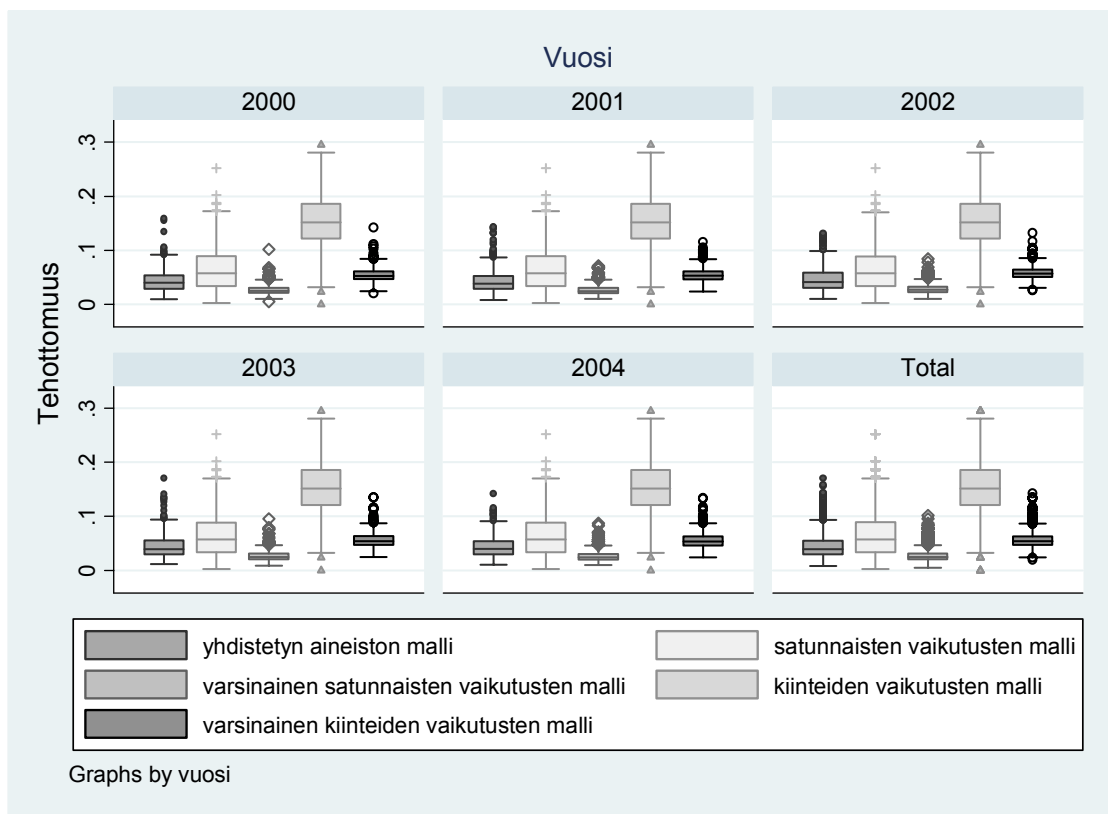
Varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa tehottomuus oli keskimäärin viisi prosenttia. Tämä on noin 10 prosenttiyksikköä alhaisempi kuin kiinteiden vaikutusten mallin perusteella laskettu tehottomuus. Kun ajassa pysyvä kiinteä vaikutus jaetaan tehottomuuteen ja kiinteään mallissa muilla muuttujilla kontrolloimattomaan vaikutukseen, tehottomuus laskee siis selvästi. Satunnaisten vaikutusten mallissa keskimääräinen tehottomuus oli noin 6 prosenttia. Kun tässä mallissa sallitaan yksiköiden välinen heterogeenisuus varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin tavoin, laskee tehottomuus vajaan 3 prosenttiin. Yhdistetyn aineiston mallissa tehottomuus on keskimäärin 4 prosenttia.

Tehottomuuden hajonta on suurinta kiinteiden vaikutusten mallissa, jossa korkein tehottomuus oli 30 prosenttia. Tämä tarkoittaa sitä, että kyseisen lukion olisi pitänyt tuottaa 30 prosenttia enemmän tuotosta ollakseen tehokas. Myös satunnaisten vaikutusten mallin hajonta oli lähes yhtä suurta. Siinä korkein tehottomuus oli noin 25 prosenttia vuodesta toiseen. Pienintä tehottomuuden hajonta oli varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa. Siinä tehottomuus nousi suurimmillaan noin 10 prosenttiin ja jäi jonakin vuotena jopa sen alle.

Satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallin sopivuutta testattiin Hausmanin spesifikaatiotestillä. Saatujen tulosten mukaan kiinteiden vaikutusten malli sopi aineistoon paremmin. Koska varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa otetaan huomioon myös yksiköiden välinen heterogeenisuus, käytetään jatkoanalyseissä tämän mallin tuloksia.

¹² Kuten edellä todettiin, tässä mallissa kaikki ajassa muuttumaton yksiköiden välinen vaihtelu tulkitaan tehottomuudeksi. Siten se yliarvioi tehottomuuden suuruuden, koska osa tästä ajassa pysyvästä vaihtelusta liittyy mitä todennäköisimmin mallissa kontrolloimattomiin tekijöihin.

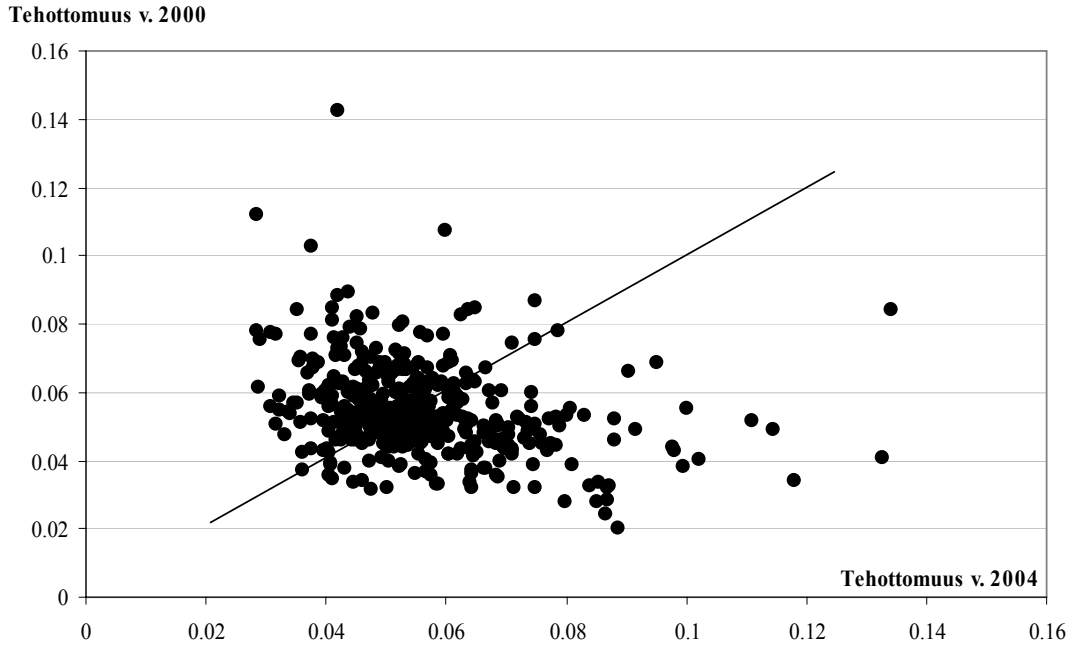
Kuvio 5 Paneelimallien tehottomuusluvut vuosina 2000 - 2004



Yksittäisten lukioiden tehottomuus on muuttunut jonkin verran kun tarkastellaan vuosien 2000 ja 2004 tehottomuuslukuja sirontakuvion avulla (Kuvio 6) varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin tulosten perusteella. Jos tehottomuusluvut olisivat samansuuruisia molempina vuosina, kaikki havainnot olisivat origosta lähtevällä 45 asteen suoralla. Kuvioista nähdään, että näin ei tapahdu kovinkaan usein vaan näiden kahden vuoden lukujen välillä vallitsee jonkinasteinen negatiivinen yhteys. Tämä tarkoittaa sitä, että monella lukiolla tehokkuus on noussut vuodesta 2000 ja päinvastoin. Suurimmalla osalla lukioita muutokset olivat kuitenkin muutaman prosenttiyksikön suuruisia. Joukossa on myös muutamia lukioita, joilla tehottomuusluvun muutos on jopa 10 prosenttiyksikköä.

Lukioiden keskinäisiä muutoksia tehottomuusluvun mukaisessa järjestyksessä voidaan tarkastella myös Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroimen avulla. Jos järjestyskorrelaatiokerroin on 1, ovat molempien vuosien tehottomuuteen perustuvat järjestykset samoja. Vastaavasti, jos järjestyskorrelaatiokerroin on -1, ovat järjestykset täysin päinvastaiset. Vuosien 2000 ja 2004 tehottomuuslukuihin perustuva Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,31. Se tarkoittaa sitä, että tehottomuusluvun mukaisessa järjestyksessä tapahtuu vuosien välillä huomattavia muutoksia.

Kuvio 6 Tehottomuusluvut vuosina 2000 ja 2004 varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin perusteella kun tuotoksena ovat pakollisten aineiden puoltoäännet/opiskelija



Tehottomuuden alueellinen vaihtelu on hyvin pientä. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) on keskimääräinen tehottomuus maakunnittain. Alhaisinta tehottomuus oli vuonna 2004 Keski-Pohjanmaalla, noin 5 prosenttia. Korkeinta se oli Kanta-Hämeessä ja Lapissa, joissa tehottomuus nousi keskimäärin vajaaseen 7 prosenttiin. Erot tehottomimpien ja tehokkaimpien maakuntien välillä olivat siis vain muutaman prosenttiyksikön suuruisia. Opiskelijamäärällä painotetut keskiarvot olivat kaikissa maakunnissa suunnilleen samansuuruisia kuin aritmeettiset keskiarvot.

Taulukko 2 Keskimääräinen tehottomuus maakunnittain vuonna 2004 varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin perusteella

	Aritmeettinen keskiarvo	Painotettu keskiarvo*
Uusimaa	0.055	0.054
Varsinais-Suomi	0.053	0.054
Satakunta	0.058	0.056
Kanta-Häme	0.066	0.061
Pirkanmaa	0.053	0.052
Päijät-Häme	0.058	0.055
Kymenlaakso	0.059	0.057
Etelä-Karjala	0.052	0.052
Etelä-Savo	0.050	0.051
Pohjois-Savo	0.060	0.059
Pohjois-Karjala	0.051	0.051
Keski-Suomi	0.061	0.057
Etelä-Pohjanmaa	0.059	0.059
Pohjanmaa	0.053	0.052
Keski-Pohjanmaa	0.049	0.050
Pohjois-Pohjanmaa	0.053	0.054
Kainuu	0.059	0.057
Lappi	0.063	0.063
Itä-Uusimaa	0.053	0.050
Koko maa	0.056	0.055

*Painona käytetty lukion opiskelijamäärää

5.3 Lukioiden tehottomuuslukujen mukainen järjestys

Tehottomuuden suuruuden lisäksi testattiin sitä, kuinka lukioiden tehottomuusluvun mukainen järjestys muuttuu estimoidusta mallista toiseen. Sitä selvitettiin

Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen avulla. Nämä tulokset on esitetty vuoden 2004 osalta seuraavassa taulukossa (Taulukko 3).¹³

Tulosten mukaan lukioiden keskinäinen tehottomuuslukuun perustuva järjestys riippuu estimoitavan mallin rakenteesta. Joidenkin mallien tuottamat järjestykset eivät ole missään yhteydessä toisiinsa. Satunnaisten vaikutusten ja varsinaisten satunnaisten vaikutusten mallien samoin kuin kiinteiden vaikutusten ja varsinaisten kiinteiden vaikutusten mallien tuottamalla järjestyksillä ei ole mitään yhteyttä toisiinsa. Yksiköiden välisen heterogeenisuuden huomioon ottaminen estimoitavassa mallissa näyttäisikin muuttavan yksiköiden välistä järjestystä selvästi.

Muiden mallien suhteen erot järjestyksissä ovat pienempiä ja esimerkiksi satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten malleissa järjestykset ovat hyvin lähellä toisiinsa. Samalla tavalla käyttäytyvät varsinainen satunnaisten vaikutusten malli ja varsinainen kiinteiden vaikutusten malli. Todettakoon, että nämä tulokset ovat yhteneväisiä aiempien aiheeseen liittyvien tutkimustulosten kanssa (ks. esim. Greene, 2005b ja Kumbhakar & Lovell, 2000).

Taulukko 3 Eri mallien tehottomuuslukujen Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet vuodelta 2004

	Yhdistetyn aineiston malli	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli
Yhdistetyn aineiston malli	1				
Satunnaisten vaikutusten malli	0.6659	1			
Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	0.6301	0.0672	1		
Kiinteiden vaikutusten malli	0.7241	0.9038	0.0796	1	
Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli	0.5212	-0.088	0.9526	-0.061	1

5.4 Ylioppilaskirjoitusmenestys ja tehokkuus

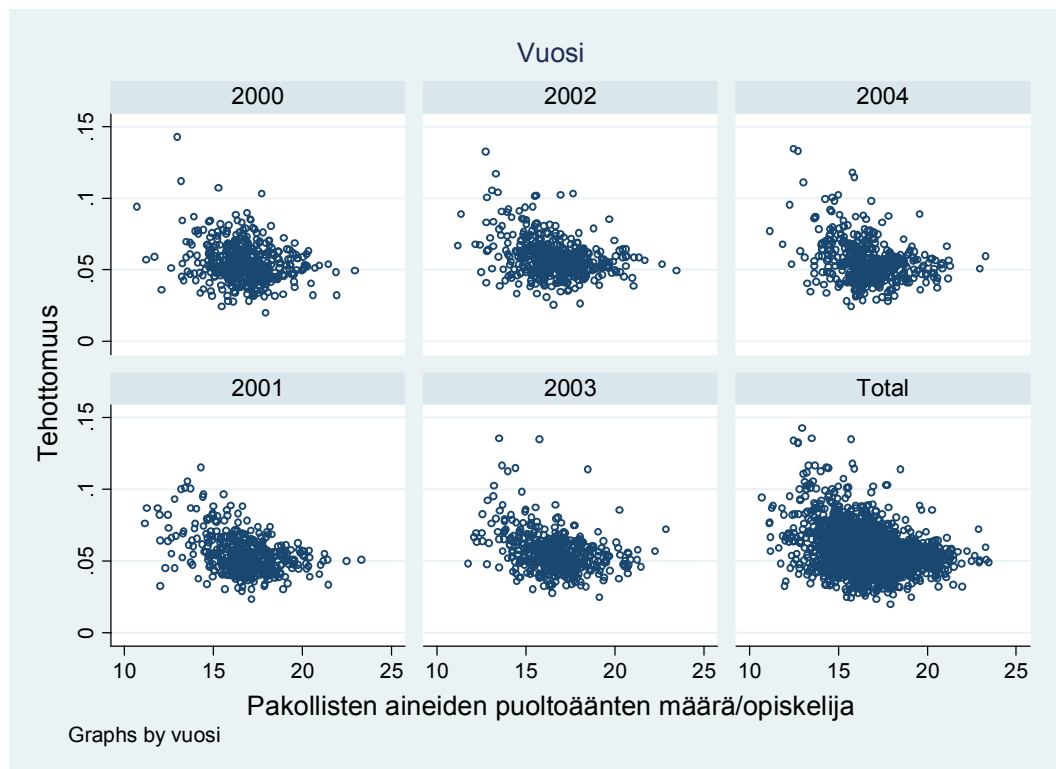
Viime vuosina on julkisuudessa käyty jonkin verran keskustelua lukioiden parimmuudesta. Tiedotusvälineissä on julkaistu ylioppilaskirjoitusmenestykseen

¹³ Järjestyskorrelaatiokertoimet laskettiin erikseen jokaiselle vuodelle, mutta niitä ei raportoida tässä kuin vuoden 2004 osalta. Muiden vuosien tulokset olivat vuoden 2004 tulosten kaltaisia.

perustuvia lukioiden paremmuusjärjestyksiä. Joissakin tarkasteluissa näitä listoja on korjattu opiskelijoiden peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolla tai vanhempien taustatiedoilla (Kuusela, 2002). Tämän tutkimuksen tarkasteluissa on huomioitu edellä mainittujen tekijöiden lisäksi mm. lukioiden resurssit, opiskeluaika ja satunnaisvaihtelu. Siksi ne antavat tarkemman kuvan lukioiden välisistä todellisista suoritusasoeroista.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti tehottomuuslukujen ja ylioppilaskirjoitusmenestyksen välistä yhteyttä sirontakuvion avulla (ks. Kuvio 7). Siitä nähdään, että tehottomuusluvulla ja ylioppilaskirjoitusmenestyksellä ei ole mitään systemaattista yhteyttä. Parhaiten ylioppilaskirjoituksissa menestyneet lukiot eivät ole yhtenäkkään vuotena tehokkaimpien lukioiden joukossa. Sen sijaan ylioppilaskirjoituksissa keskimääräisesti menestyneet lukiot näyttävät olevan useimmiten tehokkaimpien lukioiden joukossa. Tämä tulos kertoo sen, että kun lukioiden opiskelijoiden lähtötaso, perhetausta ja eräät muut tekijät on otettu huomioon, lukioiden paremmuusjärjestys muuttuu selvästi.

Kuvio 7 Tehottomuuslukujen (varsinainen kiinteiden vaikutusten malli) ja ylioppilaskirjoitusten pakollisten aineiden puoltoäänien määrän (per opiskelija) välinen sirontakuviokuva vuosilta 2000 - 2004



6 Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannustehokkuus

Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannustehokkuutta arvioitiin kustannusfunktioiden avulla. Estimoitavassa mallissa opiskelijakohtaisten opetuksen kustannusten järjestäjäkohtaista vaihtelua (ainoastaan kunnalliset lukiokoulutuksen järjestäjät) selitetään panoshintoihin, tuotoksiin, opiskelijoiden taustoihin, toiminnan skaalaan ja järjestäjien toimintaympäristöön liittyvillä tekijöillä. Estimoitavat mallit ja tehottomuusluvun laskenta esitettiin yksityiskohtaisesti edellä luvussa 2.2.2.

6.1 Estimointitulokset

Myös kustannusfunktioiden osalta testattiin tehottomuustermin u_{it} jakaumaa. Tulosten mukaan puolinormaali jakauma näytti toimivan parhaiten, joten taulukossa (Taulukko 4) esitetyt tulokset perustuvat tähän jakaumaoletukseen. Poikkeuksena on varsinainen kiinteiden vaikutusten malli, joka ei ratkennut puolinormaalilla jakaumaoletuksella. Sen estimoinnissa on käytetty katkaistua normaalijakaumaa (truncated normal). Jakaumaoletuksen muuttaminen ei vaikuta suurestikaan mallin kertoiimiin, mutta tehottomuuteen sillä on vaikutusta. Katkaistu normaalijakauma näytti tuottavan korkeampia tehottomuuslukuja kuin puolinormaali jakauma kun sitä testattiin muissa malleissa.

Heteroskedastisuutta testattiin sekä virhetermissä v_{it} että tehottomuustermissä u_{it} yhdistetyn aineiston mallissa ja satunnaisten vaikutusten mallissa. Tehottomuustermi u_{it} oli yhdistetyn aineiston mallissa heteroskedastinen koulujen keskikoon suhteen. Siksi tämän mallin tulokset on heteroskedastisuuskorjattu koulun keskikoon suhteen. Satunnaisten vaikutusten mallissa heteroskedastisuutta löytyi virhetermistä v_{it} niin ikään koulujen keskikoon suhteen, joten esitetyt tulokset ovat tällä muuttujalla heteroskedastisuuskorjattuja.

Tuotantofunktioiden tavoin myös kustannusfunktiot estimoitiin aluksi jokaisen vuoden poikkileikkausaineistolla. Tämän jälkeen testattiin Chow-testillä (ks. testistä edellä s. 25) sitä, poikkeavatko eri vuosien kertoimet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Tulosten mukaan kertoimet eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, joten taulukossa esitetään ainoastaan yhdistettyyn aineistoon perustuvia tuloksia muiden paneelimallien lisäksi. Yksittäisten vuosien poikkileikkausaineistoihin perustuvien estimointien tulokset on koottu liitteeseen (Liite 9).

Opetuksen keskimääräiset kustannukset vaihtelivat melko paljon. Järjestäjien väliset erot olivat lähes kuusinkertaiset koko ajanjaksolla. Pienimmillään opetuk-

sen menot olivat noin 2 200 euroa ja suurimmillaan lähes 13 000 euroa opiskelijaa kohti.

Estimoitu malli selitti hyvin järjestäjäkohtaisia vaihteluita opetuksen menoissa. Mallin selitysaste oli normaalissa pienimmän neliösumman regressiossa 83 prosenttia. Myös tavallisessa satunnaisten vaikutusten mallissa selitysaste oli 79 prosenttia. Tuloksissa oli jonkin verran vaihtelua mallista riippuen. Erityisesti yhdistetyn aineiston ja varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin tulokset olivat samankaltaisia ja poikkesivat muiden mallien tuloksista. Kertoimien voimakkuuden lisäksi myös osa muuttujien etumerkeistä oli vastakkaisen suuntaisia.

Kuten olettaa saattaakin, kaikissa malleissa opettajien ja rehtoreiden keskipalkka vaikutti opetuksen menoihin positiivisesti. Muuttujan vaikutuksen voimakkuus vaihteli jonkin verran mallista toiseen. Yhdistetyn aineiston mallin perusteella prosentin nousu keskipalkassa nostaa opetuksen menoja noin puoli prosenttia. Muiden mallien tulosten mukaan vaikutus on noin 0,2 prosenttia tai sitäkin vähemmän.

Opetuksen menojen ja ylioppilastutkinnon keskimääräisen puoltoäänten määrän välinen negatiivinen yhteys tuli ilmi myös kustannuksia selittävässä malleissa. Tuotosta mittaava kaikkien aineiden puoltoäänten määrä vaikutti opetuksen menoihin negatiivisesti yhdistetyn aineiston ja varsinaisen kiinteiden vaikutusten malleissa. Puoltoäänten määrän lisääntyminen prosentilla eli 0,2 puoltoäänellä laskisi näiden mallien tulosten mukaan kustannuksia 0,1 prosenttia. Muissa malleissa kerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Opiskelijoiden aiempaa osaamista ja perhetaustaa kontrolloitiin malleissa peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolla, vanhempien koulutuksella, ylempien toimihenkilöiden osuudella ja yksinhuoltajien osuudella. Näiden muuttujien kertoimet eivät pääsääntöisesti olleet tilastollisesti merkitseviä ja kerrointen etumerkit vaihtelivat mallista toiseen.

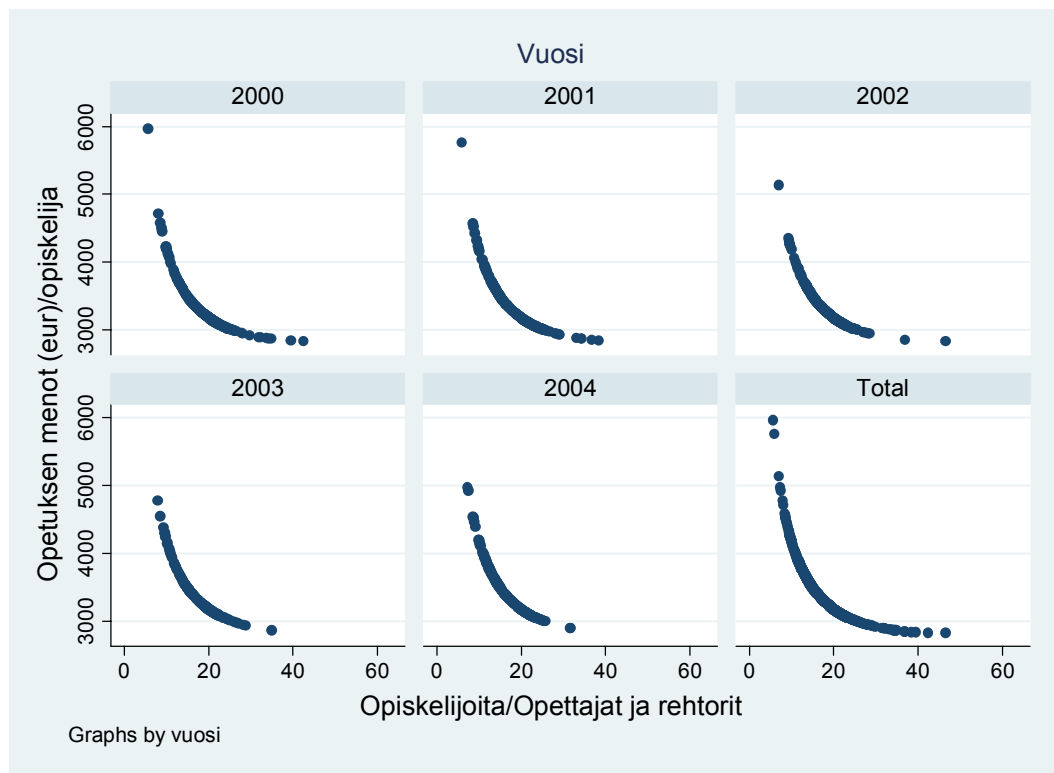
Lukuaineiden keskiarvo vaikutti negatiivisesti ja tilastollisesti merkitsevästi menoihin varsinaisessa satunnaisten vaikutusten ja kiinteiden vaikutusten malleissa. Kustannukset tosin sanoen laskisivat keskiarvon noustessa. Lukuaineiden keskiarvo on suhteellisen vahvasti korreloitunut ylioppilaskirjoitusten arvosanojen kanssa. Tämä saattaa vaikeuttaa muuttujien tilastollisen merkitsevyyden arviointia. Siksi mallit estimoitiin myös ilman lukuaineiden keskiarvo-muuttujaa. Muuttujan pois jättäminen ei kuitenkaan vaikuttanut mainittavasti muiden muuttujien tilastollista merkitsevyyttä ilmaiseviin t-arvoihin.

Vanhempien koulutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä yhdessäkään mallissa. Ylempien toimihenkilöiden ja yksinhuoltajien osuudella oli hyvin pieni tilastollisesti merkitsevä negatiivinen kerroin varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa ja kiinteiden vaikutusten mallissa.

Suurempi ruotsinkielisten osuus lisäsi opetuksen kustannuksia. Ruotsinkielisten osuuden noustessa prosenttien kustannukset nousevat noin 0,1 prosenttia. Muuttujan kerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä kiinteiden vaikutusten mallissa, koska muuttujan arvoissa on hyvin vähän ajallista vaihtelua.

Opiskelija-opettaja-suhteella oli epälineaarinen vaikutus opetuksen kustannuksiin.¹⁴ Kuvio 8 havainnollistaa yhdistetyn aineiston mallin antaman opetuksen kustannusten ennusteen ja opiskelija-opettaja-suhteen välistä yhteyttä yhdistetyn aineiston mallin tulosten perusteella. Siitä nähdään, että muuttujan pienillä arvoilla kustannukset laskevat jyrkästi ja kun opiskelija-opettaja-suhde ylittää 25 opiskelijan vaikutus tasaantuu.

Kuvio 8 Opiskelija-opettaja-suhteen ja opetuksen menojen ennuste yhdistetyn aineiston mallin kertoimien perusteella

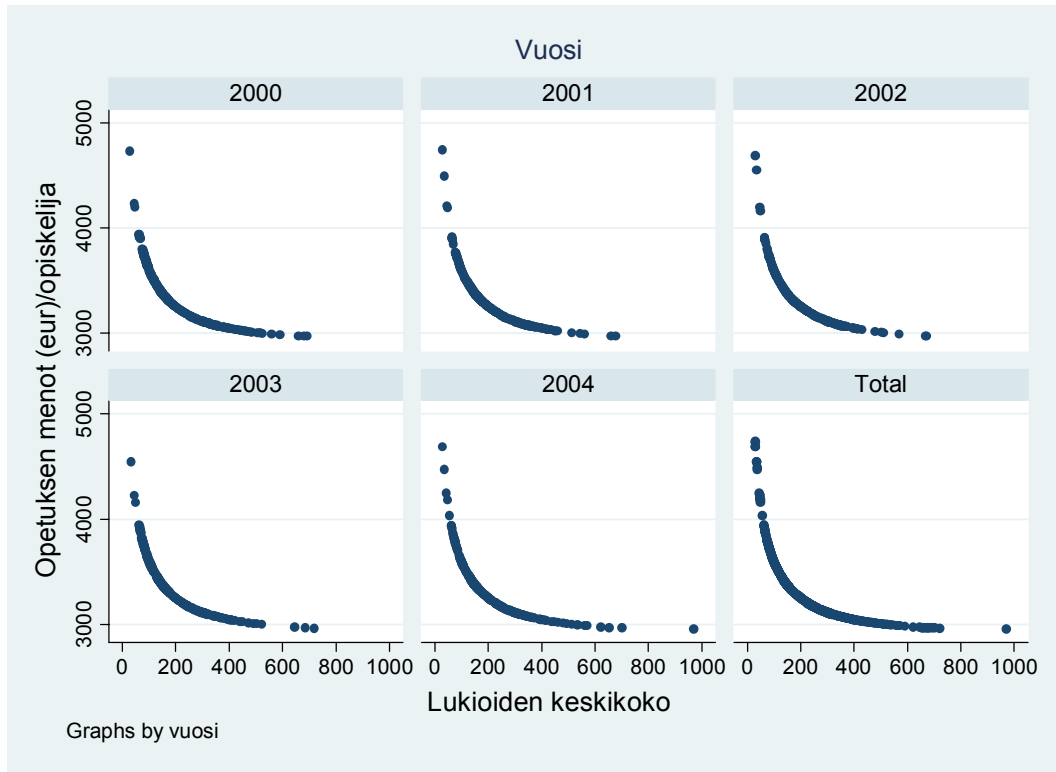


Koulujen keskikoon vaikutus opetuksen menoihin on myös epälineaarinen (ks. Kuvio 9). Kerrointen suuruus vaihtelee jonkin verran mallista toiseen mutta etumerkit säilyvät samanlaisina. Kuviossa on kuvattu yhdistetyn aineiston mallin antaman opetuksen menojen ennusteen ja koulujen keskikoon välinen suhde. Siitä nähdään, että koulujen keskikoon kasvattaminen tuo selviä kustannussäästöjä erityisesti koon noustessa 100:sta noin 200 opiskelijaan. Tämän jälkeen kustan-

¹⁴ Mallissa testattiin myös opiskelija-opettaja-suhteen kolmannen asteen termiä, mutta sen kerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

nusten aleneminen hidastuu selvästi ja kun keskikoko saavuttaa 400 opiskelijan rajan kustannusten aleneminen pysähtyy.

Kuvio 9 *Lukioiden keskikoko ja opetuksen menojen ennuste yhdistetyn aineiston mallin kertoimien perusteella*



Koulutuksen järjestäjän kokoa mitattiin mallissa opiskelijamäärällä. Tulosten mukaan vaikutus oli negatiivinen eli opiskelijamäärän kasvaessa opetuksen kustannukset laskivat tasaisesti.¹⁵ Järjestäjän opiskelijamäärän kasvaessa yhden prosentin kustannukset laskivat mallista riippuen 0,01 prosentista noin puoleen prosenttia. Näyttäisikin siltä, että sen jälkeen kun opiskelija-opettaja-suhde ja koulujen keskikoko on otettu huomioon, koulutuksen järjestäjän koon itsenäinen vaikutus on hyvin pieni.

Kunnan varallisuus vaikuttaa tulosten mukaan opetuksen kustannuksiin positiivisesti eli mitä varakkaampi on kunta, sitä enemmän lukiokoulutukseen käytetään rahaa. Lukiokoulutuksen järjestäjän sijainti vaikutti opetuksen kustannuksiin vaihtelevasti mallista riippuen. Yhdistetyn aineiston mallin tulosten perusteella taajamissa opetuksen kustannukset olivat kaksi prosenttia korkeammat kuin kaupungeissa kun muut tekijät oli vakioitu. Maaseudulla kustannukset olivat viisi prosenttia korkeammat kuin kaupungeissa. Satunnaisten ja varsinaisten satun-

¹⁵ Myös tämän muuttujan osalta testattiin epälineaarista yhteyttä lisäämällä malliin opiskelijamäärän toisen asteen termi, mutta tämä muuttuja ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

naisten vaikutusten mallissa tulokset poikkesivat tämän muuttujan suhteen selvästi edellisestä ja varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin tuloksista.

Varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa satunnaiset vaikutukset eroteltiin tehottomuudesta. Tulosten mukaan satunnaiset vaikutukset ovat vahvasti tilastollisesti merkitseviä. Myös varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin kiinteät vaikutukset ovat tilastollisesti merkitseviä.

Mallissa olevat vuosi -muuttujien (vuosi-dummyt) kertoimet ovat teknologisen muutoksen vastalukuja eli ne kuvaavat tuotantorintaman siirtymää vuodesta toiseen. Tulosten mukaan rintama on siirtynyt joka vuosi kahdesta kolmeen prosenttia. Jos oletetaan, että tehokkuus on pysynyt vakiona kaikkina vuosina, kuvaa tämä tuotantorintaman siirtymä tuottavuuden muutosta. Tällöin lukioiden tuottavuus olisi laskenut vuosien 2000 - 2004 aikana 8 - 10 prosenttia mallista riippuen.

Taulukko 4 Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannusfunktioiden parametrien estimaatit paneeliaineistoilla vuosilta 2000 - 2004

	Yhdistetyn aineiston malli	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli ⁺
Opettajien ja rehtoreiden keskipalkka	0.527 (15.09)**	0.120 (4.74)**	0.139 (9.66)**	0.115 (2.82)**	0.538 (11.26)**
Kaikkien aineiden puoltoää- net/opiskelija	-0.130 (-3.42)**	0.001 (0.03)	0.006 (0.44)	0.011 (-0.43)	-0.121 (-2.70)**
Lukuaineiden keskiarvo	0.251 (1.75)	-0.110 (-1.02)	-0.180 (-3.18)**	-0.207 (2.01)*	0.175 (1.22)
Vanhempien koulutus	0.008 (0.24)	0.010 (0.44)	0.014 (0.97)	0.015 (-0.65)	-0.005 (-0.12)
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.001 (1.43)	0.0001 (-0.14)	-0.001 (-2.08)*	-0.001 (2.67)**	0.001 (1.28)
Yksinhuoltajien osuus	0.001 (1.61)	0.0001 (-1.25)	0.0001 (-1.96)*	-0.001 (2.20)*	0.001 (1.56)
Ruotsinkielisten osuus	0.0007 (4.81)**	0.0007 (3.35)**	0.001 (14.62)**	0.0004 (-0.46)	0.001 (4.32)**
Opiskelija-opettaja-suhde	-1.291 (-9.97)**	-0.738 (-9.44)**	-0.687 (-12.49)**	-0.461 (-1.73)	-1.130 (-6.29)**
Opiskelija-opettaja-suhde- neliötermi	0.168 (7.51)**	0.103 (7.68)**	0.096 (9.96)**	0.067 (-1.57)	0.142 (4.37)**
Koulujen keskikoko	-0.531 (-4.26)**	-0.930 (-13.91)**	-1.297 (-41.92)**	-0.647 (2.05)*	-0.824 (-9.06)**
Koulujen keskikoko- neliötermi	0.039 (3.34)**	0.074 (12.76)**	0.105 (35.43)**	0.052 (1.99)*	0.062 (7.23)**
Opiskelijoiden lkm	-0.014 (-2.16)**	-0.085 (-8.30)**	-0.050 (-16.48)**	-0.419 (5.77)**	-0.017 (-1.90)*
Opiskelun kesto	0.137 (1.30)	0.058 (0.85)	-0.011 (-0.26)	0.029 (-0.44)	0.150 (1.19)
Taajama	0.020 (2.00)**	-0.060 (-3.58)**	0.013 (3.18)**		
Maaseutu	0.058 (4.57)**	-0.025 (-1.27)	0.005 (0.97)		
Verotettavat tulot/asukas	0.072 (3.04)**	0.029 (0.89)	0.061 (5.72)**	0.307 (2.50)*	0.009 (0.35)
Vuosi 2001	0.029 (3.59)**	0.034 (3.54)**	0.037 (4.46)**	0.029 (6.06)**	0.032 (3.22)**
Vuosi 2002	0.042 (5.01)**	0.054 (9.24)**	0.056 (10.20)**	0.041 (6.63)**	0.044 (3.93)**

Taulukko 4 jatkuu

Vuosi 2003	0.064 (7.60)**	0.080 (12.11)**	0.079 (14.75)**	0.059 (6.74)**	0.067 (6.50)**
Vuosi 2004	0.093 (10.82)**	0.108 (19.83)**	0.101 (20.97)**	0.075 (7.13)**	0.095 (9.70)**
Vakio	6.815 (11.09)**	11.394 (22.52)**	12.008 (50.66)**	9.667 (6.52)**	
Lambda		0.573 (9.63)**	1.689 (11.19)**		15.725 (4.04)**
Sigma(u)	0.090	0.196	0.048		1.143
Satunnaiset vaikutukset			0.056 (38.75)**		
Kiinteät vaikutukset					1.132 (29.65)**
Log-L	1266.31	1892.13	-1862.91		-477.767
R ²				0.58	
Havaintojen lkm	1282	1282	1282	1282	1282
Järjestäjien lkm	263	263	263	263	263

Kerrointen t-arvot suluissa, kiinteiden vaikutusten mallissa robustit t-arvot

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla

** Kerroin merkitsevä 1 % riskitasolla

+ Malli ei ratkennut olettaessa tehottomuudelle puolinormaali jakauma, joten se estimoitiin katkaistulla normaalijakaumalla

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

6.2 Tehokkuuserot

Kustannustehokkuutta arvioitaessa lasketaan kullekin koulutuksen järjestäjälle tehottomuusluku. Myös tämä luku saa arvoja nollan ja yhden väliltä. Lukujen tulkinta on muuten sama kuin edellä, paitsi että ne kertovat prosentuaalisesti sen, kuinka paljon pienemmällä kustannuksilla järjestäjän olisi pitänyt järjestää lukion opetusta ollakseen täysin tehokas.

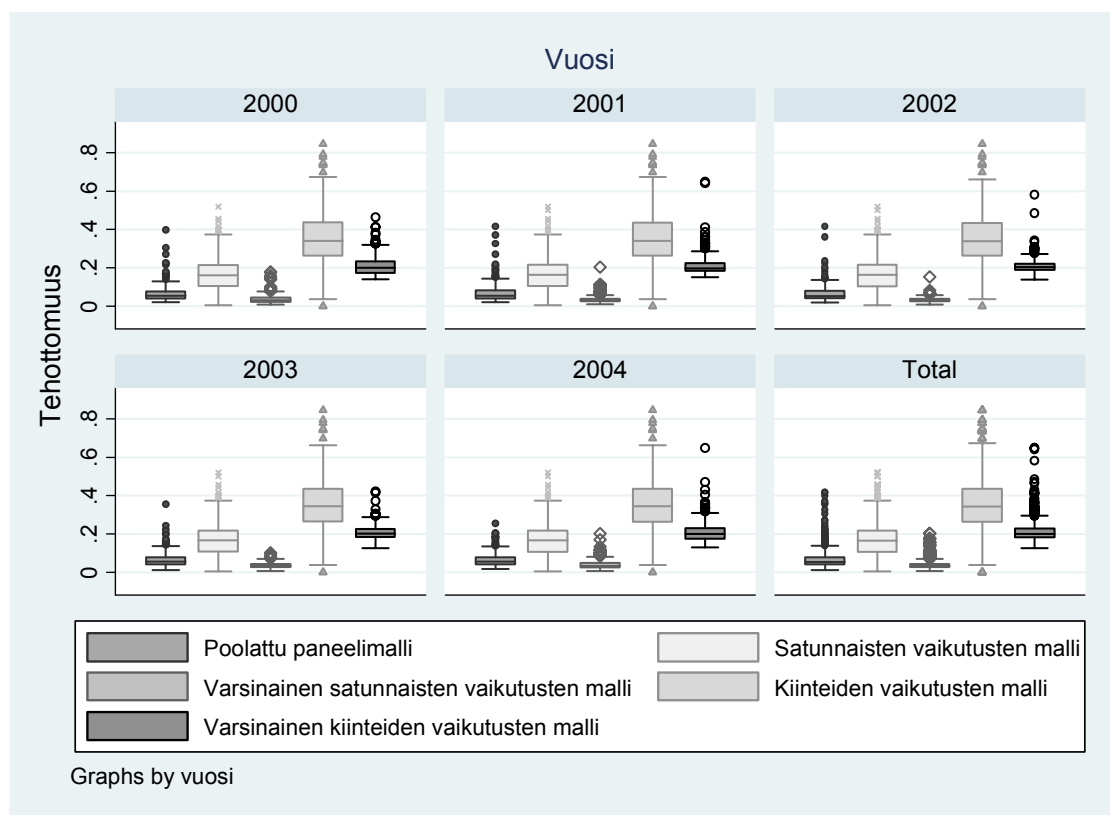
Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannustehokkuudessa oli varsin paljon vaihtelua sekä yksiköiden että mallien välillä (ks. Kuvio 10 ja Liite 10). Suurinta keskimääräinen tehottomuus oli jälleen kiinteiden vaikutusten mallin perusteella. Sen mukaan sitä oli keskimäärin 36 prosenttia. Varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin mukaan tehottomuus oli tässäkin tapauksessa pienintä, keskimäärin noin 4 prosenttia. Yhdistetyn aineiston mallin mukaan tehottomuus oli keskimäärin 7 prosenttia ja satunnaisten vaikutusten mallin mukaan noin 17 prosenttia. Varsinaisen kiinteiden vaikutusten mallin mukaan tehottomuus nousi noin 21 prosenttiin. Tämän mallin tuottamat tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden mallien kanssa, koska ne on saatu käyttämällä tehottomuudelle katkaistua normaalijakaumaa (truncated-normal) puolinormaalin jakauman sijaan. Kuten

edellä todettiin, jakaumaoletus vaikuttaa jonkin verran tehottomuuden suuruuteen. Muissa malleissa katkaistu normaalijakauma tuotti korkeamman tehottomuuden kuin puolinormaali jakauma.

Tehokkuuserot järjestäjien välillä olivat suhteellisen suuria. Kolmessa mallissa tehottomuus nousi 40 - 50 prosenttiin joillakin yksiköillä. Jotta nämä järjestäjät olisivat olleet tehokkaita, niiden olisi pitänyt tuottaa tuotoksensa 40 - 50 prosenttia pienemmin kustannuksin. Pienimmilläänkin tehokkaimman ja tehottomimman järjestäjän välinen tehokkuusero oli noin 20 prosenttia varsinaisessa satunnaisten vaikutusten mallissa.

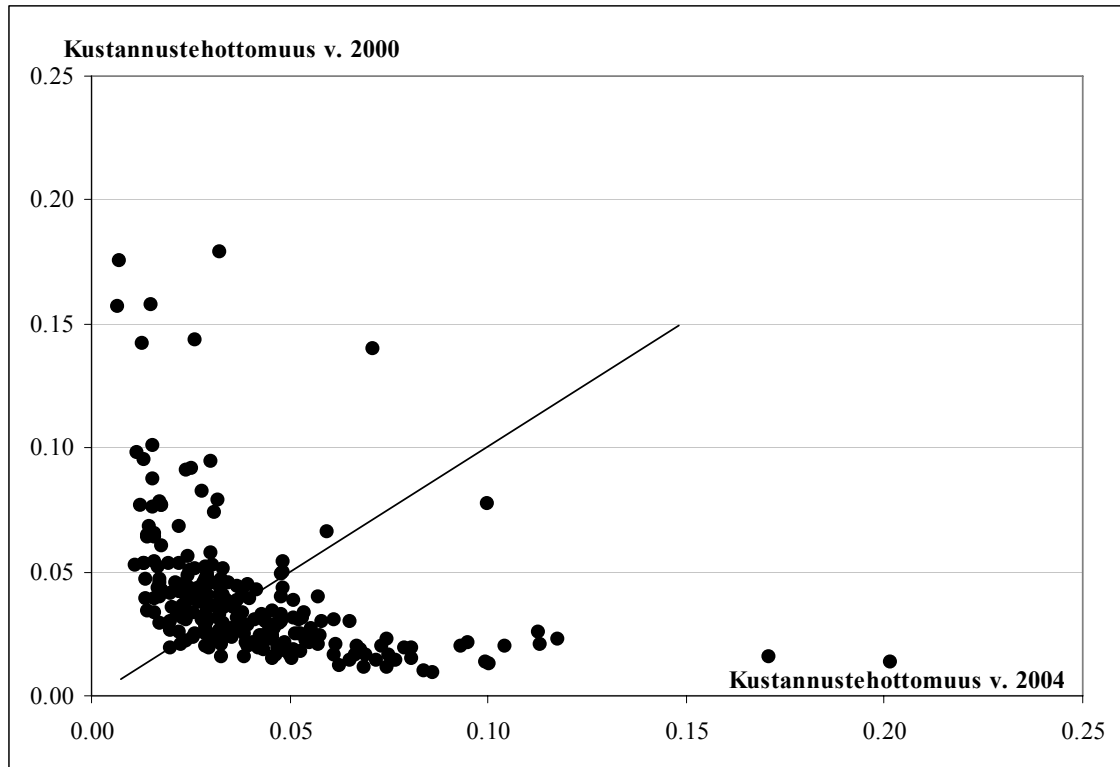
Kustannusfunktioiden perusteella järjestäjien kustannustehokkuuden vaihtelut mallista toiseen olivat suhteellisen suuria. Varsinainen satunnaisten vaikutusten mallin antama arvio lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen tehottomuuden suuruudesta tuntuu uskottavimmalta kahdesta syystä. Ensimmäkin, satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallien sopivuutta yritettiin testata Hausmanin spesifikaatiotestillä. Testi ei kuitenkaan toiminut käytetylle aineistolle. Toiseksi, koska varsinaisessa kiinteiden vaikutusten mallissa jouduttiin käyttämään muista malleista poikkeavaa jakaumaoletusta tehottomuudelle, myös tämän mallin tulokset on syytä jättää vähäiselle huomiolle. Siksi saatuja tuloksia analysoidaan jatkossa tarkemmin vain varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin tulosten perusteella.

Kuvio 10 Lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehottomuus paneelimalleissa vuosina 2000 - 2004



Yksittäisten järjestäjien kustannustehokkuus on muuttunut jonkin verran vuodesta 2000 vuoteen 2004 sirontakuvion perusteella (Kuvio 11). Hyvin monella järjestäjällä muutokset ovat kuitenkin olleet korkeintaan viiden prosentin suuruisia. Joukossa on kuitenkin joitakin koulutuksen järjestäjiä, joiden tehottomuus on joko kasvanut tai pienentynyt ajanjakson aikana yli 10 prosenttia. Vuosien 2000 ja 2004 tehottomuuslukujen välillä vallitsee negatiivinen yhteys ja tehottomuusluvun mukainen järjestys muuttuu myös varsin paljon näiden kahden vuoden välillä, sillä Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on -0,66.

Kuvio 11 Opetuksen kustannustehottomuus vuosina 2000 ja 2004 varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin perusteella



Maakunnittain tarkasteltuna kustannustehottomuus vaihtelee jonkin verran (ks. Taulukko 5). Alhaisinta se oli vuonna 2004 Itä-Uusimalla. Korkeinta tehottomuus oli Keski-Pohjanmaalla ja Pohjois-Karjalassa, joissa se oli muutaman prosenttiyksikön koko maan keskiarvon yläpuolella. Joissakin maakunnissa opiskelijamäärällä painotettu tehottomuus on alhaisempi kuin aritmeettinen keskiarvo. Tämä tarkoittaa sitä, että siellä isommat kunnat ovat tehottomampia kuin pienet kunnat. Muissa maakunnissa tilanne on päinvastainen.

Taulukko 5 Keskimääräinen kustannustehottomuus maakunnittain vuonna 2004 varsinaisen satunnaisten vaikutusten mallin tulosten perusteella

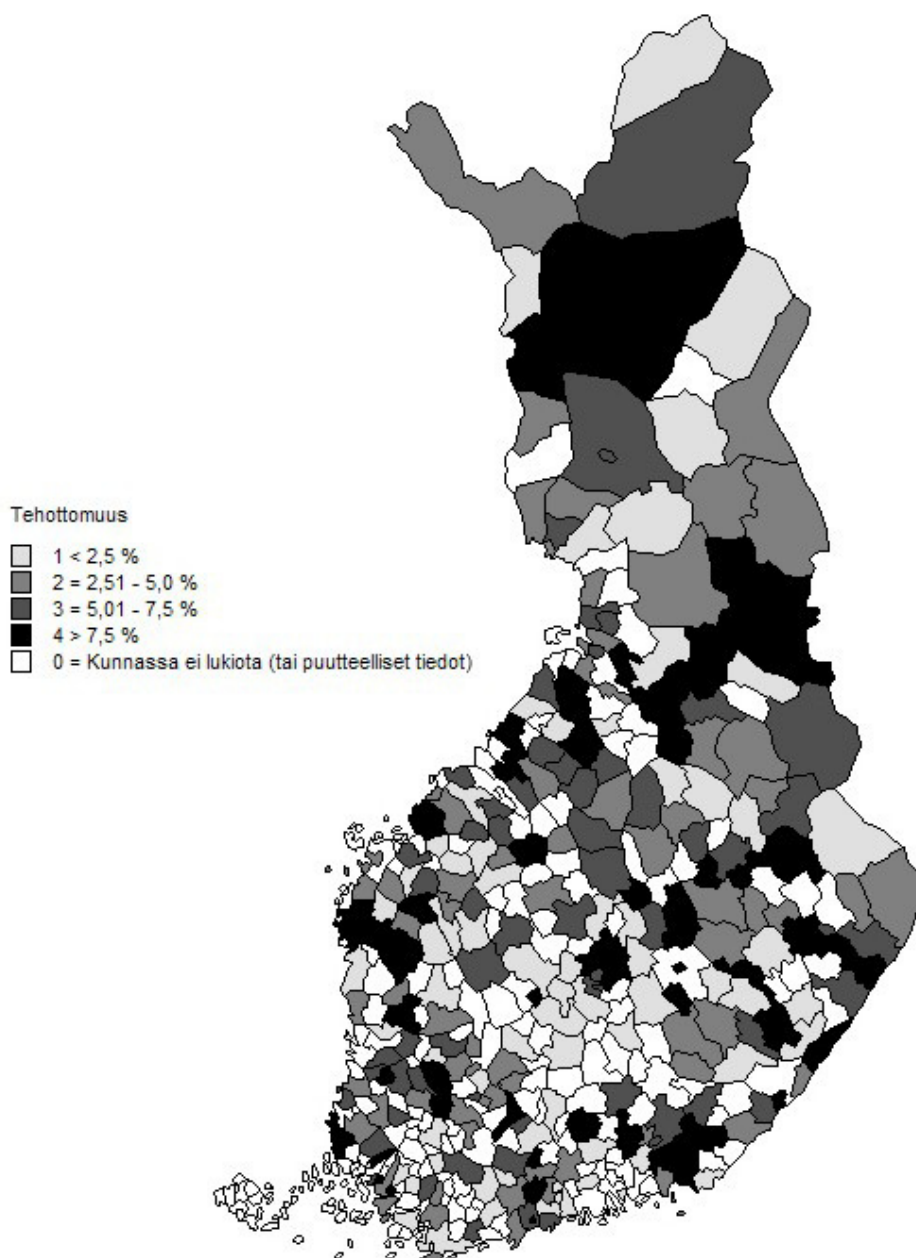
	Aritmeettinen keskiarvo	Painotettu keskiarvo*
Uusimaa	0.032	0.032
Varsinais-Suomi	0.041	0.037
Satakunta	0.045	0.044
Kanta-Häme	0.040	0.043
Pirkanmaa	0.035	0.035
Päijät-Häme	0.043	0.050
Kymenlaakso	0.048	0.042
Etelä-Karjala	0.042	0.040
Etelä-Savo	0.034	0.045
Pohjois-Savo	0.043	0.037
Pohjois-Karjala	0.051	0.045
Keski-Suomi	0.032	0.041
Etelä-Pohjanmaa	0.043	0.038
Pohjanmaa	0.035	0.033
Keski-Pohjanmaa	0.070	0.055
Pohjois-Pohjanmaa	0.042	0.037
Kainuu	0.049	0.041
Lappi	0.032	0.036
Itä-Uusimaa	0.019	0.018
Koko maa	0.040	0.038

*Painona käytetty opiskelijamäärää

Opetuksen kustannustehottomuuden alueellista jakaumaa havainnollisesta vielä koko maata kuvaavan kuvion avulla (ks. Kuvio 12) vuodelta 2004. Kaikkien tarkasteluviuosien tehottomuusluvut, jotka perustuvat varsinaiseen satunnaisten vaikutusten malliin, ovat liitteessä (Liite 11). Kuvioista nähdään, että tehokkaita ja tehottomia kuntia löytyy suhteellisen tasaisesti ympäri maata. Suuret kaupungit eivät nouse esiin erityisen tehokkaina eikä esimerkiksi Lapin kunnat ole välttämättä tehottomimpien joukossa. Osittain tämä tulos kertoo myös siitä, että

tehottomuuden arvioinnissa käytetty malli ottaa suhteellisen hyvin huomioon alueelliset erityisolosuhteet. Siten jäljelle jäävä tehottomuus heijastelee melko varmasti todellista tehostamisvaraa.

Kuvio 12 Opetuksen kustannustehottomuus kunnittain vuonna 2004 (varsinainen satunnaisten vaikutusten malli)



6.3 Järjestäjien tehottomuuslukujen mukainen järjestys

Lukiokoulutuksen järjestäjien välinen tehottomuuslukujen mukainen järjestys vaihteli enemmän eri malleissa kuin edellä lukioiden tehottomuuslukujen perusteella lasketut järjestykset. Myös näiden tulosten perusteella varsinainen satunnaisten vaikutusten malli ja varsinainen kiinteiden vaikutusten malli tuotti hyvin samankaltaiset paremmuusjärjestykset. Muiden mallien välillä sijainnin muutoksia oli enemmän.

Yhdistetyn aineiston mallin antama järjestys oli lähinnä satunnaisten vaikutusten mallin antamaa järjestystä. Muut mallit poikkesivat tämän mallin tuloksista ja järjestykset olivat melko erilaiset. Satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten malli tuottaa myös kohtalaisen lähekkäiset järjestykset. Eli samalla tavoin kuin edellä saadut tulokset heijastelevat nämäkin aiempia tutkimustuloksia.

Taulukko 6 Eri mallien tehottomuuslukujen Spearmanin järjestykskorrelaatiokertoimet vuodelta 2004

	Yhdistetyn aineiston malli	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli
Yhdistetyn aineiston malli	1				
Satunnaisten vaikutusten malli	0.4705	1			
Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli	0.2044	-0.1124	1		
Kiinteiden vaikutusten malli	-0.1973	0.5859	0.0561	1	
Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli	0.2701	-0.1349	0.8256	0.0026	1

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Nuorisoikäluokkien pienentyessä toiminnan tehostaminen on yksi tärkeä keino taata kattava ja laadukas lukiokoulutus koko maassa myös tulevaisuudessa. Tehostamispotentiaalin selvittämiseksi tarvitaan luotettavaa tutkimustietoa. Tämä tutkimus eroaa aiemmasta lukioden tehokkuutta arvioineesta deterministisestä tutkimuksesta siten, että tutkimuksessa käytetyn stokastisen rintama-analyysin avulla on mahdollista erottaa satunnaisvaihtelu tehottomuudesta. Tämän lisäksi käytettyjen mallien tarkkuutta lisää se, että ajassa muuttuvasta tehottomuudesta voitiin erotella yksiköiden välinen ajassa pysyvä heterogeenisuus.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lukioden tehokkuutta ja kunnallisten lukiokoulutuksen järjestäjien opetuksen kustannustehokkuutta ja tuottavuutta vuosina 2000 – 2004. Lukioden tehokkuutta arvioitiin tilastollisilla malleilla, joissa tuotoksena olivat ylioppilaskirjoitusten puoltoäänät. Tällaisen tuotosmuuttujan käyttö oli luontevaa, sillä keskeistä lukioden toiminnassa on opiskelijoiden valmentaminen ylioppilastutkintoon ja jatko-opintoihin. Tämä mittari antaa myös valtakunnallisesti vertailukelpoista ja luotettavaa tietoa. Opetuksen kustannustehokkuutta arvioitiin kustannuseroja selittävillä malleilla. Nämä mallit sopivat koulutuksen järjestäjien vertailuun, koska ne pyrkivät tarjoamaan korkealaatuista lukiokoulutusta mahdollisimman alhaisin kustannuksin.

Lukioden tehokkuus oli suhteellisen korkea kun niiden tuotosta mitattiin ylioppilaskirjoitusten keskimääräisellä pakollisten aineiden puoltoäänten määrällä. Tutkimuksessa testattiin erilaisia stokastisia rintamamalleja ja tulosten mukaan keskimääräinen tehottomuus vaihteli mallista riippuen 4 - 10 prosenttia. Erilaisista mallivaihtoehdoista aineistoa parhaiten kuvasi kiinteiden vaikutusten malli, jossa tehokkuus vaihteli ajassa ja jossa otettiin huomioon lukioden välinen ajassa pysyvä heterogeenisuus. Tämän mallin mukaan lukioden keskimääräinen tehottomuus oli tarkastelujaksolla keskimäärin kuusi prosenttia. Lukiot olisivat toisin sanoen voineet tuottaa käyttämillään resursseilla keskimäärin kuusi prosenttia suuremman tuotoksen.

Suoritustasoerot lukioden välillä ovat suhteellisen suuria kun tuloksia mitataan ylioppilaskirjoitusten puoltoäänten määrällä. Esimerkiksi vuonna 2004 tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston parhaan lukion keskimääräinen pakollisten aineiden puoltoäänten määrä oli yli kaksinkertainen heikoimman lukion puoltoääniin verrattuna. Varsin suuri osa tästä vaihtelusta on kuitenkin selitettävissä opiskelijoiden henkilökohtaisiin ominaisuuksiin, taustoihin, koulujen resursseihin, opiskeluun ja opiskelun keston liittyvillä tekijöillä.

Ylivoimaisesti vahvimmin ylioppilaskirjoitusmenestykseen vaikuttaa aiempi koulumenestys, jota tässä tutkimuksessa mitattiin peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolla. Tutkimuksen tulosten mukaan kymmenyksen nousu

lukuaineiden keskiarvossa nostaa keskimääräistä pakollisten aineiden puoltoään-
ten määrää 0,3 puoltoäänellä. Kaikilla muilla tekijöillä on selvästi pienempi vai-
kutusta. Esimerkiksi vanhempien koulutuksen ja ammatillisen aseman vaikutus jää
kummallakin prosenttien kymmenykseen.

Aiemman koulumenestyksen ja vanhempien taustan lisäksi tutkimuksessa otettiin
huomioon myös opiskelun keston ja ylioppilastutkinnon hajauttamisasteen vaiku-
tus suoritustasoon. Tulosten mukaan opiskeluajan pidentäminen ei parantaisi tu-
loksia vaan kouluissa, joissa kesto oli pidempi, olivat suoritukset heikompia.
Samalla tavalla tutkinnon hajauttaminen ei välttämättä kannata. Lukioissa, joissa
opiskelijat hajauttivat tutkintoa enemmän, tulokset olivat alhaisempia. Opiskelun
keston ja hajauttamisen vaikutukset olivat samaa suuruusluokkaa kuin vanhem-
pien taustatekijöiden vaikutus.

Aiempien tutkimustulosten tavoin resurssien vaikutus suoritustasoon oli vähäinen
tai jopa negatiivinen. Osassa estimoituja malleja opetuksen menot eivät vaikutta-
neet tilastollisesti merkitsevästi suoritustasoon. Vaikutus oli negatiivinen ja tilas-
tollisesti merkitsevä niissä malleissa, joissa otettiin huomioon lukioiden välinen
ajassa pysyvä heterogeenisuus. Muiden menojen suuruudella ei yleensä ollut vai-
kutusta ylioppilaskirjoitusmenestykseen. Koulun koko vaikutti suurimmaksi
osaksi negatiivisesti ja tilastollisesti merkitsevästi suoritustasoon eli tulokset oli-
vat parempia pienemmissä kouluissa. Vaikutuksen suuruus oli kuitenkin hyvin
lähellä nollaa.

Tutkimuksessa jouduttiin aineiston saatavuusongelmien vuoksi käyttämään kou-
lutason aineistoa. Tulokset pätevät siten vain tällä tasolla ja ne voivat tietysti
muuttua, jos analyysissa voidaan ottaa huomioon myös yksilöiden välinen vaih-
telu yksilötason aineistoa käyttäen.

Opetuksen kustannustehokkuus vaihteli kunnallisten lukiokoulutuksen järjestäji-
en välillä selvästi enemmän kuin tehokkuus lukioiden välillä. Keskimääräinen
tehottomuus oli mallista riippuen 4 - 17 prosenttia. Testatuista malleista opetuk-
sen kustannustehottomuutta kuvasi parhaiten satunnaisten vaikutusten malli, jos-
sa tehokkuus muuttui ajassa ja jossa otettiin huomioon järjestäjien välinen
heterogeenisuus satunnaisella vaikutuksella. Tämän mallin mukaan keskimääräi-
nen tehottomuus oli noin neljä prosenttia, mikä tarkoittaa sitä, että lukioiden tuo-
tos olisi voitu saavuttaa keskimäärin neljä prosenttia alhaisemmin kustannuksin.

Opetuksen opiskelijakohtaisissa kustannuksissa oli hyvin suuria eroja kuntien
välillä. Halvin kunta pystyi vuonna 2004 järjestämään lukiokoulutuksen lähes
neljä kertaa pienemmillä opetuksen opiskelijakohtaisilla menoilla kuin kallein
kunta. Suurin osa kustannusvaihtelusta voitiin tämän tutkimuksen tulosten perus-
teella selittää opetushenkilökunnan palkoilla, opiskelijoiden taustoilla, mittakaa-
vatekijöillä ja kunnan varallisuudella.

Mittakaavatekijöillä oli epälineaarinen vaikutus lukioden opetuksen menoihin. Opiskelija-opettaja-suhteen noustessa 10:stä 20:een kustannukset alenivat voimakkaasti. Tämän jälkeen kustannusten aleneminen vaimeni selvästi kunnes se muuttui marginaaliseksi kun opiskelija-opettaja-suhde ylitti 25 opiskelijan. Samalla tavalla käyttäytyi lukioden keskikoko. Siirryttäessä keskimäärin 100 opiskelijan lukioista 200 opiskelijan lukioihin opetuksen kustannukset alenivat selvästi. Tämän jälkeen muutos hidastui ja keskikoon ylittäessä 400 opiskelijan kustannusten lasku oli enää hyvin pientä. Opetuksen järjestäjän koolla ei ollut merkittävää vaikutusta kustannuksiin.

Koska opetuksen kustannustehokkuus ei muuttunut ajassa, voitiin kustannusta selittävien mallien vuosimuuttujien kertoimet tulkita tuottavuuden muutokseksi. Tulosten mukaan lukiokoulutuksen opetuksen tuottavuus laski vuosina 2000 – 2004 noin 10 prosenttia.

Tässä tutkimuksessa oli mahdollista arvioida ainoastaan opetuksen kustannustehokkuutta aineistojen saatavuudessa olleiden puutteellisuuksien ja ongelmien vuoksi. Luonnollisesti olisi ollut hyvin tärkeää, että myös muut lukiokoulutuksen järjestämisestä aiheutuvat kustannukset (hallinto, ruokailu, oppilashuolto ja kiinteistöjen ylläpito) olisi voitu ottaa mukaan analyysiin. Jatkossa olisikin toivottavaa, että opetustoimen tilastointia kehitetään siten, että tällainen analyysi on mahdollista. Se edellyttää pienimmillään yhtenäisempiä käytäntöjä kiinteistömenojen kirjaamisessa ja luotettavien palkkatietojen olemassaoloa myös muun kuin opetushenkilökunnan osalta.

Lähteet:

- Aaltonen, J. – Kirjavainen, T. – Moisio, A. (2006): Efficiency and Productivity in Finnish Comprehensive Schooling 1998 - 2004. *VATT-tutkimuksia* 127. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.
- Aaltonen, J. – Kirjavainen, T. – Moisio, A. (2005): Kuntien perusopetuksen tehokkuuserot ja tuottavuus 1998 - 2003. *VATT-keskustelualoitteita* 374. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.
- Barrow, M. M. (1991): Measuring Local Education Authority Performance: A Frontier Approach. *Economics of Education Review* 10, 19-27.
- Battese, G. – Coelli, T. (1992): Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis* 3, 153-169.
- Battese, G. – Coelli, T. (1995): A Model for Technical Efficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical economics* 20, 325-332.
- Bryk, A. – Raudenbush, S. (1992): *Hierarchical Linear Models: Application and Data Analysis Methods*. Newbury Park: Sage Publications.
- Cooper, S. T. ja Cohn, E. (1997): Estimation of a Frontier Production Function for the South Carolina Educational Process. *Economics of Education Review* 16, 313-327.
- Deller, S. C. – Rudnicki, E. (1993): Production Efficiency in Elementary Education: The Case of Maine Public Schools. *Economics of Education Review* 12, 45-57.
- Goldstein, H. (1995): *Multilevel Statistical Models*. 2nd edition. London: Edward Arnold.
- Greene, W. (2005a): Fixed and Random Effects in Stochastic Frontier Models. *Journal of Productivity Analysis* 23, 7-32.
- Greene, W. (2005b): Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of the Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics* 126, 269-303.
- Hanushek, E. A. (2003): The Failure of Input-Based Schooling Policies. *The Economic Journal* 113, F64-F98.
- Hanushek, E. A. (1986): The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. *The Journal of Economic Literature* 24, 1141-1177.
- Hedges, L. – Greenwald, R. (1996): Have Times Changed? The Relation between School Resources and Student Performance. Teoksessa Burtless G.

- (ed.) *Does Money Matter? The Effect of School Resources on Student Achievement and Adult Success*. Washington DC: Brookings Institution Press.
- Heshmati, A. – Kumbhakar, S. C. (1997): Efficiency of the Primary and Secondary Schools in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research* **41**, 33-52.
- Häkkinen, I. – Kirjavainen, T. – Uusitalo R. (2003): School Resources and Student Achievement Revisited: New Evidence from Panel Data. *Economics of Education Review* **22**, 329-335.
- Jenkins, A. – Vignoles, A. – Levacic, R. – Allen, R. (2006): The Effect of Resources on Pupil Attainment in English Secondary Schools. Paper presented at the European Conference on Educational Research (ECER), Geneve.
- Kirjavainen, T. – Loikkanen, H. A. (1998): Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit-Analysis. *Economics of Education Review* **17**, 377-394.
- Kirjavainen, T. – Loikkanen, H. A. (1995): School Resources and Student Achievement in Senior Secondary Schools. *Kunnallistieteellinen Aikakauskirja* **4**, 348-367.
- Krueger, A. (2003): Economic Considerations and Class Size. *The Economic Journal* **113**, F34-F63.
- Krueger, A. (1999): Experimental Estimates of Education Production Functions. *The Quarterly Journal of Economics* **114**, 497-532.
- Kumbhakar, S. C. – Lovell, K. C. A. (2000) *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuusela, J. (2006): Temaattisia näkökulmia perusopetuksen tasa-arvoon. Oppimistulosten arviointi 6/2006. Opetushallitus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Kuusela, J. (2002): Oppimistulosten yhteydet demograafisiin tekijöihin. Teoksessa Jakku-Sihvonen, R. & Kuusela, J. (toim.) *Mahdollisuuksien koulutuspolitiikan tasa-arvo*. Arviointi 7/2002. Opetushallitus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Levacic, R. – Jenkins, A. – Vignoles, A. – Steele, F. – Allen, R. (2005): Estimating the Relationship Between School Resources and Pupil Attainment at Key Stage 3. Report to DfES, January 2005. Institute of Education. University of London.
- Mizala, A. – Romaguera, P. – Farren, D. (2002): The Technical Efficiency of Schools in Chile. *Applied Economics* **34**, 1533-1552.
- Rivkin, S. G. – Hanushek, E. A. – Kain, J. F. (2005): Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica* **73**, 417-458.

Worthington, A. C. (2001): An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Education. *Education Economics* **9**, 245-268.

8 Liitteet

Liite 1 Koulujen välisen vaihtelun laskenta arvosanojen kokonaisvaihtelusta yksilöaineistolla

Koulujen välinen vaihtelu arvosanojen kokonaisvaihtelusta on laskettu estimoidulla ns. varianssi-komponentti malli yksilötason aineistosta seuraavasti (ks. esim. Goldstein, 2000 tai Bryk & Raudenbush, 2001).

Jos opiskelijan i suoritustasoa lukiossa j merkitään y_{ij} , voidaan koulun vaikutusta kuvata yhtälöllä

$$y_{ij} = \beta + \zeta_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{L1})$$

Yhtälössä (L1) ζ_j kuvaa kokonaisaineiston keskiarvon β ja koulun j arvosanojen erotusta ja ε_{ij} on virhetermi henkilölle i koulussa j . Mallissa oletetaan, että ζ_j kuvaa satunnaisvaikutuksia (random effects or random intercept), jotka ovat riippumattomia ja normaalisti jakautuneita seuraavasti

$$\zeta_j \sim N(0, \psi).$$

Satunnaisvaikutukset ovat myös riippumattomia virhetermistä, jonka oletetaan olevan normaalisti jakautunut $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \theta)$.

Koska virhetermit ovat riippumattomia saadaan kokonaisvarianssi laskettua varianssien summana

$$\text{Var}(y_{ij}) = \text{Var}(\beta + \zeta_j + \varepsilon_{ij}) = \text{Var}(\zeta_j + \varepsilon_{ij}) = \psi + \theta \quad (\text{L3})$$

koulujen välisestä ja koulujen sisäisestä varianssista. Koulujen välisen varianssin osuus kokonaisvarianssista voidaan laskea seuraavasti

$$\rho = \frac{\text{Var}(\zeta_j)}{\text{Var}(y_{ij})} = \frac{\psi}{\psi + \theta}. \quad (\text{L4})$$

Liite 2 Lukioiden tuotantofunktioiden estimoinneissa käytettävien muuttujien keskiarvo- ja hajontatiedot

		Keski- arvo	Keski- hajonta	Minimi	Maksimi	
Lukuaineiden keskiarvo/opiskelija	Koko aineisto	16.67	1.77	10.71	23.48	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		1.62	11.93	23.13	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.76	13.19	19.74	T-bar = 4.89
Kaikkien aineiden keskiarvo/opiskelija	Koko aineisto	20.95	2.94	11.23	34.69	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		2.72	12.73	33.72	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		1.22	16.28	27.06	T-bar = 4.89
Lukuaineiden keskiarvo	Koko aineisto	8.31	0.30	7.20	9.55	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.27	7.48	9.46	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.13	7.27	8.80	T-bar = 4.89
Vanhempien koulutus	Koko aineisto	389.30	81.55	186.00	754.50	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		72.25	258.30	720.10	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		30.17	172.89	534.50	T-bar = 4.89
Ylempien toimihenkilöiden osuus	Koko aineisto	20.69	10.36	0.00	66.20	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		9.62	4.28	60.76	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		4.11	-6.75	46.05	T-bar = 4.89
Yksinhuoltajien osuus	Koko aineisto	13.95	6.35	0.00	66.70	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		4.67	2.92	30.06	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		4.31	-0.79	50.59	T-bar = 4.89
Heterogeenisuus	Koko aineisto	4.69	0.68	2.34	8.19	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.48	3.04	6.08	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.49	2.57	8.24	T-bar = 4.89
Naisten osuus	Koko aineisto	0.57	0.10	0.11	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.07	0.32	0.81	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.07	0.25	0.89	T-bar = 4.89
Ruotsinkielisten osuus	Koko aineisto	0.06	0.22	0.00	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.22	0.00	0.97	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.02	-0.18	0.37	T-bar = 4.89

Liite 2 jatkuu

		Keski- arvo	Keski- hajonta	Minimi	Maksimi	
Opetuksen me- not/opiskelija	Koko aineisto	3495.08	987.50	1819.50	12991.63	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		975.92	1985.74	11120.66	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		237.79	1395.40	5368.72	T-bar = 4.89
Muut menot/opiskelija	Koko aineisto	1085.40	352.38	383.34	3276.37	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		360.29	434.89	3118.31	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		116.08	448.48	1700.16	T-bar = 4.89
Opintojen keskim. kesto	Koko aineisto	3.11	0.11	2.53	3.75	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.09	2.93	3.59	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.06	2.66	3.51	T-bar = 4.89
Hajauttaminen	Koko aineisto	1.79	0.28	1.00	3.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.22	1.26	2.45	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.17	1.10	2.68	T-bar = 4.89
Koulun koko	Koko aineisto	252.76	149.43	23.00	879.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		147.51	28.00	840.00	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		17.69	72.16	477.16	T-bar = 4.89
Yksityiset	Koko aineisto	0.06	0.23	0.00	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.23	0.00	1.00	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.02	-0.54	0.46	T-bar = 4.89
Valtio	Koko aineisto	0.01	0.11	0.00	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.15	0.00	1.00	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.00	0.01	0.01	T-bar = 4.89
Taajama	Koko aineisto	0.20	0.40	0.00	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.40	0.00	1.00	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.00	0.20	0.20	T-bar = 4.89
Maaseutu	Koko aineisto	0.33	0.47	0.00	1.00	N = 2133
	Lukioiden välinen vaihtelu		0.47	0.00	1.00	n = 436
	Lukioiden sisäinen vaihtelu		0.00	0.33	0.33	T-bar = 4.89

Liite 3 Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannusfunktioiden estimoinneissa käytettävien muuttujien keskiarvo- ja hajontatiedot

		Keskiarvo	Keski-hajonta	Minimi	Maksimi	
Opetuksen menot/opiskelija	Koko aineisto	3665.56	991.24	2192.46	12991.62	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		998.91	2316.70	11415.99	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		259.04	1481.04	5539.21	T-bar=4.875
Opettajien ja rehtoreiden keskipalkka	Koko aineisto	3304.17	254.69	2384.00	4556.00	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		229.32	2735.60	4049.80	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		110.83	2721.77	3810.37	T-bar=4.875
Kaikkien aineiden puoltoäännet/opiskelija	Koko aineisto	20.63	1.95	13.76	27.50	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		1.57	15.55	24.66	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		1.16	16.99	25.56	T-bar=4.875
Lukuaineiden keskiarvo	Koko aineisto	8.29	0.20	7.20	8.92	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		0.16	7.69	8.67	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		0.13	7.25	8.76	T-bar=4.875
Ruotsinkielisten osuus	Koko aineisto	4.92	18.24	0.00	100.00	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		18.02	0.00	97.06	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		1.15	-6.54	15.11	T-bar=4.875
Vanhempien koulutus	Koko aineisto	358.65	54.59	186.00	594.93	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		47.44	261.70	561.48	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		27.45	233.85	491.75	T-bar=4.875
Ylempien toimihenkilöiden osuus	Koko aineisto	16.60	6.87	0.00	47.88	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		5.83	4.28	44.89	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		3.65	0.39	33.82	T-bar=4.875
Yksinhuoltajien osuus	Koko aineisto	11.99	5.37	0.00	33.30	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		3.54	2.92	20.28	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		4.04	-2.75	28.87	T-bar=4.875
Opiskelija-opettaja-suhde	Koko aineisto	18.14	4.38	5.60	46.53	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		3.97	6.47	32.82	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		1.98	3.03	37.61	T-bar=4.875
Koulujen keskikoko	Koko aineisto	209.80	120.62	29.00	970.33	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		119.24	29.75	703.19	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		21.70	68.81	476.95	T-bar=4.875

Liite 3 jatkuu

		Keskisarvo	Keski- hajonta	Minimi	Maksimi	
Opiskelijoiden lkm	Koko aineisto	419.63	857.50	29.00	9665.33	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		865.42	29.75	9555.13	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		19.10	225.03	531.36	T-bar=4.875
Opiskelun kesto	Koko aineisto	3.09	0.09	2.53	3.65	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		0.07	2.93	3.44	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		0.06	2.64	3.49	T-bar=4.875
Verotettavat tulot/asukas	Koko aineisto	10042.87	2227.06	6515.80	28623.55	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		2202.28	6780.38	26821.47	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		293.57	7044.28	11844.95	T-bar=4.875
Taajama	Koko aineisto	0.27	0.44	0.00	1.00	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		0.44	0.00	1.00	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		0.00	0.27	0.27	T-bar=4.875
Maaseutu	Koko aineisto	0.49	0.50	0.00	1.00	N=1282
	Järjestäjien välinen vaihtelu		0.50	0.00	1.00	n=263
	Järjestäjien sisäinen vaihtelu		0.02	0.29	1.29	T-bar=4.875

Liite 4 Lukioiden tuotantofunktioiden parametrien estimaatit poikkileikkauksaineistoilla vuosilta 2000-2004 kun selitettävänä muuttujana on pakollisten aineiden puoltoäänet/opiskelija

	2000	2001	2002	2003	2004
Lukuaineiden keskiarvo	1.350 (12.46)**	1.700 (16.64)**	1.713 (16.93)**	1.597 (14.85)**	1.774 (19.56)**
Vanhempien koulutus	0.199 (5.50)**	0.141 (3.75)**	0.117 (3.42)**	0.144 (4.12)**	0.101 (2.85)**
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.000 (0.66)	0.000 (0.73)	0.001 (1.46)	0.001 (1.00)	0.001 (1.58)
Yksinhuoltajien osuus	-0.001 (2.32)*	-0.001 (1.63)	-0.002 (3.39)**	-0.001 (1.76)	-0.001 (1.60)
Opetuksen menot/opiskelija	-0.048 (2.25)*	0.012 (0.57)	-0.017 (0.79)	-0.009 (0.38)	-0.011 (0.53)
Muut menot/opiskelija	0.005 (0.41)	-0.006 (0.47)	0.004 (0.33)	-0.017 (1.46)	-0.009 (0.85)
Heterogeenisuus	-0.095 (3.79)**	-0.129 (5.39)**	-0.121 (5.51)**	-0.100 (4.65)**	-0.082 (3.78)**
Naisten osuus	0.001 (4.64)**	0.001 (4.26)**	0.001 (3.50)**	0.001 (4.35)**	0.0007 (2.55)*
Ruotsinkielisten osuus	0.001 (3.10)**	0.001 (4.44)**	0.001 (4.48)**	0.001 (5.83)**	0.001 (5.53)**
Opintojen keskim. kesto	-0.072 (0.74)	0.096 (1.03)	-0.014 (0.18)	-0.108 (1.25)	-0.091 (1.06)
Hajauttaminen	-0.105 (5.11)**	-0.126 (6.38)**	-0.091 (5.06)**	-0.103 (5.33)**	-0.079 (4.16)**
Koulun koko	-0.020 (2.34)*	-0.017 (1.92)	-0.005 (0.63)	-0.011 (1.35)	-0.003 (0.37)
Yksityiset	-0.011 (0.88)	-0.002 (0.18)	-0.016 (1.35)	-0.004 (0.31)	0.019 (1.68)
Valtio		0.108 (2.34)*	0.099 (2.13)*	0.006 (0.29)	0.014 (0.76)
Taajama	0.020 (2.38)*	0.016 (1.78)	0.009 (1.12)	0.011 (1.30)	0.011 (1.34)
Maaseutu	0.017 (1.51)	-0.001 (0.11)	0.005 (0.41)	0.005 (0.42)	0.011 (0.98)
Vakio	-0.540 (1.31)	-1.466 (3.87)**	-1.154 (3.42)**	-0.878 (2.38)*	-1.119 (3.28)**
Insig2v:opiskelijoiden lkm	-0.666 (3.69)**	-0.718 (4.09)**	-0.973 (5.34)**	-1.039 (5.36)**	-0.772 (4.47)**
Insig2v:vakio	-2.383 (2.86)**	-2.370 (2.62)**	-0.934 (1.07)	-0.783 (0.84)	-2.034 (2.55)*
Insig2u:vakio	-6.549 (5.17)**	-5.648 (20.37)**	-6.207 (11.17)**	-5.701 (14.69)**	-6.547 (8.71)**
Havaintojen lkm	424	426	425	431	427

Kerrointen z-arvot suluisissa

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla

** Kerroin merkitsevä 1% riskitasolla

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

*Liite 5 Lukioiden tuotantofunktioiden parametrien estimaatit poikkileik-
kausaineistoilla vuosilta 2000-2004 kun selitettävänä muuttuja-
na on kaikkien aineiden puoltoäännet/opiskelija*

	2000	2001	2002	2003	2004
Lukuaineiden keskiarvo	1.986 (15.41)**	2.413 (17.93)**	2.489 (19.61)**	2.336 (17.87)**	2.461 (19.32)**
Vanhempien koulutus	0.274 (5.76)**	0.157 (3.26)**	0.163 (3.81)**	0.211 (4.62)**	0.159 (3.22)**
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.000 (0.20)	0.001 (1.05)	0.001 (1.20)	0.001 (1.02)	0.001 (1.41)
Yksinhuoltajien osuus	-0.002 (3.23)**	-0.002 (2.02)*	-0.003 (3.87)**	-0.002 (2.89)**	-0.001 (1.49)
Opetuksen menot/opiskelija	-0.052 (1.84)	0.022 (0.79)	-0.023 (0.84)	-0.006 (0.22)	0.003 (0.11)
Muut menot/opiskelija	0.016 (0.94)	-0.005 (0.31)	0.006 (0.38)	-0.034 (2.28)*	-0.020 (1.28)
Heterogeenisuus	-0.066 (2.05)*	-0.133 (4.22)**	-0.126 (4.51)**	-0.085 (3.02)**	-0.073 (2.41)*
Naisten osuus	0.001 (3.45)**	0.001 (2.84)**	0.001 (2.48)*	0.001 (3.39)**	0.001 (1.90)
Ruotsinkielisten osuus	0.001 (4.90)**	0.001 (5.96)**	0.001 (5.56)**	0.001 (6.24)**	0.001 (4.51)**
Opintojen keskim. kesto	-0.320 (2.56)*	-0.067 (0.53)	-0.142 (1.40)	-0.233 (2.00)*	-0.184 (1.50)
Hajauttaminen	-0.109 (4.05)**	-0.128 (5.03)**	-0.089 (3.93)**	-0.100 (3.93)**	-0.064 (2.40)*
Koulun koko	-0.020 (1.75)	-0.018 (1.60)	-0.006 (0.56)	-0.016 (1.55)	-0.014 (1.26)
Yksityinen	-0.016 (0.97)	0.005 (0.27)	-0.022 (1.49)	-0.003 (0.20)	0.018 (1.14)
Valtio		0.239 (4.03)**	0.249 (4.18)**	0.021 (0.82)	0.025 (0.94)
Taajama	0.028 (2.54)*	0.023 (2.01)*	0.021 (1.99)*	0.016 (1.47)	0.017 (1.49)
Maaseutu	0.029 (1.94)	0.007 (0.49)	0.016 (1.16)	0.015 (0.99)	0.012 (0.79)
Vakio	-1.928 (3.93)**	-2.717 (5.47)**	-2.680 (6.50)**	-2.425 (5.39)**	-2.614 (5.34)**
Insig2v:opiskelijoiden lkm	-0.649 (5.45)**	-0.487 (2.89)**	-0.702 (6.04)**	-0.750 (6.42)**	-0.706 (2.80)**
Insig2v:vakio	-1.707 (2.66)**	-3.006 (3.34)**	-1.594 (2.55)*	-1.250 (1.99)*	-1.558 (1.49)
Insig2u:vakio	-15.459 (0.12)	-5.278 (13.77)**	-16.339 (0.10)	-16.691 (0.11)	-6.892 (1.62)
Havaintojen lkm	424	426	425	431	427

Kerrottujen z-arvot suluissa.

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla,

** kerroin merkitsevä 1% riskitasolla

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

*Liite 6 Lukioiden tuotantofunktioiden parametrien estimaatit paneelii-
neistolla vuosilta 2000-2004 kun selitettävänä muuttujana on
kaikkien aineiden puoltoäännet/opiskelija*

	Yhdistetyn aineiston malli ⁺	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli ⁺⁺	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli
Lukuaineiden keskiarvo	2.238 (36.34)**	2.300 (44.84)**	2.333 (66.41)**	2.271 (18.52)**	2.260 (39.50)**
Vanhempien koulutus	0.168 (8.35)**	0.089 (5.33)**	0.088 (7.39)**	0.047 (2.09)*	0.178 (11.30)**
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.001 (3.229)**	0.001 (3.36)**	0.001 (6.40)**	0.001 (2.55)*	0.001 (3.05)**
Yksinhuoltajien osuus	-0.001 (-4.58)**	0.000 (-1.49)	0.000 (-1.07)	0.000 (-0.18)	-0.002 (-7.49)**
Opetuksen menot/opiskelija	-0.012 (-0.94)	-0.013 (-0.83)	-0.002 (-0.25)	0.025 (-0.8)	-0.011 (-1.43)
Muut menot/opiskelija	-0.001 (0.16)	0.012 (1.39)	0.012 (2.38)**	0.031 (2.16)*	0.010 (2.18)*
Heterogeenisuus	-0.089 (-6.75)**	-0.055 (-5.05)**	-0.038 (-4.76)**	-0.017 (-1.34)	-0.093 (-8.12)**
Naisten osuus	0.001 (5.48)**	0.001 (3.64)**	0.001 (5.07)**	0.001 (2.54)*	0.001 (6.95)**
Ruotsinkielisten osuus	0.001 (12.11)**	0.001 (7.35)**	0.001 (18.36)**	0.0002 (-0.19)	0.001 (17.42)**
Opintojen keskim. kesto	-0.251 (-4.43)**	-0.082 (-1.86)	-0.163 (-4.64)**	-0.072 (-1.16)	-0.283 (-6.61)**
Hajauttaminen	-0.109 (-9.40)**	-0.087 (-7.86)**	-0.091 (-13.14)**	-0.108 (6.62)**	-0.110 (-13.31)**
Koulun koko	-0.014 (-2.66)**	-0.017 (-2.87)**	0.000 (0.02)	-0.017 (-0.82)	-0.017 (-5.39)**
Yksityiset	-0.001 (-0.16)	0.039 (4.54)**	-0.020 (-4.03)**		
Valtio	0.069 (3.99)**	0.134 (11.94)**	0.078 (10.10)**		
Taajama	0.020 (3.78)**	-0.006 (-0.77)	0.020 (5.68)**		
Maaseutu	0.017 (2.59)**	-0.014 (-1.52)	0.014 (3.36)**		
Vuosi	0.002 (1.21)	0.003 (3.05)	0.001 (0.82)	0.001 (-0.75)	0.003 34.42
Vakio	-5.089 (1.92)	-7.672 (-4.28)**	-3.545 (0.00)	-4.698 (-1.48)	
Lambda	0.884 (15.23)**	0.235 (17.04)**	0.000 (0.00)		0.858 (11.64)**

Liite 6 jatkuu

	Yhdistetyn aineiston malli ⁺	Satunnaisten vaikutusten malli	Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli ⁺⁺	Kiinteiden vaikutusten malli	Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli
Sigma(u)	0.060	0.115			
Satunnaiset vaikutukset			0.051 (96.32)**		
Kiinteät vaikutukset					0.117 (57.49)**
Log-L	2522.59	3001.30	-2877.85		2716.83
R ²				0.45	
Havaintojen lkm	2133	2133	2133	2133	2133
Koulujen lkm	436	436	436	436	436

⁺ Ei heteroskedastisuuskorjausta

⁺⁺ Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli ratkesi epätäydellisesti, joten kertoimet ovat vain suuntaa antavia.

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla

** Kerroin merkitsevä 1% riskitasolla

Kerrointen t-arvot suluissa, kiinteiden vaikutusten mallissa robustit t-arvot

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

Liite 7 Lukioiden tehottomuuslukujen keskiarvo- ja hajontaluvut vuosina 2000 – 2004 kun pakollisten aineiden puoltoäännet/opiskelija on selitettävänä muuttujana

	<u>Keskiarvo</u>	<u>Keskihajonta</u>	<u>Minimi</u>	<u>Maksimi</u>
Yhdistetyn aineiston malli				
2000	0.044	0.021	0.009	0.159
2001	0.044	0.023	0.008	0.143
2002	0.047	0.023	0.010	0.131
2003	0.045	0.023	0.011	0.171
2004	0.044	0.020	0.010	0.142
Satunnaisten vaikutusten malli				
2000	0.064	0.042	0.002	0.252
2001	0.064	0.042	0.002	0.252
2002	0.064	0.042	0.002	0.252
2003	0.064	0.041	0.002	0.252
2004	0.064	0.042	0.002	0.252
Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli				
2000	0.027	0.010	0.005	0.102
2001	0.027	0.010	0.010	0.071
2002	0.029	0.010	0.010	0.084
2003	0.027	0.010	0.009	0.095
2004	0.026	0.011	0.010	0.087
Kiinteiden vaikutusten malli				
2000	0.155	0.046	0.000	0.295
2001	0.155	0.046	0.000	0.295
2002	0.155	0.046	0.000	0.295
2003	0.154	0.046	0.000	0.295
2004	0.154	0.046	0.000	0.295
Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli				
2000	0.055	0.014	0.020	0.143
2001	0.055	0.014	0.023	0.115
2002	0.059	0.014	0.026	0.132
2003	0.056	0.014	0.025	0.136
2004	0.056	0.015	0.024	0.134

Liite 8 Lukioiden tehottomuuslukujen keskiarvo- ja hajontaluvut vuosina 2000 - 2004 kun kaikkien aineiden puoltoäänät/opiskelija on selitettävänä muuttujana

	<u>Keskiarvo</u>	<u>Keskihajonta</u>	<u>Minimi</u>	<u>Maksimi</u>
Yhdistetyn aineiston malli				
2000	0.048	0.017	0.010	0.125
2001	0.047	0.018	0.015	0.131
2002	0.049	0.018	0.017	0.120
2003	0.049	0.019	0.016	0.187
2004	0.047	0.017	0.017	0.148
Satunnaisten vaikutusten malli				
2000	0.094	0.058	0.003	0.347
2001	0.094	0.058	0.003	0.347
2002	0.094	0.058	0.003	0.347
2003	0.096	0.060	0.003	0.347
2004	0.096	0.060	0.003	0.347
Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli				
Kiinteiden vaikutusten malli				
2000	0.273	0.054	0.104	0.426
2001	0.273	0.056	0.000	0.426
2002	0.273	0.056	0.000	0.426
2003	0.272	0.055	0.000	0.426
2004	0.272	0.055	0.000	0.426
Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli				
2000	0.056	0.010	0.024	0.116
2001	0.056	0.009	0.031	0.097
2002	0.058	0.009	0.031	0.100
2003	0.058	0.009	0.037	0.120
2004	0.057	0.011	0.028	0.112

*Liite 9 Lukiokoulutuksen järjestäjien kustannusfunktioiden parametrien
estimaatit poikkileikkausaineistoilla vuosilta 2000 - 2004*

	2000	2001	2002	2004
Opettajien ja rehtoreiden keskipalkka	0.423 (5.82)**	0.601 (7.08)**	0.624 (7.14)**	0.529 (6.48)**
Kaikkien aineiden puoltoäännet/opiskelija	-0.165 (2.30)*	-0.100 (1.37)	-0.148 (1.83)	-0.163 (1.95)
Lukuaineiden keskiarvo	0.115 (0.50)	0.114 (0.38)	0.555 (1.71)	0.139 (0.41)
Vanhempien koulutus	0.030 (0.44)	-0.015 (0.19)	-0.016 (0.22)	0.062 (0.84)
Ylempien toimihenkilöiden osuus	0.002 (0.98)	-0.000 (0.34)	0.002 (1.19)	0.002 (1.16)
Yksinhuoltajien osuus	-0.001 (0.51)	0.002 (1.22)	0.002 (1.61)	0.001 (0.98)
Ruotsinkielisten osuus	0.001 (1.60)	0.001 (1.96)	0.001 (1.94)	0.001 (2.45)*
Opiskelija-opettaja-suhde	-1.542 (4.71)**	-1.026 (2.34)*	-1.721 (4.49)**	-0.943 (2.27)*
Opiskelija-opettaja-suhde - neliötermi	0.208 (3.77)**	0.114 (1.49)	0.232 (3.55)**	0.115 (1.56)
Koulujen keskikoko	-0.438 (1.76)	-0.559 (2.21)*	-0.292 (1.12)	-0.677 (3.97)**
Koulujen keskikoko - neliötermi	0.028 (1.24)	0.040 (1.74)	0.019 (0.80)	0.050 (3.12)**
Opiskelijoiden lkm	-0.005 (0.37)	-0.004 (0.31)	-0.023 (1.74)	-0.026 (1.74)
Opiskelun keskim. kesto	0.176 (0.75)	0.101 (0.46)	0.182 (0.97)	-0.062 (0.28)
Taajama	0.016 (0.82)	0.031 (1.57)	0.020 (1.02)	-0.008 (0.39)
Maaseutu	0.046 (1.86)	0.057 (2.12)*	0.061 (2.27)*	0.026 (0.94)
Verotettavat tulot/asukas	0.095 (1.81)	0.123 (2.23)*	0.057 (1.06)	-0.011 (0.19)
Vakio	7.824 (7.18)**	5.885 (4.23)**	5.717 (4.09)**	7.871 (5.72)**
Insig2v:vakio	-5.580 (22.50)**	-5.761 (17.45)**	-5.401 (19.79)**	-5.338 (21.43)**
Insig2u:koulujen keskikoko	-1.106 (2.69)**	-1.146 (3.41)**	-1.333 (2.71)**	
Insig2u:vakio	1.047 (0.53)	1.560 (0.98)	2.074 (0.95)	-4.771 (11.55)**
Havaintojen lkm	253	261	260	255

Kerrointen z-arvot suluisissa

* Kerroin merkitsevä 5% riskitasolla

** kerroin merkitsevä 1% riskitasolla

Kaikki muuttujat lukuun ottamatta suhdelukuja ovat logaritmisia

*Liite 10 Kustannusrintamasta laskettujen lukiokoulutuksen järjestäjien
tehottomuuslukujen keskiarvo- ja hajontatiedot vuosina
2000 - 2004*

		<u>Keskiarvo</u>	<u>Keskihajonta</u>	<u>Minimi</u>	<u>Maksimi</u>
Yhdistetyn aineiston malli					
	2000	0.066	0.046	0.021	0.399
	2001	0.069	0.051	0.021	0.415
	2002	0.068	0.047	0.019	0.417
	2003	0.067	0.042	0.012	0.356
	2004	0.066	0.039	0.017	0.256
Satunnaisten vaikutusten malli					
	2000	0.169	0.094	0.004	0.519
	2001	0.170	0.096	0.004	0.519
	2002	0.170	0.097	0.004	0.519
	2003	0.171	0.096	0.004	0.519
	2004	0.171	0.097	0.004	0.519
Varsinainen satunnaisten vaikutusten malli					
	2000	0.039	0.027	0.009	0.179
	2001	0.036	0.020	0.010	0.204
	2002	0.034	0.013	0.008	0.152
	2003	0.036	0.015	0.006	0.101
	2004	0.040	0.025	0.006	0.202
Kiinteiden vaikutusten malli					
	2000	0.363	0.155	0.000	0.846
	2001	0.361	0.154	0.000	0.846
	2002	0.359	0.153	0.000	0.846
	2003	0.363	0.151	0.000	0.846
	2004	0.362	0.151	0.000	0.846
Varsinainen kiinteiden vaikutusten malli					
	2000	0.211	0.051	0.140	0.464
	2001	0.213	0.056	0.151	0.648
	2002	0.212	0.043	0.139	0.582
	2003	0.211	0.040	0.126	0.421
	2004	0.210	0.057	0.129	0.649

Liite 11 Kuntien lukioiden opetuksen kustannustehottomuusluvut vuosille 2000 - 2004 (varsinainen satunnaisten vaikutusten malli)

Tehottomuusluku kertoo tehottomuuden suuruuden ja se voidaan tulkita prosentteina. Esimerkiksi Alahärmän vuoden 2000 tehottomuusluku 0.0876 tarkoittaa, että sen tehottomuus oli 8,76 prosenttia. Kunnan olisi toisin sanoen pitänyt tuottaa kyseisenä vuonna lukio-opetusta 8,76 prosenttia pienemmin opetuksen opiskelijakohtaisin menoin ollakseen tehokas.

	2000	2001	2002	2003	2004
Alahärmä	0.0876	0.1116	0.0559	0.0168	0.0154
Alajärvi	0.0503	0.0355	0.0259	0.0189	0.0248
Alavus	0.0411	0.0354	0.0352	0.0321	0.0199
Anjalankoski	0.0160	0.0214	0.0293	0.0971	0.0666
Askola	0.0765	0.0570	0.0372	0.0192	0.0178
Elimäki	0.0436	0.0246	0.0257	0.0340	0.0247
Eno	0.0311	0.0338	0.0315	0.0329	0.0321
Enontekiö	0.1790	0.1144	0.0131	0.0109	0.0323
Espoo	0.0265	0.0357	0.0376	0.0383	0.0356
Eura	0.0325	0.0382	0.0284	0.0312	0.0290
Eurajoki		0.0312	0.0388	0.0254	0.0301
Evijärvi	0.0162	0.0347	0.0408	0.0447	0.0500
Forssa	0.0316	0.0297	0.0355	0.0285	0.0286
Haapajärvi	0.0245	0.0214	0.0310	0.0313	0.0388
Haapavesi	0.0141	0.0248	0.0321	0.0668	0.0718
Halikko	0.0315	0.0242	0.0351	0.0413	0.0367
Hamina		0.1088	0.0504	0.0062	0.1328
Hankasalmi	0.1417	0.0995	0.0352	0.0123	0.0130
Hanko	0.0456	0.0332	0.0274	0.0289	0.0285
Harjavalta	0.0160	0.0239	0.0297	0.0517	0.0611
Hattula	0.0304	0.0224	0.0226	0.0282	0.0613
Haukipudas	0.0200	0.0262	0.0328	0.0439	0.0396
Haukivuori	0.0115	0.0272	0.0505	0.0622	0.0744
Heinola	0.0149	0.0235	0.0426	0.0417	0.0459
Heinävesi	0.1011	0.0469	0.0214	0.0233	0.0154
Helsinki	0.0282	0.0253	0.0352	0.0331	0.0377
Hollola	0.0246	0.0284	0.0324	0.0435	0.0516
Honkajoki	0.0298	0.0291	0.0328	0.0362	0.0290
Huittinen	0.1431	0.0451	0.0220	0.0216	0.0261
Hyrnsalmi	0.0655	0.0752	0.0445	0.0170	0.0159
Hyvinkää	0.0380	0.0309	0.0296	0.0338	0.0342
Hämeenkyrö	0.0326	0.0217	0.0287	0.0415	0.0478
Hämeenlinna	0.0283	0.0234	0.0322	0.0361	0.0366
Ii	0.0251	0.0303	0.0415	0.0496	0.0261

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Iisalmi	0.0408	0.0316	0.0282	0.0249	0.0291
Iitti	0.0398	0.0244	0.0231	0.0252	0.0571
Ikaalinen	0.0305	0.0344	0.0421	0.0277	0.0278
Ilmajoki	0.0222	0.0250	0.0308	0.0461	0.0542
Ilomantsi	0.0408	0.0325	0.0319	0.0248	0.0323
Imatra	0.0310	0.0249	0.0219	0.0327	0.0510
Inari	0.0450	0.0334	0.0317	0.0335	0.0396
Isokyrö	0.0394	0.0287	0.0390	0.0265	0.0158
Jalasjärvi	0.0297	0.0421	0.0377	0.0311	0.0202
Janakkala	0.0527	0.0793	0.0556	0.0227	0.0110
Joensuu	0.0211	0.0287	0.0366	0.0405	0.0407
Joroinen	0.0195	0.0440	0.0654	0.0437	0.0202
Joutsa	0.0518	0.0593	0.0502	0.0204	0.0168
Joutseno	0.0355	0.0437	0.0330	0.0200	0.0360
Juankoski	0.0244	0.0178	0.0298	0.0430	0.0578
Jurva	0.0435	0.0373	0.0418	0.0290	0.0169
Juuka	0.0200	0.0254	0.0287	0.0505	0.0669
Juva	0.0467	0.0354	0.0337	0.0310	0.0290
Jyväskylä	0.0282	0.0263	0.0318	0.0434	0.0397
Jyväskylän mlk	0.0201	0.0166	0.0261	0.0459	0.0934
Jämsä	0.0534	0.0618	0.0506	0.0265	0.0132
Jämsänkoski	0.0977	0.0582	0.0384	0.0180	0.0117
Järvenpää	0.0255	0.0364	0.0520	0.0315	0.0223
Kaarina	0.0659	0.0216	0.0159	0.0199	0.0597
Kajaani	0.0248	0.0316	0.0374	0.0333	0.0320
Kalajoki	0.0184	0.0194	0.0192	0.0402	0.0512
Kangasala	0.0272	0.0258	0.0317	0.0390	0.0327
Kangasniemi	0.0396	0.0352	0.0416	0.0400	0.0172
Kankaanpää	0.0381	0.0205	0.0192	0.0259	0.0512
Kannus	0.0295	0.0198	0.0200	0.0439	0.0653
Karinainen	0.0444	0.0329	0.0225		
Karjaa	0.0186	0.0227	0.0602	0.0342	0.0436
Karkkila	0.0536	0.0515	0.0510	0.0223	0.0132
Karstula		0.0536	0.0269	0.0203	0.0268
Karttula	0.0136	0.0223	0.0226	0.0669	0.0994
Kauhajoki	0.0208	0.0164	0.0272	0.0511	0.1133
Kauhava	0.0219	0.0398	0.0579	0.0385	0.0240
Kauniainen	0.0331	0.0314	0.0316	0.0551	0.0539
Kaustinen	0.0232	0.0412	0.0408	0.0395	0.0457
Kemi	0.0514	0.0255	0.0275	0.0224	0.0332
Kemijärvi	0.0603	0.0483	0.0392	0.0229	0.0179
Keminmaa		0.0354	0.0295	0.0256	0.0354
Kemiö	0.0481	0.0332	0.0347	0.0198	0.0245

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Kempele	0.0255	0.0320	0.0285	0.0290	0.0351
Kerava	0.0543	0.0338	0.0304	0.0210	0.0160
Kerimäki	0.0952	0.0705	0.0363	0.0140	0.0134
Keuruu	0.0332	0.0387	0.0327	0.0278	0.0218
Kiiminki	0.0266	0.0266	0.0290	0.0354	0.0463
Kinnula	0.0302	0.0330	0.0317	0.0288	0.0295
Kirkkonummi	0.0513	0.0504	0.0289	0.0251	0.0261
Kitee	0.0238	0.0243	0.0343	0.0326	0.0456
Kittilä	0.0118	0.0133	0.0226	0.0470	0.0628
Kiuruvesi	0.0243	0.0476	0.0463	0.0392	0.0436
Kokemäki	0.0166	0.0291	0.0447	0.0370	0.0465
Kokkola	0.0286	0.0261	0.0319	0.0343	0.0447
Kolari	0.0204	0.0221	0.0202	0.0468	0.0619
Konnevesi			0.0692	0.0328	0.0152
Korpilahti	0.0911	0.0659	0.0286	0.0200	0.0239
Koski Tl	0.0414	0.0393	0.0303	0.0226	0.0236
Kotka	0.0405	0.0264	0.0258	0.0276	0.0290
Kouvola	0.0386	0.0278	0.0262	0.0382	0.0370
Kristiinankaupunki	0.0329	0.0297	0.0412	0.0443	0.0223
Kruunupyö	0.0359	0.0340	0.0343	0.0270	0.0229
Kuhmo	0.0397	0.0356	0.0549	0.0489	0.0478
Kuhmoinen	0.0422	0.0393	0.0319	0.0263	0.0224
Kuopio	0.0432	0.0306	0.0265	0.0313	0.0273
Kuortane	0.0269	0.0273	0.0374	0.0284	0.0368
Kurikka	0.0364	0.0305	0.0275	0.0255	0.0312
Kuusamo	0.0248	0.0287	0.0423	0.0360	0.0326
Kuusankoski	0.0382	0.0321	0.0275	0.0284	0.0278
Kärkölä		0.0285	0.0319		
Kärsämäki	0.0205	0.0268	0.0351		0.0432
Lahti	0.0269	0.0331	0.0454	0.0561	0.0556
Laihia	0.0234	0.0427	0.0375	0.0352	0.0257
Laitila	0.0386	0.0329	0.0309	0.0292	0.0268
Lammi	0.0682	0.0417	0.0311	0.0209	0.0221
Lapinlahti	0.0301	0.0272	0.0342	0.0288	0.0441
Lappajärvi	0.0471	0.0525	0.0361	0.0304	0.0138
Lappeenranta	0.0406	0.0328	0.0236	0.0285	0.0333
Lapua	0.0454	0.0324	0.0245	0.0288	0.0303
Laukaa	0.0304	0.0304	0.0336	0.0350	0.0526
Lavia	0.0343	0.0216	0.0199	0.0354	0.0456
Lempäälä	0.0640	0.0669	0.0459	0.0189	0.0141
Leppävirta	0.0292	0.0296	0.0306	0.0352	0.0331
Lieksa	0.0756	0.0642	0.0510	0.0201	0.0154
Lieto	0.0679	0.0556	0.0387	0.0301	0.0149

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Liminka	0.0197	0.0358	0.0414	0.0434	0.0287
Liperi	0.0144	0.0226	0.0403	0.0698	0.0769
Lohja	0.0336	0.0313	0.0406	0.0462	0.0161
Loimaa	0.0536	0.0491	0.0300	0.0193	0.0223
Loppi	0.0217	0.0334	0.0209	0.0350	0.0389
Loviisa	0.0305	0.0353	0.0471	0.0447	0.0240
Luumäki	0.0152	0.0213	0.0263	0.0478	0.0506
Maalahti	0.0227	0.0262	0.0370	0.0307	0.0311
Merikarvia	0.0441	0.0287	0.0204	0.0243	0.0324
Mikkeli	0.0325	0.0304	0.0321	0.0301	0.0325
Mouhijärvi	0.0469	0.0367	0.0472	0.0322	0.0174
Muhos	0.0140	0.0219	0.0388	0.0697	0.0653
Muonio	0.0637	0.0564	0.0324	0.0206	0.0158
Muurame	0.0488	0.0256	0.0211	0.0268	0.0477
Mynämäki	0.0293	0.0242	0.0283	0.0379	0.0476
Mäntsälä	0.0275	0.0314	0.0384	0.0359	0.0290
Mänttä	0.0161	0.0157	0.0335	0.0585	0.0752
Mäntyharju	0.0273	0.0356	0.0327	0.0315	
Naantali	0.0190	0.0226	0.0283	0.0436	0.0469
Nakkila	0.0394	0.0364	0.0278	0.0302	0.0398
Nilsjä	0.0303	0.0338	0.0231	0.0346	0.0413
Nivala	0.0198	0.0282	0.0437	0.0427	0.0424
Nokia	0.0527	0.0297	0.0239	0.0284	0.0307
Nousiainen	0.0245	0.0268	0.0276	0.0374	0.0526
Nummi-Pusula	0.0452	0.0540	0.0253	0.0229	0.0213
Nurmes	0.0407	0.0293	0.0255	0.0269	0.0380
Nurmijärvi	0.0776	0.0341	0.0081	0.0175	0.1001
Nurmo	0.0741	0.0373	0.0230	0.0229	0.0310
Närpiö	0.0206	0.0220	0.0260	0.0442	0.0572
Orimattila	0.0530	0.0525	0.0384	0.0172	0.0196
Orivesi		0.0494	0.0331	0.0283	0.0241
Oulainen	0.0340	0.0452	0.0443	0.0327	0.0142
Oulu	0.0451	0.0294	0.0280	0.0309	0.0308
Oulunsalo	0.0244	0.0254	0.0273	0.0292	0.0329
Outokumpu	0.0451	0.0280	0.0246	0.0272	0.0326
Paimio	0.0319	0.0308	0.0284	0.0254	0.0241
Paltamo	0.0230	0.0260	0.0411	0.0458	0.0452
Parainen	0.0248	0.0308	0.0498	0.0370	0.0287
Parikkala	0.0211	0.0243	0.0291	0.0454	0.0549
Parkano	0.1574	0.0907	0.0227	0.0153	0.0150
Pedersöre	0.0573	0.0385	0.0236	0.0202	0.0301
Pello	0.0788	0.0276	0.0218	0.0225	0.0321
Perho	0.0159	0.0104	0.0336	0.1011	0.1709

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Perniö	0.0359	0.0330	0.0357	0.0295	0.0293
Peräseinäjoki	0.0581	0.0470	0.0136	0.0459	
Petäjavesi	0.0449	0.0337	0.0373	0.0280	0.0223
Pieksämäki	0.0189	0.0186	0.0300	0.0447	0.0789
Pielavesi	0.0388	0.0285	0.0295	0.0358	0.0329
Pietarsaari	0.0260	0.0246	0.0326	0.0382	0.0323
Pihtipudas	0.0177	0.0315	0.0516	0.0531	0.0492
Pirkkala	0.0408	0.0374	0.0315	0.0336	0.0266
Pomarkku	0.0353	0.0487	0.0333	0.0320	0.0202
Pori	0.0313	0.0289			
Posio	0.0393	0.0369	0.0305	0.0304	0.0253
Pudasjärvi	0.0310	0.0412	0.0408	0.0442	0.0284
Pulkkila	0.0456	0.0481	0.0388	0.0199	0.0174
Punkaharju	0.0375	0.0377	0.0357	0.0309	0.0240
Punkalaidun	0.0226	0.0104	0.0353	0.0727	0.1176
Puolanka	0.1401	0.0965	0.0175	0.0092	0.0709
Puumala	0.0781	0.0535	0.0262	0.0212	0.0172
Pyhäjoki	0.0313	0.0315	0.0248	0.0572	0.0229
Pyhäjärvi	0.0375	0.0316	0.0306	0.0325	0.0276
Pyhäselkä	0.0148	0.0189	0.0345	0.0629	0.0809
Pälkäne	0.0480	0.0405	0.0198	0.0227	0.0294
Raahe	0.0244	0.0243	0.0306	0.0564	0.0426
Raisio	0.0129	0.0183		0.0764	0.1003
Rantasalmi	0.0433	0.0435	0.0348	0.0224	0.0235
Ranua		0.0612	0.0820	0.0502	0.0128
Rauma	0.0302	0.0242	0.0210	0.0253	0.0479
Rautalampi	0.0267	0.0577	0.0666	0.0492	0.0357
Rautavaara	0.0427	0.0632	0.0348	0.0212	0.0177
Rautjärvi	0.0458	0.0278	0.0239	0.0211	0.0331
Reisjärvi	0.0472	0.0285	0.0193		
Riihimäki	0.0194	0.0217	0.0273	0.0565	0.0807
Ristiina	0.0337	0.0286	0.0292	0.0304	0.0256
Rovaniemen mlk	0.0431	0.0279	0.0190	0.0321	0.0483
Rovaniemi	0.0424	0.0218	0.0256	0.0328	0.0419
Ruukki	0.0201	0.0146	0.0216	0.0510	0.1043
Saarijärvi	0.0441	0.0313	0.0212	0.0306	0.0370
Salla	0.0518	0.0542	0.0307	0.0229	0.0287
Salo	0.0453	0.0329	0.0263	0.0257	0.0345
Savitaipale	0.0231	0.0223	0.0405	0.0446	0.0356
Savonlinna	0.0160	0.0232	0.0420	0.0572	0.0692
Savukoski	0.1755	0.1110	0.0526		0.0071
Seinäjoki	0.0393	0.0474	0.0402	0.0285	0.0138
Sievi	0.0219	0.0326	0.0404	0.0357	0.0327

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Siilinjärvi	0.0184	0.0209	0.0267	0.0297	0.0681
Simo	0.0769	0.0574	0.0295	0.0196	0.0178
Sipoo	0.0648	0.0499	0.0486	0.0268	0.0143
Sodankylä	0.0302	0.0242	0.0263	0.0421	0.0583
Somero			0.0227	0.0345	0.0456
Sonkajärvi	0.0322	0.0281	0.0489		0.0239
Sotkamo	0.0469	0.0358	0.0325	0.0259	0.0330
Sulkava	0.0199	0.0243	0.0402	0.0498	0.0424
Suolahti	0.0181	0.0252	0.0428	0.0639	0.0529
Suomussalmi	0.0234	0.0279	0.0212	0.0550	0.0570
Suonenjoki	0.0199	0.0178	0.0310	0.0519	0.0732
Sysmä	0.0378	0.0288			
Säkylä	0.0540	0.0290	0.0187	0.0256	0.0483
Taivalkoski	0.0114	0.0287	0.0512	0.0632	0.0689
Tammisaari	0.0207	0.0348	0.0512	0.0510	0.0228
Tampere	0.0251	0.0276	0.0395		
Tervola	0.0153	0.0439	0.0522	0.0690	0.0331
Teuva	0.0135	0.0098	0.0217	0.0727	0.2017
Tohmajärvi	0.0256	0.0145	0.0299	0.0628	0.1128
Toholampi	0.0296	0.0265	0.0329	0.0338	0.0478
Toijala	0.0827	0.0401	0.0223	0.0178	0.0279
Tornio	0.0193	0.0305	0.0493	0.0496	0.0298
Turku	0.0408	0.0302	0.0296	0.0289	0.0256
Tuusniemi	0.0407	0.0355	0.0286	0.0203	0.0291
Tuusula	0.0487	0.0323	0.0266	0.0263	0.0291
Ulvila	0.0325	0.0232	0.0236	0.0336	0.0429
Urjala	0.0279	0.0349	0.0234	0.0171	0.0336
Utajärvi	0.0563	0.0428	0.0375	0.0220	0.0244
Utsjoki		0.2035	0.1523	0.0741	0.0056
Uusikaarlepyy	0.0144	0.0198	0.0420	0.0582	0.0758
Uusikaupunki	0.0214	0.0154	0.0293	0.0671	0.0952
Vaala	0.0101	0.0286	0.0650	0.0728	0.0839
Vaasa	0.0207	0.0296	0.0440	0.0487	0.0330
Valkeakoski	0.0917	0.0558	0.0219	0.0199	0.0254
Valkeala	0.0213	0.0224	0.0242	0.0388	0.0488
Valtimo	0.0354	0.0333	0.0335	0.0237	0.0332
Vammala	0.0226	0.0187	0.0283	0.0501	0.0747
Vantaa	0.0263	0.0297	0.0530	0.0373	0.0202
Varkaus	0.0313	0.0255	0.0235	0.0329	0.0534
Vesanto	0.0251	0.0329	0.0272	0.0365	0.0557
Veteli	0.0292	0.0221	0.0267	0.0376	0.0471
Vieremä	0.0291	0.0450	0.0463	0.0381	0.0172
Vihanti	0.0094	0.0233	0.0569	0.0848	0.0863

Liite 11 jatkuu

	2000	2001	2002	2003	2004
Vihti	0.0249	0.0266	0.0311	0.0369	0.0297
Viiala	0.0325	0.0355	0.0270	0.0279	0.0376
Viitasaari	0.0190	0.0279	0.0329	0.0433	0.0420
Vimpeli	0.0948	0.0342	0.0244	0.0161	0.0302
Virolahti	0.1567	0.1127	0.0296	0.0154	0.0067
Virrat	0.0282	0.0238	0.0282	0.0320	0.0456
Vuolijoki	0.0250	0.0223	0.0248	0.0351	0.0529
Vöyri	0.0266	0.0295	0.0257	0.0351	0.0371
Ylistaro	0.0376	0.0296	0.0178		0.0365
Ylivieska	0.0159	0.0249	0.0393	0.0379	0.0388
Ylöjärvi	0.0249	0.0423	0.0350	0.0276	0.0336
Äetsä	0.0335	0.0234	0.0211	0.0268	0.0384
Ähtäri	0.0499	0.0287	0.0215	0.0269	0.0484
Äänekoski	0.0768	0.0850	0.0448	0.0205	0.0124

VATT-TUTKIMUKSIA -SARJASSA ILMESTYNEITÄ

PUBLISHED VATT RESEARCH REPORTS

91. Berghäll Elina – Heikkilä Tuomo – Hjerppe Reino – Kiander Jaakko – Kilponen Juha – Lavrac Vladimir – Stanovnik Peter: The Role of Science and Technology Policy in Small Economies. Helsinki 2002.
92. Räisänen Heikki (toim.): Rakenteellinen työttömyys. Tutkimusinventaari ja politiikkajohtopäätökset. Helsinki 2002.
93. Moisio Antti: Essays on Finnish Municipal Finance and Intergovernmental Grants. Helsinki 2002.
94. Parkkinen Pekka: Hoivapalvelut ja eläkemenot vuoteen 2050. Helsinki 2002.
95. Junka Teuvo: Maailman kilpailukykyisin maa? Tuottavuus ja investoinnit Suomessa 1975-2000. Helsinki 2003.
96. Cogan Joseph – McDevitt James: Science, Technology and Innovation Policies in Selected small European Countries. Helsinki 2003.
97. Perrels Adriaan – Kemppe Heikki: Liberalised Electricity Markets – Strengths and Weaknesses in Finland and Nordpool. Helsinki 2003.
98. Sarvimäki Matti: Euroopan Unionin itälaajentuminen ja maahanmuutto Suomeen. Helsinki 2003.
99. Rätty Tarmo – Luoma Kalevi – Mäkinen Erkki – Vaarama Marja: The Factors Affecting the Use of Elderly Care and the Need for Resources by 2030 in Finland. Helsinki 2003.
100. van Beers Cees: The Role of Foreign Direct Investments on Small Countries' Competitive and Technological Position. Helsinki 2003.
101. Kangasharju Aki: Maksaako asumistuen saaja muita korkeampaa vuokraa? Helsinki 2003.
102. Honkatukia Juha – Forsström Juha – Tamminen Eero: Energiaverotuksen asema EU:n laajuisen päästökaupan yhteydessä. Loppuraportti. Helsinki 2003.
103. Simai Mihály (ed.): Practical Guide for Active National Policy Makers – what Science and Technology Policy Can and Cannot Do? Helsinki 2003.
104. Luoma Arto – Luoto Jani – Siivonen Erkki: Growth, Institutions and Productivity: An empirical analysis using the Bayesian approach. Helsinki 2003.
105. Montén Seppo – Tuomala Juha: Muuttoliike, työssäkäynti ja työvoimavarat Uudellamaalla. Helsinki 2003.
106. Venetoklis Takis: An Evaluation of Wage Subsidy Programs to SMEs Utilising Propensity Score Matching. Helsinki 2004.
107. Räisänen Heikki: Työvoiman hankinta julkisessa työnvälityksessä. Helsinki 2004.
108. Romppanen Antti: Vakaus- ja kasvusopimuksen ensimmäiset vuodet. Helsinki 2004.
109. Vaittinen Risto: Trade Policies and Integration – Evaluations with CGE Models. Helsinki 2004.

110. Hjerppe Reino – Kiander Jaakko (eds.): Technology Policy and Knowledge-Based Growth in small Countries. Helsinki 2004.
111. Sinko Pekka: Essays on Labour Taxation and Unemployment Insurance. Helsinki 2004.
112. Kiander Jaakko – Martikainen Minna – Voipio Iikko: Yrittäjyyden tila 2002-2004. Helsinki 2004.
113. Kilponen Juha – Santavirta Torsten: Competition and Innovation – Microeconomic Evidence Using Finnish Data. Helsinki 2004.
114. Kiander Jaakko – Venetoklis Takis: Spending Preferences of Public Sector Officials. Survey Evidence from the Finnish Central Government. Helsinki 2004.
115. Hämäläinen Kari – Ollikainen Virve: Differential Effects of Active Labour Market Programmes in the Early Stages of Young People’s Unemployment. Helsinki 2004.
116. Räisänen Heikki: Recent Labour Market Developments in Europe. Helsinki 2005.
117. Ropponen Olli: Kokonaiskulutuksen kehitys Suomessa talouden ulkopuolisten tekijöiden suhteen vuosina 1985–2001. Helsinki 2005.
118. Rätty Tarmo – Luoma Kalevi – Aaltonen Juho – Järviö Maija-Liisa: Productivity and Its Drivers in Finnish Primary Care 1988–2003. Helsinki 2005.
119. Kangasharju Aki – Aaltonen Juho: Kunnallisen päivähoidon yksikkökustannukset: Miksi kunnat ovat niin erilaisia? Helsinki 2006.
120. Perrels Adriaan – Ahlqvist Kirsti – Heiskanen Eva – Lahti Pekka: Kestävän kulutuksen mahdollisuudet ekotehokkaassa elinympäristössä. Helsinki 2006.
121. Berghäll Elina – Junka Teuvo – Kiander Jaakko: T&K, tuottavuus ja taloudellinen kasvu. Helsinki 2006.
122. Rauhanen Timo – Peltoniemi Ari: Elintarvikkeiden ja ruokapalveluiden arvonlisäverotus EU:ssa ja Suomessa. Helsinki 2006.
123. Kiander Jaakko – Martikainen Minna – Pihkala Timo – Voipio Iikko: Yritysten toimintaympäristö: Kyselytutkimuksen tuloksia vuosilta 2002–2005. Helsinki 2006.
124. Rätty Tarmo – Kivistö Jussi: Mitattavissa oleva tuottavuus Suomen yliopistoissa. Helsinki 2006.
125. Teppala Tiina: Kulutusverotus teoriasta käytäntöön – Vaikuttaako arvonlisäverotus kuluttajahintoihin? Helsinki 2006.
126. Ulvinen Hanna: Suomen elintarvike- ja ruokapalvelualan rakenne, kilpailullisuus ja taloudellinen suorituskyky. Helsinki 2006.
127. Aaltonen Juho – Kirjavainen Tanja – Moisio Antti: Efficiency and Productivity in Finnish Comprehensive Schooling 1998–2004. Helsinki 2006.
128. Mattila-Wiro Päivi: Changes in the Distribution of Economic Wellbeing in Finland. Helsinki 2006.
129. Kiander Jaakko: Julkisen talouden liikkumavara vuoteen 2030 mennessä. Helsinki 2007.