

VATT-KESKUSTELUALOITTEITA
VATT DISCUSSION PAPERS

437

SUOMALAISTEN
LUKIOIDEN
TEHOKKUUS –
DEA YKSILÖTASON
AINEISTOLLA

Sanna Lehtonen

Haluan kiittää kaikkia tahoja, jotka ovat osaltaan auttaneet, mahdollistaneet ja tukeneet minua tutkimuksen loppuun saattamisessa. Erityiskiitokset haluan osoittaa opinnäytetyöni ohjaajalle, professori Jaakko Pehkoselle Jyväskylän yliopistosta sekä esimiehelleni, johtava ekonomisti Antti Moisiolle Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta. Kiitän myös ekonomisti Tanja Kirjavaista Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta hyödyllisistä kommenteista koko projektin aikana, professori Heikki A. Loikkasta Helsingin yliopistosta uusista näkökulmista tutkimusongelmaan liittyen ja erikoistutkija Tarmo Rättyä Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta teknisestä ohjauksesta tutkimusmenetelmään ja tehokkuuslukujen laskentaan liittyen. Suuret kiitokset kuuluvat myös ystävileni, kollegoilleni ja sukulaisilleni, joita olen vaivannut kommentointipyynnöillä tutkimusprojektin aikana. Lisäksi haluan osoittaa kiitokseni Kunnallisalan kehittämissäätiölle ja Tampereen liikesivistyssäätiölle saamastani taloudellisesta tuesta tutkielmaani myönnettyjen stipendien muodossa.

ISBN 978-951-561-755-2 (nid.)

ISBN 978-951-561-756-9 (PDF)

ISSN 0788-5016 (nid.)

ISSN 1795-3359 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

Government Institute for Economic Research

Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki, Finland

Email: etunimi.sukunimi@vatt.fi

Oy Nord Print Ab

Helsinki, joulukuu 2007

LEHTONEN, SANNA: SUOMALAISTEN LUKIOIDEN TEHOKKUUS – DEA YKSILÖTASON AINEISTOLLA. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 2007, (C, ISSN 0788-5016 (nid.), ISSN 1795-3359 (PDF) No 437). ISBN 978-951-561-755-2 (nid.), 978-951-561-756-9 (PDF).

Tiivistelmä: Tässä tutkimuksessa mitataan suomalaisten lukioiden tehokkuutta vuosina 2000 ja 2004 lineaariseen optimointiin perustuvalla Data Envelopment Analysis (DEA) -menetelmällä. Tutkimusaineistona ovat ylioppilastutkintoon osallistuneet Manner-Suomen lukioiden opiskelijat. Tarkoituksena on havaita tehokkuuseroja lukioiden välillä ja verrata saatua tehokkuuslukujen mukaista paremmuusjärjestystä muiden arviointimenetelmien tuottamiin paremmuusjärjestyksiin. Tutkimuksen toisena tarkoituksena on testata suomalaisella aineistolla Thanassoulis ja Portelan (2002) kehittämää menetelmää, jolla voidaan mallintaa opiskelijoiden koulumenestyksen taustalla olevia tekijöitä entistä tarkemmin. Tutkimuksen mukaan suomalaisten lukioiden välillä on eroja tehokkuudessa, joskin koulujen väliset tehokkuuserot ovat kaventuneet tutkimusajan-jaksolla. Tutkimuksen mukaan ”hyvän lukion” ominaisuudet vaihtelevat arvioitsijasta riippuen, minkä vuoksi arviointimenetelmän ja mallin muuttujien valinnalla on suuri merkitys koulujen välisiä paremmuusvertailuja tehtäessä.

Asiasanat: Data Envelopment Analysis, lukiokoulutus, tehokkuus, tuottavuus, yksilöaineisto

Abstract: In this study Data Envelopment Analysis (DEA) is applied as a statistical method to measure efficiency differences between Finnish senior secondary schools. Furthermore, DEA based approach introduced by Thanassoulis and Portela (2002) is replicated to decompose student attainment into that attributable to the student and that attributable the school the student attends. Individual data over all pupils participating in matriculation examination in Finland in 2000 and 2004 have been analysed. The results suggest that there are efficiency differences between schools, which could be assigned both to students and to the schools the students attend. The analyses show the importance of variable and evaluation method selection when assessing schools to the order of superiority.

Key words: Data Envelopment Analysis, Senior Secondary Schools, Efficiency, Individual Data

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Suomalainen lukiojärjestelmä	4
2.1 Järjestelmän kuvaus	6
2.2 Ylioppilaskirjoitukset	7
3 Koulutuksen tuottavuuden ja tehokkuuden mittaaminen	9
4 Data Envelopment Analysis	13
4.1 DEA-menetelmä graafisesti	14
4.2 DEA-menetelmä usealle panokselle ja tuotokselle	15
4.3 Tehokkuuden jakaminen osiin	18
4.4 FDH-tehokkaat havaintoyksiköt	21
4.5 Katsaus aiempiin tutkimuksiin	23
4.6 Menetelmän arviointi	24
5 Lukiotehokkuuden mallintamisessa käytettävät aineistot, muuttujat ja mallit	27
5.1 Tutkimusaineisto	27
5.2 Muuttujat	28
5.3 Mallit	33
5.4 Tunnuslukuanalyysi	35
6 Suomalaisten lukioiden tehokkuus vuosina 2000 ja 2004	41
6.1 Tehokkuusanalyysin tulokset	41
6.2 Tehokkuuserot lukioiden välillä	57
6.3 Tutkimuksen arviointi	62
7 Yhteenveto	66
Lähteet	71
Liitteet	76

1 Johdanto

Julkisin varoin rahoitettujen toimintojen tuottavuuden mittaaminen ja tehokkuuden parantaminen ovat ajankohtaisia aiheita 2000-luvulla niin Suomessa kuin muualla maailmassa (Kangasharju (toim.) 2007). Viime vuosikymmenten aikana koulutusjärjestelmään kohdistuneet panostukset ovat lisääntyneet, mikä näkyy Suomessa koulutustason nousuna ja hyvinä tuloksina kansainvälisissä oppimisvertailuissa¹. Toisaalta Suomessa opetukseen käytettävät menot bruttokansantuotteeseen suhteutettuna ovat Euroopan maiden kärkitasoa. Ei siis ihme, että kiinnostus sijoituksesta saatavaa tuottoa kohtaan lisääntyy niin valtionosuuksia hallinnoivien ministeriöiden, kunnallispäätäjien kuin veronmaksaja-äänestäjienkin taholla.

Rahoitus- ja päätöksentekovastuiden jakautuessa ollaan koulutuspalvelujen tehokkuudesta kiinnostuneita usealla yhteiskunnan toimintatasolla. Koulutuksen järjestäjätasolla on kasvava tarve uusien toiminnan arviointiin liittyvien menetelmien kehittämiseen. Mediassa esitetyt ylioppilastutkintotulosten vertailut ovat herättäneet keskustelua kansallisista oppimistulosten arvioinneista ja paremmuusvertailujen vaikuttavuudesta. Suomen kaltaisissa maissa, joissa julkisen hallinnon painopiste on paikallistasolla, julkisen sektorin tuottavuuden ja toimintayksiköiden välisten tehokkuuserojen arviointi on tärkeää kuntien taloudellisen tilanteen muuttuessa. Kuntatalouden toimintaympäristöjen muutos kasvattaa paineita yhä suurempien yksiköiden muodostamiseen kuntaliitosten avulla tai kuntien välistä yhteistyötä lisäämällä. Peruspalvelujen tehokkuuden arvioimisen ajankohtaisuutta lisää vuonna 2006 käynnistynyt Suomen historian suurin kunta- ja palvelurakennemuutos, ja kuntien ja valtion välisiä rahoitussuhteita ja valtionosuusjärjestelmän periaatteita uudelleen arvioidaan vuoteen 2009 mennessä (Sisäasiainministeriö 2007).

Koulujen tuottavuuden ja tehokkuuden arviointiin ei ole yksiselitteistä menetelmää, sillä hyvän koulun ominaisuudet eroavat arvioijasta ja arviointitavasta riippuen. Opiskelijoiden ja vanhempien käsitys hyvästä koulusta voi vaihdella suuresti siitä, mitä koulutustutkijat tai koulutuspalvelujen rahoittajat mieltävät hyvän koulun ominaisuuksiksi ja tuotoksiksi. Yleisin tapa arvioida kouluja on asettaa ne paremmuusjärjestykseen pelkkien koulutuksen tuotosten, esimerkiksi tutkintoarvosanojen perusteella. Yksinkertainen oppimistulosten vertailu antaisi oikeita tuloksia koulujen välisestä paremmuudesta, jos koulut toimisivat samoilla resursseilla ja samoissa olosuhteissa. Todellisuudessa opiskelija-aines ja toimintaympäristö vaihtelevat merkittävästi kuntien, koulutuksen järjestäjien ja yksittäisten koulujen välillä. Nämä tekijät on otettava vertailuissa huomioon.

¹ Suomalaiset 15-vuotiaat ovat viime vuosina olleet menestykseltään yksiä parhaimmista OECD:n lukemiseen, matemaattiseen osaamiseen ja luonnontieteisiin painottuvassa PISA-testissä (The OECD Programme for International Pupil Assessment 2007).

Tämän tutkimuksen kohteena on nuorten lukiokoulutus. Tutkimuksen tarkoituksena on pelkkien ylioppilaskirjoitusten tulosvertailujen sijaan mitata lukioiden toiminnan tehokkuutta ja asettaa koulut paremmuusjärjestykseen opiskelijoidensa tehokkuuslukujen perusteella. Tutkimuksessa koulutus ajatellaan opiskelijan saavutuksiin kohdistuvana arvonlisänä, jonka suuruutta arvioidaan opiskelijan testeillä mitattavan osaamisen kautta lineaariseen optimointiin perustuvalla Data Envelopment Analysis (DEA) -menetelmällä. Lukioiden tehokkuutta on mitattu suomalaisella aineistolla aiemminkin DEA-menetelmällä (ks. Kirjavainen & Loikkanen 1993; 1998), joskin edellisestä tutkimuksesta on aikaa jo kymmenisen vuotta. DEA-menetelmän suurimpana etuna muihin tehokkuustutkimuksissa käytettyihin menetelmiin verrattuna on tulosten tulkittavuuden yksinkertaisuus, ja mahdollisuus ottaa samanaikaisesti huomioon koulutukselle tyypilliset useat panna- ja tuotosmuuttujat.

Tässä tutkimuksessa koulutuksen tuotosta mitataan lukio-opiskelijoiden menestyksellä ylioppilastutkinnossa, sillä aiempien tutkimusten mukaan opiskelijan koemenestys tutkittavan koulutusasteen lopussa on paras arvio opiskelijan osaamisesta. Suomalaisessa koulutusjärjestelmässä ylioppilastutkintoarvosanat ovat vertailukelpoisia valtakunnallisesti ja antavat näin luotettavan kuvan lukio-opiskelijoiden suoriutumistasosta lukio-opintojen lopussa. Opiskelijoiden osaamista ennen lukio-koulutusta mitataan opintomenestyksellä aiemman koulutusasteen päättyessä peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvolla. Aiempien tutkimusten mukaan alemman koulutusasteen opintomenestys selittää suurimman osan opiskelijan opintomenestyksestä seuraavilla koulutusasteilla.

Tutkimuksen toisena tavoitteena on testata Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämää menetelmää suomalaisella vuosien 2000 ja 2004 lukioaineistolla. Menetelmän avulla voidaan opiskelijalle laskettu tehokkuusluku jakaa hänestä itsestään johtuvaan ja hänen käymästään koulusta johtuvaan osaan. Kun opiskelijoiden heikon koulumenestyksen taustalla olevat tekijät havaitaan mahdollisimman tarkasti, voidaan koulutuksen resursseja uudelleen kohdentamalla lisätä opiskelijan, lukion ja edelleen koko koulutusjärjestelmän tehokkuutta. Tutkimuksessa esitellyn menetelmän avulla havaituille tehottomille yksiköille voidaan etsiä tehokkaita vertailuyksiköitä, joiden toimintaa ja käytäntöjä jäljittelemällä heikommin menestyneet yksiköt voivat pyrkiä parantamaan tehokkuuttaan. Tutkimuksessa saatuja tehokkuuslukuja analysoidaan eri organisaatiotasolla, vaikkakin aggregointien taustalla olevat tehokkuusluvut on aina laskettu yksilötason aineistosta ja vasta viimeisessä vaiheessa yhdistetty laajemmalle organisaatiotasolle.

Kiinnostus koulutusjärjestelmän kehittämiseen, tulosten parantamiseen ja toiminnan tehostamiseen näkyy koulutuksen tehokkuutta ja tuottavuutta käsittelevien

tutkimusten määrässä². Koulutuksen tehokkuustutkimusten määrän lisääntymisen taustalla on erityisesti aineistojen kehittyminen. Kuitenkin tehokkuuksien mittaaminen yksilötasolla DEA-menetelmällä on harvinaista niin kansallisesti kuin kansainvälisesti, ja tämä tutkimus onkin ensimmäinen laatuaan suomalaisella yksilötason aineistolla tehtynä. Tutkimuksessa käytettävä aineisto sisältää tiedot kaikista Manner-Suomen yli 400 lukioissa vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoi-tuksiin osallistuneesta opiskelijasta. Tutkimuksen erityislaatuista lisää se, että aineistossa on vuosittaisia havaintoja yli 30 000 kappaletta, joka on huomattavasti suurempi määrä kuin missään aiemmassa toisen asteen koulutuksen tehokkuutta DEA-menetelmällä yksilötasolla mitanneessa tutkimuksessa.

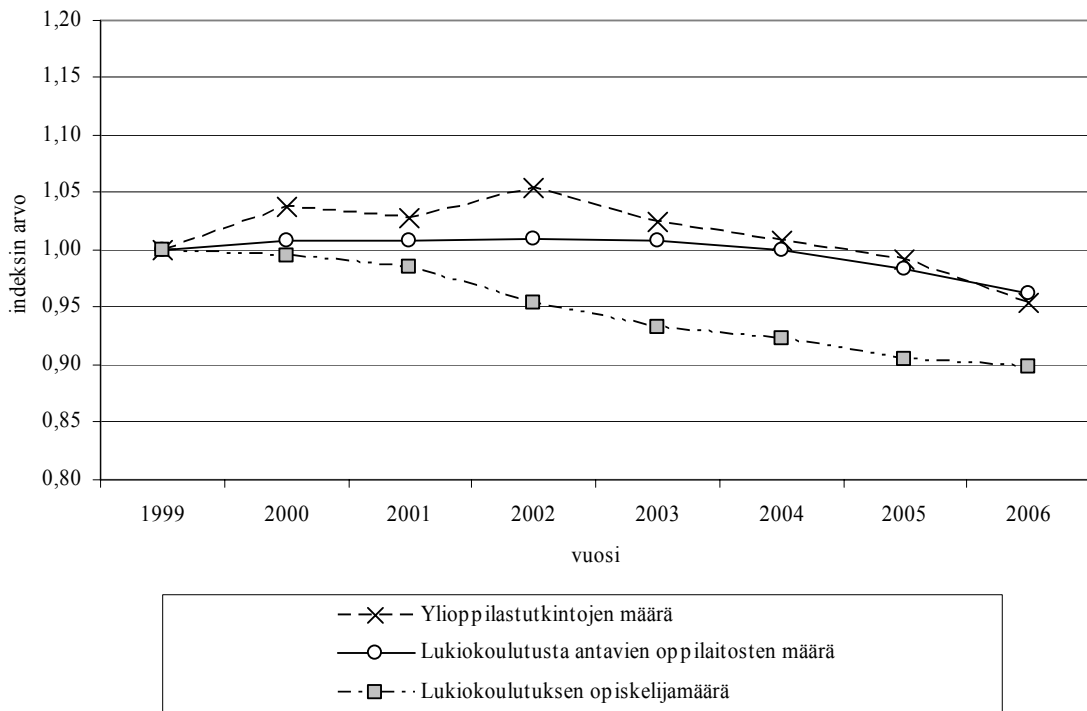
Tutkimus etenee seuraavasti. Johdantoa seuraavassa luvussa 2 kuvataan suomalaista lukiojärjestelmää. Luvussa 3 tutustutaan koulutuksen alan tehokkuustutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen ja eri menetelmiin koulutuksen tehokkuuden mittaamisessa. Tehokkuuksien laskentaan valittu Data Envelopment Analysis -menetelmä esitellään luvussa 4, jossa myös tutustutaan tämän tutkimuksen kannalta olennaisimpiin kotimaisiin ja kansainvälisiin DEA-menetelmällä tehtyihin koulutuksen tehokkuutta mitanneisiin tutkimuksiin. Tutkimuksen luvussa 5 esitellään tutkimuksen kannalta olennaiset muuttujat ja mallit ja tutustutaan tutkimuksessa käytettävään yksilötason aineistoon kuvailevan tunnuslukuanalyysin avulla. Tutkimuksen lopussa luvussa 6 esitellään DEA-mallin avulla saadut tulokset. Lisäksi luvussa 6 suoritetaan tutkimuksen arviointia ja esitetään ehdotuksia jatkotutkimukselle. Viimeisessä luvussa 7 suoritetaan yhteenveto aiempien lukujen teorian ja tutkimustulosten osalta.

² Esimerkiksi Valtion taloudellisessa tutkimuskeskuksessa on vuosien 2006-2007 aikana julkaistu useita koulutuksen alan tehokkuustutkimuksia osana julkisten peruspalvelujen tuottavuutta ja tehokkuutta käsittelevää hanketta (ks. Aaltonen, Kirjavainen, Moisio & Ollikainen 2007; Ollikainen 2007; Kirjavainen 2007; Aaltonen, Kirjavainen & Moisio 2006; Rätty & Kivistö 2006).

2 Suomalainen lukiojärjestelmä

Suomessa koulutuspolitiikan ja -lainsäädännön periaatteista päättää eduskunta, ja koulutuspolitiikan suunnittelusta ja toimeenpanosta vastaa valtioneuvoston alainen opetusministeriö. Lukiokoulutuksen päärahoittajia ovat valtio ja kunnat yhdessä. Rahoitus määräytyy pääsääntöisesti osana valtionosuusjärjestelmää perustuen laskennalliseen opiskelijamäärään ja opiskelijakohtaiseen yksikköhintaan, joka määräytyy toteutuneen kustannustason mukaisesti³. (Opetusministeriö 2006.) Koulutuksen järjestäjistä pääosa, vuonna 2005 yli 90 prosenttia, on kuntia ja kuntayhtymiä, mutta lukiokoulutusta järjestetään myös valtion oppilaitoksissa ja muiden opetusministeriöltä luvan saaneiden koulutuksen järjestäjien toimesta (Tilastokeskus 2006). Vuonna 2006 lukiokoulutusta annettiin 418 lukiossa ja 43 muussa oppilaitoksessa (Tilastokeskus 2007). Suoritettujen ylioppilastutkintojen, lukiokoulutusta antavien oppilaitosten ja lukio-opiskelijoiden määrän kehitystä vuosina 1999–2006 on havainnollistettu kuviossa 1, jossa muutosta kuvaavan indeksin perusvuotena on vuosi 1999.

Kuvio 1. Suoritettujen ylioppilastutkintojen, lukiokoulutusta antavien oppilaitosten ja lukio-opiskelijoiden määrän kehitys vuosina 1999–2006



Tilastolähde: Opetushallitus WERA-web-raportointipalvelu (2.7.2007).

³ Tarkemmin kuntien sivistystoimen valtionosuuksien määräytymisestä: Lehtonen & Moisio (2007).

Vuodesta 2002 vuoteen 2006 lukiokoulutusta antavien oppilaitosten määrä on laskenut noin viidellä prosentilla 484 oppilaitoksesta 461 oppilaitokseen. Vuonna 2006 suoritettiin noin 32 800 ylioppilastutkintoa, mikä on 9,5 prosenttia vähemmän vuoteen 2002 verrattuna, jolloin ylioppilastutkintojen suorituspäämäärä oli korkeimmillaan kymmeneen vuoteen (Tilastokeskus 2006, 11). Kuten kuviosta 1 nähdään, vuodesta 2002 vuoteen 2006 suoritettujen ylioppilastutkintojen määrä on laskenut enemmän kuin lukiokoulutusta tarjoavien oppilaitosten määrä ja lukiokoulutuksen opiskelijamäärä. Lukion opiskelijamäärä on vähentynyt vuodesta 1999 vuoteen 2006 noin 10 prosentilla pääosin pienentyneiden ikäluokkien johdosta. Opiskelijamäärien lasku jatkuu myös tulevaisuudessa, ja vuosina 2005–2025 ennustetaan 16–18-vuotiaiden määrän vähenevän jopa 10 prosentilla (Kumpulainen & Saari 2006, 9).

Kuitenkaan pienentyneet ikäluokat eivät yksin selitä lukiokoulutuksen opiskelijamäärien laskua, sillä samaan aikaan lukion opiskelijamäärän pienentyessä toisen asteen ammatillisen peruskoulutuksen opiskelijamäärä on kasvanut vuodesta 2000 vuoteen 2004 noin 13 prosentilla (Tilastokeskus 2006, 10-11). Lukiokoulutuksen opiskelijamäärien laskun taustalla on ikäluokkien pienenemisen lisäksi siis myös muita tekijöitä, kuten lukiokoulutuksen houkuttelevuuden vähentyminen ja keskushallinnon aktiivinen toiminta ammatillisen peruskoulutuksen opiskelijamäärien kasvattamiseksi, mikä jatkuu myös tulevina vuosina⁴. Lukiokoulutuksen haasteena tulevaisuudessa kuntien lisääntyvien talousongelmien ja niistä seuraavien lukioiden rahoitusongelmien lisäksi onkin opiskelijamäärien lasku, mikä johtaa opetuksen keskittämistarpeisiin ja yhteistyön lisääntymiseen muun toisen asteen perusopetuksen kanssa. Kuntaliiton arvion mukaan (Eskelinen & Selkee 2007) tulevina vuosina lukioiden keskinäinen verkostoituminen lisääntyy ja lukiopalvelujen järjestämistavat monipuolistuvat.

Kuntien talousongelmista huolimatta kynnys lukioverkon muutoksiin on hyvin korkealla, sillä koulutuspäämäärien lisäksi lukioilla voi olla myös muita merkittäviä tehtäviä kunnassa. Monelle kunnalle oma lukio on tärkeä vetovoimatekijä kilpailussa uusista kuntaan muuttavista asukkaista ja kunnassa toimintansa aloittavista yrityksistä. Tästä johtuen lukioiden lakkauttamista harkitaan usein pitkään, vaikka opiskelijamäärät olisivat selvässä laskussa ja lukioiden toiminta kustannusten valossa epäkannattavaa. Kuten kuviosta 1 nähdään, lukioiden opiskelijamäärä on ollut 2000-luvulla laskussa enemmän kuin lukiokoulutusta antavien oppilaitosten määrä, mikä on pienentänyt lukioiden keskimääräistä ja lisännyt pienten alle 100 opiskelijan lukioiden suhteellista osuutta (Kumpulainen & Saari 2006: 10; Kirjavainen 2007: 1).

⁴ Opetusministeriön mukaan (tiedote 18.6.2007) valtioneuvoston vuosia 2008-2011 koskevan kehyspäätöksen ohjaamana ammatillista peruskoulutusta laajennetaan määräaikaikaisesti keskimäärin 2000 opiskelijalla vuodesta 2008 alkaen. Tämä toteutetaan ammatillisen peruskoulutuksen tarjontaa lisäämällä ja suuntaamalla lisäys alueellisen työvoimatarpeen mukaan.

2.1 Järjestelmän kuvaus

Suomalainen *koulutusjärjestelmä* ryhmitellään koulutusasteisiin niin, että yleensä vain alemman asteen opinnot suorittanut voi opiskella ylemmän asteen koulutuksessa. Koulutukselle määritellään tavoitteet kunkin koulumuodon lainsäädännössä. Suomen koulutusjärjestelmä muodostuu yhdeksänvuotisesta yleissivistävästä perusopetuksesta (peruskoulu), peruskoulun jälkeisestä toisen asteen koulutuksesta, johon kuuluvat ammatillinen koulutus ja lukiokoulutus, ja korkea-asteen koulutuksesta, jota annetaan ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa. Lisäksi aikuiskoulutusta on tarjolla kaikilla koulutusasteilla. (Opetusministeriö 2006.)

Lukiokoulutuksella tarkoitetaan tutkintoon johtavaa koulutusta, joka käsittää koko lukion oppimäärän ja ylioppilastutkinnon suorittamisen. Lukiolain mukaan (21.8.1998/629) lukiokoulutuksen tavoitteena on ”tukea opiskelijoiden kasvamista hyväksi, tasapainoisiksi ja sivistyneiksi ihmisiksi ja yhteiskunnan jäseniksi sekä antaa opiskelijoille jatko-opintojen, työelämän, harrastusten sekä persoonallisuuden monipuolisen kehittämisen kannalta tarpeellisia tietoja ja taitoja”. Lukiokoulutuksen tulee tukea opiskelijoiden edellytyksiä elinikäiseen oppimiseen ja itsensä kehittämiseen. Lukion noin kolmivuotinen oppimäärä sisältää yhteensä vähintään 75 kurssia, ja yksi lukuvuosi jaetaan yleensä 5-6 jaksoon. Lukio-opintoihin kuuluu pakollisia, syventäviä ja soveltavia kursseja, ja opetusta eri oppiaineissa ja opinto-ohjausta annetaan keskimäärin 38 tuntia kestävinä kursseina. Erona useisiin muihin maihin, suomalaisessa kurssimuotoisessa lukiossa ei ole vuosiluokkia, vaan opiskelijan eteneminen opinnoissaan ja opetusryhmien muodostuminen riippuu opiskelijan omista kurssivalinnoista.

Lukiokoulutuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista sekä opetusajan jakautumisesta eri oppiaineiden ja aineryhmien opetukseen ja opinto-ohjaukseen päättää valtioneuvosto. Opetushallitus päättää opetuksen tavoitteista ja keskeisistä sisällöistä vahvistamalla opetussuunnitelman perusteet, joiden pohjalta opetuksen järjestäjät laativat paikallisen opetussuunnitelman. *Koulutuksen järjestäjällä* tarkoitetaan tahoja, jonka tehtävänä on järjestää koulutusta laissa tai opetusministeriön tai vastaavan viranomaisen antamassa koulutuksen järjestämisen tai ylläpitämisluvassa määritellyllä tavalla. Koulutuksen järjestäjät ovat yleensä kuntia, kuntayhtymiä, yksityisiä yhteisöjä ja säätiöitä. (Tilastokeskus 2007.)

Suomessa oppilaitosten *omistajina* toimivat valtio, kunnat, kuntayhtymät, Ahvenanmaan maakunta ja muut oppilaitosten omistajat kuten yhdistykset ja säätiöt. *Oppilaitoksella* tarkoitetaan sellaista hallinnollista yksikköä, jolla on rehtori tai muu johtaja, jonka palveluksessa ovat opettajat ja muu henkilökunta toimivat, jolla on tilinpitovelvollisuus, jonka opiskelijoiksi opiskelijat rekisteröidään, jonka toimintaa laki tai asetus säätelee, joka noudattaa valtakunnallista opetussuunnitelmaa ja jota julkinen viranomainen rahoittaa tai valvoo. Uusi oppilaitos perustetaan, oppilaitos lakkautetaan tai yhdistetään toiseen oppilaitokseen koulutuksen järjestäjän (oppilaitoksen ylläpitäjän) tai viranomaisten päätösten perusteella. (Tilastokeskus

2007.) Osa oppilaitoksista on erikoistunut tiettyihin aineisiin, kuten kuvataiteisiin tai liikuntaan, ja niitä kutsutaan erityisen koulutustehtävän saaneiksi oppilaitoksiksi. Suomessa erityisen tehtävän perusteella järjestetään kansainväliseen IB-tutkintoon (International Baccalaureate) johtavaa lukiokoulutusta 14 oppilaitoksessa ja saksalaiseen Reifeprüfung-tutkintoon johtavaa koulutusta yhdessä lukiossa. (Opetusministeriö 2006.)

Tässä tutkimuksessa *opiskelijalla* tarkoitetaan oppilaitoksessa ajankohdan 20. syyskuuta sisältävällä viikolla opiskelevaa henkilöä (Tilastokeskus 2007). Suomalaisen lukion opiskelijat ovat yleensä 16–19-vuotiaita, mutta lukio-opetusta on tarjolla päivälukioiden lisäksi myös aikuis- ja iltalukioissa. Noin 80 prosenttia oppilaista suorittaa suomalaisen kurssimuotoisen lukiokoulutuksen nimellisajassa eli kolmessa lukuvuodessa (Kumpulainen & Saari 2006, 10). Lukiot valitsevat itse opiskelijansa aikaisemman opintomenestyksen perusteella, minkä vuoksi opintonsa aloittavien opiskelijoiden taso vaihtelee koulujen välillä. Suosituimmat lukiot ovat yleensä suurimmissa kaupungeissa ja mahdollisesti sisältävät opintovalikoimissaan jotain erikoisaloja, kuten taideaineita tai laajoja kieliopintomahdollisuuksia. Kilpailu suosituimpien lukioiden opiskelupaikoista nostaa sisäänpääsyyn vaadittavaa keskiarvoa, mikä johtaa opiskelijoiden valikoitumiseen koulujen välillä.

2.2 Ylioppilaskirjoitukset

Lukiokoulutuksen päätteeksi suoritetaan valtakunnallinen ylioppilastutkinto, jonka tarkoituksena on selvittää, ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelmien mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttaneet lukiokoulutuksen tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyuden. Suomalainen lukio ei anna ammatillista pätevyyttä, vaan lukio-opinnot tähtäävät ensisijaisesti jatko-opintoihin korkea-asteella. (Opetusministeriö 2006.) Ylioppilastutkinto järjestetään kaksi kertaa vuodessa yhtä aikaa samansisältöisenä kaikissa lukiokoulutusta järjestävissä oppilaitoksissa. Ylioppilaskirjoitukset voi suorittaa kokonaan yhdellä tutkintokerralla tai hajautettuna useammalle kirjoituskerralle. Läpäistyään vähintään tutkinnon pakolliset kokeet ja saatuaan lukion päättötodistuksen, opiskelijalle myönnetään ylioppilastutkinto. Ylioppilastutkinnon johtamisesta, koetehtävien laatimisesta ja koesuoritusten arvostelemisesta vastaa Ylioppilastutkintolautakunta. (Opetusministeriö 2006.)

Ylioppilastutkintoon kuuluu vähintään neljä koetta, joista ainoa kaikille pakollinen koe on äidinkielen koe. Muut tutkintoon sisältyvät kolme pakollista koetta opiskelija valitsee ryhmästä, johon kuuluvat toisen kotimaisen kielen koe, vieraan kielen koe, matematiikan koe ja reaalikoe. Kevästä 2006 lukien reaalikoe uudistuu niin, että jokaisella reaaliaineella on oma kokeensa. Kokelaan tulee suorittaa vähintään yhden reaaliaineen koe, mutta halutessaan ja tutkinnon hajauttamalla kokelas voi osallistua useammankin aineen reaalikokeeseen. Kevästä 2007 lähtien äidinkielen koe on muodostunut tekstitaidon kokeesta ja esseekokeesta, ja äidinkielen arvosa-

na määräytyy kokeiden painotetun yhteispistemäärän perusteella. (Opetusministeriö 2006.)

Ylioppilastutkinnossa suoritettavista kokeista annetaan arvosanoja standardoidun arvosanajakauaman mukaan jotakuinkin taulukossa 1 esitettyinä osuuksina. Arvosanojen suhteelliset osuudet vaihtelevat jonkin verran eri kokeissa ja eri tutkinto-kerroilla. (Ylioppilastutkintolautakunta 2006.) Arvosanat pisteytetään ylioppilastutkintolautakunnan oman pistejärjestelmän perusteella, ja jokaiselle opiskelijalle lasketaan ylioppilaskirjoitusmenestyksen määrää ja laatua kuvaava puoltoäänimäärä ylioppilastutkinnossa saavutettujen arvosanojen pistemäärien summana.

Taulukko 1. Ylioppilastutkintoarvosanojen jakautuminen ja pisteytys

Arvosana	Osuus kaikista arvosanoista	Pisteytys
laudatur (L)	5 %	7
eximia cum laude approbatur (E)	15 %	6
magna cum laude approbatur (M)	20 %	5
cum laude approbatur (C)	24 %	4
lubenter approbatur (B)	20 %	3
approbatur (A)	11 %	2
improbatur (I)	5 %	0

Lähde: Ylioppilastutkintolautakunta (2006).

3 Koulutuksen tuottavuuden ja tehokkuuden mittaaminen

Koulutuksen taloustieteen tuottavuustutkimuksen teoreettinen perusta on Adam Smithin tutkimuksissa, vaikkakin klassisten taloustieteilijöiden ajatukset koulutuksen taloustieteestä nousivat tutkimusalakseen vasta puoli vuosisataa sitten inhimillisen pääoman teorian syntyäikoihin. Inhimillisen pääoman teorian mukaan (Becker 1964) koulutuksella on yksilön elinaikaisia tuloja lisäävä vaikutus. Koulutus ajatellaan investointina tulevaisuuteen ja sen avulla kertyvä inhimillinen pääoma lisää mikrotasolla yksilön tuloja ja koko yhteiskunnan tasolla tuottavuutta ja taloudellista kasvua⁵. Koulutuksen tehokkuutta tutkiva taloustieteen osa on läheisessä yhteydessä inhimillisen pääoman teoriaan, vaikkakin inhimillisen pääoman teorian pitkän aikavälin näkökulma on koulutuksen vaikutuksissa osana tulonmuodostusta tai panoksena palkanmääräytymisprosessissa. Tässä tutkimuksessa kiinnostuksen kohteena ovat koulutuksen koko elinkaaren yli jakautuvien vaikutusten sijaan koulutuksen *lyhyen aikavälin vaikutukset* yksilön opintomenestykseen.

Koulutusprosessi poikkeaa merkittävästi perinteisestä yritysten tuotantoprosessista koulutuksen *erityispiirteistä* johtuen. Ensinnäkin, koulutuksella on merkittäviä yli ajan jakautuvia vaikutuksia, eivätkä kaikki koulutuksesta saatavat tuotokset ole havaittavissa välittömästi. Toiseksi, koulutuksen avulla saatavat hyödyt ovat luonteeltaan vahvasti kasautuvia, mikä vaikeuttaa juuri tietyn hetken yksilön saavutuksiin kohdistuvien vaikutusten tutkimista. Lisäksi opiskelijan kykyihin ja taitoihin vaikuttavat monet koulun ulkopuoliset asiat, kuten vanhemmat ja ystävät, mikä osaltaan tekee haastavaksi koulutusorganisaatioiden tuotoksen mittaamisen. (Portela & Camanho 2007: 7, Mancebón & Bandrésin 1999 mukaan.)

Koulutusjärjestelmän erityispiirteiden takia koulutuksen vaikutuksia voidaan tutkia useista *eri näkökulmista*, mistä johtuen koulutuksen tuottavuutta käsittelevien tutkimusten määrä on suuri. Koulutuksen vaikutuksia voidaan mitata esimerkiksi opiskelijan opintojen aikaisilla saavutuksilla, menestyksellä päättökokeessa, jatko-opintoihin siirtymisellä, työllistymisellä, työelämässä menestymisellä tai tulevaisuuden ansioilla. Koulutuksen kokonaistaloudellisia vaikutuksia voidaan tutkia esimerkiksi koulutuksen ja vallitsevan terveydentilan yhteyttä tarkastelemalla (Groot & Brink 2007) tai eri maiden koulutusjärjestelmien tehokkuutta vertaamalla (Afonso & Aubyn 2006). Koska koulutuksen koko eliniän kattavien vaikutusten arviointi on mahdotonta, valitaan tutkimusten näkökulma rajatumminkin. Suomessa kiinnostuksen kohteena on viime aikoina ollut julkisista koulutuspalveluista peruskoulujen (Aaltonen ym. 2006), ammatillisen peruskoulutuksen (Ollikainen 2007), lukioiden (Kirjavainen 2007) ja yliopistojen (Räty & Kivistö 2006)

⁵ Mincer 1958; Ks. myös Becker 1964, Barro & Sala-i-Martin 1995, Hanushek & Woessmann 2007.

tehokkuus. Myös kansainvälisten koulutuksen tehokkuustutkimusten kirjo on laaja jokaisella koulutusasteella⁶.

Tuottavuus määritellään tuotantoprosessiin käytettävien tuotosten ja panosten suhteena. Tuottavuus paranee, kun samalla määrällä panoksia saadaan entistä suurempi määrä tuotosta tai kun sama määrä tuotosta saadaan aikaan entistä vähemmällä määrällä panoksia. Taloustieteellisen tehokkuustutkimuksen kiinnostuksen kohteena ovat tutkittavien yksiköiden *tuottavuuden muutos ajassa* tai *tuottavuuserot* toisiin havaintoyksiköihin nähden. Kun havainnon tuottavuus suhteutetaan johonkin määriteltyyn optimitasoon, on kyse *tehokkuudesta*. Koulujen tehokkuutta tutkittaessa ajatellaan koulujen pyrkivän maksimoimaan tuotosta, esimerkiksi opiskelijoiden opintomenestystä, valitsemansa koulutusprosessin avulla annetuilla panostekijöillä, kuten opetushenkilökunnan ammattitaidolla, opiskelijoiden lähtötaso-osaamisella tai koulutukseen osoitetuilla taloudellisilla panostuksilla (Hanushek 1986, 1166).

Suomessa julkisuudessa esitetään ajoittain pelkkiin koulujen tuotomääriin, kuten lukion opiskelijoiden ylioppilastutkinnossa saavuttamiin puoltoäänimääriin, perustuvia paremmuusvertailuja (ks. MTV3 2005). Näissä ranking-listauksissa koulut on asetettu paremmuusjärjestykseen opiskelijoidensa keskimääräisen koemenestyksen perusteella, jolloin tutkimuksen tavoitteena on koulujen tuotomäärien vertailu. Pelkän koulun tuotomäärän tutkiminen ei kuitenkaan kerro mitään koulun tehokkuudesta, sillä koulut eroavat keskenään paljon resursseiltaan ja toimintaympäristöiltään. Tuotosten vertailuilla ei pystytä erottelemaan taustalla olevien tekijöiden vaikutusta opiskelijoiden menestykseen, eikä tällaisia vertailuja näin ollen tule sekoittaa koulutuksen tehokkuustutkimuksiin. (Hanushek & Raymond 2002.)

Tehokkuustutkimuksen teoreettinen perusta on *tuotantofunktio*, joka kuvaa yhteyttä tuotosten ja sen vaatimien panosten välillä tietyllä teknologialla. Funktio määrittelee tuotantoteknologian fyysisine ja teknisine riippuvuussuhteineen ja kertoo tietyllä panosmäärällä saavutettavan tuotoksen maksimaalisen määrän. Kun koulutuksen tuottavuutta mitataan yksilötasolla, voidaan tuotantofunktio esittää matemaattisesti muodossa (Kirjavainen & Loikkanen 1998, 381)

⁶ Esimerkkejä kansainvälisistä koulutuksen tehokkuutta käsittelevistä tutkimuksista koulutusasteittain lukiokoulutuksen lisäksi; peruskoulu (Bessent & Bessent 1980), yläaste (Thanassoulis 1996; Borge & Naper 2005; Jenkins, Vignoles, Levacic & Allen 2005) ja korkeakoulu (Johnes 2003; 2006b).

$$(1) \quad M_i^t = f(M_i^{t^*}, K_i^{t-t^*}, P_i^{t-t^*}, Y_i^{t-t^*}, O_i),$$

missä M_i^t on opiskelijan i saavutukset ajanhetkellä t ,
 $M_i^{t^*}$ opiskelijan i saavutukset aiemmalla hetkellä t^* ,
 $K_i^{t-t^*}$ koulun vaikutus opiskelijan i menestykseen aikavälillä $t-t^*$,
 $P_i^{t-t^*}$ perheen vaikutus opiskelijan i menestykseen aikavälillä $t-t^*$,
 $Y_i^{t-t^*}$ ystävien vaikutus opiskelijan i menestykseen aikavälillä $t-t^*$ ja
 O_i on opiskelijan i kyvyt, taidot ja muu osaaminen.

Koulutuksen tuotantofunktio (1) ottaa huomioon opiskelijan saavutuksiin vaikuttavina tekijöinä opiskelijan käymään kouluun liittyvien tekijöiden lisäksi myös perheen, ystävien ja opiskelijan aiemman osaamisen vaikutuksen. Teoreettisesti funktio on estimoitavissa, jos tuotosta ja panoksia voidaan mitata yksiselitteisesti fyysisinä yksikköinä, ja funktiolla on joko parametrinen muoto tai tunnetaan riittävästi sen muita ominaisuuksia. Koulutuksen tuotantofunktio muodostetaan aina epäsymmetrisen informaation alaisuudessa, sillä se on tuntematon sekä päätöksen tekijöille että tutkijoille (Hanushek 1986, 1148). Koska kaikkia opiskelijan koulutuksen kautta saamia kykyjä, taitoja ja saavutuksia on hyvin vaikea mallintaa, tuotantofunktiolähtöistä tapaa tehokkuuden mittaamisessa on kritisoitu niiden ongelmista, jotka ilmaantuvat toimijoiden ollessa ajattelevia yksilöitä (Hanushek 1986, 1167). Koska koulutuksen kaikkia tuotoksia ei tiedetä, mitataan koulutuksen tuotosta tehokkuustutkimuksissa yleensä opiskelijoiden standardoiduilla testituloksilla (Kirjavainen 2007, 3).

Kun annetulla panosmäärällä tuotetaan suurin mahdollinen tuotosmäärä tai vaihtoehtoisesti annetulla tuotostasolla tuotanto tapahtuu mahdollisimman pienin panoksin, on kyse *teknisestä tehokkuudesta*⁷. Teknisesti tehokkaassa tuotannossa mitään tuotosta ei voida lisätä vähentämättä ainakin yhden tuotoksen määrää tai toisaalta mitään panosmäärää ei voida pienentää lisäämättä ainakin yhden muun panoksen käyttöä. Tuotannon *skaalatehokkuus* liittyy tuotoksen määrän muutoksen, kun kaikkien panosten käyttöä muutetaan. Skaalatehottomuutta ilmenee silloin, kun tuotanto tapahtuu tehokkuusmielessä väärällä volyyymillä. *Vakioisten skaalatuottojen* tilanteessa panosmäärien kasvattaminen n -kertaiseksi lisää tuotoksen määrää yhtä paljon eli n -kertaiseksi, kun taas *kasvavien skaalatuottojen* tilanteessa tuotoksen määrä kasvaa enemmän kuin n -kertaiseksi. Vastaavasti *vähenevien skaalatuottojen* vallitessa panosmäärän n -kertaistaminen kasvattaa tuotosta vähemmän kuin n -kertaiseksi. Yleisesti, kun skaalatuotot eivät ole vakioiset, puhutaan *muuttuvista skaalatuotoista*. (ks. Banker, Charnes & Cooper 1984; Kirjavainen & Loikkanen 1993, 5-6.)

⁷ Farrell 1957: 259-260; ks. Hanushek 1986: 1167

Riippuen tutkimuksen lähtökohdista ja tutkimusongelmasta, voidaan havaintoyksiköiden tehokkuutta mitata kahden vaihtoehtoisen tehokkuusnäkökulman kautta (Charnes, Cooper & Rhodes 1981, 669). *Tuotosorientoituneessa* tehokkuustarkastelussa yksikkö on tehokas jos ja vain jos sen ei ole mahdollista lisätä yhtäkään tuotosta lisäämättä ainakin yhtä panosta tai vähentämättä ainakin yhtä toista tuotosta. Tehokkuus määritellään yksikön havaitun tuotoksen osuudeksi siitä tuotostasosta, joka vallitsevalla panostasolla olisi tehokkaimmillaan mahdollista saavuttaa. Vastaavasti *panosorientoituneessa* tehokkuustarkastelussa yksikkö on tehokas jos ja vain jos sen ei ole mahdollista vähentää yhtäkään panosta vähentämättä ainakin yhtä tuotosta tai lisäämättä ainakin yhtä toista panosta. Tässä tutkimuksessa tehokkuustarkastelu on tuotosorientoitunut, sillä tutkimusongelmana on tuotoksen määrän (opiskelijan menestys) maksimointi panostekijöiden määrän ollessa muuttumattomia (opiskelijan aiempi osaamistaso).

4 Data Envelopment Analysis⁸

Tutkimuksen empiirisessä osassa tehokkuutta mitataan Data Envelopment Analysis (DEA) -menetelmällä. Menetelmän taustalla on Farrellin (1957) kehittämä yhtälöryhmiä ratkaisemalla saatu radiaali tehokkuusmitta, josta Charnes ym. (1978) kehittivät lineaariseen optimointiin perustuvan version tehokkuusmittarin laskemiseksi. Koulutuksen tehokkuutta tutkittaessa DEA-menetelmä on ollut käytössä aina 1980-luvun alkupuolelta lähtien (ks. Charnes ym. 1981) esimerkiksi koulutuksen järjestäjä-, koulupiiri- ja koulutason tehokkuuksien mittaamisessa. Kuten tässä tutkimuksessa, opiskelijatason aineisto lisää mahdollisuuksia laajentaa tehokkuustutkimusta myös yksilöiden toimintaan, jolloin havaintoyksikköinä ovat yksittäiset opiskelijat. Yksilötason aineiston käyttö koulutuksen tehokkuuden mittaamisessa DEA-menetelmällä on varsin uutta alkaen Thanassoulksen (1999), Portelan ja Thanassoulksen (2001) ja Thanassoulksen ja Portelan (2002) tutkimuksista.

DEA-menetelmän *tutkimusyksikkönä*⁹ voi olla mikä tahansa tehokkuustutkimukseen soveltuva yksikkö, kuten sairaala, teatteri, koulu, yksityinen yritys tai pankkiala¹⁰. Tärkeää on, että yksiköiden toiminta on keskenään vertailukelpoista. Olennaisena osana DEA-menetelmässä on aineiston tehokkaimmin suoriutuneiden havaintoyksiköiden panos- ja tuotosmääristä muodostuva vertailutaso eli *tehokkuusrintama*. Tehokkuusrintamaa muodostettaessa jokaista tutkittavaa yksikköä verrataan aineiston muihin havaintoyksiköihin. Jos ja vain jos millään muulla aineiston havaintoyksiköllä mikään panosten määrä ei ole pienempi ja minkään tuotoksen määrä ei ole suurempi, tutkittava yksikkö voi olla DEA-mallissa tehokas ja se on mukana muodostamassa tehokkuusrintamaa, jonka alle muut havaintoyksiköt sijoittuvat ja johon niitä verrataan. (Charnes ym. 1978.)

Tutkimuksen kohteena olevan havaintoyksikön *tehokkuusluku* saadaan yksikön radiaalina etäisyytenä muodostetusta tehokkuusrintamasta. Tehokkuusrintamalla olevat havainnot ovat täysin tehokkaita ja näiden havaintoyksiköiden tehokkuusluku on 1 (tai 100 prosenttia). Rintaman alapuolella olevien havaintoyksiköiden tehokkuus on ykköstä (tai 100 prosenttia) pienempi. DEA-menetelmää käytettäessä tulee ottaa huomioon, että saatavat tehokkuusluvut ovat *suhteellisia* riippuen tutkittavasta aineistosta. Siten saatavat tehokkuusluvut ovat käyviä vain siinä ai-

⁸ Koulutuspalvelujen tehokkuutta ja tuottavuutta on mitattu myös indikaattoreilla (Portela & Camanho 2005, 3), estimoimalla koulutuksen tuotantofunktiota perinteisellä regressioanalyysillä (Johnes 2004, 624), monitasomallinnuksella (Goldstein 1997, 378), stokastisella rintama-analyysillä (Aaltonen ym. 2006; Kirjavainen 2007) ja bootstrapping-simulointimenetelmin (Afonso & Aubyn 2006). Lisäksi koulutuksen tehokkuustutkimukselle on tyypillistä käyttää eri mittaamisen menetelmiä kaksivaiheisesti tehokkuuserojen ja niiden taustalla olevien syiden selvittämiseksi (ks. esim. Kirjavainen & Loikkanen 1998, Waldo 2002, Kuosmanen & Kortelainen 2007).

⁹ Myös päätöksentekoyksikkö (engl. Decision Making Unit (DMU)).

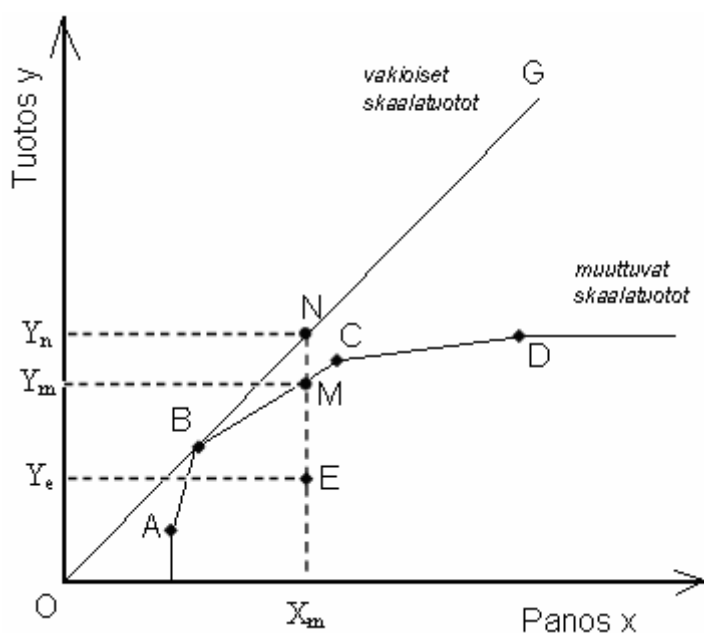
¹⁰ Esimerkiksi Honkatukia & Sulamaa (1999) arvioivat Suomen sähköjaketuverkko toimintaa DEA-menetelmällä.

neistossa, jota tehokkuuksien laskennassa on käytetty. Havaintoyksikkö on *suhteellisesti tehokas*, jos ja vain jos olemassa olevien todisteiden valossa muiden yksiköiden toiminnassa ei ole havaittavissa, että kyseisen yksikön panoksia tai tuotoksia voitaisiin parantaa huonontamatta sen toisia panoksia tai tuotoksia (Cooper, Seiford & Zhu 2004).

4.1 DEA-menetelmä graafisesti

DEA-mallissa aineistosta havaitaan ne yksiköt, jotka tuottavat panoksillaan suurimmat tuotosten määrät. Nämä yksiköt ovat DEA-mielessä tehokkaita ja muodostavat tehokkuusrintaman muille aineiston havaintoyksiköille. Vertaamalla rintaman alapuolelle jäävien tehottomien yksiköiden panoksia ja tuotoksia tehokkuusrintamalla sijaitsevien tehokkaimpien yksiköiden vastaaviin, saadaan kaikkien havaintoyksiköiden tehokkuus mitattua. Kuviossa 2 on esitetty tehokkuusrintaman määräytyminen viidelle panos- ja tuotosmääriltään eroavalle yksikölle pisteissä A, B, C, D ja E.

Kuvio 2. DEA-tehokkuusrintama vakioisten ja muuttuvien skaalatuottojen valitessa



Lähde: mukailten Kirjavainen & Loikkanen (1998, 379).

Kuviossa 2 tehokas yksikkö on yksikkö B, joka sijaitsee korkeimman tehokkuuden suoralla OG. Suora OG määrittää siis tehokkaimman tuotantoteknologian tuotoksen y tuottamiseksi panoksen x avulla, ja sitä kutsutaan tehokkuusrintamaksi vakioisten skaalatuottojen tilanteessa. Kaikki pisteet suoran OG alapuolella ovat tehottomia, sillä näissä pisteissä sijaitsevien yksiköiden tuottavuus on pienempi kuin yksikön B tuottavuus. (Kirjavainen & Loikkanen 1998, 379.) Tehokkuusrin-

taman muodostamisen jälkeen voidaan mitata kaikkien havaintoyksiköiden tehokkuutta. Tehokkuusrintamalla olevat havainnot (kuviossa 2 piste B) ovat täysin tehokkaita ja näiden havaintoyksiköiden tehokkuusluku on 1 (tai 100 prosenttia). Koska havainnot tehokkuusrintaman alapuolella eivät ole täysin tehokkaita, niiden saamat tehokkuuslukuarvot ovat ykköstä (tai 100 prosenttia) pienempiä ja riippuvat tehokkaiden havaintoyksiköiden tehokkuudesta. Tuotosorientoituneessa DEA-mallissa tehokkuusluku yksikölle pisteessä E lasketaan toteutuneen ja potentiaalisen tuotoksen perusteella ja tehokkuusluvuksi saadaan vakioisten skaalatuottojen vallitessa (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 11)

$$(2) \quad \frac{Y_e}{Y_n}, \text{ kun panostaso } X_m \text{ pysyy vakiona.}$$

Muuttuvien skaalatuottojen tilanteessa tehokkuusrintama on paloittain lineaarinen kulkien pisteiden A, B, C ja D kautta. Muuttuvien skaalatuottojen tilanteessa vain koulu pisteessä E on tehoton. Tuotosorientoituneessa DEA-mallissa panostason X_m pysyessä vakiona, tehokkain tuotoksen määrä yksikölle pisteessä E olisi tuotos Y_m tehokkuusrintamalla sijaitsevassa pisteessä M. Kuten edellä, tehokkuusluku yksikölle pisteessä E muuttuvien skaalatuottojen tilanteessa voidaan laskea toteutuneen tuotoksen ja maksimituotoksen suhteena

$$(3) \quad \frac{Y_e}{Y_m}, \text{ kun panostaso } X_m \text{ pysyy vakiona.}$$

4.2 DEA-menetelmä usealle panokselle ja tuotokselle¹¹

Graafisesti tehokkuuksien esittäminen on vaikeaa, jos tuotosten ja panosten yhteismäärä on suurempi kuin kolme. DEA-menetelmän suurin etu muihin tehokkuuden mittaamismenetelmiin on siinä, että se on yleistettävissä luontevasti myös suuremmalle joukolle panoksia ja tuotoksia. Esimerkiksi n havaintoyksikön m kappaleesta tuotoksia ja k kappaleesta panoksia havaintoyksikölle j havaittua tuotosvektoria merkitään y_{js} ja panosvektoria x_{jr} . Merkitsemällä tuotoksen painoja vektorilla μ_s ja panosten painoja vektorilla ν_r , saadaan tuotos- ja panosvektoreista muodostettua aggregaatit, joiden avulla tuottavuus havaintoyksiköille j voidaan esittää vektoritulojen avulla

$$(4) \quad \frac{\mu_1 y_{j1} + \mu_2 y_{j2} + \dots + \mu_m y_{jm}}{\nu_1 x_{j1} + \nu_2 x_{j2} + \dots + \nu_k x_{jk}} = \frac{\sum_{s=1}^m \mu_s y_{js}}{\sum_{r=1}^k \nu_r x_{jr}} = \frac{\mu' y}{\nu' x},$$

¹¹ Tämän luvun matemaattista esitystä ja DEA:n tulkintaa on ohjannut erikoistutkija Tarmo Rätty Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta.

missä $\mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m]$, $y = [y_{j_1}, y_{j_2}, \dots, y_{j_m}]$,
 $v = [v_1, v_2, \dots, v_k]$ ja $x = [x_{j_1}, x_{j_2}, \dots, x_{j_k}]$
 $v, \mu \geq 0$.

Panosten ja tuotosten painokertoimien v ja μ ei-negatiivisuusehto saadaan oletuksesta, että aggregaattituotoksen tai -panoksen lisäämisen täytyy aina näkyä aggregaatin nousuna.

DEA-menetelmässä ollaan tuottavuuden sijaan kiinnostuneita havaintoyksiköiden tehokkuudesta. Tehokkuus on skaalattu tuottavuusluku, joka lasketaan havaitun tuottavuuden suhteena maksimituottavuuteen. Havaintoyksikön ollessa täysin tehokas, sen tehokkuusluku on 1 (tai 100 prosenttia). Mitatun tuottavuuden suhde saavutettavissa olevan tuottavuuden maksimiin on siis aina enintään 1 (100 prosenttia). Panos- ja tuotosaggregaattien kertoimiksi voidaan valita vain sellaiset, jotka toteuttavat ehdon

$$(5) \quad \frac{\mu' y}{v' x} \leq 1 \Leftrightarrow \mu' y \leq v' x \Leftrightarrow \mu' y - v' x \leq 0.$$

DEA-menetelmä valitsee kertoimet jokaiselle havaintoyksikölle erikseen niin, että painotettu tuotosten ja panosten suhde maksimoituu. Matemaattisesti esitettynä yksiköiden tehokkuusluvut saadaan lineaarisen optimointiongelman ratkaisuna (ks. Charnes ym. 1978), joka maksimoi tutkittavan havaintoyksikön tehokkuuden

$$(6) \quad \max_{\mu, v} h_{i_0} = \frac{\mu' y_{i_0}}{v' x_{i_0}} \text{ jollekin } i_0 \in [1, 2, \dots, n].$$

Yhtälöä (6) ei kuitenkaan voida ratkaista yksiselitteisesti. Samaan tehokkuuslukuun päästää äärettömän monella kertoimien μ_{i_0} ja v_{i_0} arvolla, sillä kertomalla kaikki parametrivektorit jollain vakiolla, pysyy tehokkuus muuttumattomana. Sillä, mikä näistä parametrien μ_{i_0} ja v_{i_0} kombinaatiosta valitaan, ei ole merkitystä tehokkuuslukuun. Ongelman ratkaisu saadaan yksiselitteiseksi esimerkiksi valitsemalla painotettujen tuotosten vektori, joka toteuttaa ehdon

$$(7) \quad \mu' y_{i_0} = 1 \text{ jollekin } i_0 \in [1, 2, \dots, n].$$

Tällöin yhtälö (6) linearisoituu. Tuottavuustarkastelun orientaatio määrää normeerausyhtälön valinnan. Kokoamalla kaikki edellä mainittu yhteen, saadaan yksikön $i_0 \in [1, 2, \dots, n]$ tuotosorientoitunut tehokkuus laskettua mallilla, joka on muotoa

$$(8) \quad \max_{\mu, v} h_{i_0} = \frac{\mu' y_{i_0}}{v' x_{i_0}}$$

$$\begin{aligned} \text{ehdoilla} \quad & 1^\circ \mu' y_{i_0} = 1 \\ & 2^\circ \mu' y_j - \nu' x_j \leq 0 \quad \forall j = [1, 2, \dots, n], \\ & 3^\circ \nu, \mu \geq 0, \end{aligned}$$

josta edelleen

$$(9) \quad \max_{\mu, \nu} h_{i_0} = \frac{1}{\nu' x_{i_0}} \Leftrightarrow \min_{\mu, \nu} h_{i_0} = \nu' x_{i_0},$$

missä $i_0 \in [1, 2, \dots, n]$.

Merkitään ongelman (8) ratkaisevia parametrivektoreita ν^* ja μ^* . Tuotosorientoitunut tehokkuusluku on ehtojen 1° ja 2° seurauksena

$$(10) \quad \nu^* x_{i_0} \geq 1.$$

Jos yksikkö i_0 on tehoton, rajoite 2° ei ole sitova ja

$$(11) \quad \frac{\mu^* y_{i_0}}{\nu^* x_{i_0}} < 1.$$

Koska maksimointiongelman (8) nimittäjä on optimissa, tämän yksikön tehokkuutta voitaisiin parantaa nostamalla kaikkia tuotoksia $\nu^* x_{i_0}$ -kertaisiksi ilman, että rajoite 2° olisi uhattuna havainnolla i_0 . Yhtälön (8) optimi osoittaa kuinka monta prosenttia yksikön kaikkia tuotoksia voitaisiin vielä nostaa. Tämä kuvaa käyttämättömyyttä tuotospotentiaalia eli tuotosorientoituneessa mallissa tehottomuutta. Jos yksikkö i_0 on tehoton, sitä koskeva rajoite 2° yhtälössä (11) ei ole sitova, vaikka yksikön panoskäyttöä vähennettäisiin maksimissaan $\mu^* y_{i_0}$:lla.

Lisäämällä malliin tuotannon mittakaavan vaikutus, voidaan tutkia, miten panosmäärien muuttaminen vaikuttaa tuotoksen määrään. Vakioskaalatuottojen vallitessa panosten kasvattaminen/pienentäminen n-kertaiseksi kasvattaa/pienentää tuotoksen n-kertaiseksi. Vakioskaalatuottojen vallitessa tuottavuus ei siis riipu tuotannon volyyymistä. Muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa panosten kasvattaminen/vähentäminen muuttaa tuotoksen määrää eri suhteessa. Formaalisti esitettynä optimointifunktioon (6) ja rajoitteeseen 2° lisätään termi β kuvaamaan mittakaavan vaikutusta.

Tuotosorientoituneen DEA-mallin tapauksessa optimointiyhtälö muuttuvien skaalatuottojen tilanteessa saadaan muotoon

$$(12) \quad \max_{\mu, \nu} h_{i_0} = \frac{\mu' y_{i_0} + \beta}{\nu' x_{i_0}}$$

ja muuttuvan skaalan vaikutus nähdään yhtälöstä

$$(13) \quad \beta \neq 0 \Rightarrow n\nu'x_{i_0} \neq n\mu'y_{i_0} + \beta .$$

Lisäksi voidaan osoittaa yhteys β -termin ja skaalatuottojen välillä niin, että

$\beta=0$: vakioiset skaalatuotot,
 $\beta>0$: vähenevät skaalatuotot ja
 $\beta<0$: kasvavat skaalatuotot.

Tämän tutkimuksen empiirisessä osassa opiskelijoille lasketaan kaksi tehokkuuslukua tuotosorientoituneella DEA-mallilla muuttuvien skaalatuottojen vallitessa. Mallinnukseen valittujen muuttujien kohdalla ei voida olettaa panosmäärien n-kertaistamisen vaikuttavan tuotoksiin vakiosuhteessa muuttaen myös niiden määrän n-kertaiseksi, sillä panos- ja tuotosmuuttujien arvot eivät voi muuttua rajatta tai ylittää maksimiarvojaan. Tästä syystä tutkimuksessa estimoitavat tehokkuusluvut lasketaan muuttuvien skaalatuottojen DEA-malleilla¹².

4.3 Tehokkuuden jakaminen osiin

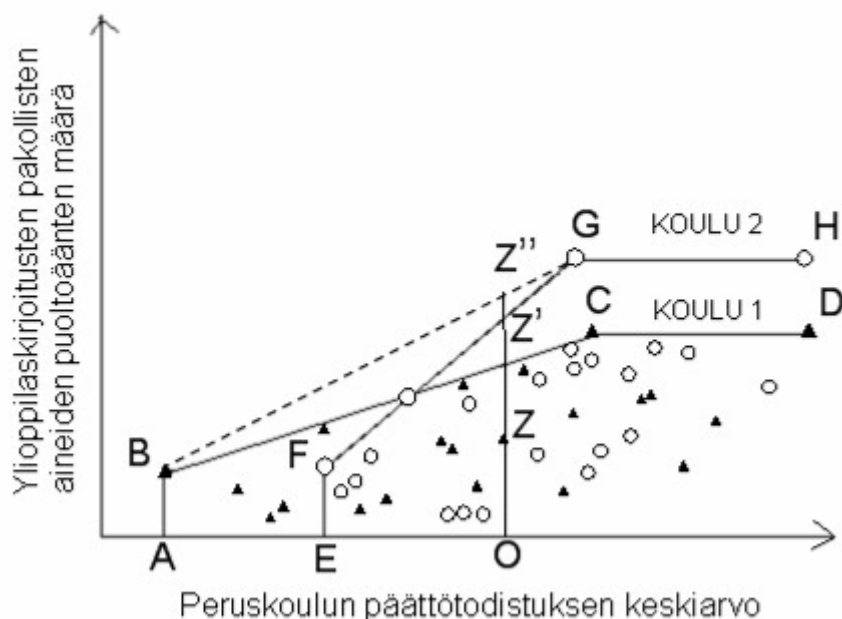
DEA-menetelmää on käytetty useissa koulutuksen tehokkuutta käsittelevissä tutkimuksissa koulujen ja koulutuksen järjestäjien tehokkuuden mittaamiseen. DEA-menetelmän käyttö yksilötasolla on laajentunut kuitenkin vasta viime vuosina alkaen Thanassouluksen (1999), Portelan ja Thanassouluksen (2001) ja Thanassouluksen ja Portelan (2002) tutkimuksista. Tässä tutkimuksessa opiskelijan tehokkuus jaetaan hänestä itsestään johtuvaan ja hänen käymästään koulusta johtuvaan osaan Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämällä menetelmällä¹³. Menetelmää voidaan käyttää myös muiden taloustoimijoiden tehokkuuden osatekijöiden tarkasteluun. Menetelmän avulla yksiköiden välisten tehokkuuserojen taustalla olevat tekijät saadaan selville, kun tehottomuuden syy pystytään kohdentamaan joko havaintoyksiköstä (esimerkiksi opiskelijasta) tai tutkimukseen valitusta vertailukohdasta (esimerkiksi opiskelijan käymästä koulusta) johtuvaksi. Tämä puolestaan auttaa yksittäisiä kouluja kohdentamaan voimavarojaan entistä tehokkaammin parantaakseen opiskelijoidensa tutkintomenestystä tulevaisuudessa. (Thanassoulis & Portela 2002, 184-185.)

¹² Ks. Portela & Thanassoulis (2001), Thanassoulis & Portela (2002), Portela & Camanho (2005).

¹³ Aikaisemmissa DEA-menetelmällä tehdyissä tehokkuustutkimuksissa koulujen tehokkuus on jaettu johtamiseen ja politiikkaan liittyviin tekijöihin (ks. Charnes ym. 1981).

Kuviossa 3 on esitetty graafisesti tehokkuuden jakaminen osiin tilanteessa, jossa panosmuuttujana on opiskelijan aiempi koulumenestys ja tuotosmuuttujana hänen menestyksensä ylioppilastutkinnossa. Kuviossa 3 koulujen 1 ja 2 opiskelijat on sijoitettu panos- ja tuotosmääriensä mukaan koordinaatistoon, jossa koulun 1 opiskelijoita merkitään mustalla kolmiolla ja koulun 2 opiskelijoita valkoisella ympyrällä.

Kuvio 3. DEA-tehokkuusrintamat esimerkkikouluille 1 ja 2



Lähde: Thanassoulis & Portela (2002, 186).

Tehokkaimpien opiskelijoiden suoriutumisen perusteella muodostettua tehokkuusrintamaa muuttuvien skaalatuottojen vallitessa kuvaa koululle 1 paloittain lineaarinen rintama ABCD ja koululle 2 rintama EFGH. Yksittäisten koulujen tehokkuusrintamista koulujen tehokkuusrintamien lineaarikombinaationa muodostettu kaikkien koulujen tehokkaimpien opiskelijoiden rintama on kuviossa 3 rintama ABGH. Rintamien alueet BA, FE, GH ja CD ovat osa tehokkuusrintamaa, mutta niillä sijaitsevat yksilöt eivät ole täysin tehokkaita, sillä alueiden ääripisteet B, F, G ja H ovat tehokkaampia joko pienemmällä panosmäärällä tai suuremmalla tuotosmäärällä. Opiskelijat tehokkuusrintaman alapuolella ovat suhteellisesti tehotomia tehokkuusrintamalla oleviin opiskelijoihin nähden. (Thanassoulis & Portela 2002, 185-186.)

Vertaamalla opiskelijan sijaintia panos-tuotos-koordinaatistossa oman koulunsa tehokkuusrintamaan (opiskelija suhteessa oman koulunsa muihin opiskelijoihin) ja toisaalta kansallista taso kuvaavaan tehokkuusrintamaan (opiskelija suhteessa

kaikkien koulujen kaikkiin opiskelijoihin) saadaan määritettyä opiskelijan tehokkuus vertailujoukkoon nähden¹⁴. Kuviossa 3 koulun 1 opiskelijan pisteessä Z tehokkuus oman koulunsa muihin opiskelijoihin verrattuna on pisteen Z radiaalinen etäisyys tehokkuusrintamasta ABCD eli suhde

$$(14) \quad DEA_OMA_z = \frac{OZ}{OZ'},$$

missä Z' on opiskelijan Z suurin saavutettavissa oleva tuotoksen taso, jonka hän olisi voinut saavuttaa panostekijät huomioon otettuna suhteessa oman koulunsa tasoon. Tehokkuuslukua (14) kutsutaan *opiskelijan Z DEA-tehokkuudeksi oman koulunsa muihin opiskelijoihin nähden* ja merkitään jäljempänä tutkimuksen empiirisessä luvussa termillä DEA_OMA . Koska vertaus tehdään koulun sisällä samaa koulua käyvien opiskelijoiden kesken, ei tehokkuusluvusta (14) voida erottaa koulun vaikutusta opiskelijan menestykseen. Näin ollen tehokkuusluku DEA_OMA kuvaa opiskelijasta itsestään johtuvia tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä eli hänen omien panostustensa vaikutusta opintomenestykseen. (Thanassoulis & Portela 2002, 187.)

Vastaavasti kuviossa 3 opiskelijan Z etäisyys kansallisesti tehokkaimpien muodostamasta tehokkuusrintamasta ABGH on

$$(15) \quad DEA_KAIKKI_z = \frac{OZ}{OZ''},$$

missä Z'' on opiskelijan Z suurin saavutettavissa oleva tuotoksen taso, jonka hän olisi voinut saavuttaa panostekijät huomioon ottaen suhteessa kaikkien koulujen kaikkiin opiskelijoihin. Tehokkuuslukua (15) kutsutaan *opiskelijan Z DEA-tehokkuudeksi kaikkien koulujen kaikkiin opiskelijoihin nähden* ja merkitään jäljempänä tutkimuksen empiirisessä luvussa termillä DEA_KAIKKI . Tämä tehokkuusluku kuvaa opiskelijan yleistä tehokkuutta kaikkien opiskelijoiden muodostamaan kansalliseen tasoon nähden. (Thanassoulis & Portela 2002, 186-187.)

Tehokkuuslukujen (14) ja (15) suhteena

$$(16) \quad DEA_KOULU_z = \frac{OZ'}{OZ''} = \frac{OZ}{OZ''} \Big/ \frac{OZ}{OZ'}$$

saadaan *opiskelijan Z käymän koulun tehokkuus suhteessa muihin kouluihin*. Tätä tehokkuuslukua merkitään DEA_KOULU . Tehokkuusluku (16) kuvaa siis sitä osaa opiskelijan Z tehokkuudessa, jonka voidaan osoittaa johtuvan opiskelijan Z

¹⁴ Thanassoulis ja Portela (2002, 186) kutsuvat tehokkuusrintamia kuvaavammin englanninkielisin termein ”pupil-within-school boundary” (kuviossa 3 rintamat ABCD ja EFGH) ja ”pupil-within-all-schools boundary” (kuviossa 3 rintama ABGH).

käymästä koulusta. Tässä tutkimuksessa suomalaisten lukioiden tehokkuutta analysoidaan vertaamalla lukiokohtaisiksi keskiarvoiksi aggregoituja, opiskelijan panostekijät huomioon ottavia, tehokkuuksia (DEA_KOULU).

Kolmen edellä esitellyn DEA-tehokkuuden välille saadaan yhteys

$$(17) \quad \frac{OZ}{OZ''} = \frac{OZ}{OZ'} * \frac{OZ'}{OZ''},$$

missä opiskelijan yleinen menestys (15) on tulo opiskelijan omista ponnisteluista (14) ja opiskelijan käymän koulun vaikutuksesta (16) opiskelijan menestykseen. Havaitsemalla eri tekijät opiskelijan menestyksen taustalla, voidaan ilmenevää tehottomuutta vähentää kohdentamalla toiminnan tehostamispaineet ”todellisiin syyllisiin” opiskelijan heikon koulumenestyksen taustalla. (Thanassoulis & Portela 2002, 188-189.)

Vastaavasti voidaan määrittää tehokkuudet opiskelijalle pisteessä X, joka on muodostamassa oman koulunsa 2 tehokkuusrintamaa. Opiskelijan X DEA-tehokkuus oman koulunsa muihin opiskelijoihin nähden

$$(18) \quad DEA_OMA_x = \frac{OX}{OX'} = \frac{OX'}{OX'} = 1,$$

eli opiskelija on täysin tehokas oman koulunsa muihin opiskelijoihin verrattuna. Kuitenkin opiskelijan X tehokkuus kaikkien koulujen kaikkiin opiskelijoihin nähden on

$$(19) \quad DEA_KAIKKI_x = \frac{OX}{OX''} < 1.$$

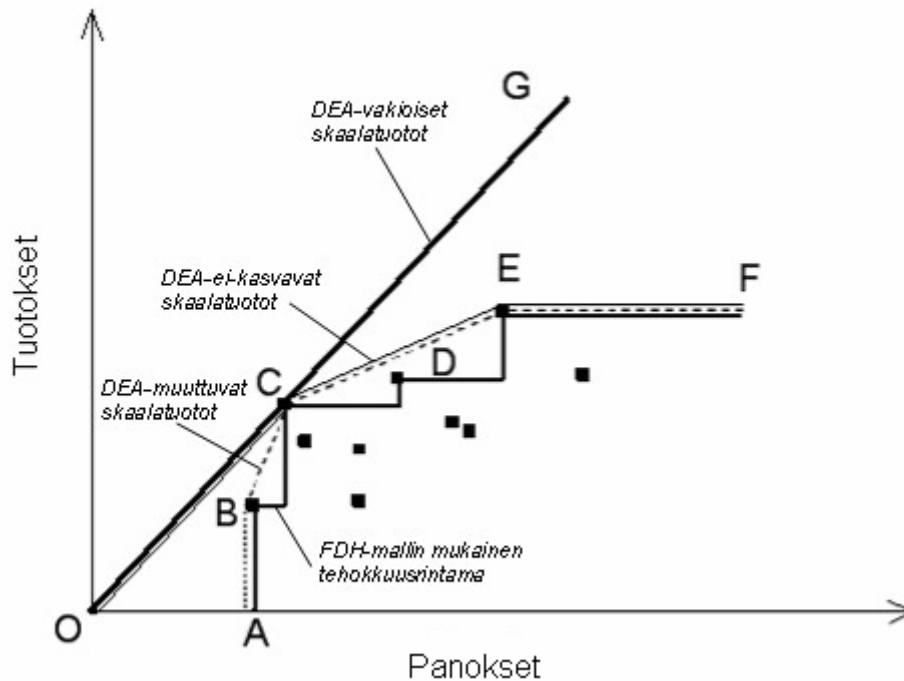
Tämä kuvaa opiskelijan X tehottomuutta kansalliseen tasoon verrattuna. Koska opiskelija X on täysin tehokas oman koulunsa tasoon nähden, voidaan havaittu tehottomuus osoittaa johtuvaksi opiskelijan käymän koulun tehottomuudesta. Jotta opiskelijan X tehokkuus paranisi, pitäisi tehokkuuden lisäämiseksi tarvittavien panostusten tulla opiskelijan käymän koulun tehokkuuden parannuksina. Vertaamalla samoihin tuotoksiin yltävien tai samalla resurssitasolla toimivien koulujen opiskelijoiden tehokkuutta, saadaan havaittua tehokkuuseroja toiminnaltaan samanlaisten koulujen kesken. Tehokkuuserojen havainnoinnin lisäksi voivat alhaisemman tehokkuuden koulut pyrkiä parantamaan tehokkuuttaan vertailuyksikköinä olevien tehokkaampien koulujen toimintaa jäljittelemällä.

4.4 FDH-tehokkaat havaintoyksiköt

Tässä tutkimuksessa aineiston koko luo haasteen DEA-menetelmän mukaisten tehokkuuslukujen laskentaan. Ongelma pyritään ratkaisemaan rajaamalla tehok-

kuuslukujen mittaamisen ensimmäisessä vaiheessa joukko DEA-malleissa mahdollisesti tehokkaista yksiköistä Free Disposal Hull (FDH) -menetelmällä (Tulkens 1993). DEA-menetelmässä tutkittava yksikkö *voi olla* tehokas, jos millään muulla aineiston havaintoyksiköllä mikään panosten määrä ei ole pienempi, ja minkään tuotoksen määrä ei ole suurempi kuin tutkittava yksiköllä. Tämä on välttämätön, muttei kuitenkaan riittävä ehto DEA-tehokkuusrintamalla olemiseen, sillä menetelmä hyväksyy myös vapaan yhdisteltävyyden eli lineaarikombinaatiot. FDH-menetelmässä puolestaan tehokas havaintoyksikkö *on* se, jolle mikään panosten määrä ei ole pienempi ja minkään tuotoksen määrä ei ole suurempi kuin tutkittava yksiköllä (dominanssikriteeri). FDH- ja DEA-menetelmien ero tehokkuusrintamien muodostamisessa on esitetty kuviossa 4, jossa havaintoyksiköt on merkitty panos-tuotos-avaruuteen mustilla neliöillä.

Kuvio 4. FDH-menetelmän ja eri DEA-mallien mukaiset tehokkuusrintamat



Lähde: mukailten Tulkens (1993, 185).

FDH-menetelmän oletusten mukaan tehokkuusrintaman muodostamiseen riittää dominanssikriteerin täyttyminen. FDH-tehokkaita ovat ne havainnot, joiden tuotost määrät ovat yhtä suuria tai suurempia kuin muilla saman panostason havainnoilla, tai joiden panosmäärä on yhtä pieni tai pienempi kuin muilla saman tuotostason havaintoyksiköillä. Kuviossa 4 tätä FDH-mallin mukaista tehokkuusrintamaa on merkitty oikeimman puoleisella yhtenäisellä viivalla kulkien havainnoiden ääripisteiden A, B, C, D, E ja F kautta. (Tulkens 1993, 185.)

Vertailuksi kuviossa 4 on esitetty myös DEA-menetelmän mukaiset tehokkuusrintamat vakioisten, ei-kasvavien ja muuttuvien skaalatuottojen tilanteessa. DEA-menetelmän mukainen tehokkuusrintama muuttuvien skaalatuottojen vallitessa on katkoviivalla merkitty paloittain lineaarinen suora ABCEF (kuvio 4). Muuttuvien skaalatuottojen vallitessa DEA-menetelmä olettaa tehokkuusrintaman konveksisuuden havaintojoukossa, jolloin FDH-menetelmässä tehokas havainto pisteessä D jää pois muuttuvaskaalatuottoisen DEA:n mukaisesta tehokkaimpien yksiköiden muodostamasta vertailujoukosta (kuvio 4). Jokainen DEA-menetelmän avulla muodostetun tehokkuusrintaman piste on lineaarikombinaatio toteutuneista havaintoyksiköistä kattaen myös FDH-menetelmän mukaiset tehokkaat havainnot. Ei-kasvavien skaalatuottojen DEA-menetelmän mukainen tehokkuusrintama on kuvattu kuviossa 4 ohuena viivana kulkien pisteiden O, C, E ja F kautta. Vakioisten skaalatuottojen vallitessa DEA-menetelmän mukainen tehokkuusrintaman on suora OG (ks. Charnes ym. 1978), joka kattaa kaikki kolme edellä mainittua tehokkuusrintamaa ja kulkee tarkastelupisteistä vain pisteen C kautta. (Tulkens 1993, 185-186.)

Suurimpana erona DEA- ja FDH-menetelmien välillä on ero tehokkuusrintaman muodossa. FDH-menetelmä ei vaadi tehokkuusrintamalta konveksisuutta, jolloin poistuu tarve lineaarikombinaationa saatavien kuvitteellisten rintamien muodostamiseen, ja saatava tehokkuusrintama muodostuu vain todellisten äärihavaintojen mukaan. Poimimalla mahdollisesti tehokkaiden havaintojen joukko FDH-menetelmän avulla, saadaan toisessa vaiheessa tehokkuuslukuja laskettaessa DEAmallin vertailuun käytettävän aineiston koko pienemmäksi. Mahdollisesti tehokkaiden havaintojen poimiminen FDH-menetelmällä ei sisällä riskiä väärin havaintojen poimimisesta, sillä kuten kuviosta 4 havaitaan, DEA-menetelmän mukaan tehokkaat yksiköt ovat aina tehokkaita myös FDH-mallissa (Afonso & Aubyn 2004, 29; Tulkens 1993).

4.5 Katsaus aiempiin tutkimuksiin

DEA-menetelmän käyttö taloustoimijoiden tehokkuuden mittaamisessa on viime vuosikymmeninä laajentunut ja keskittynyt erityisesti julkiseen talouteen liittyviin tehokkuustarkasteluihin. DEA-menetelmällä tehdyt tutkimukset pyrkivät usein sekä analysoimaan menetelmän käyttökelpoisuutta ja soveltuvuutta kyseisen aineiston tutkimiseen että varsinaisesti mittaamaan tehokkuuseroja erilaiset toimintayksiköiden välillä (Kirjavainen & Loikkanen 1998). *Suomalaisella aineistolla* lukiokoulutuksen tehokkuutta DEA-menetelmällä ovat tutkineet Kirjavainen ja Loikkanen (1993; 1998) koulutason aineistolla. Tutkimuksissa lukioille lasketaan DEA-tehokkuusluvut usealla eri mallilla keskimääräisen tehokkuuden ollessa 82-84 prosenttia vuosina 1988–1991. Tutkimuksessa mukaan kaikista tehokkaimpien ja toisaalta tehottomimpien lukioiden sijainti tehokkuuslukujen perusteella muodostetussa paremmuusjärjestyksessä oli varsin pysyvää, kun taas monen keskimääräisen tehokkuuden koulun asema muuttui merkittävästi. Tutkimuksen toisessa

vaiheessa havaittujen tehokkuuserojen taustalla olevia tekijöitä mallinnetaan tilastollisin menetelmin ja havaitaan, että merkittävänä koulujen tehokkuuteen vaikuttavana tekijänä on opiskelijoiden vanhempien koulutustaso. On kuitenkin otettava huomioon, ettei tutkimuksissa ole kontrolloitu opiskelijoiden lähtötasoa eli aiempaan koulumenestystä lukio-opintojen alkaessa yksilötason tietojen pohjalta.

Kansainvälisiä lukiokoulutusta DEA-menetelmällä käsitelleitä tutkimuksia on peruskoulu- ja korkeakoulututkimuksia vähemmän. Esimerkiksi Portela ja Camanhon (2007) mittaavat portugalilaisten toisen asteen oppilaitosten suoriutumistasoa DEA-menetelmällä sosiaalisesta ja hallinnollisesta näkökulmasta ja jakavat opiskelijan kokonaistehokkuuden osiin selvittääkseen opiskelijan käymän koulun vaikutuksen opiskelijan menestykseen. Lisäksi tehottomille kouluille pyritään löytämään tehokkaita vertailuyksiköitä, joiden toimintaa mukailamalla tehottomat koulut voivat parantaa toimintojaan. Valitettavasti aineistorajoitteiden vuoksi tulokset jäivät vähäisiksi tutkimuksen keskittyessä enemminkin menetelmän kuvaamiseen.

Yksilötason aineistolla tehtyjä tutkimuksia on huomattavasti vähemmän. Suurimpana syynä yksilöaineistoja käyttävien DEA-tehokkuustutkimusten vähäiseen määrään ovat aineiston laajuuden mukanaan tuomat vaikeudet DEA-tehokkuuslukujen mallinnuksessa (Johnes 2004, 650). Portela ja Thanassoulis (2001) mittaavat yksilötason aineistolla opiskelijoiden tehokkuuksien lisäksi myös opetusryhmien ja koulujen tehokkuutta. Thanassouluksen ja Portelan (2002) mukaan koulujen keskimääräinen tehokkuus opiskelijantason tehokkuuksien perusteella on noin 83 prosenttia englantilaisella aineistolla, mikä on samaa luokkaa Kirjavaisen ja Loikkasen (1998) koulutason aineistolla saamien tulosten kanssa. Thanassouluksen ja Portelan (2002, 193-194) mukaan sekä opiskelijoilla itsellään että opiskelijan käymällä koululla on varaa parantaa tehokkuuttaan opiskelijan menestymisen parantamiseksi pääpainon ollessa opiskelijoilta itseltään tulevilla ponnisteluilla. Yksilötason tutkimuksessaan Waldo (2007) mittaa vuoden 1999 aineistolla ruotsalaisten lukiolaisten tehokkuuksia DEA-menetelmän kaltaisella etäisyysfunktio menetelmällä saaden korkeita tehottomuuksia yksilötasolla, mutta ei havaitse tehokkuuseroja tutkimuksen kiinnostuksen kohteena olevien toisen asteen koulutusohjelmien välillä. Tutkimuksen kannalta merkittävimmät aiemmat tutkimukset on esitelty muuttujien, käytetyn aineiston ja tärkeimpien tulevien osalta liitteessä 1.

4.6 Menetelmän arviointi

DEA-menetelmän niin kuin muidenkin koulutuksen tehokkuuden mittaamiseen käytettyjen menetelmien hyödyllisyys riippuu saatavilla olevasta aineistosta, ja sen sisältämien muuttujien relevanssista tutkimusongelmaan nähden (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 3). Optimaalisimmillaan koulutuksen tehokkuustutkimukseen valittava malli sisältää kaikki koulutusprosessiin vaikuttavat tekijät ja niiden vai-

kutuksen kaikkiin koulutuksesta saataviin tuotoksiin. Koska kaikista koulutuksen tuotoksista ei ole selvyyttä, perustetaan muuttujien valinta useissa tutkimuksissa organisaatiotasoon, aiempaan tutkimustietoon ja käytettävissä olevaan aineistoon (Johnes 2006a, 276).

DEA-menetelmän etuna muihin koulutuksen tehokkuuden mittaamisessa käytettyihin menetelmiin on mahdollisuus ottaa mallinnukseen samanaikaisesti mukaan useita panos- ja tuotosmuuttujia. Tämä on tärkeää erityisesti julkisrahoitteisten palvelujen tehokkuutta arvioitaessa, sillä on luonnollista olettaa esimerkiksi koulutuspalvelujen kohdalla monien eri tekijöiden vaikuttavan koulutusprosessista saataviin useisiin tuotoksiin. DEA-malleihin sisällytettävien muuttujien valinta on kuitenkin haastavaa, sillä ei-parametrisenä menetelmänä DEA ei sisällä vakiintunutta tilastollista testiä mallinnuksessa käytettävien panos- ja tuotosmuuttujien merkitsevyyden arviointiin. Muuttujien merkitsevyyden testaamiseen on kehitetty muun muassa Pastorin testi (Pastor, Ruiz & Sirvent 2002), jonka käyttö DEA-tutkimuksissa on kuitenkin ollut toistaiseksi melko vähäistä.

Teoriakirjallisuudessa on vähän tietoa siitä, miten muuttujien välinen *multikollineaarisuus* vaikuttaa DEA-malleilla saataviin tehokkuuslukuihin (Johnes 2004, 653). Tilastollisten menetelmien yhteydessä muuttujien välinen korrelaatio johtaa harhaisiin tuloksiin tehokkuuslukuja laskettaessa, ja on olemassa joitakin viitteitä korrelaation aiheuttavan ongelmia myös DEA-menetelmää käytettäessä (Johnes 2004, 655). *Mittausvirheen* vaikutusta DEA-tehokkuuslukuihin on tarkasteltu sen jälkeen, kun menetelmän suosio erityisesti julkisrahoitteisten palvelujen toiminnan arvioinnissa on kasvanut. Kuten tässä tutkimuksessa, mittausvirheistä johtuvaa harhaa tehokkuuslukuissa voidaan pyrkiä pienentämään aggregoimalla yksityiskohtaisemmilla organisaatiotasolla lasketut tehokkuudet laajemmille tasoille. Tällöin mittausvirheistä johtuva harha pienenee yli- ja aliarviointien kumotessa toisiaan. (Ruggiero 2006, 327-328.)

Koska DEA-malleissa käytettävien muuttujien valintaan ei ole olemassa selkeää teoriaa, tulee *puuttuvien muuttujien* vaikutus saatuihin tehokkuuslukuihin ottaa huomioon tulosten analysointia tehtäessä. Kuten tässä tutkimuksessa, mallista pois jätettyjen muuttujien vaikutusta laskettaviin DEA-tehokkuuksiin voidaan analysoida laskemalla tehokkuudet usean panos- ja tuotosmuuttujiltaan eroavan mallin avulla ja vertailemalla saatuja tehokkuuslukuja (ks. Johnes 2004, 656). Taustamuuttujien vaikutusten arviointi on hankalaa, sillä tilastollisille malleille tyypillisiä Dummy-muuttujia ei voida sisällyttää DEA-malleihin (Johnes 2004, 658). Taustamuuttujien vaikutusta DEA-tehokkuuslukuihin voidaan tarkastella joko tuloksia luokittelemalla tai kaksivaiheisella menetelmällä, jossa saatuja tehokkuuslukuja selitetään toisessa vaiheessa tilastollisin menetelmin¹⁵.

¹⁵ Mainittujen lisäksi Johnesin (2004, 658 Soteriou ym. 1998 mukaan) tutkimuksessa on esitelty menetelmä, jonka avulla voidaan DEA-mallinnukseen ottaa mukaan taustamuuttujien vaikutus saataviin tehokkuuslukuihin.

Tuottavuuden muutos yli ajan voidaan DEA-malleissa laskea Malmquist-indeksin avulla (ks. Grosskopf & Mountray 2001, 2). *Malmquist-indeksi* mittaa kokonaisuuttavuuden muutosta ja muodostuu kahden eri periodin etäisyysfunktiona (Honkatukia & Sulamaa 1999, 12). Indeksien laskeminen edellyttää saman havaintoyksikön peräkkäisten vuosien tehokkuuslukujen vertaamista keskenään, joten indeksin arvo voidaan laskea vain niille havainnoille, jotka pysyvät aineistossa vuodesta toiseen. (Ollikainen 2007, 7.) Tässä tutkimuksessa ylioppilastutkintoon osallistuvat opiskelijat vaihtuvat vuosittain, joten vuosien välinen vertailu yksilötasolla Malmquist-indeksiä käyttäen on mahdotonta. Sen sijaan Malmquist-indeksin arvo voitaisiin laskea koulukohtaisille keskimääräisille tehokkuuksille ja verrata näin kunkin lukion tuottavuuden muutosta eri ajankohtien välillä.

DEA-menetelmän avulla voidaan tutkia erilaisia havaintoyksiköihin liittyviä tehokkuuden lajeja, esimerkiksi teknistä, kustannus- tai skaalatehokkuutta. Muuttuvien skaalatuottojen vallitessa tehokkuusrintama muodostuu paloittain lineaarisena käyränä kulkien aineiston tehokkaimpien yksiköiden kautta. Tästä johtuen muuttuvaskaalatuottoisessa mallissa ongelmia aiheuttavat erityisen pienet ja erityisen suuret havaintoyksiköt, jotka saattavat nousta tehokkuusrintamalle vain siksi, ettei niille löydy vertailuyksiköitä omasta luokastaan (Ollikainen 2007, 7). Toisaalta ei-parametristen menetelmien etuna on niiden kyky erottaa tehottomille yksiköille samalla panos- ja tuotosyhdistelmällä toimivia tehokkaampia vertailuyksiköitä, joiden toimintamalleja jäljittelemällä tehokkuudeltaan alhaisemmat yksiköt voivat parantaa omaa tehokkuuttaan (Johnes 2004, 663).

DEA-menetelmällä lasketuilla tehokkuusluvuilla on tiettyjä ominaisuuksia. Yleensä mitä enemmän panos- ja/tai tuotosmuuttujia DEA-malliin sisällytetään, sitä suurempi suhteellinen osuus tarkasteluyksiköistä on odotetusti täysin tehokkaita ja sitä korkeammaksi odotettu keskimääräinen tehokkuus muodostuu. Tämä johtuu muuttujien määrän lisääntymisen aiheuttamasta tehokkaiden panos- ja tuotosyhdistelmien määrän kasvusta, mikä johtaa havaintoyksiköiden vertailukohtien vähenemiseen ja täysin tehokkaiden havaintoyksiköiden määrän lisääntymiseen. DEA-menetelmää käytettäessä ongelmia aiheuttaa laskettujen tehokkuuslukujen suhteellisuus parhaiten menestyneiden yksiköiden tehokkuuksia tutkittaessa. Kun DEA antaa tulokseksi enemmän kuin yhden täysin tehokkaan havaintoyksikön, ei näiden yksiköiden välille tekemään eroa (Kirjavainen 2007, 6).

5 Lukiotehokkuuden mallintamisessa käytettävät aineistot, muuttajat ja mallit

DEA-menetelmän panos- ja tuotosmuuttujien valintaan ei ole olemassa vakiintunutta menetelmää, eikä tilastollisten menetelmien tapaan vakiintunutta testiä valittujen muuttujien merkitsevyyden mittaamiseksi. Muuttujien valinnan vaikutusta laskettaviin tehokkuuslukuihin voidaan tarkastella esimerkiksi laskemalla tehokkuudet usean panos- ja tuotosmuuttujiltaan eroavan mallin kautta ja vertaamalla saatuja tuloksia. Myös aineistot luovat rajoitteita ja toisaalta antavat mahdollisuuksia uusien panos- ja tuotosmuuttujien mallinnukseen. Tässä luvussa tutustutaan muuttujien valintaan koulutuksen tehokkuustutkimuksessa ja perustellaan tutkimuksen panos- ja tuotosmuuttujien valintaa aiempien tutkimusten kautta teoreettisella viitekehyksellä. Luvussa tutustutaan myös tutkimuksen empiirisessä osassa DEA-tehokkuuslukujen laskennassa käytettäviin neljään eri malliin. Luvussa 5.4 esitellään tutkimusaineisto kuvailevien tunnuslukujen avulla.

5.1 Tutkimusaineisto

Koulutuksen tehokkuustutkimusten määrän lisääntymisen taustalla on erityisesti aineistojen kehittyminen, joskin Yhdysvalloissa laajoja yksilötason aineistoja on käytetty koulutuksen tutkimuksissa jo 70-luvulta lähtien¹⁶. Koulutuksen tehokkuutta käsittelevissä taloustieteen tutkimuksissa on perinteisesti keskitytty koulujen, koulupiirien tai koulutuksen järjestäjien tehokkuuden mittaamiseen ja vertailuun. Kansainvälisesti koulutuksen tehokkuustutkimusten määrä on suuri kattaen muun muassa suomalaisella (Kirjavainen 2007; Häkkinen ym. 2003; Kirjavainen & Loikkanen 1998), ruotsalaisella (Waldo 2002), norjalaisella (Borge & Naper 2005), portugalilaisella (Portela & Camanho 2005; 2007) ja englantilaisella (Portela & Thanassoulis 2001; Thanassoulis & Portela 2002; Jenkins ym. 2005) aineistoilla tehtyjä tutkimuksia. Kuten edellä todettua, yksilötasolla DEA-menetelmällä tehtyjen toisen asteen koulutuksen tehokkuutta käsittelevien tutkimusten määrä on vähäinen.

Tässä tutkimuksessa opiskelijoiden tehokkuuden mittaamisessa käytettävä yksilötason aineisto on saatu käyttöön Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta (VATT). Aineisto sisältää vuosina 2000–2004 ylioppilastutkintoon osallistuneet opiskelijat vuosittaisten havaintojen määrän ollessa noin 30 000 yksilöä. Opiskelijoiden tehokkuutta tutkittaessa perusjoukkona on Manner-Suomen lukioissa vuonna 2000 ja 2004 ylioppilastutkinnon suorittamiseen osallistuneet opiskelijat. Joidenkin muuttujien kuvailussa keski- ja hajontalukuja esitetään kaikilta viideltä vuodelta muutoksen havainnollistamiseksi. Tutkimusaineisto on huomattavasti

¹⁶ The National Longitudinal Study of the High School Class of 1972 (NLS-72) on yksi ensimmäisistä yksilötason aineistoista maailmassa (US Department of Education 2007).

suurempi aiempiin yksilötasolla lukiotehokkuutta mitanneisiin tutkimuksiin verrattuna. Lisäksi tässä tutkimuksessa käytettävä aineisto poikkeaa aiempien tutkimusten aineistoista kattavuudeltaan, sillä aineisto käsittää tiedot kaikista Manner-Suomessa lukiokoulutuksen päivälukioissa suorittaneista opiskelijoista.

Aineiston tiedot on koottu peruskoulun päättötodistustietojen osalta Opetushallituksen ylläpitämästä yhteisvalintarekisteristä ja ylioppilastutkintotietojen osalta Ylioppilastutkintolautakunnalta. Tiedot on yhdistetty yhtenäiseksi aineistoksi kohdistamalla jokaisen havainnon tiedot sosiaaliturvatunnusten mukaan. Opiskelijoiden sosioekonomista taustaa kuvataan keskimääräisillä opiskelijoiden vanhempien koulutus- ja ansiotasoon sekä ammattiasemaan ja perheen muotoon liittyvillä muuttujilla, jotka ovat opiskelijoiden vanhempien tiedoista laskettuja koulukohtaisia keskiarvoja. Nämä tiedot on saatu Tilastokeskuksesta ja kohdistettu aineistoon koulun tunnuksen perusteella. Lisäksi aineistoon on liitetty kunta- ja aluetietoja opiskelijoiden käymän koulun sijaintikunnan perusteella Tilastokeskuksen ylläpitämästä Altika-tietokannasta.

Vertailukelpoisuuden lisäämiseksi tutkimusaineistosta on poistettu aikuislukioita ja lukioiden aikuislinjoja käyvät opiskelijat, sillä näiden koulujen toiminta poikkeaa merkittävästi päivälukioista tutkintovaatimusten osalta. Samasta syystä aineistosta on poistettu kansalaisopistoissa lukion oppimäärän suorittaneet opiskelijat. Lisäksi aineistosta on poistettu erikoistehtävän saaneita kielikouluja, joissa ei suoriteta suomalaista ylioppilastutkintoa, ja jotka eivät tämän takia ole muun aineiston kanssa vertailukelpoisia tuotosmuuttujia muodostettaessa. Aineistosta on poistettu myös Rudolf Steiner -koulujen opiskelijat puutteellisten peruskoulun päättötodistustietojen vuoksi, kuten myös ne muutamat havainnot, joiden yläasteen päättö- tai ylioppilastutkintotiedot olivat puutteelliset. Kaikkien rajausten jälkeen aineisto käsittää vuoden 2000 osalta 435 lukion 31 897 ja vuoden 2004 osalta 31 703 ylioppilaskirjoituksiin osallistunutta opiskelijaa. Aineiston kuvailua ja tulosten esittelyä varten aineistoa on yhdistelty eri organisaatiotasolle. Kuitenkin kaikki tehokkuusluvut on laskettu DEA-menetelmällä alkuperäisellä opiskelijatason aineistolla.

5.2 Muuttujat

Ideaalitapauksessa koulutuksen tehokkuutta mittaava malli kuvaa oikealla tavalla resurssien ja niiden avulla saatavien tuotosten suhdetta, ja kaikki oppimistapahtumaan liittyvät tekijät on otettu huomioon malliin valituissa panos- ja tuotosmuuttujissa. Koulutuksen tehokkuutta tutkittaessa panos- ja tuotosmuuttujien määrittäminen ei kuitenkaan ole yksiselitteistä koulutusorganisaatioiden ja opetusprosessin erityispiirteiden vuoksi. Koulutuksen tehokkuustutkimusten suuresta määrästä huolimatta ei ole yksiselitteistä teoriaa koulutusprosessiin vaikuttavista tekijöistä.

Mallinnukseen valittavien muuttujien tulee kuvata tutkimuksen kohteena olevaan organisaatioon oleellisesti vaikuttavia tekijöitä (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 35), ja muuttujien valinnan taustalla tulee olla koulutuksen tuottavuustutkimuksen perusta, koulutuksen tuotantofunktio. Muuttujien valinnassa koulutus pitää käsittää kasautuvana prosessina, johon vaikuttavat myös aiempien periodien panokset (Hanushek 1986, 1155). Yleisimmin muuttujien valinnan perustalla ovat aiemmat tutkimustulokset (Johnes 2003, 6), joskin maiden väliset erot koulujärjestelmissä ja niiden toimintaympäristöissä tulee ottaa huomioon muuttujien valintaa tehtäessä. Varsinaisessa mallinnuksessa ei ole mukana regressioanalyysin tapaan taustamuuttujia, vaan tutkimuksen ulkopuolelle jätettyjä olosuhdemuuttujia käytetään tulosten luokitteluun ja kuvailuun.

Lukioiden tuotokset

Taloustieteellisessä tutkimuksessa yleisin tapa koulutuksen tehokkuutta tutkittaessa on mitata koulutuksen tuotosta opiskelijoiden koemenestyksen kautta jossain *standardoidussa kokeessa*¹⁷, sillä testimenestystiedot ovat usein helposti saatavilla, objektiivisesti mitattuja ja ne ovat hyvä approksimaatio opiskelijan kyvyistä ja taidoista. Tyypillisesti testeissä mitataan koulutuksen avulla saatavia perustaitoja, kuten matemaattisia, luku- ja ammatillisia taitoja (Cohn & Geske 1990), mutta testeissä mitattavan osaamisen lisäksi koulutuksella on yleisesti hyväksytyn tiedon mukaan *mitakin tuotoksia* (ks. Hanushek 1986, 1150; Thanassoulis & Dunstan 1994, 1247-1248; Belfield 2000, 193). Aiemmissa tutkimuksissa koulutuksen lyhyen aikavälin tuotosta on mitattu tutkinnon suorittaneiden määrillä (Kirjavainen & Loikkanen 1998), opiskelijoiden läsnäololla opintojen aikana (Bradley ym. 2001) ja opintonsa loppuun suorittaneiden opiskelijoiden osuutena kaikista opiskelijoista (Portela & Camanho 2007). Suurin ongelma koulutuksen tehokkuutta mallinnettaessa aiheutuu siitä, ettei kaikkia koulutusprosessiin liittyviä tuotoksia tunneta. Lisäksi osa edellä mainituista tuotostekijöistä on vaikeasti mitattavia, minkä takia niiden käyttö koulutuksen tuotoksena on harvinaista ja arveluttavaa.

Suomalaisen lukiokoulutuksen tehokkuutta mitattaessa on luonnollista käyttää tuotostason mittarina ylioppilaskirjoitusten *arvosanoja*, sillä standardoitu arvosanajakauma on kansainvälisesti yleisesti käytetty koulutuksen tuotoksen mittari (Hanushek 1986, 1153). Tässä tutkimuksessa tuotosmuuttujana on mallista riippuen joko opiskelijan pakollisten aineiden yhteenlaskettu puoltoäänimäärä jaettuna pakollisten aineiden määrällä tai opiskelijan kaikkien aineiden puoltoäänien summa jaettuna ylioppilastutkinnossa suoritettujen aineiden lukumäärällä. Ylioppilaskirjoituksissa saavutettujen arvosanojen pisteytyksessä käytetään ylioppilastutkintolautakunnan mukaista järjestelmää, joka on esitetty taulukossa 1. Arvosanojen käyttöä hyvänä koulutuksen tuotoksen mittana voidaan perustella suomalaisen kaltaisten koulutusjärjestelmien tehokkuutta tutkittaessa sillä, että aiemmissa

¹⁷ ks. Kirjavainen & Loikkanen 1993; 1998; Bonesrønning & Rattsø 1994; Thanassoulis 1996; Thanassoulis & Portela 2002; Waldo 2002; Bradley, Johnes & Millington 2001.

opinnoissa saavutetulla menestyksellä on usein suuri merkitys pyrittäessä seuraavan koulutusasteen opintoihin. Esimerkiksi korkeakouluopintoihin pyrittäessä hyvällä menestyksellä ylioppilastutkinnossa voi saavuttaa opiskelupaikan ilman pääsykokeiden suorittamista. Koulussa saavutetuilla arvosanoilla on usein merkitystä myös työelämään siirtymisessä esimerkiksi työnantajien suorittamissa työharjoittelu- ja kesätyörekrytoinneissa. (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 39.)

Osassa DEA-tehokkuuslukujen laskennassa käytettävistä malleista on aiempien tutkimusten tapaan (Thanassoulis & Portela 2002, 190-191) otettu huomioon myös ylioppilastutkinnon laajuus tutkinnossa suoritettujen aineiden lukumäärällä mitattuna. Ylioppilastutkinnossa tulee suorittaa vähintään neljä ainetta, mutta suoritettavien aineiden enimmäismäärää ei ole rajattu. Parempien arvosanojen lisäksi myös tutkinnon laajuudella oletetaan olevan positiivinen yhteys yksilön tehokkuuteen, sillä mitä useamman aineen opiskelija ylioppilastutkintoonsa sisällyttää, sitä tuottavampi opiskelijan ajatellaan olevan. Aineiden lukumäärä on tuotosmuuttujana osassa malleista yhdessä ylioppilaskirjoitusten kaikkien aineiden keskimääräisen puoltoäänimäärän kanssa. Koska ylioppilastutkinnon pakollisten aineiden määrän on kaikille opiskelijoille sama, ei aineiden lukumäärää kuvaavaa tuotosmuuttujaa sisällytetä malleihin, joissa tuotosmuuttujana on opiskelijan pakollisten aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä.

Lukioiden panokset

Koulutuksen panosten määrittäminen on osoittautunut tuotosmuuttujien tunnistamista selkeämmäksi tehtäväksi. Osa koulutusprosessiin vaikuttavista panostekijöistä on päätöksentekijöiden hallittavissa ja ohjailtavissa. Tällaisia ovat esimerkiksi koulun ja opettajien ominaisuudet ja opetuksessa noudatettava opetussuunnitelma. Osaan koulutuksen panostekijöistä, kuten perheen ja ystävien ominaisuuksiin ja opiskelijan oppimiskykyyn sen sijaan koulu ei voi vaikuttaa. (Hanushek 1986, 1150.) Koulutustapahtumaan liittyvät panostekijät voidaan jaotella vaikutuslähteen mukaan kolmeen ryhmään (Belfield 2000, 120).

Tärkein opiskelijan koulumenestykseen vaikuttavana tekijä on *opiskelijan ominaisuudet*, kuten opiskelijan aiemmat kyvyt, taidot ja osaaminen ennen tutkimusajan kohtaa. Koulutuksen tehokkuutta käsittelevissä tutkimuksissa opiskelijoiden aiempaa menestystä mitataan usein keskimääräisellä suoriutumisella jossain tietysissä testissä, sillä sen on todettu olevan hyvä arvio opiskelijan todellisesta osaamisesta koulutuksen alkaessa (Kirjavainen & Loikkanen 1998; Thanassoulis & Portela 2002; Johnes 2004: 654-655). Opintomenestykseen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu useilla aineistoilla ja aiempi koulumenestys on noussut useissa tutkimuksissa merkittävimmäksi opiskelijan myöhempiä koemenestyksellä mitattavia saa-

vutuksia selittäväksi tekijäksi¹⁸. Opiskelijan omaa panosta menestymiseensä voidaan mitata myös muuttujilla, jotka kuvaavat esimerkiksi opiskelijoiden kotitehtäviin käyttämää aikaa tai suoritettujen opintojen laajuutta (Johnes 2004, 654).

Tässä tutkimuksessa opiskelijoiden aiempaa koulumenestystä kuvaa opiskelijan peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvo, jolla oletetaan olevan positiivinen vaikutus opiskelijan suoriutumistasoon ylioppilaskirjoituksissa. Peruskoulutasolla arvosteluasteikko ei ole kansallisesti yhtenäinen, vaan vaihtelee yksittäisten koulutuksen järjestäjien ja jopa yksittäisten koulujen ja opetusryhmien välillä. Peruskoulun arvostelukäytäntöjen eroista johtuen lähtötasoa kuvaamaan valitun muuttujan voidaan todeta olevan jonkin verran harhainen. Pohdintaa arvosanojen käytöstä opiskelijoiden kykyjen mittana suoritetaan myös tieteellisessä keskustelussa (ks. Wikström 2005; Wikström & Wikström 2005). Kuuselan (2006) laskelmien mukaan lukioon aikovien 9. luokkalaisten saamat 8, 9 ja 10 kouluarvosanat vastasivat suhteellisen tarkasti testimenestystä Opetushallituksen arvioinneissa, eli heijastelivat lukioon pyrkivien osalta melko tarkasti opiskelijoiden todellista osaamista (Kirjavainen 2007, 19). Arvosanojen voidaan siis todeta olevan paras saatavilla olevista aiempaa koulumenestystä kuvaavista mittareista ja siksi perusteltu valinta panosmuuttujaksi myös tähän tutkimukseen.

Kouluun liittyviä tekijöitä ovat opetushenkilökunnan ominaisuudet, kuten opettajien koulutustaso, työkokemus, sukupuoli ja palkkataso (Portela & Camanho 2007, 8). Opetushenkilökunnan ominaisuuksien vaikutusta koulutuksen tehokkuuteen on aiemmissa tutkimuksissa mitattu erilaisten palkka-, kokemus- tai virkaikämuuttujien kautta (Hanushek 1986). Näitä muuttujia on kritisoitu muun muassa siitä, etteivät esimerkiksi palkkamuuttujat ota huomioon opettajan tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä kuten todellisia kykyjä ja innostusta opetustyöhön (Cohn & Geske 1990, 162). Lisäksi Hanushekin (1986, 1159) mukaan tehokkuuseroja selittävät monet opettajien ominaisuuksiin liittyvät tekijät, jotka eivät ole mitattavissa ja heikentävät saatavien tulosten tarkkuutta. Tutkimusten mukaan opetushenkilökunnan ominaisuuksilla ei ole merkittävää vaikutusta kustannustehokkuuseroihin koulujen välillä.

Oppilaitokseen liittyviä ominaisuuksia ovat myös koulun ja luokan koko, opetusmateriaalit, tilat ja hallintomenot. Koulun ominaisuuksien vaikutusta koulutuksen tehokkuuteen mitataan opiskelija- ja työntekijämäärin sekä edellisten suhteeseen liittyvillä muuttujilla¹⁹, joita mallinnuksessa kuvaavat koulu- ja opetusryhmäkoon liittyvät muuttujat. Selkeää yhteyttä koulu- tai luokkakoon ja opiskelijoiden opintomenestyksen välillä ei ole havaittu lukiotasolla (ks. Hanushek 1986; 1989;

¹⁸ Englantilaisella aineistolla: ks. Bachan & Reilly (2003); Maynard & Kelsey (1996). Suomalaisella aineistolla: ks. Kirjavainen & Loikkanen (1993; 1998); Häkkinen, Kirjavainen & Uusitalo (2003: 334); Kirjavainen (2007).

¹⁹ Yleensä mitattuna oppilaiden määrä suhteena opettajaa kohden, engl. student-staff-ratio tai pupil-teacher-ratio

Kirjavainen & Loikkanen 1998; ks. Hanushek & Luque 2003). Luokkakoolla tosin voi olla myös epäsuoria vaikutuksia opiskelijoiden menestykseen opettajien tehokkuuden kautta suurempien ryhmäkokojen vaikuttaessa opetushenkilöstön työhön (Cohn & Geske 1990, 162).

Aiemmat tutkimukset osoittavat, että opiskelijan koulumenestykseen vaikuttavat merkittävästi myös *koulun ulkopuoliset tekijät* (ks. Fiva & Rønning 2006, 11), kuten opiskelijan sosioekonominen tausta, perheen koko ja ystävät. Sosioekonomisia taustatekijöitä kuvaavia muuttujia ovat esimerkiksi vanhempien työllisyys- ja koulutusaste ja kansainvälisissä tutkimuksissa perheen varallisuutta kuvaava opiskelijan oikeus ilmaiseen kouluateriaan. Ystävien vaikutusta voidaan mallintaa muuttujilla, jotka kertovat opiskelijan käymän koulun muiden opiskelijoiden sosioekonomisesta taustasta ja opintomenestyksestä. Tämän tutkimuksen DEAMalleissa ei ole otettu huomioon panostekijöinä opiskelijan käymän koulun ominaisuuksien, opiskelijan asuinpaikan tai ystäväpiirin vaikutusta opiskelijan menestykseen opinnoissaan. Sen sijaan koulun opiskelijoiden keskimääräinen sosioekonominen tausta otetaan huomioon tuloksia tulkittaessa, kun saatuja tehokkuuslukuja luokitellaan vanhempien työllisyys- ja koulutustason mukaan.

Koulun ulkopuoliset demografiset tekijät vaikuttavat opiskelijaan ympäröivän yhteisön kautta (Cohn & Geske 1990, 162-163). Tällaisia ovat asuinpaikkaan liittyvät ympäristötekijät, kuten alueen taajama-aste, asuinalueen tulotaso ja aikuisväestön koulutusaste. Myös kunnan työllisyystilanteen ja koulutuksen tehokkuuden välistä yhteyttä on tutkittu ja havaittu negatiivinen yhteys kunnan työttömyysasteen ja koulutuksen tehokkuuden välillä (Bradley ym. 2001). Erityisesti kansainvälisissä tutkimuksissa kiinnostuksen kohteena on enenevässä määrin myös alueen poliittiset voimasuhteet. Niin ruotsalaisella (Waldo 2002) kuin norjalaisellakin (Borge & Naper 2005) aineistoilla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu negatiivinen yhteys kunnanvaltuuston sosialistisen enemmistön ja koulutuksen tehokkuuden välillä. Tässä tutkimuksessa opiskelijan käymän koulun sijaintikuntaan liittyvien tekijöiden ja lukioiden tehokkuuden välistä yhteyttä tarkastellaan tuloksia tulkittaessa.

Mallinnuksessa käytettävät muuttujat

Edellisissä luvuissa esitellyn aiemman tutkimustiedon ja saatavilla olevan aineiston perusteella tähän tutkimukseen on valittu kaksi panosmuuttujaa ja kolme tuotosmuuttujaa. Valitut muuttujat on esitelty taulukossa 2. Lisäksi luvussa 6 tulosten tulkinnan yhteydessä tehokkuuksien vertailuun käytetään opiskelijan käymän kouluun ja sosioekonomiseen taustaan liittyviä luokittelumuuttujia.

Taulukko 2. Tehokkuuden mittaamisessa käytettävät muuttujat

Muuttujan nimi	Muuttujan kuvaus	Muuttujan tavoite
<i>Panosmuuttujat</i>		
LUKA	Tutkimusvuonna ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden lukuaineiden keskiarvo peruskoulun päättötodistuksessa ²⁰	Kuvaa opiskelijoiden aiempaa koulumenestystä ennen lukio-opintojen alkua
OPAICA	Opiskeluaika lukio-opintojen aloituksesta ylioppilaskirjoituksiin osallistumiseen saakka puolen vuoden tarkkuudella	Kuvaa opiskelijan ajallisia panostuksia menestymisensä lisäämiseen
<i>Tuotosmuuttujat</i>		
AINELKM	Ylioppilastutkinnossa suoritettujen aineiden lukumäärä	Kuvaa opiskelijan ahkeruutta lukio-opintojen aikana
PKESPUOLTO	Ylioppilastutkinnossa suoritettujen pakollisten kokeiden puoltoäänten määrä jaettuna suoritettujen pakollisten kokeiden määrällä	Kuvaa opiskelijan koulumenestystä lukio-opintojen lopussa kaikille yhteisissä aineissa
KKESPUOLTO	Ylioppilastutkinnossa suoritettujen kokeiden puoltoäänten määrä jaettuna suoritettujen kokeiden määrällä	Kuvaa opiskelijan koulumenestystä lukio-opintojen lopussa kaikissa aineissa

Tarkasti ottaen panostekijöiksi valittu peruskoulun päättötodistuskeskiarvo ei kuvaa niinkään opiskelijan henkilökohtaisia ominaisuuksia vaan pikemminkin aiempaa suoriutumistasoa opinnoissaan (ks. Thanassoulis & Portela 2002, 190). Vaikka valitut panosmuuttujat eivät mittaa niitä koulutuksen ulkopuolisia ominaisuuksia, jotka kasvattavat opiskelijan taitoja ja kykyjä ja lisäävät opiskelijan opintomenestystä koulun ulkopuolella, voidaan todeta mallinnukseen valittujen panostekijöiden olevan parhaita saatavilla olevia opiskelijan henkilökohtaisia ominaisuuksia kuvaavia tekijöitä. Koska tutkimuksessa käytetään yksilötason aineistoa, ei koulun ominaisuuksia kuvaavien muuttujien mukaanotto mallinnukseen vaikuttaisi opiskelijoiden oman koulun sisäisiin tehokkuuksiin. Sen sijaan koulun ominaisuuksia kuvaavien muuttujien vaikutus ilmenisi mitattaessa opiskelijoiden tehokkuutta suhteessa kansalliseen tasoon.

5.3 Mallit

Muuttujien valinta on haastavaa, kun koulutuksen tehokkuutta mitataan DEA-menetelmällä, sillä mallinnukseen mukaan otettavien muuttujien määrän tai ominaisuuksien valintaan ei ole vakiintunutta testiä tai teoriaa. Tästä syystä aiempien tutkimusten tapaan (ks. Kirjavainen ja Loikkanen 1998, 381) myös tässä tutkimuksessa opiskelijoiden DEA-tehokkuusluvut lasketaan neljän panos- ja tuotosmuuttujaltaan eroavalla mallilla. Eri mallien tehokkuuslukuja vertailemalla saadaan tietoa tulosten vaihtelusta mallien välillä ja valittujen muuttujien vaikutuksesta saatuihin tehokkuuslukuihin. Eri mallien A, B, C ja D sisältämät muuttujat on esitetty taulukossa 3.

²⁰ Lukuaineiksi lasketaan uskonto, äidinkieli, matematiikka, historia, maantieto, biologia, A1-, A2-, B1- ja B2-kieli/-kielet, kemia, fysiikka ja maantieto.

Taulukko 3. Tehokkuuslukujen laskennassa käytettävät mallit

Malli	Panokset	Tuotokset
Malli A	LUKA	PKESPUOLTO
Malli B	LUKA, OPAIKA	PKESPUOLTO
Malli C	LUKA	KKESPUOLTO, AINELKM
Malli D	LUKA, OPAIKA	KKESPUOLTO, AINELKM

Panos- ja tuotosmuuttujien määrä on pienin mallissa A, jossa panosmuuttujana aiempaa koulumenestystä kuvaa peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvo (LUKA) ja tuotosmuuttujana saavutuksia lukio-opinnoissa ylioppilaskirjoitusten pakollisten aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä (PKESPUOLTO). Laajentamalla mallia A lukio-opintoihin käytettävää aikaa kuvaavalla panostekijällä (OPAIKA), saadaan malli B, jossa DEA-tehokkuuden lasketaan kahden panoksen ja yhden tuotoksen tilanteessa. Malleissa A ja B yksilöiden tehtävänä on suoriutua ylioppilaskirjoituksissa suoritettavista pakollisista neljästä aineesta mahdollisimman hyvin tuloksin niin, että opiskelijoiden yltäessä samaan tulokseen pakollisten aineiden keskimääräisellä puoltoäänimäärällä mitattuna, tehokkain on opiskelija, jonka lähtötaso-osaaminen on huonoin. Lisäksi mallissa B tehokkuutta lisätäkseen tulisi opiskelijoiden suoriutua lukio-opinnoistaan mahdollisimman lyhyessä ajassa.

Mallit C ja D eroavat toisistaan panostekijöiltään niin, että mallissa D peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvon lisäksi myös lukio-opintoihin käytetty aika on mukana panoksena. Toisin kuin malleissa A ja B, mallien C ja D tuotosmuuttujina ovat ylioppilaskirjoitusten kaikkien aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä (KKESPUOLTO) ja ylioppilastutkinnoissa suoritettujen aineiden lukumäärä (AINELKM). Malleissa C ja D opiskelijoiden tehtävänä on osallistua mahdollisimman monen aineen suorittamiseen ylioppilastutkinnoissa ja menestyä niissä kaikissa parhaalla mahdollisella tavalla. Lisäksi mallissa D opiskelijan tehotuomusta lisää lukio-opintoihin käytetyn ajan pidentyminen. Kuten malleissa A ja B, myös malleissa C ja D opiskelijoiden suorittaessa yhtä monta ainetta ja yltäessä samaan tulokseen ylioppilastutkinnoissa kaikkien aineiden keskimääräisellä puoltoäänimäärällä mitattuna tehokkain on opiskelija, jonka lähtötaso-osaaminen on huonoin.

Koska ylioppilaskirjoituksissa suoritettujen aineiden lukumäärä vaihtelee opiskelijoittain, tulee kaikkien aineiden keskimääräistä puoltoäänimäärää kuvaavan muuttujan Kkespuolto yhteydessä malliin sisällyttää myös suoritettujen aineiden lukumäärää osoittava muuttuja Ainelkm. Mikäli ylioppilaskirjoituksissa kirjoitettujen aineiden lukumäärää ei otettaisi huomioon ja mallinnuksessa tuotosmuuttujana olisi pelkästään kaikkien aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä, kohdeltaisiin mallinnuksessa yhtä tuottavina opiskelijoita, jotka osallistuvat ylioppilastutkinnoissaan jopa seitsemän tai vain neljän aineen suorittamiseen. Tässä tut-

kimuksessa oletetaan, että useampi ylioppilaskirjoituksissa suoritettu koe kuvastaa opiskelijan suurempia kykyjä ja saavutuksia.

Tutkimuksen luvussa 6 esitetään kunkin mallin tuloksia. Yksityiskohtaisempaan tarkasteluun ja eri organisaatiotasolla suoritettavaan analyysiin valitaan mallin D mukaiset tehokkuusluvut. Mallin valinnan perusteena on DEA-menetelmän ominaisuus tehokkuuslukujen nousuun muuttujien määrän lisääntyessä (ks. Kirjavainen & Loikkanen 1998, 382). Etukäteisarvion mukaan oletetaan, että neljästä edellä esitellystä mallista mallin D mukaiset tehokkuusluvut ovat suurimpia, sillä muuttujamäärä on suurin laajimmassa mallissa D. Lisäksi mallin D valintaa tukee sen kattavuus, sillä siinä on otettu huomioon eniten tutkimuksen kannalta olennaisia tekijöitä.

5.4 Tunnuslukuanalyysi

Tässä luvussa esitellään tutkimusaineisto kuvailevien tilastollisten tunnuslukujen avulla. Taulukossa 4 on esitetty aineistosta laskettuja kouluihin liittyviä tunnuslukuja vuosina 2000 ja 2004²¹. Kuten suomalaista lukiojärjestelmää käsitelleessä luvussa 2 todettiin, järjestelmän tämän hetkistä kehitystä kuvaa opiskelijamäärien lasku ja keskimääräisen koulujen koon pieneneminen, mikä on havaittavissa myös taulukosta 4. Kun suurimmassa Manner-Suomen lukiossa vuonna 2000 oli 1116 opiskelijaa keskimääräisen koulukoon ollessa 260, olivat vastaavat luvut neljä vuotta myöhemmin 974 ja 242. Samalla luonnollisesti myös ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden määrä ja suoritettujen ylioppilastutkintojen määrä ovat laskeneet vuodesta 2000 vuoteen 2004.

Taulukko 4. Lukioihin liittyviä tunnuslukuja vuosina 2000 ja 2004

v. 2000 n = 435 v. 2004 n = 435	Keskiarvo		Mediaani		Maksimi		Minimi	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
Opiskelijat kevätlukukauden päättyessä	260	242	221	210	1116	974	26	16
Ylioppilaskirjoituksiin osallistuneet	76	73	68	64	256	258	7	9
Naisopiskelijoiden osuus, %	57,5	56,8	57,7	57,6	84,0	83,1	14,3	11,1
Ruotsinkielisten osuus, %	6,6	6,6	0,0	0,0	100	100	0,0	0,0

²¹ Selvennykseksi todettakoon, että tutkimuksen seuraavissa luvuissa aineistoa ja tuloksia kuvailtaessa vuosien 2000 ja 2004 yhteydessä viitataan kyseisinä vuonna ylioppilaskirjoituksiin osallistuneisiin opiskelijoihin. Näin esimerkiksi yksinkertaistettu muoto ”muuttujan arvo vuonna 2000” tarkoittaa muuttujan arvoa vuonna 2000 ylioppilastutkinnon suorittamiseen osallistuneiden opiskelijoiden joukossa.

Lukioiden opiskelijamääriä tutkittaessa keskiarvo ja mediaani eroavat toisistaan. Keskimäärin vuonna 2004 kouluissa oli noin 240 opiskelijaa, joista noin 70 osallistui kyseisenä vuonna ylioppilaskirjoituksiin. Koulujen opiskelijamäärä kevätlukukauden päättyessä oli mediaaniarvoltaan 210, joka on noin 13 prosenttia pienempi kuin keskiarvo. Tämä johtuu opiskelijamäärältään pienten lukioiden suuresta määrästä. Vuonna 2000 kaikista lukioista noin 14 prosentissa opiskelijoiden määrä oli alle 100. Neljä vuotta myöhemmin vuonna 2004 alle 100 opiskelijan lukioiden määrä oli noussut noin 19 prosenttiin. Samalla ajanjaksolla suurten, yli 500 opiskelijan lukioiden määrä vähentyi noin 15 prosenttia 41:stä 35:een. Vuonna 2000 (2004) pienimmässä lukiossa oli 23 opiskelijaa (25 opiskelijaa), joista kyseisenä vuonna ylioppilaskirjoituksiin osallistui 7 opiskelijaa (9 opiskelijaa). Naisopiskelijoiden osuus on lievästi laskenut ja ruotsinkielisten osuus on pysynyt muuttumattomana tutkimusajanjaksolla (taulukko 4).

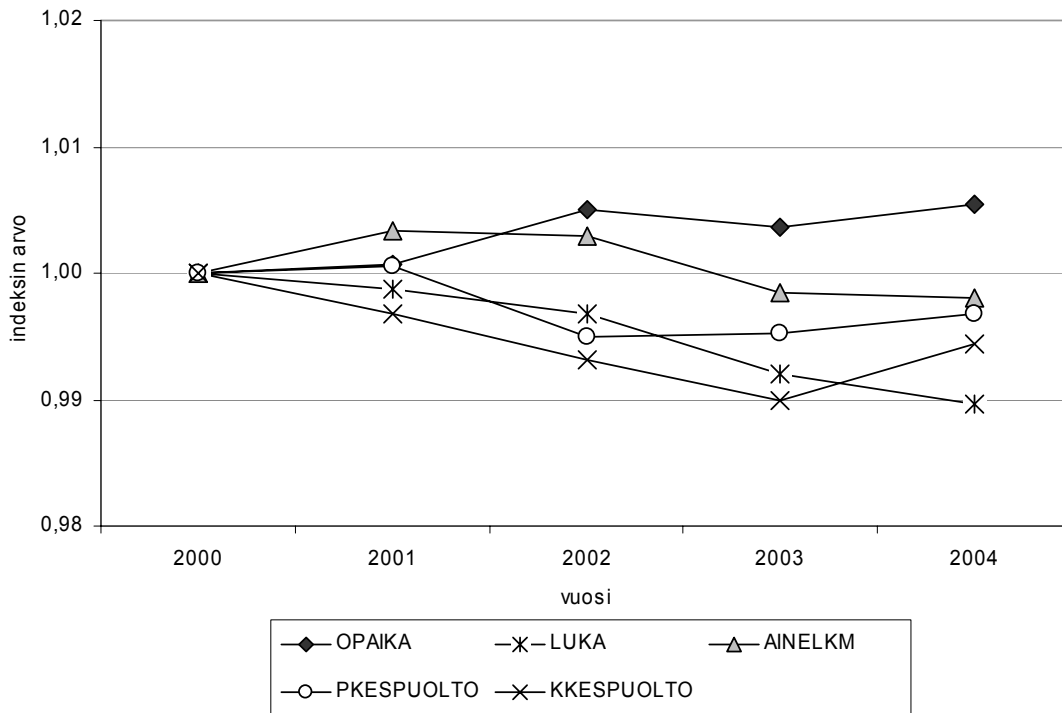
Taulukossa 5 on esitetty mallinnuksessa käytettävien muuttujien tunnuslukuja vuosina 2000 ja 2004, ja kuviossa 5 havainnollistettu muuttujien kehitystä tutkimusajanjaksolla. Kuviossa 5 on muutoksen kuvaamista varten muuttujien arvot indeksoitu niin, että vertailukohtana on vuoden 2000 tilanne. Kuten kuviosta 5 havaitaan, *lukio-opintoihin käytetty aika* (OPAICA) on keskimäärin kolme vuotta ja pysynyt lähes muuttumattomana vuodesta 2000 vuoteen 2004. Vuosina 2000 ja 2004 noin 80 prosenttia ylioppilastutkintoon osallistuneista suoritti lukio-opintonsa kolmessa vuodessa. *Ylioppilastutkinnossa suoritettujen aineiden lukumäärä* (AINELKM) oli tutkimusajankohtina keskimääräinen viisi ainetta, mikä kertoo pakollisten neljän aineen lisäksi keskimäärin yhden ylimääräisen aineen suorittamisesta. Vuonna 2000 (2004) ylioppilastutkinnon suorittamiseen osallistuneista 17 prosenttia (18 prosenttia) sisällytti tutkintoonsa vain pakolliset neljä koetta, kun taas useamman kuin viiden aineen suorittaneita oli 30 prosenttia vuoden 2000 ja 29 prosenttia vuoden 2004 kaikista tutkintokokelaista. Ylioppilaskirjoitusten aineiden lukumäärää kuvaavan muuttujan minimiarvo 1 (taulukko 5) selittyy sillä, että ylioppilastutkintoa suorittamaan ilmoittautunut opiskelija on saanut tuloksen vain yhdestä aineesta.

Taulukko 5. Tunnuslukuja mallinnuksessa käytettävistä muuttujista vuosina 2000 ja 2004

v.2000 n=31897 v.2004 n=31703	*	Keskiarvo		Mediaani		Keskihajonta		Maksimi		Minimi	
		2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
LUKA	P	8,4	8,3	8,5	8,4	0,74	0,75	10	10	5,5	5,0
OPAICA	P	3,1	3,2	3,0	3,0	0,36	0,41	4,5	8,5	2	1,5
AINELKM	T	5,1	5,1	5	5	0,83	0,82	7	7	1	1
PKESPUOLTO	T	4,3	4,3	4,3	4,3	1,2	1,2	7	7	0,5	0,5
KKESPUOLTO	T	4,2	4,1	4,2	4,2	1,1	1,2	7	7	0,4	0,4
KIRJKERRAT	L	1,6	1,8	2	2	0,58	0,54	3	3	1	1

* Muuttujan tyyppi mallinnuksessa; P, panos; T, tuotos; L, luokittelu.

Kuvio 5. Mallinnuksessa käytettävien muuttujien keskiarvojen kehitys vuosina 2000–2004



Lukio-opiskelijoista yli puolet opiskelee vähintään kolmea vierasta kieltä. Vuonna 2004 lukioista opetuskieleltään suomenkielisiä oli 92,3 prosenttia ja ruotsinkielisiä noin 7,7 prosenttia. Vuonna 2004 kolme prosenttia opiskelijoista opiskeli vähintään viittä vierasta kieltä. (Tilastokeskus 2007, 12.) Lähes kaikki lukion oppimäärän suorittaneet opiskelevat englantia A- eli pitkänä vieraana kielenä vuodesta riippumatta. Ruotsin ja saksan osuudet ovat vakaasti kasvaneet, kuten myös ranskan ja venäjän. (Kumpulainen & Saari (toim.) 2006, 10, 48; Education in Finland 2006, 41.) Jos ylioppilastutkinnoissa suoritettujen aineiden määrän oletetaan kuvaavan lukio-opintojen laajuutta, ei tutkimusaineiston perusteella ole havaittavissa yhteyttä opiskeluaikojen pidentymisen ja lukio-opintojen laajentumisen välillä vuodesta 2000 vuoteen 2004. Päinvastoin, kuten kuviosta 5 havaitaan, keskimääräisten ylioppilastutkinnoissa suoritettujen aineiden määrä on tutkimusajanjaksolla vähentynyt, ja samalla opintoihin käytetty aika on pysynyt lähes muuttumattomana tai jopa hieman kasvanut.

Tuotosmuuttujina olevien ylioppilaskirjoitusten pakollisten (PKESPUOLTO) ja kaikkien aineiden keskimääräiset *puoltoäänimäärät* (KKESPUOLTO) ovat pysyneet taulukossa 5 esitellyiltä keskiluvuiltaan hyvin samanlaisina. Tämä johtuu arvosanojen jakauman standardoinnista eli kunkin arvosanan suhteellisen osuuden pysymisestä jotakuinkin muuttumattomana vuodesta toiseen. Puoltoäänimäärät vaihtelevat ylioppilastutkintolautakunnan pisteytyksen mukaan nollan (improbatur - hylätty) ja seitsemän (laudatur) välillä. Kuviosta 5 kuitenkin nähdään, että vuosi-

na 2000–2004 ylioppilastutkinnon keskimääräinen kaikkien aineiden puoltoäänimäärä on keskimäärin alhaisempi kuin keskimääräinen pakollisten aineiden puoltoäänimäärä. Tulos on yllättävä, sillä voitaisiin olettaa, että opiskelijat valitsisivat tutkintonsa ylimääräisiksi kokeiksi aineita, joiden lukioaikaisissa opinnoissa ovat menestyneet hyvin ja joista suoriutuisivat keskimääräistä paremmin ylioppilastutkinnon pakollisiin kokeisiin verrattuna. Toisaalta ylimääräisten aineiden keskimääräistä alhaisempaa puoltoäänimäärää pakollisten aineiden keskimääräiseen puoltoäänimäärään verrattuna selittäisi se, että opiskelijat uskovat useamman suoritettun aineen indikoivan heidän korkeampaa osaamistasoaan esimerkiksi tulevaisuuden työnantajille tai korkeamman asteen koulutuspaikkoja jaettaessa.

Tutkimuksen empiirisessä luvussa 6 saatuja tehokkuuslukuja esitellään eri luokittelumuuttujien avulla. Taulukossa 5 on esitetty *ylioppilastutkinnon hajauttamiseen* liittyvän luokittelumuuttujan (KIRJKERRAT) tilastollisia tunnuslukuja. Kaikista tutkinnon suorittamiseen vuosina 2000 ja 2004 osallistuneista opiskelijoista noin puolet suoritti ylioppilastutkinnon yhdellä kirjoituskerralla. Kahdelle kirjoituskerralle tutkinnon suorittamisen hajauttaneiden osuus kaikista opiskelijoista on kasvanut tutkimusajankohtien välillä 47 prosentista 65 prosenttiin. Kolmelle suorituskerralle tutkinnon hajautti 4,6 prosenttia vuonna 2000 ja 5,6 prosenttia vuonna 2004 ylioppilastutkinnon suorittamiseen osallistuneista opiskelijoista.

Taulukossa 6 on esitetty riippuvuus mallinnuksessa käytettävien muuttujien välillä. Jos kouluja arvioitaisiin pelkkien tuotomäärien perusteella, eikä oppilaitosten välillä eroavaa opiskelija-ainesta otettaisi huomioon, olisi kiinnostuksen kohteena yksipuolisesti puoltoäänimääriin perustuva ylioppilastutkintotulosten vertailu. Tämä ei kuitenkaan kerro mitään koulujen välisistä tehokkuuseroista, sillä kuten korrelaatiomatriisista huomataan, vallitsee peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvon ja ylioppilastutkinnon puoltoäänimäärien välillä melko vahva positiivinen yhteys (0,67–0,68 vuonna 2000 ja 0,68–0,69 vuonna 2004). Tämä antaa tukea suomalaisilla aineistoilla tehdyille tutkimuksille opiskelijoiden aiemman koulumenestyksen ja lukion opintomenestyksen välisestä yhteydestä (ks. Kirjavainen & Loikkanen 1993; Häkkinen ym. 2003; Kirjavainen 2007). DEA-menetelmällä laskettuja tehokkuuksia käsittelevässä luvussa 6 palataan koulujen arviointiin pelkkien tuotomäärien perusteella, ja verrataan, miten koulujen paremmuusjärjestykset eroavat arviointimenetelmää muutettaessa.

*Taulukko 6. Muuttujien välinen yhteys vuosina 2000 ja 2004**

	LUKA		OPAICA		PKESPUOLTO		KKESPUOLTO	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
LUKA	1	1						
OPAICA	-0,23	-0,25	1	1				
PKESPUOLTO	0,68	0,69	-0,17	-0,19	1	1		
KKESPUOLTO	0,67	0,68	-0,16	-0,17	0,94	0,95	1	1
AINELKM	0,48	0,48	-0,14	-0,19	0,53	0,52	0,40	0,40

* Studentin t-testi: kaikki korrelaatiokertoimet merkitseviä 0,1 prosentin riskitasolla

Kertoimista nähdään myös negatiivinen, joskin melko heikko riippuvuus opiskeluajan ja opintomenestyksen välillä muuttujien korrelaation ollessa tutkimusajankohdina $-0,16 - -0,19$. Myös opiskeluajan ja ylioppilaskirjoituksissa suoritettujen kokeiden määrän välillä on heikko negatiivinen korrelaatio. Nämä osoittavat, ettei opiskeluajan pidentymisellä ole ylioppilastutkinnossa suoritettavien aineiden määrää lisäävää eikä ylioppilaskirjoitusmenestystä parantavaa vaikutusta tässä aineistossa. Ylioppilastutkinnossa suoritettujen aineiden lukumäärän ja ylioppilastutkintomenestyksen välillä vallitsee positiivinen korrelaatio, mikä osoittaa, että ne opiskelijat, jotka kirjoittavat keskimäärin useamman aineen ylioppilaskirjoituksissa myös menestyvät keskimääräistä paremmin tutkinnossaan.

Koulujen menestystä opiskelijoiden ylioppilastutkintotulosten perusteella voidaan vertailla keskimääräisten puoltoäänimäärien lisäksi tutkinnon hyväksytysti suorittaneiden ja tutkinnossa hylättyjen osuuksia tarkastelemalla. Taulukossa 7 on esitetty ylioppilastutkinnon suorittamiseen liittyviä koulukohtaisia tunnuslukuja vuosina 2000 ja 2004.

Taulukko 7. Tutkinnon suorittamiseen liittyviä tunnuslukuja lukioille vuosina 2000 ja 2004

	Keskiarvo		Maksimi		Minimi	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004
Tutkinnon hyväksytysti suorittaneiden osuus kaikista tutkintoon osallistuneista, %	93,0	93,0	100,0	100,0	61,0	66,7
Tutkinnossa hylättyjen osuus kaikista tutkintoon osallistuneista, %	7,0	7,0	39,0	33,0	0,0	0,0
	Lukioiden määrä		Lukioiden osuus, %		Muutos, %	
	2000	2004	2000	2004		
Kaikki tutkintoon osallistuneet suorittivat tutkinnon hyväksytysti	40	38	9,2	8,7	- 5,0	
Alle 10 prosenttia tutkintoon osallistuneista hylättiin	344	331	79,1	76,1	- 3,8	
Yli 20 prosenttia tutkintoon osallistuneista hylättiin	16	23	3,7	5,3	+ 4,4	

Vuosittain ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista yli 90 prosenttia suorittaa ylioppilastutkinnon hyväksytysti arvosanojen standardoinnista johtuen. Kuten taulukosta 7 havaitaan, tutkinnon suorittaneiden määrällä mitattuna keskimääräisesti heikoinn menestyneessä koulussa vuonna 2000 (2004) 39 prosenttia (33 prosenttia) ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista opiskelijoista hylättiin tutkinnossaan. Vastaavasti vuonna 2000 (2004) kaikista Manner-Suomen lukioista 9,2 prosentissa (8,7 prosentissa) kaikki ylioppilaskirjoituksiin osallistuneet opiskelijat suorittivat ylioppilastutkinnon hyväksytysti. Mikäli siis lukioiden tuotosta arvioitaisiin pelkästään tutkinnon läpäisseiden osuutena kaikista tutkintoon osallistuneista, vuosina 2000 ja 2004 noin joka yhdeksäs koulu ylittäisi korkeimpaan mahdolliseen tuotoksen tasoon. Taulukosta 7 havaitaan myös, että niiden koulujen osuus, joissa ylioppilastutkintoon osallistuneista enemmän kuin viidesosa hylättiin, on kasvanut

vuodesta 2000 vuoteen 2004 noin 4,4 prosentilla (taulukko 7). Voidaan siis todeta, että oppilaitosten väliset erot ovat melko suuria tutkinnon läpäisseiden osuuksilla mitattuna.

Luvussa 6 tehokkuuslukuja luokitellaan opiskelijoiden sosioekonomisten taustatekijöiden perusteella. Opiskelijan taustan vaikutusta tehokkuuteen arvioidaan tässä tutkimuksessa yksilötason tietojen puutteesta johtuen koulukohtaisiksi keskiarvoiksi aggregoiduilla muuttujilla, jotka kuvaavat opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulutustasoa, ammattiasemaa, työllisyystilannetta ja yksinhuoltajaperheiden osuutta. Muuttujien tunnuslukuja on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Opiskelijoiden sosioekonomista taustaa kuvaavien muuttujien tunnuslukuja koulukohtaisina keskiarvoina vuosina 2000 ja 2004

	Keskiarvo		Maksimi		Minimi	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004
Koulutustasoindeksi	374	404	701	687	186	225
Ylempien toimihenkilöiden osuus, %	20,0	21,7	59,3	61,3	0,0	0,0
Työttömyysaste, %	5,7	4,9	10,5	10,5	0,0	0,0
Yksinhuoltajien osuus, %	13,4	15,0	37,8	31,4	0,0	0,0

Vanhempien keskimääräistä koulutustasoa kuvataan Tilastokeskuksen kehittämällä väestön koulutustasomittaimella (VKTM), joka lasketaan 20 vuotta täyttäneen väestön suorittamien tutkintojen koulutusasteista. Mittain huomioi väestön peruskoulun jälkeisten koulutusten lukumäärän, painottaa ne koulutusasteen mukaan ja tiivistää tiedot yhdeksi indeksiksi. Mittaimen avulla voidaan helposti vertailla eri alueiden välisiä koulutustasoeroja sekä seurata ajassa tapahtuvia muutoksia. Esimerkiksi vuonna 2000 keskimääräinen koulutustasoindexin arvo 374 osoittaa, että teorettinen keskimääräinen koulutusaika on 3,7 vuotta peruskoulun suorittamisen jälkeen. (SotkaNet 2007.) Taulukosta 8 havaitaan, että vanhempien koulutustaso on noussut tutkimusajanjaksolla noin 8 prosenttia ollen vuonna 2004 keskimäärin 4 vuotta peruskoulun suorittamisen jälkeen.

Opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulukohtaista ammattiasemaa kuvataan ylempien toimihenkilöiden osuudella. Tutkimusajankohtina opiskelijoiden vanhemmista keskimäärin noin viides osa on ylempiä toimihenkilöitä, ja osuus vaihtelee suuresti koulujen välillä. Opiskelijan vanhempien työllisyystilannetta kuvataan keskimääräisellä työttömyysasteella, joka vaihtelee merkittävästi oppilaitosten välillä. Parhaimmillaan kaikki koulun opiskelijoiden vanhemmista ovat työllisiä, kun taas suurimman työttömyysasteen kouluissa opiskelijoiden vanhemmista yli 10 prosenttia on työttömiä. Koulun opiskelijoiden keskimääräistä perhe-taustaa kuvataan yksinhuoltajaperheiden osuudella, minkä mukaan vuonna 2000 (2004) noin 13 prosenttia (15 prosenttia) opiskelijoista eli yksinhuoltajaperheessä.

6 Suomalaisien lukioiden tehokkuus vuosina 2000 ja 2004

Tässä luvussa esitetään DEA-tehokkuusanalyysin tuloksia. Lukioiden tehokkuutta analysoidaan luvussa 4.3 esitellyllä Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämällä menetelmällä, jossa opiskelijoiden tehokkuus jaetaan hänestä itsestään ja hänen käymästään koulusta johtuviin osiin. Lisäksi luvussa esitetään tuloksia eri organisaatiotasolla. DEA-menetelmän monipuolisuuden ja aineiston sisältämien useiden taustamuuttujien ansiosta pystytään tutkimaan esimerkiksi ylioppilastutkinnon hajauttamisen, opiskelijan taustatekijöiden, oppilaitoksen omistajan tai koulun koon vaikutuksia tehokkuuseroihin. Lisäksi aineisto mahdollistaa koulujen pareittaisen tehokkuusvertailun ja paremmuusjärjestykseen asettamisen tehokkuuslukujen perusteella.

6.1 Tehokkuusanalyysin tulokset

Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämän menetelmän ensimmäisessä vaiheessa jokaiselle opiskelijalle i lasketaan DEA-menetelmällä kaksi tehokkuuslukua, DEA_OMA_i ja DEA_KAIKKI_i . Näistä ensimmäinen on opiskelijan i panostonsa mukainen tehokkuus oman koulun muihin opiskelijoihin verrattuna, eikä siitä voida erottaa koulun vaikutusta opiskelijan menestykseen. Jälkimmäinen kuvaa opiskelijan i yleistä tehokkuutta kaikkien koulujen kaikkien opiskelijoiden muodostamaan kansalliseen tasoon nähden. Koska yhtenä tutkimuksen kiinnostuksen kohteena ovat tehokkuuserot suomalaisten lukioiden välillä, muodostetaan edellä mainittujen tehokkuuslukujen suhteena opiskelijan i panostekijät huomioon ottava opiskelijan i käymän koulun tehokkuus DEA_KOULU_i siten, että

$$(20) \quad DEA_KOULU_i = \frac{DEA_KAIKKI_i}{DEA_OMA_i}.$$

Tämä tehokkuus kuvaan opiskelijan i menestymiseen tullutta arvonlisää, jonka voidaan osoittaa olevan peräisin hänen käymästään koulusta.

Eri mallien tulokset

Tässä tutkimuksessa DEA-menetelmän mukaiset tehokkuusluvut lasketaan neljän muuttujiltaan eroavan mallin avulla. Eri mallien mukaisia tuloksia vertaamalla saadaan havaittua muuttujien valinnan vaikutus tehokkuuslukuihin. Taulukossa 9 on esitetty tilastollisia tunnuslukuja eri mallien tehokkuusluvuista. Vaikka mallit eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia muuttujien määrän vaihdellessa malleittain, voidaan kuitenkin todeta, että keskimääräiset tehokkuudet vuosina 2000 ja 2004 ovat samaa suuruusluokkaa mallista riippumatta vaihdellen kumpanakin tutkimusajankohtana noin 83–88 prosentin välillä. Mediaaniarvoltaan koulujen te-

hokkuus tutkimusajankohtina vaihtelee mallien välillä keskiarvoja vähemmän ol-
len noin 86–88 prosenttia. Saadut tehokkuudet ovat hieman korkeampia Thanas-
souluksen ja Portelan (2002, 193) englantilaisella aineistolla laskettuihin
tehokkuuksiin verrattuna²², mutta matalampia Kirjavaisen (2007) suomalaisella
aineistolla stokastisen rintama-analyysillä laskemiin tehokkuuksiin²³.

Taulukko 9. Tehokkuus vuosina 2000 ja 2004 eri malleissa

	Panokset +tuotokset	Tehokkaita havaintoja, %		Keskiarvo		Mediaani		Maksimi		Minimi	
		2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
MALLI A	1 + 1	3,9	2,9	84,4	83,8	86,4	86,0	100	100	7,4	7,3
MALLI B	2 + 1	2,9	2,8	83,2	83,3	85,7	85,7	100	100	7,4	7,3
MALLI C	1 + 2	11,0	9,9	87,7	87,6	87,6	87,4	100	100	19,6	28,6
MALLI D	2 + 2	9,8	8,4	86,7	87,1	86,2	86,7	100	100	19,6	28,6

Kaikissa malleissa tehokkaimman ja tehottomimman opiskelijan välinen ero on todella suuri vaihdellen kumpanakin tarkasteluhetkenä malleissa A ja B noin seitsemän ja 100 prosentin välillä ja useamman kuin yhden tuotosmuuttujan malleissa C ja D vuonna 2000 noin 20 ja vuonna 2004 noin 29 ja 100 prosentin välillä. Kumpanakin tarkasteluvuonna joukossa on siis myös erittäin tehottomia opiskelijoita. Tehokkuuslukujen pienimmät arvot ovat mallien ja vuosien kesken hyvin samansuuntaisia, mikä johtuu mallinnuksessa käytettyjen muuttujien arvojen standardoinnista ja muuttujien diskreeteistä arvoista. Esimerkiksi panosmuuttujista opiskeluaika on mitattu puolen vuoden tarkkuudella ja tuotosmuuttujista ylioppilaskirjoituksissa suoritettujen aineiden lukumäärä voi saada vain kokonaislukuarvoja. Tämä aiheuttaa ongelmia tehokkuuslukuja tulkittaessa, mihin palataan tutkimuksen arviointiin keskittyvässä luvussa 6.3.

Täysin tehokkaiden opiskelijoiden osuus kaikista opiskelijoista vaihtelee mallien välillä vuonna 2000 noin 3 prosentin ja 11 prosentin välillä, mikä on hieman suurempi vuoden 2004 vastaavaan vaihteluun nähden (3–10 prosenttia). Vaikka DEA-menetelmällä laskettujen tehokkuuslukujen ominaisuuksien mukaan keskimääräinen tehokkuus yleensä kasvaa mallissa olevien muuttujien määrän kasvaessa (ks. Kirjavainen & Loikkanen 1998, 382), tässä tutkimuksessa muuttujien määrällä mitattuna keskitason mallin C mukaiset tehokkuusluvut ovat keskimäärin suurempia useampia muuttujia sisältäviin malleihin verrattuna. Muuttujien määrän lisääntymisen yhteys tehokkuuslukujen kasvun ja tehokkaiden havaintoyksiköiden määrän lisääntymisen on kuitenkin havaittavissa verrattaessa yksinkertaisimpia malleja A ja B monipuolisempaan malliin D.

²² Thanassouluksen ja Portelan (2002, 193) tutkimuksessa keskimääräiseksi opiskelijoiden käymän koulun tehokkuudeksi opiskelijan panostekijät huomioon otettuna saatiin 78,4 prosenttia (mediaaniarvoltaan 82,8 prosenttia).

²³ Kirjavaisen (2007) tulosten mukaan vuosina 2000-2004 lukioiden keskimääräinen tehottomuus oli noin kuusi prosenttia.

Koulujen tuottavuutta ja tehokkuutta käsitteleville tutkimuksille on tyypillistä asettaa havaintoyksiköt paremmuusjärjestykseen kiinnostuksen kohteena olevien tekijöiden perusteella. Havaintoyksiköiden tehokkuuksien mukaisen järjestyksen pysyvyyttä mallien välillä voidaan tutkia Spearmanin järjestykskorrelaatiokertoimella, jonka laskennan taustalla on havaintoyksiköiden asettaminen järjestykseen tutkittavan muuttujan arvojen mukaan ja havaintojen välisen tulomomenttikorrelaation (Pearsonin korrelaatio) laskeminen järjestyslukujen perusteella. Spearmanin järjestykskorrelaatiokerroin ei ole yhtä herkkä poikkeamille lineaarisuudessa kuin perinteinen tulomomenttikorrelaatiokerroin. Kun tehokkuuslukujen mukainen havaintoyksiköiden järjestys on täysin sama kahden mallin välillä, saa Spearmanin järjestykskorrelaatiokerroin arvon 1. Järjestykskorrelaatiokertoimen arvot tämän tutkimuksen mallien välisille riippuvuuksille on esitetty taulukossa 10.

*Taulukko 10. Yhteys eri mallien välillä vuosina 2000 ja 2004**

	Malli A		Malli B		Malli C	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004
Malli A	1	1				
Malli B	0,97	0,96	1	1		
Malli C	0,71	0,68	0,70	0,66	1	1
Malli D	0,70	0,68	0,72	0,69	0,96	0,95

* Studentin t-testi: kaikki kertoimet merkitseviä 0,1 prosentin riskitasolla

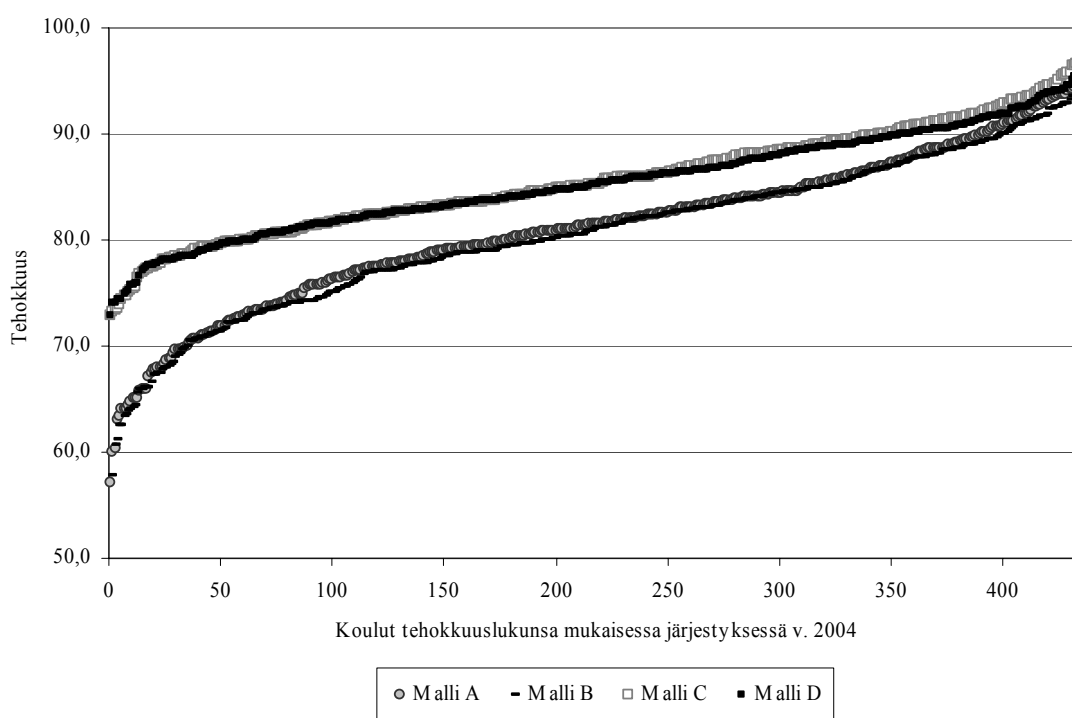
Odotetusti kaikki mallien väliset keskinäiset riippuvuudet ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä 0,1 prosentin riskitasolla. Positiivinen riippuvuus eri mallien välillä on suurimmillaan mallien A ja B ja C ja D välillä. Erona sekä mallien A ja B että mallien C ja D välillä on opiskeluaikamuuttujan mukanaolo mallissa B ja mallissa D. Koska suurin osa ylioppilaskirjoituksiin osallistuneita suorittaa lukio-opintonsa kolmessa vuodessa²⁴, on opiskeluaajan vaihtelu vähäistä opiskelijoiden välillä eikä opiskeluaikamuuttujan mukaanotto tehokkuuslukujen estimointiin juuri vaikuta havaintoyksiköiden tehokkuuslukujen mukaiseen järjestykseen. Tämä selittää korkean korrelaation mallien A ja B ja mallien C ja D välillä.

Heikoin riippuvuussuhde on mallien B ja C (0,66–0,70), A ja C (0,68–0,71) ja A ja D (0,68–0,70) välillä. Kuitenkin myös näiden mallien välinen korrelaatio nousee melko korkeaksi ja ero heikoimman ja vahvimman korrelaation välillä on melko pieni (noin 0,3 yksikköä). Mallissa C on sekä mallin B että mallin A kanssa yhteisiä muuttujia vain yksi, panostekijä peruskoulun päättötodistuskeskiarvo, mikä selittää mallien välistä alhaisempaa korrelaatiota. Samoin on mallin A ja mallin D välisen riippuvuuden suhteen, jossa korrelaatiokertoimen arvoa pienentää yhteisten muuttujien vähäisen määrän lisäksi myös merkittävä ero malliin valittujen muuttujien määrässä.

²⁴ Molempina tutkimusajankohtina kaikista ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista noin 80 prosenttia käyttää lukio-opintoihinsa aikaa 3 lukuvuotta.

Mallin valinnan vaikutusta tehokkuuslukujen jakaumaan on havainnollistettu kuviossa 6, jossa esitetään eri mallien tehokkuuslukujen jakaumat vuonna 2004 koulukohtaisina keskiarvoina. Koulut on järjestetty jokaisessa mallissa tehokkuuslukujensa mukaiseen järjestykseen sijoituksen ollessa vaaka-akselilla ja lukioiden keskimääräisen tehokkuuden pystyakselilla. Kuten kuviosta 6 huomataan, jakaumat ovat hyvin yhtenevät mallien A ja B sekä mallien C ja D kesken. Malleissa A ja B koulujen keskimääräinen tehokkuus vaihtelee 57 ja 99 prosentin välillä, ja malleissa C ja D 73 ja 98 prosentin välillä.

Kuvio 6. Tehokkuusjakauma malleittain koulukohtaisina keskiarvoina vuonna 2004



Tehokkuusluvut

Taulukossa 11 on esitetty vuosien 2000 ja 2004 aineistolla lasketut mallin D mukaiset tehokkuusluvut kuvailevien tunnuslukujen avulla. Opiskelijan yleistä tehokkuutta kuvaava DEA_KAIKKI on vuosina 2000 ja 2004 mediaaniarvoltaan noin 71 prosenttia. Kun opiskelijoiden aiempi koulumenestys ja lukio-opintojen kesto otetaan huomioon, puolet opiskelijoista saavuttaa korkeintaan 71 prosenttia siitä menestyksen tasosta, joka heidän panostonsa huomioon ottaen olisi ollut mahdollista saavuttaa. Opiskelijoiden yleinen tehokkuus on tutkimusajankohtina keskimäärin noin 75 prosenttia. Tämän mukaan tehokkuutta lisäämällä olisi vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden opiskelijoiden menestystä ylioppilastutkimuksessa opiskelijoiden lähtötaso huomioon otettuna voitu parantaa kes-

kimäärin 25 prosenttia. Aiempiin tutkimuksiin nähden opiskelijoiden keskimääräinen yleinen tehokkuus on tässä aineistossa melko korkea, sillä esimerkiksi Thanassouluksen ja Portelan (2002, 193) englantilaisella lukioaineistolla tehdyssä tutkimuksessa opiskelijoiden keskimääräinen yleinen tehokkuus laski alle 50 prosentin.

Taulukko 11. Opiskelijoiden tehokkuus vuosina 2000 ja 2004

v.2000 n=31897 v.2004 n=31703	Keskiarvo		Mediaani		Keskiahajonta		Maksimi		Minimi	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
DEA_KAIKKI	75,0	75,4	71,4	71,3	10,90	10,64	100	100	28,6	28,6
DEA_OMA	86,7	86,7	86,3	86,5	10,20	10,24	100	100	30,7	30,4
DEA_KOULU	86,8	87,1	86,2	86,7	9,11	8,44	100	100	28,6	28,6

Opiskelijoiden yleinen tehokkuus (DEA_KAIKKI) vaihtelee noin 29 ja 100 prosentin välillä, mikä osoittaa tehokkuuserojen opiskelijoiden välillä olevan varsin suuria. Opiskelijoiden keskimääräisessä yleisessä tehokkuudessa ei tapahdu merkittävää muutosta tarkasteluajankohtien välillä. Opiskelijan yleisen tehokkuuden laskennassa ei ole otettu huomioon opiskelijan käymän koulun vaikutusta opiskelijan tehokkuuteen, vaan vertailut on tehty opiskelijan panos- ja tuotomääriä vertaamalla kansalliseen tasoon nähden. Opiskelijan yleisen tehokkuuden perusteella ei siis voida sanoa, tulisiko tehokkuuden lisäämiseen vaadittavien ponnistelujen olla lähtöisin enemmän opiskelijan käymän koulun tehokkuuden lisääntymisestä vai opiskelijan omien panostusten myötä tulevasta tehokkuuden parantumisesta. Seuraavaksi onkin mielenkiintoista tutkia, mikä osa opiskelijan noin 25 prosentin yleisestä tehottomuudesta voidaan osoittaa johtuvaksi hänestä itsestään ja mikä osa puolestaan hänen käymästään koulusta.

Opiskelijan omien ponnistelujen vaikutusta menestymiseen kuvaa tehokkuusluku DEA_OMA, joka vuosina 2000 ja 2004 oli mediaani- ja keskiarvoiltaan noin 86–87 prosenttia (taulukko 11). Kun sekä opiskelijan lukio-opintojen kesto ja aiempi koulumenestys että hänen käymänsä koulun vaikutus otetaan huomioon, ylittävät vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneet opiskelijat keskimäärin noin 87 prosenttiin heidän saavutettavissaan olevasta menestyksen tasosta. Tämän mukaan omaa tehokkuuttaan lisäämällä opiskelijat olisivat voineet parantaa menestystään ylioppilastutkinnossa keskimäärin noin 13 prosenttia molempina tutkimusajankohtina. Aiempiin tutkimuksiin verrattuna opiskelijoiden keskimääräinen heistä itsestään johtuva tehottomuus on melko alhaista, sillä esimerkiksi Thanassouluksen ja Portelan (2002, 193) mukaan opiskelijoista itsestään johtuva keskimääräinen tehottomuus oli englantilaisella vuoden 1994 aineistolla noin 38 prosenttia.

Opiskelijan omien ponnistelujen vaikutusta menestykseensä kuvaava tehokkuusluku DEA_OMA on keskimääräiseltä arvoltaan suhteellisen korkea ja noin 12 pro-

senttiyksikköä opiskelijan yleistä tehokkuutta suurempi. Voidaan todeta, että opiskelijan käymän koulun vaikutuksen huomioon ottaminen pienensi opiskelijoiden keskimääräistä tehottomuutta 25 prosentista 13 prosenttiin, mutta jätti edelleen opiskelijalle itselleen varaa parantaa tehokkuuttaan. Tämä viittaa siihen, että opiskelijoiden huonon koulumenestyksen taustalla ovat sekä opiskelijasta itsestään johtuvat että opiskelijan käymään kouluun liittyvät tekijät. Opiskelijan omien ponnistelujen vaikutusta menestymiseen kuvaavan tehokkuusluvun alhainen arvo saattaa viitata myös koulun sisäiseen eriävään tehokkuuteen, joka kuvaa tilannetta, jossa koulut kohdentavat voimavarojaan epätasaisesti keskittyen vain jonkun opiskelijoiden osajoukon menetyksen parantamiseen (ks. Thanassoulis & Portela 2002, 193).

Kaikista kolmesta opiskelijoille lasketuista DEA-tehokkuusluvusta mielenkiintoisin on koulujen välisen tehokkuusvertailun mahdollistava, koulun tehokkuutta annetulla opiskelijoiden panostasolla kuvaava tehokkuusluku DEA_KOULU. Kuten taulukosta 11 nähdään, on keskimääräinen opiskelijoiden panostekijät huomioon ottava koulujen tehokkuus tutkimusajankohtina mediaaniarvoltaan noin 86–87 prosenttia. Tämä mukaan puolet kouluista yltää 86–87 prosenttiin siitä saavutustasosta, jota koulu annetulla opiskelija-aineksella olisi voinut saavuttaa. Tehokkuuttaan lisäämällä koulut olisivat voineet parantaa vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden opiskelijoidensa menestystä keskimäärin noin 13 prosenttia. Tämä tehokkuusluvun arvo osoittaa, että myös kouluilla on varaa vaikuttaa opiskelijoidensa menestyksen parantumiseen. Koulujen tehokkuutta parantamalla voidaan lisätä myös niiden opiskelijoiden tehokkuutta, jotka jo kuuluvat parhaiten menestyneimpien joukkoon oman koulunsa vertailujoukkoon nähden.

Opiskelijan tehottomuuden taustalla olevien tekijöiden havainnointi edellä esiteltyyn tapaan lisää koulujen mahdollisuuksia kohdentaa voimavarojaan entistä tehokkaammin opiskelijoiden koulumenestyksen parantamiseksi. Tutkimuksen mukaan sekä opiskelijoilla itsellään että heidän lukioillaan on kummallakin varaa parantaa tehokkuuttaan noin 12–13 prosenttia opiskelijoiden ylioppilaskirjoitusmenestyksen parantamiseksi ja opiskelijan yleisen tehokkuuden lisäämiseksi. Kun tuloksia aggregoidaan yksilötasolta laajemmille organisaatiotasolle, satunnais- ja mittausvirheiden vaikutus pienenee yli- ja aliarviointien kumotessa toisensa. Kaikkien kolmen tehokkuusluvun luotettavuutta kuitenkin heikentää laskennassa käytettyjen muuttujien arvojen rajallisuus ja ei-jatkuvuus, johon palataan tutkimuksen arviointia käsittelevässä luvussa 6.3.

Kirjavainen (2007) sai stokastisilla rintamamalleilla suomalaisten lukioiden keskimääräiseksi tehokkuudeksi vuosina 2000–2004 noin 90–96 prosenttia, kun koulujen tuotoksen mittana oli opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestys keskimääräisellä pakollisten aineiden puoltoäänimäärällä mitattuna. Kirjavaisen (2007, 52) mukaan opetuksen kustannustehokkuus vaihteli lukiokoulutuksen järjestäjien välillä enemmän kuin yksittäisten lukioiden välillä. Tässä tutkimuksessa koulujen

keskimääräinen tehokkuus on noin 87 prosenttia, mikä on noin 3–9 prosenttiyksikköä Kirjavaisen (2007) laskemia tehokkuuksia matalampi. Eri menetelmien avulla saatavilla keskimääräisillä tehokkuuksilla on siis eroa myös suomalaisella aineistolla, ja juuri eri menetelmiä vertaavalle jatkotutkimukselle onkin tilaa koulujen tehokkuustutkimuksen alalla.

Koulujen väliset pareittaiset tehokkuusvertailut

Koko aineistosta lasketut keskimääräiset tehokkuudet hävittävät informaatiota koulujen sisäisistä tehokkuuseroista. Opiskelijoiden tehokkuuslukujen jakaminen osiin Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämän menetelmän avulla mahdollistaa koulun sisäisten tehokkuuserojen tarkastelun. Vuoden 2000 aineistosta lasketut tehokkaimman ja vähemmän tehokkaan lukion opiskelijoiden tehokkuusluvut oman koulunsa muihin opiskelijoihin sekä kansalliseen vertailujoukkoon nähden on esitetty taulukossa 12 tilastollisten tunnuslukujen avulla. Taulukosta 12 nähdään, että koulun 2 opiskelijoiden keskimääräinen yleinen tehokkuus on huomattavasti alhaisempaa (noin 64 prosenttia) kuin opiskelijoiden keskimääräinen tehokkuus oman koulunsa sisällä (noin 86 prosenttia). Tehokkuuslukujen mediaaniarvojen ero on tätäkin suurempi: opiskelijoiden koulun sisäinen tehokkuus on mediaaniarvoltaan noin 62 prosenttia, mikä on lähes puolet opiskelijoiden keskimääräisen yleisen tehokkuuden mediaaniarvoa (87 prosenttia) suurempi. Ero vastaavien tehokkuuslukujen välillä koulun 1 tapauksessa on pieni, jolloin myös edellä mainittujen tehokkuuslukujen suhteena saatava keskimääräinen koulun tehokkuus on korkeampi koululle 1 (98 prosenttia) kuin koululle 2 (75 prosenttia).

Taulukko 12. Esimerkkikoulujen 1 ja 2 tehokkuus vuonna 2000

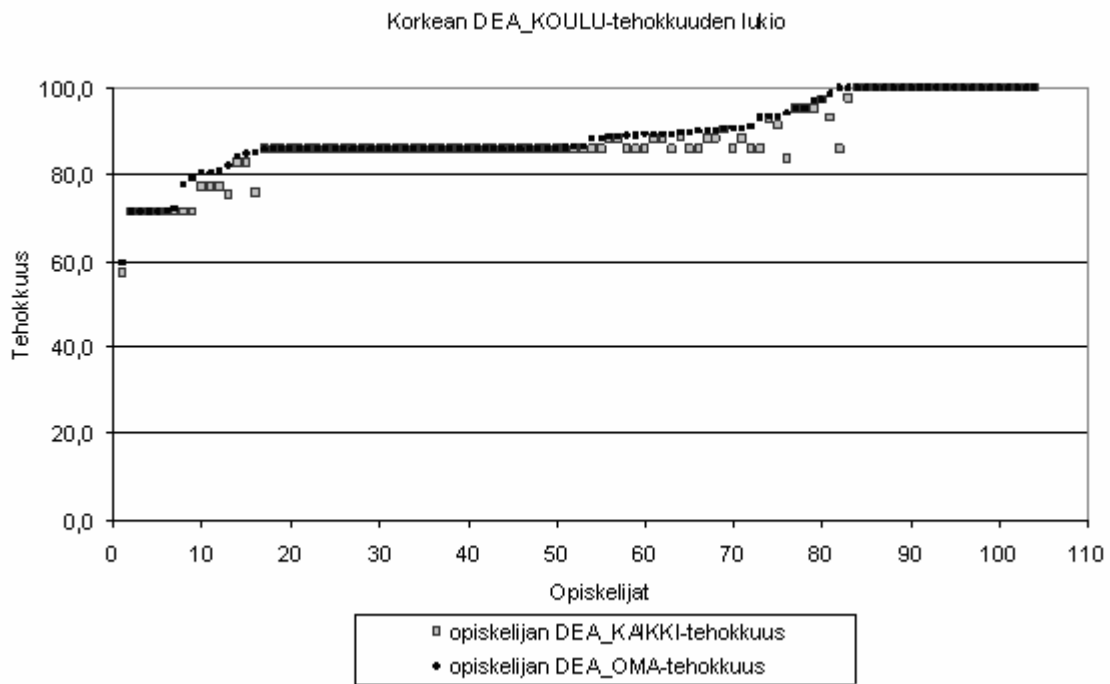
	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Maksimi	Minimi
Koulu 1, n = 105					
DEA_OMA	89,0	86,5	8,1	100	59,5
DEA_KAIKKI	87,6	85,7	8,6	100	57,1
DEA_KOULU	97,9	99,5	3,1	100	85,7
Koulu 2, n = 68					
DEA_OMA	85,7	87,4	13,4	100	36,1
DEA_KAIKKI	64,1	61,9	12,3	85,7	28,7
DEA_KOULU	74,9	75,6	8,1	85,7	46,6

Koulujen välisen tehokkuuseron voi havaita myös tehokkuuslukujen minimi- ja maksimiarvoja vertaamalla. Koulun 1 huonoiten menestynyt opiskelija ylittää 57,1 prosenttiin siitä ylioppilaskirjoitusmenestyksestä, joka hänen panostekijät ja koulun vaikutus huomioon otettuna olisi ollut mahdollista saavuttaa. Vastaava tehokkuus koulun 2 tehottomimmalle opiskelijalle on 28,7 prosenttia. Koulun 1 opiskelijoista vähintään yksi saavuttaa täyden tehokkuuden (100 prosenttia), kun taas paras opiskelija koulussa 2 ylittää vain noin 86 prosenttiin hänen saavutettavis-

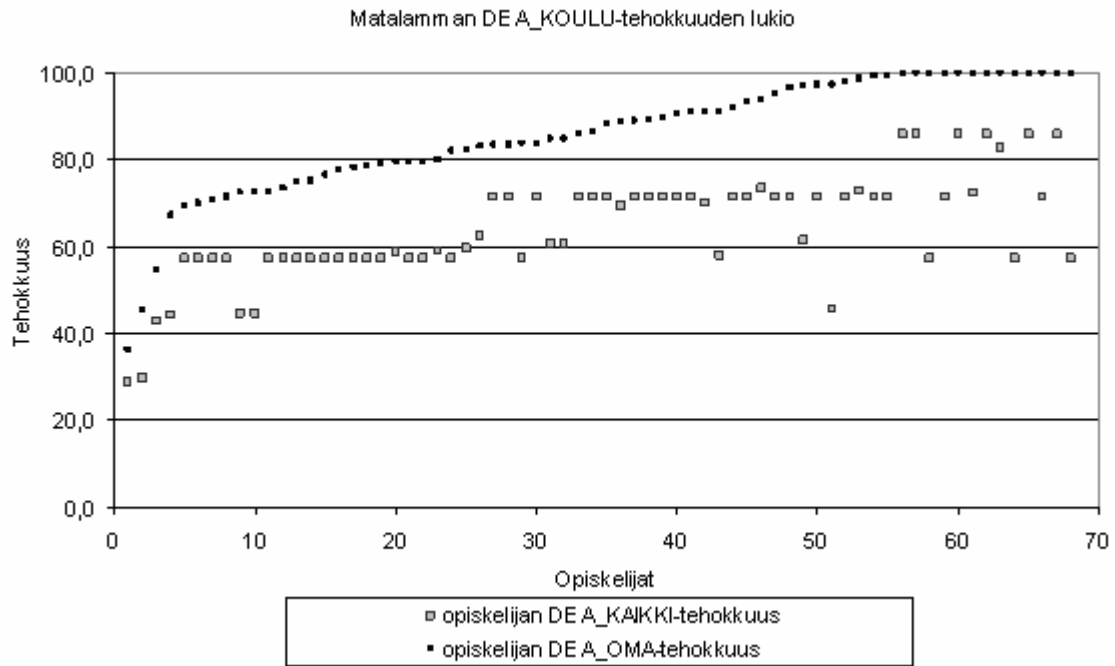
saan olevasta maksimitehokkuudesta. Tehokkuuslukujen keskihajonnasta voidaan havaita, että opiskelijoiden väliset tehokkuuserot koulun sisällä ovat suurempia koulussa 2 kouluun 1 verrattuna.

Koulujen 1 ja 2 opiskelijoiden tehokkuusluvut on esitetty kuvioissa 7 ja 8, jossa vaaka-akselilla ovat opiskelijat ja pystyakselilla kunkin yksilön tehokkuus oman koulunsa muihin opiskelijoihin nähden (DEA_OMA) merkittynä mustalla neliöllä ja yleinen tehokkuus (DEA_KAIKKI) merkittynä harmaalla neliöllä. Vertaamalla eri tehokkuuslukujen muodostamien rintamien etäisyyttä toisistaan havaitaan, että ero rintamien välillä on suurempi koululle 2 kouluun 1 verrattuna. Koulun 1 opiskelijoiden tehokkuuksien perusteella muodostetut tehokkuusrintamat ovat lähes yhtenevät. Tämä osoittaa, että koulun 1 tehokkaimmat opiskelijat yltyvät menestyksessään jopa kansalliselle kärkitasolle ja ovat muodostamassa sekä oman koulunsa tehokkuusrintamaa että kansallista rintamaa. Kuten kuvioista 8 nähdään, koulun 2 DEA_KAIKKI-tehokkuuslukujen mukaisen rintaman etäisyys DEA_OMA-tehokkuuksien perusteella muodostetusta tehokkuusrintamasta on suuri. Tämä osoittaa, ettei kukaan omassa koulussaan parhaiten menestyneistä koulun 2 opiskelijoista ole niin tehokas, että yltyisi kansallisesti parhaimpien opiskelijoiden tasolle.

Kuvio 7. DEA-tehokkuudet koulun 1 opiskelijoille



Kuvio 8. DEA-tehokkuudet koulun 2 opiskelijoille



Mitä lähempänä opiskelijoiden yleisen ja koulun sisäisen tehokkuuden perusteella muodostetut tehokkuusrintamat ovat toisiaan kuvioissa 7 ja 8, sitä pienempi on ero koulun sisäisen tehokkuuden ja yleisen tehokkuuden välillä, ja sitä suuremman arvon saa kahden edellä mainitun suhtena saatava koulun keskimääräinen tehokkuusluku. Koulun tehokkuutta kuvaava tehokkuusluku on se osa opiskelijan yleistä tehokkuutta, johon opiskelijan käymä koulu vaikuttaa. Tämän tutkimuksen myöhemmissä luvuissa juuri koulujen keskimääräinen tehokkuus opiskelijoiden panostekijät huomioon otettuina on kiinnostuksen kohteen lukioiden välisiä tehokkuusvertailuja tehtäessä ja tehokkuuksien mukaisia paremmuusjärjestyksiä laadittaessa.

Kuten kuvioista 7 ja 8 ja taulukosta 12 voidaan todeta, opiskelijan yleinen tehokkuus (DEA_KAIKKI) on aina vähintään yhtä suuri, kuin opiskelijan tehokkuus oman koulunsa muihin opiskelijoihin nähden (DEA_OMA). Tämä johtuu DEA-menetelmän ominaisuudesta vertailutasona olevan tehokkuusrintaman muodostamisessa. Jos yksilö yltää kaikista opiskelijoista tehokkaimpien muodostamalle tehokkuusrintamalle, täytyy hänen olla täysin tehokas myös oman koulunsa opiskelijoihin nähden ja sijaita täten myös oman koulunsa tehokkaimpien opiskelijoiden muodostamalla rintamalla. Toisin päin logiikka ei päde, sillä vaikka opiskelija menestyisi omassa koulussaan parhaalla mahdollisella tavalla resurssitekijöihin nähden ja ylittäisi oman koulunsa tehokkaimpien muodostamalle vertailurintamalle, saattaa ero kansalliseen tasoon nähden olla suuri opiskelijan käymän koulun tehostomuudesta johtuen. Kuvion 8 tapauksessa tämä havaitaan tehokkuusrintamien suurena etäisyytenä toisistaan.

Tehokkuuslukujen suuruuden sijaan päätöksentekijöiden ja koulutoimijoiden näkökulmasta tärkeämpää on saada tietoa siitä, miten koulut voisivat parantaa tehokkuuttaan suhteessa muihin kouluihin. Esimerkkikoulujen 1 ja 2 kohdalla havaitaan, että kummallakin koululla on varaa parantaa tehokkuuttaan opiskelijoidensa menestyksen parantamiseksi DEA_KOULU-tehokkuuden ollessa kummallekin koululle alle 100 prosenttia. Kuitenkin tehokkuusluvun eroista koulujen välillä nähdään, että koulun 1 kohdalla suurin osa opiskelijan menestyksen parantamiseksi tehdyistä toimenpiteistä tulisi olla lähtöisin koulun 1 opiskelijoista itsestään. Parantamalla tehokkuuttaan koulun 1 opiskelijat pystyvät vaikuttamaan oman koulunsa tehokkuusrintaman lisäksi myös kansalliseen rintamaan. Koulun 2 kohdalla puolestaan suurin osa opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestyksen parantamiseksi uhratusta vaivasta tulisi olla lähtöisin ennemmin koulun oman toiminnan tehostamisesta, vaikkakin myös koulun 2 opiskelijoilla on varaa lisätä ponnistelujaan menestyksensä parantamiseksi. Esittämällä opiskelijoiden tehokkuuslukuja kuvioiden 7 ja 8 tapaan voidaan koulujen välillä suorittaa pareittaisia vertailuja ja havaita eroja tehokkuuksien jakaumissa esimerkiksi samanlaisilla resursseilla toimivien tai samoihin tuotosmääriin yltyvien koulujen välillä. Havainnoimalla samanlaisin resurssein toimivia tehokkaampia vertailuysiköitä, voivat koulut lisätä tehokkuuttaan jäljittelemällä kaltaistensa koulujen toimintaa ja asettamalla tavoitetasoja suoriutumislleen tehokkaiden vertailuysiköiden pohjalta²⁵.

Taustatekijöiden ja tehokkuuden välinen yhteys

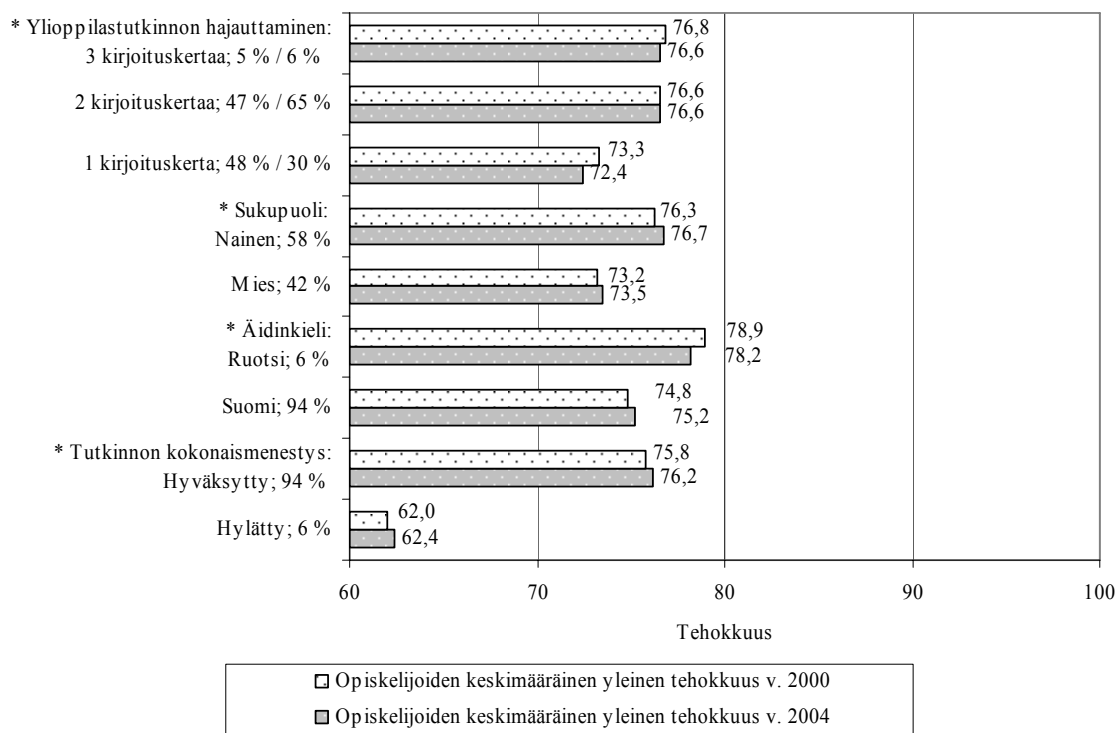
Taustatekijöiden yhteyttä opiskelijoiden tehokkuuteen voidaan arvioida eri luokittelujen mukaisia keskimääräisiä tehokkuuksia vertaamalla. Tehokkuuksien vertailu yksilötasolla opiskelijan valinnoista riippuvien tekijöiden, kuten ylioppilastutkinnon hajauttamisen perusteella auttaa arvioimaan eri tekijöiden vaikutusta opiskelijoiden keskimääräiseen suoriutumiseen. Tutkittaessa tehokkuuksia opiskelijatasolla, verrataan eroja opiskelijoiden yleisessä tehokkuudessa (tehokkuusluku DEA_KAIKKI), sillä se muodostuu opiskelijan menestykseen kohdistuvien hänen omien ponnistelijensa ja hänen käymänsä koulun vaikutuksen tulona, ja kuvaa kiinnostuksen kohteen olevaa opiskelijoiden keskimääräistä tehokkuutta kansalliseen tasoon nähden. Koulujen välisiä tehokkuuseroja tarkasteltaessa puolestaan keskitytään opiskelijoiden panostekijät huomioon ottavan keskimääräisen koulun tehokkuuden (tehokkuusluku DEA_KOULU) vertailuun oppilaitosten välillä, sillä tämä tehokkuusluku kuvaa opiskelijan käymän koulun vaikutuksia heidän ylioppilastutkintomenestykseensä.

Kuviossa 9 on esitetty tehokkuus eri luokittelujen mukaan. Kuviossa 9 valkoinen palkki kuvaa opiskelijoiden keskimääräistä yleistä tehokkuutta vuonna 2000 ja harmaa palkki keskimääräistä yleistä tehokkuutta vuonna 2004. Opiskelijoihin liittyviä ominaisuuksia tarkastelemalla havaitaan, että tehokkuusero sukupuolten

²⁵ Tavoitetaso määrittämisestä tarkemmin: Thanassoulis ja Dunstan (1994).

välillä on vuosina 2000 ja 2004 noin kolme prosenttiyksikköä naisopiskelijoiden hyväksi ja suomen- ja ruotsinkielisten välillä noin 3–4 prosenttiyksikköä ruotsinkielisten lukio-opiskelijoiden hyväksi (kuvio 9). Lisäksi voidaan odotetusti todeta tutkinnon hyväksytysti suorittaneiden olleen tutkimusajankohtina noin 14 prosenttiyksikköä tutkinnossa hylättyjä tehokkaampia.

*Kuvio 9. Opiskelijoiden yleinen tehokkuus eri tekijöiden mukaan vuosina 2000 ja 2004**



* Prosenttiosuus luokan nimen perässä kuvaa kyseiseen luokkaan kuuluvien osuutta kaikista opiskelijoista; kirjoituskertaluokittelussa osuudet erikseen vuosille 2000 ja 2004, muilla luokittelumuuttujilla osuudet pysyneet samoina molempina tarkasteluajankohtina

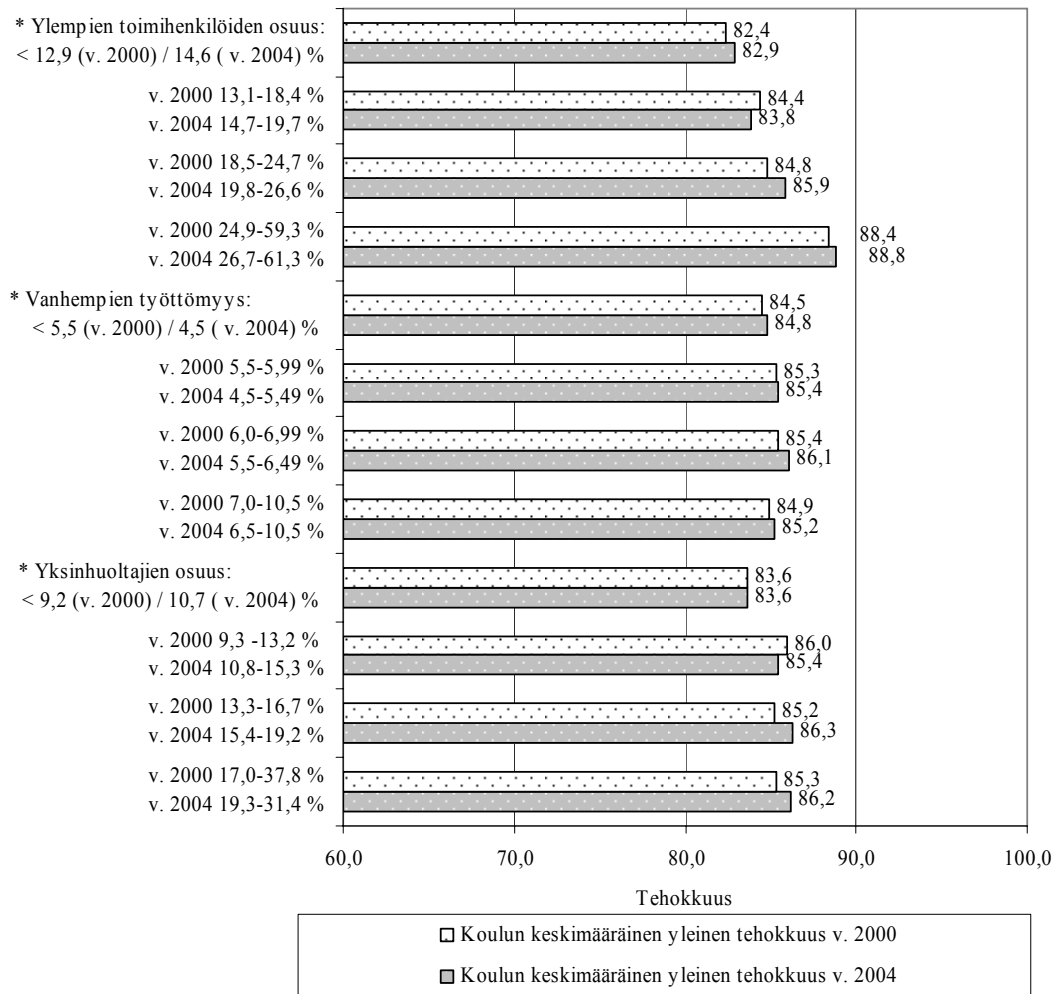
Kuten kuviosta 9 havaitaan, tämä aineisto tukee väitettä ylioppilaskirjoitusten hajauttamisen positiivisesta vaikutuksesta opiskelijan tehokkuuteen. Vuosina 2000 ja 2004 tehokkaimmiksi kirjoituskertojen lukumäärältään osoittautuvat ne vuonna 2000 noin viisi prosenttia ja vuonna 2004 noin kuusi prosenttia kaikista ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista opiskelijoista, jotka hajauttivat tutkintonsa suorittamisen kolmelle kirjoituskerralle, joskin erot kahdelle suorituskerralle tutkintonsa hajauttaneisiin nähden on hyvin pieni. Sen sijaan yhdellä kertaa ylioppilastutkinnon suorittaneiden tehokkuus oli noin 3–4 prosenttiyksikköä alhaisempaa kuin tutkinnon useammalle suorituskerralle hajauttaneiden tehokkuus. Kuviosta 9 havaitaan myös, että ylioppilastutkinnon hajauttaminen on vähentynyt vuodesta 2000 vuoteen 2004 siten, että vuonna 2004 yhä useampi opiskelija suoritti ylioppilastutkinnon kahdella kirjoituskerralla kolmen suorituskerran sijaan. Tarkastelemalla

tehokkuudeltaan heikoimpia eli yhdellä kertaa ylioppilastutkinnon kaikki aineet kirjoittaneita opiskelijoiden joukkoa tarkemmin havaitaan, että yhdellä kertaa kaikki aineet kirjoittaneista vuonna 2000 yli 78 prosenttia suoritti tutkinnossaan enemmän kuin 4 koetta. Alhaisemman keskimääräisen tehokkuuden taustalla ei voida tämän perusteella sanoa olevan opiskelijoiden vähäisempi ylimääräisten koekaiden suorittamismäärä, joka näkyisi DEA-tehokkuusmallinnuksessa tuotosmuuttujan arvon pienuutena. Tarkempia syitä tehokkuuserojen taustalla olevien tekijöiden vaikutuksesta voidaan tutkia kaksivaiheisesti esimerkiksi Tobit-analyysillä, mikä kuitenkin jätetään jatkotutkimusten varaan.

Yksittäisten opiskelijoiden tehokkuuksien vertailun sijaan on mielekkäämpää vertailla tehokkuuksia laajemmilla organisaatiotasolla, kuten koulu-, koulutuksen järjestäjä tai kuntatasolla. Yksilötason laajemmilla organisaatiotasolla kiinnostuksen kohteena ovat yksilötason aineistosta lasketut koulujen tehokkuutta kuvaavan tehokkuusluvun (DEA_KOULU) keskimääräiset tutkimuksen kohteena olevalle organisaatiotasolle aggregoidut tehokkuudet. Keskittyminen yksilötason tehokkuuksien sijaan laajemman organisaatiotason tehokkuuksien tarkasteluun on järkevämpää myös siksi, että yksilötason tehokkuuksien vertailu saattaa johtaa harhaisiin päätelmiin satunnais- ja mittausvirheistä johtuen. Virheiden vaikutus vähenee tarkasteltaessa koulujen tehokkuutta yksilötasolta laajemmille organisaatiotasolle aggregoitujen keskilukujen avulla, jolloin tehokkuuslukujen yli- ja ali- arvioinnit kumoavat toisensa. (Thanassoulis & Portela 2002, 192.)

Aiempien tutkimusten perusteella opiskelijoiden koulumenestystä selittävästä tekijöistä yksi tärkeimmistä on opiskelijan sosioekonominen tausta ja vanhempien koulutusaste. Opiskelijan taustaa kuvataan tässä tutkimuksessa yksilötason tietojen puutteesta johtuen koulukohtaisiksi keskiarvoiksi aggregoiduilla muuttujilla, jotka kuvaavat opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulutustasoa, ammattiasemaa, työllisyystilannetta ja yksinhuoltajaperheiden osuutta. Kuviossa 10 on luokiteltu koulujen keskimääräisiä tehokkuuksia eri sosioekonomista taustaa kuvaavien tekijöiden perusteella. Luokitteluja varten aineisto on jaettu havaintoyksiköiden määrältä neljään yhtä suureen osaan. Luokkien rajat on esitetty kuviossa 10 luokan niminä molemmille tutkimusajankohdille erikseen. Opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulukohtaista ammattiasemaa kuvataan ylempien toimihenkilöiden osuudella ja työllisyystilannetta työttömyysasteella. Koulun opiskelijoiden keskimääräistä perhemuotoa kuvataan yksinhuoltajaperheiden osuudella.

Kuvio 10. Koulun keskimääräinen yleinen tehokkuus eri sosioekonomisten tekijöiden mukaan luokiteltuna vuosina 2000 ja 2004*



* Luokittelua varten aineisto on jaettu neljään havaintojen määrältä yhtä suureen osaan, ja luokat on nimetty luokkarajojensa mukaan.

Kuviosta 10 havaitaan, että keskimäärin tehokkaimpia ovat ne koulut, joiden opiskelijoiden vanhemmista suurempi osa toimii ylemmissä ammattitehtävissä. Mitä suurempi osuus lukion opiskelijoiden vanhemmista on ylempiä toimihenkilöitä, sitä korkeampaa on tässä aineistossa lukion keskimääräinen tehokkuus. Luokkien rajoja tarkastelemalla havaitaan, että ylempien toimihenkilöiden osuus on kasvanut vuodesta 2000 vuoteen 2004 kaikkien luokkarajojen ollessa korkeampia vuonna 2004 neljän vuoden takaiseen verrattuna. Tehokkuusero tehokkaimman (suurin osuus lukion opiskelijoiden vanhemmista ylempiä toimihenkilöitä) ja tehottomimman (pienin osuus lukion opiskelijoiden vanhemmista ylempiä toimihenkilöitä) luokan välillä on noin 6 prosenttiyksikköä.

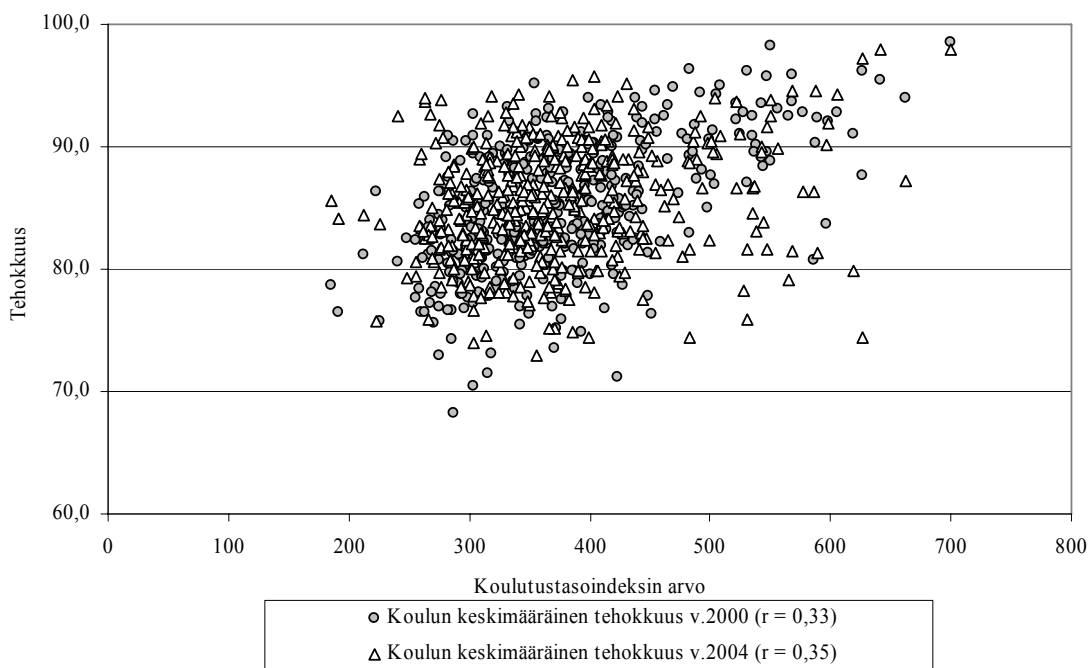
Lukion opiskelijoiden vanhempien keskimääräisellä työttömyysasteella ei tässä aineistossa ole yhteyttä tehokkuuseroihin koulujen välillä. Keskimääräinen koulun

tehokkuus vaihtelee tarkasteluajankohtina noin 84,5 ja 86 välillä, eikä yhteyttä opiskelijoiden vanhempien keskimääräisen työttömyysasteen ja opiskelijoiden käymän koulun tehokkuuden välillä ole havaittavissa. Luokkien rajoja tarkastelemalla voidaan havaita lievä keskimääräisen työttömyysasteen lasku vuodesta 2000 vuoteen 2004, joskin opiskelijoiden vanhempien keskimääräisen työttömyysasteen maksimi on säilynyt 10,5 prosentissa tutkimusajankohdasta toiseen.

Koulun opiskelijoiden perhemuodon ja koulun tehokkuuden välistä yhteyttä tarkastelemalla havaitaan, että tehottomimpia tässä aineistossa ovat ne koulut, joiden opiskelijoiden perheistä yksinhuoltajaperheiden suhteellinen osuus on alhaisin. Kuitenkaan aineistossa ei ole havaittavissa yhteyttä koulun yksinhuoltajaperheiden osuuden ja sen tehokkuuden välillä korrelaation ollessa 0,06 vuonna 2000 ja 0,10 vuonna 2004 (liite 2). Luokkien rajoja tarkastelemalla havaitaan, että yksinhuoltajien osuus on kasvanut vuodesta 2000 vuoteen 2004.

Kuviossa 11 on esitetty koulun opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulutustasoa kuvaavan koulutustasomittaimen ja koulun tehokkuuden välinen yhteys. Koulutustasomittain on koulutusasteen mukaan painotettu indeksi, joka huomioi väestön peruskoulun jälkeisten koulutusten määrän jatkuvana muuttujana. Koulutustasoindeksin arvo kuvaa peruskoulun jälkeiseen koulutukseen käytettyä aikaa. Kuviossa 11 koulun keskimääräistä tehokkuutta vuonna 2000 on havainnollistettu harmaalla ympyrällä ja vuonna 2004 valkoisella kolmiolla.

Kuvio 11. Koulun tehokkuuden ja sen opiskelijoiden vanhempien keskimääräisen koulutustason yhteys vuosina 2000 ja 2004



Kuten kuviosta 11 havaitaan, keskimääräisen koulukohtaisen opiskelijoiden vanhempien koulutustason ja koulun tehokkuuden välillä vallitsee Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella mitattuna heikko positiivinen riippuvuus kertoimen saadessa arvon 0,33 vuonna 2000 ja 0,35 vuonna 2004. Tämän mukaan tässä aineistossa tehokkaampia ovat ne koulut, joiden opiskelijoiden vanhemmilla on keskimääräistä korkeampi koulutus, joskaan yhteys ei ole kovin vahva.

Kuntien välillä on eroja lukioiden keskimääräisissä tehokkuuksissa. Taulukossa 13 on esitetty keskimääräiseltä lukiotehokkuudeltaan 10 kunnan kärki vuosina 2000 ja 2004. Tehokkaimman lukiokoulutuksen kunnat ylsivät tarkasteluajankohtina lukiotehokkuudelta noin 94 prosentin tasolle, kun taas tehottomimpien kuntien lukioiden keskimääräinen tehokkuus oli vuonna 2000 noin 71 prosenttia ja vuonna 2004 noin 74 prosenttia.

*Taulukko 13. Keskimääräiseltä lukiotehokkuudeltaan 10 parasta kuntaa vuosina 2000 ja 2004**

Sijoitus tehokkuuden mukaan v.2000**	Kunta, n = 278	Lukioiden keskim. tehokkuus v.2000	Ylioppilaskirjoitukseen osallistuneita v.2000	Kaikkien aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä
1. (>50.)	Vöyri	94,0	39	4,7
2. (37.)	Järvenpää	94,0	193	4,4
3. (36.)	Närpiö	93,3	55	4,4
4. (32.)	Loimaa	92,8	97	4,1
5. (>50.)	Haapavesi	92,7	61	4,0
6. (12.)	Lohja	92,7	244	4,2
7. (>50.)	Ylivieska	92,6	132	4,0
8. (31.)	Seinäjoki	92,4	250	4,2
9. (>50.)	Eura	92,1	63	4,2
10. (>50.)	Äänekoski	92,0	81	4,0
Sijoitus tehokkuuden mukaan v.2004**	Kunta, n = 278	Lukioiden keskim. tehokkuus v.2004	Ylioppilaskirjoitukseen osallistuneita v.2004	Kaikkien aineiden keskimääräinen puoltoäänimäärä
1. (22.)	Kankaanpää	93,8	93	3,9
2. (>50.)	Jyväskylä	93,4	406	4,4
3. (47.)	Kauhajoki	92,6	83	4,1
4. (12.)	Kauniainen	92,3	184	4,5
5. (26.)	Toholampi	91,9	51	4,0
6. (27.)	Naantali	91,8	95	4,4
7. (38.)	Inari	91,7	51	3,8
8. (14.)	Raahe	91,5	178	4,0
9. (>50.)	Teuva	91,3	59	3,9
10. (>50.)	Tampere	91,3	1254	4,5

* Mikäli kunta ei sijoitu 50 tehokkaimman joukkoon, merkitään sijoitusta ”>50”.

** Sulussa sijoitus toisena tutkimusajankohtana.

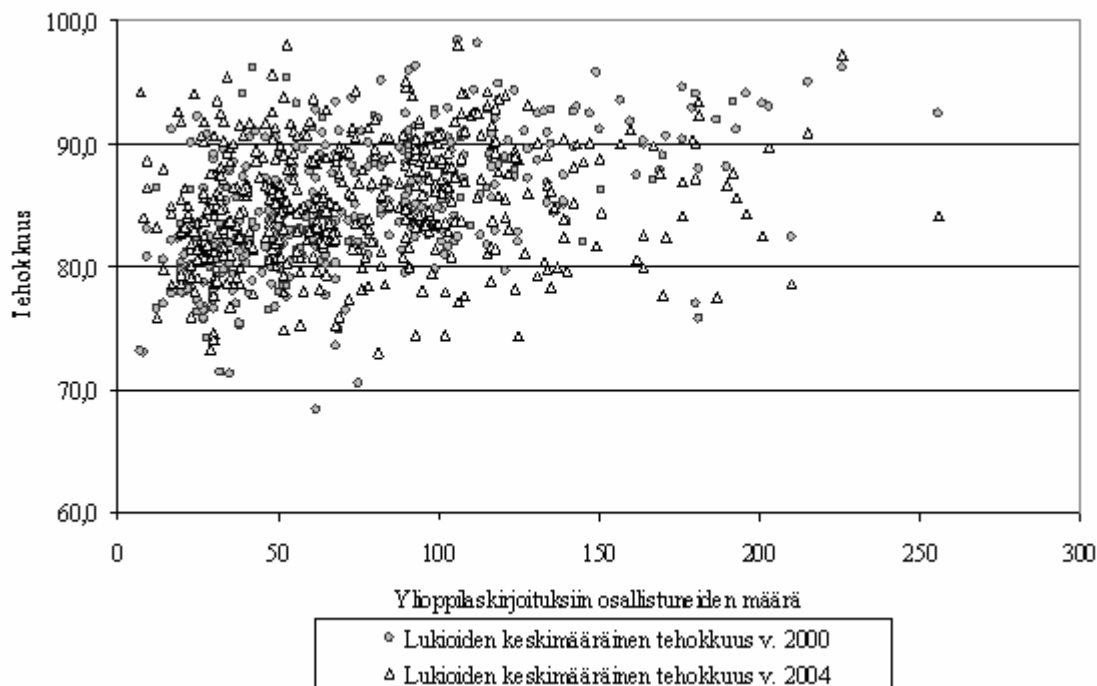
Ero lukioiden keskimääräisessä tehokkuudessa vaihtelee jopa yli 20 prosenttiyksikköä kuntien välillä, joskin ero tehokkaimman ja tehottomimman kunnan välillä on kaventunut vuodesta 2000 vuoteen 2004 noin kolmella prosenttiyksiköllä. Kun

vuonna 2000 yli 20 prosentin tehottomuuteen jäi 17,6 prosenttia kunnista, oli vastaava osuus neljä vuotta myöhemmin enää 14,7 prosenttia. Kun samaan aikaan alle 10 prosentin tehottomuuteen yltävien oppilaitosten osuus on vähentynyt tarkasteluajanjaksolla noin 11 prosentista 9 prosenttiin, voidaan kuntien välisten lukiodien keskimääräisten tehokkuuserojen sanoa laskeneen vuodesta 2000 vuoteen 2004. Kuten taulukosta 13 havaitaan, järjestys muuttuu kymmenen tehokkaimman kunnan osalta täysin tutkimusajankohtien välillä. Vuonna 2000 kärkikymmenikköön sijoittuneista kunnista vain kuusi sijoittui 50 tehokkaimman kunnan joukkoon vuonna 2004. Vastaavasti vuonna 2004 tehokkaimpien kymmenen kunnan joukosta vain kaksi kuntaa ylsi 20 tehokkaimman joukkoon myös vuonna 2000. Tämä kuvastaa tehokkuuslukujen mukaisen järjestyksen vaihtelevan suuresti vuosien välillä.

Lukio-opiskelijoiden keskimääräisiä kaikkien aineiden puoltoäänimääriä vertaamalla havaitaan tehokkaimpien kymmenen kunnan joukkoon yltävän sekä melko korkean että matalamman keskimääräisen puoltoäänimäärän kuntia. Tästä havaitaan, että menestyäkseen tehokkuusvertailuissa eivät pelkät puoltoäänimäärät kerro toiminnan varsinaisesta tehokkuudesta. Esimerkiksi vuonna 2004 tehokkaimmaksi sijoittuneen Kankaanpään kunnan lukiodien opiskelijat saavuttivat ylioppilastutkinnossa keskimäärin 3,9 puoltoääntä ainetta kohti, mutta sijoituivat keskimääräiseltä tehokkuudeltaan paremmin kuin korkeampaan keskimääräiseen puoltoäänimäärään (4,5) yltänyt kymmenennellä sijalla ollut Tampereen kaupunki (taulukko 13). Keskitämällä tarkastelu vain suuriin ja keskisuuriin kuntiin (yli 50 000 asukasta) lukiodien tehokkuudelta paras molempina tutkimusajankohtina oli Jyväskylä, jonka lukiodien tehottomuus oli keskimäärin noin 7–8 prosenttia. Seuraaviksi suurista ja keskisuurista kunnista sijoituivat vuonna 2000 Turku, Kuopio ja Espoo ja vuonna 2004 Tampere, Helsinki ja Espoo. Tehokkuusjakautuman häntäpäässä olevista kunnista löytyy sekä pieniä että suuria kuntia, eikä tässä aineistossa kunnan asukasluvun ja kunnan lukiokoulutuksen keskimääräisen tehokkuuden välillä havaita vahvaa yhteyttä (liite 3).

Kuten taulukosta 13 havaitaan, kärkikymmenikköön sijoittuvissa kunnissa ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden määrät vaihtelivat vuonna 2000 39 kokelaasta 250:een ja vuonna 2004 51 ylioppilaskokelaan Inarin kunnasta Tampereen kaupunkiin, jossa vuonna 2004 ylioppilastutkinnon suoritti yli 1200 opiskelijaa. Tämä aineisto tukee väitettä, ettei lukion tehokkuuden ja koulun koon välillä ole yhteyttä. Kuviossa 12 on esitetty yhteys ylioppilastutkintoon osallistuneiden määrän ja lukion tehokkuuden välillä. Kuvion 12 perusteella tässä aineistossa ei ole havaittavissa yhteyttä koulun koon ja sen tehokkuuden välillä.

Kuvio 12. Koulun koon ja sen tehokkuuden välinen yhteys



6.2 Tehokkuuserot lukioiden välillä

Koulutuksen erityispiirteiden ja koulujen toimintaympäristöissä vallitsevien erojen vuoksi koulutusta voidaan arvioida useista eri näkökulmista. Kiinnostuksen kohteena voi olla niin koulutusprosessiin käytetyt panokset tai panosmäärien muutokset ajassa, koulutusprosessin tuottaman tuotoksen määrä tai muutos vertailutasoon nähden tai kuten tässä tutkimuksessa, panosten ja tuotosten perusteella laskettava koulutuksen tehokkuus. Koulujen välisiä vertailuja tehtäessä tai kouluja paremmuusjärjestykseen asetettaessa onkin kiinnitettävä erityishuomiota siihen, mitä varsinaisesti halutaan tutkia. Keskittymällä pelkkään koulutusprosessin avulla saatavaan tuotokseen, esimerkiksi ylioppilaskirjoituksissa saavutettuihin puoltoäänimääriin (ks. MTV3 2005), kiinnostuksen kohteena on tuotosten vertailu koulujen välillä. Tällä tavoin koulujen asettaminen paremmuusjärjestykseen yksipuolisesti pelkkiä tuotosten määriä vertaamalla ei kuitenkaan kerro mitään varsinaisesta koulujen tehokkuudesta.

Tehokkaimmat lukiot vuosina 2000 ja 2004

Kuten aiemmin todettua, lukioiden välillä on suuria eroja toiminnan tehokkuudessa. Vuonna 2000 (2004) alle 80 prosentin tehokkuuteen jäi 67 lukiota (59 lukiota), eli noin 15 prosenttia (14 prosenttia) kaikista lukioista. Vastaavasti alle 10 prosentin keskimääräiseen tehottomuuteen ylsi noin 83 lukiota (78 lukiota), eli noin viides osa kaikista lukioista. Vaihtelu keskimääräisissä tehokkuuksissa lukioiden

välillä oli pienempää vuonna 2004 vuoteen 2000 verrattuna, mikä osoittaa oppilaitosten välisten tehokkuuserojen kaventuneen vuodesta 2000 vuoteen 2004. Taulukossa 14 on esitetty viisi tehokkainta lukiota vuosina 2000 ja 2004 tehokkuuslukuineen. Lisäksi taulukossa 14 on esitetty lukion ylioppilastutkinnon suorittamiseen osallistuneiden opiskelijoiden määrä ja keskeisimpien panos- ja tuotosmuuttujien koulukohtaiset keskiarvot.

*Taulukko 14. Tehokkuudeltaan lukioiden viiden kärki vuosina 2000 ja 2004**

v. 2000**	Lukio, n = 435	Tehokkuus	Ylioppilaskirjoituksiin osallistuneita v. 2000	LUKA	KKESPUOLTO
1. (1.)	Koulu 1	98,5	106	9,1	5,7
2. (24.)	Koulu 2	98,2	112	9,2	5,4
3. (34.)	Koulu 3	96,3	93	9,1	5,2
4. (3.)	Koulu 4	96,1	226	9,4	5,5
5. (>50.)	Koulu 5	96,1	42	8,0	5,0
v. 2004**	Lukio, n = 435	Tehokkuus	Ylioppilaskirjoituksiin osallistuneita v. 2004	LUKA	KKESPUOLTO
1. (1.)	Koulu 1	98,0	99	9,1	5,4
2. (8.)	Koulu 8	98,0	39	8,3	4,8
3. (4.)	Koulu 4	97,2	224	9,5	5,6
4. (41.)	Koulu 11	95,7	150	8,7	4,8
5. (27.)	Koulu 12	95,4	116	8,8	5,2

* Mikäli kunta ei sijoitu 50 tehokkaimman joukkoon, merkitään sijoitusta ”>50”.

** Suluissa sijoitus toisena tutkimusajankohtana.

Tehokkuusanalyysin perusteella vuonna 2000 tehokkaimpia lukioiden tehottomuus oli alle kaksi prosenttia. Kuten taulukosta 14 havaitaan, vuonna 2000 viiden tehokkaimman lukion joukkoon yltäneestä lukiosta kaksi oli kärkiviisikossa myös vuonna 2004. Koulu 1 on tehokkuusvertailussa ensimmäisenä molempina tarkasteluajankohtina noin 98–99 prosentin keskimääräisellä tehokkuudella. Myös koulu 4 oli kärkiviisikossa molempina tarkasteluajankohtina.

Tarkastelemalla vuosina 2000 ja 2004 tehokkuudeltaan viiden parhaimman lukion tehokkuuksien laskennassa käytettyjen muuttujien arvoja ja muita ominaisuuksia, voidaan havaita suurta vaihtelua lukioiden välillä esimerkiksi koulujen koossa, niiden opiskelija-aineksessa ja opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestyksessä. Kuten jo aiemmin todettiin, koulujen koon ja tehokkuuden välillä ei ole merkittävää yhteyttä tässä aineistossa, mikä havaitaan myös taulukosta 14. Vuonna 2000 (2004) viiden tehokkaimman lukion joukkoon yltäneiden lukioiden ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden opiskelijoiden määrä vaihteli 42 ja 226 opiskelijan (39 ja 224) välillä, mistä havaitaan tehokkaimpien koulujen joukkoon yltävän opiskelijamäärältään sekä suuria että pieniä kouluja.

Koulujen tehokkuuden mittaaminen ja paremmuusjärjestykseen asettaminen pelkän opiskelijoiden suoriutumisen perusteella olisi oikeutettua, mikäli koulujen resurssit olisivat identtiset (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 1). Koska opiskelija-

aines kuitenkin vaihtelee kouluittain, antaa pelkkiin suorite-eroihin perustuva järjestely harhaisia tuloksia koulujen toiminnan tehokkuudesta. Opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestyksellä mitattuna samaan suoriutumistasoon yltävien lukioiden opiskelija-aines voi poiketa merkittävästi toisistaan. Vastaavasti saman resurssitason omaavien koulujen suoriutumistaso voi vaihdella merkittävästi koulujen välillä. Koulujen kohtaama panostaso vaihtelee huomattavasti alueiden ja yksittäisten koulujen välillä, mikä johtuu lukioiden kohdalla esimerkiksi korkeiden sisäänpääsyvaatimusten aiheuttamasta valikoitumisesta peruskoulun jälkeisiin toisen asteen opintoihin hakeuduttaessa.

Lukioiden kohtaama panostaso vaihtelee koulujen välillä myös tässä aineistossa, mikä havaitaan taulukosta 14, jossa on esitetty viiden tehokkaimman lukion opiskelijoiden keskimääräinen lukuaineiden keskiarvo peruskoulun päättötodistuksessa. Vuonna 2000 neljänneksi tehokkaimmaksi lukioksi yltäneen koulun vuonna 2000 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneet opiskelijat aloittivat lukio-opintonsa keskimäärin 9,4 keskiarvolla, kun taas samana vuonna tehokkaimmassa lukiossa opiskelijoiden lähtötaso oli keskimäärin 9,1. Vastaavasti vuonna 2004 viiden tehokkaimman lukion joukosta heikoimman opiskelija-aineiden koulu oli toiseksi sijoittunut koulu 8 (LUKA-muuttuja arvoltaan 8,3) ja opiskelijoiden keskimääräiseltä lähtötasolta paras kolmanneksi sijoittunut koulu 4 (9,5). Tämän perusteella havaitaan, että lähes samaan tehokkuuteen yltävien lukioiden välillä opiskelija-aines vaihtelee merkittävästi. Tehokkuuslukujen laskeminen tehokkuuden mittaamiseen sopivalla menetelmällä on oikeudenmukaista kaikkia kouluja kohtaan, sillä menetelmä ottaa huomioon koulujen väliset erot resurssissa, jolloin myös heikomman opiskelija-aineiden koulut voivat nousta vertailussa kärkisijoille.

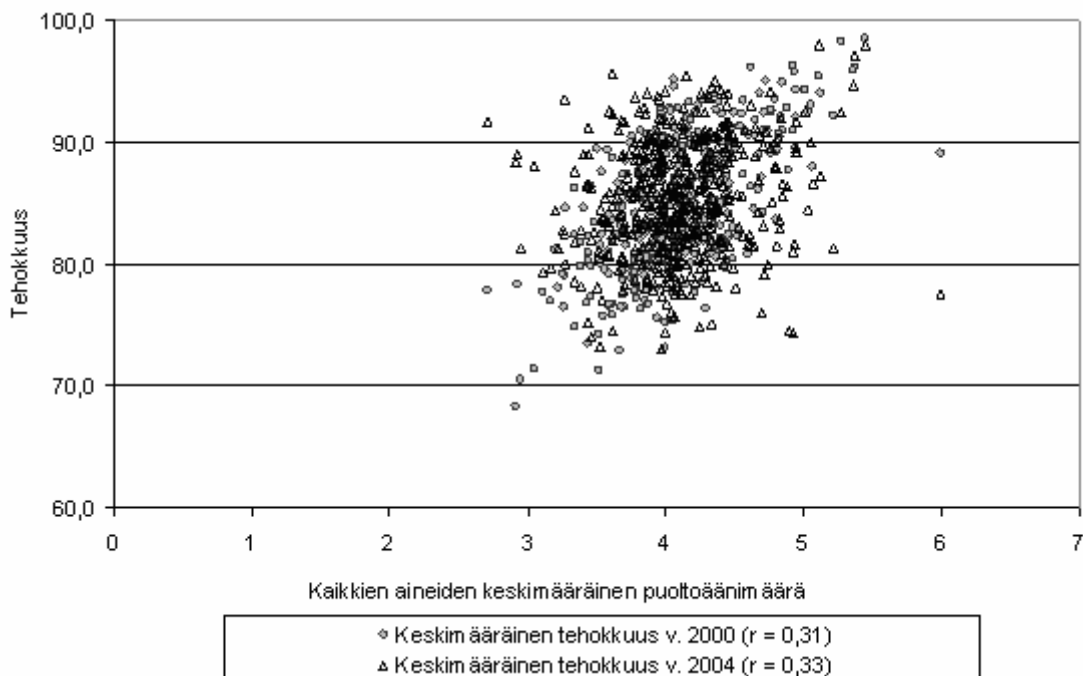
Vertaamalla kärkiviisikkoon yltäneiden lukioiden keskimääräisiä kaikkien aineiden puoltoäänimäärää havaitaan ero tuotostasoissa tehokkaimpien lukioiden välillä (taulukko 14). Vuonna 2000 kolmanneksi tehokkuusvertailussa sijoittuneessa lukiossa opiskelijoiden ylioppilastutkinnossa saavuttama puoltoäänimäärä suoritettua koetta kohti oli noin 5,2, kun taas tehokkuudeltaan alhaisemmassa, vuoden 2000 tehokkuusvertailun neljänneksi sijoittuneessa lukiossa keskimääräisten puoltoäänien määrä oli 5,5. Vastaavasti vuonna 2004 koulun 8 opiskelijat saavuttivat ylioppilaskirjoituksissa keskimäärin 4,8 puoltoäänintä kirjoitettua ainetta kohti, mutta tehokkuus oli suurempaa 5,6 keskimääräiseen puoltoäänimäärään yltäneeseen koulu 4:ään verrattuna. Tämän perusteella voimme todeta, että pelkkiin lukioiden tuotostasoihin perustuvat vertailut koulujen välillä antavat täysin erilaisia tuloksia koulujen paremmuudesta lukioiden tehokkuuksien mukaiseen paremmuusjärjestykseen verrattuna. Pelkkien tuotostasojen vertailu ei kerro koulujen tehokkuudesta, vaan suosii niitä lukioita, jotka esimerkiksi paremman opiskelija-aineiden ansiosta yltävät parempiin tuloksiin keskimääräisiä ylioppilastutkintotuloksia verrattaessa. Näin ollen pelkän opiskelijoiden koemenestyksen vertaaminen ei ole mielekäästä eikä kerro koulutuksen tehokkuudesta, jonka informaatioarvo päätöksentekijöiden ja rahoittajien kannalta on huomattavasti pelkkiä absoluuttisia saavutettuja tuloksia suurempaa.

Arviointimenetelmän vaikutus paremmuusjärjestykseen

MTV3 julkaisi vuosina 2002–2005 koulujen keskimääräisiin opiskelijakohtaisiin puoltoäänimääriin perustuvan vertailun, joka on herättänyt keskustelua koulujen tuottavuuden arvioinnista ja arviointien vaikuttavuudesta. Heikosti puoltoäänivertailuissa menestyvien lukioden kohdalla negatiivinen julkisuus saattaa johtaa maineen heikkenemiseen, opiskelija-aineiden huononemiseen ja koulun houkuttelevuuden alentumiseen. Koska paremmuusvertailut vaikuttavat suoraan lukioden toimintaan, tulee koulujen välisiä paremmuusjärjestyksiä muodostettaessa arviointi olla mahdollisimman oikeudenmukaista kaikkia kouluja kohtaan.

Kuviossa 13 on esitetty yhteys koulujen tuotostason ja koulun tehokkuuden välillä vuosina 2000 ja 2004. Tehokkuusluku pystyakselilla kuvaa DEA-menetelmällä laskettua keskimääräistä koulun tehokkuutta ja koulun opiskelijoiden keskimääräinen ainekohtainen puoltoäänimäärä vaakakselilla pelkkää koulujen tuotoksen tasoa. Opiskelijoiden saavuttama puoltoäänimäärä on yleisesti käytetty pelkkiä koulujen tuotoksia arvioivissa tutkielmissa ”hyvän lukion” mittarina, mistä syystä se on valittu myös tähän tarkasteluun konkretisoitaessa eroa tehokkuustutkimusten ja tuotostutkimusten välillä. Vuoden 2000 havaintoja on merkitty harmaalla ympyrällä ja vuoden 2004 havaintoja valkoisella kolmiolla.

*Kuvio 13. Yhteys lukion tehokkuuden ja sen opiskelijoiden keskimääräisen ylioppilastutkintomenestyksen välillä vuosina 2000 ja 2004**



* Selitteen yhteydessä ilmoitetut korrelaatiot laskettu yksilötason aineistosta

Kuten kuviosta 13 havaitaan, koulujen DEA-tehokkuuslukujen ja koulun opiskelijoiden saavuttaman keskimääräisen puoltoäänimäärän välinen korrelaatio on 0,31 vuonna 2000 ja 0,33 vuonna 2004. Kuviossa 13 esitetyistä koulukohtaisista tehokkuuksista poiketen muuttujien välinen riippuvuus on laskettu yksilötason aineistolla. Koulun tuotomäärän ja sen tehokkuuden välillä on siis vain heikko positiivinen riippuvuussuhde. Kuten kuviosta 13 havaitaan, korkeille sijoituksille keskimääräisten tuotostensa mukaisessa järjestyksessä yltävät koulut eivät välttämättä sijoitu lähellekään kärkipäätä keskimääräisiä tehokkuuksia verrattaessa. Vastaavasti keskimääräisellä puoltoäänimäärällä mitattuna vain keskitason tuloksiin yltävä koulu voi kuitenkin olla tehokas, sillä panostekijöiden määrän ollessa pieni (esimerkiksi opiskelijoiden alhainen peruskoulun päättötodistuskeskiarvo) koulun korkeaan tehokkuuteen riittää opiskelijoiden suoriutuminen vain keskitason tuloksiin ylioppilastutkinnosta (tuotoksen määrä keskitasoa).

Tutkittaessa koulujen sijoittumista eri arviointimenetelmien mukaisiin paremmuusjärjestyksiin on kiinnostuksen kohteena eri arviointimenetelmien tuottamien järjestysten välinen yhteys. Tässä tutkimuksessa muodostetaan kolme eri paremmuusjärjestystä sen mukaan, mitä halutaan mitata. Kuten taulukkoa 14 varten, ensimmäisessä vaiheessa koulut järjestetään paremmuusjärjestykseen tutkimuksessa empiirisesti laskettujen DEA-tehokkuuslukujen mukaan. Toisen paremmuusvertailu perustuu aineistosta laskettuihin opiskelijakohtaisiin tuotomääriin, jossa lukion opiskelijoiden saavuttama puoltoäänien yhteismäärä on jaettu ylioppilastutkintoon osallistuneiden opiskelijoiden määrällä. Kolmas paremmuusjärjestys on MTV3:n laatima opiskelijakohtaisiin puoltoäänimääriin perustuva ”ranking” vuodelle 2004.

Taulukossa 15 on esitetty yhteys eri arviointimenetelmien välillä vuosina 2000 ja 2004. Lukioiden määrä eroaa vuosien välillä, koska yhdistettäessä vuoden 2004 tietoja MTV3:n tuottamaan ranking-listaan seitsemän koulua jouduttiin jättämään tarkastelun ulkopuolelle puutteellisten tietojen takia. Ero aineistosta lasketun koulujen tuotoksen mukaisen järjestyksen ja MTV3:n laskeman puoltoäänimäärän välillä johtuu esimerkiksi mittausvirheestä ja tämän tutkimuksen aineistorajauksista, joskin näiden kahden arviointitavan antamien koulujen tehokkuuksien mukaisen järjestyksen välillä on vahva positiivinen korrelaatio (0,93) (taulukko 15). Kuten taulukosta 15 havaitaan, yhteys tehokkuuslukuihin ja pelkkiin tuotomääriin keskittyvän paremmuusjärjestyksen välillä on tutkimusajankohtina noin 0,59–0,66.

*Taulukko 15. Yhteys eri arviointimenetelmien välillä vuosina 2000 ja 2004**

Vuosi 2000, n = 435 Vuosi 2004, n = 428	DEA-tehokkuus		Tuotomäärä-vertailu	
	2000	2004	2000	2004
DEA-tehokkuus	1	1		
Tuotomäärävertailu	0,59	0,66	1	1
MTV3-ranking *	-	0,60	-	0,93

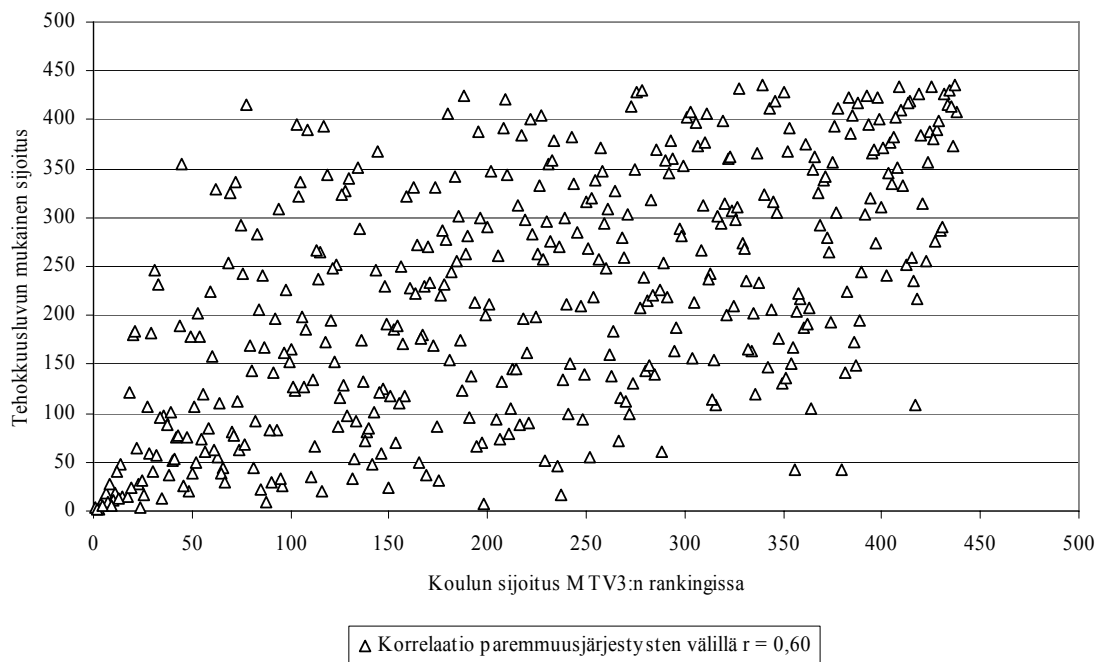
Tilastolähde: Tutkimusaineista ja MTV3 (2005)

* Studentin t-testi: kaikki korrelaatiokertoimet merkitseviä 0,1 prosentin riskitasolla

** Tiedot saatavilla vain vuosille 2002–2005

Kuviossa 14 on esitetty yhteys MTV3:n lukiorankingin ja laskettujen tehokkuuksien mukaisten järjestysten välillä koulukohtaisina keskiarvoina. Kuten taulukosta 15 ja kuviosta 14 havaitaan, koulun opiskelijoiden keskimääräisen ylioppilastutkintomenestyksen ja sen tehokkuuden välillä ei ole vahvaa positiivista korrelaatiota. Tämä vahvistaa aiempien tutkimusten havaintoa siitä, että lukioiden toimintaa arvioitaessa tulee tuotosten lisäksi myös panostekijät ottaa huomioon koulujen välisiä paremmuusvertailuja tehtäessä.

Kuvio 14. *DEA-tehokkuuteen ja koulun tuotomäärään perustuvien paremmuusjärjestysten välinen yhteys vuonna 2004*



Tilastolähde: Tutkimusaineisto ja MTV3 (2005).

Kuten aiemmissakin tutkimuksissa (ks. Kirjavainen & Loikkanen 1998), voidaan havaita, että tehokkuuslukujen mukainen järjestys vaihtelee eri malleissa eniten jakauman keskivaiheilla. Sekä parhaimpaan että heikoimpaan päähän jakaumaa sijoittuvien lukioiden sijainti on melko pysyvää arviointimenetelmien välillä hannon pienentyessä siirryttäessä jakauman keskivaiheilta kohti ääripäitä. Järjestysten keskivaiheille sijoittuvien koulujen sijainnissa sen sijaan ei ole selkeää yhteyttä verrattujen menetelmien välillä.

6.3 Tutkimuksen arviointi

Yksilötasolla DEA-menetelmällä tehtyjen koulutuksen tehokkuustutkimusten määrä on vähäinen. Suurimpana syynä tähän ovat aineiston laajuuden mukanaan tuomat vaikeudet DEA-tehokkuuslukujen mallinnuksessa (Johnes 2004, 650).

Ongelma on tässä tutkimuksessa ratkaistu poimimalla aineistosta mallinnuksen ensimmäisessä vaiheessa mahdollisesti tehokkaat yksiköt FDH-menetelmällä (ks. Tulkens 1993), jolloin DEA-malleissa jokaisen havainnon yksittäisessä panos- ja tuotosvertailussa käytettävää mahdollisesti tehokkaiden yksiköiden joukkoa saatiin rajattua tehottomien yksiköiden pudotessa pois vertailujoukosta²⁶.

DEA-tehokkuuslukujen tulkinnassa on otettava huomioon mahdolliset vääriin päätelmiin johtavat tekijät. Poikkeavia havaintoja saattaa sisältyä aineistoon sekä mitaus- että aineiston keruuvaiheessa tapahtuneesta tilastointivirheistä johtuen, mutta myös aidosta poikkeavuudesta johtuen (Kirjavainen & Loikkanen 1998, 383). Poikkeavat havainnot vaikuttavat aineistosta laskettuihin keskilukuihin ja tehokkuuslukuihin perustuviin paremmuusjärjestyksiin. Lisäksi DEA-tehokkuuslukujen suhteellisuuteen liittyen vertailurintamalle yltäneiden poikkeavien havaintojen poistaminen vaikuttaa aineistosta vertailujoukkoon ja sitä kautta myös kaikkien muiden havaintoyksiköiden tehokkuuslukuihin. Kirjavainen ja Loikkanen (1998, 383-384) pyrkivät havainnoimaan tehokkaimpien yksiköiden vertailujoukkoon yltävien aineiston poikkeavien havaintojen vaikutusta tehokkuuslukuihin jackknifing-menetelmällä, jossa DEA-mallista poistetaan yksi havaintoyksikkö kerrallaan ja malli ajetaan uudelleen uudella aineistolla. Näin saatuja tuloksia vertailemalla pyritään löytämään mallin tuloksiin vaikuttavat poikkeavat havaintoyksiköt aineistosta. Thanassoulis ja Portela (2002, 191-192) puolestaan pyrkivät lieventämään poikkeavista havainnoista aiheutuvaa virhettä sopeuttamalla poikkeavien havaintoyksiköiden tuotosmääriä alaspäin Thanassouluksen (1999) kehittämällä menetelmällä. Tässä tutkimuksessa poikkeavat havainnot ovat mukana tehokkuuslukuja laskettaessa ja niiden tarkastelu jätetään jatkotutkimusten varaan.

Tärkeä huomio tuloksia analysoitaessa liittyy tehokkuuslukujen luotettavuuteen. On selvää, että tehokkuusmallinnuksessa käytettävien muuttujien valinnalla on vaikutusta saataviin tuloksiin. Tämän tutkimuksen DEA-menetelmän tehokkuuslukuja ei voida pitää täysin harhattomina, sillä niiden laskennassa käytettyjen muuttujien arvot eivät ole jatkuvia eivätkä voi muuttua rajatta. Esimerkiksi peruskoulun päättötodistuksen keskiarvo voi vaihdella vain neljän ja 10 välillä, opiske-luaika on mitattu puolen vuoden tarkkuudella ja ylioppilastutkinnon puoltoäänimäärä vaihtelee rajallisen asteikon puitteissa. Tuotosmuuttujia arvoitettaessa ensimmäisessä vaiheessa opiskelijoiden osaamista mitataan diskreetein arvosanoin, jotka muutetaan numeroiksi Ylioppilastutkintolautakunnan järjestelmän mukaan. Vaikka järjestelmä onkin yleisessä käytössä opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestystä arvioitaessa, vaikuttaa asteikon rajallisuus ja muuttujien epäjatkuvat arvot suoraan DEA-menetelmällä saataviin tehokkuuslukuihin. Lisäksi arvosanojen pisteytyksellä on suora vaikutus DEA-menetelmällä saataviin tehokkuuslukuihin, sillä pisteytystä muutettaessa myös tehokkuusluvut muuttuvat. Muuttujien diskreeteistä arvoista ja rajallisuudesta johtuvia ongelmia voidaan pyrkiä vähentämään

²⁶ FHD-menetelmän käytöstä huolimatta yksilöiden tehokkuuslukujen laskenta vei aikaa koko 30 000 havainnon aineistossa aikaa jokaisen mallin kohdalla noin 10 tuntia.

kaksi- tai monivaiheisella DEA-algoritmeilla tai käyttämällä hyvin pientä lukua objektifunktiossa ratkaisuterminä (Coelli 1996), mikä kuitenkin tällä erää jätetään jatkotutkimuksille.

Ylioppilastutkinnon puoltoäänimääriä käytettäessä tehokkuuslukujen luotettavuuteen vaikuttaa myös arvosanjakauman normalisointi. Standardoinnin ongelmallisuutta voidaan havainnollistaa tilanteella, jossa jokainen yksikkö tehostaa toimintaansa niin, että jokainen yksikkö tuottaa 10 prosenttia enemmän tuotosta resurssitason pysyessä muuttumattomana. Koska tuotosmuuttujien arvot pakotetaan normaalijakaumaan, ei esimerkkitalanteessa yksiköiden arvosanjakauma muutu siirryttäessä alkuhetkestä tuotoksen kasvua seuraavaan ajanhetkeen tulosten suhteellisesta parantumisesta huolimatta. Näin ollen ei myöskään muutosta tehokkuuksissa havaita, vaikka tuotoksen määrä on kasvanut ja toiminta tehostunut. Mikäli siis tämän tutkimuksen tapauksessa jokainen opiskelija ylttäisi 10 prosenttia parempiin tuloksiin ylioppilastutkinnossa, häviäisi tehostumisen vaikutus arvosanjakauman standardoinnista johtuen ja laskettavat DEA-tehokkuusluvut pysyisivät muuttumattomina. Mitta-asteikkoihin liittyvistä ongelmista johtuen absoluuttisten tehokkuuslukujen arvojen tarkastelun sijaan tulisi keskittyä tutkimusyksiköiden välisten *tehokkuuserojen* havainnointiin ja vertailuun. Erot tehokkuusluvuissa suhteessa muihin havaintoyksiköihin kertovat yksiköiden välisistä eroista toiminnan tehokkuudessa ja paremmuudessa toisiinsa nähden, vaikka yksittäiset absoluuttiset tehokkuusluvut eivät olisikaan täysin luotettavia.

Satunnaisvirhe tuotosmuuttujissa johtaa opiskelijoiden aiempien kykyjen, taitojen ja osaamisen ali- tai yliarviointiin. Tästä syystä yksilötason tehokkuuslukuja tulisi käyttää enemmän viitteenä opiskelijan mahdollisesta tuottavuudesta, kuin yksiselitteisenä totuutena opiskelijan todellisesta tehokkuudesta. Tässä tutkimuksessa satunnaisvirheen vaikutusta saatuihin tehokkuuksiin on pyritty pienentämään yhdistämällä saadut opiskelijatason tehokkuudet tulkintoja tehtäessä laajemmille organisaatiotasolle. Yksilötason tietojen käyttö koulu- tai kuntatasolle aggregoituina vähentää satunnaisvirheistä johtuvaa harhaa satunnaisten yli- ja aliarviointien kompensoidessa toisiaan. Lisäksi voidaan todeta havaintojen määrän lisääntyessä virheen todennäköisyyden pienenevän, mikä johtaa todenmukaisempiin tuloksiin erityisesti suurten koulujen tehokkuuksia tutkittaessa. (Thanassoulis & Portela 2002, 192.)

Kritiikki yksilöhavainnoista laajemmalle organisaatiotasolle koottujen aineistojen käyttöä kohtaan liittyy usein aggregoinnin ominaisuuteen hävittää tutkimusyksikön sisäinen vaihtelu kiinnostuksen kohteena olevissa muuttujissa (Johnes 2004, 644). Lähinnä aineistopuutteista ja aineiston koon kasvaessa esiintyvistä mallinruskeuksista johtuen opiskelijatason aineistojen käyttö DEA-menetelmällä tehdyissä tehokkuustutkimuksissa on harvinaista. Aiemmissa yksilötason aineistolla DEA-menetelmällä tehdyissä tutkimuksissa aineistot ovat sisältäneet muutamista tuhansista (Johnes 2003) yli 6500 havaintoa (Portela & Thanassoulis 2001; Thanassoulis & Portela 2002). Vaikka yksilöaineistoja käytettäessä matemaattinen

haaste lineaarisen optimointiongelman ratkaisemiseksi kasvaa havaintomäärän kasvaessa, mahdollistavat mikrotason tiedoista lasketut DEA-tehokkuusluvut uusia näkökulmia eri organisaatiotasojen tehokkuuden arviointiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.1.3 esitellyn koulujen pareittaisen vertailun.

Suomalaisessa ylioppilastutkinnossa kokelas valitsee lukio-opintojensa perusteella, suorittaako ylioppilastutkinnossa matematiikan osalta pidemmän vain lyhemmän oppimäärän kokeen. Oppimäärät eroavat vaatimustasoltaan merkittävästi niin lukioaikana suoritettavien kurssien kuin ylioppilastutkinnossa suoritettavan kokeen perusteella. Tähän tutkimukseen valituissa tuotosmuuttujissa matematiikasta saavutettua arvosanaa käsitellään samanarvoisina matematiikan kokeen vaativuuksitasoerosta huolimatta. Jatkotutkimuksissa tulisikin arvioida matematiikan kokeen vaativuuden vaikutusta opiskelijoiden tuotokseen, ja esimerkiksi pisteyttämällä tutkintoarvosanat eriävästi suoritettua kokeen laajuuden perusteella.

Aiemmissä tutkimuksissa opiskelijan ystäväpiiriin vaikutusta opiskelijan menestykseen on tutkittu ottamalla mallinnukseen mukaan esimerkiksi lukion sisäänpääsyrajaa kuvaavia muuttujia (Kirjavainen & Loikkanen 1993, 38). Tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon opiskelijoiden ystävien vaikutusta opiskelijan menestykseen lukio-opinnoissaan. Tätä aineistoa käytettäessä ystävien vaikutusta opiskelijan menestykseen voitaisiin havainnollistaa jatkotutkimuksissa ottamalla DEA-malliin panosmuuttujaksi keskimääräisen saman lukion muiden opiskelijoiden lähtötaso-osaaminen peruskoulun päättötodistuskeskiarvon perusteella. Luokattoman lukiojärjestelmän takia suomalaisten lukioiden tehokkuutta tutkittaessa ei luokan vaikutusta voi ottaa huomioon tehokkuuslukuja laskettaessa (ks. McEwan 2003).

7 Yhteenveto

Suomen kaltaisissa maissa, joissa julkisen hallinnon painopiste on paikallistasolla, julkisen sektorin tuottavuuden ja toimintayksiköiden välisten tehokkuuserojen arviointi on yleistä. Tämän tutkimuksen kohteena oli nuorten lukiokoulutus. Suomalaisen lukiojärjestelmän viimeaikaista kehitystä kuvaa opiskelijamäärien lasku, jonka taustalla on ikäluokkien pienenemisen lisäksi myös muita tekijöitä, kuten lukiokoulutuksen houkuttelevuuden vähentyminen ja keskushallinnon aktiivinen toiminta ammatillisen toisen asteen perusopetuksen opiskelijamäärien kasvattamiseksi.

Koulujen tuottavuuden ja tehokkuuden arviointiin ei ole yksiselitteistä menetelmää, sillä hyvän koulun ominaisuudet eroavat arvioijasta ja arviointitavasta riippuen. Koulutusprosessi poikkeaa merkittävästi perinteisestä yritysten tuotantoprosessista koulutuksen *erityispiirteistä* johtuen. Ensinnäkin, koulutuksella on merkittäviä yli ajan jakautuvia vaikutuksia, eivätkä kaikki koulutuksesta saatavat tuotokset ole havaittavissa välittömästi. Toiseksi, koulutuksen avulla saatavat hyödyt ovat luonteeltaan vahvasti kasautuvia, mikä vaikeuttaa juuri tietyn hetken yksilön saavutuksiin kohdistuvien vaikutusten tutkimista. Lisäksi opiskelijan kykyihin ja taitoihin vaikuttavat monet koulun ulkopuoliset asiat, kuten opiskelijan vanhemmat ja ystävät.

Tuottavuus määritellään tuotantoprosessiin käytettävien tuotosten ja panosten suhteena, ja tuottavuus paranee, kun samalla määrällä panoksia saadaan entistä suurempi määrä tuotosta tai kun sama määrä tuotosta saadaan aikaan entistä vähemmällä määrällä panoksia. Kun havainnon tuottavuus suhteutetaan johonkin määritettyyn optimitasoon, on kyse tehokkuudesta. Tehokkuus- ja tuottavuustutkimuksen teorettinen perusta on tuotantofunktiossa, joka kuvaa yhteyttä tuotosten ja sen vaatimien panosten välillä tietyllä teknologialla. Koulutuksen tuotantofunktiota voidaan estimoida joko parametrisin tai deterministisin menetelmin, ja ero menetelmien välillä liittyy eroihin mallien ominaisuuksissa ja oletuksissa.

Tässä tutkimuksessa koulutus ajateltiin opiskelijan saavutuksiin kohdistuvana arvonlisänä, jonka suuruutta arvioitiin Data Envelopment Analysis (DEA)-menetelmällä. Lineaariseen optimointiin perustuvan tutkimusmenetelmän etuna on mahdollisuus koulutusorganisaatioille tyypillisen useiden panos- ja tuotosmuuttujien sisällyttämisen mallinnukseen samanaikaisesti. Tämä on tärkeää erityisesti julkisrahoitteisten palvelujen tehokkuutta arvioitaessa, sillä on luonnollista olettaa esimerkiksi koulutuspalvelujen kohdalla monien eri tekijöiden vaikuttavan koulutusprosessista saataviin useisiin tuotoksiin. Lisäksi DEA-menetelmällä saadut tulokset ovat helposti tulkittavissa kuvaten tutkimuksen kohteena olevan havaintoyksikön suhteellista tehokkuutta aineiston muiden yksiköiden muodostamaan vertailutasoon nähden. DEA-menetelmän avulla 100 prosentin suhteelliseen tehokkuuteen yltävät tehokkaimmat havaintoyksiköt muodostavat tehokkuusrintaman,

jonka alle muut havainnot sijoittuvat tehokkuuksiensa mukaan. DEA-menetelmää käytettäessä ongelmia aiheuttaakin laskettujen tehokkuuslukujen suhteellisuus parhaiten menestyneiden yksiköiden tehokkuuksia tutkittaessa, sillä DEA:n antaessa tulokseksi enemmän kuin yhden täysin tehokkaan havaintoyksikön, näiden välille ei pystytä tekemään eroa. DEA-malleihin sisällytettävien muuttujien valinta on haastavaa, sillä ei-parametrisenä menetelmänä DEA ei sisällä vakiintunutta tilastollista merkitsevyydestä mallinnuksessa käytettävien panos- ja tuotosmuuttujien valintaan. Tästä syystä tutkimuksessa DEA-menetelmän mukaisia tehokkuuksia laskettiin neljän panos- ja tuotosmuuttujaltaan eroavan mallin avulla, joiden tuloksia vertaamalla havaittiin muuttujien valinnan vaikutus tehokkuuslukuun.

Suomalainen lukiojärjestelmä tarjoaa hyvät lähtökohdat opiskelijoiden tehokkuuden mittaamiseen, sillä ylioppilastutkinto on valtakunnallinen arvostelultaan yhtenevä koe, jonka tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Ylioppilastutkinnossa suoritettavista kokeista annetaan arvosanoja standardoidun arvosanajakauman mukaan. Jokaiselle opiskelijalle lasketaan ylioppilaskirjoitusmenestyksen määrää ja laatua kuvaava puoltoäänimäärä ylioppilastutkinnossa saavutettujen arvosanojen Ylioppilastutkintolautakunnan mukaisten pistemäärien summana. Aiempien koulutuksen tehokkuustutkimusten tapaan myös tässä tutkimuksessa lukiokoulutuksen tuotosta mitattiin opiskelijoiden ylioppilaskirjoitusmenestyksen kautta keskimääräisillä pakollisten tai kaikkien aineiden puoltoäänimäärillä. Lisäksi osa tehokkuuslukujen laskennassa käytetyistä malleista sisälsi tuotosmuuttujana tutkinnon laajuutta kuvaavan muuttujan. Panosmuuttujana DEA-malleissa on opiskelijan aiempaa koulumenestystä kuvaava peruskoulun päättötodistuksen lukuaineiden keskiarvo, sillä aiempien tutkimusten mukaan tärkein opiskelijan saavutuksia selittävä tekijä on opiskelijan menestys aiemman koulutusasteen opinnoissa. Lisäksi opiskeluaika on mukana panostekijänä osassa malleista.

Lukioiden tehokkuutta on mitattu suomalaisella aineistolla DEA-menetelmällä aiemminkin, joskin edellisestä tutkimuksesta on aikaa jo kymmenisen vuotta. Tehokkuuksien mittaaminen yksilötasolla DEA-menetelmällä on harvinaista niin kansallisesti kuin kansainvälisesti, ja tämä tutkimus onkin ensimmäinen laatuaan suomalaisella yksilötason aineistolla tehtynä. Tutkimuksessa käytettävä aineisto sisältää tiedot kaikista Manner-Suomen yli 400 lukioissa vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneesta opiskelijasta. Tutkimuksen erityislaatuutta lisää se, että aineistossa on vuosittaisia havaintoja yli 30 000 kappaletta, joka on huomattavasti suurempi määrä kuin missään aiemmassa toisen asteen koulutuksen tehokkuutta DEA-menetelmällä yksilötasolla mitanneessa tutkimuksessa. Aineiston laajuuden mukanaan tuomia ongelmia vähennettiin siten, että mallinnuksen ensimmäisessä ennen varsinaisten DEA-tehokkuuslukujen laskentaa aineistosta poimittiin mahdollisesti tehokkaat havaintoyksiköt FDH-menetelmällä.

Tutkimuksessa testattiin Thanassouliksen ja Portelan (2002) kehittämän menetelmän soveltamista suomalaisella aineistolla. Menetelmän avulla voidaan opiskeli-

jalle laskettu tehokkuusluku jakaa hänestä itsestään johtuvaan ja hänen käymästään koulusta johtuvaan osaan. Kun opiskelijoiden heikon koulumenestyksen taustalla olevat tekijät havaitaan mahdollisimman tarkasti, voidaan koulutuksen resursseja uudelleen kohdentamalla lisätä opiskelijan, lukion ja edelleen koko koulutusjärjestelmän tehokkuutta. Pelkkien tehokkuuserojen olemassaolon toteamisen lisäksi on tärkeää esittää keinoja, joiden avulla tehottomat koulut voivat pyrkiä parantamaan tehokkuuttaan tulevaisuudessa. Opiskelijoiden tehokkuuslukujen jakaminen osiin Thanassouluksen ja Portelan (2002) kehittämän menetelmän avulla lisää mahdollisuuksia myös koulujen sisäisten, opiskelijoiden välisten tehokkuuserojen tarkasteluun. Tutkimuksessa esiteltiin yksilötason aineiston mahdollistama menetelmä, jossa kouluja pareittain vertaamalla voivat tehottomat koulut havaita samalla resurssitasolla toimivia vertailuyksiköitä ja näiden toimintaa mukailemalla kasvattaa omaa tehokkuuttaan opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestyksen lisäämiseksi.

Tehokkuusanalyysin tulosten mukaan erot tehottomuudessa opiskelijoiden välillä vuosina 2000 ja 2004 olivat suuria vaihdellen täysin tehokkaista jopa 70 prosentin tehottomuuteen. Opiskelijoiden yleinen tehokkuus oli tutkimusajankohtina keskimäärin noin 75 prosenttia, joten opiskelijan omaa ja opiskelijan käymän koulun toimintaa tehostamalla olisi vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden opiskelijoiden menestystä ylioppilastutkinnossa voitu parantaa keskimäärin 25 prosenttia. Kun otetaan huomioon sekä opiskelijan panostekijät, lukio-opintojen kesto ja aiempi koulumenestys, että opiskelijan käymän koulun vaikutus opiskelijan menestykseen, on vuosina 2000 ja 2004 ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden opiskelijoiden keskimääräinen tehokkuus noin 87 prosenttia saavutettavissa olevasta tasosta. Saatujen tulosten mukaan sekä opiskelijoilla itsellään että yksittäisillä lukioilla on kummallakin varaa parantaa tehokkuuttaan opiskelijoiden ylioppilastutkintomenestyksen kasvattamiseksi ja opiskelijan yleisen tehokkuuden lisäämiseksi. Tulee kuitenkin huomioida, että tutkimuksessa laskettujen tehokkuuslukujen luotettavuutta heikentää muuttujien arvojen rajallisuus ja ei-jatkuvuus, mitä käsiteltiin tutkimuksen arvioinnin yhteydessä. Mitta-asteikkoihin liittyvistä ongelmista johtuen absoluuttisten tehokkuuslukujen arvojen tarkastelun sijaan tulisi keskittyä tutkimusyksiköiden välisten tehokkuuserojen havainnointiin ja vertailuun. Erot tehokkuusluvuissa suhteessa muihin havaintoyksiköihin kertovat yksiköiden välisistä eroista toiminnan tehokkuudessa, vaikka yksittäiset absoluuttiset tehokkuusluvut eivät olisikaan täysin luotettavia.

Tutkimuksessa käytetyt mallit eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia muuttujien määrän vaihdellessa malleittain, mutta voidaan kuitenkin todeta, että keskimääräiset tehokkuudet vuosina 2000 ja 2004 ovat samaa suuruusluokkaa mallista riippumatta vaihdellen kumpanakin tutkimusajankohtana noin 83–88 prosentin välillä. Malleja vertailtiin tarkastelemalla havaintoyksiköiden tehokkuuslukujen mukaista järjestystä eri malleissa ja havaittiin ääripään havaintojen säilyttävän sijoituksensa kahta keskineljännestä useammin siirryttäessä yksinkertaisemmasta mallista monipuolisempaan. Lisäksi havaittiin, että mikäli opiskelija ei sijoitu

kummassakin mallissa samaan kvartaaliin, se sijoittuu useimmin toiseen vierekäiseen neljännekseen.

Yksilöaineisto ja taustamuuttujien määrä mahdollistivat monipuolisen tehokkuusanalyysin tulosten tarkastelun. Tutkimuksessa opiskelijatasolla saatuja tehokkuuksia esitettiin laajemmille organisaatiotasolle aggregoituna, ja havaittiin eroja keskimääräisissä tehokkuuksissa niin lukioden kuin kuntien välillä. Parhaimpien lukioden yltäessä tutkimusajankohtina jopa alle kahden prosentin tehottomuuteen, jäi tehottomimpien lukioden keskimääräinen tehokkuus noin 70 prosenttiin saavutettavissa olevasta maksimitasosta. Kuntien väliset erot keskimääräisissä lukioden tehokkuuksissa vaihtelivat tutkimusajankohtina noin 71 ja 94 prosentin välillä. Sekä koulujen, kuntien, seutukuntien että maakuntienkin väliset tehokkuuserot olivat kaventuneet vuodesta 2000 vuoteen 2004.

Koska DEA-menetelmässä ei voida huomioida taustamuuttujia tehokkuuslukuja laskettaessa, keskimääräisten tehokkuuksien tarkastelu eri luokitteluilla antaa lisätietoa taustatekijöiden yhteydestä yksilöiden tehokkuuteen. Opiskelijoihin liittyviä ominaisuuksia tarkastelemalla havaittiin, että tehokkuusero sukupuolten välillä oli vuosina 2000 ja 2004 noin kolme prosenttiyksikköä naisopiskelijoiden hyväksi ja suomen- ja ruotsinkielisten välillä noin 3–4 prosenttiyksikköä ruotsinkielisten lukio-opiskelijoiden hyväksi. Lisäksi voitiin todeta tutkinnon hyväksytysti suorittaneiden olleen tutkimusajankohtina noin 14 prosenttiyksikköä tutkinnossa hylättyjä tehokkaampia. Tutkimuksessa havaittiin ylioppilaskirjoitusten hajauttamisen positiivisesta vaikutus opiskelijan tehokkuuteen. Vuosina 2000 ja 2004 tehokkaimmiksi kirjoituskertojen lukumäärältään osoittautuivat ne vuonna 2000 noin viisi prosenttia ja vuonna 2004 noin kuusi prosenttia kaikista ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista opiskelijoista, jotka hajauttivat tutkintonsa suorittamisen kolmelle kirjoituskerralle, joskin erot kahdelle kirjoituskerralle tutkintonsa hajauttaneisiin nähden olivat hyvin pieniä. Tutkimuksessa ei havaittu vahvaa yhteyttä koulun koon ja sen tehokkuuden eikä lukion omistajan ja sen tehokkuuden välillä, joskin valtion omistamat lukiot ylsivät hieman korkeampaan tehokkuuteen yksityisiin ja kunnallisiin lukiokoulutuksen järjestäjiin verrattuna.

Aiempien tutkimusten perusteella opiskelijoiden koulumenestystä selittävästä tekijöistä yksi tärkeimmistä on opiskelijan sosioekonominen tausta. Opiskelijan taustaa kuvattiin tässä tutkimuksessa yksilötason tietojen puutteesta johtuen koulukohtaisiksi keskiarvoiksi aggregoiduilla muuttujilla, jotka kuvasivat opiskelijoiden vanhempien keskimääräistä koulutustasoa, ammattiasemaa, työllisyystilannetta ja yksinhuoltajaperheiden osuutta. Tutkimuksessa havaittiin, että mitä suurempi osuus lukion opiskelijoiden vanhemmista on ylempiä toimihenkilöitä, sitä korkeampaa on tässä aineistossa lukion keskimääräinen tehokkuus. Lukion opiskelijoiden vanhempien työttömyysasteella ei tässä aineistossa ollut yhteyttä keskimääräisiin tehokkuuseroihin koulujen välillä.

Koulun opiskelijoiden perhemuodon ja koulun tehokkuuden välistä yhteyttä tarkastelemalla havaittiin, että tehottomimpia tässä aineistossa ovat ne koulut, joiden opiskelijoiden perheistä yksinhuoltajaperheiden suhteellinen osuus on alhaisin. Kuitenkaan aineistossa ei ollut havaittavissa vahvaa yhteyttä koulun opiskelijoiden keskimääräisen yksinhuoltajaperheiden osuuden ja tehokkuuden välistä yhteyttä korrelaation ollessa 0,06 vuonna 2000 ja 0,10 vuonna 2004. Luokkien rajoja tarkastelemalla havaittiin, että yksinhuoltajien osuus on kasvanut vuodesta 2000 vuoteen 2004. Keskimääräisen koulukohtaisen opiskelijoiden vanhempien koulutustason ja koulun tehokkuuden välillä vallitsi heikko positiivinen riippuvuus. Tämän mukaan aineistossa tehokkaampia olivat ne koulut, joiden opiskelijoiden vanhemmilla on keskimääräistä korkeampi koulutus, joskaan yhteys ei ole kovin vahva.

Tutkimuksessa verrattiin eri arviointimenetelmillä saatuja koulujen paremmuusjärjestyksiä, ja todettiin, että koulujen välisiä vertailuja tehtäessä tai kouluja paremmuusjärjestykseen asetettaessa on kiinnitettävä erityishuomiota siihen, mitä varsinaisesti halutaan tutkia. Vertailua varten muodostettiin koulujen välinen paremmuusjärjestys eri arviointimenetelmien perusteella. Paremmuusijoituksen selvittämiseksi keskimääräisten tehokkuuslukujen lisäksi jokaiselle koululle laskettiin pelkkään koulun tuotokseen perustuva tuotosluku opiskelijakohtaisista keskimääräisistä ylioppilastutkinnon puoltoäänimääristä. Tehokkuuslukujensa ja tuotosmääriensä mukaan paremmuusjärjestykseen asetettujen koulujen sijaintia eri järjestyksissä verrattiin. Lisäksi vuoden 2004 osalta suoritettiin vertailua MTV3:n muodostamaan lukio-rankinglistaukseen. Tutkimuksessa todettiin, että pelkkiin lukioden tuotosmääriin perustuvat paremmuusvertailut koulujen välillä antavat täysin erilaisia tuloksia lukioden tehokkuuksien mukaiseen järjestykseen verrattuna. Yhteys tehokkuuslukuihin ja pelkkiin tuotosmääriin keskittyvän paremmuusjärjestyksen välillä oli tutkimusajankohtina noin 0,59–0,66 korrelaatiokertoimella mitattuna. Tutkimuksessa esitettiin vuosina 2000 ja 2004 kärkiviisikkoon yltävät koulut tärkeimpien muuttujien arvojen osalta, ja verrattiin niiden sijoittumista eri arviointimenetelmien tuottamissa paremmuusjärjestyksissä. Pelkkien tuotosmäärien vertailu ei kerro koulujen tehokkuudesta, vaan suosii niitä lukioita, jotka paremman opiskelija-aineuksen ansiosta yltävät parempiin tuloksiin keskimääräisiä ylioppilastutkintotuloksia verrattaessa. Näin ollen pelkkä opiskelijoiden koemenestykseen perustuva koulujen tuotoksen vertaaminen ei ole mielekäästä ja antaa erilaisen kuvan koulujen paremmuudesta lukioden tehokkuuteen verrattuna, jonka informaatioarvo päätöksentekijöiden ja rahoittajien kannalta on huomattavasti pelkkiä absoluuttisia saavutettuja tuloksia tärkeämpää.

Lähteet

- Aaltonen, J., Kirjavainen, T. & Moisio, A. (2006): Efficiency and Productivity in Finnish Comprehensive Schooling 1998-2004. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 127. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Aaltonen, J., Kirjavainen, T., Moisio, A. & Ollikainen, V. (2007): Perusopetuksen, lukioiden ja ammatillisen peruskoulutuksen tuottavuus ja tehokkuus – Loppuraportti. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 135. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Afonso, A. & Aubyn, M. S. (2004): Non-parametric Approaches to Education and Health Expenditure Efficiency in OECD Countries. Technical University of Lisbon. Department of Economics. Institute for Economics and Business Administration (ISEG). Working Papers 2004/01.
- Afonso, A. & Aubyn, M. S. (2006): Cross-country Efficiency of Secondary Education Provision. A Semi-Parametric Analysis on Non-Discretionary Inputs. *Economic Modelling* 23, 476-491.
- Bachan, R. & Reilly, B. (2003): A Comparison of Academic Performance in A-Level Economics between Two Years. *International Review of Economics Education* 2 (1), 8-24.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984): Some Models of Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 30, 1078-1092.
- Barro, R. & Sala-i-Martin, X. (1995): *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill.
- Becker, G. (1964): *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with a Special Reference to Education*. New York: Cambridge University Press.
- Belfield, C. R. (2000): *Economic Principles for Education, Theory and Evidence*. Northampton, USA: Edward Elgar.
- Bessent, A. & Bessent, W. (1980): Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis. *Educational Administration Quarterly* 16 (2), 57-75.
- Bonesrønning, H. & Rattsø, J. (1994): Efficiency Variation among the Norwegian High Schools - Consequences of Equalization Policy. *Economics of Education Review* 13 (4), 289-304.
- Borge, L. E. & Naper, L. R. (2005): Efficiency Potential and Efficiency Variation in Norwegian Lower Secondary Schools. CESifo Working Paper 1624.
- Bradley, S., Johnes, G. & Millington, J. (2001): The Effect of Competition on the Efficiency of Secondary Schools in England. *European Journal of Operational Research* 135, 545-568.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978): Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.

- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1981): Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science* 27 (6), 668-697.
- Coelli, T. J. (1996): A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. University of New England. Department of Econometrics. CEPA Working Paper 96/8.
- Cohn, E. & Geske, T. G. (1990): *The Economics of Education*. 3. ed. New York: Pergamon Press.
- Coleman, J. S. (1966): *Equality of Educational Opportunity*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Zhu, J. (2004): *Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations*. Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Farrell, M. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society* 120 (3), 253-290.
- Fiva, J. H. & Rønning, M. (2006): The Incentive Effects of Property Taxation: Evidence from Norwegian School Districts. *Statistics Norway. Research Department. Discussion Papers No. 484*.
- Goldstein, H. (1997): Methods in School Effectiveness Research. *School Effectiveness and School Improvement* 8 (4), 369-395.
- Groot, W. & Brink, H. M. (2007): The Health Effects and Education. *Economics of Education Review* 26, 186-200.
- Grosskopf, S. & Mountray, C. (2001): Evaluating Performance in Chicago Public High Schools in the Wake of Decentralization. *Economics of Education Review* 20, 1-14.
- Hanushek, E. A. (1986): The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. *Journal of Economic Literature* 24, 1141-1177.
- Hanushek, E. A. (1989): The Impact of Differential Expenditures on School Performance. *Educational Researcher* 18, 45-51.
- Hanushek, E. A. & Woessmann, L. (2007): The Role of School Improvement in Economic Development. *CESifo Working Paper* 1911.
- Hanushek, E. A. & Luque, J. A. (2003): Efficiency and Equity in Schools Around the World. *Economics of Education Review* 22, 481-502.
- Honkatukia, J. & Sulamaa, P. (1999): Tekninen tehokkuus ja kokonaistuottavuus Suomen sähköjakeluverkkotoiminnassa 1996-1998. *Elinkeinoelämän tutkimuslaitos. Keskusteluaiheita* 692.
- Häkkinen, I., Kirjavainen, T. & Uusitalo, R. (2003): School Resources and Student Achievement Revisited: New Evidence from Panel Data. *Economics of Education Review* 22 (3), 329-335.
- Johnes, J. (2003): *Measuring Teaching Efficiency in Higher Education; an Application of Data Envelopment Analysis to Graduates from UK Universities 1993*. Lancaster University. Management School. Department of Economics. Working Papers 58.

- Johnes, J. (2004): Education Efficiency teoksessa Johnes, G. & Johnes, J. 2004. International Handbook of the Economics of Education. Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Johnes, J. (2006a): Data Envelopment Analysis and Its Application to the Measurement of Efficiency in Higher Education. *Economics of Education Review* 25 (2), 273-288.
- Johnes, J. (2006b): Measuring Efficiency: a Comparison of Multilevel Modelling and Data Envelopment Analysis in the Context of Higher Education. *Bulletin of Economic Research* 58 (2), 75-104.
- Kangasharju, A. (toim.). (2007): Hyvinvointipalvelujen tuottavuus - Tuloksia opintien varrelta. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Kirjavainen, T. (2007): Nuorten lukiokoulutuksen tehokkuus 2000-2004. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 131. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Kirjavainen, T. & Loikkanen, H. A. (1993): Lukioiden tehokkuuseroista – DEA-menetelmän sovellus lukioiden tehokkuuserojen arvioimiseksi. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 16. Helsinki: J-Paino Ky.
- 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 (4), 377-394.
- Kumpulainen, T. & Saari, S. (toim.). (2006): Koulutuksen määrälliset indikaattorit 2006. Opetushallitus. Tampere: Tammer-paino Oy.
- Kuosmanen, T. & Kortelainen, M. 2007. Stochastic Nonparametric Envelopment of Data: Cross-Sectional Frontier Estimation Subject to Shape Constraints. Joensuun yliopisto. Taloustieteet. Keskustelualoitteita 46.
- Kuusela, J. (2006): Temaattisia näkökulmia perusopetuksen tasa-arvoon. Oppimistulosten arviointi 6/2006. Opetushallitus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Lehtonen, S. & Moisio, A. (2007): Kuntien valtionosuusjärjestelmä Suomessa ja Ruotsissa. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Keskustelualoitteita 413. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Mancebón, M. J. & Bandrés, E. (1999): Efficiency Evaluation in Secondary Schools: the key role of model specification and of ex post analysis of results. *Education Economics* 7 (2), 131-152.
- Maynard, R. & Kelsey, M. (1996): Public School Partnership: Community, Family, and School Factors in Determining Child Outcomes teoksessa Hanushek, E. A & Jorgenson, D.W. (toim.). 1996. Improving America's Schools. The Role of Incentives. Washington: National Academy Press.
- Mincer, J. (1958): Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. *The Journal of Political Economy* 66 (4), 281-302.
- McEwan, P. J. (2003): Peer Effects on Student Achievement: Evidence from Chile. *Economics of Education Review* 22, 131-141.
- Ollikainen, V. (2007): Ammatillisen peruskoulutuksen kustannustehokkuus 2001-2003. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 132. Helsinki: Oy Nord Print Ab.

- Pastor, J. T., Ruiz, J. L. & Sirvent, I. (2002): A Statistical Test for Nested Radial DEA Models. *Operations Research* 50 (4), 728-735.
- Portela, M. C. A. S. & Camanho, A. S. (2005): Value Added of Schools: Comparison of Methodologies. Universidade Católica Portuguesa (Porto). Working Papers.
- Portela, M. C. A. S. & Camanho, A. S. (2007): Performance Assessment of Portuguese Secondary Schools. Universidade Católica Portuguesa (Porto). Working Papers.
- Portela, M. C. A. S. & Thanassoulis, E. (2001): Decomposing School and School-Type Efficiency. *European Journal of Operational Research* 132 (2), 357-373.
- Ruggiero, J. (2006): Measurement Error, Education Production and Data Envelopment Analysis. *Economics of Education Review* 25, 327-333.
- Räty, T. & Kivistö, J. (2006): Mitattavissa oleva tuottavuus Suomen yliopistoissa. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 124. Helsinki: Oy Nord Print Ab.
- Tilastokeskus (2006): Education in Finland 2006. Helsinki: Painojussit Oy.
- Tilastokeskus. (2007): Koulutus 2007. Helsinki: Yliopistopaino.
- Thanassoulis, E. (1996): Assessing the Effectiveness of Schools With Pupils of Different Ability Using Data Envelopment analysis. *Journal of Operational Research Society* 47, 84-97.
- Thanassoulis, E. (1999): Setting Achievement Targets for School Children. *Education Economics* 7 (2), 101-119.
- Thanassoulis, E. & Dunstan, P. (1994): Guiding Schools to Improved Performance Using Data Envelopment Analysis: An Illustration with Data from a Local Education Authority. *The Journal of the Operational Research Society* 45 (11), 1247-1262.
- Thanassoulis, E. & Portela, M. C. A. S. (2002): School Outcomes: Sharing the Responsibility Between Pupil and School. *Education Economics* 10 (2), 183-207.
- Tulkens, H. (1993): On FDH Efficiency Analysis: Some Methodological Issues and Applications to Retail Banking, Courts, and Urban Transit. *The Journal of Productivity Analysis* 4, 183-210.
- Waldo, S. (2002): Efficiency in Public Education. Lund University. Department of Economics. Working Papers 10/2002.
- Waldo, S. (2007): On the Use of Student Data in Efficiency Analysis – Technical Efficiency in Swedish Upper Secondary School. *Economics of Education Review* 26, 173-185.
- Wikström, C. (2005): Grade Stability in a Criterion-Referenced Grading System: The Swedish Example. *Assessment in Education Principles. Policy and Practice* 12 (2), 125-144.
- Wikström, C. & Wikström, M. (2005): Grade Inflation and School Competition: an Empirical Analysis Based on Swedish Upper Secondary Schools. *Economics of Education Review* 24, 309-322.

Internet-lähteet

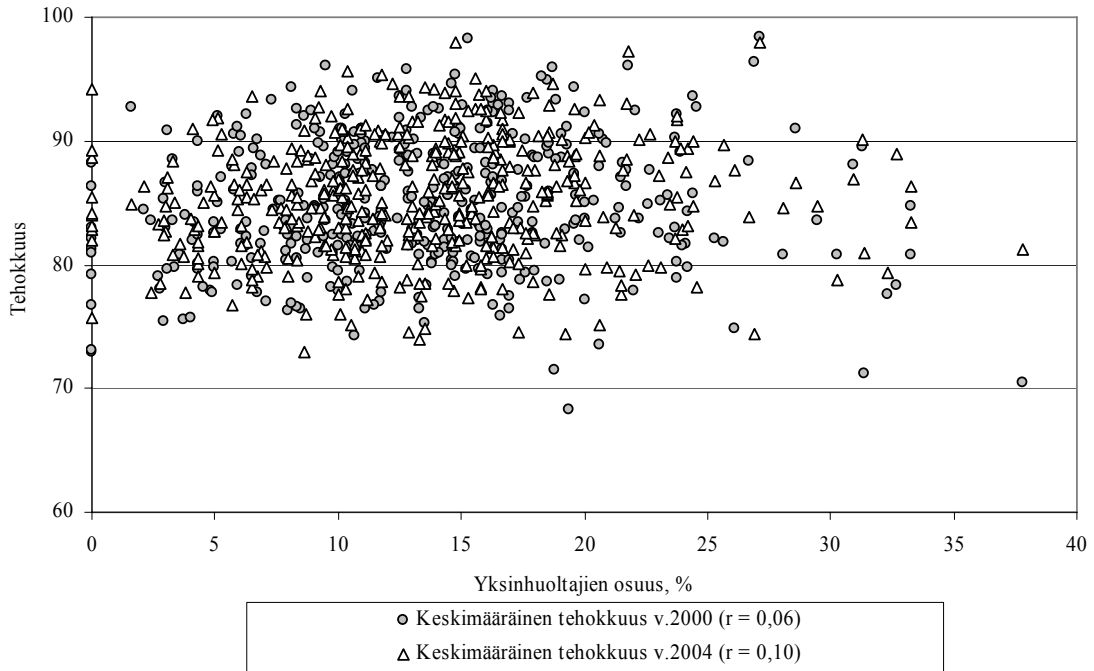
- Eskelinen, L. & Selkee, J. 2007. Lukiokoulutuksen kehittämissuuntia. Lukiokoulutuksen ajankohtaiskatsaus, kevät 2007. Suomen Kuntaliitto. Opetus- ja kulttuuriyksikkö.
<http://www.kunnat.net/binary.asp?path=1;29;60;498;114858;121124;121843;121846&field=FileAttachment&version=1> 21.5.2007.
- Hanushek, E.A. & Raymond, M.E. 2002. Sorting out the Accountability Systems. <http://edpro.stanford.edu/hanushek/admin/pages/files/uploads/sorting.out.everswalberg.pdf> 22.8.2007.
- Jenkins, A., Vignoles, A., Levacic, R. & Allen, R. 2005. The Effect of Resources on Pupil Attainment in English Secondary Schools. Institute of Education and Centre for the Economics of Education. Research Report.
<http://www.cepr.org/meets/wkcn/3/3525/papers/Vignoles2.pdf> 22.8.2007.
- Lukiolaki 21.8.1998/629. Finlex lainsäädäntö.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980629> 2.7.2007.
- MTV3. 2005. SYK selvä ykkönen yo-tuloksissa. <http://www.mtv3.fi/lukiot/> 15.8.2007
- Opetushallitus 2007. WERA-web-raportointipalvelu.
<https://www.data.oph.fi/wera/wera> 6.4.2007.
- Opetusministeriö. 2006. Koulutus. <http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/?lang=fi> 12.9.2006.
- Opetusministeriö. Tiedote 18.6.2007. Ammatillisen peruskoulutuksen opiskelijamääriä lisätään.
http://www.minedu.fi/OPM/Tiedotteet/2007/06/ammatillisen_peruskoulutuksen_opiskelijamxrxt.html?lang=fi 19.7.2007.
- Sisäasiainministeriö. 2007. Kunta- ja palvelurakennemuutos.
<http://www.intermin.fi/intermin/hankkeet/paras/home.nsf/pages/indexfin> 17.7.2007.
- SotkaNet 2007. Indikaattoripankki. Stakes.
<http://uusi.sotkanet.fi/portal/page/portal/etusivu> 3.9.2007.
- The OECD Programme for International Student Assessment (PISA).
<http://www.pisa.oecd.org/> 22.8.2007.
- US Department of Education. Institute of Education Sciences. National Center for Education Statistics. National Longitudinal Study of 1972.
<http://nces.ed.gov/surveys/nls72/> 22.8.2007.
- Ylioppilastutkintolautakunta. 2006. <http://www.ylioppilastutkinto.fi/> 25.10.2006.

Liitteet

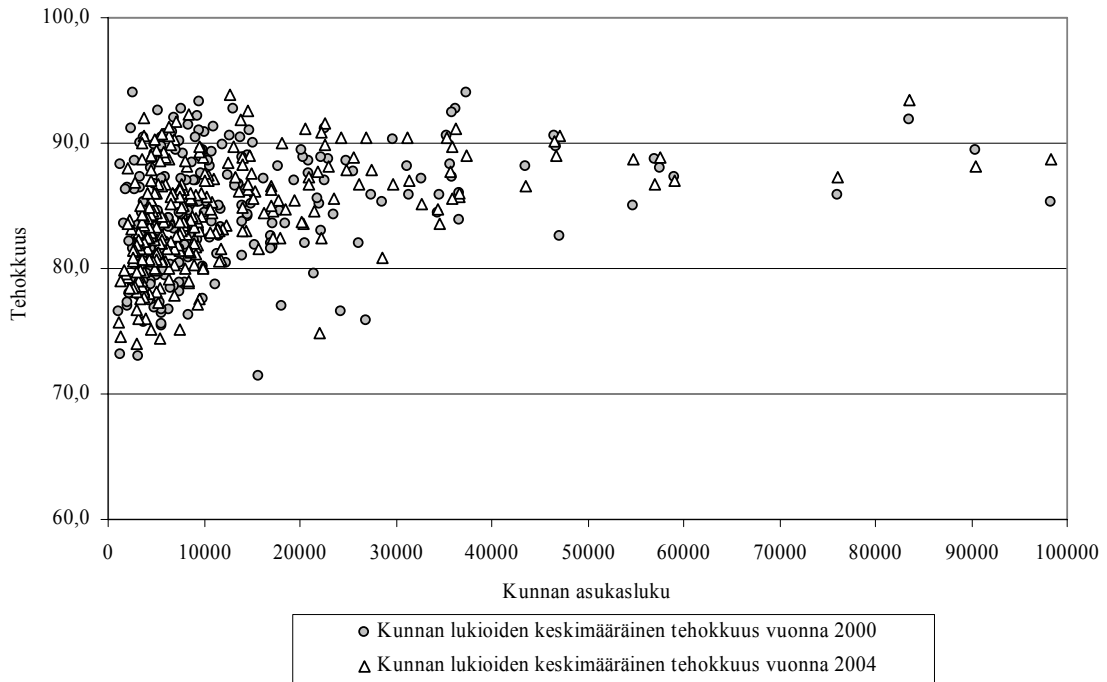
LIITE 1 Tutkimuksen kannalta merkittävimmät aiemmat tutkimukset menetelmien, aineiston, muuttujien ja tulosten osalta

Tekijät	Menetelmä ja aineisto	Panosmuuttujat	Tuotosmuuttujat	Tärkeimmät tulokset
Kirjavainen & Lotkkanen 1998	DEA, koulutus; 291 suomalaista lukiota	Opetushenkilöstön ajankäyttö Opetushenkilöstön ominaisuuk- siin liittyviä muuttujia Vanhempien koulutusaste Hallintotaso	Vuosikurssin läpäisseiden opiske- lijöiden osuus Valmistuneiden osuus Ylioppilastutkinnon pakollisten aineiden puoltääänimäärä Ylioppilastutkinnon valinnaisten aineiden puoltääänimäärä	Lukioiden keskimääräinen tehokkuus 82-84 prosenttia. Vanhempien koulutusasteella merkittävä vaikutus opiskelijöiden menestykseen opinnoissaan. Järjestetäessä koulut tehokkuuslukujen mukaiseen järjestykseen, parhaiten ja huonoiten menestyneiden koulujen järjes- tys riippuu vähemmän mallin valinnasta kuin tehokkuudeltaan keski- tason koulujen.
Thanassoulis & Portela 2002	DEA, yksilöaineisto; 6700 havaintoa 122 englantilaisesta toisen asteen koulusta	Peruskoulun päättötodistusar- vosanat	Toisen asteen oppilaitoksen päät- tökokeen arvosanat	Suurin osa opiskelijan huonosta koulumenestyksestä johtuu ennen- min opiskelijasta itsestään kuin opiskelijan käymän koulun tehotto- muudesta
Portela & Thanassoulis 2001	DEA, yksilöaineisto; 6700 havaintoa 122 englantilaisesta toisen asteen koulusta	Peruskoulun päättötodistusar- vosanat	Toisen asteen oppilaitoksen päät- tökokeen arvosanat	Menetelmän esittely, jolla tehokkuus voidaan jakaa esimerkiksi opiskelijasta itsestään, hänen käymästään koulusta sekä muista kou- luun liittyvistä tekijöistä riippuviin osiin. Kun havaitaan syyt tehot- tomuuden taustalla, voivat koulut tehostaa toimintaansa kohdentamalla resurssiaan oikeisiin kohteisiin.
Waldo 2007	Etäisyysfunktioimenetelmä, yksilöaineisto; 12 876 havaintoa ruotsalaisista lukiosta	Peruskoulun päättötodistusar- vosanat Opettajien ominaisuuksia Opettajien määrä/oppilas Opetus- ryhmän muiden opiskelijöiden lähtötaso	Arvosanat pakollisissa ja ylimää- raisissa kursseissa jaettuna suori- tettujen opintopisteiden määrällä	Yksilötasolla opiskelijöiden tehottomuus suurta. Tehokkuuseroja kuuden eri koulutusohjelman välillä ei havaittu.
Kirjavainen 2007	Stokastinen rintama-analyysi, koulu- ja koulutuksen järjestäjäta- so; 436 suomalaista lukiota ja 263 koulutuksen järjestäjää	Opetuksen menot Muut menot Opetushenkilöstön palkkatiedot Vanhempien tiedoja Peruskoulun päättötodistusar- vosanat Kirjoituskerrat ylioppilastutkin- nossa Opiskelu aika Koulukoko Ympäristötekijöitä	Ylioppilastutkintoarvosanat	Lukioiden keskimääräinen tehottomuus noin 6 prosenttia. Eroja tuotoksessa koulujen välillä selitti parhaiten peruskoulun päättötodis- tusarvosanat. Vanhempien koulutuksella positiivinen vaikutus opis- kelijan menestykseen. Ylioppilastutkinnon hajauttamisella ja opiskeluun käytetyllä ajalla negatiivinen vaikutus opintomenestyk- seen.

LIITE 2 Koulun tehokkuuden ja sen opiskelijoiden yksinhuoltajaperheiden osuuden välinen yhteys vuosina 2000 ja 2004



*LIITE 3 Kunnan asukasluvun ja sen lukioiden tehokkuuden välinen yhteys vuosina 2000 ja 2004**



*Yli 100 000 asukkaan kunnat (6 kpl) on poistettu lähdetiedoista kuvion selkeyden lisäämiseksi

**VATT-KESKUSTELUALOITTEITA / DISCUSSION PAPERS ISSN 0788-5016
- SARJASSA ILMESTYNEITÄ**

381. Hjerppe Reino – Kiander Jaakko – Virén Matti: Are Government Expenditure Productive? Measuring the Effect on Private Sector Production. Helsinki 2006.
382. Riihelä Marja – Sullström Risto: Väestön ikääntyminen, kulutus, säästäminen ja eriarvoisuus. Helsinki 2006.
383. Hynninen Sanna-Mari – Kangasharju Aki – Pehkonen Jaakko: Regional Matching Frictions and Aggregate Unemployment. Helsinki 2006.
384. Ghatak Subrata – Sánchez-Fung José R.: Is Fiscal Policy Sustainable in Developing Economies? Helsinki 2006.
385. Lyytikäinen Teemu: Rent Control and Tenants' Welfare: the Effects of Deregulating Rental Markets in Finland. Helsinki 2006.
386. Riihelä Marja: Kotitalouksien kulutus ja säästäminen: Ikäprofiilien ja kohorttien kuvaus. Helsinki 2006.
387. Siivonen Erkki: Finanssisäännöt ja varallisuus oikeudet julkisten investointien analyysissa. Helsinki 2006.
388. Berghäll Elina: R&D and Productivity Growth in Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.
389. Berghäll Elina: Technical Efficiency in an R&D Intensive Industry: Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.
390. Berghäll Elina: Technical Change, Efficiency, Firm Size and Age in an R&D Intensive Sector. Helsinki 2006.
391. Ervasti Heikki – Venetoklis Takis: Unemployment and Subjective Well-being: Does Money Make a Difference? Helsinki 2006.
392. Hietala Harri – Kari Seppo: Investment Incentives in Closely Held Corporations and Finland's 2005 Tax Reform. Helsinki 2006.
393. Räisänen Heikki: Kaksi näkökulmaa julkisen työnvälityksen tehokkuuteen. Helsinki 2006.
394. Honkatukia Juha – Moilanen Paavo – Törmä Hannu: Runkoverkkosuunnitelman aluetaloudelliset vaikutukset. Helsinki 2006.
395. Honkatukia Juha – Rajala Rami – Sulamaa Pekka: Julkisen sektorin tuottavuuden kasvu ja työikäisen väestön määrän muutos 2005–2020, Rakenteellinen pitkän aikavälin tarkastelu alueellisella tasapainomallilla. Helsinki 2006.
396. Kyyrä Tomi – Wilke Ralf A.: Reduction in the Long-Term Unemployment of the Elderly: A Success Story from Finland Revised. Helsinki 2006.
397. Martikainen Emmi – Virén Matti: Valmisteverojen välittyminen kuluttajahintoihin Suomessa 1997–2004. Helsinki 2006.
398. Mälkönen Ville: Eri hankintamuodot julkisissa investoinneissa. Helsinki 2006.

399. Haataja Anita – Mattila-Wiro Päivi: Impact of Alternative Benefit Levels and Parental Choices on the Parents' Income. Micro-simulation Approach on the Finnish Parental Leave. Helsinki 2006.
400. Kyyrä Tomi – Ollikainen Virve: To Search or Not to Search? The Effects of UI Benefit Extension for the Elderly Unemployment. Helsinki 2006.
401. Hämäläinen Pellervo: Julkisten investointien tuottavuus. Katsaus kirjallisuuteen ja Suomi vuosina 1948-2003. Helsinki 2006.
402. Virén Matti: Fiscal Policy in the 1920s and 1930s. How Much Different It Is from the Post War Period's Policies. Helsinki 2006.
403. Aaltonen Juho: Perusterveydenhuollon menoeroja selittävät tekijät ja terveyskeskusten kustannustehottomuus. Helsinki 2006.
404. Venetoklis Takis: Guide to FUSSEP (Finnish University Students Socio-Economic Preferences) 2005 round. Helsinki 2006.
405. Honkatukia Juha – Mälkönen Ville – Perrels Adriaan: Impacts of the European Emission Trade System on Finnish Wholesale Electricity Prices. Helsinki 2006.
406. Kyyrä Tomi – Maliranta Mika: The Micro-Level Dynamics of Declining Labour Share: Lessons from the Finnish Great Leap. Helsinki 2006.
407. Korkeamäki Ossi – Uusitalo Roope: Employment Effects of a Payroll-Tax Cut: Evidence from a Regional Tax Exemption Experiment. Helsinki 2006.
408. Kari Seppo – Kiander Jaakko – Ulvinen Hanna: Vapaaehtoinen eläkevakuutus ja verotus. Katsaus kirjallisuuteen ja empiirinen kuva vapaaehtoisen eläkesäästämisen kehityksestä. Helsinki 2006.
409. Jalava Jukka – Kavonius Ilja Kristian: Durable Goods and Household Saving Ratios in the Euro Area. Helsinki 2006.
410. Sulamaa Pekka – Widgrén Mika: Turkish EU Membership: A Simulation Study on Economic Effects. Helsinki 2007.
411. Kohonen Anssi: Perintö- ja lahjaverotus – Näkökulmia talousteoriasta, maailmalta ja Suomesta. Helsinki 2007.
412. Perrels Adriaan: Economic Implications of Differences in Member State Regulations for the European Union Emission Trade System. Helsinki 2007.
413. Lehtonen Sanna – Moisio Antti: Kuntien valtionosuusjärjestelmä Suomessa ja Ruotsissa. Helsinki 2007.
414. Seppä Elina: Innovation Performance of Firms in Manufacturing Industry: Evidence from Belgium, Finland and Germany in 1998-2000. Helsinki 2007.
415. Kannianen Vesa – Kari Seppo – Ylä-Liedenpohja Jouko: Nordic Dual Income Taxation of Entrepreneurs. Helsinki 2007.
416. Kari Seppo – Karikallio Hanna: Tax Treatment of Dividends and Capital Gains and the Dividend Decision under Dual Income Tax. Helsinki 2007.
417. Perrels Adriaan – Kangas Elina: Vapaa-ajan asuntojen omistus ja käyttö – Esiselvitys ekotehokkuuden kartoitusta varten. Helsinki 2007.

418. Riihelä Marja – Sullström Risto – Tuomala Matti: Economic Poverty in Finland 1971–2004. Helsinki 2007.
419. Lyytikäinen Teemu: The Effect of Three-Rate Property Taxation on Housing Construction. Helsinki 2007.
420. Korkeamäki Ossi: Laskelmia miesten ja naisten välisen palkkaeron kaventamisesta julkisella sektorilla. Helsinki 2007.
421. Kosonen Tuomas: The Increased Revenue from Finnish Corporate Income Tax in the 1990s. Helsinki 2007.
422. Appelqvist, Jukka: Wage and Earnings Losses of Displaced Workers in Finland. Helsinki 2007.
423. Honkatukia Juha – Rajala Arto: Energia, päästökauppa ja kilpailukyky – Suomalaisen energiaintensiivisen teollisuuden näkemyksiä EU:n päästökaupasta ja pohjoismaisista energiemarkkinoista. Helsinki 2007.
424. Kari Seppo – Kosonen Tuomas – Kröger Outi: Vakuutusturvan vaje perhehuoltajan kuoleman kohdatessa. Julkisen turvan taso ja yksityinen henkivakuutusturva. Helsinki 2007.
425. Luoma Kalevi – Moisio Antti – Aaltonen Juhon: Secessions of Municipal Health Centre Federations: Expenditure and Productivity Effects. Helsinki 2007.
426. Kari Seppo – Karikallio Hanna – Pirttilä Jukka: Anticipating Tax Changes: Evidence from the Finnish Corporate Income Tax Reform of 2005. Helsinki 2007.
427. Honkatukia Juha – Marttila Kimmo – Sulamaa Pekka: Budjetin aluevaikutukset – Valtion alueellistamis- ja tuottavuusohjelman vaikutukset maakunnissa. Helsinki 2007.
428. Kirjavainen Tanja: Efficiency of Finnish Upper Secondary Schools: An Application of Stochastic Frontier Analysis with Panel Data. Helsinki 2007.
429. Aaltonen Juhon: Determinants of Health Care Expenditures in Finnish Hospital Districts 1993-2005. Helsinki 2007.
430. Haataja Anita: Soviteltu työttömyysetuus: Taustaa ja nykytilanne. Helsinki 2007.
431. Haataja Anita – Korkeamäki Ossi: Soviteltu työttömyysetuus: Kohdentuminen ja toimeentulo. Helsinki 2007.
432. Hämäläinen Kari – Tuomala Juha: Vocational Labour Market Training in Promoting Youth Employment. Helsinki 2007.
433. Parkkinen Pekka: Riittääkö työvoima terveydenhuolto- ja sosiaalipalveluihin? Helsinki 2007.
434. Kohonen Anssi: Yritysverotuksen koordinointi ja verokilpailu Euroopan unionissa. Helsinki 2007.
435. Berghäll Elina: Revealing Agglomeration Economies with Stochastic Frontier Modelling in the Finnish ICT Industry. Helsinki 2008.
436. Uimonen Sakari: Suomen infrastruktuuripääoma: Tiet. Helsinki 2007.